



Laboratoire Architecture et Environnement

Thèse de Doctorat en Sciences

Option Architecture et Environnement

VERS UNE RECONNAISSANCE DE LA QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE INTÉRIEURE -IEQ DES *ESPACES BUREAUX À ALGER*

Candidate :

CHABANE Imane Joud

Thèse encadrée par : Dr. BENSALÉM Rafik, ancien Professeur à l'EPAU

Rapporteur : BOUSSOUALIM Aïcha, Professeur à l'EPAU d'Alger

Devant le jury :

Président : CHABBI-CHEMROUK Naima, Professeur à l'EPAU d'Alger

Examineur : OUISSI Nabil, Professeur à l'Université de Tlemcen

Examineur : MAZOUZ Said, Professeur à l'Université d'Oum El Bouaghi

Examineur : NACEUR Farida, Professeur à l'Université de Batna

Examineur : DJIAR Kahina, Dr, M.C.A à l'EPAU d'Alger

Juillet 2019

الحمد لله و الصلاة والسلام على رسول الله

شكر و عرفان

خالص الشكر و العرفان لوالدي العزيزين و لأسرتي و بالخصوص أبي الذي طالما حثني على هذا الطريق
أحر الشكر و العرفان للزوج الكريم الذي من دون عونته ما كان لهذا البحث أن يختتم
جميل الشكر لأهل بيتي الذين صبروا على طول سنوات البحث

جزيل الشكر لأستاذ التعليم العالي بن سالم رفيق لثقته و تشجيعه المتواصل
جزيل الشكر والعرفان لأستاذة التعليم العالي بوساليم عائشة لطيبته لإيثارها و لمساعدتها الثمينة
جزيل الشكر لصديقتي الكريمة لتشجيعها و سندها

كامل الشكر والعرفان للإداريين و المهندسين الذين استقبلونا في عماراتهم للبحث و التنقيب و للمهندسين
المعماريين الذين ساعدانا في الاستجواب عبر الانترنت.

و أخيرا جزيل الشكر لأفراد لجنة المناقشة لصبرهم على القراءة و مناقشتهم للموضوع



توضيح

- تم تقديم هذه الأطروحة لأول مرة للمناقشة في مجلس البحث العلمي بديسمبر 2015 لكنها لم تقبل لغياب المقال العلمي
- تم إعادة تقديم هذه الأطروحة بوعده لنشر للمقال في جوان 2018 وقبلت
- و تم مناقشة الأطروحة في يوم 11 جويلية 2019

الملخص

موضوع هذا البحث هو جودة البيئة الداخلية (IEQ) لأماكن العمل المكتبي في الجزائر العاصمة. اهتمامنا يدور حول راحة العاملين بهذه المكاتب التي تتضاعف بسرعة كبيرة منذ ما يقارب العقدين من الزمن. بالجزائر العاصمة راحة و صحة العاملين مقيدة بعدة عوامل أهمها المفاهيم العمرانية المستوردة، مواد البناء و التهئية المستوردة، سطحية قوانين التهئية المعمارية، و اضطراب مخطط الإنتاج المعماري.

في ظل هذه القيود، يكون المستخدم العامل بعيداً عن مركز اهتمام الإنتاج المعماري و الهدف الرئيسي من هذا البحث هو استرجاعه كامل حقوقه في بيئة داخلية ذات جودة عالية تحترم صحته و راحته النفسية. و لهذا تطرقنا لفهم أسباب قلة الاهتمام هذه من خلال ملاحظة و استكشاف أنواع الخلل الذي قد يكمن في القيود المحيطة به.

أول اكتشاف للخلل يتعلق بهيمنة التصنيع في تهئية بيئة العمل. يتم استيراد مواد التهئى و معدات التكيف و ضبطها لأماكن العمل دون التقيد بشروط صحية فيجد العامل نفسه غير محمي بقانون محلي بل و معرض لمخاطر صحية تعرقل راحته النفسية و إنتاجيته في العمل.

الخلل الثاني لوحظ في الفارق المعتبر بين المكونات المادية لمكان العمل والاحتياجات "الطبيعية" للعامل و هذا في العمارات "الذكية" المنتشرة. و قد يكون استعمال هذه المكونات المادية و تهئيتها في أماكن العمل جد مكلف ناهيك عن التكاليف الباهظة التي يسببها الاستهلاك العالي للطاقة في هذه العمارات الذكية. لهذا الغرض تم التحقيق في عمارات حكومية تشغلها إدارة واحدة و في بعض العمارات الخاصة التي تشغلها عدة إدارات لشركات خاصة. ملاحظة نفس المشاكل في عمارات إدارية مختلفة يوحي بانقطاع الرابط بين المهندس المعماري المسؤول عن تصميم و تهئية المكاتب و الموظف نفسه مستخدم هذه الأماكن. حيث أن مهمة المهندس المعماري تتوقف عند تسليم مشروع العمارة، هذا من جهة، و من جهة أخرى يوحي بغياب التراكم المعرفي حول تصميم و استغلال الأماكن المكتبية الذي قد يساعد في تفادي تكرار الأخطاء.

إضافة إلى كل هذا، تم ملاحظة مخطط إنتاج المشاريع أين المهندس المعماري غير مجبور بأي قانون على التحقق من درجة جودة تصاميمه بعد تسليم المشروع و استقرار الموظفين في مكاتبهم . هذا التحقق من الجودة لو وجد لكان يسمح للمهندس المعماري تفادي تكرار الأخطاء و تلبية الاحتياجات البيئية للموظفين و هكذا التقرب أكثر من الجودة البيئية العالية.

بعد ملاحظة أوجه القصور المختلفة، ظهرت الخطوط العريضة لحلول تتكون من إعادة النظر في برامج التعليم و البحث المعماري بإدماج الجودة البيئية الداخلية كمادة أساسية و اعتماد النظريات التي تركز على المستخدم؛ مراجعة القوانين التي تحكم ممارسة المهندس المعماري المصمم؛ مراجعة القوانين الصحية التي تحمي المستخدم؛ مساندة المعماري المصمم بالمطبوعات و الندوات المحلية و التدريب على جودة البيئة الداخلية ؛ إنشاء قاعدة معلوماتية تجمع نتائج الدراسات حول الجودة البيئية الداخلية بالعمارات المحلية ... الخ. هذه الحلول غير مفصلة وقد تفتح المجال لمواضيع بحث معمق بهدف تحسين الـ IEQ في المكاتب الإدارية بشكل ملموس.

العبارات المفاتيح : الجودة البيئية الداخلية IEQ - عمارة المكاتب - الجزائر العاصمة - (المستعمل) المستخدم - الصحة والراحة - استيراد المفاهيم و المواد - القوانين المحلية - مخطط الإنتاج المعماري .

Summary

The object of this research is the interior environmental quality (IEQ) of office spaces in Algiers. Our interest targets the well-being of users in spaces that have been multiplying at high speed for nearly two decades. In Algiers, this well-being is governed by several constraints: concept importation, material importation, superficial regulation and disrupted architectural production scheme. Under these constraints, the user is far from being the main focus of architectural production. So, the main objective of this research is to give the user his right in high environmental quality by understanding the reasons of being far from the architectural production' focus. The first observed shortcoming concerned the artificialization of the indoor work environment that results from conceptual and material importation of building envelopes and comfort equipment. This generates non-negligible health risks, which local regulations are far from covering.

The second observation concerned the experience of users in various environmental configurations of so-called intelligent buildings, through an exploratory survey which highlighted a significant gap between the physical factors of the office space and the "natural" needs of users. However, these physical components can be very expensive to install and even more during the life cycle of the building due to high energy consumption. The health and productivity of users are then disrupted.

This finding concerned particularly state buildings, occupied by only one administration, but to a lesser extent in private multi-tenant buildings, occupied by several companies. The repetition of these shortcomings in several buildings testifies to a rupture of the link between the user and the architect whose mission ends with the delivery of the building-object. It also testifies to the absence of accumulation of knowledge that should avoid the repetition of mistakes.

The third observation concerned the architectural production scheme where the project manager is in no way obliged, by regulation, to return to his productions in order to check their quality of use. This checking would promote a looped and non-linear architectural production, where the user and his indoor environment constitute the main source of knowledge, more favorable to quality production.

After the various shortcomings observed, an outline of solutions has emerged which essentially consists of: revising the training of the architect by integrating post-installation evaluation and adopting user-centered theories; revising the regulations governing the practice of the architect with a view to loop production; revise the health regulations that protect the user; supervising the architect practitioner through local publications, seminars, and training on indoor environmental quality; creating a database of local case studies, etc. This outline of solutions is far from being exhaustive but may be the subject of relevant future research, for the concrete improvement of the IEQ of office spaces in Algiers.

Key-words/expressions : Indoor Environmental Quality (IEQ), office building, Algiers, users, health and well-being, productivity, "natural" needs, concept and material importation, local regulation, architectural production scheme.

Résumé

L'objet de cette recherche est la qualité environnementale intérieure (IEQ) des espaces bureaux, à Alger. L'intérêt est porté au bien-être des usagers dans des espaces qui se multiplient à grande vitesse, depuis près de deux décennies. Dans le contexte de la ville d'Alger, ce bien-être est régi par plusieurs contraintes : importation conceptuelle, importation matérielle, réglementation superficielle et schéma de production architecturale perturbé. Sous ces contraintes, l'usager est loin d'être au centre d'intérêt de la production architecturale. Lui redonner plein droit a été l'objectif principal de cette recherche. Cela a consisté essentiellement à comprendre les raisons de ce déclassement d'intérêt, à travers le constat de failles parmi toutes les contraintes qui l'entourent.

Le premier constat de faille a concerné l'artificialisation du confort dans l'environnement intérieur de travail. Une importation idéique et matérielle, à travers l'enveloppe et les équipements de confort, sans le grand kit de contraintes sanitaires qu'encourent les usagers à l'intérieur des environnements engendrés. Des risques sanitaires non-négligeables, que la réglementation locale est bien loin de prendre en charge.

Le second constat a concerné le vécu des usagers dans des configurations environnementales variées de bâtiments dits intelligents, à travers une enquête exploratoire qui a abouti à un écart important entre facteurs physiques composant l'espace bureaux et besoins « naturels » des usagers. Pourtant ces composants physiques peuvent être très coûteux à leur installation et encore plus durant le cycle de vie de l'édifice par une forte consommation énergétique. La santé et la productivité des usagers y sont alors perturbées. Ce constat a particulièrement concerné les édifices étatiques, occupés par une seule et même administration mais de manière moins accentuée dans les édifices privés multi-locataires, occupés par différentes entreprises. La répétition de ces carences dans plusieurs édifices, témoigne d'une rupture de lien entre l'architecte et l'usager dont la mission s'arrête à la livraison de l'édifice-objet. Elle témoigne aussi de l'absence de cumul de connaissances, évitant la répétition des erreurs.

Le troisième constat a concerné le schéma de production architecturale où le maître d'œuvre n'est nullement contraint, par la réglementation, de retourner sur ses productions afin de vérifier leur qualité d'usage. Une vérification plus que bénéfique, qui ne pourrait qu'éviter la répétition des erreurs et que mieux répondre aux besoins des usagers, se rapprochant ainsi d'une grande qualité environnementale intérieure. Cela favoriserait ainsi une production architecturale en boucle et non linéaire, où l'usager et le terrain constituent la source principale de connaissances, plus favorables à une production de qualité.

Au bout des différentes carences ou failles constatées, s'est dessinée une esquisse de solutions qui consiste essentiellement à : réviser la formation de l'architecte, en intégrant l'évaluation post-installation et en adoptant les théories centrées sur l'usager ; réviser la réglementation qui encadre l'exercice de l'architecte en vue d'une production en boucle ; réviser la réglementation sanitaire qui protège l'usager ; encadrer l'architecte praticien par des publications locales, des séminaires, et formations autour de la qualité environnementale intérieure; créer une base de données sur des cas d'études locaux, etc. Cette esquisse de solutions est loin d'être exhaustive mais peut faire l'objet, en perspective, d'une recherche pertinente, en vue d'améliorer concrètement l'IEQ des espaces bureaux, à Alger.

Mots/expressions-clés : Indoor Environmental Quality (IEQ), immeuble de bureaux, Alger, usagers, bien-être et santé, productivité, besoins « naturels », importation idéique et matérielle, réglementation locale, schéma de production architecturale.

Acronymes

ABC : *Algeria Business Center* (Algérie)
ASHRAE : *American Society of Heating Refregirating and Air-Conditioning Engineers* (USA)
ASHVE : *American Society of Heating & Ventilating Engineers* (USA)
ATM-Mobilis : Algérie Télécom Mobile
BEREP : Bureau d'Etudes de Réalisations et d'Engineering de Projets (Algérie)
BI : Bâtiment Intelligent
BRC: *Brown & Root Condor* (USA - Algérie)
BRI : *Building Related Illnesses*
BSI : *Building Syndrome Index*
CBE : *Center for the Built Environment* (USA)
CIRIA : *Construction Industry Research and Information Association* (United Kingdom)
CMA-CGM : *Compagnie Maritime d'Affrètement-Compagnie Générale Maritime*
COSIDER : Construction et Sidérurgie (Algérie)
COV : Composé Organique Volatile
CSCEC : *China State Construction Engineering Corporation*
CVC : Chauffage Ventilation et Climatisation
DAHLI : Daewoo Algerie Hotellerie Loisirs et Immobiliers (Algéro-coréenne)
DGRSDT : Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique (Algérie)
ECA : *European Concerted Action* (USA)
EPA : *Environmental Protection Agency* (USA)
EPAU : École Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme (Algérie)
GRTE : Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Électricité (Algérie) filiale SONELGAZ
GTB : Gestion Technique du Bâtiment
HVAC system : *Heating Ventilation & Air-Conditioning system*
IAQ : *Indoor Air Quality*
IEQ : *Indoor Environmental Quality*
IGH : Immeuble à Grande hauteur
JORADP : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire
LAE : Laboratoire Architecture et Environnement (Algérie)
MESRS : Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Algérie)
MHUV : Ministère de l'Habitat de l'Urbanisme et de la Ville (Algérie)
MMB : *Mixed Mode Building*
NASA : *National Aeraonautics and Space Administration* (USA)

NIOSH : *National Institute for Occupational Safety and Health (USA)*

OFARES : Office d'Aménagement & de Restructuration de la Zone du Hamma (**Alger**)

OMS: *Organisation Mondiale de la Santé*

OSHA : *Occupational Safety and Health Administration (USA)*

PCS : *Personal Comfort Systems*

POE : *Post Occupancy Evaluation*

SBM : *Syndrome des bâtiments Malsains*

SBS : *Sick Building Syndrome*

SONATRACH (SH) : Société Nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures (Algérie)

SONELGAZ : Société nationale de l'électricité et du gaz

SOPIEG : Société du Patrimoine immobilier des Industries Électriques et Gazières (Algérie) filiale de SONELGAZ

TAC system : *Task/Ambient Conditioning system*

TBNU : *Théorie des Besoins Naturels de l'Usager*

TBS : *Tight Building Syndrome*

TCU : *Théorie Centrée sur l'Usager*

TLVs : *Treshold Limit Values*

UCT: *User Centered Theory*

UFFI : *Urea Formaldehyde Foam Insulation*

UNNT : *User Natural Needs Theory*

US EPA : *United States Environmental Protection Agency*

VOC : *Volatil Organic Compound*

WHO : *World Health Organization*

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	VI
LISTE DE FIGURES	VII
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
INTRODUCTION	2
QUESTIONNEMENTS ET HYPOTHÈSES	3
OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	4
MÉTHODE DE RECHERCHE	4
STRUCTURE DE LA THÈSE	6
USAGE D'EXPRESSIONS ET CITATION DES RÉFÉRENCES, DANS LE DOCUMENT	8
I - ÉVOLUTION DE L'ESPACE BUREAU, UNE HISTOIRE INCONTOURNABLE	10
I- 1. INTRODUCTION.....	11
I- 2. ÉVOLUTION HISTORIQUE DE L'ESPACE BUREAU EN OCCIDENT	12
I- 2.1. <i>Les premiers édifices et centres d'affaire (1850)</i>	13
I- 2.2. <i>Saturation horizontale et développement vertical : un nouveau style</i>	15
I- 2.3. <i>La structure en acier libère la hauteur et le plan (1880 -1930)</i>	16
I- 2.3.1. Conséquences urbaine et spatiale	16
I- 2.3.2. Le « <i>typing-pool</i> », un aménagement conséquent	18
I- 2.4. <i>L'ère du « weatherproof building » (1940-1960)</i>	19
I- 2.4.1. Un nouveau style « international » en expansion	21
I- 2.4.2. Le « <i>Bullpen</i> », un aménagement conséquent.....	22
I- 2.5. <i>L'ère de la flexibilité immobilière et spatiale (1970-1980)</i>	25
I- 2.5.1. L'espace bureau, un créneau immobilier opportun.....	25
I- 2.5.2. Le décloisonnement au service de la productivité.....	26
I- 2.6. <i>Libération de l'espace physique vers l'espace virtuel (1990 – 2010)</i>	32
I- 2.6.1. Le « <i>flex-office</i> », une intégration des TIC et du télétravail	33
I- 2.6.2. Le « <i>hotel-office</i> » ou <i>hoteling</i>	34
I- 2.6.3. Un immobilier nouveau pour le tertiaire supérieur	35
I- 2.7. <i>Synthèse</i>	36
I- 3. ÉVOLUTION DE L'ESPACE BUREAUX À ALGER.....	37
I- 3.1. <i>L'édifice de bureaux à l'époque coloniale</i>	37
I- 3.1.1. Le néo-classicisme européen 1830	38
I- 3.1.2. L'orientalisme 1900.....	39
I- 3.1.3. Le modernisme d'avant guerre 1930	39
I- 3.1.4. Le modernisme d'après guerre dès 1945.....	40
I- 3.2. <i>L'internationalisme après l'indépendance 1962</i>	42
I- 3.3. <i>Une production architecturale perturbée</i>	44
I- 3.4. <i>L'édifice de bureaux depuis les années 2000</i>	46
I- 3.4.1. « L'acculturation » à l'édifice stéréotype « moderne »	47
I- 3.4.2. L'édifice « moderne », produit de l'importation.....	49
I- 3.4.3. L'édifice de bureaux en perspective dans le PDAU d'Alger	51
I- 3.4.4. Synthèse	55
I- 3.5. <i>L'édifice de bureaux étatique</i>	56

I- 3.6.	<i>L'immobilier tertiaire privé</i>	58
I- 3.7.	<i>Synthèse</i>	60
I- 4.	CONCLUSION.....	62
II -	LA QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE INTÉRIEURE DES ESPACES BUREAUX, UN PÉRIPLE EN ÉVOLUTION	63
II- 1.	INTRODUCTION.....	64
II- 2.	THÉORIES DU 19 ^{ÈME} SIÈCLE ET QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR INDUSTRIEL.....	65
II- 2.1.	<i>Première moitié du 19^{ème} siècle : le confort entre miasmes et CO2</i>	66
II- 2.2.	<i>Seconde moitié du 19^{ème} siècle : le confort sujet au micro-organisme</i>	67
II- 3.	LE « CONFORT ARTIFICIEL » : PREMIÈRE MOITIÉ DU 20 ^{ÈME} SIÈCLE	69
II- 3.1.	<i>Le « confort universel », une expérimentation sous enjeu industriel</i>	70
II- 3.2.	<i>La qualité « vécue » de l'environnement « conçu neutre »</i>	72
II- 3.3.	<i>Les premiers affronts entre qualité « vécue » et « normes universelles »</i>	73
II- 4.	TRIOMPHE ARRACHÉ DE LA « QUALITÉ VÉCUE » : 2 ^{ÈME} MOITIÉ DU 20 ^{ÈME} SIÈCLE	75
II- 4.1.	<i>L'environnement intérieur en crise, au prix de l'énergie en crise</i>	76
II- 4.2.	<i>Plaintes en hausse et reconnaissance d'un syndrome</i>	80
II- 4.3.	<i>Plaintes crédibles par de nouveaux modes d'enquête</i>	83
II- 4.4.	<i>Reconnaissance des plaintes par l'OMS</i>	86
II- 4.5.	<i>Évolution de la recherche face aux plaintes en hausse</i>	90
II- 4.6.	<i>Le SBS, un enjeu économique coûteux</i>	91
II- 4.7.	<i>L'espace bureau : un écosystème « artificiel »</i>	93
II- 4.8.	<i>Synthèse</i>	95
II- 5.	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY (IEQ) : LE LABEL DU 21 ^{ÈME} SIÈCLE	96
II- 5.1.	<i>Les quatre volets de l'Indoor Environmental Quality –IEQ</i>	97
II- 5.2.	<i>L'IEQ tributaire des usagers et des normes</i>	98
II- 5.3.	<i>La certification écologique ou le marketing de l'IEQ</i>	100
II- 5.4.	<i>La dernière génération d'un « écosystème artificiel »</i>	102
II- 5.5.	<i>Synthèse</i>	104
II- 6.	CONCLUSION.....	105
III -	BIEN-ÊTRE, SANTÉ ET PRODUCTIVITÉ DES USAGERS SOUS L'IEQ	107
III- 1.	INTRODUCTION.....	108
III- 2.	LE BIEN-ÊTRE DES USAGERS, UNE AFFAIRE CULTURELLE	111
III- 2.1.	<i>L'IEQ tributaire des attentes des usagers</i>	112
III- 2.2.	<i>Les besoins des usagers entre « constances » et « variables »</i>	115
III- 2.3.	<i>Synthèse</i>	117
III- 3.	LES NIVEAUX D'INFLUENCE DE L'IEQ SUR L'USAGER.....	119
III- 3.1.	<i>Les niveaux clés d'influence</i>	120
III- 3.1.1.	<i>La santé</i>	120
III- 3.1.2.	<i>La performance et la productivité</i>	123
III- 3.1.3.	<i>La satisfaction ou le bien-être</i>	124
III- 3.2.	<i>Hiérarchisation des niveaux par type d'influence</i>	127
III- 4.	LES INFLUENCES RECONNUES DES FACTEURS PHYSIQUES SUR L'IEQ	130

III- 4.1.	<i>Influence de l'organisation spatiale</i>	131
III- 4.2.	<i>Détails architectoniques (Décoration)</i>	138
III- 4.3.	<i>Facteurs d'ambiance (satisfaisant/ insatisfaisant)</i>	140
III- 4.3.1.	Le confort thermique	141
III- 4.3.2.	Le confort acoustique	146
III- 4.3.3.	La Vue depuis la station de travail	149
III- 4.3.4.	Le confort aéralique	152
III- 4.3.5.	Le confort visuel	163
III- 4.3.6.	Synthèse	173
III- 4.4.	<i>Synthèse de l'influence des facteurs physiques sur l'IEQ</i>	175
III- 5.	LE CADRE RÉGLEMENTAIRE À ALGER	177
III- 5.1.	<i>La réglementation algérienne sur le confort et la santé des usagers</i>	177
III- 5.2.	<i>Une enveloppe non-hermétique grâce au « règlement de sécurité »</i>	181
III- 5.3.	<i>Synthèse</i>	182
III- 6.	CONCLUSION	184
IV -	ÉTAT DE L'IEQ DANS LES ÉDIFICES DE BUREAUX À ALGER, ENQUÊTE SUR TERRAIN	186
IV- 1.	INTRODUCTION	187
IV- 2.	DÉROULEMENT DE L'ENQUÊTE EXPLORATOIRE	187
IV- 2.1.	<i>Méthode adoptée</i>	187
IV- 2.2.	<i>Échantillon</i>	189
IV- 2.3.	<i>Outils et conditions d'enquête</i>	191
IV- 2.4.	<i>Traitement des données</i>	193
IV- 3.	ANALYSE DES DONNÉES	193
IV- 3.1.	<i>Édifices à patios</i>	194
IV- 3.1.1.	Édifice du Ministère des finances	194
IV- 3.1.2.	Siège social de la SONATRACH	201
IV- 3.1.3.	Synthèse des édifices à patios	210
IV- 3.2.	<i>Édifices linéaires</i>	211
IV- 3.2.1.	Ancien siège du Ministère de la communication	211
IV- 3.2.2.	Édifice de l'ATM-Mobilis	216
IV- 3.2.3.	Synthèse des édifices linéaires	221
IV- 3.3.	<i>Édifices à noyau de services</i>	222
IV- 3.3.1.	Édifice du Ministère de l'énergie	222
IV- 3.3.2.	Siège de la GRTE	227
IV- 3.3.3.	La tour CMA-CGM Algérie	233
IV- 3.3.4.	La tour ABC	238
IV- 3.3.5.	Synthèse des édifices à noyau de services	243
IV- 4.	SYNTHÈSE	243
IV- 5.	RECOMMANDATIONS	248
IV- 6.	CONCLUSION	251
V -	LE SCHÉMA DE PRODUCTION ARCHITECTURALE DES ESPACES BUREAUX, UNE ENTRAVE À L'IEQ	252
V- 1.	INTRODUCTION	253
V- 2.	LA PRODUCTION LINÉAIRE DES ARCHITECTES, UNE FORTE ENTRAVE À L'IEQ	254
V- 2.1.	<i>Un schéma linéaire bloquant</i>	255

V- 2.2.	<i>De la conception à la réalisation : lourde responsabilité de l'architecte</i>	259
V- 2.2.1.	L'architecte principal responsable de l'IEQ	260
V- 2.2.2.	Les ingénieurs et les méfaits de la standardisation	261
V- 2.2.3.	Le manque de contrôle et l'inconscience du constructeur.....	264
V- 2.2.4.	Les aménageurs d'intérieur	266
V- 2.2.5.	L'IEQ entre contraintes de gestion et besoins des usagers	268
V- 2.2.6.	Vers une révision de la linéarité de la production architecturale.....	270
V- 2.3.	<i>Synthèse</i>	272
V- 3.	LE FEEDBACK, LA CLÉ D'UNE NOUVELLE PRODUCTION EN BOUCLE	272
V- 3.1.	<i>La nécessité d'un feedback scientifique</i>	273
V- 3.2.	<i>Une production cyclique fondée sur l'évaluation</i>	277
V- 3.3.	<i>La POE, base de la production en spirale</i>	280
V- 3.4.	<i>La POE mise en pratique</i>	283
V- 3.5.	<i>Synthèse</i>	290
V- 4.	LA RÉGLEMENTATION ALGÉRIENNE RELATIVE AU SCHEMA DE PRODUCTION ARCHITECTURALE	291
V- 5.	CONCLUSION.....	295
VI -	L'IEQ DES ESPACES BUREAUX CHEZ LES ARCHITECTES PRATICIENS À ALGER	297
VI- 1.	INTRODUCTION	298
VI- 2.	MÉTHODE D'ENQUÊTE	298
VI- 2.1.	<i>Construction du questionnaire</i>	299
VI- 2.2.	<i>Échantillon et conditions de collecte des données</i>	300
VI- 2.3.	<i>Traitement des données</i>	302
VI- 3.	PRINCIPAUX RÉSULTATS.....	302
VI- 3.1.	<i>Sur les connaissances autour de l'IEQ</i>	302
VI- 3.2.	<i>Sur l'option du mur-rideau de verre</i>	305
VI- 3.3.	<i>Sur le feedback dans la production</i>	307
VI- 3.4.	<i>Synthèse</i>	313
VI- 4.	RECOMMANDATIONS.....	314
VI- 4.1.	<i>Formation universitaire</i>	314
VI- 4.1.1.	En graduation.....	315
VI- 4.1.2.	En post-graduation	317
VI- 4.2.	<i>Cadre réglementaire</i>	319
VI- 4.2.1.	Sur la santé et le bien-être des usagers	319
VI- 4.2.2.	Sur les missions du maître d'œuvre.....	320
VI- 4.3.	<i>Actualisation des connaissances</i>	320
VI- 4.4.	<i>Encouragement</i>	321
VI- 4.4.1.	Une certification locale	321
VI- 4.4.2.	Un prix d'architecture	321
VI- 5.	CONCLUSION.....	322
	CONCLUSION GÉNÉRALE	324
	PRINCIPAUX RÉSULTATS	326
	DIFFICULTÉS RENCONTRÉES ET LIMITES DE LA RECHERCHE	327
	PERSPECTIVES EN VUE.....	328

LISTE DES SOURCES INTERNET DES FIGURES	330
RÉFÉRENCES	331
ANNEXES	341

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Repères clés dans l'évolution technologique de l'espace bureaux en occident (Sundstrom & Sundstrom, 1986, p. 33)	14
Tableau 2 : Quelques exemples d'entreprises exposant à la 18 ^{ème} foire internationale BATIMATEC -2015	50
Tableau 3 : Les symptômes et causes les plus relatés au SBS (Deoux et Deoux, 1993, p.141).	89
Tableau 4 : Les sept types de bureaux de Danielsson (2005)	133
Tableau 5 : Synthèse des facteurs d'influence où les besoins naturels s'opposent aux contraintes environnementales	176
Tableau 6 : Extraits du décret exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991 (JORADP, 1991, pp.63-70)	178
Tableau 7-a : Caractéristiques de l'échantillon d'édifices étudiés	191
Tableau 7-b : Les trois configurations de plan abordées.	194
Tableau 8 : Caractéristiques du Ministère des finances	196
Tableau 9 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du Ministère des finances.....	197
Tableau 10 : Données de l'entretien avec les usagers du Ministère des finances	199
Tableau 11 : Caractéristiques du siège de la SONATRACH	204
Tableau 12 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du siège de la SH... ..	205
Tableau 13 : Données de l'entretien avec les usagers du siège de la SH	207
Tableau 14 : Caractéristiques de l'ancien Ministère de la communication.....	213
Tableau 15 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de l'ancien ministère de la communication	214
Tableau 16 : Données de l'entretien auprès des usagers de l'ancien ministère de la communication	215
Tableau 17 : Caractéristiques de l'édifice de l'ATM-Mobilis	218
Tableau 18 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de l'édifice ATM- Mobilis	219
Tableau 19 : Données de l'entretien auprès des usagers de l'édifice ATM-Mobilis	220
Tableau 20 : Caractéristiques du Ministère de l'énergie	224
Tableau 21 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du Ministère de l'énergie	225
Tableau 22 : Données de l'entretien auprès des usagers de l'édifice du Ministère de l'énergie	226
Tableau 23 : Caractéristiques du siège de la GRTE	229
Tableau 24 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du siège de la GRTEa	230
Tableau 25 : Données de l'entretien auprès des usagers du siège de la GRTEa	231
Tableau 26 : Caractéristiques de la tour CMA-CGM Algérie	235
Tableau 27 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de la tour CMA-CGM	236
Tableau 28 : Données de l'entretien auprès des usagers de la tour CMA-CGM	237
Tableau 29 : Caractéristiques de la tour ABC.....	240
Tableau 30 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de la tour ABC.....	241
Tableau 31 : Données d'entretien auprès des usagers de la tour ABC.....	242
Tableau 32 : Synthèse des contraintes environnementales dans les édifices de l'échantillon, par facteur physique d'influence	244
Tableau 33 : Étapes de production d'un édifice de bureaux	257
Tableau 34 : Étapes de construction du questionnaire administré aux architectes	299
Tableau 35 : Échantillon de l'enquête auprès d'architectes en exercice à Alger	300

Liste de Figures

Figure 0 : Structure de la thèse	8
Figure 1: Le « Chicago Home Insurance», 1884 (source Internet n°1).....	15
Figure 2 : Exemple d'une rue privée d'ensoleillement par les constructions à New York (Boubekri, 2008, p. 38)	16
Figure 3 : Exemple d'un édifice en pièce montée ayant subi la loi de zoning de 1916, à New York (Boubekri, 2008, pp. 43,47)	17
Figure 4: Le Wainwright office building, 1891, St Louis, USA (Source Internet n°2)	17
Figure 5: A partir d'un bureau, vue sur cour intérieure du « Wainwright Building» (Sterling, Sterling & McIntyre, 1983, p.64)	18
Figure 6: Le « Typing-pool» du « Larking Building », 1904, New-York (Source Internet n°3).....	19
Figure 7: Le « Seagram Building », 1958, New-York (Source Internet n°4).....	21
Figure 9 : Un des bullpens du « Union Carbide Building » (Murphy, 2006, p.45)	24
Figure 8: Le « Union Carbide Building », 1960, New-York (Source Internet n°5)	24
Figure 10: Le « Lloyd's Building », 1986, Londres (Source Internet n°6)	26
Figure 11 : Le 1er aménagement aux USA en bureaux paysagers de l'entreprise Dupont par la « Quickborner-Team » en comparaison à l'aménagement conventionnel en bureaux individuels (Murphy, 2006, p. 50)	29
Figure 12 : Exemple d'un aménagement en « Cubicle office» (Source Internet n°7).....	30
Figure 13 : La SAS Airlines, 1987, Stockholm, Suède (Source Internet n°8)	32
Figure 14 : Exemples d'édifices bureaux du tissu néo-classique à Alger	38
Figure 15 : La « Préfecture d'Alger» (Kanoun & Kanoun, 2000, p. 48)	39
Figure 16 : Le modernisme d'avant guerre	40
Figure 17 : Exemples du modernisme d'après guerre	41
Figure 18 : Immeuble du Trésor, vue et plan d'étage courant (Kanoun & Kanoun, 2000, p. 66).....	41
Figure 19 : Immeuble de la CASORAL, vue et plan d'étage courant (Kanoun & Kanoun, 2000, p. 65)	42
Figure 20 : L'internationalisme après l'indépendance	43
Figure 21 : Immeuble polonais, 1975 (Deluz, 1988, p. 133).....	45
Figure 22 : Siège sociale de la SONATRACH, 1999, Hydra (Source Internet n°13).....	46
Figure 23 : Emplacement du quartier d'affaires de Bab-Ezzouar (PDAU, 2011, p. 26).....	53
Figure 24 : Quelques exemples de projets dans le quartier d'affaires de Bab-Ezzouar (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012, pp. 247-254)	54
Figure 25 : Exemples de parkings en projets à Alger (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012, pp. 260-270) ..	54
Figure 26 : Exemples de projets d'universités ressemblant à des édifices de bureaux (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012, p. 220; 229).....	55
Figure 27 : Exemples d'édifice étatiques depuis les années 2000	57
Figure 28 : « Air Conditioning room » du laboratoire de l'école de santé publique de Harvard (Murphy, 2006, p.21).....	71
Figure 29 : Tableau de contrôle centralisé du HVAC system publié dans la revue d'ASHVE en 1960 (Murphy, 2006, p.29)	75
Figure 30 : Intérieur de l'atrium du « Gregory Bateson State Office » (Sterling, Sterling & McIntyre, 1983, p.65).....	78
Figure 31 : Terrasses de la Chaudière, 1979, Ottawa, Canada (Source Internet n°16).....	81
Figure 32 : Revirement de considération de la maîtrise du confort intérieur dans les espace bureaux (Murphy, 2006, p.29, 144)	95
Figure 33 : Certifications du « bâtiment vert » à travers le monde (Wei, Ramalho, & Mandin, 2015, p. 12) .	100

Figure 34 : Niveaux d'influence de l'IEQ sur l'utilisateur (reprise de la pyramide d'habitabilité de Vischer (1989, p.38).....	120
Figure 35 : L'environnement physique, cofacteur dans la satisfaction au travail (Sundstrom et Sundstrom, 1986, p.80).....	125
Figure 36 : Niveaux hiérarchisés du « confort environnemental » (Vischer, 2007, p. 26)	128
Figure 37 : Schéma en coupe et en plan d'un TAC system (Akimoto, Tanabe, Yanai, & Sasaki, 2010, p.46) ...	145
Figure 38 : Apport d'air frais et chaise chauffante par induction (Cbe, Newsletter 2013, p.4)	145
Figure 39 : Le mur-rideau de verre de forte tonalité utilisé dans les patios	165
Figure 40 : Vues intérieures du vitrage de façades orientées est et nord, au siège social de la Sonatrach (Chabane, 2006, p. 78;79).....	166
Figure 41 : Type d'ouverture de la fenêtre de désenfumage au siège de la SH (Chabane, 2006, p. 78)	182
Figure 42 : L'évaluation dans le processus de conception (Zeisel [1975], cité dans (Behloul, 1991, p. 11))....	187
Figure 43 : Situation géographique des édifices de l'échantillon d'enquête (fond de carte : source Internet n°18)	190
Figure 44 : Vues sur le siège du Ministère des finances	194
Figure 45 : Plan du 6 ^{ème} étage du siège du Ministère des finances (source : Service technique du Ministère des finances)	195
Figure 46 : Vues sur le siège de la SH	202
Figure 47 : Plan d'étage courant et coupe longitudinale sur l'édifice de la SH (Chabane, 2006, p. 76).....	203
Figure 48 : Vue sur patio du siège de la SH (Chabane, 2006, p. 79).....	206
Figure 49 : Type d'ouverture de fenêtre de désenfumage (Chabane, 2006, p. 78).....	206
Figure 50 : Vues sur l'ancien ministère de la communication	211
Figure 51 : Plan schématique de l'ancien ministère de la communication (source : OFARES)	212
Figure 52 : Vues sur l'édifice de l'ATM-Mobilis	216
Figure 53 : Plans du 8 ^{ème} étage de l'ATM-Mobilis (Source : ATM-Mobilis).....	217
Figure 54 : Concavité des façades sur coupe BB de l'ATM Mobilis (Source : ATM-Mobilis)	217
Figure 55 : Vues sur le ministère de l'énergie.....	222
Figure 56 : Plan du 4 ^{ème} étage et coupe de la tour A du Ministère de l'énergie (source : service technique du ministère même)	223
Figure 57 : Siège de la GRTE	227
Figure 58 : Plan du 1 ^{er} niveau du siège de la GRTE et de l'OS (source : SOPIEG).....	228
Figure 59 : Vues sur la tour CMA-CGM Algérie	233
Figure 60 : Plan d'étage courant aménagé et non-aménagé et coupe-façade de la tour CMA-CGM Algérie..	234
Figure 61 : Vues sur la tour ABC.....	238
Figure 62 : Plan d'étage courant et coupe de la tour ABC.....	239
Figure 63 : Modèle classique courant de la succession des étapes de production architecturale (Mallory-Hill, 2004, p. 31)	256
Figure 64 : Les conséquences schématisées de la centralisation du HVAC system dans l'édifice de la SONATRACH.....	262
Figure 65 : Révision du schéma linéaire de production architecturale en intégrant le « feedback » de connaissances. (Cornick [1991] cité dans (Mallory-Hill, 2004, p. 32))	271
Figure 66 : Schémas cyclique de production architecturale en boucle (Mallory-Hill, 2004, p. 34)	278
Figure 67 : Le lien manquant dans la production architecturale impliquant une faible IEQ (Mallory-Hill, 2004, p. 36).....	281
Figure 68 : Puiser dans le réservoir de connaissances aux premières tâches de conception (Mallory-Hill, 2004, p. 37).....	282
Figure 69 : Conditionnement de la haute qualité par le budget alloué au projet (q.11)	302
Figure 71 : influence de l'IEQ sur la productivité (à gauche) et sur la santé (à droite) des usagers (q.12, q.13)	303

Figure 70 : En quoi consiste l'IEQ des espaces bureaux (q.10)	303
Figure 72 : Dispositif aéraulique associé à une grande IEQ (q.17)	304
Figure73 : Type d'éclairage associé à une grande IEQ (q.18)	304
Figure 74 : L'effet de serre engendré par l'enveloppe en mur-rideau de verre (q.19)	304
Figure 75 : Sur la fréquence d'usage de l'enveloppe en mur-rideau de verre (q.14)	305
Figure : Sur le choix du mur-rideau de verre comme solution architecturale (q.15)	305
Figure 76 : Sur le choix du mur-rideau de verre comme solution architecturale (q.15)	306
Figure 77 : Sur la qualité dominante du mur-rideau de verre (q.16).....	306
Figure 78 : Taux de réalisation des conceptions des espaces bureaux (q.6)	307
Figure 79 : Taux de suivi de réalisation de conceptions d'autres architectes et modifications d'aspects de conception (q.8).....	308
Figure 80 : A qui revient la plus grande responsabilité de l'IEQ dans les espaces bureaux (q.9)	309
Figure 81 : Vérification du confort des usagers après réalisation de projets propres (q.2)	310
Figure 82 : Taux de connaissance de ce qu'est l'Évaluation post Occupation –EPO et temps d'occupation nécessaire pour l'effectuer (q.4, q.3)	311
Figure 83 : Sources d'actualisation des connaissances dans la pratique architecturale (q.1)	312
Figure84 : Niveau de discussion avec les spécialistes sur les solutions techniques à adopter (q.7).....	312
Figure 85 : Degré d'échange dans le travail de conception architecturale (q.24)	313

Introduction Générale

Introduction

L'Algérie est un pays en pleine expansion économique. Le secteur tertiaire y est très important, comme stipulé dans la loi n°10-02 du 16 Rajab 1431 (JORADP, 2010, p. 17) qui considère le secteur tertiaire comme étant « en deuxième position dans le PIB et constitue le premier secteur d'emploi ». Le pouvoir étant centralisé, il est concentré dans la capitale, siège du pouvoir politique, économique et social à la fois. Cela explique l'état continu de la ville en grande expansion urbaine et architecturale à travers l'installation de nouveaux quartiers d'affaires et la création de nouveaux pôles administratifs. Se multiplient alors des édifices de bureaux étatiques et privés sous une architecture souvent « internationale ».

Dans cette grande effervescence, l'architecture des espaces bureaux, semble bousculée par deux facteurs très importants que sont : des projets à l'image d'une métropole (selon les termes du PDAU) à l'échelle du continent africain et de la méditerranée ; ainsi que des délais d'exécution, souvent courts, coordonnées avec l'ensemble des opérations urbaines à mener. Le « style international » semble être le plus adopté par les architectes dans le paysage urbain, pour répondre à ces deux contraintes clés. Il est facilité par la reproduction et la facilité d'exécution tout en maintenant l'image de la modernité et du développement et dont l'expression la plus représentative est l'enveloppe étincelante en mur-rideau de verre. Ce « style international » est nourri par l'intervention d'architectes étrangers, contribuant de plus en plus à « l'internationalisation de l'architecture » de la ville (Deluz, 1988) mais aussi par des architectes locaux, conditionnés par le choix du maître d'ouvrage ou eux-mêmes influencés par ce style.

Au-delà de son enveloppe urbaine « internationale », cette architecture moderne prétend assurer à ses usagers un environnement intérieur « confortable » à longueur d'année, indépendamment des changements climatiques extérieurs. Cela se fait alors par l'artificialisation de l'environnement intérieur, à travers des équipements de confort, importés, qui contrôlent les facteurs ambiants (aération, éclairage, etc.). L'architecture des édifices, particulièrement la profondeur du plan, est alors libérée des contraintes climatiques extérieures (l'éclairage, la direction des vents, l'ensoleillement, ...). Le concept le plus représentatif de cette architecture est le « Bâtiment Intelligent –BI ». Un bâtiment où le contrôle et la gestion de l'environnement intérieur sont informatisés de manière à assurer à la fois le « confort » aux usagers et l'économie des consommations énergétiques engendrées.

Cette artificialisation de l'espace bureau a ouvert champ à un grand marché d'importation. Une mosaïque de matériaux, matières et équipements, de différents fournisseurs étrangers (chinois, français, turque, etc.). Une consommation effrénée de produits, non-documentée et non-réglée, qui nous intrigue et nous interpelle sur l'état des consommateurs réels au bout de la chaîne, que sont les usagers employés de bureaux.

Questionnements et hypothèses

Dans ce courant d'artificialisation des espaces bureaux, les enjeux d'un industriel producteur d'équipements de confort, les enjeux d'un fournisseur de ces équipements, les enjeux d'un promoteur de l'immobilier d'affaires et les enjeux d'un architecte ; ne peuvent être les mêmes. Les usagers sont les consommateurs réels de l'environnement artificiel engendré mais ne sont aucunement impliqués dans les choix en amont, et ne peuvent figurer que dans les enjeux de l'architecte lorsque ce dernier est doté d'une sensibilité environnementale et qu'il n'est pas détaché des besoins réels des usagers, en aval. Cet état de fait ne peut que laisser imaginer un écart considérable entre qualité environnementale intérieure « projetée » et qualité réelle « vécue ».

Nous nous interrogeons alors sur l'état de la qualité environnementale intérieure engendrée par l'artificialisation croissante des espaces bureaux à Alger (?).

D'emblée, nous nous avançons à penser que cette qualité environnementale intérieure est faible. Cette hypothèse est soutenue par notre étude de magister (Chabane, 2006) où nous avons évalué la qualité environnementale intérieure de l'édifice de la SONATRACH à Alger qui est un des premiers édifices iconiques de la modernité à Alger. Cette recherche a dévoilé plusieurs contraintes environnementales assez mal vécues par les usagers et elle a montré que les plus chers des matériaux et équipements de confort ne répondent pas forcément aux besoins des usagers. Mais l'enquête a été effectuée en 2003 (depuis déjà 12 ans), peut-être que depuis, les environnements intérieurs de travail ont évolué dans l'intérêt de l'utilisateur. C'est ce que nous tenterons de vérifier à travers cette recherche doctorale.

Depuis notre recherche magistrale soutenue en 2006, la réglementation sur le droit de l'utilisateur à un environnement intérieur sain et confortable, n'a pas été actualisée (décret exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991). Cela témoigne d'un décalage important entre artificialisation accrue de l'environnement intérieur de travail et une réglementation dépassée. Tout cela laisse penser qu'au final, l'architecte se retrouve être le seul filtre régulateur de la horde de concepts et de produits autour de l'artificialisation des espaces bureaux. Il est à la fois l'auteur de la qualité environnementale « conçue » et le responsable de la qualité « vécue » par les usagers. **Nous nous interrogeons alors sur la responsabilité qu'endosse l'architecte dans la gestion de ce décalage entre qualité conçue et qualité vécue (?).**

Il semble que cette responsabilité soit bien lourde, essentiellement conditionnée par l'état de connaissance de l'architecte sur l'artificialisation évolutive de l'environnement intérieur des espaces bureaux ; et ses connaissances sur l'état de confort « réel » vécu par les usagers après leur installation. En effet, la gestion d'un tel décalage en vue d'une haute qualité environnementale intérieure, nécessite forcément une actualisation continue des connaissances. Celles-ci doivent être puisées de la recherche scientifique d'une part et des enquêtes de terrain après installation, d'autre part. Ces enquêtes permettraient à l'architecte

d'améliorer sa production architecturale en évitant la répétition d'erreurs et se rapprocher ainsi de la haute qualité environnementale intérieure. Elles lui permettraient aussi d'être un consommateur averti dans un marché en expansion et d'être conscient des enjeux réels derrière chaque tendance ou chaque concept importé et adopté.

Ce décalage laisse supposer que sans cadre réglementaire, l'architecte face aux enjeux économiques dominants dans l'artificialisation des espaces de bureaux, est livré à lui-même. La prise de conscience et l'actualisation des connaissances devraient alors être prises en charge par la recherche scientifique locale durant sa formation et pendant son exercice.

Objectifs de la recherche

L'objectif principal de cette recherche consiste essentiellement à **redonner droit à l'utilisateur des espaces bureaux à un environnement intérieur sain et confortable**. Dans une ère où l'économie de marché domine plus d'une discipline, l'utilisateur est le « consommateur » principal. En supposant que l'état de la qualité environnementale intérieure soit faible dans les espaces bureaux locaux et que l'utilisateur soit lésé dans son droit ; il nous faut déceler les raisons qui engendrent cet état de faits. Pour déceler ces raisons, il nous faut atteindre trois objectifs clés :

- **Démystifier « l'espace bureau moderne » en abordant son évolution historique et les différents enjeux qui l'ont accompagnée ;**
- **Connaître le droit réel de l'utilisateur de l'environnement intérieur de bureaux à travers la recherche scientifique cumulée ;**
- **Comprendre la situation actuelle sur l'état de la qualité environnementale intérieure des espaces bureaux, dans le contexte local.**
- **Renouer le lien perdu entre l'architecte et l'utilisateur de l'espace bureau.**

Au bout du compte, l'idéal est **d'aboutir à la proposition de solutions opérationnelles, spécifiques au contexte local**.

Méthode de recherche

L'objet de cette recherche est « la qualité environnementale intérieure » des **espaces bureaux à Alger**. Pour cerner cet objet dans le cadre du questionnement émis et des objectifs à atteindre, nous l'avons abordé selon trois approches :

- **L'approche historique** qui permet d'atteindre l'objectif de démystification de l'espace bureau moderne, en abordant l'histoire de son « artificialisation ». Cette approche permet d'apprécier l'évolution de l'espace bureau depuis sa terre d'origine, à notre contexte local ; et permet aussi de déceler les enjeux réels qui

régissent, encore à ce jour, les théories de l'artificialisation de l'espace de travail, prétextant offrir le « confort universel ». Le concept clé qui représente l'état de cette artificialisation est « la qualité environnementale intérieure », plus connue en anglais sous « *Indoor Environmental Quality –IEQ¹* » et c'est autour de ce concept que la littérature scientifique abonde, vacillant entre intérêt de l'utilisateur et intérêt de l'industrie. C'est l'approche synthétique qui nous permettra de basculer vers l'intérêt de l'utilisateur sans se noyer dans l'abondance des publications

- **L'approche synthétique** permet de comprendre la qualité environnementale intérieure IEQ à travers les besoins « naturels » des usagers. Elle permet de filtrer le nombre important de publications sous l'unique visée de santé et bien-être des usagers. Elle nous permet aussi d'aboutir à un corpus synthétique sur les réactions « naturelles » des usagers face à l'artificialisation de l'environnement de travail. Un corpus synthétisé en tableau qui fait office de référence d'évaluation critique des environnements de travail.
- **L'approche critique** concerne le contexte local de la ville d'Alger. La **critique documentaire** permet de remettre en cause le schéma linéaire de la production architecturale associé à une faible IEQ et permet de constater l'état de la réglementation locale autour de l'IEQ des espaces bureaux. La **critique de terrain** permet d'évaluer l'état réel de l'IEQ auprès des usagers dans des édifices de bureaux occupés et auprès des architectes dans leur exercice professionnel.

Pour la recherche bibliographique, le choix des références a été dicté essentiellement par la disponibilité, le niveau de synthèse, ainsi que l'ancienneté de la référence et son degré de citation, particulièrement dans la partie historique de la recherche. Sur l'évolution historique de l'espace bureau, les ouvrages (livres) et les recherches doctorales ont été les plus utiles comme : (Danielsson, 2005; Vischer, 1989; Sundstrom & Sundstrom, 1986). Pour le contexte local, le nombre de publications spécifique à l'évolution historique des édifices bureaux est très restreint, nous avons alors opté pour l'ouvrage de Deluz (1988) qui permet d'apprécier l'évolution architecturale de l'édifice de bureaux dans un contexte global d'évolution urbaine. Quant à l'évolution du « confort », c'est plutôt la disponibilité et le niveau de synthèse de la référence qu'est celle de Murphy (2006) qui nous a aidés à comprendre les enjeux derrière le montage du « confort universel ». Bien entendu, les thèses de cette auteur ont été étayées et confortées par d'autres références, moins détaillées et plus spécifiques à un des aspects de l'évolution.

¹ IEQ est l'acronyme qu'on adopte dans ce document pour représenter la qualité environnementale intérieure (QEI). Cet acronyme en anglais est iconique et donc plus représentatif que l'acronyme en langue française (QEI). C'est ce qui explique son usage en titre de cette thèse.

Contrairement à la rareté des références sur l'évolution historique, c'est plutôt l'abondance des publications autour du bien-être des usagers qui nous a donné du fil à retordre. Chaque aspect de l'environnement physique est documenté par un grand nombre de publications qui ne défendent pas toujours la même thèse. Ces publications sous forme d'ouvrage (livre) sont rares comme (Roulet, 2004 ; Deoux & Deoux, 1993), mais plutôt très abondantes sous forme de rapports comme (WHO, 1983 ; ECA, 1989, EPA, 1991, ...), d'articles de revues ou d'actes de conférences. Un travail de synthèse a été donc plus que nécessaire et le nombre réduit que nous avons sélectionné pour référencer notre écrit a été justifié par la pertinence de la source ou le recoupement de sa thèse avec d'autres références.

Sur le schéma de production architecturale, la publication est abondante aussi. Nous avons opté dans l'élaboration de notre argumentaire, pour des recherches ou des auteurs, plutôt universitaires comme (Vischer, 1989 ; Mallory-Hill, 2004 ; Sailer, 2007, ...).

Concernant l'enquête sur terrain auprès des usagers des édifices de bureaux et auprès des architectes en exercice, nous avons adopté les outils classiques de collecte de données, notamment l'observation, l'entretien et le questionnaire.

La principale difficulté que nous avons rencontrée durant toute cette recherche est la rareté ou l'absence de publication locale sur la qualité « vécue » et le bien-être des usagers des espaces bureaux.

Structure de la thèse

Cette thèse est structurée en six chapitres (voir fig.0) : dans **le premier chapitre** intitulé « **Évolution de l'espace bureau, une histoire incontournable** », nous nous intéressons à l'évolution historique de l'édifice de bureaux en occident et à Alger. Cela nous permet de comprendre le point d'arrivée d'une évolution étrangère que nous adoptons aujourd'hui à Alger.

Dans **le deuxième chapitre** intitulé « **La qualité environnementale intérieure des espaces bureaux, un périple en évolution** », nous abordons l'évolution de ce concept en occident et les différents enjeux qui l'ont engendré, ainsi que ses implications sur le « confort » et le bien-être des usagers, durant plusieurs décennies.

Le troisième chapitre intitulé « **Bien-être, santé et productivité des usagers sous l'IEQ** », porte sur l'état actuel de l'art quant à l'IEQ, où le bien-être des usagers devrait être le premier plan d'intérêt. Ce chapitre est très abondant en informations car il traite les différentes influences reconnues de l'environnement physique et ses composants sur le bien-être des usagers, notamment leur santé et productivité. Y sont abordés plusieurs aspects d'influence, d'ordre psychologique, sanitaire, etc., selon les besoins « naturels » des usagers. Au-delà des données d'influence de l'environnement physique sur les usagers, nous avons

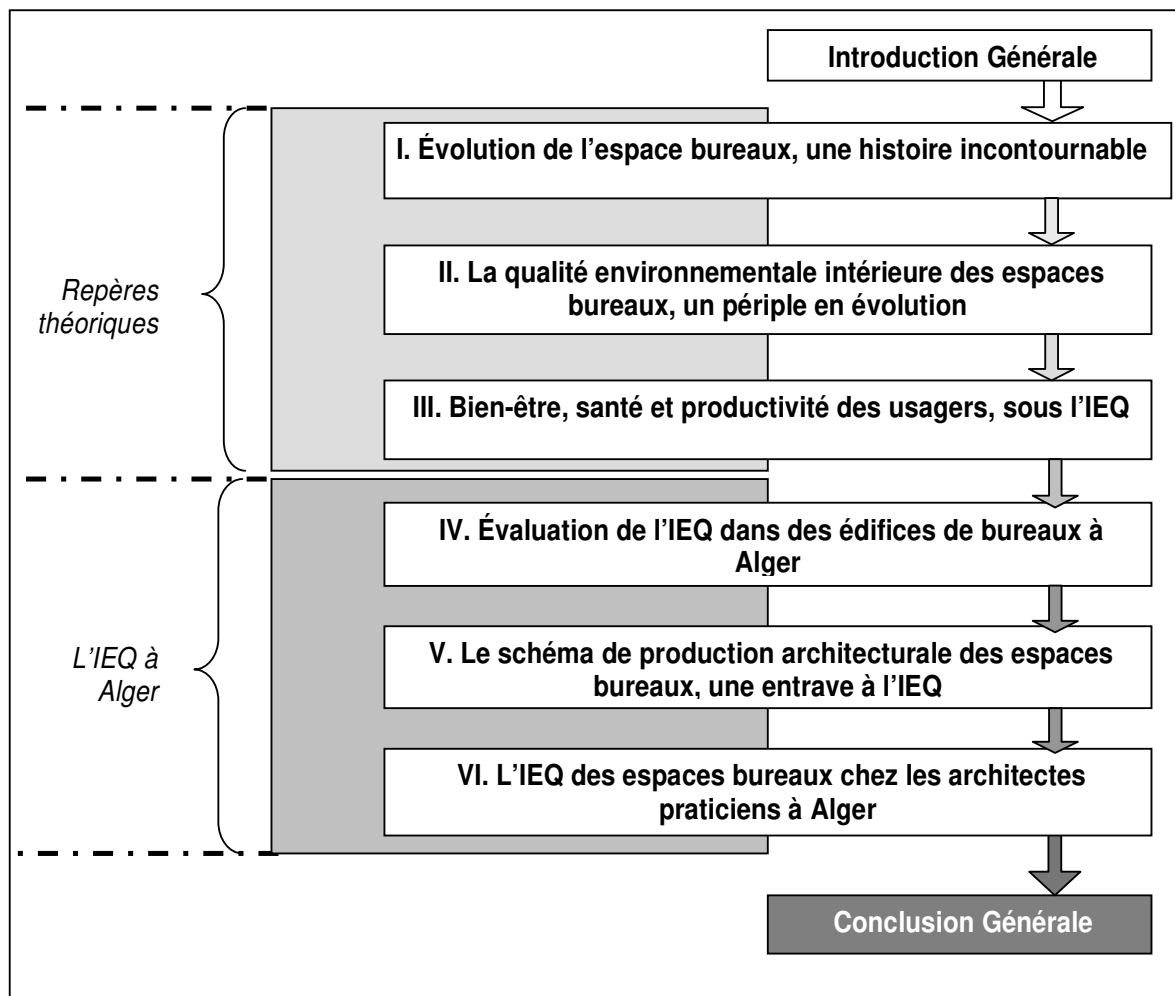
souhaité connaître le cadre réglementaire local, régissant les droits des usagers employés de bureaux.

Dans le **quatrième chapitre** intitulé « **État de l'IEQ dans les édifices de bureaux à Alger, enquête sur terrain** », nous présentons les résultats d'une enquête exploratoire auprès d'un échantillon de huit édifices de bureaux à Alger. Ces édifices, selon leur configuration spatiale et le degré d'artificialisation de leur environnement intérieur, engendrent des réactions différentes chez les usagers. Le degré de correspondance des caractéristiques de chacun de ces édifices, avec les besoins naturels des usagers, confortés par le témoignage des usagers, a été notre mesure de qualité.

Le **cinquième chapitre** intitulé « **Le schéma de production architecturale des espaces bureaux, une entrave à l'IEQ** », aborde une des raisons principales affaiblissant l'IEQ, qu'est le schéma linéaire de la production architecturale. Une révision de cette forme linéaire est plus que nécessaire et devrait être remplacée par une production « en boucle », permettant à l'architecte d'améliorer la qualité de ses productions et de renouer le lien perdu d'avec l'utilisateur. Dans ce chapitre nous abordons aussi les textes de lois locales sur les missions de l'architecte afin de constater le type de production architecturale locale, linéaire ou en boucle.

Enfin, dans le **sixième chapitre** intitulé « **L'IEQ des espaces bureaux chez les architectes praticiens à Alger** », nous enquêtons sur le niveau de connaissance des architectes praticiens à Alger, autour de l'IEQ ; leur tendance à opter pour l'enveloppe en mur-rideau de verre et surtout leur schéma de production architecturale, linéaire ou en boucle. Dans la seconde partie de ce chapitre, nous proposons une esquisse de solutions aux failles observées tout au long de la recherche.

Figure 0 : Structure de la thèse



Usage d'expressions et Citation des références, dans le document

Au fil de cette recherche, nous avons constaté que l'usage des expressions "espace bureaux" ou "édifice bureaux" étaient plus léger et plus pratiques à la rédaction du document, que les expressions plus correctes en langue française : "espace de bureaux" et "édifice de bureaux". Cela revient probablement au fait que la majorité de nos sources documentaires soit en langue anglaise (ou américaine) où la correspondance de traduction concerne le "*workplace*" ou "*workoffice*" et le "*office building*". Au début cela peut gêner la lecture mais cette gêne devrait se dissiper au bout de quelques pages.

Nous avons aussi opté, tout au long du document, pour l'usage en anglais d'expressions, telle que "*HVAC system*" ou d'acronymes tels que "POE", "IEQ", ... car ils sont ainsi le plus répandus dans la littérature scientifique.

Les points suivants, résument les différentes formes de citation de références employées dans le texte :

- Emprunt précis de texte ou de figure : **(Auteur, année, p. ...)**
- Emprunt d'une idée précise dans un paragraphe : **(Auteur, année)**
- Dans un paragraphe, lorsque l'idée principale ou la majorité des idées sont empruntées à un ou plusieurs auteurs, la citation **(Auteur, année)** vient **après le point final du paragraphe.**
- Le 2^{ème} niveau de citation d'une source non-consultée empruntée d'une source consultée (1^{er} niveau) : **[Auteur, année]** et la référence est **citée en note de bas de page.**
- Sur des conférences, mouvements ou événements, historiques et/ou connus, nous avons utilisé la source internet populaire : <http://fr.wikipedia.org>, mentionnée en note de bas de page.
- Les **sources Internet des figures** sont listées en fin de document, numérotées par ordre de citation. La source est sommairement citée en ne précisant que le site web et la date de consultation.
- Les références consultées sont listées par ordre alphabétique des noms des 1^{ers} auteurs, en fin de document sous "**Références**".

Chapitre premier :

**I - Évolution de l'espace bureau, une histoire
incontournable**

I- 1. Introduction

L'espace bureau a existé dans toutes les villes traditionnelles comme annexé à une fonction de pouvoir religieux et économique. Il ne s'est libéré qu'à partir de la révolution industrielle lorsque le travail artisanal à l'échelle de la demande d'une communauté s'est lui aussi libéré de la maison et de l'espace commercial (souk, marché, bazar, ...) vers les usines pour répondre à des demandes anonymes, nécessitant une gestion élaborée et les productions anonymes se multipliant, la gestion est devenue plus complexe, nécessitant un grand personnel anonyme, pour gérer des dossiers d'archivage, d'enregistrement, de transactions, etc., aussi anonymes.

C'est le cas de la ville d'Alger où le passage de l'espace traditionnel de travail d'époque ottomane (el-qadhi, el-mouhtecib ; el-melgy ; cheikh elbeled, ...), annexé aux palais, aux mosquées aux souks et aux maisons ; a été brutalement dissocié de la ville traditionnelle par l'avènement de la colonisation française. Une nouvelle culture de gestion administrative s'est imposée, où l'espace bureau était déjà libéré en France par des immeubles de bureaux abritant la gestion militaire et administrative d'une nouvelle société qui s'installait.

Dés la colonisation française, l'espace bureaux est devenu la projection spatiale d'une nouvelle culture, nouvelle organisation sociale, nouvelle gestion économique et administrative. Avant cela, les espaces étaient annexés aux palais, mosquées et maisons, conformément à la culture musulmane où la mosquée était l'édifice central et principal polyvalent où se discutaient les affaires de différents ordres (social, économique, ...). Puis le pouvoir a été transféré au palais (qadha'). Avec la colonisation, une culture nouvelle s'est imposée où l'administration était architecturalement détachée de l'église, autonome et abritée dans des édifices indépendants dont l'expression architecturale dépendait des tendances du moment. Avec l'avènement colonial, la rupture culturelle et l'écrasement architectural n'ont pu engendrer que des édifices bureaux conformes à la tradition française européenne qui à ce jour encore en terre indépendante, suivent l'évolution de modèles occidentaux.

Alger a été un terrain (pour ne pas dire « victime ») de l'internationalisation des édifices de bureaux depuis la colonisation et encore à ce jour après plus de 50 années d'indépendance. Cette internationalisation était au départ plus proche d'une architecture coloniale française mais s'est développée en mosaïque de compositions internationales multiples dès l'indépendance. Dans cette thèse, on pourrait considérer que faire référence à l'évolution de l'architecture du tertiaire en France, seule, aurait été plus pertinent. Mais en réalité cela n'aurait servi que l'évolution historique à l'époque coloniale. Aujourd'hui, la période qui nous intéresse le plus dans cette recherche est celle du « style international » d'origine américaine, qui est le plus répandu dans toutes les villes du monde avec des façades anonymes en mur-rideau de verre. C'est pourquoi la première partie du chapitre va porter sur l'évolution des édifices de bureaux en Amérique du nord, avec quelques renvois à l'Europe pour distinguer quelques différences dans le traitement et l'approche de l'espace

intérieur. Cette évolution est pour nous, incontournable car l'édifice de bureaux que nous « consommons » aujourd'hui par importation d'image, de forme, d'enveloppe, d'équipements de confort, etc., est issu d'une évolution qui se justifie dans son contexte d'origine mais ne se justifie pas forcément dans un contexte d'importation à Alger. Ce chapitre riche en informations, permet aux lecteurs architectes une remise en cause de gestes de conception devenus courants et anodins, d'inspiration étrangère servant une industrie et une économie étrangères, au prix d'une consommation nationale qui ne se justifie que par des idéaux focalisés sur le développement occidental.

L'immeuble de bureaux, à Alger, tel que nous le concevons aujourd'hui est donc d'origine occidentale, importé sur le sol algérois dès les premières années de la colonisation 1840. Avec l'acculturation à la gestion administrative française, les algériens ont maintenu le même système de gestion administrative après l'indépendance et comme nous le verrons dans la section spécifique à l'évolution de l'édifice de bureaux à Alger, l'architecture des édifices bureaux est restée dépendante de l'évolution en occident, même après l'indépendance et jusqu'à nos jours. C'est pourquoi, dans ce chapitre nous présentons les grands jalons de l'évolution dans ses grandes lignes, de l'espace bureau en occident pour passer ensuite à son évolution à Alger.

I- 2. Evolution historique de l'espace bureau en occident

En littérature, on distingue clairement deux traditions dans la construction des espaces bureaux : nord-américaine et nord-européenne (Danielsson, 2005; Mallory-Hill, 2004). Selon Danielsson (2005), trois caractéristiques principales distinguent l'architecture dans ces deux traditions, à l'échelle de la ville : aux USA les édifices bureaux dans leurs différentes formes d'évolution ont envahi les centres-villes redessinant le paysage urbain des grandes villes comme symboles de la force économique et de prospérité ; alors qu'au nord de l'Europe, les édifices de bureaux étaient plutôt placés en périphérie, conservant autant que possible les centres villes historiques. Aux USA, la construction des édifices bureaux était basée sur l'image de prestige de l'entreprise propriétaire ou locataire, alors qu'en Europe du nord, elle était basée sur les besoins de l'employé et sa participation à la conception de son environnement de travail. Aussi, le style architectural aux USA était à dominance « international », plus anonyme et plus rationnel que le style nord-européen plus taillé et plus historiciste. Quant à l'échelle architecturale, dans la tradition nord-américaine, les édifices ont tendance à être très hauts, profonds et leur aménagement intérieur plutôt rationnel et ordonné ; alors que dans la tradition nord-européenne, les édifices ont tendance à être moins hauts, peu-profonds pour assurer un éclairage naturel à toutes les stations de travail ainsi qu'un aménagement plus libre et moins rationnel. (Danielsson, 2005)

Il est vrai que l'influence directe sur l'espace bureau algérois est plutôt européenne, de par la colonisation française passée et la proximité géographique après l'indépendance, mais les pays du sud de l'Europe et notamment la France, restent un champ réceptif de l'écho d'influence nord-américaine même si en décalage temporel. Aussi, l'évolution nord-

américaine n'a pas été perturbée par les deux guerres mondiales. Mais aussi, l'influence mondiale et la propagation des immeubles de bureaux est de source nord-américaine, même si les plus grands architectes modernistes qui ont dessiné les édifices-types ou modèles, ont immigré d'Europe mais ils ont réussi à projeter leurs idées dans des chantiers américains. D'autre part, la disponibilité des sources documentaires sur la tradition nord-américaine, permettent un enchaînement très fluide des idées notamment l'ouvrage de Sundstrom et Sundstrom (1986), qui constitue une source référentielle incontournable. C'est pourquoi nous optons pour l'évolution de l'architecture des espaces bureaux aux USA, avec quelques mentions rares de différences à souligner, en comparaison à la tradition nord-européenne.

Cette première partie du chapitre nous renseigne sur l'évolution historique de l'édifice de bureaux, dans ses différentes dimensions, formelle, structurelle et spatiale, à travers deux périodes clés à distinguer : depuis 1850 aux années 1930, caractérisée par une évolution formelle et structurelle qui a donné à l'édifice de bureaux son « cachet » stylistique international. Puis, de 1940 à nos jours, une évolution centrée sur l'environnement intérieur, fortement influencée par l'évolution scientifique et technologique qui ne cessent de la nourrir.

I- 2.1. Les premiers édifices et centres d'affaire (1850)

Au début de la révolution industrielle, l'espace bureau aurait été réduit à un petit espace annexé (une pièce dans une maison), ou un sous-espace aménagé (un petit coin dans une boutique), ou tout simplement des meubles sièges et tables dans des espaces publics, notamment de consommation (cafés, ...) (Sundstrom & Sundstrom, 1986; Danielsson, 2005). Puis, l'espace a été annexé en pièce de maison pour la gestion administrative de la production industrielle, loin du lieu de production, dans des maisons de bourgeois gérants ou propriétaires (Danielsson, 2005). Les sources semblent s'aligner sur une même date (1850), caractérisant les premiers ancêtres des édifices de bureaux que nous connaissons aujourd'hui.

Il semblerait que les premiers édifices bureaux soient apparus en Europe, au milieu des années 1800, avec des espaces de location pour de petites entreprises (Sundstrom & Sundstrom, 1986). Cependant, certaines exceptions semblent avoir émergé bien avant comme le premier édifice en Suède chargé de la gestion administrative du royaume, à Stockholm et dont les dessins d'architecture datent de 1658 (Danielsson, 2005). Cet édifice comme d'autres probablement érigés en Europe à la même époque, était isolé de la ville, servant de hauts rangs dans la hiérarchie gouvernante. Bref, les premiers édifices de bureaux, publics ou privés (nommés « *office palaces* »), proprement intégrés dans les centres urbains des grandes villes, en Angleterre et aux USA, dateraient du milieu des années 1800. (Sundstrom & Sundstrom, 1986; Danielsson, 2005)

A partir des années 1860, on pouvait trouver à Londres, par exemple, des étages ou des ailes d'étages à louer pour des entreprises avec de petits espaces –unités, équipés chacun d'une cheminée (Sundstrom & Sundstrom, 1986). Parallèlement, les entreprises plus puissantes se faisaient construire leurs propres édifices de bureaux (comme le quartier

général de la « *Sun Insurance Company* », un édifice de trois étages, construit à Londres en 1849), construits conformément à l'architecture domestique (Sundstrom & Sundstrom, 1986; Danielsson, 2005). Apparemment en Suède, le style Renaissance était en vogue à l'époque autant pour l'architecture résidentielle que pour les édifices de bureaux (Danielsson, 2005).

Aux USA, deux facteurs prédominants ont favorisé la grande expansion des édifices bureaux. D'une part, la guerre civile (entre le nord et le sud) avant laquelle les transactions économiques qui ne concernaient que le marché local étaient relativement petites. Au delà de cette guerre civile, l'essor économique a été marqué par de grandes fusions d'entreprises, l'établissement de grandes entreprises. Avec ces dernières, le nombre d'employés augmentait pour des travaux d'archivage et d'enregistrement de toute action administrative, financière ou de gestion générée par l'entreprise. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

D'autre part, les découvertes technologiques simultanées (voir tab.1) qui encourageaient et amélioraient le travail de bureaux, notamment la commercialisation de la machine à écrire (1874), le téléphone (breveté en 1876), la commercialisation de la machine à calculer (1894), etc. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Tableau 1 : Repères clés dans l'évolution technologique de l'espace bureaux en occident (Sundstrom & Sundstrom, 1986, p. 33)

Dates ou Période	/ Développement
1849	Premier édifice de bureaux (<i>Arcade Building, New York</i>)
Années 1860	Construction en structure métallique (iron-frame) des édifice
1870	Edifice de bureaux avec ascenseurs (<i>Equitable Life Insurance, New York</i>)
1874	Adaptation commerciale de la machine à écrire (auteur : Remington)
1876	Telephone patented (auteur: Alexander Graham Bell)
1879	Lampe d'éclairage électrique (auteur : Edison)
1884	Structure en acier de l'édifice bureaux (Home Insurance Building, 10 étages, Chicago)
1894	Commercialisation de la calculatrice mécanique (auteur : Burroughs)
1904	Open office Building (<i>Larking Building, Buffalo</i>)
Années 1930	Refroidissement de l'air conditionné (<i>Refrigerated air-conditioning</i>)
1954	Ordinateurs électroniques programmables
1958	Electronique des solides (<i>Solid State electronics</i>)
Années 1960	Tube cathodique et video display terminal (VDT)
1967	Bureaux paysagers aux USA (<i>DuPont de Nemrous, Wilmington, Delaware</i>)
Années 1970	Vidéo conférences, courrier électronique, téléphones développés
Années 1980	Micro-ordinateurs

A ses débuts, l'édifice de bureaux était composé de trois à quatre étages, pouvant aller jusqu'à six étages conçus, ou additionnés pour rentabiliser la location. Les étages les plus prisés étaient les plus proches de la rue. Avec l'essor économique, le foncier au centre ville, était devenu très cher et les propriétaires agrandissaient les surfaces de bureaux propres ou à louer en extension verticale et surtout horizontale. En effet, les maisons voisines étaient achetées et remplacées par des immeubles de bureaux en blocs sur façade et c'est ainsi que les quartiers d'affaires (dont le *wall street* à New York) ont vu jour et se sont développés dans les centres villes. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Ces centres étaient très prisés et se sont formés en quartiers car au départ, la plupart des compagnies recherchaient la proximité des autres compagnies avec qui elles traitaient. Puis, il semblerait que le prestige du centre ville, versus centre d'affaires, ait attiré toutes les nouvelles entreprises voulant s'y installer. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

I- 2.2. Saturation horizontale et développement vertical : un nouveau style

L'état de saturation combiné au prix élevé du mètre carré, va être dénoué et surpassé avec l'invention technologique de l'ascenseur en 1853 par Otis (revoir tab. 1). L'intégration de l'ascenseur dans les édifices bureaux va permettre des élévations à dix étages. Le 1^{er} édifice ayant intégré l'ascenseur est « *l'Equitable Life Insurance Compagny* », en 1876. La propagation de l'ascenseur dans les édifices bureaux a inversé la qualité des étages de bureaux de façon à ce que les plus élevés soient devenus les plus prisés, offrant une belle vue dégagée, plus de lumière et surtout le calme favorable au travail de réflexion, loin des bruits des rues et de leur poussière. Ainsi, le 5^{ème} était devenu l'étage seuil en deçà duquel le bruit envahissait les bureaux et au-delà duquel les bureaux étaient considérés de meilleure qualité (entre le 7^{ème} et le 10^{ème} étage, les bureaux étaient devenus les plus prisés). (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

A l'issue de cette libération du nombre d'étages, se développa une nouvelle tendance morphologique de l'édifice bureau qu'on nomme souvent en littérature par "école de Chicago" (1879-1893). On considère que c'est avec ce style qu'a vu jour le 1^{er} ancêtre de l'édifice de bureaux moderne que nous connaissons aujourd'hui. Les premiers hauts immeubles de l'époque, ont été considérés comme embryons des gratte-ciel du 20^{ème} siècle. Ils se caractérisaient par de grandes fenêtres, uniformément modulées sur six à douze étages, auxquels étaient intégrés des équipements de confort (éclairage électrique, chauffage, ascenseur, etc.) par des installations entre le sous-sol et la terrasse. Malgré le retour à l'historicisme dès 1893 aux USA, "l'école de Chicago" ne portera ses fruits que 40 années plus tard, mais elle aura défini



Figure 1: Le « Chicago Home Insurance », 1884 (source Internet n°1)

les deux principaux concepts de "transparence" et "multicellularité" (Massu, 1982) que les architectes vont reprendre aux années 40 et 50 sous le « style international ». (Voir Fig.1)

Le style de ces édifices perçus comme des gratte-ciel à l'époque, appelés d'ailleurs « cathédrales du commerce », commençait à se distinguer du style résidentiel. Dix étages étaient une limite imposée par le système constructif en maçonnerie qui diminuait des surfaces de bureaux au niveau des premiers étages. Pour 10 étages, l'épaisseur du mur au RDC atteignait 1,20 m d'épaisseur. Cela ne tarda pas car en 1865 les poutres et les piliers en fer ont été intégrés pour soutenir le poids des murs en maçonnerie. Puis plus tard, ils allaient porter les planchers.

I- 2.3. La structure en acier libère la hauteur et le plan (1880 -1930)

Aux années 1880, la structure en fer a été remplacée par la structure en acier, un moment crucial à partir duquel la hauteur des édifices n'avait plus de limite. Les décades suivantes allaient être marquées par des quartiers d'affaires aux skylines imperceptibles à partir de la rue (à Manhattan, 30 étages ont été atteints en 1899). Les gratte-ciel allaient envahir les grandes villes avec un nombre d'étages sans cesse en compétition. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

I- 2.3.1. Conséquences urbaine et spatiale

Au départ, la hauteur importante des édifices bureaux a engendré plusieurs problèmes à l'échelle spatiale et urbaine. A l'échelle spatiale, les étages inférieurs de ces édifices étaient devenus très sombres, vu que le ciel était devenu très éloigné, fortement fuis et incitant ainsi les édifices nouveaux à augmenter le nombre des étages dans leurs nouvelles constructions (voir Fig.2). Toujours à l'échelle spatiale, ces édifices bloquaient l'air et la lumière aux espaces des édifices voisins, ils étaient d'ailleurs nommés « *sunlight blotters* » (buvards de l'ensoleillement)

pour signifier cet état de fait. Quant à l'échelle urbaine, les rues étaient devenues très sombres et leurs profils fortement disproportionnés. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)



Figure 2 : Exemple d'une rue privée d'ensoleillement par les constructions à New York (Boubekri, 2008, p. 38)

Ces problèmes observés et vécus, ont engendré, au fil des décades, des règles restrictives de construction au niveau des états et au niveau du gouvernement américain. Sundstrom et Sundstrom (1986) rapportent certaines de ces lois comme celle proposée et réfutée en 1885 à New York, interdisant carrément la construction de ces hauts immeubles qualifiés de surnaturels (« *preternaturally tall buildings* »). Une autre lois a été par contre adoptée, toujours à New York en 1916, qui limitait le nombre d'étages d'une construction à

celui du voisinage et diminuait le volume des derniers étages, engendrant ainsi des édifices parallélépipédiques massifs couronnés de petite tours moins large, ressemblant à une pyramide à degrés ou une pièce montée, avec une superposition de parallélépipèdes diminuant de volume au fur et à mesure de leur montée en hauteur (voir fig. 3). (Sundstrom & Sundstrom, 1986; Boubekri, 2008)

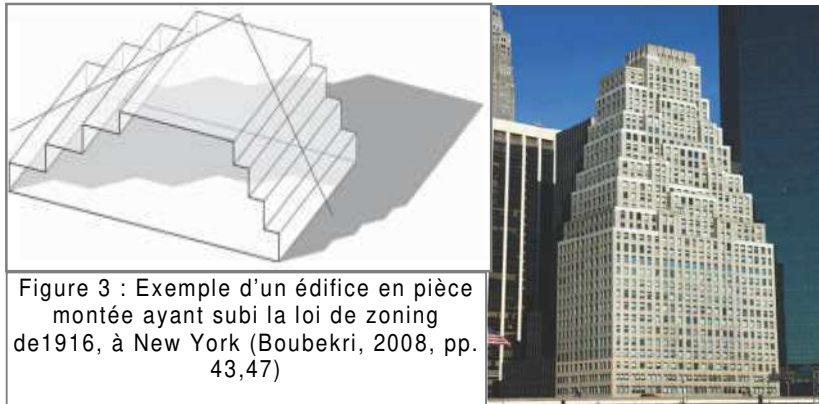


Figure 3 : Exemple d'un édifice en pièce montée ayant subi la loi de zoning de 1916, à New York (Boubekri, 2008, pp. 43,47)

Quant à la profondeur du plan, **elle était limitée par l'éclairage naturel latéral ou zénithal** en toiture, provenant des fenêtres ou de la verrière. Douze à dix-huit mètres constituaient une marge limite de profondeur, justifiée par la pénétration de l'ensoleillement qui ne dépassait pas les 9 mètres de profondeur de pénétration. Les ailes, les cours et les atriiums étaient donc en vogue à l'époque, et les formes répandues des plan d'édifices correspondaient aux formes des lettres : L, T, I, U ou O.

Un des édifices les plus représentatifs de l'époque est le « *Wainwright Building* », construit en 1891 à St Louis (USA), en charpente métallique, considéré aussi parmi les premiers ancêtres des édifices de bureaux d'aujourd'hui (Voir Fig.4). Son plan a été conçu en « U » par deux architectes nommés Adler et Sullivan, qui l'ont doté d'éléments techniques nouveaux qui allaient devenir les équipements standards des édifices de bureaux les cinquante années suivantes, notamment les gratte-ciels. Les éléments techniques nouveaux étaient : l'apport en chauffage, l'air-conditionné², la circulation verticale par ascenseur, le socle de base en béton, la

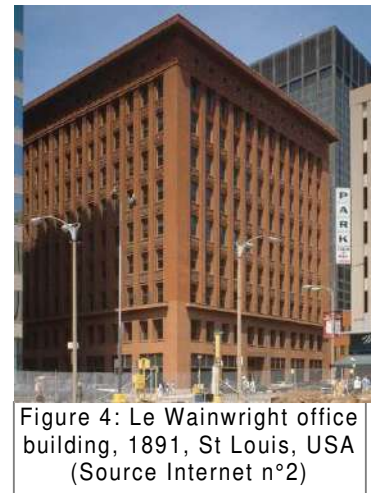


Figure 4: Le Wainwright office building, 1891, St Louis, USA (Source Internet n°2)

² Par air-conditionné, la plupart des auteurs anglo-saxons des années 80 l'utilisent pour désigner l'apport en froid durant les journées chaudes en distinction du chauffage conçu pour l'apport en chaleur durant les journées froides. L'usage du terme « ventilation » à cette époque, désignait encore une ventilation naturelle, jusqu'à l'apparition de l'équipement complexe *HVAC system* (*Heating, Ventilation & Air Conditioning system*) où la ventilation sous-entendue est mécanique, se substituant à la ventilation naturelle par contrôle individuel (ouvrir/fermer la fenêtre) des usagers.

couverture anti-feu (ou pare-feu) de la structure métallique, les partitions intérieures amovibles et les grandes dimensions des fenêtres assurant l'aération et l'éclairage naturels. (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983)

Face au problème de profondeur de volume, le « *Wainwright Building* » a été doté d'un premier niveau (RDC) attribué aux commerces, occupant toute la surface du terrain et bénéficiant d'un éclairage zénithal. Le plan des étages supérieurs des bureaux était en forme de U, maximisant ainsi la pénétration de l'éclairage naturel et assurant une vue vers l'extérieur pour chaque occupant (voir fig. 5). A cette époque, les bureaux étaient encore cellulaires (cloisonnés) et chacun d'eux bénéficiait de fenêtre ouvrable, permettant à l'occupant d'ajuster la ventilation à son gré, équipé de radiateurs à vapeur assurant l'apport en chaleur. Cet édifice a fonctionné sans système mécanique sophistiqué d'air-conditionné durant près d'un siècle, jusqu'à sa grande rénovation en 1981 où le système



Figure 5: A partir d'un bureau, vue sur cour intérieure du « *Wainwright Building* » (Sterling, Sterling & McIntyre, 1983, p.64)

d'aération mécanique a été introduit. Il semblerait que cet édifice ait satisfait les besoins spatiaux et environnementaux de ses occupants depuis son inauguration, du moins des plaintes n'ont pas été rapportées par les auteurs. (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983)

I- 2.3.2. Le « *typing-pool* », un aménagement conséquent

La première génération des bureaux ouverts ou « *open space offices* » est apparue avec la libération du plan par la structure en acier. Une libération toujours conditionnée par l'éclairage et l'aération naturels, mais à cette époque où la dépendance était latérale, par des fenêtres sur façade, la libération du plan a permis d'aménager au niveau le plus bas de l'édifice (RDC ou 1^{er}, selon configuration) un grand espace bureaux en atrium ouvert avec un éclairage naturel zénithal. Cela a eu plusieurs avantages en termes d'organisation du travail, permettant un meilleur contrôle des employés et une meilleure communication de l'information. Ce grand espace nommé « *typing-pool* » (relativement semble-t-il à la tâche principale de dactylographie qui y régnait) rassemblait un grand nombre d'employés d'intérêt commun par un travail en chaîne ou en équipe, favorisant un grand flux du travail « *efficient flow of work* », longtemps prisé par les gestionnaires du travail de bureaux (concept emprunté au travail industriel, en usine). Avant cette libération, certains travaux en chaîne nécessitaient l'usage de la bande transporteuse (équivalent du tapis roulant) pour déplacer le papier objet de plusieurs opérations, d'un espace à un autre. Cette nouvelle configuration facilitait la circulation du papier, comme support de travail, entre bureaux et entre départements. L'escalier ou l'ascenseur pouvaient aussi constituer une grande contrainte à l'échange et la communication de l'information. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Avec cette nouvelle forme d'*open-space*, l'aménagement le plus représentatif du début du 20^{ème} siècle particulièrement dans les immeubles d'assurances, combinait entre ces « *typing-pools* » où l'éclairage était exclusivement naturel, assuré par un dispositif zénithal et où l'aération artificielle avait commencé à investir les grands espaces sans pour autant que l'édifice ne soit hermétique. Dans ces grands espaces étaient rassemblés grand nombre d'employés chargés de travaux répétitifs d'enregistrement, archivage, comptage, remplissage, etc., sommairement nommés en anglais « *clerical work*³ ».

Le second type d'espaces adjacents qui se développe sur tous les étages correspond aux bureaux privés, cellulaires naturellement éclairés et aérés, occupés par les cadres et les directeurs. L'espace était donc représentatif du statut de l'employé où plus l'espace était partagé et commun, moins le statut de l'employé était important et plus l'espace était privé, plus il correspondait aux plus hauts statuts. Cette tradition n'a que très peu changé aujourd'hui, notamment à Alger. L'un des édifices les plus représentatifs de son époque et le plus cité en

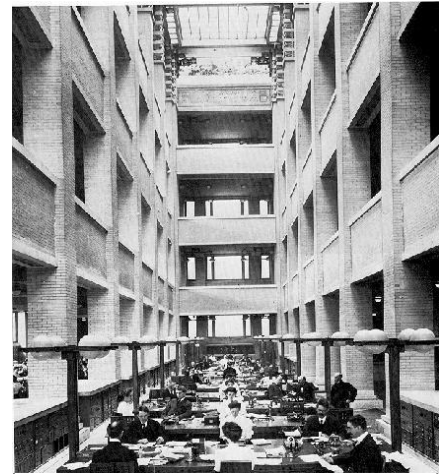


Figure 6: Le « Typing-pool » du « Larkin Building », 1904, New-York (Source Internet n°3)

littérature est le « *Larkin Building* » à New York (Buffalo). Un édifice de quatre niveaux dessiné par Frank Lloyd Wright et construit en 1904, occupé par une seule entreprise (voir fig.6). L'espace central de l'édifice était un atrium couvert en verre où étaient disposés de grands bureaux-meubles construits chacun pour six employés. L'espace central, ainsi que tous les autres espaces, dépendaient encore de la lumière et l'aération naturels. (Sundstrom & Sundstrom, 1986; Murphy, 2006; Danielsson, 2005)

I- 2.4. L'ère du « *weatherproof building* » (1940-1960)

Le conditionnement de la profondeur des édifices a duré jusqu'aux années 1930 et 40. Une fois que l'éclairage artificiel s'est généralisé, la profondeur n'était plus une contrainte. La fenêtre est devenue source secondaire d'éclairage et l'espace intérieur n'était qu'exceptionnellement conditionné par l'aération naturelle car à la même époque, les

³ Le « *clerical work* » correspond à des tâches répétitives, considérées comme routinières, de mise en forme, de stockage et de transmission de l'information, sur des outils de travail qui ont évolué depuis la machine à écrire et le support papier, jusqu'au clavier du micro-ordinateur en support digital. Les employés chargés de ces travaux ne sont pas d'un haut niveau d'instruction universitaire et ils sont nommés en anglais « *clerical workers* ». Ils représentent généralement le plus grand pourcentage d'employés dans une entreprise, la force active du travail de bureaux. Nous n'avons personnellement pas réussi à retrouver l'équivalent en français du « *clerical work* », à ne pas confondre avec le « secrétariat » dont l'équivalent en anglais est « *secretary* ».

systèmes de ventilation artificielle centralisée ont été intégrés, libérant une fois pour toutes la forme et la profondeur des édifices, au point où pouvait exister certains espaces bureaux sans fenêtre (!). L'éclairage électrique comme l'aération mécanique, étaient donc devenus une installation de base dans la conception d'espaces bureaux nouveaux, ainsi que le plafond acoustique⁴ qui couvrait tous les réseaux mécaniques et électriques. Avec cette libération, l'acier et le verre (mur-rideau / *curtainwall*) étaient devenus les matériaux de base du prototype d'enveloppe qu'ont adopté les tours à bureaux, marquant ainsi le style austère des édifices de bureaux qui allait se répandre dans tout le globe. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Les centres-villes se retrouvant congestionnés par un surpeuplement, les entreprises ont opté pour la construction de quartiers généraux en zone suburbaine. Ces zones de bureaux étaient divisées en département extensibles au besoin, sur le vide du terrain. De par leur isolation du centre ville, ils étaient équipés de services, commerces et attractions. Leur construction se caractérisait par la sobriété, la symétrie, les formes rectilignes, les unités clairsemées, l'ordre et la propreté. L'environnement intérieur y était aussi artificiellement contrôlé, avec un éclairage fluorescent fort, un sol poli et la fumée de tabac encore tolérée, l'essentiel était que les occupants y soient confortablement installés sans une goutte de sueur. (Murphy, 2006)

Un peu plus tard, aux années 50, des espaces de récréation pour les employés de bureaux (nommés au début « *welfare work* » puis « *recreation management* ») ont été annexés à l'espace de travail. Ils pouvaient être intégrés à l'immeuble de bureaux, occupant tout ou partie d'un étage ou carrément être construits sous forme d'un complexe de loisirs et récréation en dehors de la ville (Sundstrom & Sundstrom, 1986).

Cette étape d'évolution va marquer l'isolement de l'environnement intérieur par rapport à l'environnement extérieur. Bien que partiel, cet isolement allait se développer encore plus durant les décennies suivantes. L'avancée technologique et industrielle allaient accentuer cette indépendance pour arriver aux « *weatherproof buildings* ». Un parti-pris non sans conséquences, encore à ce jour, sur la qualité des environnements intérieurs, comme nous allons le constater à travers le chapitre II. Cette époque a aussi marqué l'aménagement intérieur des espaces bureaux ainsi que les conditions et outils de travail.

⁴ Faux plafond doté de matériaux absorbants, assurant une bonne isolation sonore à l'intérieur d'un espace. Ces plans plus bas que les planchers, libéraient une hauteur où étaient dissimulées la tuyauterie et les gaines techniques du chauffage, refroidissement, aération et éclairage.

I- 2.4.1. Un nouveau style « international » en expansion

Le bon économique de l'après 2^{ème} guerre mondiale, a marqué les années 50 par la construction massive d'édifices de bureaux modernes hermétiques et profonds où le climat intérieur artificiel rimait avec confort et luxe. Dans les zones urbaines et centres des grandes villes américaines, les employés étaient isolés de l'extérieur par une paroi en verre scellé. Le « *Building-machine* » comme le nomme Murphy (2006, p. 30) était aussi devenu l'objet fétiche dans le milieu des architectes concepteurs qui vantaient l'intelligence et la technologie humaine en construisant des édifices semblables à des machines.

Sous le « style international » ou le « *machine aesthetic* », ces constructions modernistes et futuristes ont été fortement influencées par les architectes de l'Europe : en Allemagne « le Bauhaus », en France « la machine à habiter » de Le Corbusier. Le paysage architectural d'une des avenues les plus connues de Chicago (Lake Shore Drive) a été d'ailleurs dessiné par le dernier disciple allemand du Bauhaus, immigrant aux USA, l'architecte Mies van der Rohe, dans un style international reflétant fonctionnalité et rationalité. Le Seagram Building à New York (1958) est l'édifice le plus représentatif du style international dessiné par cet architecte (voir fig.7). Quant au Corbusier, il avait normalisé les proportions physiques de l'Homme à travers le « modulator » pour une architecture universalisable à travers la « machine à habiter » **où l'Homme universel devait vivre dans un climat intérieur commun à toutes les nations et tous les climats sous « la respiration exacte »**. Avec l'exode de bon nombre d'architectes européens de ces mouvements machinistes et universalistes, le « style international » s'est développé aux USA aux années 50 et 60, avec une première étape d'expression de la « fonction » comme esthétique (fonctionnalisme), exhibant la tuyauterie et les conduites des équipements de confort et autres formes d'expression montrant l'édifice comme une machine moderne. (Murphy, 2006; Danielsson, 2005)



Figure 7: Le "Seagram Building", 1958, New-York
(Source Internet n°4)

Entre New York et Chicago, le bureau d'étude *Skidmore Owings & Merrill*, plus connu sous SOM, a dessiné les premiers paysages urbains des quartiers d'affaires dominés par des parallélépipèdes de différentes tailles et hauteurs aux façades vitrées lissées, reflétant technologie et rationalité. Cette architecture « encapsulée » comme la nomme Murphy (2006, p. 31) était propre aux haute et moyenne classes de l'époque et exclusive à la race blanche (sauf pour le nettoyage, la maintenance et le cirage des chaussures). Un concept théorique de « confort » qui ne considérait aucune spécificité individuelle mais qui se retrouvait sur terrain, représentatif et marqueur de privilège social et racial (!). (Murphy, 2006)

Les guides de l'aménagement des bureaux recommandaient un aménagement intégré, composé de zones ouvertes et de bureaux privés (cellulaires) où l'aire ouverte était flexible au changement du personnel en déplaçant simplement du mobilier. Durant cette décade et jusqu'aux années 60, le management a été révolutionné par les recherches du « *Human relations movement* »⁵ qui prônait plus de communication bilatérale entre l'employé et ses supérieur, plus de participation des employés dans le processus de prise de décision, ainsi que l'égalité entre employés. Les bureaux ouverts (open offices) ne pouvaient que promouvoir ces idées et leur application sur le terrain. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Les années 50 et 60 ont aussi été marquées par une révolution des matières et matériaux à tendance naturelle (dits nobles : bois, acier, ...), remplacés par des nouveautés industrielles synthétiques dans l'aménagement intérieur, mobilier et fourniture ainsi que les outils de travail tels que : les faux plafonds en amiante, les chaises en fibre de verre moulée, le téléphone en plastique, le contre-plaqué, le formica, le polyuréthane⁶, etc. Ainsi qu'en termes d'outils de travail, de nouvelles machines ont investi l'espace bureaux : la machine à écrire mécanique révolue par la machine électrique « *IBM selectric* » (introduite en 1961, connue aussi sous « machine à boule »), photocopieur xérogaphique ou électrophotographique (Xerox, 1959), troisième génération d'ordinateurs à circuit intégré et programmes normalisés introduits des bureaux. (Murphy, 2006)

I- 2.4.2. Le « *Bullpen* », un aménagement conséquent

Avec le « *weatherproof building* », les espaces de bureaux étaient désormais libérés de toute contrainte environnementale cédant place à la contrainte fonctionnelle en termes d'organisation du travail. Le « *typing-pool* » conditionné par l'éclairage et l'aération naturels, réduit à l'atrium d'un immeuble, s'est métamorphosé en « *bullpen* »⁷, un open-space aménageable dans tous les étages, aux besoins de l'entreprise, car artificiellement aéré et éclairé, indépendant de l'enveloppe et des changements climatiques extérieurs. Contrairement au « *typing-pool* », l'emplacement du « *bullpen* » était dès les années 40, libéré de toute contrainte de surface ou d'emplacement.

⁵ « *Human Relations Movement* » : représente un ensemble de chercheurs sur le développement organisationnel, intéressés par le comportement des personnes en groupes, particulièrement dans le travail de bureaux. Son origine remonte aux années 30, avec le « Hawthorne studies » et leur objet d'intérêt concerne la psychologie des employés. Un des résultats d'activation de ce mouvement de chercheurs scientifiques a été la mise en place de la discipline de « gestion des ressources humaines » que nous connaissons aujourd'hui. [<http://en.wikipedia.org>, (consulté en 01/2014)]

⁶ Polymère d'uréthane, entrant dans la composition des enduits, laques, peintures et vernis du bâtiment.

⁷ Le terme existe en deux écritures : « Bull-Pen » (Danielsson, 2005) et « Bullpen » (Murphy, 2006).

Le travail rationalisé issu du taylorisme⁸ qui avait déjà commencé dans les « *typing-pools* » s'est développé encore plus dans les « *bullpens* ». Le travail était divisé en petites unités par tâches et statuts, hiérarchisés en organisation pyramidale nommée « *functional specialization* » ou spécialisation fonctionnelle. Plus petite était la tâche attribuée, plus bas lui correspondait le statut de l'employé qui l'effectuait. La rationalisation ne concernait que le « *clerical work* » et le travail d'assistance, avec des tâches répétitives plutôt manuelles et procédurales, ne nécessitant aucune créativité. A ces tâches, l'espace ouvert était donc idéal avec plusieurs superviseurs contrôlant la rationalité du temps de travail et récompensant les accomplissements distingués. D'ailleurs, le poinçonnement de carte personnelle (pointage) aux bureaux avait été mis en place à cette époque. Ces grands espaces rationalisés à dominance féminine étaient aménagés en rangées régulières de bureaux et les employés placés selon l'enchaînement des tâches de travail. Les autres travaux de réflexion à dominance masculine, propres aux cadres et aux directeurs et gestionnaires, ont plutôt échappé à la rationalisation industrielle importée et ont gardé leurs bureaux cellulaires privés marquant leur statut. Le « *Bullpen* » ou la seconde génération du « *open space office* » après le « *typing-pool* » était à son tour marqueur du genre et du statut des employés, spécifique au *clerical work*. (Danielsson, 2005; Fischer G.-N. , 1983; Murphy, 2006)

Le « *bullpen* » était donc aménagé en grand espace où les bureaux-meubles de femmes étaient disposées en rangées parallèles ordonnées, manipulant de nouvelles machines et contrôlées dans leur travail par un superviseur dont le bureau leur faisait face. Ces grands espaces pouvaient être partitionnés en sous-espaces par département ou service, par des parois légères ou transparentes, mais ils restaient toujours accessibles sur l'allée de grande circulation. Dans un environnement totalement hermétique, l'éclairage pouvait y être totalement artificiel, sans contact perceptuel nécessaire avec l'extérieur. Le seul contact visuel qui restait avec l'extérieur au travers de l'enveloppe hermétique, était

⁸Aux années 1910, a émergé une importante théorie du management, spécifique au travail industriel en usine mais qui a été adaptée au travail de bureaux. Il s'agit de la « théorie scientifique du management » (« Scientific management ») plus connue sous le Taylorisme dont le souci principal était la rationalisation du temps de travail en usine. Bien que cette théorie ait été fortement critiquée plus tard du fait de sa déshumanisation du travail, elle fut durant les décades suivantes adoptée dans plusieurs domaines (Danielsson, 2005; Fischer, 1983; Murphy, 2006). Dans le domaine du travail de bureaux, le disciple de Taylor le plus influent, nommé William Lefingwell, a publié son manuel de « Office management » en 1927. Dans ce manuel, les mouvements de l'employé et sa machine étaient considérés comme une unité décomposable en sous-unités normalisables. Les tâches étaient donc décomposées en gestes et leur temps d'accomplissement était mesuré (charger/changer la feuille, taper, tourner, pousser, ...). Sous prétexte d'une grande agilité manuelle dont les femmes étaient naturellement dotées, dans ce livre il était recommandé d'attribuer aux femmes des tâches mineures où elles devaient manipuler de petits détails, contrairement aux jeunes hommes ambitieux que ces tâches minutieuses pouvaient bloquer ou inhiber. Avec la rationalisation, la femme au bureau pouvait se retrouver à travailler toute la journée sur une même machine ou une seule et même tâche répétitive et rémunérée à la pièce produite (sur support papier), comme en usine. Au féminin, le travail était donc à dominance manuelle et au masculin il était plutôt à dominance intellectuelle. (Murphy, 2006)

devenu un privilège correspondant au statut élevé du travailleur. La proximité de l'enveloppe était désormais un signe de haut statut, une marque de haut rang (!).

Un des exemples les plus représentatifs de cette époque est la tour de 52 étages en acier enveloppée d'un mur-rideau avec teinte grise du verre, nommée « *Union Carbide Building* » à New York, conçue par SOM en 1960 (Voir fig.8). Les « *bullpen* » par département dans cet édifice, étaient aménagés dans la continuité de l'idéologie taylorienne avec un esprit rationnel d'ordre, caractérisé par la ligne droite, la symétrie et l'esthétique fonctionnaliste. L'espace physique des employés y était fortement hiérarchisé, jusqu'au plus petit détail de couleur de stylo, de taille-crayon ou de tasse de café. Un système de meubles et fournitures qui ne permettaient aucune confusion de statuts (voir fig.9). Cette ségrégation qui a régné durant les années 50 et 60 semble avoir lourdement pesé vu l'adoption rapide du concept allemand « *Bürolandschaft* » qui abolissait toute forme de distinction de statut en éliminant même les espaces cellulaires privés des cadres et directeurs. (Murphy, 2006)



Figure 8: Le « Union Carbide Building », 1960, New-York
(Source Internet n°5)



Figure 9 : Un des bullpens du « Union Carbide Building » (Murphy, 2006, p.45)

Les années 60 ont été marquées par le développement du tube cathodique et la propagation de l'écran de télévision et l'écran de bureau. Dans les espaces bureaux, c'est la propagation des ordinateurs [« computers »] et leur accessibilité généralisée à travers les écrans cathodiques ou *VDT* [*Video Display Terminal*] et les claviers électroniques, devenus des stations de travail sur les bureaux des employés (revoir tab.1). (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Le changement contre la rigidité géométrique et fonctionnaliste des espaces bureaux étaient clamées à la fin des années 60 par certains designers industriels pour un aménagement plus flexible qui s'adapte mieux à l'évolution technologique et économique. Une prédisposition existait donc déjà dans le milieu des designers pour le décroisement de bureaux et l'adoption du concept de « bureau paysager », comme nous le verrons dans la section suivante.

I- 2.5. L'ère de la flexibilité immobilière et spatiale (1970-1980)

Les années 70 ont marqué le développement technologique du « *word processing* » ou traitement de données, qui a permis aux employés de bureaux d'effectuer la majorité des opérations administratives sur ordinateur. Les écrans et claviers commençaient à remplacer les autres outils de travail, vu qu'ils permettaient et facilitaient même la communication électronique par le transfert instantané de courrier électronique écrit (« *electronic mail* » aujourd'hui plus connu sous *e-mail*). C'était donc devenu une source importante d'informations procédurales et un moyen d'effectuer des vidéoconférences permettant à deux ou plusieurs individus de discuter en image en direct (revoir tab.1). Puis, aux années 80, ont été développés les micro-ordinateurs, un outil relativement accessible et puissant qui devenait un outil de table de bureau, propre à chaque employé ou petit groupe d'employés, présent aux USA dans la plupart des édifices de bureaux (revoir tab.1). (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Avec l'évolution de ces outils de travail, le secteur du tertiaire était en forte expansion. Le marché de l'immobilier devait donc s'adapter à une forte demande très variée à court et à long terme. On ne parlait plus que d'édifice ou d'étage de bureaux mais désormais le mètre carré de bureaux devenait une unité clé dans les transactions immobilières. De plus, ce nouvel outillage qui offrait une circulation rapide de l'information complètement détachée de l'espace, ne pouvait que favoriser le décroissement des espaces bureaux et l'abolition d'une hiérarchie spatialisée.

I- 2.5.1. L'espace bureau, un créneau immobilier opportun

Aux années 70 et 80, l'édifice de bureaux en soit était devenu un investissement commercial important car il pouvait être la propriété d'une entreprise (qui le construit ou l'achète), être loué par une ou plusieurs autres entreprises « multi-locataire » et être entretenu par une tierce entreprise. Cela a pu se réaliser en rendant l'édifice « flexible ». Il était construit en carcasse hermétique, enveloppé à l'extérieur par du verre et ouvert à l'intérieur, offrant toute possibilité d'aménagement libre en fonction des entreprises occupantes. (Murphy, 2006; Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Les équipements techniques devaient aussi suivre et le dispositif composé de chauffage, ventilation et climatisation (CVC), plus connu en anglais sous *HVAC system* (*Heating Ventilating and Air Conditioning system*) qui à l'origine était centralisé, intégré préalablement dans la conception architecturale et construit dans son infrastructure ; présentait déjà des difficultés d'accès pour maintenance et une grande rigidité qui l'empêchait de s'adapter à une nouvelle organisation d'entreprise. Il lui fallait donc devenir décentralisé et divisé en unités ou modules situés sur le toit, suivant le nombre de sections de l'édifice. Les conduites techniques à l'intérieur étaient cachées par un faux plafond en unités de grilles blanches, facilitant l'entretien et la maintenance. (Murphy, 2006)

Comme le décrit Murphy (2006, p. 32), à partir des années 80, « l'édifice de bureaux était devenu une boîte vide ajustable à ses différents tenants », servant les intérêts immobiliers et économiques de leurs propriétaires. Ajouté à la boîte vide, le style et l'esthétique extérieure de l'édifice avait aussi sa valeur économique.

Après le style international, a émergé le style « High-tech », apparu en Grande Bretagne et adopté aux années 90 dans la plupart des grandes villes du monde. Le premier édifice de bureaux le plus représentatif a été le « *Lloyd's Building* » (voir Fig.10), construit en 1986 à Londres et dessiné par Richard Rogers (Danielsson, 2005). D'autres styles ont succédé au high-tech, tel que le « déconstructivisme » avec la tour de Zaha Hadid à Marseille ; mais **le « style international » reste à ce jour l'archétype et la représentation iconique de l'édifice de bureaux qui s'est propagé dans tout le globe.**



Figure 10: Le « Lloyd's Building », 1986, Londres (Source Internet n°6)

Cette étape semble être la dernière grande évolution qui a marqué l'édifice de bureaux, à ce jour. Les autres grandes évolutions aux années 90 et 2000 ont plutôt concerné l'espace intérieur et son aménagement, suivant l'évolution des théories du travail et ses outils technologiques. Aujourd'hui, avec les réseaux développés de communication, le télétravail à distance bien que peu généralisé en occident et encore exceptionnel dans notre pays, favorise la mobilité des employés et leur liberté de choix de l'espace de travail, optant souvent pour le travail à la maison. Le statut des espaces bureaux, proprement construits pour le travail, semble dans un avenir proche, tendre à perdre l'importance le privilège et le luxe qu'il reflétait au départ, au gré d'un espace plutôt virtuel de travail.

I- 2.5.2. Le décloisonnement au service de la productivité

La fin des années 60 et le début des années 70 ont marqué l'adoption dans plusieurs domaines, dont l'économie, de la théorie « écologique », plus précisément la branche de « l'écologie des systèmes » [*Systems ecology*]. Dans cette branche a été utilisée « la théorie générale des systèmes »⁹ [*general systems theory*] pour tracer les flux et les cycles des écosystèmes. L'Homme et son environnement étaient le centre d'intérêt de cette branche et

⁹ « Théorie générale des systèmes » ou « systémique » : courant conceptuel introduit par L. Von Bertalanffy (1968) afin de rendre compte dans un objet complexe (un « système ») de l'apparition de propriétés provenant de l'intégration de composants plus simples (« éléments »), ne prenant de sens que les uns par rapport aux autres et auxquels le tout est irréversible. [Dicopsycho (2015). « Théorie générale des systèmes ». www.psychologies.com/dico-psycho/théorie-générale-des-systèmes (consulté le 25/11/2015)]

pour l'aborder elle a dû puiser dans l'ingénierie, les mathématiques, la recherche opérationnelle, la cybernétique¹⁰ et l'écologie. Puisque l'Homme n'était pas le seul à jouer un rôle dans ses écosystèmes, toute la société était considérée comme un écosystème cybernétique complexe. Toutes les entités composant cette société, à différentes échelles, pouvaient à leur tour être considérées comme des écosystèmes, tels que la maison, l'industrie, l'agriculture, etc. et représentés à travers des schémas de flux en circuits. (Murphy, 2006)

Les espaces bureaux, à leur tour devaient s'adapter à cette nouvelle forme de travail en réseau d'informations et en flux de communication et des experts ont nommé « écologie organisationnelle » [*organisational ecology*] leur approche dans la conception et l'aménagement des espaces bureaux. Avec cette écologie organisationnelle, les espaces bureaux étaient aménagés de manière à contrôler (dans le sens cybernétique du terme) le changement, la flexibilité et le transitoire (caractère éphémère) où l'employé, traditionnellement fixe à un seul et même bureau et avec une seule fonction, devenait flexible et pouvait faire partie d'équipes provisoires selon les besoins du travail. A travers cette écologie organisationnelle, les espaces bureaux devenaient des sites de flexibilité, de spontanéité et de procédés. (Murphy, 2006)

L'espace bureaux s'est alors développé sous trois aménagements type, prônés par « l'écologie organisationnelle » et répondant à la flexibilité des employés.

a) Le « Bürolandschaft » ou bureaux paysagers

Aux années 60 en Allemagne de l'ouest, la promotion d'une nouvelle forme d'aménagement de l'espace bureaux était en vogue. Initié par une équipe allemande « *Quickborner team für planing and organisation* »¹¹, le nouveau modèle d'aménagement des bureaux était inspiré de l'approche cybernétique de l'époque et nommé en allemand « *Bürolandschaft* » ou « bureaux paysagers » (« *landscape office* » en anglais) ou « bureaux ouverts » (« *open plan offices* »). Cette nouvelle forme d'aménagement devait réduire les erreurs et augmenter la performance au travail effectif et cela en facilitant la circulation de l'information sous forme de réseau qui auparavant était cloisonnée et hiérarchisée. Une organisation de travail plus efficace était donc visée en augmentant le flux d'échange de l'information entre employés qui ne pouvait se réaliser qu'à travers une plus grande

¹⁰ Ensemble des théories et des études sur les systèmes considérés sous l'angle de la commande et de la communication.

¹¹ Entreprise allemande de consulting en termes de concept spatial et organisationnel dans le monde du travail, fondée en 1956. Elle est passée de la fourniture de mobilier de bureaux et conseils organisationnels au « *planning office environments* » et au « *organisational planning* », c'est-à-dire planification et conception organisationnelle des environnements de travail. Elle s'est établie aux USA entre 1967 et 1968 où son premier client a été l'entreprise « Dupont ». [Quickborner-team (2015) « history ». www.quickborner_team.com (consulté le 25/11/2015)]

accessibilité physique entre employés. Le premier édifice conçu autour de ce nouveau concept semble dater de 1960 pour une compagnie allemande nommée « *Behringer* », situé à Mannheim. Une communication ouverte et une accessibilité sans contrainte entre tous les travailleurs d'une entreprise, indépendamment de leur statut, était une révolution hiérarchique qui a trouvé résistance dans plusieurs entreprises. C'est le seul concepteur de son époque qui a éliminé de son modèle le bureau privé cellulaire et a réduit au minimum les signes ou indices du statut de l'occupant travailleur. Ce modèle a révolutionné l'aménagement rectiligne des bureaux en rangées ordonnées parallèles aux murs, par des courbes correspondant aux flux de circulation. (Murphy, 2006; Danielsson, 2005; Sundstrom & Sundstrom, 1986)

L'adoption de cette nouvelle vision aux USA allait casser la structure fortement hiérarchisée par statut d'appartenance des années 50 et 60 et cette rupture hiérarchique allait céder place au flux de l'information qui déterminait l'emplacement des travailleurs, désormais très accessibles. Sur terrain, l'aménagement par décroisement total des espaces bureaux a engendré un espace uniforme composé d'unités de travail modulaire (mobilier en plastic déplaçable et recomposable) dont la disposition pouvait être modifiée aux besoins du réseau de communication de l'information. Afin de réduire le bruit engendré par ce décroisement, des moquettes ont été installées ainsi que des cloisons à mi-hauteur et amovibles ont été disposées au besoin de privacité¹² du travailleur. Dans les bureaux paysagers, couleurs et plantes étaient utilisées pour égayer l'espace. L'édifice, connu en littérature pour avoir été le premier à adopter ce nouveau type d'aménagement, est l'édifice de l'entreprise DuPont aux USA, en 1967. Son schéma de réaménagement (Voir Fig.11) a largement circulé dans le cercle des architectes pour figurer la transformation. D'autres entreprises n'ont pas tardé à l'adopter tel que : *Eastman Kodak*, *Ford Motor*, *IBM*, etc. (Murphy, 2006; Sundstrom & Sundstrom, 1986)

¹² « privacité » est l'équivalent « d'intimité » dans les espaces bureaux, fortement employé en psychologie environnementale (le terme intimité renvoie plutôt à l'espace résidentiel).

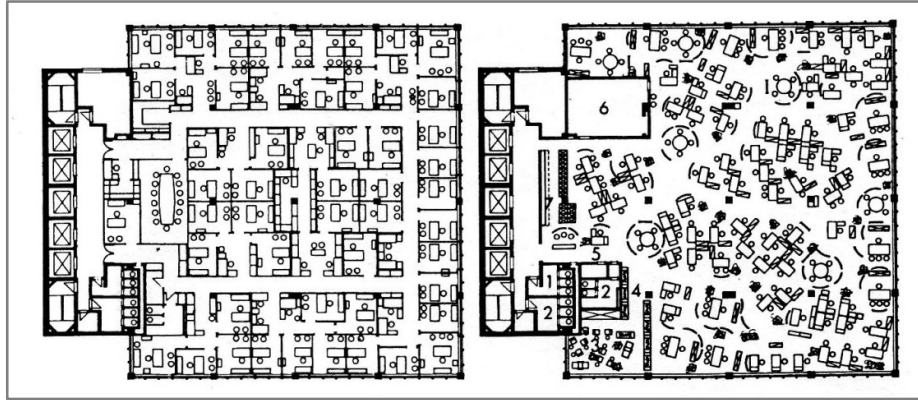


Figure 11 : Le 1er aménagement aux USA en bureaux paysagers de l'entreprise Dupont par la « Quickborner-Team » en comparaison à l'aménagement conventionnel en bureaux individuels (Murphy, 2006, p. 50)

Ce nouveau type d'aménagement n'a pas été sans conséquences sur le bien-être des employés qui se sont plaints principalement du manque de privacité (se sentant tout le temps surveillés), d'un environnement acoustique contraignant la concentration au travail (sonnerie des téléphones, machines à écrire, etc.), d'un environnement thermique chaud (effet d'éclairage) et d'une aération insuffisante (odeurs). (Danielsson, 2005)

Il est à noter que l'adoption de ce nouveau type d'aménagement ne pouvait exister qu'en succession à l'étape du « *weatherproof building* », dans des environnements hermétiques où étaient généralisés les systèmes d'éclairage (fluorescent à l'époque) d'air-conditionné et de plafond acoustique. Une indépendance de l'enveloppe extérieure qui abolissait la contrainte de profondeur et facilitait l'aménagement flexible et sans ordre visuel des bureaux paysagers. Bien qu'il ait été une aubaine immobilière pour les entreprises du fait de la réduction du prix de revient du mètre carré par employé, il engendrait une hausse considérable de consommation d'énergie avec des plans d'étages plus profonds (éclairage électrique impératif) et des plafonds plus hauts (conditionnement d'air /m³). Cela explique entre autres, le black-out énergétique qu'ont connu les USA au début des années 70. (Danielsson, 2005)

Après quelques années, ce modèle d'ouverture complète a été révisé aux USA. L'ouverture a concerné les employés d'exécution et les directeurs techniques et de contrôle ; quant aux cadres supérieurs et aux directeurs de gestion, ils sont revenus aux bureaux privés cloisonnés. L'arrière-plan du travail de bureaux était composé d'emplois temporaires, à mi-temps, service de consommation, etc., utilisant de plus en plus le VDT. Cet espace a été physiquement dissocié de l'espace bureaux, visuellement imperceptible, voire indépendant de l'édifice-mère, dans un « centre administratif » autre, lié à l'entreprise sous contrat. Cela a été facilité avec le travail par télécommunication en réseau sur ordinateur, où la distance physique n'était plus une contrainte. (Murphy, 2006)

Aux années 80, certaines tâches de bureaux telles que le «service du consommateur», «le service de commande» et «l'entrée de données», étaient carrément

sous-traitées par d'autres entreprises qui offraient leurs services à moindre prix par leur localisation urbaine périphérique ou hors du pays, outremer (en Asie par exemple) où le service s'opérait à moindres salaires. Ces centres recrutaient des femmes américaines d'origine africaine et asiatique en tant qu'employées de bureaux et c'était des espaces **conformes au label de propreté et de prestige, équipés d'air conditionné et de moquette et entretenus par une multitude de détergents industriels.** (Murphy, 2006)

b) Le « cubicle-office » nord-américain

Suite à l'épisode de l'*open-plan office* aux USA, a succédé le système de « *cubicles* » (il semble que la traduction en français corresponde au « bureau alvéole » selon Fischer (Fischer G.-N. , 1983)). Un système de mobilier modulaire où les employés sont visuellement isolés dans des modules, entourés de partitions et rangements respectifs, dessinés pour favoriser l'efficacité et la performance au travail. Le principe de ces *cubicles* était d'assurer à la fois le contact et l'isolement : le contact par l'accès direct à l'employé, sans porte et l'isolement par trois parois plus hautes que le niveau des yeux de l'employé durant son travail en position assise (voir fig.12). La surface de ces modules, fabriqués à base de matériaux synthétiques, variait de manière normalisée selon le rang et le statut de l'occupant. Le *cubicle* marquait un retour, bien que discret, au marquage de statut et de hiérarchie, aboli par le « *Bürolandschaft* » allemand. Ce type d'aménagement s'est largement propagé dans le monde de par la facilité de son adoption (mobilier industrialisé) et la flexibilité qu'il



Figure 12 : Exemple d'un aménagement en « Cubicle office » (Source Internet n°7)

offrait. Il a néanmoins fait l'objet de critique dans la littérature scientifique sur le manque de privacité par intrusion non-contrôlée (absence de la 4^{ème} paroi) et le manque de contrôle de l'employé sur les facteurs ambiantaux, notamment le bruit comme source de nuisance pouvant entraver la performance au travail. (Murphy, 2006)

A la fin des années 80, est apparue la tendance au « design participatif » [« *participatory design* »] permettant à l'occupant du *cubicle* de choisir la couleur de son mobilier et outils de travail (bureau, chaise, téléphone, ...). Chose révolutionnaire par rapport aux années 50 où la couleur était un indice hiérarchique dans l'entreprise. Ce « design participatif » était considéré comme un grand boom qui allait booster la productivité et la performance des travailleurs en leur procurant un sentiment de contrôle sur leur espace de travail et un sentiment d'attention porté par leurs supérieurs d'entreprise à leur égard, à l'écoute de leurs besoins. (Murphy, 2006)

Fin des années 80 et début des années 90, les espaces bureaux américains ressemblaient à des labyrinthes de *cubicles* et le contrôle des employés qui à l'origine, comme dans les anciens « *typing pool* » et « *bullpen* », était visuel, assuré par un chef assis

dans son bureau sur estrade ou en mezzanine en hauteur pour dominer la salle ; était devenu un contrôle digital en termes d'achèvement de tâches effectuées sur ordinateur. (Murphy, 2006)

A cette époque, la digitalisation de l'information et l'entrée des données étaient fortement féminisées au point où les machines étaient ergonomiquement fabriquées selon l'agilité des femmes. Ces dernières représentaient la majorité (74,6%) des « *clerical workers* » [nommés dactylos par Fischer (Fischer G.-N. , 1983)] aux USA, aux années 70 et ce n'est qu'aux années 80 que les femmes blanches diplômées et de classe moyenne, ont accédé aux postes de « *middle management* » (sous-direction). (Murphy, 2006)

c) Le « *combi-office* » nord-européen ou bureaux combinés

Le « *Combi-office* » (*combined office*) ou bureau combiné a émergé en Europe du nord, d'origine suédoise, où il semble être le plus répandu à ce jour. Il est issu d'une révision du ***bürolandschaft*** et les contraintes qu'il présentait en termes d'anonymat, de manque de privacité et de bruit et un essai de combinaison avec le bureau cloisonné qui présentait une contrainte au flux du travail. Des réalisations isolées ont vu jour au début des années 70 jusqu'à la crise énergétique de la fin des années 70 qui a réuni l'Allemagne, la Suède et les Pays-bas autour d'une réglementation cadrée par l'économie d'énergie dans les espaces bureaux. Avec grande attention portée aux besoins de l'employé intégré dans la prise de décisions, **les normes spatiales devaient assurer aux occupants des droits à la vue vers l'extérieur, lumière naturelle, fenêtre ouvrable, contrôle personnel des facteurs ambiantaux, etc.** Ce modèle combiné était donc une solution trouvée pour satisfaire toutes ces exigences à la fois. La vue vers l'extérieur, par exemple, devait être à la portée de tous les employés à partir de leur station de travail, lorsque la profondeur de l'édifice le permettait. Dans le cas de **parcelle trop profonde, l'édifice était dessiné de manière à créer une rue intérieure ouverte au public et offrir ainsi à l'employé** éloigné des façades extérieure, une **vue informative satisfaisante.** (Danielsson, 2005)

Bien que le bureau combiné ne semble pas être clairement défini, il est composé de sous-espaces individuels pour des travaux de concentration, sous-espaces de rencontre et réception, de réunion, etc. Un des exemples les plus représentatifs du « *combi-office* » est le quartier général de la *Scandinavian Airlines -SAS*, construit en 1987 à Frösundavik, Stockholm -Suède, par l'architecte norvégien Niels Torp (Voir fig.13). L'édifice est construit sur un site naturel et se développe à l'horizontale plutôt qu'à la verticale, on les nomme d'ailleurs « ***groundscarper*** » en opposition aux gratte-ciels nommés « ***skyscarper*** ». Sept blocs différents sont connectés le long d'une rue piétonne couverte d'une verrière. Une rue publique qui est animée par des magasins, cafés et restaurants. De cet espace éclairé et animé, des corridors mènent aux différents blocs administratifs où les bureaux sont organisés en cloisonnés cellulaires ou de groupe, avec vue sur la rue piétonne centrale ou sur l'extérieur, selon l'emplacement. Sur le corridor de desserte sont aménagés des espaces communs polyvalents (réunion, réception, café, photocopie, tirage, ...). Le travail dans ce

modèle est à la fois indépendant et interactif avec plus de 25% du travail des employés effectué ailleurs que dans leur propre station de travail, aux besoins de l'échange et des outils à manipuler. (Danielsson, 2005)

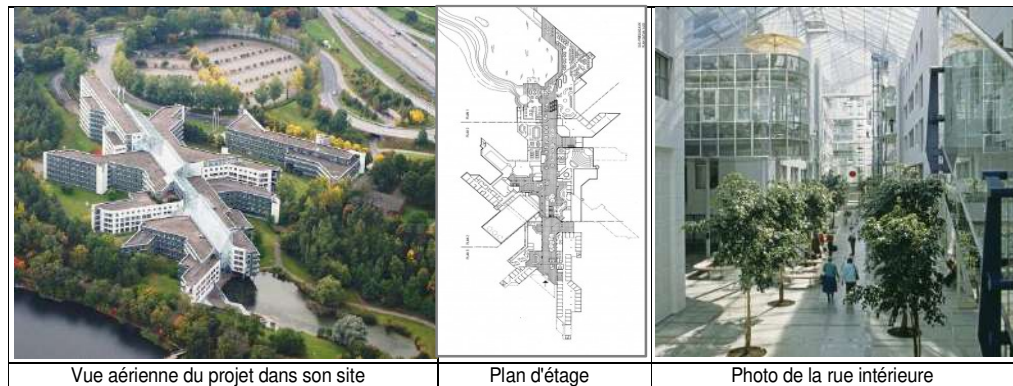


Figure 13 : La SAS Airlines, 1987, Stockholm, Suède (Source Internet n°8)

Danielsson (2005) considère que le *combi-office* nord-européen est l'équivalent du *cubicle* nord-américain en termes d'étape d'évolution succédant au « *bürolandschaft* ». A quelques exceptions près, l'auteur considère que l'échange outre-Atlantique de ces deux types d'aménagement ne s'est pas fait.

I- 2.6. Libération de l'espace physique vers l'espace virtuel (1990 – 2010)

La fin des années 90 a marqué un boom économique dans les secteurs de l'informatique et des télécommunications, plus connu sous « *dot-com bubble* » ou « Internet bubble » ou « bulle technologique ». On parlait alors d'une « nouvelle économie » (« *new economy* ») pour désigner la transition de l'économie basée sur l'industrie vers une économie basée sur les services, on parle aujourd'hui de « capitalisme cognitif » avec la numérisation généralisée de l'économie (Moriset, 2004). Avec le développement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), une nouvelle ère s'annonçait du « *paperless office* » ou de la « virtualisation » (Craipeau, 2010) de l'information. Cette transition a fortement marqué l'espace bureaux où la mobilité virtuelle de l'information a été projetée dans l'espace physique par une grande mobilité de l'employé se traduisant par une flexibilité de l'aménagement et chose nouvelle, la flexibilité de l'employé-même. Avec le « non-lieu » physique du travail (Craipeau, 2010), **l'assignement de l'employé à un espace de travail ou une station personnelle a été révolu, l'employé est devenu « sans territoire » (« *nonterritorial office* ») physique** (Murphy, 2006) mais plutôt avec une autre forme de territoire virtuel. Autour de cette nouvelle organisation du travail, sont nées alors plusieurs notions désignant la flexibilité de l'employé : le télétravail (à domicile, chez le client ou dans un autre siège), le *mobile working* (ou travail mobile), le *e-working*, le travail nomade, etc. A des nuances près, toutes ces notions renvoient à une libération de l'espace physique siège de l'entreprise, vers un espace virtuel qui ne conditionne que jusqu'à un certain degré l'assignement physique d'un employé. Après la flexibilité immobilière de l'édifice de bureaux

et la flexibilité de l'aménagement spatial, on parle désormais de **mobilité ou de flexibilité spatio-temporelle du travail et de la production**.

L'origine du concept de télétravail est américaine, paru en 1976 sous « *telecommuting* », signifiant le travail à distance grâce aux technologies de l'information. Il ne s'est réellement développé pour devenir un phénomène de masse (28 millions de télétravailleurs américains ; 13% de la population active européenne¹³ en 2002), qu'aux années 90 et 2000 avec la banalisation des techniques de télécommunication. L'adoption des pays d'un cadre officiel de reconnaissance de ce type de travail s'est justifiée par le fait de réduire le mouvement pendulaire en transport des travailleurs de bureaux (entre maison et bureau) pour des soucis d'économie d'énergie et de réduction de la pollution, promouvoir la performance du travailleur en réduisant son stress du déplacement quotidien et en lui permettant de concilier vie de famille et travail (particulièrement pour les femmes). C'est aussi un outil pratique pour l'insertion socioprofessionnelle des personnes à mobilité réduite, ceci d'une part, et pour la décentralisation et le développement des zones rurales, d'autre part. Ce dernier point se réalise aujourd'hui par la construction de « télécentres » ou « *data centers* » (en campagne, montagne, ...) offrant des stations de travail pour télétravailleurs indépendants. (Craipeau, 2010; Moriset, 2004)

I- 2.6.1. Le « *flex-office* », une intégration des TIC et du télétravail

Le boom technologique a concentré beaucoup de recherches sur l'optimisation de l'espace bureaux des entreprises spécialisées en services. Des moyens de réduire le prix de revient d'un employé par mètre carré, ont été investis afin de permettre aux entreprises d'effectuer des économies sur la surface de location, la consommation d'énergie et la gestion des ressources humaines, ceci d'une part. D'autre part, durant une journée de travail, il a été constaté qu'un employé n'occupe pas sa station ou son espace, à 100% de la journée de travail à cause de retard en trajet, de congé ou de travail depuis sa maison ou de la nature même de son travail. Une réflexion sur l'aménagement optimal de l'espace bureaux a abouti à une sorte de compression de l'espace en réduisant le nombre de stations de travail qui sont liées par un système de réseau informatique très performant, permettant à l'employé de choisir à chaque fois une station pour la journée en laissant l'espace propre et anonyme pour l'employé-occupant du jour suivant. Ainsi les employés ne sont pas ancrés dans des sous-espaces personnels et l'aménagement peut exister sous plusieurs configurations offrant une grande flexibilité sans pour autant que le plan ouvert ne soit la seule configuration possible. L'employé dans ce type d'aménagement, peut occuper, au besoin, un bureau privé cloisonné ou une station en bureaux paysager ou une salle de réunion, etc. Ce type d'aménagement est généralement dimensionné pour moins de 70% des employés d'une entreprise censés

¹³ Le télétravail est sensiblement plus répandu en Europe du nord (Pays-bas, Finlande, Danemark, Suède et Grande Bretagne), se rapprochant des pourcentages américains qu'au sud. (Moriset, 2004)

travailler au bureau car le travail peut aussi être effectué en dehors de l'enceinte de l'entreprise en télétravail auprès de clients, à la maison, etc. Certaines recherches de la fin des années 90, ont critiqué ce type de bureaux pour l'absence d'espace personnel (si ce n'est des casiers personnels pour ranger son matériel propre) que l'employé pouvait s'approprier de différentes manières, renforçant son identité professionnelle et son appartenance à l'entreprise. (Danielsson, 2005; Murphy, 2006)

I- 2.6.2. Le « *hotel-office* » ou *hotelling*

Le *hotelling* ou *hotel-office*, comme son nom l'indique renvoie à une réservation d'espace dans un édifice équipé pour travailler. Un concept clair mais qui semble exister sous plusieurs formes :

- A l'échelle de l'entreprise : il peut concerner une petite et jeune entreprise qui n'a pas les moyens de posséder ou louer tout un édifice et qui va s'installer dans un édifice en colocation avec d'autres entreprises. L'hôtel de travail qui les accueille est équipé à la pointe, leur offrant les outils performants en termes d'information et de télécommunication (Danielsson, 2005). La différence avec la location dans des édifices de bureaux standards réside dans le fait que ces édifices-hôtels soient une rénovation d'anciennes bâtisses ou une nouvelle construction bâtie pour servir le *hotelling* avec les exigences techniques de l'équipement et matériel TIC (surcharge d'exploitation au sol, hauteur sous plafond pour câblage, air conditionné pour équipement, ...). Aussi, le *hotelling* semble véhiculer le sens de mobilité de ses clients avec des termes de location relativement courts et un nombre important de clients. (Danielsson, 2005)
- A l'échelle d'un employé : l'*hotel-office* construit pour et équipé des TIC les plus performants, peut offrir des stations de travail individuelles ou de petits groupes, pour une journée ou quelques heures de travail par jour. Un service de télétravail très prisé par les employés mobiles qui n'occupent leur espace de travail, au siège d'entreprise, que quelques heures par semaine. Les résultats du travail sur terrain des délégués commerciaux, représentants de clientèle, consultants, etc., géographiquement éloignés du siège de l'entreprise, peuvent ainsi être régulièrement transmis au siège et stockés en base de données, sans présence physique nécessaire. Ce type d'hébergement concerne plus les entreprises de consulting. On les appelle aussi télécentres (Moriset, 2004), mettant des équipements de bureautique à la disposition de télétravailleurs dans des zones géographiques relativement isolées.

L'*hotel-office* est donc un édifice de bureaux différent du standard, intégrant les équipements techniques nécessaires à la présence de TIC performants, offrant à ses clients permanence et sécurité des services. La localisation de ces édifices nouveaux semble dépendre de la demande du marché en zones économiquement en ébullition ou en zones isolées plutôt rurales.

I- 2.6.3. Un immobilier nouveau pour le tertiaire supérieur

Aujourd'hui, la nouvelle économie basée sur les TIC a des exigences immobilières nouvelles. En effet, la manipulation d'une quantité incommensurable d'informations de différents types (juridiques, financières, commerciales, technologiques, etc.) par son acheminement, son stockage et son traitement, correspondant à la numérisation d'une chaîne de production, a engendré de nouveaux services et un nouveau secteur qu'on nomme aujourd'hui « le tertiaire supérieur »¹⁴. Ceux sont des métiers parallèles aux métiers d'entreprises dites « généralistes » (production électronique, relation client, service internet, ...) qui se chargent de gérer l'information des entreprises généralistes, qu'on nomme aujourd'hui « infogérance ». Cette gestion s'effectue à travers des plateformes électroniques intégrées, interconnectant l'acheminement par extranet, le stockage au niveau d'une base de données (archives) et le traitement par intranet. Cette gestion est conditionnée par deux exigences majeures de permanence et de sécurité. La permanence doit assurer un fonctionnement et un accès constant aux bases de données de 7jours/24heures (une panne empêchant une entreprise « généraliste » d'accéder à sa base de données pendant dix jours successifs peut engendrer sa faillite dans l'année en cours). Quant à la sécurité, elle est considérée par rapport aux mauvaises intentions humaines et aux imprévisions naturelles, engendrant la prévision d'un « site de sauvegarde et de repli » (« *mission critical/disaster recovery site* »). Selon les moyens des entreprises, ces sites de repli peuvent être des téléports fonctionnant par réseau satellitaire palliant à la rupture du réseau terrestre en fibre optique, comme le téléport de New York qui est un grand « parc d'affaire intelligent » contenant cinq immeubles et occupés par 2100 employés. Il contient un hôtel de télécommunication et un centre mondial de base de données (Merril Lynch). Avec ces exigences de permanence et de sécurité, additionnés aux exigences techniques des installations et de leur gestion et entretien de plus en plus complexes, les services d'une entreprise spécialisée en NTIC sont de plus en plus géographiquement éclatés. _(Moriset, 2003)

Les nouveaux supports matériels des TIC ont ainsi envahi le travail de bureaux avec de nouvelles exigences techniques et dimensionnelles auxquelles les édifices standards (pré ère-TIC) ne peuvent répondre. Parmi ces exigences, on retrouve : les accès indépendants aux différents étages ; le plancher qui doit être conçu pour supporter une grande charge d'exploitation engendrée par les armoires, baies de stockage, ordinateurs centraux, etc. ; la hauteur sous-plafond qui doit contenir le câblage ; le plancher surélevé ; l'équipement de refroidissement ou d'aération à calculer selon ce matériel grand émetteur de chaleur ; la sécurité incendie, etc. D'ailleurs on reconnaît un édifice équipé de NTIC par le nombre important de centrales d'air conditionné implantées au niveau de sa toiture-terrasse et qui

¹⁴ Le tertiaire supérieur regroupe les métiers du « savoir » qui fournissent aux entreprises et aux particuliers des prestations intellectuelles complexes.

sont source de grande pollution sonore pour le voisinage. C'est ainsi que l'infrastructure matérielle et physique des TIC a réuni deux partenaires clés : opérateurs de télécommunication et spécialistes de l'immobilier (promoteurs, entrepreneurs, ...), dans un nouveau marché immobilier d'affaires de grande activité, lançant de nouvelles constructions ou des rénovations selon les exigences techniques des installations. Dans ces constructions nouvelles, on ne parle plus seulement de mètre carré d'occupation au bureau ($m^2/occupant$) mais plutôt d'une nouvelle notion de mètre carré d'armoire à serveurs. Une nouvelle catégorie immobilière d'entreprise est alors née, caractérisée par des édifices énergivores du fait de la grande consommation électrique et la maîtrise climatique intérieure¹⁵. On nomme alors (sans être exhaustif): centre de données (*data center, data warehousing, netcenter, cybercenter*) ; hôtel de télécommunication (*telecom hotel ; carrier hotel*) ; centres de co-location ou centre d'hébergement (*co-location facility, building local exchange carrier*), etc. (Moriset, 2003)

I- 2.7. Synthèse

L'évolution de l'espace bureaux en occident a été, et encore à ce jour, conditionnée par l'évolution combinée de plusieurs composants : l'évolution structurelle de l'édifice qui a libéré sa hauteur ; l'évolution des équipements de confort artificiel qui a libéré la profondeur du plan ; celle de l'organisation de travail qui a libéré l'aménagement cloisonné ; celle des outils de travail qui a libéré l'employé du présentiel physique vers un espace virtuel, etc. Évidemment, ces bons d'évolution ont engendré des excès dès l'adoption des nouveautés. Puis, les effets négatifs ont engendré des remises en cause, comme la remise en cause des hauteurs des gratte-ciel, la remise en cause de l'aménagement en bureaux paysagers, la remise en cause de facteurs ambiants naturels, etc.

Bien que notre objet d'étude dans cette thèse soit l'environnement intérieur de l'espace bureaux, l'histoire de son évolution que nous considérons incontournable, est indissociable de l'évolution des autres composants de l'espace. Situer cette histoire dans son contexte nous a permis de comprendre l'importance des enjeux économiques et industriels qui ont régi l'espace de travail. L'intérêt des usagers comme priorité ne semble pas avoir trouvé grand espace dans cette évolution. Ce constat sera encore plus fort au chapitre II lorsque nous zoomerons sur l'évolution de l'environnement intérieur de travail.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous tentons de retracer une histoire à l'évolution de l'espace bureaux à Alger.

¹⁵ La nouvelle tendance aujourd'hui est au traitement de données dit écologique ou *green computing*.

I- 3. Évolution de l'espace bureaux à Alger

Dans cette seconde partie du chapitre, nous tentons de retrouver un historique à l'évolution de l'espace bureaux à Alger. La rareté, voire l'absence de sources spécifiques à ce sujet, nous a contraints à puiser dans l'ouvrage de Deluz (1988) les parties où il écrit sur l'édifice de bureaux en suivant sa chronologie et le contexte d'évolution qu'il décrit dans son ouvrage.

L'évolution de l'espace bureaux à Alger n'a pas suivi un schéma continu. Depuis le bureau ottoman du « Kadhi », du « Mouhtecib », etc., annexé à la mosquée, au palais ou à la maison ; l'édifice de bureaux occidental dans son tissu urbain à l'occidentale, s'est imposé dans la ville avec la colonisation française. Cet édifice a évolué depuis les années 1830 jusqu'aux années 1950, suivant son évolution en France. Depuis le néo-classicisme jusqu'au modernisme, les théories de l'architecture occidentale ont trouvé site propice à Alger. Puis vint l'indépendance où le cours de l'évolution devait changer.

L'indépendance n'a pas seulement marqué l'évolution mais c'est un renversement important de situation où l'espace bureaux servait de nouveaux usagers d'une culture totalement différente, qui ont tenté de maintenir la gestion de la ville sous le même cadre administratif colonial en rendant droit aux algériens. Le défi était lancé et l'édifice de bureaux était le lieu significatif de la reprise du pouvoir algérien légitime. Face à la rareté des professionnels du bâtiment aux premières années de l'indépendance, une internationalisation de contingence s'est imposée. Mais cette « internationalisation » va continuer après plus de 50 ans d'indépendance non pas sous la contingence mais par choix d'acculturation aux idéaux occidentaux de mondialisation et de globalisation. Aujourd'hui en 2015, Alger se projette en ville du monde à travers un PDAU révisé par un bureau d'étude occidental où les projets d'édifices bureaux intègrent au moins un intervenant étranger dans le processus de sa production, à l'étape de conception ou de réalisation ou de gestion de réalisation ou même de gestion du confort intérieur après livraison.

Cette partie s'organise en quelques sections décrivant l'évolution chronologique de l'édifice de bureaux, depuis l'époque coloniale jusqu'à aujourd'hui en passant par l'époque de l'indépendance et les années 2000.

I- 3.1. L'édifice de bureaux à l'époque coloniale

Deluz (1988) distingue plusieurs périodes d'évolution de l'urbanisme et l'architecture à Alger, durant l'époque coloniale. Il distingue principalement **trois périodes clés d'évolution de l'urbanisme** : **l'urbanisme impérialiste** exprimé par un style néo-classique européen, **l'urbanisme humaniste** exprimé par des tendances stylistiques orientalistes et **l'urbanisme moderne** qui à son tour se divise en deux sous périodes (modernisme d'avant-guerre ; modernisme d'après guerre).

Dans les premiers tissus urbains, étaient intégrés les édifices administratifs par une architecture néoclassique qui se fondait dans le paysage urbain (le parlement, la banque centrale, ...) puis avec les extensions urbaines, les nouveaux mouvements architecturaux (néo-mauresque et moderniste) trouvaient expression libre dans le traitement des façades mais restaient conditionnés par la hauteur, l'alignement, l'horizontalité, le rythme des ouvertures, etc. (La wilaya d'Alger, les immeubles Soccard, Air-Algérie à Audin, etc.). Dans la dernière phase du modernisme, des édifices insolites se distinguaient sur des sites peu-urbanisés (le palais du gouvernement, l'immeuble du Cadastre, l'immeuble des impôts à Mustapha, etc.) ou des sites urbains panoramiques qui accentuaient l'allure de l'édifice insolite (immeuble Maurétania).

I- 3.1.1. Le néo-classicisme européen 1830

De 1830 à 1900, ce fut une architecture importée et très peu adaptée au contexte local (si ce n'est l'intégration d'arcades sur rues, de balcons, ...). « Une architecture classicisante d'appartenance européenne (...) l'architecture officielle de l'empire français en Algérie où la politique de l'empire survécut à l'empire. » (Deluz, 1988, p.30). Une architecture très disciplinée avec une grande ordonnance militaire du front de mer de Chasseriau qui se caractérise par des bâtisses alignées sur rues, rythme d'arcades, gabarits répétitifs, sous-bassement, etc.

Les édifices bureaux comme tout autre édifice du tissu néo-classique se caractérisaient par une cour intérieure, fenêtres sur façades et sur cours intérieures petite profondeur de plan, bureaux cellulaires ou de groupes. Une dépendance marquée du climat extérieur avec des matériaux en pierre, brique cuite, etc. La structure était généralement en pierre avec murs épais, hauteur ne dépassant pas les quatre niveaux. Parmi les édifices de bureaux les plus représentatifs de cette période, figure le siège de l'assemblée nationale (voir fig.14). Une architecture de bureaux qui ne se distinguait pas des édifices résidentiels

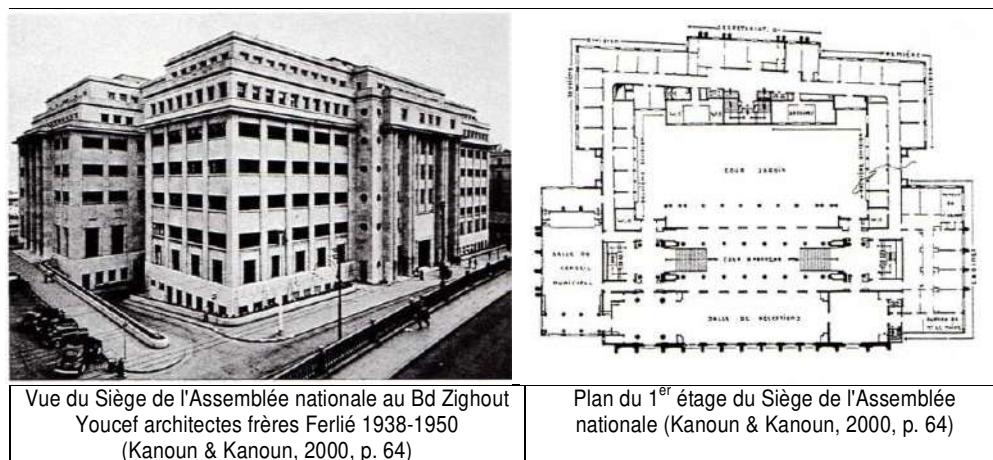


Figure 14 : Exemples d'édifices bureaux du tissu néo-classique à Alger

I- 3.1.2. L'orientalisme 1900

Après l'exposition universelle à Paris en 1889, la structure métallique a été adoptée dans l'architecture française avec habillage en matériaux plus nobles d'époque, notamment la pierre. A Alger aussi, la nouvelle structure a été adoptée offrant une monumentalité intérieure aux édifices, c'est-à-dire que l'enveloppe extérieure est restée conforme aux règles d'urbanisme néo-classique en termes de proportions mais l'intérieur s'est distingué par des dégagements importants d'espaces de réception en double et triple hauteurs tel que l'espace d'accueil de la grande poste. (Deluz, 1988)

Aussi, le style d'expression architecturale à cette période et jusqu'en 1930 s'est distingué par l'adoption de décors de la culture musulmane maghrébine, en vue d'expression architecturale « populaire » pour se rapprocher politiquement du peuple algérien, soumis au terrorisme français d'époque. L'édifice administratif le plus représentatif de cette époque est la « préfecture d'Alger », abritant la même



Figure 15 : La « Préfecture d'Alger » (Kanoun & Kanoun, 2000, p. 48)

fonction encore à ce jour (voir fig.15).

I- 3.1.3. Le modernisme d'avant guerre 1930

Dés 1930, l'architecture néo-classique s'est effacée progressivement et l'orientalisme continua ponctuellement et très rarement. L'endoctrinement des architectes académiciens de l'école néo-classique, se faisait progressivement avec les nouveaux concepts du « Congrès International d'Architecture Moderne –CIAM » et le lancement du mouvement moderne : une architecture détachée de son contexte pour une meilleure hygiène morale et physique. Dans le modernisme d'avant guerre, l'architecture des édifices bureaux se distingua par plusieurs caractéristiques, dont essentiellement :

- de plus grandes ouvertures comme dans la « maison de l'agriculture » (voir fig.16 a) ;
- dans un passage plus progressif depuis le néo-classicisme, par une monumentalité marquée même si l'édifice intègre l'alignement du tissu urbain, comme « l'immeuble du siège de la Shell » au Bd Elkhames (Guion, 1933);
- d'absence d'expression stylistique sur façades, comme la caserne des gardes-mobiles, devenue après l'indépendance « ministère de la défense » au Tagarins d'El-biar (Bienvenu, 1938);
- élimination des cours intérieures et désormais assemblages de barres autour de jardins intérieurs comme dans l'édifice administratif le plus représentatif de cette période : « le palais du gouvernement » (Guiauchain, 1930), considéré à son époque comme étant le mieux intégré à son site (voir fig. 16 b) ;

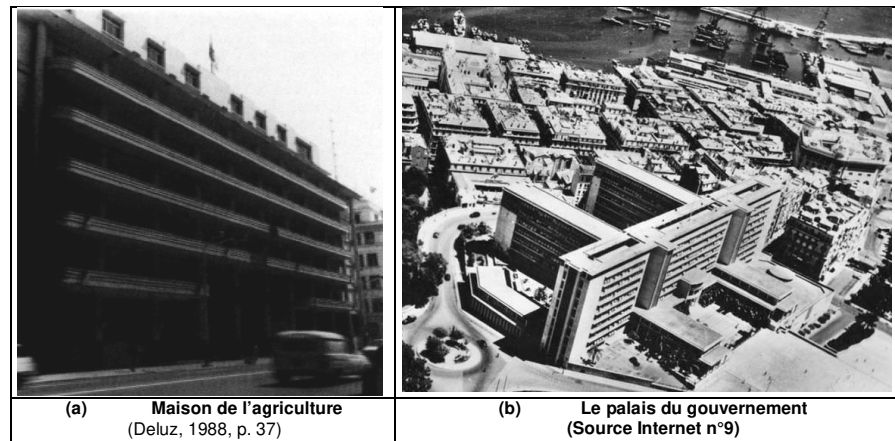


Figure 16 : Le modernisme d'avant guerre

A travers ces caractéristiques, deux types d'édifices se sont distingués à cette période. Ceux intégrés au tissu urbain classique à travers la hauteur, le rythme de façade, l'alignement, comme l'ex-ministère du commerce au Bd V, le ministère de l'intérieur au Bd Ché-Guévara, la maison de l'agriculture au Bd Amirouche, etc. Le second type concerne les édifices qui se sont détachés du contexte urbain sur des sites nouveaux, souvent surélevés et dominants comme le palais du gouvernement à Alger centre, la CNAS à Bougarra (AL-Biar), etc. Les coteaux d'Alger qui étaient des sites à dominance pavillonnaire où l'espace vert dominait, étaient les meilleurs sites d'expression du modernisme qui ont permis aux architectes de révolutionner l'urbanisme néo-classique d'époque.

L'avènement de la seconde guerre mondiale a marqué une coupure de production architecturale entre 1939 et 1945 puis s'est développé le modernisme d'après guerre. (Deluz, 1988)

I- 3.1.4. Le modernisme d'après guerre dès 1945

Comme en Europe après la seconde guerre mondiale, Alger milieu d'expérimentation, va connaître de nouvelles règles d'urbanisme particulièrement dans les nouveaux sites investis. Les caractéristiques clés sont la barre à double façade avec aménagement intérieur en couloir distribuant aux espaces de vie, de part et d'autre. Lorsque la barre ne bénéficie pas d'une double façade urbaine (comme c'est le cas de l'immeuble résidentiel de l'aéro-habitat au Telemly), soumise à un alignement urbain comme le siège de la SONELGAZ au Bd KrimBelkacem sis au Telemly (voir fig.17a).qui bénéficie d'une arrière-cour généralement plantée. D'autres édifices de cette période se détachent du contexte urbain de par leur monumentalité que le site permet comme « l'immeuble Mauretania » (voir fig.17b), ex-ministère des finances (Bize et Ducollet 1952).

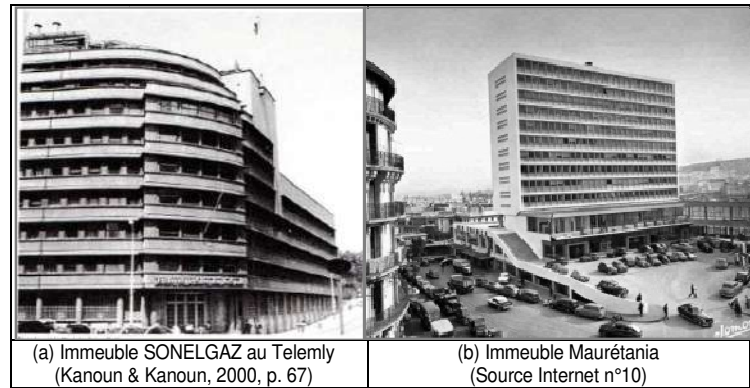


Figure 17 : Exemples du modernisme d'après guerre

Aussi, les édifices du plan SOCARD du Bd du 1^{er} novembre (1950-1955) sont représentatifs de cette période du modernisme, construits conformément à l'îlot avec cour intérieure, qui se développent sur huit niveaux, des ouvertures géométriques répétitives et des façades dépouillées de tout ornement. L'immeuble du Trésor (par Christofle) est représentatif de ce modernisme au quartier de la Marine (voir Fig.18). Ces édifices reflètent « la standardisation de la construction ». (Deluz, 1988)

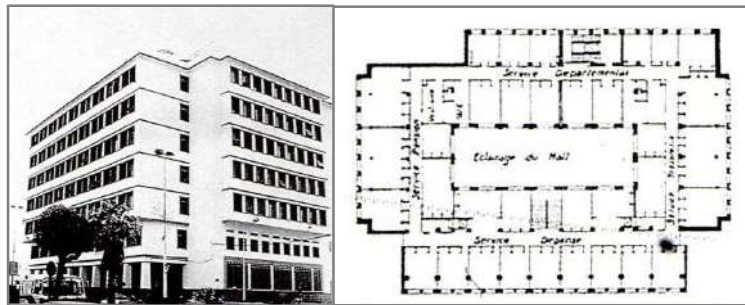


Figure 18 : Immeuble du Trésor, vue et plan d'étage courant (Kanoun & Kanoun, 2000, p. 66)

Jusqu'à la veille de la guerre de libération de 1954 et la découverte du pétrole au Sahara, l'architecture à Alger était « une architecture d'importation (...) authentiquement coloniale » dessinée par des colons natifs d'Alger ou établis depuis longtemps, reflétant « les manières de penser, la culture et l'économie » purement françaises (Deluz, 1988, p.52). Au-delà, commence à s'installer progressivement une architecture de type « néocoloniale, répondant aux besoins d'une colonie purement économique. » (Deluz, 1988, p.52)

Dés 1954, Alger comme toutes les autres villes d'Algérie était devenue un grand terrain d'investissements immobiliers, un site d'expérimentation et de recherche, une sorte de laboratoire grandeur nature. A été créé alors, un instrument d'organisation de la croissance de la ville (AEDAA – Association pour Etude et Développement de l'Agglomération Algéroise, plus connue sous l'Agence du plan) qui se chargeait de réglementer les constructions. A cette période les édifices bureaux étaient des immeubles parallélépipédiques (barres) de formes géométriques pures, des étages hauts assurant vue sur mer avec petite profondeur ou

doublée avec cours. Parmi les édifices représentatifs de cette période : le siège d'administration des eaux et forêts au bois de boulogne, Mouradia (Hansberger, 1957), le Siège SN-Repal du Paradou, Hydra (Luyckx, 1958) et l'immeuble de la CASORAL (Regestre, 1955) du plan SOCARD (voir Fig.19).

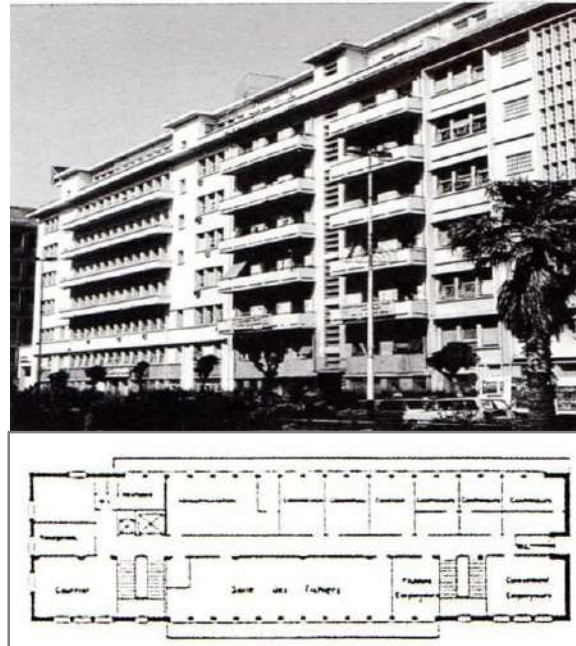


Figure 19 : Immeuble de la CASORAL, vue et plan d'étage courant (Kanoun & Kanoun, 2000, p. 65)

I- 3.2. L'internationalisme après l'indépendance 1962

Dès l'indépendance, les algériens récupèrent toutes les activités tertiaires de direction qui étaient exercées jusque là depuis la France, affiliés à d'autres sièges mères. Mais là, ces édifices qui étaient auparavant des édifices satellites devenaient des sièges sociaux d'entreprises nationales. Avec la centralisation à Alger, la densité dans ces sièges sociaux était un grand problème et Alger se retrouvait par rapport au reste du pays en situation de « sur-tertiarisation » (Deluz, p.109). Se sont alors développés des travaux d'extension en étage d'anciens édifices administratifs, tel que l'actuel « ministère de l'habitat de l'urbanisme et de la ville » (voir fig. 20a) à Ghermoul (Didouche Mourad), l'actuelle banque centrale sur le Bd Zighout Youcef (voir fig. 20b). Ainsi que quelques constructions telles que le petit immeuble de l'armée, au port de l'amirauté conçu par des architectes engagés dans l'action militante (Kopp et Chazanoff, 1964, p.122).

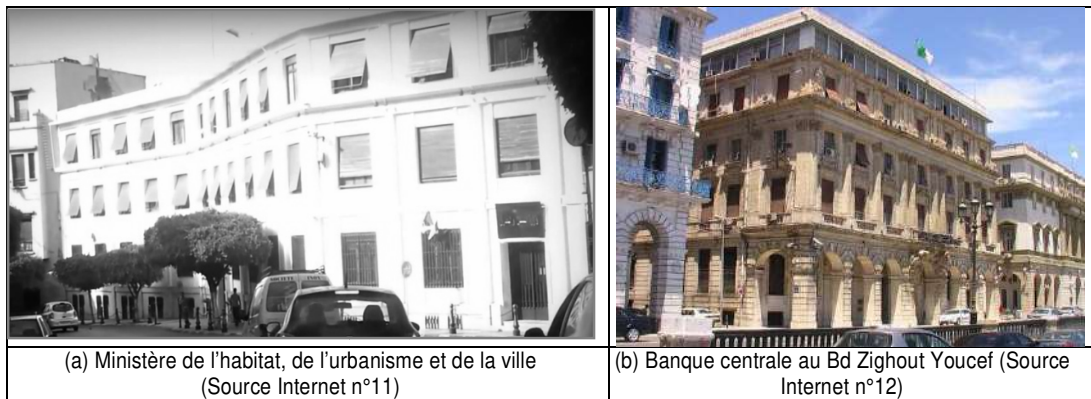


Figure 20 : L'internationalisme après l'indépendance

Ces nouvelles constructions s'inscrivaient dans un cadre juridique et technique français maintenu après l'indépendance (mécanismes du permis de construire, plan directeur d'urbanisme, ...). Le temps était à l'urgence quantitative dans la construction, particulièrement des équipements industriels, sociaux et de formation. Les chantiers abandonnés ont été pour la plupart, repris ou reconvertis, comme l'actuel ministère des transports (ministère du plan auparavant) à El-Biar, qui a été aménagé dans une carcasse de clinique médicale inachevée et abandonnée par les colons en fuite. Ou encore le ministère de la santé (chemin des crêtes) qui est une ancienne clinique convertie (clinique conçue par Juanédas en 1957). Ces opérations de conversion de cliniques en immeubles de bureaux semblent convenir au caractère cellulaire similaire entre l'aménagement des chambres d'une clinique et celui des bureaux d'un édifice administratif. (Deluz, 1988)

Entre 1964 et 1965, il y a eu déblocage de crédits de construction pour près de la totalité des opérations immobilières qui étaient en grande majorité confiées à des bureaux d'études étrangers ou à l'unique architecte algérien de l'époque « Abderrahmane Bouchama ». La première promotion d'architectes est sortie de l'école des beaux arts en 1968 et ce n'est qu'après 6 années de service civil, vers 1975 que les premiers bureaux privés de jeunes algériens se sont installés. Mais avant cette date de nombreux bureaux d'études se sont installés avec des architectes étrangers venus d'Italie, de France, du moyen orient, etc.

Un courant militant pour un style national, s'est défendu sous l'égide de l'architecture de Bouchama, « mais que la révolution technologique a condamné » (Deluz, 1988, p.128). Malheureusement, « le développement, l'industrialisation, l'évolution des mentalités, nécessitent, ..., une certaine forme de rupture respectant les modes de vie mais rejetant les signes d'une tradition statique. Mais la majorité de la production architecturale [à Alger] a bien peu d'attaches historiques ou culturelles. » (Deluz, 1988, p.131). Les opérations de construction à Alger jusqu'aux années 80 (maqam Echehyd, Palais de la culture, ...) si elles ont « par leur ampleur et leur impact sur la capitale, une forte valeur symbolique, chacune, au plan de l'expression stylistique, de par le choix du concepteur et les technologies mises en

œuvre, est plus caractéristique de la personnalité des auteurs, individu, groupe ou nation, que d'une orientation architecturale de l'Algérie. » (Deluz, 1988, p.136)

Malgré les premières promotions d'architectes algériens installés, les opérations importantes étaient encore confiées aux bureaux d'étude étrangers sous concours internationaux, par référence (Pouillon, Niemeyer, Bofill, Tang, etc.) ou sous accords politiques et économiques entre nations (La foire des Pins Maritimes par les chinois, le stade olympique par les hongrois, etc.). Cela a engendré une très forte « internationalisation de l'architecture » (Deluz, 1988, p.125). « Ce système va introduire une internationalisation très forte de l'architecture. Les bureaux, individualisant des architectes ou non, apportent leurs modèles et les projettent dans le cadre algérien, avec un très relatif souci d'adaptation. » (Deluz, 1988, p.125-126)

Après l'indépendance, Alger a continué d'être le champ d'expression stylistique variée caractérisée par le courant de pensée de l'architecte souvent étranger et de la technologie adoptée pour la mise en œuvre. Plutôt que d'être « une orientation architecturale de l'Algérie » (Deluz, 1988, p. 136).

I- 3.3. Une production architecturale perturbée

Depuis la création des premiers bureaux d'études nationaux (ETAU- Architecture ; ECOTEC, BEREG, ...), jusqu'au début des années 80, la conception architecturale a souffert de grandes tensions. Cela a été engendré par la composition hybride de ces BET d'architectes algériens et étrangers (suisses, suédois, égyptiens, hongrois, tchèques, français, ...), une mixité culturelle avec divergences idéologiques et théoriques. Ces BET nationaux étaient tributaires de la main d'œuvre étrangère qui était très fluctuante, entièrement dépendante des délais de contrats de coopération et donc des arrivées et départs d'architectes de toute provenance, attirés par un jeune pays socialiste. Ces architectes « se succèdent sur des projets qu'ils remettent en question, ou qu'ils dénaturent (...), les chantiers souffrent de consignes contradictoires. » (Deluz, 1988, p. 136)

Pour les projets de bureaux que les BET nationaux ne prenaient pas en charge, ils étaient livrés « clés en main » à l'état, par des groupes étrangers qui imposaient dans leurs études des procédés de constructions garantissant au client des prix et délais plus qu'intéressants. Par la suite, ces procédés intégraient les contraintes de production architecturale et un marché d'industrie de composition s'installait. Ce fut le cas des structures métalliques importées au départ en pièces détachées (système Y) pour la construction du centre SONACOME de Châteauneuf à El-Biar. Puis s'en suivit l'installation d'une production locale des structures tridimensionnelles. Cette manière d'intégrer des produits et techniques constructives dans le marché algérien de la construction a perduré dans le temps, particulièrement dans le secteur du logement (préfabrication lourde : « procédé Pascal » ; « procédé vareco », « coffrage-tunnel », ...). (Deluz, 1988)

Jusqu'à aujourd'hui, la production d'espaces bureaux est tributaire de produits existants dans le marché international de la construction où l'architecte algérien ou étranger, doit jouer le rôle du 'bon' consommateur (!). D'ailleurs à ce jour, les façades en murs-rideaux de verre, introduites depuis la fin des années 70 notamment à travers l'ancien édifice du « ministère du commerce », construit en 1975 par les polonais au Ruisseau (voir fig. 21) ; sont tributaires d'un marché à dominance internationale dont les profilés en aluminium restent à ce jour objet d'importation et le verre n'est représenté localement que par une seule entreprise



Figure 21 : Immeuble polonais, 1975 (Deluz, 1988, p. 133)

nationale, depuis 2007 (Mediterranean Float Glass –MFG) dont les normes de production sont européennes (!) vu que 70% de sa production s'exporte à quelques pays d'Europe. Avant 2007 et encore à ce jour, le mur-rideau et autres façades légères, du monde, trouvent un marché propice à Alger.

Aux années 70 furent créés des centres de recherche en architecture et urbanisme, dont essentiellement : « l'INERBA », affilié au ministère de l'habitat et le « CRAU d'Alger » ainsi que le « CURER de Constantine », au sein de l'université. A quelques exceptions près, les études menées par ces centres de recherche ne sortaient pas de leur enceinte. Ils furent d'ailleurs dissous puis remplacés au début des années 2000 par des « **laboratoires** » de **recherche** au sein des universités.

Les circonstances politiques marquantes de la fin des années 80, ont engendré aux années 90, un changement au niveau économique par l'encouragement de l'initiative privée, y compris au niveau du foncier. Les entreprises étatiques aussi, ont bénéficié de cet écho de changement, aux années 2000, en devenant des Entreprises Publiques à caractère Industriel et Commercial (EPIC) et cela a engendré au niveau de l'architecture des espaces bureaux, une liberté d'innovation et d'importation de concepts et de techniques. Un des édifices marquants de ce mouvement est le siège social de la SONATRACH à Hydra (voir fig. 22), occupé en 1999. Il a été conçu par l'ancien BET de l'entreprise même (la SIM-SONATRACH). Le mur-rideau et le *HVAC system* ainsi que d'autres composants de l'environnement intérieur ont été importés de l'étranger.



Figure 22 : Siège sociale de la SONATRACH, 1999, Hydra (Source Internet n°13)

Aussi, la fin des années 90, a été marquée par l'installation d'entreprises multinationales de services : assurances, téléphonie, banques, etc. La concurrence entre ces entreprises s'est aussi reflétée sur l'image architecturale des édifices et le style « international » semble être le plus courant et le plus adopté dans le paysage urbain réel et projeté.

I- 3.4. L'édifice de bureaux depuis les années 2000

A la fin des années 90, l'environnement politique et économique semblait tout à fait propice à l'**importation du « style international »** à Alger et plus encore à l'importation du « *weatherproof building* ». Des entreprises de tous types, qui prenaient en charge les différents corps d'état des édifices bureaux, s'installaient déjà à la fin des années 90. Bien entendu, mis à part les techniques constructives « traditionnelles » ; les équipements et dispositifs de confort et leur entretien et maintenance, les façades légères (particulièrement en mur-rideau de verre) et leur entretien, les installations intérieures de sécurité et surveillance, etc., ne pouvaient être une production nationale, vu la conjoncture politique difficile que traversait le pays. C'est pourquoi, **« l'Importation » était de nouveau la solution de facilité pour ne pas perdre le cap de la « modernité »**. Plus encore, les architectes nationaux ne maîtrisaient pas la composition complexe d'un bâtiment dit « intelligent » et encore moins son fonctionnement. Encore une fois la solution était dans « l'appel d'offre international » qui continue à ce jour et se projette même dans l'avenir, indifféremment dans les administrations privées et étatiques. Le projet ne pouvait donc être attribué qu'à des internationaux, experts en la matière, puisque c'est « leur » concept qu'on importe.

Dans cette section, nous tentons de comprendre comment est perçue et acceptée l'image de l'édifice de bureaux « moderne », dans la population résidente à Alger. A travers un petit sondage, il est clair que l'édifice de bureaux moderne, d'importation occidentale, est l'objet d'une forte « acculturation » et « assimilation » d'idéaux nouveaux gravitant autour de son image. L'importation matérielle des composants de cet édifice idéal à forte résonance

positive, ne peut donc être que facilitée dans le marché local de la consommation architecturale. Cela est bien confirmé dans l'exposition internationale annuelle BATIMATEC que nous avons visité en 2015 pour constat, avec œil vigilant et averti. Au-delà du temps présent, dans le nouveau PDAU révisé en partenariat avec des experts étrangers, Alger est voulue et programmée « ville du monde », « ville méditerranéenne », « ville sud-européenne », « capitale Internationale » ...etc. Une appartenance qui ne prend sens et forme qu'en adoptant des modèles occidentaux, aux deux échelles urbaine et architecturale. « L'internationalisation » semble aller vers son apogée.

I- 3.4.1. « L'acculturation » à l'édifice stéréotype « moderne »

A l'ère où la communication et ses outils ont remis en cause la distance géographique, les concepts et les idéaux ont tendance à se transmettre plus aisément et plus rapidement surtout. Rapoport (2003) considère que l'environnement bâti **est la projection culturelle des idéaux d'un groupe d'usagers**. Le **changement d'idéaux faciliterait donc les changements culturels**. Citons en exemple Alger, où le travail sur micro-ordinateur qui a remplacé le travail sur papier ; ou encore la façade en murs-rideaux de verre qui a remplacé la façade en brique avec fenêtres, ou plus les immeubles de bureaux à grande hauteur qui remplacent les édifices de 5 étages. A mesure que les idéaux changent et que les « cultures » changent aussi, « il se peut qu'elles convergent vers ... des environnements communs » (Rapoport, 2003, p. 95). Comme cela semble être le cas des édifices bureaux dans le monde, au départ sous le « style international » avec de hauts buildings aux façades vitrées, dont l'écho est encore présent à Alger ; ou encore sous un idéal plus générique de « style moderne » qui peut contenir une grande panoplie de variantes, même les plus extravagantes. Sur la convergence des cultures avec la convergence des idéaux, Rapoport (2003) illustre l'idée par l'image périurbaine des zones pavillonnaires de faible densité avec dominance d'espaces verts. Cette image qui reflète un idéal de vie résidentielle est devenue présente dans le monde entier : en Thaïlande, Russie, Turquie, Italie, Algérie, Brésil, ... et sur les affiches publicitaires illustrant ces zones pavillonnaires dans différents pays, l'écriture en langue locale pourrait être le seul indicateur d'appartenance à tel ou tel pays (!).

Les concepts « d'acculturation » et « d'assimilation » semblent donc être très représentatifs de la « modernisation » des villes du monde, comme Alger. Le changement d'idéaux et l'assimilation de schémas et images mentales représentés par l'architecture occidentale semblent faire l'objet d'acculturation de grand nombre de groupes dans le monde. Ces processus d'acculturation, assimilation et **adoption de schémas étrangers peuvent être volontaires** comme c'est le cas aujourd'hui des édifices bureau intelligents et à grande hauteur ; ou ils peuvent être forcés, comme en période de colonisation à Alger ou en période de reconstruction aux premières années de l'indépendance où la conception et la réalisation ne pouvaient qu'être étrangères, notamment occidentale. En adoptant des schémas internationaux, qui a été longtemps le cas à Alger et encore aujourd'hui (!), les normes et valeurs occidentales appliquées peuvent engendrer des formes d'établissement, une architecture du tertiaire et une utilisation de matériaux, semblables et standardisées. Sous les

forces économiques, technologiques et politiques, la convergence est incontournable aujourd'hui, dans toutes les grandes villes du monde. Mais cette acculturation d'apparence, du moins à l'échelle urbaine, **n'est pas synonyme de qualité environnementale intérieure**. Bien au contraire, il semble que les idéaux d'images stéréotypées forcent les contraintes de la production architecturale **aux dépends des considérations d'usage** que vont subir les occupants de ces futures productions. (Rapoport, 2003)

A Alger, afin de sonder les idéaux sur l'architecture des édifices bureaux, vers lesquels convergent les habitants de la ville, nous avons mené une enquête au début des années 2000 (dans le cadre de notre magister), dans le cadre du magister, auprès d'un petit échantillon. A cette époque, les édifices bureaux modernes n'étaient pas aussi répandus qu'aujourd'hui et **les résultats d'enquête semblent expliquer la prédisposition culturelle à accueillir cette architecture nouvelle dans le paysage urbain et l'expansion rapide en une décennie**. Les résultats de l'enquête semblent renvoyer à **une période « d'assimilation » de nouveaux idéaux occidentaux, reflétant une amélioration culturelle**, selon les termes de Rapoport (2003), que nous constatons aujourd'hui bien propagée à Alger. L'échantillon de l'étude a concerné **129 personnes dont 51% de femmes et 49% d'hommes, répartis en six tranches d'âge, de moins de 25ans à plus de 65 ans**, avec un taux plus élevé de la tranche entre 25 et 35ans. Aussi, **trois quarts des répondants (78%) ont un niveau d'instruction universitaire**. (le questionnaire d'enquête est présenté en annexe A)

Les principaux résultats ont montré que l'architecture des nouveaux édifices de bureaux était très appréciée, particulièrement par les plus jeunes (moins de 36ans), pour ses **qualités esthétiques** à l'échelle architecturale (88% apprécient la beauté des immeubles de verre) et urbaine (pour 71%, ces immeubles embellissent la ville). Elle a été majoritairement associée à des **idéaux positifs** (développement, technologie, ...) dont principalement et fortement **« la modernité »** (88%) et cela indépendamment de l'âge des répondants. Cette « modernité » semble s'expliquer par **« le progrès architectural »** (55%), **notamment la technologie associée, et « le progrès économique »** (53%), auxquels elle renvoie chez la moitié des répondants. Plus concrètement, cette architecture de verre renvoie à **l'image de buildings occidentaux**, voire au gratte-ciel occidental. Cela explique aussi le **« progrès économique »** associé et **« la bonne image »** à laquelle renvoie une entreprise qui occupe ce type d'édifice, l'image d'une **entreprise prospère**. A l'issue de ces considérations positives et qualités fortement appréciées par plus de la moitié des répondants, les deux tiers de cet échantillon, particulièrement les plus jeunes (moins de 25 ans), ont **apprécié l'adoption de ce type d'architecture** dans nos villes algériennes (62%). A Alger plus précisément, près des deux tiers (60%) (les plus jeunes aussi), aimeraient qu'il y ait **plus d'immeubles de verre** et visionnent une allure moyenne de propagation, liée à l'allure moyenne du développement économique que vit le pays. Les **résistants** à ce type d'architecture à Alger, l'associent essentiellement à une **intrusion incohérente** et inacceptable dans le **cachet et le style architectural de la ville**, et optent plutôt pour la

construction de **villes nouvelles** avec un cachet plus moderne où ce type d'architecture aurait meilleure place.

Bien qu'en 2003, le nombre d'immeubles de verre à Alger n'était pas aussi répandu qu'aujourd'hui, quelques édifices ont été cités comme représentatifs. Le plus cité a été celui de « la SONATRACH » à Hydra, suivi du « Ministère des Finance » à Ben-Aknoun et enfin les « banques et assurances » privées à Bir Mourad-Raïs. L'immeuble de la « SONATRACH » a fait l'objet d'une étude approfondie sur la qualité vécue de son environnement intérieur (Chabane, 2006).

C'est dire que l'assimilation et l'acculturation à l'image de l'édifice de bureaux « moderne » est un phénomène international qui touche notre ville aussi et cette **convergence d'idéaux** « résulte probablement des **images diffusées par les mass médias** et du statut positif de la modernité» (Rapoport, 2003, p. 131). Cette acception culturelle de l'édifice stéréotype « moderne », semble, entre autres, expliquer sa profusion dans notre paysage urbain que ce soit dans le secteur étatique ou privé. Ce qui nous intrigue dans cette étude, c'est qu'au-delà de cette « acculturation » des habitants profanes dans le domaine, qu'en est-il des professionnels qui doivent être avertis et n'accepter de convergence qu'adaptée à notre contexte local(?). Nous tenterons de répondre à ce questionnement, au fil de cette thèse.

I- 3.4.2. L'édifice « moderne », produit de l'importation

En visitant la 18^{ème} Foire Internationale du bâtiment (BATIMATEC-2015), nous avons constaté que l'importation des composants clés de l'édifice « moderne international », notamment le *HVAC system*, les façades hermétiques à dominance en mur-rideau de verre, les systèmes de sécurité, la gestion informatisée, etc. ; se fait à travers plusieurs voies. A travers **une représentation directe de multinationales étrangères, par importation de produit fini ou par montage local**, comme la représentation italienne spécialisée en *HVAC system* la « Airmec Algérie », installée depuis 1998. Ou bien à travers **l'importation de plusieurs marques de différents pays, par composant de lot du produit à fournir**, comme « Proclim air conditioning », installée en 1996, qui importe de différents pays, différents produits (Italie, Chine, Turquie,...), spécialisée en espaces administratifs et résidentiels. Ou encore, la « SOPREC » qui importe le mur-rideau de verre de plusieurs pays notamment de France ou en composant cette importation entre profilés d'un pays et verre d'un autre et assurant le montage en Algérie. Selon notre constat, il semble que le lot du *HVAC system* ait été le premier lot d'importation par l'intermédiaire de représentants nationaux. Le lot des façades légères devait attendre les années 2000 pour une importation par représentation algérienne. Avant cela, le produit était directement acheté à l'étranger chez des façadiers de renommée (italiens, français, espagnols, etc.). Quelques exemples sont présentés dans le tableau 2 où on peut clairement observer la dominance du marché étranger. Concernant le verre, l'unique entreprise nationale qui produit le verre de façades légères est la « Mediterranean Float Glass –MFG » créée en 2007, qui se dit produire du

verre 100% algérien, même si les additifs de traitement du verre, les normes et les procédés de fabrication sont importés (!) de manière à lui permettre d'exporter 70% de sa production à l'Europe et 30% pour assouvir la demande du marché local (!).

Tableau 2 : Quelques exemples d'entreprises exposant à la 18^{ème} foire internationale BATIMATEC - 2015

Entreprises de Mur-Rideau	Date de création	Produits	Type d'entreprise	Pays d'origine	Edifices bureaux
SOPREC	2000	Façades en mur-rideau	Importation	France	Etatiques Privés
All-Stores	2004	Mur-rideau Menuiserie extérieure Menuiserie intérieure Brise-soleil ...	Importation	Espagne	Privés
SARL Vitre Hachour	2003	Mur-rideau Menuiserie en alumin. Revêtement de façades Façade ventilée ...	Importation (multi-origine)	Espagne Turquie Italie	Privés
Mediterranean Float Glass – MFG	2007	Verre architectural (tous types)	Production Nationale	Algérie	Etatiques privés
ARTE construction systems	2007	Façade en VEA Façade en mur-rideau Façade ventilée Brise-soleil ...	Représentation internationale (turque)	Turquie	Privés
NOD Construction system	2010	Façade en VEA Panneaux composites Revêtements en terre cuite, céramique et pierre naturelle ...	Représentation internationale (turque)	Turquie	Privés
Entreprises d'Air-conditionné	Date de création	Produits	Type d'entreprise	Pays d'origine	Edifices bureaux
Condor		HVAC system + ... (tous secteurs)	Production Nationale	Algérie	Etatiques Privés
Airmec Algérie Distributeur exclusif	1998	HVAC system (secteur médical)	Représentation étrangère	Italie	Etablissements sanitaires
Proclim Air-Conditioning	1996	HVAC system + sécu. incendie (tertiaire et résidentiel)	Importation (multi-origine)	Italie Chine ...	Etatiques privés
COMATEC	2009	HVAC system + ... (tous secteurs)	Représentation étrangère	France	Etatiques Privés
GlobalCold	2010	HVAC system + sécu. incendie (tertiaire et résidentiel)	Importation (multi-origine)	Europe Asie	Privés

A l'issue de notre visite, se **sont dégagés cinq créneaux composant l'édifice de bureaux moderne à Alger**. Le premier créneau concerne l'enveloppe légère, notamment en mur-rideau de verre, puis le second créneau du **HVAC system**, puis le créneau **de sécurité** (surveillance, ...), celui **de gestion du bâtiment intelligent** (par système informatisé) et enfin le créneau **d'aménagement intérieur** (faux plafonds, cloisons, éclairage, ...). Pour les quatre premiers créneaux, le marché est dominé par des entreprises européennes quant au dernier créneau, les entreprises asiatiques sont en force, notamment celles chinoises. Ce constat est

loin d'être négligeable dans la mesure où chaque créneau est un produit nécessitant gestion et entretien que seul un producteur peut assurer ou déléguer. Cela engendre forcément une forte dépendance au marché d'importation, à des prix élevés qui nous laissent perplexes devant **l'amplitude de l'enjeu économique aux coulisses d'une acculturation et une assimilation d'idéaux, autour de l'édifice « moderne »**. Si seulement tout cela se faisait dans l'intérêt des usagers, premiers et derniers concernés par l'espace de travail. Malheureusement, en visitant les stands des exposants, seules des images de grande qualité d'impression montrant des édifices dans des contextes urbains, étaient affichées comme référence de réalisations, un CV d'entreprise. **Aucune mention n'était faite sur les effets de tels procédés ou produits sur le vécu des usagers-consommateurs, leur santé ou leur bien-être, même pas sur leur productivité au travail (!)**. Un détachement total de la qualité d'espace à engendrer, un décalage tel, qu'une image de bonne qualité d'impression et une carte de visite suffisaient à appâter les professionnels du bâtiment, particulièrement les architectes. Pour une 18^{ème} foire annuelle, cela nous a fortement interpellés car **si dès les premières foires d'exposition, les architectes réclamaient des études d'impact, ou d'effets sur les usagers, les exposants auraient répondu à la demande les foires suivantes**. Mais il semble que tout le monde joue le jeu sans trop susciter de détails : si le produit a marché AILLEURS c'est suffisant et on est prenant (!). Au fil de cette thèse, nous découvrirons les enjeux réels d'une qualité intérieure à engendrer dans un espace de travail et qui devraient constituer une grille de sélection de tout produit ou procédé à adopter dans l'intérêt de l'utilisateur en priorité. **Face au flux important d'importation, les architectes et autres professionnels du bâtiment ne devraient être que plus exigeants.**

I- 3.4.3. L'édifice de bureaux en perspective dans le PDAU d'Alger

Depuis le milieu des années 2000, une révision du PDAU d'Alger a été entreprise par la Wilaya d'Alger, soumise à un bureau d'études portugais nommé Parque EXPO. Dans cette révision, la projection temporelle s'étale sur 20 années de développement territorial en quatre phases depuis 2009 à 2029. Un ensemble d'opérations urbanistiques ont été prévues à travers la concrétisation « d'une série de projets emblématiques de réhabilitation et de régénération urbaine [...] **comme capitale agglomératrice, à la pointe du développement du pays**, projetant simultanément vers l'extérieur l'image d'une ville, d'une région et d'un pays ouverts au monde et aux autres. » (PDAU, 2011, p. 17)

Quatre échelles de développement sont visées pour Alger : ville monde, ville capitale, ville polycentrique et ville de proximité. A l'échelle -ville monde-, Alger est considérée « comme espace ouvert sur l'extérieur ... comme pôle urbain important ... **qui s'intègre progressivement aux processus de globalisation** » et doit être dotée de « nouveaux équipements de niveau supérieur ... lui conférant une **plus grande visibilité et compétitivité externe** ». Quant à l'échelle -ville capitale-, elle est « **espace moteur de progrès économique**. D'où la nécessité de doter Alger de fonctions hautement différenciatrices et qualificatrices ... qui renforcent son rôle en tant que centre représentatif des institutions et des entreprises. » (PDAU, 2011, p. 20)

Dans cette révision du PDAU d'Alger, le master plan repose sur six piliers du développement (**développement économique**, ouverture de la ville au monde, cohésion territoriale, environnement, modèle territorial et gouvernance), dont le premier pilier qui nous intéresse ici et qui porte sur le « développement économique, compétitivité, emploi ». Chaque pilier contient plusieurs **projets structurants** dont ceux offrant services et administrations des affaires des citoyens (couleur bleu dans la légende d'illustrations de l'annexe-B). Parmi ces projets, le **Couloir logistique d'industries et de services d'Alger**¹⁶ et qui concerne les zones de Bir-Touta (plate-forme agro-alimentaire), Bab-Ezzouar (centre d'affaires) et Rouiba-Reghaia (plate-forme logistique) ; la reconversion et le réaménagement du port d'Alger ; les services et administrations de la nouvelle ville de Sidi-abdellah ; ainsi que le nouveau siège de la Wilaya d'Alger. Dans le processus de réalisation du « **couloir logistique d'industries et de services d'Alger** », fut considéré le modèle « **clé en mai** » avec un estimatif de 50% du projet à réaliser entre 2015 et 2019 et 100% entre 2020 et 2024. (PDAU, 2011, pp. 25-26) :

Parmi tous ces projets, nous nous intéressons particulièrement à celui qui contient **le plus grand nombre d'espaces bureaux et qui est « le quartier d'affaires de Bab-Ezzouar »** (voir fig. 23). Il est considéré comme **un projet levier pour le développement de la capitale** de par sa situation urbaine, près de l'aéroport, de l'autoroute et de la gare ferroviaire, d'équipements universitaires et de nouveaux quartiers résidentiels. L'envergure du projet est de 70 hectares, doté d'une capacité de **1,5 millions de mètres carrés de bureaux** pour le secteur tertiaire, accueillant des sièges d'entreprises nationales et internationales, assurances, administrations, etc. Le projet qui a été inauguré en avril 2006, est conçu pour dynamiser la ville d'Alger en décentralisant les pôles d'attractivité et voué donc à une mixité de fonctions attrayantes pour toute la population, à travers des équipements de loisirs, de commerce, des hôtels ainsi qu'un centre de congrès et un parc urbain. L'envergure de ce projet est très importante engendrant près de 30.000 emplois avec une capacité d'accueil de 50.000 visiteurs par jour. (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012)

¹⁶ Ce projet logistique correspond au projet structurant n°2 du premier pilier. Son montant prévisionnel d'investissement où le quartier d'affaires de Bab-Ezzouar est le pôle de services, est de 1.76 milliards de dinard algériens avec un estimatif de 100 millions DZD/hectare d'intervention avec totalité des phases depuis l'acquisition des terres, jusqu'à la livraison des structures à occuper. (Données récoltées de documents exposés à la mairie d'El-Biar, mon lieu de résidence, pour consultation publique du nouveau PDAU)

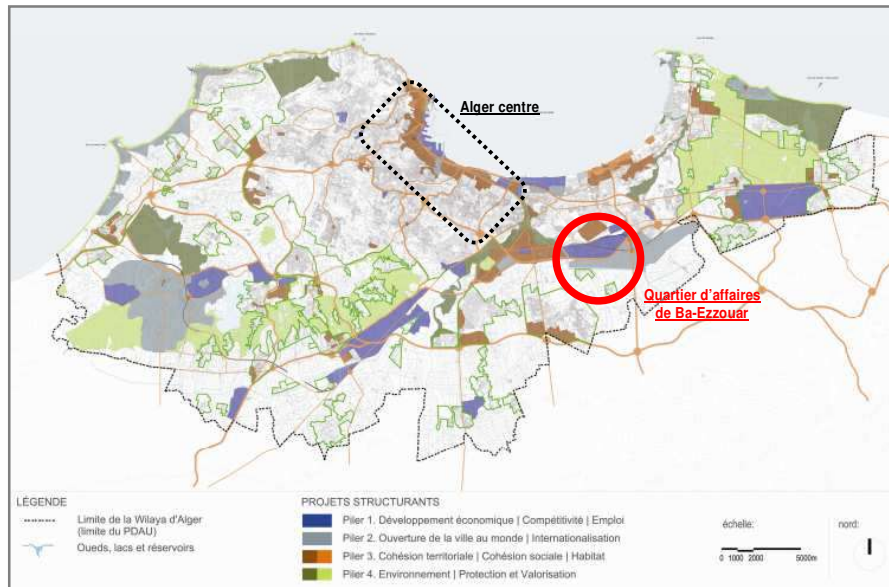


Figure 23 : Emplacement du quartier d'affaires de Bab-Ezzouar (PDAU, 2011, p. 26)

Ce projet est géré par une entreprise nationale l'AGERFA (Agence de Gestion et de Régulation Foncière Urbaine d'Alger), en tant qu'opérateur-aménageur. A titre d'exemples, nous citons quelques projets dans ce quartier d'affaires : réalisés, en cours de réalisation ou pas encore entamés (voir Fig. 24). Il est à noter que **le concept « d'internationalisation » est très fort dans ce quartier au vu de la grande diversité internationale des maîtres d'œuvres et des entreprises de réalisation**. Comme le cas du siège social de « l'ATM-Mobilis » et celui « d'Algérie Poste », livrés « clé en main » par un BET étranger tunisien (SCET) et réalisés par une entreprise étrangère chinoise ; le cas aussi du siège social de la « CMA-CGM Maghreb » (Compagnie Maritime d'Affrètement-Compagnie Générale Maritime) conçu par un BET étranger libanais et réalisé par une entreprise chinoise; ou encore le projet du « complexe de la *Trust Real Estate* » où sont prévues cinq tours de bureaux sur neuf tours (4 tours d'hôtels), conçu par un BET étranger turque.

Siège de la CMA- CGM Maghreb	Siège social d'ATM- Mobilis	Complexe de la Trust Real Estate	Siège social d'Aigle-Azur
			
Occupé depuis 2001	Occupé depuis 2011	En cours de réalisation	Pas encore entamé

Figure 24 : Quelques exemples de projets dans le quartier d'affaires de Bab-Ezzouar (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012, pp. 247-254)

La figure composée 24 montre clairement le patchwork d'édifices indépendants sous l'égide non pas d'une **internationalisation conjoncturelle**, comme ce fut le cas aux premières années de l'indépendance, le temps que des BET nationaux s'installent ; mais plutôt sous l'égide d'une internationalisation souhaitée, projetée et **programmée**. Une Alger globale, mondiale et internationale c'est là l'intention clairement décrite et écrite. Cela ne peut que mieux expliquer « l'internationalisation » du marché du bâtiment, constatée à la foire d'exposition (BATIMATEC-2015). Avec cette vocation « internationale » pour Alger, le marché ne peut être que propice pour les entreprises étrangères, mais semble t-il sans grande visibilité sur l'usager et la qualité vécue dans l'espace produit au final.

Au-delà de ce constat pour les édifices bureaux, en feuilletant la revue spéciale de « vies de villes » consacrée aux projets du nouveau PDAU d'Alger (hors série n°3, juillet 2012), nous avons été étonnés de voir l'enveloppe prévue pour les projets de parkings (fig. 25). Les chercheurs vont devoir interroger de nouveau usagers « les voitures » sur la qualité environnementale intérieure des parkings (!).



Figure 25 : Exemples de parkings en projets à Alger (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012, pp. 260-270)

Des édifices à l'allure d'immeubles de bureaux, où **la confusion d'identité urbaine est incontournable**. Les idéaux autour du mur-rideau de verre tels que la modernité, le progrès économique et la prospérité (revoir sous-section I- 3.4.1 "L'acculturation à l'édifice stéréotype "moderne") semblent **mis en turbo à travers des façades trompe-l'œil pour (embellir) la ville, aux dépends de l'identité urbaine des bâtisses composant le tissu.**

L'anonymat stylistique et l'industrie du verre semblent s'imposer en enjeux dominants faisant passer l'architecture urbaine au dernier plan, que dire alors de la qualité environnementale intérieure (?!).

Cette même confusion existe déjà à travers des établissements universitaires (voir fig. 26) et des établissements sanitaires ; mais avec confusion des parkings (!) cela nous semble plus difficile à accepter.



Figure 26 : Exemples de projets d'universités ressemblant à des édifices de bureaux (Amrouche, Rached, & Aït Younes, 2012, p. 220; 229)

A travers cette **propagation effrénée de l'usage du mur-rideau de verre dans des projets urbains**, la brique cuite va bientôt devenir un matériau obsolète « vieillot » et « dépassé » à connotation péjorative. Des enveloppes en verre **qui ne pourront que mieux nourrir le marché international du mur-rideau de verre, de l'air conditionné, de l'entretien des façades, etc.** Au constat d'une telle frénésie, nous nous interrogeons sérieusement sur le silence des responsables administrateurs et particulièrement des architectes et urbanistes en exercice.

Face à toutes ces données sur l'édifice de bureaux à Alger, depuis les années 2000, une synthèse d'impose avant de passer aux édifices de bureaux étatiques et privés.

I- 3.4.4. Synthèse

Depuis les années 2000, l'architecture à Alger semble fortement dictée par des enjeux économiques et industriels. Sous l'acculturation rapide aux idéaux de « mondialisation », « globalisation », et « modernité », le marché international des créneaux de l'édifice de bureaux ne peut être que prometteur. Alger et bien entendu toute les grandes villes du pays et forcément par écho, même les petites villes, sont devenues un site opportun à « l'investissement architectural ». « L'usager », la « qualité intérieure », la « qualité vécue », etc. semblent devenir des idéaux dépassés qui ne gravitent plus aux premiers orbites de l'architecture moderne ; mais plutôt aux orbites les plus éloignés, cédant place au prestige et à l'image, au point de virer à la confusion d'identité urbaine entre parking, université et édifice de bureaux.

Cela nous laisse perplexes(!) et fortement tentés de croire à « la théorie du choc », complotée par l'occident, que l'Algérie aurait subi durant plus d'une décennie, afin d'ouvrir pleinement ce marché international dans tous les domaines, œuvrant à créer une dépendance totale de l'occident, ses idéaux et ses produits. Au-delà de nos croyances et nos convictions et bien que ce constat soit effrayant, la réalité est là et l'espace intérieur de travail engendré par cette « pseudo » architecture, existe et est notre centre d'intérêt dans cette étude. Nous ne nous arrêterons pas à ce constat et nous tenterons d'aller plus en profondeur au cœur de la qualité environnementale intérieure des espaces bureaux au fil des chapitres suivants.

I- 3.5. L'édifice de bureaux étatique

Depuis les années 2000, les administrations ministérielles de l'Etat algérien ont opté pour une décentralisation et un décongestionnement du centre-ville colonial en s'installant dans des quartiers périphériques, dans de nouveaux sièges modernes. De nouveaux pôles administratifs ont alors émergé, à Ben-Aknoun par l'implantation du ministère des finances en 2003 (Alger centre, immeuble Mauretania auparavant), à Bir Mourad-Raïs par l'implantation du ministère de la communication en 2004 (ce site d'implantation était déjà investi par des entreprises financière privées), au val d'Hydra par le ministère de l'énergie en 2006 (Alger centre, Ghermoul auparavant), à Kouba par le ministère des affaires étrangères en 2012 (A El-Mouradia, auparavant), etc. Ces sièges, **vitrines de l'Etat algérien dans une capitale** à la fois politique, économique et sociale, ont opté pour une **architecture « moderne »**, à travers l'anonymat **du « style international »** qu'expriment souvent les façades **en mur-rideau de verre** (ministère des finances, de la communication, du commerce, ...), ou à travers **un historicisme stylisé** exprimé à l'échelle du projet par des concepts d'axialité, de cour intérieure, d'intégration de la nature, etc. (ministère des affaires étrangères), ou seulement à l'échelle des façades par le traitement des ouvertures, des soubassements, encorbellements, etc. (ministère de l'énergie). Néanmoins, **ces édifices ont opté pour la formule du Bâtiment Intelligent -BI, équipé d'un HVAC system et géré par la technologie informatique**. D'autres sièges vont émerger dans les années à venir, notamment le futur ministère de l'urbanisme et de l'habitat, le futur siège de la Wilaya d'Alger, etc.

Outre les administrations étatiques, les entreprises nationales fournisseurs de services comme la SONATRACH, Algérie-Poste, Algérie-Telecom, l'Agence Nationale du Métro (voir fig. 27a), SONELGAZ, etc.; ont aussi construit des sièges sociaux en dehors du centre-ville pour toute l'entreprise (comme la SONATRACH à Hydra) ou certaines de leurs filiales (siège de ATM- Mobilis à Bab-ezzouar, filiale d'Algérie Telecom ;siège de la GRTE à Barraki, filiale de la SONELGAZ, ...). Ces sièges aussi ont été construits, pour la plupart, **sous l'expression anonyme du « style international »** à travers des façades réfléchissantes en mur-rideau de verre, ornées de quelques détails historicistes comme le siège d'Algérie-Poste à bab-Ezzouar (fig. 27b) ou parées d'une structure brise-soleil même sur façade orientée

nord (siège Mobilis à Bab-ezzouar). Les façades en verre sont fortement présentes avec un intérêt prononcé porté à l'esthétique du bâtiment.



Figure 27 : Exemples d'édifice étatiques depuis les années 2000

La procédure « clé en main » est aujourd'hui encore très présente au niveau de la livraison des édifices de bureaux, même ceux administratifs étatiques (Ministère de l'énergie, Ministère des finances, Ministère des affaires étrangères, siège social de l'ATM-Mobilis, ...). Dans ce contrat « clé en main », où le maître d'ouvrage (administration ou entreprise étatique) est nommé « donneur d'ouvrage » et l'entreprise chargée de la production architecturale est nommée « fournisseur unique » plus connue dans l'administration algérienne sous « maître d'ouvrage délégué », **le « donneur d'ouvrage » n'a affaire qu'à une seule entreprise qui prend en charge le projet depuis sa conception, à sa réalisation et le livre enfin au donneur d'ouvrage, prêt à l'usage (« clé en main »)**. Mais à Alger cette formule classique, incluant la conception du projet, ne semble pas être très courante. **La conception du projet est souvent dissociée de sa réalisation**. En effet, dans le cas du ministère des finances ou le ministère de l'énergie ou même le ministère des affaires étrangères, **le « donneur d'ouvrage » a affaire d'abord au maître d'œuvre, qu'il délègue par la suite au « maître d'ouvrage délégué » ou ce qu'on appelle aujourd'hui l'entreprise « d'Engineering et de construction »**. **La conception du projet est souvent lancée sous concours international**, puis une fois le projet sélectionné, la réalisation est remise à **une entreprise d'engineering, souvent étrangère qui se charge de toute la procédure de réalisation jusqu'à la livraison « clé en main »** et c'est d'ailleurs cette entreprise d'engineering qui rémunère le BET chargé de la conception. Le ministère des affaires étrangères, par exemple, a été conçu par un BET algérien, « Faïdi & Bouchama », après concours international. Puis une fois le cahier des charges détaillé et établi par le BET, selon les besoins du ministère, il passe sous la coupe de l'entreprise chinoise d'engineering et de construction la CSCEC (*China State Construction Engineering Corporation –CSCEC*). Dans l'évolution du projet, depuis le lancement du concours en 2004, au début des travaux de réalisation en 2006, la « clé en main » est passée à une entreprise française nommée « *Mercure Engineering & Construction* » (voir Annexe-C) et la CSCEC n'a gardé que son statut d'entreprise de construction (Amrouche & Assari, 2007). Ce fut le cas aussi du

ministère des finances dont le BET chargé de la conception était national, le BEREP (Bureau d'Études de Réalisations et d'Engineering de Projets), l'entreprise de construction était égyptienne « *Arab Contractors* » et l'entreprise d'engineering était canadienne « SNC-Lavalin »¹⁷, livré aussi « clé en main » en 2003. Le cas aussi du ministère de l'énergie, conçu après concours international par un BET tunisien nommé « TEK » et livré « clé en main » en 2005 par l'entreprise algéro-américaine « *Brown & Root Condor –BRC* »¹⁸. Aussi, le siège social d'ATM- Mobilis et le siège social d'Algérie Telecom (quartier d'affaires de Bab-ezzouar), tous deux conçus par un BET tunisien « SCET -Tunisie », réalisés par l'entreprise chinoise CSCEC et livrés « clé en main » en 2011.

Le constat de « l'internationalisation » est très fort, sur toutes les phases de la production d'espaces bureaux, depuis la conception à la livraison, et comme nous le verrons plus loin au fil de cette thèse, **cela va même à la gestion et la maintenance du confort intérieur**. Il ne reste de local, semble-t-il que quelques matériaux locaux pour construire la carcasse de l'édifice (puisque'il existe le béton français, espagnol,... ainsi que l'acier russe, turque, etc. ; peut-être que seule la brique cuite est locale) ; ainsi que les USAGERS.

I- 3.6. L'immobilier tertiaire privé

L'espace bureau privé à Alger, est devenu aujourd'hui un créneau immobilier opportun. Propriété d'une entreprise privée ou d'un promoteur immobilier privé (national ou international), la location d'espaces à une ou plusieurs entreprises est devenue une source de grande rentabilité économique (siège social des assurances « 2a » à Hussein Dey, Tour « ABC » à Mohammadia, la tour « CMA-CGM Maghreb » à Bab-ezzouar, la tour « KPMG Algérie » à Bab-ezzouar, etc.). Dans les anciennes bâtisses rénovées comme le « Centre d'affaires Multiburo » à l'amirauté (quartier de la marine), le système d'aération ne suit pas toujours la modernisation des espaces de travail. Sont plutôt maintenues des unités de chauffage et refroidissement par espace cloisonné ou par zone dégagée (souvent nommée « plateau »), accompagnant une aération naturelle. Quant aux édifices nouveaux, construits depuis le début des années 2000, le *HVAC system* est un équipement de base. Ce système artificiel d'aération est souvent centralisé et dans les édifices occupés par une seule entreprise (« l'Algérienne des Assurances 2A ») la gestion des facteurs d'ambiance intérieure est relativement plus facile que dans les édifices multi-locataires (Tour « World Trade Center Algeria », la tour « CMA-CGM Maghreb »). Dans ces derniers, la centralisation du *HVAC*

¹⁷ Entreprise canadienne (depuis 1911), implantée en Algérie pour fournir des services d'ingénierie et de construction.

¹⁸ Brown & Root Condor (BRC) : une entreprise mixte algéro-américaine créée en 1994, entre le groupe algérien SONATRACH et la division de construction "Brown & root" de la compagnie américaine Hulliburton. Cette entreprise a été dissoute en 2007. Aujourd'hui la division américaine a fusionné avec une autre division d'ingénierie, sous le nom de *Kellogg Brown & Root*.

system indispose souvent le propriétaire gestionnaire de l'immeuble par des demandes divergentes d'ajustement de température, parmi ses différents locataires. La décentralisation du *HVAC system* serait une solution, mais très coûteuse donc pas très courante. Puisque le *HVAC system* reste un produit importé, il est donc difficile d'évoluer comme en occident vers une décentralisation par étage ou par zone de location.

Dans cet immobilier du tertiaire privé, le plan libre (un ou plusieurs étages, ou partie d'un étage) est le plus adapté à la location où les locataires présentent aux propriétaires-gestionnaires de l'immeuble un plan d'aménagement qu'ils approuvent ou révisent par rapport à une installation technique et sécuritaire préexistante (câbles, gaines, tuyaux, ...). L'immeuble de locataires originellement en boîte vide, se remplit alors de différentes configurations d'aménagement spatial, mobilier et couleurs. Ces immeubles multi-locataires, attirent leur clientèle par la mise à leur disposition d'espaces de parking, consommation (restaurant, cafétéria, ...) et de détente ou loisirs (sport, ...), particulièrement dans des zones isolées, mais surtout de technologies de communication à grande performance (fibre optique, ...), à la hauteur de la demande des clients, souvent étrangers.

La configuration spatiale intérieure des espaces bureaux étatique est à dominance « cloisonnée ». Dans le privé, lorsqu'une même entreprise algérienne occupe tout l'immeuble, la dominance est aussi aux bureaux cloisonnés (individuelles ou partagés). Mais lorsqu'il s'agit d'une entreprise étrangère occupant un espace dans un immeuble ou tout un immeuble, l'aménagement des bureaux suit souvent l'organisation de travail de cette entreprise. Les concepts d'aménagement sont aussi importés, et parfois même le mobilier de travail. Une représentation totale de l'entreprise, jusqu'au plus petit détail (couleur de la moquette par exemple). On peut donc retrouver, très souvent, des aménagements en bureaux « paysagers », plus rarement en « combi-office » et même en « *flex office* » lorsqu'il s'agit d'une entreprise nord-européenne.

Le télétravail sous sa forme courante en occident, à partir de la maison de l'employé ou à partir de « télécentres » ou « *data centers* » des zones isolées, est une formule très rare, voire inexistante à Alger dans le secteur étatique, car **le statut de télétravailleur n'existe pas dans la nomenclature officielle**. Cependant, dans le secteur privé, près d'une cinquantaine de télétravailleurs officiels, travaillant à domicile, ont été recensés, spécialisés dans le secrétariat et la traduction. Aujourd'hui, avec l'installation de multinationales étrangères, l'immobilier tertiaire privé, se doit d'offrir aux clients-locataires une plateforme développée à travers les nouvelles Technologies de l'Information et la Communication TIC. **La rentabilité de cet immobilier privé n'est pas basée uniquement sur des clients-locataires à long terme mais aussi sur la location à la journée**, ou au mois, d'espaces équipés de ces **technologies, offrant ainsi une infrastructure au télétravail**. Cette location nommée « flexible » : à la journée, au mois ou à l'année ; offrant aux clients des bureaux équipés, des bureaux virtuels, des salles de réunion ou de vidéoconférence, ainsi que des services à la carte (traduction, conseil juridique, secrétariat, etc.) ; fait des immeubles privés multi-locataires, des « *hotel-office* », exerçant le « *hotelling* » (revoir la sous-section I-2.6.2 Le

"hotel-office" ou *hotelling*). Cette forme d'immobilier privé était relativement rare aux années 2000, mais à tendance à se développer dans les quartiers d'affaires, notamment celui de bab-ezzouar où les entreprises privées propriétaires de leur édifice sont conditionnées par le cahier des charges de la zone d'implantation qui dicte une emprise au sol et un nombre d'étages, totalisant une surface de bureaux beaucoup plus importante que les besoins de l'entreprise-même (CMA-CGM, KPMG, ...). L'édifice, portant le nom de l'entreprise propriétaire, adopte alors le concept du « *hotelling* » afin de rentabiliser son investissement immobilier et pour les locataires, une domiciliation dans l'édifice d'une grande entreprise internationale, est signe de prestige.

I- 3.7. Synthèse

A Alger, on n'en est pas encore à la libération de l'espace physique pour un espace virtuel. L'espace physique de bureaux est encore centre d'enjeux économiques et industriels importants. Il est semble t-il **l'objet prometteur en expansion, d'un marché d'importation non négligeable, en attendant la production locale qui tarde à venir**. L'adoption du style international aux façades anonymes, semble dicter cette tendance où **le prestige et l'image de l'entreprise occupant un édifice, dépasse toute autre considération d'ordre architectural et urbain**. Comme le nomment si bien Salingaros et Masden II, **Alger subit depuis la fin des années 90, le « courant hégémonique d'esthétisation »** propagé dans le monde (Salingaros & Masden II, 2007). La critique visionnaire de Deluz (2010) est très représentative de ce constat aujourd'hui. Les édifices bureaux sont considérés comme formant un style monumental dominant, sujet à « des tendances insidieuses traduisant chacune l'ostentation des pouvoirs qui les expriment » (Deluz, 2010, p.375). Ces édifices sont considérés comme étant « **des blocs de verre que l'on copie sur le modèle international des grands immeubles d'affaires**. Ils expriment de façon très forte l'esprit de la forteresse moderne – la caisse étanche et infranchissable **où sont protégés les richesses et les gouvernants isolés de la société dans leur air conditionné**. A Alger, ce sont le siège de la Sonatrach, le ministère des finances. Il y en aura malheureusement beaucoup d'autres. (...). D'une apparente banalité, cette formule cache une **redoutable banalisation de la ville**, une négation de sa beauté. » (Deluz, 2010, p.375)

L'adoption inconditionnelle d'idéaux occidentaux basés sur l'intérêt économique aux dépends du bien-être des populations, est à remettre en cause. Autrement, l'édifice de bureaux tout comme l'habitat ne serait que « de la mise en boîte et l'architecture l'art de l'emballage et ce, **du fait de la prétention à la rendre universelle c'est-à-dire internationale et en fait, livrée aux mécanismes du capital international (...). Ainsi, l'architecture déracinée, délocalisée du point de vue de son rapport au site et de ses références historiques, en voulant être de partout, est devenue une architecture de nulle part**. » (Ougouadfel, 1993, p. 18)

L'importation d'idées, de modèles, de procédés et de technologies du bâtiment semble devenir une tradition locale à Alger. En lisant le livre de Deluz (1988) sur l'évolution de

l'architecture à Alger, notre ville semble avoir été un site d'expérimentation internationale et continue à l'être. Dans le secteur privé cela est tolérable mais dans le secteur étatique, cela est discutable. Les institutions publiques devraient refléter le ton d'une architecture adaptée à la culture de la population locale, même si cela est démodé et dépassé. Il est clair que ce ne soit pas la demande des concepteurs qui forme l'offre du marché, mais plutôt le contraire. L'état de conscience des professionnels, notamment les architectes, est impératif pour ralentir les effets négatifs de cette internationalisation effrénée. Théoriquement cela semble facile, mais que faire devant les vagues d'un Tsunami alimentées par une acculturation de la population à la modernité occidentale et un marché international qui pousse les portes d'une production locale très faible.

Avec quelques décennies de retard, Alger est à l'ère du « *weatherproof building* » et de la « flexibilité immobilière ». La flexibilité spatiale concerne surtout les édifices-hotels multi-locataires, mais autrement, **l'aménagement cellulaire est le plus courant**. Heureusement que cette architecture **suit plutôt la tradition nord-européenne**, par des hauteurs et des profondeurs de plan moins importantes que celles de la tradition américaine et un **souci d'éclairage naturel des espaces bureaux à travers une largeur conséquente du plan** (les blocs des assurances de Bir-Mourad-Raïs, le ministère de la communication, le siège social de Mobilis, etc.) ou l'intégration de **patios et puits de lumière** au volume de l'édifice (le siège d'Algérie-Poste, le ministère des finances, le siège social de la SONATRACH, etc.). Ces quelques éléments positifs peuvent aspirer à conserver l'essence même de toute architecture qui est de « servir l'utilisateur » de l'espace produit, en lui assurant sécurité et bien-être. Nous tenterons de comprendre comment procéder à conserver cet essence au fil des chapitres suivants.

I- 4. Conclusion

Alger est une ville en pleine expansion qui suit de très près l'évolution de l'architecture des espaces bureaux en occident et adopte des types et modèles, sans questionnement sur l'évolution de tel ou tel procédé ou environnement ou espace et ses exigences ! Outre notre culture locale de l'espace et notre culture locale de l'organisation du travail, à l'aire du copier-coller, les espaces bureaux sont collés indépendamment du contexte géo-climatique local, à l'image du « *weatherproof building* » américain, comme si qu'on était encore à l'ère du « *space-age* » dans un site extra-terrestre hostile à la vie humaine. Alors que le climat méditerranéen de la ville est très prisé avec 300 jours d'ensoleillement en moyenne par an.

On se demande pourquoi un *weather-proof building* (?). Heureusement et comptant sur le bon sens des architectes d'abord, puis sur celui des maîtres d'ouvrage et des techniciens du bâtiment, l'état actuel du marché immobilier tertiaire bien que très porté sur les enveloppes en murs-rideaux de verre reflétant progrès et prospérité, n'optent pas foncièrement pour un environnement hermétique et tendent plutôt à offrir aux usagers un contact tactile, même si réduit, avec l'environnement extérieur. La mesure de sécurité anti-incendie y joue un grand rôle en exigeant que les fenêtres fassent office d'ouvertures de désenfumage en cas d'incendie.

Face à ce constat local, où plusieurs enjeux semblent entrer en conflit, particulièrement les enjeux économiques et industriels, nous nous interrogeons sur le rôle de la « science » dans tout cela. Une science comme base sur laquelle les architectes bâtisseurs ont été formés, sensées servir les intérêts des usagers en priorité (?).

Au vu d'une « internationalisation programmée » comme clairement décrit dans le nouveau PDAU d'Alger, nous ne pouvons aborder l'espace intérieur de travail qu'à travers son évolution internationale. Le chapitre suivant va dévoiler les enjeux de l'évolution occidentale du « confort universel » des environnements intérieurs de travail, que nous consommons par importation à Alger, toujours à cause d'idéaux de « modernité » et de « prestige ». Le chapitre suivant va pénétrer le cœur de l'espace bureau, l'environnement intérieur et les concepts de qualité autour, dans une évolution historique que tout architecte exerçant à Alger se doit de connaître, avant d'effectuer ses choix de conception architecturale d'édifices de bureaux.

Chapitre deuxième :

**II - La qualité environnementale intérieure
des espaces bureaux, un périple en
évolution**

II- 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous focalisons **sur l'évolution de l'environnement intérieur des espaces bureaux et retraçons son historique d'évolution**. Retracer cet historique et comprendre les enjeux de différentes étapes n'a pas été tâche facile, au vu de la rareté des sources documentaires portant un œil critique sur la notion du « confort universel » de notre ère. Une des principales sources sur laquelle nous nous sommes basés est celle de Michelle Murphy¹⁹. Son ouvrage édité en 2006 est intitulé « *Sick Building Syndrome & the Problem of Uncertainty* ». Il décrit avec force l'évolution du confort « universel » que nous subissons aujourd'hui, à travers un périple sinueux où les enjeux économiques et industriels ont souvent dominé et encore à ce jour. Cet ouvrage a reçu en 2008 le prix d'excellence « Ludwik Fleck » attribué annuellement au meilleur ouvrage dans le domaine des études en science et technologie « *science and technology studies* -STS» par la société pour l'étude sociale des sciences « *Society for Social Studies of Science* -4S »²⁰.

Ce chapitre aussi riche qu'il soit a été difficile à rédiger pour deux raisons essentielles. La première concerne le déséquilibre du nombre de publications entre différentes parties où certaines étaient plus abondantes que d'autres. La seconde raison et la plus pertinente est **le recul que nous avons dû prendre pour synthétiser les données collectées**. Un recul difficile au vu de notre **découverte des enjeux réels derrière le « confort artificiel » si obsolète et anodin aujourd'hui dans nos conceptions et enseignements en architecture**. Un recul qui nous a coûté un changement important de perception de la qualité environnementale intérieure d'un espace et qui nous a permis de **prendre conscience des vérités souvent dissimulées sur des concepts et idéaux tellement présents dans notre formation et notre exercice en tant qu'architectes**.

La formulation de ce chapitre a été une étape clé dans le mûrissement de notre recherche que nous espérons très sincèrement servir les professionnels de l'environnement intérieur pour une prise de conscience qui ne pourrait que mieux les guider dans leur décision et choix face à un marché industriel plus qu'abondant de produits attrayants, sans grand souci de qualité ou de bien-être pour les usagers.

Bien que l'espace bureau constitue un tout indissociable par son architecture, son aménagement et son environnement intérieur, dans ce chapitre **nous avons dissocié l'environnement intérieur pour une meilleure compréhension des étapes d'évolution**,

¹⁹ Professeur à l'université de Toronto, Institut d'études de l'histoire de la femme et du genre, directrice de l'unité de recherche sur la « technoscience » (PhD en histoire de la science de l'université de Harvard en 1998).

²⁰ 4S = une association universitaire sans but lucratif, fondée en 1975, rassemblant des chercheurs en études des sciences et technologie, sise au département de sociologie de l'université de Louisiane, aux USA.

chacune régie par un contexte et des enjeux évolutifs. Il est devenu courant aujourd'hui, en littérature scientifique, que l'expression « d'environnement intérieur » ou plus couramment « *indoor environment* » renvoie aux conditions climatiques (ou ambiantales) intérieures en termes d'éclairage, d'aération, de température et d'acoustique. Si l'aménagement intérieur renvoie au type de cloisonnement des bureaux, aux couleurs et décorations, à l'ergonomie des stations de travail ; « l'environnement intérieur » comme expression scientifique courante a plus attiré aux facteurs sensoriels d'ambiance. D'ailleurs le terme « environnement » a été défini comme étant celui qui **« procure différentes atmosphères nécessaires aux tâches particulières de travail ; et assure aux gens les conditions de santé et de sécurité vitales au maintien du corps et de l'esprit »** (Croome, 1980, p. 235). Cet auteur insiste sur l'importance de la dimension psychologique dans l'interaction de l'utilisateur avec son environnement mais qui ne figure que peu ou pas dans la formation des acteurs de la production de l'espace bureaux et son fonctionnement après occupation (architectes, ingénieurs, designers, gestionnaires, etc.).

Tout comme l'aménagement intérieur des espaces bureaux, l'environnement intérieur a été façonné par des théories qui se sont succédées dans le temps, visant à améliorer le « confort » des travailleurs d'usines d'abord, puis ceux des bureaux, pour une meilleure productivité et performance des employés. **Ce « confort » que nous utilisons de manière très anodine dans notre langage professionnel est en réalité un concept très lourd, enjeu des secteurs économiques et industriels depuis la fin du 19^{ème} siècle et encore à ce jour.** Ces théories sont bien entendu d'origine occidentale et comme nous l'avons si bien constaté au chapitre précédant, l'internationalisation passe par l'acculturation et l'assimilation d'idéaux nourris par un marché international en forte expansion. En écho à **Alger, ces théories ont toujours trouvé site propice mais sans forte remise en cause car adoptées même dans les écoles d'architecture.** Une naïveté scientifique que nous révoquons fortement dans cette thèse.

Le contenu de ce chapitre est totalement de source documentaire et ses sections se succèdent par ordre chronologique depuis les théories du 19^{ème} siècle, jusqu'à la théorie actuelle de l'écologie, qui ont régi et continuent à le faire, la qualité de l'environnement intérieur des espaces bureaux.

II- 2. Théories du 19^{ème} siècle et qualité de l'environnement intérieur industriel

Au 19^{ème} siècle, les espaces intérieurs de production industrielle (usines, ateliers et manufactures) ont suscité l'intérêt de la recherche scientifique pour identifier et **éviter les causes plausibles pouvant ralentir ou freiner la production des employés.** Le « confort » à l'intérieur de ces espaces était donc **un impératif de productivité et de performance.** Il était donc admis qu'avec excès de chaleur et de population, un air vicié était engendré, impliquant malaise et inconfort parmi les occupants. Cela a engendré un grand intérêt porté sur la température, l'humidité et l'aération des environnements intérieurs industriels. A partir de là, le « confort » va connaître un long périple. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Dans cette partie du chapitre, nous tentons de retracer ce périple d'abord dans les espaces de production industrielle, comme précurseurs du « confort artificiel », puis dans les espaces intérieurs de gestion et d'administration. Ce périple a été régi par plusieurs théories et postulats qui ont guidé la recherche scientifique dans ses approches. De la littérature scientifique, il semble se dégager deux étapes clés qui s'articulent autour du milieu du 19^{ème} siècle. Une première étape caractérisée par **l'approche du confort à travers la théorie des « miasmes » et les recherches de Lavoisier**, puis une seconde étape où **l'approche du confort s'inscrivait sous la théorie des « micro-organismes »**, à travers le mouvement hygiéniste, que nous subissons à ce jour dans les domaines de la santé, l'urbanisme, l'architecture, etc.

II- 2.1. Première moitié du 19^{ème} siècle : le confort entre miasmes et CO2

Au 18^{ème} siècle, les villes fortifiées d'Europe ont subi de grandes épidémies de peste, choléra, etc. Face à cela, les scientifiques de l'époque ont expliqué que ces propagations épidémiques étaient causées par « des émanations provenant de matières organiques en décomposition » (CNRT, 2012), nommés « miasmes²¹ » qui pouvaient se trouver dans les marécages (eaux stagnantes) ou dans l'air durant les périodes de chaleur (déjections humaines ou autres décomposition organique) formant un brouillard source de contamination de toute une ville par exemple et pénétrant à travers la respiration et les pores de la peau (CNRT, 2012). Ces croyances correspondent à la « théorie des miasmes ». Au début du 19^{ème} siècle, dans les espaces industriels, l'inconfort ou les états de santé que pouvaient exprimer les employés étaient afférés, selon cette théorie, à la chaleur et l'humidité, favorisant l'inhalation ou le dépôt des miasmes dans cette atmosphère, cultivés dans une source proche de décomposition organique, et portés par l'air pénétrant l'espace en question.

Puis, vinrent les découvertes de Lavoisier qui avait déjà, à la fin du 18^{ème} siècle, étudié la composition de l'air dans les environnements intérieurs et qui a attribué le malaise des ouvriers à l'acide carbonique contenu dans l'air, pas seulement à la chaleur comme le soutenaient les adeptes de la théorie des miasmes auparavant. Durant cent années qui ont suivi cette découverte, la concentration du dioxyde de carbone (CO2) dans l'air engendrée par la grande densité dans un espace et le manque d'oxygène, a été attribuée au malaise et inconfort des occupants. Encore à ce jour, le taux de CO2 est un indicateur de contamination de l'air intérieur. (Hansen, 1999)

Les espaces de production étaient ainsi objets de recherche en vue d'améliorer la température, l'humidité et l'apport d'air neuf, pour assurer le meilleur confort aux employés. Même si la théorie des « micro-organismes » de la seconde moitié du 19^{ème} siècle, a remis en

²¹ Dans le dictionnaire de langue, un miasme est défini comme étant : une « émanation dangereuse de matières putrides dégageant une odeur désagréable » (Le petit Larousse grand format 2004, France)

cause toute l'approche sanitaire de la théorie des miasmes ; reste que la température, l'humidité ainsi que la concentration du CO₂, sont encore à ce jour, des facteurs et/ou indicateurs de confort ou d'inconfort dans un environnement intérieur.

II- 2.2. Seconde moitié du 19^{ème} siècle : le confort sujet au micro-organisme

Aux années 1860, la découverte du chercheur Pasteur sur le rôle des bactéries et des micro-organismes (germes) dans la contamination des maladies humaines, va influencer et encore à ce jour, l'approche du « confort » dans les environnements intérieurs. Non pas en contradiction avec les recherches de Lavoisier mais en complément, permettant de considérer le taux de CO₂ comme « indicateur » de contamination et non pas comme contaminant en soit, comme l'a souligné le professeur allemand d'hygiène Pettenkofer. Ce dernier fortement influencé par la nouvelle « théorie des micro-organismes » engendrée par les découvertes de Pasteur, soutenait à la fin des années 1860 le fait que l'inconfort, le malaise ou les symptômes que pouvaient exprimer les occupants d'un environnement intérieur n'étaient pas causés seulement par la chaleur, l'humidité, l'excès de CO₂ et le manque d'oxygène, mais plutôt par la présence de micro-organismes sur la peau et au niveau des poumons des occupants. (Hansen, 1999)

Dans la continuité de cette nouvelle approche, les scientifiques de la fin du 19^{ème} siècle, ont cherché des contaminants dans l'air intérieur ou une toxicité pouvant justifier l'inconfort et le malaise des occupants et cela sous une théorie nommée « *anthropotoxin theory* ». Mais les efforts ont été vains, on ne trouvait pas de causes liées à la santé. L'approche de l'environnement intérieur est donc restée sur « l'inconfort » qu'on associait principalement au manque de ventilation (pour baisser la température, le taux d'humidité, et la concentration du CO₂)

Puis, sous l'égide de la théorie des « micro-organismes » s'est développé un mouvement très influent, encore à ce jour par ses applications, nommé « hygiénisme sanitaire » ou « mouvement des hygiénistes » (« *sanitarians* »). Son premier combat a concerné les maladies épidémiques dans les villes (notamment la tuberculose) et sa lutte a été menée contre la promiscuité et la grande densité urbaine, considérées comme sources d'insalubrité dans les villes fortifiées. Ses applications ont été nombreuses et cruciales dans plusieurs domaines. En urbanisme, le mouvement a ouvert les villes intra-muros par des extensions extra-muros pour un meilleur ensoleillement et circulation de l'air et pour baisser la densité des populations habitantes ; développement des réseaux d'égouts et traitement des eaux usées ; ramassage des déchets ; etc. Dans le même esprit, en architecture, les hygiénistes ont fait la promotion d'une architecture scientifique pour une meilleure oxygénation et un meilleur ensoleillement des espaces intérieurs, avec des matériaux propres et transparents (fer, verre, ...), etc. La construction d'établissements publics était régie par des calculs et des plan-types étaient appliqués. Bien que né au 19^{ème} siècle, les applications effectives de ce mouvement en architecture n'ont été développées qu'aux premières décades du 20^{ème} siècle, avec le mouvement « moderne ».

Concernant le « confort » dans les environnements intérieurs, aux USA, les hygiénistes (*sanitarians*) réformateurs de la santé publique de la fin du 19^{ème} et début du 20^{ème} siècle, ont associé à leur cause les ingénieurs de la ventilation pour combattre l'air vicié, l'excès de CO₂ et le miasme, dans les environnements intérieurs de la classe « ouvrière », entre autres actions de réforme (construction d'égouts, traitement de l'eau potable). A cet effet, une législation normative a été mise au point pour assurer une qualité suffisante d'air frais (neuf) dans leurs habitations délabrées, les écoles et les usines (Murphy, 2006).

Aux années 1890, dans le milieu des aménageurs des usines, il était admis qu'une meilleure production de l'ouvrier était conditionnée par son état de satisfaction à l'égard de ses conditions de travail, notamment celles liées à l'environnement physique. Aux années 1910, pendant que ce postulat se faisait discréditer, les preuves scientifiques semblaient s'accumuler et avec la première guerre mondiale, les chercheurs se sont alignés à considérer que température, humidité et mouvement de l'air, ainsi que les sources de chaleur radiante, constituaient les facteurs primaires influençant le confort thermique dans ces espaces industriels. Avec l'expérimentation qui démontrait que l'aération artificielle pouvait être le remède des effets inconfortables de chaleur et d'humidité, et l'insuffisance avérée des « extracteurs électriques d'air » adoptés au 19^{ème} siècle ; le plan des usines était devenu plus profond (s'étalant pour la plupart sur un seul niveau) où la fenêtre n'était désormais plus indispensable, voire insuffisante, même pas pour l'éclairage naturel qui a été remplacé par des luminaires artificiels. Désormais, l'aération artificielle était considérée comme la meilleure solution pour les grands espaces industriels avec plus de machines et plus d'occupants et donc plus de chaleur et de poussière. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Le postulat d'influence de l'environnement physique seul sur la productivité des ouvriers s'est fortement répandue jusqu'aux années 1950, puis il a été secoué par la recherche scientifique incrustant le doute entre satisfaction et performance ; même si les conditions favorables d'éclairage, d'aération, de propreté, etc. correspondent encore aujourd'hui, à une productivité optimale des employés. D'ailleurs avec la 1^{ère} guerre mondiale, l'amélioration des conditions physiques des usines (installations électrique, maintien de propreté, installation de sanitaires et cafétérias, etc.) était un facteur de compétition pour attirer les travailleurs les plus qualifiés et en tirer le meilleur en termes de performance. Aussi, l'intégration forcée des femmes aux usines, à cette même époque, nécessitait des espaces plus propres et plus confortables pour mieux travailler, considérées d'un genre plus délicat que les hommes. (Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Cet intérêt hygiéniste porté aux conditions de vie de la masse (classe ouvrière), considérées insalubres, allait être transféré à la classe moyenne qui, portée par une anxiété à l'égard de la proximité urbaine des quartiers des ouvriers (« *great unwashed* »), se plaignait des effets néfastes de l'air insalubre sur la vigueur de leurs corps (!), à savoir : lenteur, maux de tête, somnolence, faiblesse, nausées, etc. Face à cela, les ingénieurs ont mis en place un système de remplacement d'air insalubre intérieur (*stale air*) par de l'air frais neuf, puisé de

l'extérieur par des conduites. Malheureusement, dans la suite de ces revendications au milieu du 20^{ème} siècle, c'est l'environnement intérieur de la classe moyenne qui allait bénéficier le plus des services hygiénistes et l'aération intérieure artificielle allait devenir une marque de privilège, voire de luxe, dans les espaces bureaux. C'est ainsi que l'environnement d'usine était précurseur de la recherche scientifique sur la qualité environnementale intérieure et allait déteindre sur l'environnement de bureaux dès le début du 20^{ème} siècle. (Murphy, 2006)

Comme l'a souligné Murphy dans son ouvrage (2006), la fenêtre si répandue et qui était encore très courante au début du 20^{ème} siècle, était un dispositif très économique (correspondant à la culture de l'espace de tout occupant) dont la simple ouverture laissait pénétrer l'air frais et neuf. Mais il semble que les enjeux scientifiques et économiques ont imposé l'adoption de la ventilation mécanique et un grand domaine professionnel propre à l'engineering de la ventilation, se mettait en place. Pour justifier ces choix et ces positions, les ingénieurs argumentaient leurs efforts par le fait que seules les machines pouvaient assurer de manière sûre et précise, la quantité et la qualité d'air frais nécessaire à la garantie d'une hygiène intérieure (!) .

II- 3. Le « confort artificiel » : première moitié du 20^{ème} siècle

C'est ainsi que la « qualité » dans l'environnement bureau a suivi les pas du « confort artificiel » de son prédécesseur l'environnement industriel de travail. Les étincelles entre adeptes de ce confort artificiel et ses opposants ont duré toute la première moitié du 20^{ème} siècle, au vue des enjeux scientifiques et industriels, jusqu'à la victoire des adeptes aux années 60.

L'offensive de longue haleine (qui d'ailleurs triomphe, comme on peut bien le constater aujourd'hui) des partenaires pro-ventilation mécanique artificielle, a été déstabilisée pour une courte période aux années 20 et 30. Au postulat de nécessité d'air frais artificiellement intégré, qui se tenait depuis le 19^{ème} siècle (justifié par le CO2 et les miasmes), peu de personnes des scientifiques et du public adhéraient aux effets sanitaires des dispositifs mécaniques d'apport d'air au point de remettre en cause leur supériorité aux dispositifs naturels (fenêtre). L'air frais ne se justifiait plus par un concept d'hygiène sanitaire puisqu'avec la nouvelle théorie des germes (micro-organismes), les corps vivants étaient eux-mêmes porteurs de micro-organismes, constituant une source de maladie à eux-mêmes ou à autrui. De plus, la source d'air frais qui était l'espace urbain extérieur, était devenue polluée par la prolifération des moyens de transport et de la population urbaine. Ainsi, l'hygiène de l'air intérieur ne justifiait plus la précision mécanique de la ventilation artificielle et même le chauffage à combustion (du charbon) qui engendrait fumée et suie, a été remplacé par des radiateurs à vapeur. (Murphy, 2006)

Face à cette résistance, le cheval « d'hygiène sanitaire » allait être remplacé, alors, par le cheval de « confort ». Les environnements intérieurs artificiels fabriqués par l'Homme (« *man-made weather* ») étaient désormais des abris contre la foule et la pollution. Ils

devaient protéger les occupants des mauvaises odeurs et mélanges désagréables de l'extérieur urbain et aussi de l'inconfort physique causé par le climat naturel capricieux et instable (!). Un « *man made weather* » qui se mesure au « *God made weather* » afin d'assurer leur subsistance. Les ingénieurs de la climatisation ont imprégné l'environnement intérieur de l'attribut « confort » qu'ils allaient concourir à qualifier en laboratoire expérimental et générer en industrie. Ce « confort » tel que scientifiquement reconnu, renvoyait (comme aujourd'hui) à l'image de luxe et de prospérité. Grâce au travail des ingénieurs et industriels, cela allait lui octroyer une distinction et un privilège, propre à une haute classe sociale. La ventilation mécanique associée au luxe et à la prospérité, était devenue une « norme de privilège », qui ne pouvait que faire envier la masse, elle-même prise au piège par la propagation commerciale du produit de ventilation mécanique. Selon Murphy (2006, p. 23), « vendre le confort à travers la science, était devenu le commerce des ingénieurs de la ventilation, entre les deux guerres ».

Dans cette partie du chapitre, nous essayons de comprendre les bases d'élaboration de l'environnement artificiel (*man-made weather*) dans les espaces bureaux américains, ainsi que ses enjeux et les premiers feedback du terrain, pour cerner un tant soit peu ce que nous adoptons dans nos espaces algérois, sans questionnement sur l'origine ou les conditions d'évolution.

II- 3.1. Le « confort universel », une expérimentation sous enjeu industriel

Entre les deux guerres mondiales, l'université américaine a été le cocon du développement technologique des environnements intérieurs artificiels, propagés dans le monde entier aujourd'hui. Dans ces universités et des plus cotées telle que Harvard, des laboratoires de recherche ont été montés par un partenariat composé d'enseignants chercheurs, d'étudiants-ingénieurs et des propriétaires industriels. Plus tard, des chercheurs affiliés à l'industrie de fabrication pouvaient être intégrés au groupe de recherche et ces laboratoires devenaient des espaces expérimentaux des usines de fabrication. Certains de ces partenariats se sont développés plus tard en des organismes indépendants de standardisation, dont le plus connu est « l'*American Society of Heating & Ventilating Engineers* -ASHVE²² ». Les fonds monétaires de ces projets étaient souvent assurés par des industriels intéressés et/ou le gouvernement américain. (Murphy, 2006)

²² Réellement « ASH&VE » American Society of Heating and Ventilating Engineers . Elle a été fondée en 1894 par un groupe d'ingénieurs, à New York, avec une conférence annuelle organisée dès 1895. En 1954 après le développement du système d'air-conditionné et sa propagation dans les édifices hermétiques, elle s'est transformée en ASHAE: American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers. EN 1959, la fusion de l'ASHAE avec l'American Society of Refrigerating Engineers –ASRE (fondée en 1904), a engendré l'actuelle société internationale de standardisation : American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - ASHRAE. Ses centres d'intérêts dans un édifice sont : les systèmes, l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur, le refroidissement et durabilité dans l'industrie. (Source : site officiel d'ASHRAE : <https://www.ashrae.org/about-ashrae/> [consulté le 27/04/2014])

Ces laboratoires abritaient le cœur même de l'expérimentation, connu sous le nom de « chambre environnementale » plus exactement en anglais « *Environmental Chamber* ». Ce nom pouvait varier d'un laboratoire à un autre, sous le nom par exemple de « *psychrometric room* » ou de « *Air-conditioning room* » (dans le labo de l'université de Harvard). Ces espaces, généralement à plan carré, aux parois en béton, étaient scellés et isolés avec cinq centimètres de liège et où trois facteurs environnementaux étaient contrôlés (voir fig.28) : température de l'air, humidité et débit d'air introduit (à travers anémomètre et psychromètre). Le contact des sujets de l'expérience à l'intérieur de la chambre

avec les chercheurs à l'extérieur était assuré par sonnerie, fils ou téléphone.

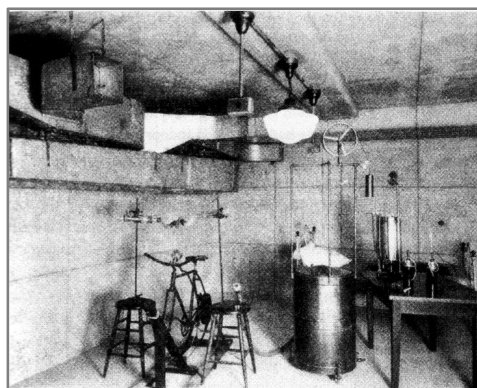


Figure 28 : « Air Conditioning room » du laboratoire de l'école de santé publique de Harvard (Murphy, 2006, p.21)

Les sujets à l'intérieur qui étaient généralement des étudiants-ingénieurs, étaient soumis à des exercices physiques tels que déplacer des poids, exercice sur vélo fixe, ...etc. et les chercheurs effectuaient sur eux les observations en mesurant leurs réactions physiologiques à un dosage environnemental donné en termes de température corporelle, pouls, perte de poids, quantité de sueur, odeurs, etc. Une des chambres environnementales les plus connues dans l'histoire de la recherche expérimentale sur la ventilation artificielle est la « *Air-conditioning room* » du laboratoire de ventilation et d'illumination (*Laboratory of Ventilation & Illumination*) de l'école de santé publique de Harvard. (Murphy, 2006)

Au début de 1919, le souci d'ASHVE dans la recherche scientifique était d'aboutir à un « confort universel » calibré à partir des trois facteurs clés : température, humidité et aération, à travers l'expérimentation en « chambres environnementales ». Le hic (!) dans ces chambres de labo c'est que l'environnement 'expérimental' dit « représentatif », était extrait de la réalité aux milles influences (pièce construite et isolée, non représentative de l'immense variété des configurations spatiales possibles) et où le rôle des occupants était joué par des étudiants motivés par les exploits de leur discipline d'étude. Cet environnement de mesures déjà dénaturé, était appréhendé par un contrôle de trois inputs (température, humidité et aération) et la mesure physiologique d'outputs à base d'exercices physiques, sans mention de l'exercice mental (en termes de réflexion, concentration, etc.). Ce dernier ne faisait pas partie de la configuration théorique réductionniste du « confort ». Le « confort » recherché devait correspondre à une « atmosphère neutre » qui exerce le moins d'influence sur la physiologie des occupants. (Murphy, 2006)

Les limites réductionnistes de cette recherche expérimentale et les modes simplistes de perceptibilité²³, n'ont pas tardé à être remis en cause par la réalité vécue, selon des configurations situationnelles nombreuses et variées, dépendant d'une multitude de facteurs (variables) qui ne cessaient de se dévoiler. Le concept de « confort » devait, selon les ingénieurs de l'aération, être universalisé (et donc facilement commercialisé) et scientifiquement représenté par la fameuse « charte de zone de confort » (« *comfort chart zone* ») valable n'importe où pour tout individu. Une « dénaturalisation » de l'occupant, facilitant la commercialisation d'une grande industrie de ce qu'on appelle à ce jour « équipements de confort ». Le « confort » correspondait donc à des valeurs optimales d'humidité, température et aération, engendrant un environnement intérieur qui devait être imperceptible par ses occupants et qui était devenu une norme de « privilège ». Déjà en 1925, « la « zone de confort » (*comfort zone*) était devenue une norme (standard) intégrée dans la fabrication des appareils et instruments en question, répandue dans les codes et manuels de conception, guidant la construction de tous les bureaux aux USA » (Murphy, 2006, p. 27).

II- 3.2. La qualité « vécue » de l'environnement « conçu neutre »

Aux années 30, avec le développement de la technologie de l'information, des effets négatifs d'apport énergétique et de polluants, on été observés émanant des outils et équipements de travail. ASHVE était fortement sollicitée pour résoudre des problèmes de qualité d'air dans des édifices de bureaux et s'est penchée sur l'étude, expérimentale toujours, de l'évitement des odeurs dans les espaces bureaux, vu que les femmes et les employés de différentes origines ont intégré ces espaces. Cette fois-ci dans les laboratoires de recherche, une variété de sujets (hommes, femmes et enfants) était soumise aux tests, pour être le plus représentative possible de la réalité. L'admission de cette variété de gens du fait que leurs corps dégageaient différentes odeurs et qui ne pouvaient être 'mesurées' que « subjectivement » à travers le nez d'autres gens ; ont constitué pour ASHVE un feedback pertinent dévoilant les défaillances de sa « configuration théorique » initiale réduisant le confort « universel » à des facteurs objectivables : température, humidité et aération. Sous cette nouvelle « configuration » dite rationnelle et « objective », les chercheurs se sont basés sur la qualification de nez entraînés (évaluation subjective) et ont mis en place des échelles numériques d'odeurs²⁴. (Murphy, 2006)

²³ Comme exemple : les cobayes = jeunes étudiants de la même discipline, de race blanche, leurs corps étaient représentatifs de « l'ordinaire » et leurs réactions physiologiques ont été représentées en graphiques universels soi-disant valables pour l'Homme « universel ». De plus, ces étudiants étaient motivés par la recherche dans leur discipline et leurs réactions ne pouvaient qu'aller dans le sens de la recherche et l'alimenter en motivation. Ils étaient la représentation de l'Homme « standardisable ». (Murphy, 2006)

²⁴ Dans l'histoire de la qualité de l'air intérieur, la littérature scientifique attribue les résultats les plus probants de la recherche à un professeur chercheur à Harvard, nommé C. Yaglou qui a publié en

Même avec ce redressement dans la recherche expérimentale, les édifices de bureaux continuaient à être des lieux d'investissement où le « confort universel » devait être mécaniquement assuré. Bien que cela ait constitué une remise en cause de très grande importance, dévoilant la pertinence incontournable de la dimension « subjective et sensorielle » dans la notion de « confort » ; la position acharnée des partenariats (industriels, chercheurs et institutions) n'a aucunement été déstabilisée à soutenir et promouvoir le confort « universel » à travers la commercialisation d'un environnement intérieur artificiel « universel » (dit meilleur que le naturel !). D'ailleurs en 1938, ASHRAE²⁵ met en place un code « universel » connu sous « ASHRAE Standard 62 », préconisant un débit d'aération minimal de 15 Cfm (*Cubic Feet per minute*) qui était supposé offrir aux occupants un environnement intérieur homogène et imperceptible, 'neutre'. (Murphy, 2006)

Ainsi, dès la fin des années 30, les constructions d'édifices bureaux étaient de plus en plus nombreuses à intégrer les équipements artificiels de confort et cela convergeait, avec la généralisation de l'éclairage artificiel aux années 40, vers la libération de la profondeur des plans et le détachement des stations de travail des façades extérieures. Le concept de « *man-made weather* » allait évoluer en « *weatherproof building* » aux années 50 et 60, où la fenêtre ouvrable devenait un dispositif architectural obsolète et révolu.

II- 3.3. Les premiers affronts entre qualité « vécue » et « normes universelles »

Dès la généralisation de l'environnement hermétique dans les espaces de travail (industriels et de bureaux), les plaintes des occupants n'ont pas cessé. Entre les années 30 et 60, plusieurs maladies liées à l'exposition chimique sont apparues, particulièrement dans les environnements intérieurs industriels, et qui ont été médicalement reconnues car avec causes et effets clairs, tels que l'empoisonnement au plomb, l'asbestose (exposition à l'amiante) et la silicose (exposition à la silicone). Face à cela, en 1938, « l'*Amercian Conference of Governmental Industrial Hygienists –ACGIH*²⁶ » a formé un comité assigné à

1936 un article sur les besoins de ventilation pour réduire les odeurs du corps et sa recherche a abouti au seuil de 10 cfm (cubic feet/minute) de débit d'air frais par personne, qui a été promu comme norme de ventilation intérieure par l'association américaine des normes (*American Standard Association-ASA*). Il prouva aussi que la température de l'air était un des facteurs les plus signifiants dans l'appréciation de la qualité de l'air. (Hansen, 1999)

²⁵ American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers -ASHRAE. Ses centres d'intérêts dans un édifice sont aujourd'hui : les systèmes, l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur, le refroidissement et durabilité dans l'industrie. Le Premier « handbook » a été publié en 1922 sous « Heating and ventilating guide », lorsqu'elle était encore sous l'acronyme d'ASH&VE. Depuis cette publication, ASHRAE publie des guides techniques actualisés pour les ingénieurs, avec des normes de volume d'air, etc. (Source : site officiel d'ASHRAE : <https://www.ashrae.org/about-ashrae/> [consulté le 27/04/2014])

²⁶ L'*Amercian Conference of Governmental Industrial Hygienists –ACGIH*: Organisation privée, non-lucrative, composée de 3000 membres établis aux USA, au Canada et à travers le monde, spécialisée en santé occupationnelle et environnementale. Editrice d'une revue mensuelle nommée « *Journal of Occupational and Environmental Hygiene –JOEH* », ainsi que l'édition

développer des normes de sécurité quant aux composés chimiques industriels²⁷ et en 1946, ce comité a sorti une liste de concentrations maximales acceptables connue sous « *Maximum Allowable Concentrations –MAC_s* », contenant 148 contaminants plausibles, qui a été remodelée en 1956 sous l'appellation plus connue de « *Threshold Limit Values –TLV_s* »²⁸, actualisée encore à ce jour. Ces valeurs de toxicité dans les espaces industriels ont constitué la norme de référence de mesure de taux de toxicité dans les environnements de bureaux où les occupants se plaignaient de l'air intérieur artificiel. Mais ces seuils de toxicité qui étaient plus élevés dans les environnements industriels, rendaient les mesures de toxicité dans les espaces bureaux obsolètes car contenues dans la marge de sécurité, toujours inférieure au seuil d'alerte ou de danger, discréditant ainsi toute plainte des usagers. (Murphy, 2006; Aronoff & Kaplan, 1995)

Dans leur procédure d'enquête, les hygiénistes ont mis en place des outils de mesure (échantillon d'air et prélèvements de sang) des niveaux d'exposition chimique à travers des réactions physiologiques correspondantes, afin de justifier la présence avérée des

annuelle, révisée et actualisée des « *Threshold Limit Values -TLV_s* ». Formée au départ, en 1938 par 76 membres hygiénistes, et nommée « *National Conference of Governmental Industrial Hygienists –NCGIH* » (ACGIH, 2014)

²⁷ La toxicité dans les environnements intérieurs industriels existait déjà depuis le 19^{ème} siècle et les hygiénistes industriels étaient outillés pour chercher d'éventuels taux dangereux de composés chimiques dans les atmosphères industrielles. Comme pour les ingénieurs de la climatisation, c'est autour des années 20 que l'hygiène industrielle a ouvert une longue perspective de contrôle de la maladie occupationnelle, à travers des travaux de recherche établis dans les universités prestigieuses comme Yale, Harvard, Columbia, etc. Le succès des experts hygiénistes industriels était dû à leur capacité technique de mettre en lumière ce qui était invisible aux médecins, et aux occupants plaignants et de montrer ses effets sur la physiologie du corps humain. Autour de cette discipline et l'exercice de ses experts, s'est constitué un halo considérable de crédibilité dont le centre de diffusion, tout comme pour le « man-made weather », était l'exercice expérimental en laboratoire qui promettait une causalité objective expliquant les maladies liées à l'industrie. L'expérimentation était basée sur l'observation de réactions physicochimiques dans le corps d'animaux de labo, suite à une administration de doses contrôlées de poisons ou produits chimiques toxiques. La mise en place d'une « chambre d'exposition » (« *exposure chamber* »), était inspirée de la « chambre environnementale » des ingénieurs de la ventilation à l'époque, puisque la recherche en ventilation mécanique, autant que la recherche en toxicologie, faisaient partie du même département d'hygiène industrielle de l'université de Harvard. Dans la « chambre d'exposition » qui était aussi hermétique, étaient contrôlées des taux et des concentrations de variables chimiques et dont les effets sur les sujets animaux (souris ou de rats) étaient mesurés. (Murphy, 2006)

²⁸ Ces seuils limites étaient déterminés à partir de courbes de « dose-réponse » ou « *dose-reponse curve* » formulées à base de réaction d'animaux d'expérience. Chaque composé chimique avait sa propre courbe avec un pic nocif correspondant à la concentration avec effets notoires sur la santé des sujets et des valeurs inférieures formant la partie descendante de la courbe, mathématiquement extrapolés, permettant de déduire la concentration-seuil en deçà de laquelle la présence du composé chimique était considérée comme inoffensive pour le corps humain. Ensuite, cette valeur était divisée par cent (en marge de sécurité) et représentait le « *Threshold Limit Value -TLV* » ou la « Valeur de seuil limite ». Ces travaux de recherche se basaient donc essentiellement sur le corps animal et ses réactions considérées comme étant spécifiques, constantes et prévisibles aux composés chimiques. (Murphy, 2006; Monforton, 2008)

symptômes engendrés. Mais cela réduisait le champ d'exploration de l'environnement chimique et éliminait d'autres risques qu'il pouvait engendrer, issus de : combinaison de plusieurs composés, ou d'une longue exposition chronique à des niveaux bas de toxicité, ou à une sensibilité rare d'occupants à des taux communément inoffensifs, aux mauvaises postures et autres maux du corps, etc. Les réactions allergiques aux polluants chimiques et le "*cumulative trauma disorder*"²⁹ liés à l'usage du micro-ordinateur, étaient aussi comptés parmi plusieurs autres conditions de santé, médicalement vérifiables, communément associés à des déficiences dans la qualité des environnements physiques. Mais en dehors du cadre de reconnaissance de maladies, dessiné par les hygiénistes et leurs outils, toute autre plainte était réfutée alors que les symptômes étaient bien réels. C'est ainsi que ces constellations de symptômes marginalisées se sont retrouvées sur un terrain de combat entre réclamation de reconnaissance du côté des occupants et discréditation du côté des enquêteurs scientifiques, particulièrement au temps de la crise énergétique aux années 70 et 80. (Murphy, 2006; Aronoff & Kaplan, 1995)

II- 4. Triomphe arraché de la « qualité vécue » : 2^{ème} moitié du 20^{ème} siècle

Au milieu du 20^{ème} siècle, le « *weatherproof building* », ambition originelle des premières expérimentations en labo, était souvent comparé par les ingénieurs de la ventilation aux capsules spatiales automatisées qui étaient promises pour un futur proche, à l'époque. D'ailleurs dès 1959, les fonds de la recherche de ASHRAE étaient principalement assurés par le Ministère de la Défense américaine pour qui ASHRAE effectuait des recherches sur des espaces de vie en milieu hostile, notamment sur d'autres planètes et des abris en cas de guerre atomique et biologique. (Murphy, 2006)

Par extension aux prouesses inventives du partenariat des laboratoires de recherche, la fin des années 50 a marqué la commercialisation du concept de « *weatherproof building* » en une nouvelle console centrale de contrôle du climat intérieur, connue et répandue à ce jour, même à Alger d'ailleurs, sous « *HVAC system* » (*Heating Ventilating and Air Conditioning system*). Ce nouveau système automatique de l'époque

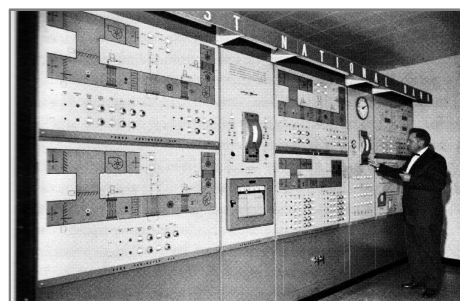


Figure 29 : Tableau de contrôle centralisé du HVAC system publié dans la revue d'ASHVE en 1960 (Murphy, 2006, p.29)

²⁹ En français il est traduit par "troubles musculo-squelettiques" ou plus récemment par "troubles traumatiques cumulatifs". Il correspond à un abus de sollicitation de tendons de muscles ou d'os avec des gestes et des postures répétitifs, à longueur de temps, qui à petites doses sont inoffensifs mais à long terme deviennent des troubles. Ils touchent fréquemment les articulations, notamment la nuque, les épaules et les membres supérieurs. Depuis les années 80, ces troubles atteignent des chiffres épidémiques dans la plupart des villes où le travail de bureau est répandu. (Bammer G. (2000), "Les troubles musculo-squelettiques" in "Encyclopédie de sécurité et de santé au travail", sous la dir. Stellman J.M., vol.2, p.24)

permettait de contrôler l'environnement physique intérieur de tous les espaces à la fois, à travers tuyaux, conduites, circuits et pompes, suivant des quantités préprogrammées normalisées. Son contrôle était assuré par un seul technicien entraîné à manipuler les boutons et surveiller le clignement des petites lumières, sur un tableau codifié (voir Fig.29). C'est ainsi que « le contrôle de précision » était devenu le slogan de l'époque. L'ambition de la recherche expérimentale d'ASHVE est passée des laboratoires à l'architecture réelle et à ce jour, les architectes dans toute grande ville du monde prévoient et intègrent à leur conception d'édifices bureaux le kit du *HVAC system*, devenu un équipement de base ! (Murphy, 2006; Aronoff & Kaplan, 1995)

Avec ce système mécanique, l'étanchéité de l'enveloppe était plus que nécessaire, car toute fuite ou ouverture pouvait entraîner des flux d'air incontrôlés créant un déséquilibre dans l'optimisation de la performance du système. Dans les immeubles de bureaux rénovés, on y a remédié en scellant les fenêtres ou en concevant des fenêtres qui ne s'ouvrent qu'en cas de danger (fuite de gaz, incendie, etc.). On attribua alors d'autres bienfaits aux fenêtres fixes, tels que la sécurité, particulièrement dans les immeubles très hauts, et la diminution d'accumulation de poussière dans les espaces (Aronoff et Kaplan, 1995 ; Vischer, 1989). A l'environnement hermétique on a souvent attribué un climat intérieur mieux contrôlé et plus « confortable », et donc une meilleure productivité des employés. Ainsi qu'une dégradation plus lente des matériaux et matériels sous des conditions environnementales stables et moins de déperditions de chaleur en saison froide ou de gain de chaleur en saison chaude (Aronoff et Kaplan, 1995).

La généralisation du climat intérieur artificiel par le *HVAC system* a favorisé, à la fin des années 60 et début 70, l'adoption du plan d'aménagement en bureaux paysagers (revoir la sous-section I- 2.5.2. Le décroïsonnement au service de la productivité.), où la station de travail n'était plus conditionnée par la façade extérieure. Cependant, d'autres problèmes allaient surgir, car l'engouement vers les équipements de confort dans l'immobilier d'entreprise engendrait des environnements intérieurs énergivores, et il semble que l'état de crise énergétique était incontournable.

II- 4.1. L'environnement intérieur en crise, au prix de l'énergie en crise

Aux années 70 et 80, la profession d'ingénieur de ventilation était devenue prestigieuse et prisée, affiliée au ministère de la santé publique aux USA. L'installation technique des systèmes était devenue une routine où ne transparaisait plus la recherche et la créativité des ingénieurs, vêtus désormais d'une blouse de technicien. Une sorte de production en série semblable aux fournitures de bureaux. Sur le terrain, même pour les experts en aération, le *HVAC system* était devenu une sorte de boîte noire, on ne se souciait désormais plus de ses effets sur la physiologie des occupants, comme à l'origine (dans les « chambre environnementales »). Le succès technologique associé à l'air conditionné suffisait à justifier sa propagation en masse. Aussi à cette période, le marché immobilier d'entreprise a enregistré une hausse de la demande d'achat ou de location d'espaces

bureaux sous une variété de possibilités : de grandes entreprises occupant tout un édifice, une colocation entre plusieurs petites entreprises, ou autre. Face à cela, les édifices de bureaux en carcasses (structure en acier et enveloppe en murs-rideaux de verre) étaient divisés en sections où chacune était indépendante avec son propre *HVAC system*, la carcasse avait décentralisé le *HVAC system* et les toits des carcasses étaient désormais peuplés d'unités industrielles de « confort universel ». (Murphy, 2006)

Cependant, un aspect incontournable a accompagné l'installation massive des *HVAC systems*, c'est la surconsommation énergétique qui déjà aux années 60 engendrait des coupures d'électricité. Puis avec l'avènement de la crise énergétique internationale des années 70³⁰, les édifices de bureaux sont entrés dans une nouvelle ère « d'économie d'énergie ». La construction de l'édifice, son entretien, les services de fonctionnement et les normes, devaient tous converger vers la réduction de consommation d'énergie dans le bâtiment. Une réduction drastique qui a été opérée sur la ventilation mécanique et le contrôle des occupants a été fortement réduit, voir annulé dans certains cas, sur la ventilation et l'éclairage (Sterling E. , 1987). Les restrictions d'économie d'énergie qui touchaient particulièrement la ventilation mécanique, ont engendré une révision du débit d'air frais par ASHRAE et le ministère américain de l'énergie «*Department Of Energy–DOE* ». Cette révision ne pouvait aller que dans le sens de la réduction de l'aération de près de 90% de ce qui s'opérait avant le choc pétrolier. En termes techniques, la norme qui préconisait un débit de volume d'air frais de 25 CFM (*Cubicl Feet per Minute*) par personne³¹, dans toutes les zones de bureaux d'un édifice équipé d'air conditionné, s'est vue réduite à 5 CFM par personne, d'air frais (le cinquième du débit initial). Cette réduction d'apport d'air frais était devenue, aux années 80, la règle principale d'application de l'économie d'énergie et a engendré des problèmes d'inconfort et de santé dont se sont fortement plaints les occupants avec des taux marqués d'absentéisme, pour cause de maladie. (Sterling E. , 1986; Murphy, 2006)

³⁰ En 1973, le prix de l'énergie dans les pays industrialisés est monté en flèche, dû au boycott des pays musulmans exportateurs du pétrole (membres de l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole OPEP) qui refusaient de le vendre aux pays qui se sont alignés contre la Syrie et l'Égypte lors de la guerre de Kippour. Cet embargo a touché plusieurs pays industrialisés dont principalement les États-Unis, l'Europe de l'ouest et le Japon. Les conséquences ont été fortement ressenties avec une réduction de près de 98% des importations de pétrole aux États-Unis, par exemple. Tous les secteurs consommateurs d'énergie ont été touchés et le secteur du bâtiment a été touché de manière irréversible, à ce jour avec des concepts contraignants « d'efficacité énergétique », « performance énergétique », « économie d'énergie », etc.

³¹ Cité dans (Sterling E. , 1986): ASHRAE Standard 62-73 (1977), « Standards for natural and mechanical Ventilation : 1973 ». ASHRAE New York (ANSI B194.1-1977).

Un des premiers édifices de bureaux construit en 1982 à Sacramento, Californie (USA), à avoir subi les restrictions d'économie d'énergie, est le « *Gregory Bateson State Office Building* ». Il était conçu pour répondre à un grand nombre de contraintes fonctionnelles et esthétiques à la fois, en considérant en priorité l'usage réduit de l'énergie et assurer les meilleures conditions de travail aux employés. L'édifice était un « *weatherproof building* », scellé et équipé d'un système mécanique combiné de ventilation, chauffage et refroidissement. L'espace principal de l'édifice était un atrium, conçu comme organe de gestion d'énergie, distribuant la chaleur et assurant un éclairage naturel aux espaces intérieurs des bureaux. La structure massive en béton armé, sans revêtement, devait assurer le contrôle passif de l'environnement intérieur des bureaux afin de minimiser l'usage de l'énergie active, trop chère à l'époque (Fig.30). Elle devait emmagasiner la chaleur de la journée pour la restituer tout au long de la nuit. Les terrasses, les saillis et les enfoncements sur façades et au niveau des angles, devaient aussi participer à l'exploitation maximale de l'énergie passive naturelle, en augmentant la surface de transfert de chaleur et assurer une pénétration d'éclairage naturel. Dans ce même esprit, un système de stockage de chaleur composé de 600 tonnes de roche a été installé au sous-sol. A l'intérieur, le plafond suspendu a été enlevé pour permettre une stratification de chaleur et un éclairage ambiant indirect. Des capteurs solaires assuraient le chauffage de l'eau sanitaire et un ordinateur de gestion contrôlait l'usage de l'énergie électrique. Tous ces équipements intégrés à l'édifice devaient améliorer la conservation de l'énergie. Cela renvoie à la tendance « bioclimatique » développée à cette époque, favorisant l'exploitation de l'énergie passive. (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983)



Figure 30 : Intérieur de l'atrium du « Gregory Bateson State Office » (Sterling, Sterling & McIntyre, 1983, p.65)

Malgré la volonté et les efforts des architectes à concevoir un environnement de bureaux qui réponde totalement aux besoins des occupants, le « *Gregory Bateson* » a rencontré des problèmes de qualité environnementale dès son ouverture en 1982. Des plaintes d'occupants ont été enregistrées juste après l'installation : des plaintes respiratoires, gastro-intestinales, des problèmes de peau et des yeux. Certains occupants se sont plaints aussi de vertiges, perte d'équilibre, infections occasionnelles de la gorge et démangeaisons de la peau. On s'y plaignait aussi d'odeurs déplaisantes. L'enquête sur terrain semblait révéler que la plupart des plaintes enregistrées provenait des zones les moins ventilées et qu'elles étaient plus intenses lorsque le système de ventilation n'était opérationnel que durant le jour, alors qu'elles diminuaient lorsque le système était opérationnel jour et nuit. Au bout du compte, les tenants de l'édifice ont dû faire face à des poursuites judiciaires menées par le

corps des travailleurs réclamant dommages et intérêts sur les répercussions de la mauvaise qualité de l'air intérieur sur leur santé. Les autorités publiques de la santé ont étudié les conditions environnementales intérieures de l'édifice et l'analyse de la qualité de l'air intérieur menée par la « *California Occupational Safety and Health Administration -OSHA* » a révélé des taux élevés de formaldéhyde³², CO₂, et autres polluants. L'enquête sur les sources de pollution a abouti à des champignons de moisissure trouvés dans les conduites d'aération, provenant de la roche de stockage de chaleur du sous-sol. L'inspection du système de ventilation a aussi révélé que plus de 80% de composants clés du système étaient défectueux. Autre source de polluants, les partitions ou cloisons légères qui divisaient l'étage en sous-espaces de travail, ont été identifiées comme porteuses de quantité importante de formaldéhyde et contribuant à la stagnation de l'air. Toutes ces indications convergeaient donc vers une ventilation inadéquate et une mauvaise circulation et filtration de l'air, comme source majeure justifiant les plaintes des occupants. La remise en marche du système de ventilation en boucle jour et nuit, assurant un maximum d'air frais, sans trop augmenter les coûts de dépenses énergétique, a conduit à une réduction très importante des taux de polluants et des plaintes des occupants. (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983)

Le « Gregory Bateson » n'est qu'un cas d'édifices touchés par l'économie d'énergie, mais le nombre d'édifices qui a suivi et qui a été l'objet d'enquêtes de terrain, à la recherche de causes des plaintes grandissantes des occupants ; était très important. La fin des années 70 et le début des années 80 avaient été marqués par des études avec une méthode comparative de réactions des occupants entre édifices dits « normaux » et édifices « nouveaux » ou édifices à problèmes. Avant la propagation des conséquences de la restriction de l'économie d'énergie, le terme « normaux » désignait les édifices naturellement ventilés, où le contrôle de la ventilation se faisait à travers des fenêtres ouvrables que les occupants eux-mêmes pouvaient manipuler (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983; Sterling & Sterling, 1983; Finnegan, Pickering, & Burge, 1984; Robertson, et al., 1985; Sterling, McIntyre, Collett, Sterling, & Meredith, 1985; Hedge, Sterling, & Sterling, 1986). Plus tard, le terme « normaux » qualifiait les édifices équipés d'*HVAC system* mais qui n'avaient pas encore subi les restrictions de l'économie d'énergie et les études de terrain les comparaient, comme référence de réactions d'occupants relativement positives, aux édifices « nouveaux » neufs ou rénovés qui s'étaient alignés aux normes de l'économie d'énergie et où les occupants étaient fortement insatisfaits. (Sterling E. , 1986; Sterling E. , 1987)

³² **Le formaldéhyde** est une base peu coûteuse qui entre dans la composition chimique de nombreuses matières comme les bois agglomérés, des papiers, des textiles, etc. Il est considéré comme un « aérocontaminant » et donc un polluant mais au vu de sa biodégradation rapide sa concentration extérieure est plus souvent inférieure à celle intérieure. En 1985, l'OMS a recommandé une teneur inférieure ou égale à 0,12 mg/m³ d'air intérieur dans les maisons et les bureaux. La fumée de tabac est la plus importante source de formaldéhyde dans l'air intérieur, qui peut être engendrée aussi par les panneaux agglomérés, les mousses isolantes urée-formol, les matériaux de revêtement de surface, (moquette, peinture, tapis, etc.), les enduits préservateurs de bois, surfaces plastiques, produits nettoyants pour sols ou désinfectants, etc. (Déoux & Déoux, 1993)

Alors qu'aux USA, la tendance tournée vers l'efficacité énergétique, restait focalisée sur le « *weatherproof building* » avec des exigences économiques et industrielles plus fortes que le droit de l'employé et son confort intérieur ; la crise énergétique a été autrement appréhendée en Europe du nord. La révision du « confort » intérieur des espaces bureaux, a consisté plutôt à un retour au plan peu profond, afin de favoriser l'accès, de droit, de l'employé à l'éclairage naturel, la vue vers l'extérieur et au meilleur des cas à l'ouverture de la fenêtre, à partir de sa station de travail. (Danielsson, 2005)

L'attitude nord-européenne s'est d'ailleurs distinguée, encore à ce jour, dans la résolution de problèmes survenus dans l'espace bureaux, par une approche centrée sur l'utilisateur et ses besoins. Ce ne fut pas le cas dans la plupart des autres pays européens, en Amérique du nord et encore moins dans tous les pays des autres continents qui ont subi, par écho, la vague du « *weatherproof building* ». C'est pourquoi, il est plus pertinent pour nous de constater les effets négatifs du « *weatherproof building* » dans la tradition américaine qui a été la plus reprise et adoptée dans les villes du monde, pas totalement de la même manière à Alger, mais de manière très proche.

II- 4.2. Plaintes en hausse et reconnaissance d'un syndrome

La tendance américaine à l'environnement hermétique n'était pas sans conséquences sur la qualité intérieure des espaces bureaux. Avec l'expansion économique et donc industrielle très importante à cette époque, une prolifération de matières, de matériaux et de technologie industriels avait envahi les environnements de travail. Dans cet envahissement, chaque industrie fournissait son produit sans tests préalables et ce produit allait se retrouver dans un environnement hermétique qui ne pouvait que favoriser son interaction (chimique ou radioactive ou autre) avec d'autres produits différents et des organismes vivants. Mais la reconnaissance scientifique de toute nuisance possible semblait correspondre à un freinage d'essor de la production industrielle. Les enjeux économiques semblent avoir été mis au premier plan, aux dépens des enjeux sanitaires. Les plaintes des occupants contre des sources éventuelles de pollution intérieure faisaient donc suer le lobby industriel, résistant à toute investigation prouvant les effets néfastes de sa production, sur la santé des occupants. Ce lobby aurait même semé le doute dans toute publication scientifique tentant de prouver des effets négatifs soupçonnés. La littérature scientifique s'est alors retrouvée submergée d'un nombre important de publications convergentes et divergentes, de toutes disciplines confondues, surtout celles concernées par la qualité de l'air intérieur, portant sur des cas d'étude appuyant ou remettant en cause la véracité de la pollution engendrée par ces sources présumées de pollution. L'enjeu de résistance ne concernait pas que le lobby industriel, il concernait aussi les assurances et les employeurs, dont la reconnaissance de tout effet néfaste engendrait une indemnisation monétaire qui revenait de droit à l'employé plaignant. Le droit et la justice se retrouvaient aussi concernés par les nouvelles sources de pollution suspectées. (Murphy, 2006)

Les nouveaux matériaux et matières avaient donc intégré les espaces bureaux américains aux années 50 et 60, tels que le formica, la fibre de verre, le polyuréthane, le plastique, l'amiante, etc. Il fallait attendre la fin des années 80 avec la « théorie écologique » de plus en plus répandue dans les sciences appliquées aujourd'hui, qui permettait de considérer avec suffisamment de recul, la toxicité ou la nocivité des sources de pollution intérieure et cela malgré la résistance du lobby industriel. La publication scientifique incriminait différentes matières et équipements de travail ou de confort, dans différents espaces d'ailleurs, pas seulement l'espace bureaux, avec des débats forts entre incriminant et discréditant. Additionné aux émanations des matières et matériaux de l'environnement intérieur, les outils de travail (intégrés dès les années 80, notamment le *Video Display Terminal VDT* et l'ordinateur de bureaux, photocopieur, imprimante, ...) contribuaient aussi à la pollution intérieure, ceci d'une part. D'autre part, ces appareils dictaient de nouvelles conditions ambiantales à considérer dans le climat intérieur des espaces bureaux : moins d'humidité, pas de poussière et moins de chaleur que ces outils mêmes produisaient (Murphy, 2006). Alors qui satisfaire (?) : le gestionnaire de l'édifice conditionné par l'économie d'énergie (?), ou peut-être les outils de travail pour leur assurer une longue vie de fonctionnement (?), ou plutôt les usagers (?) acculés de nouveautés industrielles et synthétiques et dont les plaintes et réclamations n'étaient que peu entendues (!).

Depuis le milieu des années 1970, des centaines d'édifices présumés malades « *sick buildings* », ont été enquêtés à travers l'Amérique du nord. Ces enquêtes commandées étaient motivées par des plaintes d'occupants sur des symptômes comprenant l'irritation des yeux, nez, gorge, le système respiratoire supérieur, maux de tête et fatigue générale. Cet ensemble de symptômes a été nommé « *Tight Building syndrome -TBS* » par la communauté publique de la santé (*Public Health Community*). (Hicks, 1984)

Un des exemples nord-américains illustrant le TBS est un édifice du gouvernement canadien, situé dans la ville d'Ottawa nommé « Terrasses de la Chaudières ». Fini et occupé en 1979, il était un des plus grands et plus prestigieux édifices hermétiques de bureaux au Canada (Fig.31). Dès les premiers mois d'occupation, les employés l'ont boycotté par des grèves et marches réclamant leur droit à une meilleure qualité intérieure. Des cas de maladies dues à l'édifice ont été observés et les usagers demandaient à ce que des actions soient entreprises afin d'améliorer la qualité de leur environnement de travail. Lors de la



première enquête, les valeurs étaient « acceptables » en deçà des seuils théoriques

Figure 31 : Terrasses de la Chaudière, 1979, Ottawa, Canada (Source Internet n°16)

de danger (!). Mais les plaintes des occupants s'intensifiaient. Puis des erreurs de construction, notamment liées à l'évacuation de l'air vicié et le renouvellement de l'air intérieur ont été découverts. Dans une seconde enquête, des taux élevés de formaldéhyde³³ et de trichloréthylène³⁴ ont été aussi constatés et une pollution toxique a été afférée à un isolant thermique à base de formaldéhyde (*Urea Formaldehyde Foam Insulation*) mais son installation durant la construction a été fortement reniée par l'entreprise de réalisation, car en 1980, l'effet nocif prouvé de cet isolant à base de formaldéhyde, sur la santé des usagers d'un espace intérieur, avait engendré son interdiction au Canada. A la fin de l'année 1981, les journaux ont rapporté des taux élevés de fausses-couches et grossesses à risques dans cet édifice. Jusqu'en 1985, les travailleurs se plaignaient toujours de leur environnement de travail et une autre enquête a permis de découvrir dans de larges colonnes que des morceaux de béton bloquaient effectivement le retour du cours d'air renouvelé dans l'édifice. L'air soufflé dans les espaces de bureaux n'était pas renouvelé et rafraîchi par l'air frais aspiré de l'extérieur et n'était pas soufflé en volume correcte. L'édifice était donc classé comme « malade », souffrant du « *Tight Building Syndrom –TBS* » ou « syndrome des édifices hermétiques », longtemps enquêté mais sans explication satisfaisante. La santé des employés de bureaux était devenue affaire publique. (Vischer, *Environmental Quality in Offices*, 1989)

Cet édifice n'est pas le seul mais un des plus connus et des plus cités en littérature scientifique.

³³ Les effets sur la santé du **Formaldéhyde** sont connus depuis bien longtemps, d'ailleurs les mousses urée-formol d'isolation thermique ont été interdites au Canada en 1980 et aux USA en 1982, car sa concentration augmentait avec l'augmentation de la température et l'humidité, fluctuant dans la journée et selon les saisons. En 1970 déjà, des études russes avaient observé son effet mortel sur des microbes dans des revêtements de sol en plastique, 3 à 4 fois plus vite que sur un revêtement classique. Chez l'Homme, son absorption rapide par voie respiratoire et cutanée, ne sont pas toujours bénignes. Le formaldéhyde peut engendrer des effets sensoriels comme l'irritation oculaire, nasale et pharyngée avec brûlures, toux et obstruction nasale. Comme il peut entraîner des effets neurovégétatifs comme la fatigue, maux de tête, vertige, anxiété, douleurs abdominales, troubles du sommeil, perte de mémoire et de concentration, etc. Il entraîne aussi des effets respiratoires avec diminution des fonctions respiratoires par des réactions asthmatiques. Enfin, le formaldéhyde est considéré par évidence, comme cancérigène pour l'animal et « probablement » cancérigène pour l'Homme. Le renouvellement d'air par une ventilation régulière avec air neuf est une solution. Ainsi que la présence de plantes qui ont un grand pouvoir de filtration de l'air intérieur, comme l'a démontré la NASA dans ses expériences. . (Déoux & Déoux, 1993)

³⁴ **Trichloréthylène (TCE)** : c'est un gaz qui devient toxique en dépassant 1 mg/m3 d'air, durant une exposition de 24 heures (selon l'OMS). Il entre dans la composition des encres, peintures, laques, vernis, adhésifs, etc. Il est connu pour son effet cancérigène hépatique probable. Pour sa filtration, la plante du « *Lierre* » est une plante efficace, diminuant sa concentration dans l'air. (Déoux & Déoux, 1993)

II- 4.3. Plaintes crédibles par de nouveaux modes d'enquête

Comme au début des enquêtes aux années 40, la « *National Institute for Occupational Safety and Health –NIOSH* » et OSHA chargées d'enquêter sur la sécurité et la santé dans les espaces de travail au début des années 80, ont adopté sans aucune contestation ni remise en cause les TLV_S (revoir sous-section II-3.3 Les premiers affronts ...) comme normes officielles de référence pour évaluer l'air de l'environnement hermétique enquêté. Le résultat de ces enquêtes était le même que les hygiénistes, aucune concentration de contaminant n'excédait ou n'approchait les TLV_S. Les seules explications aux réactions des occupants, auxquelles aboutissaient les enquêteurs convergeaient vers une aération artificielle insuffisante, dans les édifices hermétiques. Mais les plaintes des occupants dans ces environnements n'ont pas cessé, creusant encore plus le fausset d'incertitude entre les plaintes et les experts de la santé occupationnelle. Devant le même scénario qui se répétait, les psychologues de NIOSH désarmés, ont tenté d'expliquer que les réactions des occupants étaient plutôt d'ordre psychologique que physique et ont fini par les attribuer à une « hystérie de masse » (« *mass hysteria* » ; « *Mass Psychogenic Illness –MPI* »). L'identification de l'hystérie de masse se faisait par diagnostic d'exclusion, lorsqu'un collectif se plaignait de symptômes physiques en l'absence de pathogène identifiable et qui ne pouvaient s'expliquer que par une origine de stress ou d'anxiété. Ce diagnostic allait durer jusqu'à nos jours où certaines recherches soutiennent encore cette thèse comme Luauté & Saladini (2008). (Murphy, 2006)

Malgré l'hypothèse psychosomatique, les occupants restaient sur leur position, les environnements intérieurs artificiels étaient remis en cause, particulièrement l'air intérieur pollué par : la fumée de tabac, les émanations des matières et matériaux de l'édifice (moquette, faux-plafond, revêtement mural, ...), ainsi que les fournitures et équipements de bureaux (mobilier, photocopieurs, ...). Une collection de molécules (CO₂, VOCs, aérosols, ...) qui à travers l'odorat pénétraient les poumons et arrivaient au sang des occupants pouvant provoquer des réactions symptomatiques. Déjà aux années 70, le risque d'exposition à une toxicité chimique avait envahi les croyances et la perception des employés de bureaux. Ces inquiétudes ont été marquées par une sollicitation en crescendo des services de NIOSH à enquêter sur des intérieurs suspectés³⁵. (Murphy, 2006)

Au vu des plaintes récurrentes et d'enquêteurs résistants, de nouveaux outils ont dû prendre le relais pour contrer l'incertitude avec laquelle la toxicologie avait teint l'exposition aux risques chimiques dans les environnements de bureaux. Les facteurs de mesure n'étaient plus seulement l'environnement physique mais désormais l'expression des occupants sur leur vécu et expérience environnementale. Ils étaient interrogés à travers un

³⁵ Six demandes entre 1971 et 1978 ; 115 demandes de 1978 à 1980 ; 86 demandes en 1988, puis un pic de 814 demandes d'enquête en 1993. (Murphy, 2006)

questionnaire et les résultats étaient interprétés et quantifiés pour former une preuve tangible appelant à une investigation plus approfondie sur la réalité de l'environnement en question. Cette approche est connue sous « l'épidémiologie populaire »³⁶, une méthode qui a fortement contribué à donner le ton à la santé publique américaine depuis les années 80. Un ton de conscience généralisée sur les risques et dangers encourus au quotidien, dans tout espace de vie, aux USA. (Murphy, 2006)

Contrairement à l'aspect expérimental de la toxicologie, le champ de travail de « l'épidémiologie populaire » était le terrain, où le témoignage d'un nombre de personnes localisées dans un lieu précis, dévoilait des problèmes de santé dus à la proximité d'une industrie ou autres source de pollution (lorsqu'il s'agissait d'une agglomération de résidences), ou à des conditions environnementales intérieures inappropriées. Cela marqua toute la différence avec la toxicologie qui identifiait des quantités objectives de composés chimiques sous forme de normes indiscutables, considérant ainsi le corps humain comme étant « universel » et dont les réactions étaient prévisibles. Alors que l'épidémiologie populaire s'appuyait sur la différence spatiale et sociale dans la distribution des réactions des occupants, face à un même environnement en cause. C'est ainsi que l'épidémiologie populaire n'aspirait pas à donner une **vision universelle** ou représentative des environnements mais plutôt une vision très proche de la **réalité contextuelle vécue**. Bien que cette approche ait été critiquée par certains scientifiques, elle a fait ses preuves à la fin du 20^{ème} siècle, en identifiant aux USA un nombre très important d'expositions toxiques de groupes de cancer dans des espaces de travail et de communautés résidentielles qu'illustre l'exemple très connu du « Love canal »³⁷. Ce dernier a fait l'objet d'un scandale de

³⁶ L'appellation « *popular epidemiology* » ou « épidémiologie populaire » a été fixée dans la littérature scientifique en 1987, par un sociologue nommé P. Brown à la suite d'une enquête sociale menée par les résidents d'un quartier de New York, qui a fait grand bruit à l'échelle du pays, connue à ce jour sous « *Love canal* » (voir note de bas de page suivante). L'origine des pratiques d'enquêtes populaires remonte au 19^{ème} siècle, aux années 1880, menées par des activistes, œuvres sociales, sociologues défendant la cause des marginaux, ou les fondations pieuses en œuvres de charité ; avant même que la sociologie ne s'établisse dans les universités américaines. Les premières enquêtes étaient menées dans des quartiers d'immigrants pour évaluer leur qualité de vie et apporter les améliorations nécessaires avec ce que permettait la science de l'époque. Les enquêtes sociales ont perduré au 20^{ème} siècle, considérées comme une réforme à la science académique traditionnelle, ouverte aux amateurs et intimement liée au terrain. (Murphy, 2006)

³⁷ Un des exemples iconique qui date de la fin des années 70 aux USA, est l'affaire du « *Love Canal* », un quartier de *Niagara Falls*, au nord de New York où l'épidémiologie populaire a permis à une population résidente propriétaire, de découvrir que leurs maisons étaient construites sur une ancienne décharge industrielle de produits toxiques (Murphy, 2006; Akrich, Barthe, & Rémy, 2008). Le nom de « *Love Canal* » vient de l'entrepreneur local William Love, qui fit construire un canal au début des années 1890, projet qui ne fut pas mené à son terme, mais laissa un fossé de 1 000 m de long. Le terrain fut racheté en 1941 par la compagnie Hooker Chemical. Par la suite 21 000 tonnes de produits toxiques ont été découverts à proximité de l'usine *Hooker Chemical*. Les habitants ont constaté l'infiltration de produits chimiques dans le sous-sol. Le scandale a été révélé par un journal local en 1976, et le site a été évacué en 1978. Depuis, « *Love Canal* » est devenue une zone interdite. (http://fr.wikipedia.org/wiki/Love_Canal, consulté le 30-12-2013)

planification urbaine et a fortement contribué à la réglementation qui a suivi, sur les conditions environnementales d'un site de construction. (Murphy, 2006; Akrich, Barthe, & Rémy, 2008)

Lorsqu'un représentant d'une industrie déclarait que son produit n'avait qu'une chance sur mille de causer fatalité ; les épidémiologistes répliquaient en reformulant ce risque par le fait que cette chance sur mille pouvait tomber sur un fœtus et engendrer une fausse-couche chez une employée de bureaux. Aussi, lorsque les experts hygiénistes déclaraient dans une enquête que le niveau mesuré d'exposition à un composant chimique n'excédait pas son seuil limite standardisé (TLV) ; les épidémiologistes répliquaient par le fait que les occupants des espaces bureaux pouvaient passer plus de huit heures par jour à leur bureau, cinq jours sur sept de la semaine, et que cela pouvait avoir un effet cumulatif qui était loin des conditions de l'exposition expérimentale sur la base de laquelle les seuils avaient été formulés. (Murphy, 2006)

Avec l'adoption de cette approche pour mettre l'accent sur le risque de toxicité dans les espaces bureaux, les normes universalisées étaient remises en cause et c'est plutôt la sensibilité des individus et des groupes qui était désormais mise au premier plan. Le nombre des plaignants n'était plus une condition pour justifier une intolérance car la tolérance théorisée et standardisée ne pouvait justifier la fatalité médicale ou mortelle d'un occupant, même unique. A travers l'observation et l'analyse des témoignages, l'épidémiologie populaire permettait de tracer des cartes de réactions dans un même édifice de bureaux, où pouvaient se réunir dans un emplacement « x » plusieurs personnes se plaignant des mêmes symptômes et dans un autre emplacement « y » des réactions plus éparses mais avec une autre forme de symptômes, etc. En localisant par exemple dans un édifice de bureaux une zone où les fenêtres ne s'ouvrent pas et où la moquette est neuve, plusieurs occupants se plaignent de démangeaisons aux yeux, d'écoulement du nez, ou autres. Suite à la formulation de ces cartes de localisation plus accessibles que les statistiques ; les épidémiologistes faisaient appel en seconde étape, à l'expertise des organismes d'enquête de la santé publique, NIOSH ou l'*US Environmental Protection Agency* –EPA (agence de protection environnementale) pour diagnostiquer avec leurs outils les zones critiques répertoriées sur ces cartes. (Murphy, 2006)

Le questionnaire était donc devenu un outil-clé, emprunté aux sciences sociales, puisant l'information à partir des expériences individuelles des répondants. A la fin des années 80, il était devenu le premier test d'évaluation de la santé d'un édifice. Il permettait de collecter les plaintes des occupants puis de les convertir en données statistiques dont le minimum devait justifier l'approfondissement de l'enquête. L'usage de cet outil a suscité plus d'une réaction. De par son effet de prise de conscience des occupants, les employeurs et gestionnaires des édifices bureaux le craignaient au point de suggérer aux enquêteurs d'éviter son usage. Cette crainte était expliquée par le fait qu'il pouvait engendrer un biais de réponse conscient ou inconscient chez les employés non atteints, poussés par intérêt d'indemnisation compensatoire qu'ils pouvaient réclamer si les résultats au bout de l'enquête étaient positifs, ceci d'une part. D'autre part, un effet de peur ou de panique pouvait être

engendré par cet outil, perturbant ainsi la productivité et la performance des employés occupant les édifices en question. Finalement, à la fin des années 80, la résistance de l'association américaine des propriétaires et gestionnaires des édifices « *Building Owners and Managers Association –BOMA* » ainsi que la « *International Council of Shopping Centers* » (Conseil international des centres commerciaux), a abouti à un compromis selon lequel le questionnaire devait être un formulaire où les questions ne devaient susciter que peu ou pas l'expérience individuelle du répondant qu'il exprimerait avec ses propres mots, éviter donc toutes questions ouvertes. Mais plutôt un formulaire typique de questions fermées avec des réponses à choix multiples que pouvait cocher le répondant. (Murphy, 2006)

Du côté des enquêteurs, le questionnaire était une source très intéressante d'informations. Il permettait de prime abord de jauger l'état sanitaire de l'environnement intérieur en question, du fait que le témoignage des occupants représentait une sorte de synthèse dans le temps, d'une évolution d'états critiques de l'environnement intérieur ; et dans l'espace en cumulant plusieurs facteurs environnementaux à la fois exprimés en expérience ou perception positive ou négative, avec dans certains cas des effets observés par l'occupant-même sur sa santé et son bien-être. Contrairement à l'époque des années 50 aux années 70, où le témoignage d'un occupant ne pesait que peu ou pas devant la mesure d'un instrument physique (bien qu'élaboré sur la base de la perception humaine) ; dans cette nouvelle approche, l'occupant est devenu un composant actif de son écosystème qu'est son environnement de travail et dont le témoignage ne pouvait constituer que meilleure source d'informations « fiables ». (Murphy, 2006)

II- 4.4. Reconnaissance des plaintes par l'OMS

Aux années 80, la masse des employés de bureaux qui s'inquiétait sur son exposition à des produits chimiques dangereux, s'est exprimée par des mouvements de grève et de protestation, diffusés par les médias. « *L'indoor pollution* » ou « pollution intérieure » était devenue objet d'activisme et d'investigation (Murphy, 2006). La portée des plaintes devenait épidémique puisque le « *weatherproof building* » sous le « style international » a eu le temps d'investir les grandes villes du monde. Le taux d'atteinte des édifices de bureaux nouveaux ou rénovés, à travers le monde, avait été estimé à plus de 30% en 1983, par l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 1983). En littérature, on retrouve plusieurs exemples représentant cette période épidémique. Comme à Melbourne en Australie, par exemple, où un groupe de travailleurs du gouvernement ont refusé de revenir au travail sur des écrans cathodiques (*Video Display Terminal* VDT). Ils se sont plaints d'un mauvais éclairage, mobilier inconfortable, plusieurs heures immobilisés sur leurs bureaux, et des symptômes de « *Repetitive Strain Injury* -RSI» (mal aux muscles et inflammation des articulations), au niveau des poignés, bras et nuques. Leur union a eu gain de cause à demander des périodes régulières de pause, compensation médicale et amélioration de l'environnement. Finalement, leurs espaces de travail ont été réaménagés, avec des éclairages indirects et des stations de travail ergonomiquement plus confortables. (Vischer, *Environmental Quality in Offices*, 1989)

Dans un autre exemple japonais, un petit groupe de travailleurs dans un étage d'immeuble haut, étaient régulièrement contraints à s'absenter une à deux fois par semaine à cause de nausées et faiblesse, ressentis. Après enquête, ces symptômes se sont révélés causés par des fumées en provenance d'une colonne d'évacuation de cuisine, à l'intérieur de l'édifice. Dans la zone où ils travaillaient, il y avait une trappe d'accès à cette colonne d'évacuation à travers laquelle la fumée s'infiltrait. Aucune suite n'a été donnée à leurs plaintes, ils continuèrent à vivre et travailler en s'adaptant au problème. (Vischer, *Environmental Quality in Offices*, 1989)

En Europe aussi, des études tendaient à conforter cet état d'alerte épidémique. Les plus cités en littérature sont l'étude de Wilson et Hedge, [1987]³⁸, menée au Royaume Uni sur un échantillon de 4373 travailleurs de bureaux occupant 46 édifices qui a abouti à un taux de 29% de l'échantillon, se plaignant d'un ou plusieurs symptômes dont les maux de gorge, rhumes, irritation des yeux, maux de tête et la fatigue (ECA, 1989). La seconde étude [Woods et al., 1987]³⁹, menée aux USA, a révélé un taux de 20% d'atteinte d'un échantillon de 600 travailleurs de bureaux à l'échelle nationale (ECA, 1989). 24% des 600 travailleurs interviewés par téléphone se sont plaints de problèmes de qualité d'air dans leurs bureaux et 10% ont considéré que ces problèmes influençaient négativement leur productivité (Gots, 1998).⁴⁰

Face à cet état épidémique et suite à un rapport sur les polluants de l'air intérieur, l'OMS a considéré le nombre important de rapports décrivant des plaintes similaires d'occupants qui l'ont poussée à reconnaître en 1982, un « problème de santé environnemental réel », souvent nommé « *Sick Building Syndrome* –SBS⁴¹ ». Le SBS dans

³⁸ Cité dans (ECA, 1989) : WILSON S. and HEDGE A. (1987) The office environmental survey. Building Use Studies, London, 1987.

³⁹ Cité dans (ECA, 1989) : WOODS J. E., DREWRY G. M., MOREY P. R. Office worker perceptions of indoor air quality effects on discomfort and performance. INDOOR AIR '87, Proceedings of the 4th Intern. Conf. on Indoor Air Quality and Climate, Berlin (West) 17-21 Aug. 1987 Inst. für Wasser-, Boden- und Luft hygiene, Berlin; Vol. 2, 464-468.

⁴⁰ Près de 10 années plus tard, cette étude et ses chiffres alarmants à l'époque, ont été remis en cause par le docteur Gots (1998) qui a critiqué la démarche des chercheurs dans l'usage de technique de collecte de témoignages par téléphone ainsi que l'extrapolation des résultats à l'échelle nationale par des chiffres alarmants suggérant que 800.000 à 1.200.000 édifices commerciaux et de bureaux, aux USA, présentaient un risque d'atteinte et que plus tard les chercheurs aient suggéré que 30 à 70 million d'occupants étaient concernés par la question (Gots, 1998). Le docteur remet particulièrement en cause cette étude parce qu'elle a été largement et longuement citée en référence dans la publication scientifique, parce qu'elle a été acceptée par les spécialistes de l'air intérieur et plus encore par les agences fédérales et étatiques. Le docteur Gots écrit dans son article que cette étude a motivé l'élaboration d'importantes politiques de contrôle et de régularisation, qui ont coûté très cher. (Gots, 1998)

⁴¹ Extrait du rapport de l'OMS : ["...it is reasonable to assume that we are dealing with a true environmental health problem, which is often referred to as the "sick" building syndrome."] (WHO, 1983, p. 25).

un édifice dépendait du taux d'occupants se plaignant de symptômes, à travers un questionnaire. Au-delà de 20% de plaignants du total de la population parente (WHO, 1983), l'édifice était considéré comme « *sick* », malade, indépendamment du type de symptôme ou des causes afférées. Les symptômes sont plutôt bénins et liés à l'espace occupé car ils disparaissent peu de temps après avoir quitté le lieu en question ou quelques jours après (ECA, 1989)

En 1984, le parlement américain a ajouté à l'agence américaine de protection environnementale « l'*US Environmental Protection Agency –EPA* », le chapitre de recherche sur la pollution intérieure (« indoor pollution »). Entre 1987 et 1992, au parlement américain, un combat a été mené pour faire valoir la pollution intérieure au point de la considérer comme menace n°1 de la santé publique. La santé des employés de bureaux était devenue affaire publique. (Murphy, 2006)

Dès le début de ce phénomène, les médecins du travail étaient déstabilisés car les taux élevés de présence de ces symptômes pouvait concerner n'importe quelle population dans n'importe quelle autre situation que les environnements intérieurs de travail. Des symptômes généraux rendant difficile leur association à un cas unique d'environnement intérieur distingué. (WHO, 1983)

La nomenclature qui a subsisté dans la littérature scientifique est le « *Sick Building Syndrome - SBS* », traduite en langue française par « Syndrome du Bâtiment Malsain -SBM». Le choix du terme « syndrome » semble être justifié par le fait que les plaintes des occupants sur l'état négatif de leur santé, constitue un ensemble de symptômes **mais ne permettant pas de poser un diagnostic précis**, en considérant qu'un diagnostic devrait permettre d'identifier la nature et la cause d'une maladie d'après ses symptômes (Microsoft-Encarta, 2007). Les symptômes qui reviennent souvent, mais pas seulement, sont : **les maux de tête, brûlure aux yeux, irritation du système respiratoire (nez, gorge), irritation de la peau (plus rare), somnolence et fatigue** (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983). On peut trouver d'autres symptômes associés au syndrome, tels que **les vertiges** (Sterling & Sterling, 1983; Sterling E. , 1986; Finnegan M. , Pickering, Gill, Ashton, & Froese, 1987; Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989), **les nausées** (Sterling & Sterling, 1983; Sterling, McIntyre, Collett, Sterling, & Meredith, 1985; Sterling E. , 1986; Hedge, Sterling, & Sterling, 1986; Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989; Aronoff & Kaplan, 1995), **le bourdonnement d'oreille** (Sterling E. , 1986), etc. Dans certains cas, même des « **fausses couches** » ont été associées aux édifices malsains (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989; Aronoff & Kaplan, 1995). Ces symptômes sont généralement vécus suite à une longue période d'exposition et reviennent durant l'occupation dans les édifices scellés. Il est rare que la cause soit définitivement déterminée mais elle est souvent suspectée d'être en relation avec les composants de l'édifice, particulièrement le système d'aération (Sterling, Sterling, & McIntyre, 1983). Le tableau 3 illustre le SBS à travers deux colonnes l'une où sont listés les symptômes et l'autre où sont listées les causes. Entre ces deux colonnes les liens de causalité directe ne sont pas mentionnés car dépendants de la sensibilité de chaque

usager. Néanmoins, ce tableau résume les symptômes les plus fréquemment recensés et les causes plausibles.

Tableau 3 : Les symptômes et causes les plus relatés au SBS (Deoux et Deoux, 1993, p.141).

Syndrome des bâtiments malsains -SBS	
<i>Symptômes</i>	<i>Causes</i>
Manifestations ORL et respiratoires Gorge sèche Irritation de la gorge Sensation d'étouffement Ecoulement nasal Obstruction nasale Toux Manifestations oculaires Yeux secs Démangeaisons des yeux Conjonctivite Gêne avec les lentilles cornéennes Manifestations cutanées Peau sèche Rougeur Démangeaisons Manifestations sensorielles Sensation de mauvaise odeur Manifestations neuropsychiques Maux de tête Fatigue anormale Malaise général → Absentéisme	Facteurs Physiques Température, trop basse ou trop élevée Hygrométrie basse Déplacements d'air Lumière artificielle Travail sur écran de visualisation Bruit (de la climatisation, équipements, etc.) Champs électromagnétiques et électrostatiques Facteurs chimiques Fumée de tabac Formaldéhyde Dégagement de composés organiques volatils Gaz carbonique (indice de confinement) poussière Facteurs biologiques Acariens Moisissures Endotoxines mycotoxines Facteurs psychologiques Ouverture impossible des fenêtres Pas de ventilation naturelle Travail peu motivant Femme concernée le plus souvent

Au départ, bien que ce syndrome ait été spécifique, aux environnements de travail hermétiques, il est reconnu aujourd'hui, dans d'autres types d'espaces (écoles, hôpitaux, résidences, ...), même dans les environnements naturellement ventilés. Remettre en cause un environnement naturellement ventilé, nous semble être une controverse subtile pour diluer et atténuer l'attaque scientifique contre l'environnement hermétique spécifique aux espaces bureaux, fortement répandu sur le globe, avec des enjeux industriels et économiques importants.

II- 4.5. Évolution de la recherche face aux plaintes en hausse

Les effets négatifs de l'environnement physique sur la santé et la performance des occupants, étaient largement répandus. Est apparue alors une demande grandissante de gestionnaires qualifiés pour gérer des environnements intérieurs de bureaux. La hausse des plaintes et l'incertitude issue des enquêtes étatiques aux USA, devenaient ingérables et incommodait les finances et la production des entreprises. De nouveaux enquêteurs privés ont été alors sollicités, ils étaient de formations diverses : architectes, ingénieurs, physiciens, chimistes. Ils ont utilisé une panoplie d'outils et techniques, anciens et nouveaux, pour évaluer sous une approche écologiste, les composants techniques et organiques des environnements en question. Avec la forte demande, l'offre s'est développée de cabinets d'enquêteurs privés, à de grandes firmes spécialisées dans les environnements intérieurs. Il semble que ces firmes se divisaient en deux groupes : celles qui étaient spécialisées dans l'inspection et la résolution de problèmes réels et existants ; et celles qui offraient désormais un nouveau service plutôt préventif de « *environmental management* » (« gestion environnementale ») dont les espaces bureaux étaient devenus dépendants, pour se maintenir en « bonne santé » (« *as healthy environments* ») et éviter autant que possible les risques d'insalubrité. Ces firmes effectuaient des évaluations de risques dans des projets en conception ou en cours de construction et pouvaient proposer des ajustements ou des révisions plus proches de la gestion écologique post-installation (après occupation). Elles effectuaient surtout des évaluations de risques dans des édifices occupés, à l'issue desquelles elles pouvaient proposer des procédures de maintenance préventive, ou des schémas de gestion proactive, anticipative et préventive, contre tout risque plausible. (Murphy, 2006)

Ces enquêteurs jouaient le rôle de médecins pour édifices où d'ailleurs en supplément aux outils des hygiénistes, ils empruntaient des outils de diagnostic médical tels que prélèvement à partir de flaques d'eau, de moisissures ou autre source soupçonnée pour analyse biologique dans des labos ou sur place à travers des kits portatifs ; des tubes longs flexibles introduits dans les conduites d'aérations ou entre deux murs ; etc. Ces spécialistes écologistes étaient devenus médecins des environnements intérieurs traquant les sources de maladie et de plainte des occupants. L'édifice était considéré comme un organisme vivant, sujet aux infections causées par des microorganismes infiltrés par des polluants ou engendrés par des conditions environnementales et des interactions biochimiques internes. Une industrie de dispositifs et équipements s'est alors développée autour de cette approche, prônant l'immunité à renforcer d'un édifice à la suite de plaintes enregistrées ou par prévention. Plusieurs facteurs environnementaux étaient objet de suspicion mais l'air intérieur était le plus investi car il pouvait engendrer des réactions physiologiques reconnues par la médecine de l'époque (irritations de la sphère Orl, des yeux, réactions des poumons, réactions allergiques, etc.) et c'est ainsi que tout son circuit était devenu l'objet de filtration, purification,

régénération, etc. L'aspect sanitaire et écologique d'un édifice de bureaux était de plus en plus amplifié par les services des experts enquêteurs⁴² qui se nommaient : « *Building ecology* », « *Healthy buildings* », « *Building wellness* », etc. ; ainsi que par les industriels fabricants d'équipements de confort et de dispositifs d'amélioration et d'assainissement des intérieurs, tel que « *the Odatus Immune system* » fabricant de système de purification d'air. (Murphy, 2006)

Les années 90 ont été marquées par la publication d'un grand nombre d'ouvrages en « médecine occupationnelle⁴³ » en occident. Selon le profil des nombreux auteurs experts, le contenu de ces ouvrages variait. Lorsqu'il s'agissait de médecins spécialistes de l'occupation, entraînés à détecter et traiter les maladies occupationnelles, le contenu concernait plus l'organisme (le corps) humain en tant que système et ses réactions aux facteurs environnementaux. Alors que si l'auteur était un hygiéniste de l'industrie, chargé d'inspecter la santé et la sécurité des occupants en détectant l'exposition chimique éventuelle et en recherchant les causes des plaintes et maladies ; le contenu de l'ouvrage ressemblait plutôt à un listing de composés chimiques où pour chaque composé était décrit un seuil de tolérance au-delà duquel le composé était considéré « toxique » ainsi que les effets que cette toxicité pouvait avoir sur le corps humain. (Murphy, 2006)

Un des ouvrages marquant cette période en Europe et plus précisément en France est « L'écologie c'est la santé » écrit par deux médecins Déoux et Déoux (1993), disponible à la bibliothèque de l'EPAU. Il constitue une source clé dans cette thèse, particulièrement pour le chapitre III.

II- 4.6. Le SBS, un enjeu économique coûteux

Le SBS qui est devenu un problème mondial, a suscité l'intérêt de plusieurs disciplines, principalement celles qui traitent de la santé mentale et psychologique des usagers, mais aussi l'économie et les finances particulièrement dans la gestion et l'entretien de l'édifice de bureaux. En effet, l'économie d'énergie qui a engendré des mesures de restriction d'air neuf dans les systèmes d'aération artificielle, était confrontée par la recherche scientifique, au prix de la santé des usagers et plus encore à leur productivité. Des pertes monétaires en termes de performance des travailleurs, altérée par les effets du SBS, pouvaient dépasser de loin les économies effectuées sur la consommation de l'énergie dans le bâtiment. (ECA, 1989; Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989; Aronoff & Kaplan, 1995)

⁴² La compagnie d'investigation des édifices qui était la plus connue aux années 80, localisée en Virginie (USA), était la « *Healthy Buildings International –HBI* ». (Murphy, 2006)

⁴³ La médecine occupationnelle a d'abord émergé en Europe, Angleterre et Allemagne plus précisément, au 19^{ème} siècle déjà, puis a été adoptée bien plus tard aux USA. (Murphy, 2006)

Des chercheurs se sont alors penchés sur la question pour prouver cela comme Robertson et al. (1985) qui ont mené une évaluation comparative entre le coût réel de réduction de chauffage et ventilation, dans un grand édifice de bureaux, d'une part, et le coût de l'augmentation du taux d'absence des travailleurs de seulement 1%, d'autre part. Les résultats hypothétiques ont montré que le coût de l'absentéisme était presque huit fois (8x) plus important que celui gagné à travers les économies d'énergie à opérer, sans omettre que l'absentéisme engendré par le SBS dépassait souvent le 1% et que l'absentéisme a été considéré seul sans les autres perturbations possibles dans la performance et la productivité des travailleurs. (ECA, 1989)

Ajouté aux dépenses importantes que peut engendrer le SBS à l'entreprise occupant un édifice atteint, l'aspect légal sur les droits des employés à un environnement intérieur sain et sécurisé est loin d'être négligeable en termes de dépenses. L'indemnisation coûte très cher aux entreprises dès que les plaintes correspondent à une des maladies occupationnelles reconnues par la législation du pays en question. Dans certains pays européens par exemple, les manifestations allergiques des employés de bureaux artificiellement ventilés, sont reconnues par la législation parmi les maladies d'occupation (*occupational diseases*) et ouvrent ainsi droit à l'indemnisation légale une fois les liens de causalité établis. (ECA, 1989)

Décrivant l'état de ces litiges aux USA, Aronoff et Kaplan (1995) ont rapporté qu'aux années 90, les litiges juridiques étaient en hausse et que les employeurs et fournisseurs d'équipements et mobiliers de bureaux étaient souvent la cible de poursuites judiciaires dues aux états négatifs de santé des usagers. La sécurité ergonomique et la qualité de l'environnement de bureaux étaient considérées comme une responsabilité légale des gestionnaires. Les propriétaires des édifices, les directeurs généraux et le personnel de gestion de l'environnement physique étaient personnellement tenus comme responsables des états négatifs dont pouvaient se plaindre les occupants des bureaux. D'ailleurs, pour éviter d'arriver aux litiges juridiques, les primes de compensation avaient tendance à augmenter au fur et à mesure que la population active apprenait plus sur les conséquences sanitaires des environnements physiques de bureaux. (Aronoff & Kaplan, 1995)

Dans ces litiges, l'architecte est aussi responsabilisé lorsque les causes identifiées reviennent à des erreurs premières de conception. Un exemple rapporté par Aronoff et Kaplan (1995) illustre cela : dans un tribunal en Californie, où les plaignants ont été en justice le propriétaire de l'édifice, l'entreprise contractante, l'architecte concepteur et le gestionnaire de l'environnement physique, comme étant responsables des maladies des employés exposés à la mauvaise qualité de l'air, durant la rénovation de leurs bureaux. Pendant ces travaux, les plaintes des occupants n'ont pas été prises en considération et lorsque ces derniers sont tombés malades, ils ont entrepris une poursuite judiciaire. Basé sur des faits présentés à la barre, appuyés de témoignages d'experts, il a été conclu que le propriétaire, les concepteurs, les constructeurs et les gestionnaires, tous avaient une part de responsabilité dans cette affaire. (Aronoff & Kaplan, 1995)

II- 4.7. L'espace bureau : un écosystème « artificiel »

Au début des années 90, l'édifice de bureaux s'inscrivait déjà sous la théorie écologique. Il était considéré comme un organisme vivant, composé d'un ensemble d'organes en fonction, interconnectés et interdépendants. Cet ensemble nécessitait donc d'être nourri (en termes d'énergies ou autre) et entretenu, pouvant traverser des périodes de force et de vulnérabilité. Avec cette approche, l'environnement intérieur était comme dynamique et imparfait et les dites « erreurs » que pouvaient subir ses usagers après installation, n'étaient autres que des imperfections naturelles de l'édifice comme organisme écologique. Considérées comme conséquences de second-ordre ou second degré (« *second-order consequences* »), comme résultats inévitables de relations changeantes et complexes des composants de l'édifice dont la vie ne commence, en réalité, qu'après installation [Becker & Fritz, 1995]⁴⁴. Avec l'acceptation de l'imperfection dans la vie d'un environnement intérieur, la crédibilité des plaintes des usagers était clairement reconnue, sortant de l'incertitude vers la certitude. Même si il faudra attendre les années 90 pour une application concrète, le contrôle de qualité dans l'environnement intérieur n'était plus régi par un cadre (outils d'enquête, réglementation, etc.) statique et standardisé (car l'environnement même était considéré comme statique et universel) mais plutôt par un cadre adaptable respectant l'aspect évolutif des plaintes, dans le temps et dans l'espace sans pour autant disculper la production industrielle mais ouvrant plutôt un champ de dialogue où « l'interaction dynamique » entre l'utilisateur et son environnement physique était désormais reconnue. (Murphy, 2006)

L'approche écologique de l'édifice de bureaux a engendré un nouveau concept « d'édifice organique » (« *organic building* ») où des analogies étaient faites entre les organes et les équipements de l'édifice. La principale analogie a concerné le système de ventilation, considéré comme un organe respiratoire et donc pouvant constituer un lieu d'infection microbienne, comme ça avait déjà été le cas à la fin des années 70 avec la légionellose⁴⁵. D'autres maladies moins dangereuses ont été identifiées (fièvre de Pontiac⁴⁶, fièvre de l'humidificateur ...), dont les microbes s'étaient aussi propagés à travers les conduites du système d'aération. (Murphy, 2006)

⁴⁴ Cité dans (Murphy, 2006, p. 136) : Becker, F. & Fritz S. (1995) « workplace by design : mapping the High-performance workspace ». San Francisco: Jossey-Bass.

⁴⁵ **Légionellose** : maladie à laquelle ont succombé vingt neuf participants à une conférence de légionnaires à Philadelphie et qui ont été contaminés dans leurs chambres d'hôtel où se tenait la conférence, à travers les conduites d'aération où logeait une bactérie identifiée sous « *legionella pneumophila* ». C'est une pneumopathie potentiellement grave, voire mortelle, engendrée par ces bactéries qui se développent dans les eaux stagnantes des humidificateurs, dans les systèmes de climatisation et réseaux de distribution d'eau chaude. (Murphy, 2006; Déoux & Déoux, 1993)

⁴⁶ **Fièvre de Pontiac** : C'est l'homologue de la « légionellose ». Seulement, la « fièvre de Pontiac » est une forme plus bénigne avec une incubation plus courte de 2 à 3 jours évoluant vers guérison, avec un syndrome pseudo-grippal. (Déoux & Déoux, 1993)

L'édifice de bureaux était donc accepté comme un écosystème où les occupants cohabitaient avec d'autres organismes vivants, allant des rats et souris aux germes microscopiques en passant par les petits insectes (cafards, ver aquatique, acariens ...) et les microbes. Mais cette cohabitation n'était pas systématiquement dangereuse pour la santé des occupants. Selon certaines combinaisons et à des taux de prolifération importante, l'abondance de ces autres organismes, notamment les micro-organismes, pouvaient engendrer de mauvaises odeurs ou des crises d'asthme ou une autre forme de réaction sensible. L'édifice de bureaux était donc un écosystème composé de faune et de flore jusqu'à l'échelle microscopique, qui prenait vie dès le fonctionnement de l'édifice et ses installations. (Murphy, 2006)

Cette approche écologique qui permettait d'apprécier l'interaction entre usagers et expositions à travers des schémas de symptômes, renvoyait à une mauvaise gestion et entretien de l'environnement. Le SBS représentait donc tous ces schémas symptomatiques qui pouvaient exister, insaisissables et variables d'un environnement à un autre et d'une population à une autre. Cette incertitude a ouvert voie à grand nombre de versions tentant de cerner cette complexité causale. Cela explique encore une fois le caractère (que nous nommons) « savonneux » du SBS, glissant et fuyant toute tentative de le cerner de manière précise et prévisible, du moins dans le cadre de la science actuelle. Son diagnostic par occupant concerné ne pouvait être stable et répétitif et la contingence propre à l'écologie, est aussi un de ses caractères clé.

En réaction aux risques dangereux que pouvaient présenter la faune et la flore sur la santé et le bien-être des employés de bureaux, des dispositifs « immunitaires » ont été mis en place, en analogie au système immunitaire humain où les cellules de défense réagissent aux intrusions environnementales externes (germes, virus, ...) et aux dysfonctionnements internes. Ces dispositifs immunitaires consistaient en des filtres d'air, des générateurs d'ozone, des purificateurs d'air, etc., protégeant l'environnement intérieur des espaces bureaux de l'infiltration des polluants et des infections microbiennes. Un nouveau créneau industriel se mettait en place. (Murphy, 2006; Roulet, 2004)

La première conception du contrôle intérieur des ingénieurs de la ventilation au milieu du 20^{ème}, correspondait à une maîtrise technologique qui n'admettait aucune erreur, aucune fuite ; mais cette conception a été largement révolue par l'approche écologique à la fin du siècle, comme en témoigne la différence entre deux affiches publicitaires (voir fig.32). L'une datant de 1959 montrant un ingénieur de la ventilation « maître » de la situation avec grande précision dans le contrôle de l'environnement intérieur et la seconde datant de 1995 montrant un paysage naturel reflétant l'air pur d'une montagne, que promettait cette entreprise de fabrication de système d'aération. Un air (naturel) meilleur avec tous ses composants non-maîtrisables et sa marge d'évolution imprévisible, plutôt qu'une aération artificielle totalement maîtrisée. Un revirement spectaculaire qui joue en faveur des usagers et leurs besoins, mais qui disculpe par la même, les effets de l'environnement artificiel. Une sorte d'acceptation du "confort artificiel" au grès des besoins des usagers. (Murphy, 2006)



Figure 32 : Revirement de considération de la maîtrise du confort intérieur dans les espace bureaux (Murphy, 2006, p.29, 144)

II- 4.8. Synthèse

L'émergence parallèle du SBS avec la reconnaissance des risques potentiels engendrés par l'asbestos, le radon, le formaldéhyde et la *Legionella pneumophila*, parmi d'autres facteurs de risque, et l'accent parallèle mis aussi sur l'économie d'énergie, a donné une nouvelle signification aux efforts de recherche pour étudier et comprendre les impacts des bâtiments sur la santé, le bien-être et la productivité des usagers. Le remplacement des matières et matériaux historiquement répandues dans les environnements intérieurs tels que le plâtre, le bois et le béton, par de nouveaux produits fabriqués à base de nouveaux plastiques et composants chimiques, parallèlement à la réduction de l'aération naturelle, a engendré ce qui peut être aujourd'hui considéré comme taux extrêmement élevés de concentrations toxiques. Aujourd'hui à travers le monde, les architectes, ingénieurs et designers doivent travailler avec toutes ces connaissances, sachant que plusieurs activistes ont mené des efforts concertés pour réduire l'exposition des usagers à ces polluants. Plus récemment, l'intérêt porté à la moisissure et ses dérivées, parallèlement au nouvel accent mis sur les particules et les particules fines et ultrafines, a engendré un état de conscience important sur la complexité de l'environnement intérieur et de la multitude des facteurs pouvant affecter la perception des usagers de leur environnement et les conséquences de l'environnement intérieur sur leur santé. (Levin H. , 2006)

Aujourd'hui c'est l'écologie, créée pour servir encore une fois des intérêts économiques et industriels car à travers la conciliation entre l'usager et son environnement intérieur, formant un « organisme vivant » ; toute erreur est tolérée à rattraper après occupation des lieux (!). Cela n'ouvre-t-il pas voie à plus de pollution intérieure, sans contrôle et sans freins (?). Quelle ère nous attend après cette « écologie » en faveur des intérêts économiques et industriels (?). Au lieu de revenir clairement aux matériaux « nobles » pour ne pas dire « naturels » puisque la théorie écologiste « naturalise » ce qui est « artificiel » (!).

Ainsi que revenir aux dispositifs simples d'ouverture de fenêtre, de plan peu profond, de vue vers l'extérieur, d'éclairage naturel, etc.

Cette revue historique, bien que longue, était incontournable pour apprécier l'évolution sous des enjeux souvent bien loin des besoins des usagers. Finalement ce qui est « scientifique » n'est pas toujours au service de « l'Homme », bien au contraire il peut nuire à son bien-être. Néanmoins, la reconnaissance de la « qualité vécue » aux dépends de la « qualité conçue » ou la qualité « artificielle » « universelle » a permis la reconnaissance du droit de l'utilisateur à un espace de travail sain et sécurisé.

II- 5. *Indoor Environmental Quality* (IEQ) : le label du 21^{ème} siècle

Avec la théorie écologique, l'édifice « vert » (« *green building* ») est devenu la tendance de la fin du 20^{ème} siècle, très tendance encore aujourd'hui. Ce mouvement de conscience à l'égard de l'environnement global a doté l'édifice construit d'une double responsabilité envers l'environnement naturel (émissions, pollutions, rejets, etc.) et envers les usagers dans leur environnement intérieur. Dans le domaine de la santé publique, ce dernier constitue un point focal car le public passe la majeure partie de son temps à l'intérieur des édifices et la concentration de la plupart des polluants est 10 fois plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur. On considère qu'une personne est généralement 1000 fois plus susceptible d'inhaler une molécule chimique émise à l'intérieur qu'à l'extérieur en plein air. Mais les efforts fournis pour définir les polluants intérieurs et engendrer des environnements intérieurs sains et productifs, entrent souvent en conflit avec les efforts fournis à protéger l'environnement urbain des effets négatifs des technologies du bâtiment. Un « *healthy building* » (bâtiment sain) **ne devrait donc affecter négativement ni les usagers ni son environnement** plus large. (Levin H. , 2006)

Dans cette étude, notre intérêt est particulièrement porté sur l'environnement intérieur d'un « bâtiment sain » où les espaces de travail entrent en interaction avec les usagers. Le début du 21^{ème} siècle a concrétisé et formalisé cette interaction reconnue entre l'environnement physique des espaces bureaux et la satisfaction et la productivité des usagers, employés de bureaux. Ce lien direct s'est formalisé par un concept clé toujours sous le mouvement du bâtiment « vert », très répandu aujourd'hui dans la communauté scientifique, qu'est « *l'Indoor Environmental Quality –IEQ* » ou « Qualité Environnementale Intérieure ». L'intérêt, tout l'intérêt de concrétiser l'influence réciproque entre l'environnement physique de travail et l'utilisateur, a été boosté par des études en économie qui ont démontré que dans un même édifice, le coût estimé d'une faible qualité environnementale intérieure est beaucoup plus important que les coûts énergétiques de chauffage et d'aération. C'est pourquoi la recherche aujourd'hui, réclame d'intégrer les dépenses en termes de santé et de productivité dans le calcul des bénéfices économiques, habituellement effectués sur l'énergie et la maintenance. Dans cette perspective économique, des études sont menées pour prouver l'influence de l'environnement intérieur physique sur la productivité et la performance

des usagers où les taux de plaintes de santé (SBS) et d'absentéisme deviennent des paramètres clés de mesure. (Seppänen & Fisk, 2005)

La Qualité Environnementale Intérieure -IEQ⁴⁷ n'est pas un concept spécifique au 21^{ème} siècle, il a émergé au début des années 80 et avec la théorie écologique, le concept s'est affiné vers une qualité environnementale « intérieure » –IEQ pour se distinguer de la qualité environnementale extérieure qui est aussi un engagement du « bâtiment vert » mais avec d'autres exigences. Ce concept se développe aujourd'hui à travers une multitude de certifications écologiques nationales et internationales, impliquées dans les processus de préconception, conception, construction jusqu'à occupation et fonctionnement d'un édifice. Il se développe aussi sous une multitude de méthodes, d'outils et d'index d'évaluation du degré de qualité d'environnements intérieurs, ainsi qu'un nombre incommensurable de publications sur ce thème.

Dans cette section, nous abordons quelques aspects du concept d'IEQ, à travers ses paramètres clés, sa certification et son importance dans la dernière génération des édifices de bureaux.

II- 5.1. Les quatre volets de l'Indoor Environmental Quality –IEQ

A l'origine de la promotion du concept de « l'*Indoor Environmental Quality* –IEQ », est l'institution américaine d'ASHRAE (« *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* ») avec l'aide d'autres organisation afin d'alléger semble t-il tout le poids de l'attention académique portée à la qualité intérieure de l'air (*Indoor Air Quality* –IAQ) seule, qui était devenue très critique aux années 80 et 90 (Hepner & Boser, 2006). Selon l'institut national de l'occupation sécurisée et de santé (*National Institute for Occupational Safety and Health* –NIOSH), les plaintes associées à la qualité de l'air intérieur (IAQ), des yeux, du nez, de l'irritation de la gorge, des maux de tête, des vertiges, de la fatigue et des nausées, ne pouvaient être toujours expliquées par les facteurs de l'air intérieur seul [Bierbaum, 1992]⁴⁸, car les effets de qualité intérieure de l'air peuvent largement varier parmi les personnes, ce qui les rend difficiles à résoudre. De plus, les experts ont considéré que les facteurs ergonomiques ainsi que l'éclairage de la zone de travail peuvent affecter les perceptions des travailleurs de la qualité de l'air respiré et leur confort. Ainsi donc, la qualité environnementale intérieure devait être considérée dans sa globalité en évaluant des immeubles de bureaux. (Abdou, El-Kholy, & Abdou, 2006)

⁴⁷ Nous préférons maintenir l'acronyme en anglais « IEQ » pour désigner la qualité environnementale intérieure, sans le traduire en QEI car il est le plus connu et le plus répandu en anglais.

⁴⁸ Cité dans (Abdou, El-Kholy, & Abdou, 2006, p. 4): Bierbaum, P. J. (1992). "Indoor Air Quality" In: LaBar, G, "Why Employees Are Sick of Indoor Air". *Occupational Hazard August*, pp. 33.

De plus, d'autres études ont considéré les facteurs psychologiques, tels que le stress, la satisfaction au travail et les relations professionnelles, comme facteurs d'influence sur les plaintes liées à la qualité de l'air intérieur. Le NIOSH qui encourageait le concept de IEQ, a observé que les plaintes liées à la qualité de l'air intérieur pouvaient être le résultat de multiples autres facteurs, tels que l'ergonomie, le stress au travail, l'éclairage de la station de travail, et probablement d'autres facteurs en jeu. Cela a été d'autant plus accentué par des études qui ont démontré que même en solutionnant les problèmes de l'air intérieur, les symptômes persistaient et que grand nombre de conséquences du stress psychologique sont les mêmes que ceux auxquels on peut s'attendre avec une pauvre qualité de l'air. [Bierbaum, 1992]

Ainsi, avec la qualité environnementale intérieure (IEQ), la qualité de l'air intérieur (QAI) est devenue une des quatre catégories pouvant influencer la qualité de l'environnement intérieure et qui sont : le confort visuel (CV), le confort thermique (CT) et le confort acoustique (CA). Chacune de ces quatre catégories est définie par plusieurs paramètres qui permettent de préconiser une qualité environnementale, en amont dans un processus de conception architecturale et en aval dans une évaluation post-installation (Post Occupancy Evaluation - POE). Il n'existe pas de liste normalisée de ces paramètres, chaque étude et chaque discipline aborde les quatre catégories sous des paramètres communs et différents.

II- 5.2. L'IEQ tributaire des usagers et des normes

Selon ASHRAE, l'IEQ est une « expérience perçue » de l'environnement intérieur d'un édifice incluant l'analyse d'aspects du projet, l'efficacité énergétique, ainsi que la santé et le confort (Heinzerling, Schiavon, Webster, & Arens, 2013, p. 210). Une haute qualité environnementale intérieure (IEQ) est associée à la satisfaction des usagers, leur haute productivité et la performance de toute l'entreprise. Alors qu'une pauvre qualité est directement associée à l'inconfort et à des problèmes de santé chez les usagers. L'état de ces derniers est donc le paramètre clé qui définit le degré de qualité d'un environnement intérieur. En fin de compte c'est la « qualité vécue » par les usagers qui détermine la qualité d'un environnement de travail.

La Qualité Environnementale Intérieure (IEQ) est alors approchée à travers trois paramètres clés d'états de **santé**, **satisfaction** (ou bien-être) et **productivité** (ou performance) des usagers. Ces études sont évaluées à travers l'influence mesurée de quatre facteurs physiques de confort que sont : **la qualité de l'air intérieur** (QAI) qui est souvent le plus développé des quatre facteurs ; **le confort thermique** (CT) ; **le confort visuel** (CV) et **le confort acoustique** (CA). Certaines études de terrain peuvent considérer les quatre facteurs à la fois et d'autres ne considérer que quelques facteurs dans leur influence sur l'utilisateur (Seppänen & Fisk, 2005). Certaines études abordent les trois états des usagers (santé, satisfaction et performance) à travers un seul facteur (Wood, 2003), d'autres abordent un état ou deux à travers un ou plusieurs facteurs (Mendell, et al., 2006), ou d'autres encore n'abordent qu'un seul état à travers un seul facteur. Ces facteurs peuvent aussi être

structurés et classés par des modèles théoriques empruntés à d'autres disciplines, tel que le « modèle Kano de satisfaction » emprunté au « marketing » où les paramètres des quatre facteurs clés sont classés en : paramètres basiques (minimum requis dont l'absence engendre insatisfaction) ; paramètres bonus (effet positif de présence mais pas d'effet négatif en cas d'absence) et paramètres proportionnels (satisfaction ou insatisfaction selon leur performance). (Kim & De Dear, 2012)

Bien entendu le travail d'enquête sur terrain pour sonder la qualité intérieure d'un environnement de travail n'est pas tâche facile. On y distingue trois approches possibles : une approche subjective, une approche objective et une approche composée. L'approche subjective est focalisée sur le témoignage des occupants sur leur expérience environnementale, à travers des questions d'évaluation de différents paramètres (les plus connues sont « *the Building Use Studies Ltd. –BUS* » ; et « *Center for the Built Environment (CBE) survey* »). Quant à l'approche objective, plus coûteuse, elle utilise des appareils de sondage de différents paramètres avec une mémoire d'enregistrement de données en termes de température de l'air, d'humidité, de niveau d'éclairement, de composé d'air, etc. (IEQ cart ; IEQ logger ; Envirobot, ...). Des stations de mesure peuvent être installées dans le temps et l'espace, selon les besoins de l'enquête et l'interprétation des données se fait en référence à des normes et standards. L'approche combinée est peut-être la plus difficile (en termes de coûts et d'interprétation des données) mais semble être la plus pertinente car elle permet jusqu'à une certaine mesure de quantifier la satisfaction des usagers pour pouvoir réutiliser ces données dans de nouvelles situations en projet, en phase de conception. Le nombre important de méthodes et de protocoles d'évaluation d'un environnement intérieur de bureaux peut lui donner différents niveaux de performance et différents degrés de qualité environnementale intérieure, sans compter son évolution dans le temps. Une seule évaluation n'est donc pas un pronostic définitif de degré de qualité. (Heinzerling, Schiavon, Webster, & Arens, 2013)

L'application des normes de santé et sécurité, est souvent perçu comme une « protection » et une sécurité pour les décideurs (concepteurs, propriétaires et gestionnaires) et comme une « assurance » pour l'utilisateur ; ces normes représentent un seuil de qualité environnementale assurée dans l'édifice. Cependant, la recherche a bien démontré que travailler dans des environnements avec un seuil de qualité supposé acceptable, est loin de l'expérience perçue de la haute qualité environnementale. Les concepteurs et les constructeurs trouvent que les codes et les normes sont frustrants, souvent formulés sans référence aux variations des conditions contextuelles et doivent être appliqués en termes absolus sans considérer les coûts spécifiques et globaux. Mais les études en feedback sont justement pertinentes à ce sujet car elles constituent une source très riche de données permettant d'ajuster et réajuster les normes et les codes selon différentes situations. Il semble qu'on ne parle plus aujourd'hui de normes de confort mais plutôt de seuils de viabilité, de sécurité et de santé. Une base indispensable sur laquelle l'architecte et le gestionnaire peuvent apporter leur amélioration contextuelle. (Vischer, *Environmental Quality in Offices*, 1989)

II- 5.3. La certification écologique ou le marketing de l'IEQ

Le « *green building* » est devenu aujourd'hui un label de certification écologique qui se veut respectueux de l'environnement extérieur (naturel et urbain) et des usagers, en assurant un environnement intérieur de qualité. Wei, Ramalho et Mandin (2015) comptent aujourd'hui plus de 31 certifications dans 30 pays différents à travers le monde (13 en Asie, 9 en Europe, 5 en Amérique, 2 en Océanie, et 1 en Afrique). 31 certifications n'est pas un chiffre exhaustif mais une sélection des auteurs, selon l'accès à l'information (en termes de langue) et sa disponibilité (sur Internet). Certaines certifications sont nationales, à l'échelle du pays et d'autres moins nombreuses sont des certifications internationales (fig.33). Toutes ces certifications abordent la qualité environnementale intérieure –IEQ à travers au moins un facteur qu'est la qualité de l'air intérieur (QAI). (Wei, Ramalho, & Mandin, 2015)

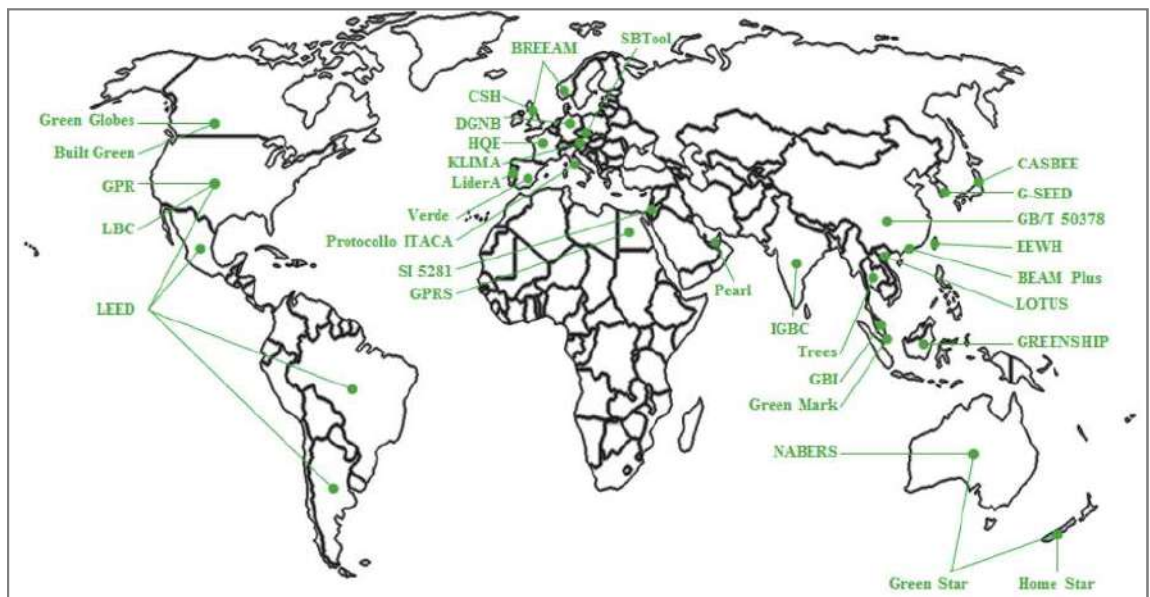


Figure 33 : Certifications du « bâtiment vert » à travers le monde (Wei, Ramalho, & Mandin, 2015, p. 12)

Certains pays, comme le Canada et les Etats Unis, ont plusieurs certifications différentes (*Green Globes* & *Built Green* pour le Canada) et certaines certifications comme LEED⁴⁹ (USA) et BREEAM⁵⁰ (UK) sont internationales, appliquées dans plusieurs autres pays (Mexique, Brésil, Argentine, Singapour et Inde). Certains pays peuvent avoir leur propre certification nationale et adopter d'autres certifications internationales comme l'Inde (IGBC rating system⁵¹ certification nationale, LEED certification adoptée dernièrement) (Wei,

⁴⁹ LEED = Leadership in Energy and Environmental Design (développée par le "US Green Building Council –USGBC")

⁵⁰ BREEAM = BRE Environmental Assessment Method (développée par le « Building Research Establishment -BRE »)

⁵¹ IGBC rating system = Indian Green Building Council Rating System

Ramalho, & Mandin, 2015). Nous pouvons observer sur la figure 33 qu'en Afrique une seule certification nationale existe en Egypte (GPRS⁵²). En Algérie, aucune certification nationale n'est adoptée et cela pourrait présenter un projet de recherche national plus que pertinent, ralentissant l'importation inconditionnée de concepts et produits d'architecture. La certification égyptienne se développe par exemple autour de sept catégories : développement écologique du site ; économie d'eau ; efficacité énergétique ; système de sélection de matériaux et de construction ; IEQ ; processus de conception et d'innovation ; et enfin recyclage des déchets solides. (EGBC, 2010)

Chacune des certifications dans le monde (« *green building certifications* ») présente un schéma ou méthode d'évaluation d'un projet durant sa construction et/ ou à travers son cycle de vie (évaluation de performance écologique). Certaines certifications prennent en charge plusieurs types d'édifices : des édifices nouveaux (en phase de conception, en phase de construction, ou récemment réalisés) et des édifices existants (fonctionnels, sous travaux d'amélioration ou en rénovation). Avec cette classification d'édifice, une autre classification peut se croiser sur la fonction de l'édifice en question : édifices résidentiels et non-résidentiels (bureaux, centres commerciaux, écoles, etc.). En général, les certifications offrent plusieurs schémas d'évaluation selon ces deux classements croisés d'édifices. Chaque schéma d'évaluation est composé de plusieurs catégories principales, communément : « qualité environnementale extérieure » (gestion de l'eau, des déchets,...) ; « performance énergétique » ; et « IEQ » qui peut-être nommé aussi par « santé et bien-être » qui contient les quatre sous-catégories de qualité d'air intérieur, confort thermique, confort acoustique et confort visuel (souvent réduit à l'éclairage, selon les certifications) ou quelques une de ces quatre catégories (comme dans LEED, le confort acoustique ne figure pas). Une chose est sûre c'est que dans toute certification verte, la « qualité de l'air intérieur –QAI » est une priorité et c'est généralement la sous-catégorie la plus développée à travers les émissions des matériaux, les taux de CO₂, les taux de concentration éventuelle des polluants, etc.. Ces paramètres de sous-catégorie sont évalués par un **score** issu de comparaison aux normes, puis au total, après évaluation de tous les paramètres de toutes les catégories à travers différents scores, **le score total va représenter le degré de performance écologique de l'édifice**, sous cette certification en question. Le poids de la catégorie d'IEQ dans le score global varie entre les certifications. Au bout du calcul, les valeurs finales correspondent à des marges de valeurs auxquelles sont attribuées des mentions de degré de qualité, de l'encouragement aux félicitations. La certification égyptienne GPRS par exemple, octroie des valeurs aux marges ascendantes de scores en : « *silver pyramid* » ; « *golden pyramid* » ; & « *green pyramid* ». (Wei, Ramalho, & Mandin, 2015)

⁵² GPRS = Green Pyramid Rating System (développée par "l'Egyptian Green Building Council")

La plupart des normes utilisées dans les certifications vertes sont des normes nationales qui répondent aux besoins des usagers dans un contexte climatique et culturel précis (comme LEED qui puise ses normes d'institutions publiques comme ASHRAE pour la QAI). Cependant certaines certifications devenues internationales se doivent de réviser ces normes pour les adapter au nouveau contexte climatique et culturel du pays adoptant. Bien entendu, un même édifice peut récolter un score élevé dans une certification et un autre score faible dans une autre certification. Sa performance écologique n'est donc pas une valeur fixe et malheureusement dans les pays où la certification nationale est absente, comme l'Algérie, l'adoption de certifications internationales peut être motivée par une image de prestige plus qu'une réalité écologique comme c'est le cas au quartier d'affaires de Bab-Ezzouar où un édifice de bureaux a adopté la certification française de « Haute Qualité Environnementale –HQE » dans sa construction et probablement dans sa gestion après installation, alors que la majorité de ses usagers sont algériens pas français (!). Nous considérons d'ailleurs qu'une certification verte n'a de valeur que si elle est nationale, issue de normes locales (surtout lorsque le pays est formé de plusieurs types de climats) et de recherches locales, fortement liées à un contexte culturel de santé et de bien-être.

II- 5.4. La dernière génération d'un « écosystème artificiel »

Depuis les années 90 à ce jour, les intérieurs des édifices de bureaux sont considérés comme un écosystème où les relations organiques et technologiques complexes sont gérées de manière cybernétique adaptée à l'échange des flux y circulant. Malgré l'acceptation des marges d'imprévisibilité et de contingence que suggère l'approche écologique, le contrôle est à ce jour assuré à son degré optimal à travers une multitude de détecteurs et sondes de différents flux d'échange (température, humidité, éclairage, mouvement, fumée, monoxyde de carbone,...), reliés par réseaux à un système informatique (un logiciel) gérant le feed-back, par programmation. L'ajustement des facteurs environnementaux est souvent préprogrammé par les gestionnaires des installations de confort, en fonction des données enregistrées par les détecteurs placés un peu partout dans l'édifice, non-plus de manière statique comme entre les deux guerres mais de manière dynamique et spécifique à chaque espace. Les normes de programmation doivent aussi répondre aux exigences de chaque espace : un espace de stockage très peu fréquenté ne nécessite pas le même taux d'humidité, de température ou niveaux d'éclairement qu'un espace de travail ; un bureau occupé par deux personnes n'a pas les mêmes exigences qu'un espace occupé par onze personnes, etc. Avec cette gestion de l'environnement intérieur en « *open system* » (système ouvert), les dysfonctionnements sont considérés comme des situations « naturelles » nécessitant l'ajustement. C'est ce qu'on nomme couramment aujourd'hui par « Bâtiment Intelligent –BI » (ou « *Intelligent Building* –IB »). (Murphy, 2006)

Le terme « Bâtiment Intelligent –BI » a été la première fois employé aux USA, au début des années 80. Bien que le concept n'était pas répandu dans le secteur professionnel de la construction, il renvoyait à « un ensemble de systèmes intégrés qui géraient de manière effective et coordonnée les ressources de l'édifice en maximisant la performance technique,

l'économie sur les coûts d'investissement et de fonctionnement, ainsi que la flexibilité » [*Intelligent Building Institution in Washington*, cité dans (Clements-Croome, 1997, p. 396)]. Cette définition purement technologique dépourvue de toute considération de l'occupant et ses besoins, allait évoluer avec la théorie écologiste aux années 90 en plus complexe et plus proche de l'utilisateur et ses besoins (Wong, Li, & Wang, 2005; Clements-Croome, 1997). Le BI devenait une architecture interactive et dynamique, procurant à chaque occupant des conditions environnementales et productives adéquates. Cela à travers une interaction continue entre ses 4 éléments de base que sont : l'espace (structure, équipements, ...) ; les processus ou procédés (systèmes d'automation et de contrôle) ; les occupants (usagers, services) et la gestion (maintenance et performance), ainsi que l'interrelation entre ces quatre éléments [*CIB Working Group W98*, cité dans (Clements-Croome, 1997, p. 396)].

Une multitude de définitions existent du BI et qui convergent généralement vers l'intégration de la réceptivité (*responsiveness*), la flexibilité, le traitement (*process*) et la gestion (*management*) de trois éléments clés que sont : l'argent, l'espace et les usagers (Clements-Croome, 1997). Certaines définitions considèrent même que le BI devrait rendre les usagers plus intelligents dans leurs activités au travail. Plus récemment, le BI ne serait pas qu'apte à réagir et changer selon les besoins individuels, organisationnels et environnementaux ; mais aussi être capable d'apprendre à ajuster sa performance à base de son usage et son environnement (Wong, Li, & Wang, 2005; Yang & Perg, 2001). Sans définition universelle standardisée, ce concept varie d'un continent à un autre comme par exemple aux USA, défini selon quatre composants : structure, systèmes, équipements de confort, et gestion. En Europe, le concept est focalisé sur la technologie de l'information et le besoin réel des usagers, et en Chine il renvoie au concept "d'automation", dominé par la haute technologie. (Albert & al., 1999)

Les définitions du BI semblent se distinguer en deux catégories ; celle centrée sur les besoins des usagers, et celle centrée sur la technologie au service de l'image du bâtiment. Concernant la technologie au service des usagers, le BI est catégorisé en 4 familles : efficacité énergétique, systèmes de sécurité, systèmes de télécommunication, et l'automation des espaces de travail. Ces familles sont groupées deux à deux en deux catégories génériques : Gestion des équipements de confort et de sécurité (efficacité énergétique, systèmes de sécurité), et les Systèmes d'information (systèmes de télécommunication, et l'automation des espaces de travail). L'ultime aspiration dans la conception d'un BI a toujours été d'intégrer toutes ces catégories en un seul et unique système informatisé. Ce dernier fait partie de ce qu'on appelle aujourd'hui « l'immotique » (un mot composé entre immeuble et informatique) qui regroupe plusieurs solutions de gestion dont la « Gestion Technique du Bâtiment –GTB » (plus connue sous « *Building Management System –BMS* ») qui désigne les systèmes informatiques installés (comme exemple « SCADA ») dans un édifice de bureaux pour superviser l'ensemble des équipements et réseaux installés. La supervision peut se faire localement, sur place, ou à distance. La « Gestion Technique Centralisée – GTC » supervise au moins sept équipements et réseaux : alimentation électrique, éclairage, circulation verticale (ascenseurs, monte-charges, escalators), CVC (chauffage, ventilation et

climatisation), plomberie (pompes, ...), contrôle d'accès et vidéosurveillance. Le contrôle de tous ces volets et réseaux s'effectue à travers le suivi quotidien (H24) de données enregistrées de trois types : alarmes (pannes, valeurs dépassant les seuils, etc.) ; états (fonctionnement, positionnement, retour de commande, etc.) ; et enfin les mesures (temps de fonctionnement, nombre d'arrêts, etc.)

A Alger, le concept de BI a intégré les édifices bureaux au début des années 2000. S'est d'ailleurs tenu à Alger en juin 2007, dans la tour privée multi-locataire « *Algerian Business Center -ABC* » des pins maritimes (Mohammadia) un workshop pour la promotion des systèmes de gestion informatisée des édifices de bureaux. Cet édifice qui a abrité le workshop est lui-même un bâtiment intelligent où les participants ont pu apprécier son fonctionnement par visite guidée. Aujourd'hui le bâtiment intelligent est plutôt répandu dans la plupart des édifices étatiques et privés, équipés d'une GTC, comme le ministère de l'énergie, celui des finances, le siège social d'ATM-Mobilis, la CMA-CGM, etc.

II- 5.5. Synthèse

L'IEQ est aujourd'hui, le concept clé qui incarne le triomphe du combat des usagers, longtemps mené en occident, même si l'approche rationaliste occidentale, tente de le normaliser et le quantifier, encore une fois, comme un concept universel. Si le fondement théorique de « l'écologie » est le contexte d'interaction entre l'utilisateur et son environnement, l'universalité de la totalité des paramètres de l'IEQ constitue une grande contradiction. D'où l'aberration, selon nous, de l'importation ou l'exportation d'une certification écologique entre pays de différentes cultures et climats (!).

Il est clair que la qualité environnementale centrée sur l'utilisateur a un coût, mais si dans la plupart des projets c'est le coût de la construction qui guide et oriente la qualité de la production architecturale, cela ne durera pas et ne pourra qu'être compromis par des coûts multipliés, à long terme, à la recherche d'une qualité d'usage (sécurité, santé, confort, satisfaction, productivité & performance). (Vischer, 2004)

Malgré la reconnaissance des maladies liées au bâtiment (*Building Related Illnesses – BRI*), malgré la reconnaissance mondiale du SBS par l'OMS, malgré la reconnaissance légale du droit de l'utilisateur à un air frais sain, malgré la reconnaissance de l'influence de l'environnement physique sur la santé, bien-être et productivité de l'utilisateur,... ; la tendance architecturale ne revient pas au plan peu profond pour assurer un éclairage naturel suffisant, une vue informative pour chacun, une aération naturelle par simple ouverture de fenêtre, etc. L'architecture n'est pas revenue à une perméabilité d'enveloppe favorisant les facteurs ambiantaux naturels à l'intérieur. Pire encore, sous la théorie écologique, aujourd'hui l'artificiel est considéré comme naturel et l'étau s'est tellement resserré sur la qualité de l'air intérieur (QAI), que la soupape écologique a permis de disculper l'environnement artificiel intérieur, en tolérant les excès et les dépassements et en les considérant comme des cycles « naturels » de vie d'un édifice de bureaux, formant un « écosystème » (!). L'IEQ a alors été créé pour décharger la QAI en considérant d'autres facteurs d'influence (éclairage,

acoustique, etc.). Dans la littérature scientifique, l'accent est mis sur l'aération plus que les autres paramètres ambiantaux, mais cela ne diminue en rien leur influence réelle, comme nous le verrons clairement dans le chapitre suivant.

Il est clair aujourd'hui qu'avec l'artificialisation accrue de l'environnement intérieur de travail, l'IEQ est présent comme un objectif théorique inaccessible. Si complexe et si difficile à cerner que les études n'en abordent que quelques aspects à la fois. Une manière détournée, semble-t-il, de noyer les attentions et la recherche dans des pistes sans issue claire, tolérant même un pourcentage minimal d'usagers malades dans l'édifice. Avec l'approche écologique, l'économie industrielle devrait atteindre son apogée (!).

II- 6. Conclusion

Cet historique a été difficile à synthétiser de par le nombre important de détails existants sur l'évolution du « confort ». Nous avons tenté de maintenir un fil conducteur depuis les premières théories du 19^{ème} siècle jusqu'au BI du 21^{ème} siècle et nous avons observé qu'à partir de l'entre-deux guerres, les enjeux économiques et industriels n'ont pas quitté le premier plan d'intérêt. Depuis les « chambres environnementales », la recherche scientifique en occident est au service de l'industrie avant d'être au service de « l'utilisateur ». Le maître industrie-économie « dénature » l'environnement intérieur de manière si complexe, sous couvert de théories, rendant très important le degré de dépendance à ses services et produits. Sous ces théories que nous nommons « **théories centrées sur l'artificialisation des environnements de travail** », l'image de prestige et de progrès se propage et s'exporte aisément dans toutes les villes du monde.

A Alger aussi, on est passé matériellement par des étapes d'évolution du confort intérieur, pas en termes de réflexion et production mais plutôt en termes de consommation de produits importés, suivant la mode et vogue du moment, et parfois même en écho à l'occident avec quelques années de décalage. En effet, l'environnement intérieur de bureaux a connu l'intégration du chauffage à vapeur, le chauffage à eau, le refroidisseur et aujourd'hui le HVAC system et la GTB dans le BI.

L'histoire de l'interaction des usagers avec leur environnement de travail à Alger, est assez récente, depuis l'indépendance du pays. Auparavant, d'autres groupes d'usagers d'une autre culture et autre nationalité ont occupé les lieux. Dans cette jeune évolution, avec l'internationalisation « architecturale » dominante, encore à ce jour, la tendance à la consommation de « concepts » internationaux de confort (chauffage, refroidissement, transparence, BI, ...) semble loin d'être régie par une recherche locale qui filtre les produits importés. La tendance est plutôt à l'intégration des équipements de confort non pas liée aux besoins des usagers mais aux besoins d'une nation qui se doit de rester au diapason de la modernité. En l'absence de cadre réglementaire spécifique à la localité d'Alger et en l'absence d'un cadre de recherche cumulative et évolutive, et en constatant l'application de

normes étrangères au sein même de nos édifices bureaux (!) ; à quel bien-être de nos usagers peut-on aspirer (?). Un questionnement qui ne peut susciter que long débat et en l'absence d'études locales, ce questionnement nous pousse à enquêter in-situ sur l'état réel des environnements intérieurs artificialisés dans nos édifices de bureaux dits modernes et intelligents, à Alger.

Pour cela, nous devons d'abord connaître les besoins des usagers à travers la recherche cumulée afin de formuler une base de références nous permettant d'évaluer l'échantillon d'enquête. C'est dans le chapitre suivant que nous tenterons d'aborder plus en profondeur la qualité environnementale intérieure –IEQ, dans le cadre de théories centrées sur les besoins de l'utilisateur, fondées sur la réalité vécue. Elles sont basées sur les résultats d'enquêtes et d'évaluations, cumulées à travers le temps, et encore à ce jour, où l'intérêt premier est de comprendre les influences environnementales favorisant ou inhibant le bien-être et la productivité des usagers. Cette recherche cumulée a démontré que le bien-être des usagers dépend de deux types de besoins : ceux dits « universels », « communs » ou transculturels et des besoins « spécifiques » aux groupes culturels. A Alger, l'absence de recherche sur les besoins environnementaux spécifiques aux espaces de travail, nous pousse à ne considérer que les besoins universels. C'est dans le chapitre suivant que nous tentons de faire un état de l'art sur ces besoins universaux, même si nous sommes conscients de l'importance des besoins spécifiques.

Chapitre troisième :

III - Bien-être, santé et productivité des usagers sous l'IEQ

III- 1. Introduction

A l'issue du chapitre précédant, il est clair que la motivation scientifique dominante qui sert les intérêts économiques d'une industrie en expansion sous des **théories portées sur « l'artificialisation des environnements de travail »**, est contrée par une motivation scientifique de défense, réclamant les droits des usagers au bien-être et à la satisfaction dans leur environnement de travail. Aujourd'hui, à l'ère de la « théorisation » de toute approche, des théories de défense représentatives de ces droits sont dites « **théories centrées sur l'utilisateur** », plus connues sous « *User Centered Theories –UCT* »). Les entreprises occupant les plus luxueux et prestigieux environnements de travail, ont constaté que la productivité et la performance des employés étaient tributaires de leur satisfaction et bien-être et que les coûts d'un investissement important sur un environnement de travail en amont n'étaient pas forcément rentabilisés par une forte productivité en aval. Bien au contraire, un environnement malsain et de faible qualité environnementale, même luxueux, peut engendrer une forte baisse de productivité et décupler les coûts d'usage par des ajustements nécessaires dans la gestion du confort intérieur, par des indemnités des usagers se plaignant, etc. L'intérêt économique des entreprises est donc fortement tributaire du bien être des usagers.

Ces « théories centrées sur l'utilisateur » auraient pris de l'ampleur dans le domaine de la recherche pour deux raisons clés. La première concerne clairement l'intérêt économique des entreprises occupant les édifices bureaux, qui est tributaire de leur productivité et performance, donc toujours au service du profit. La seconde raison serait de tolérer le contre poids théorique des défenseurs d'un environnement sain. Dans un débat de groupe où toute acclamation est considérée de la même manière, on accepte plusieurs vérités et **on nie la vérité authentique dans le groupe**. Les « théories centrées sur l'utilisateur » font partie du groupe de théories autour de l'environnement de travail et ont la même valeur d'authenticité que le groupe de « théories centrées sur l'artificialisation de l'environnement de travail », pour un « confort universel », que nous avons longuement développé au chapitre précédant. Une même valeur d'authenticité qui n'incolpe et ne discrimine aucun parti pris (!). C'est pourquoi nous employons dans nos déductions et conclusions des expressions aussi fortes que « tsunami », « effréné », « effrayant », etc. ; lorsque l'échelle de valeurs et d'authenticité est chamboulée et acceptée dans sa forme dénaturée et corrompue. Nous considérons d'ailleurs que la théorie globale de « l'écologie » contribue fortement à ce chamboulement où tout est toléré au même niveau de valeur, l'artificiel comme le naturel, pour les besoins des usagers et contre les besoins des usagers.

Sous ces théories est reconnue la complexité de l'interaction entre l'utilisateur et son environnement intérieur physique. Un nombre important de paramètres est identifié dans cette interaction, en vue d'une satisfaction permanente de l'utilisateur. Les paramètres physiques seuls sont fortement complexes et leur prise en charge par les concepteurs et gestionnaires d'environnement de travail est loin d'être tâche facile. Que dire alors des paramètres « subjectifs » représentant la sensibilité et les réactions environnementales des usagers. Un grand nombre de modèles théoriques tentent de grouper ces deux pôles sous

une même considération environnementale en vue de faciliter l'approche, la conception et l'entretien du confort et de la satisfaction des usagers. C'est pourquoi l'IEQ est une aspiration complexe dans les espaces bureaux.

L'observation et le constat sur terrain par des études environnementales sont les sources principales qui nourrissent la recherche pro-usager. La récurrence de besoins exprimés par les usagers dans différents contextes spatio-temporels constituent une référence de « constances » ou de « permanences » comme les nomme Rappoport (2003). Ces besoins constants doivent être une base de connaissance pour tout architecte concepteur, sans lesquels l'utilisateur au bout de la chaîne de production de l'espace, ne serait qu'insatisfait.

Au-delà de ces connaissances de base, il nous faut accepter en postulat l'importance de la dimension culturelle dans l'interaction de l'utilisateur avec son environnement, bien connue et largement répandue dans la communauté scientifique d'anthropologue, de sociologie, etc. mais pas assez (pour ne pas dire du tout) considérée ni intégrée dans le domaine de l'architecture qui relève pourtant des sciences humaines. Aborder la dimension culturelle n'est qu'une ligne de mire qui peut expliquer l'inconfort et l'insatisfaction des usagers. Malheureusement pour nous, cette dimension culturelle ne sera abordée dans ce chapitre qu'en point de repère pour deux raisons majeures : la première revient au manque considérable de publications dans le domaine architectural, sur l'influence des caractéristiques culturelles de différents groupes d'utilisateurs sur les exigences de l'IEQ. Aujourd'hui et il y a de cela bien des décades (voir chap.II), les publications sur le confort des utilisateurs des espaces bureaux ont un caractère universel avec des méthodes d'approche dans les évaluations de terrains, qui se répètent et se perpétuent dans toutes les villes du monde. Ainsi que des interprétations de résultats basées sur des références cumulées internationales, complètement indépendantes du contexte culturel de chaque étude (!). En Inde, en Egypte, en Italie, aux USA, en Chine, en Malaisie, en Tunisie, en Grande Bretagne, au Canada, au Brésil, en Afrique du Sud, aux îles Comores, etc., l'IEQ des espaces bureaux est abordé de la même manière (!). Malgré l'universalité actuelle désolante pour nous, des configurations spatiales, des équipements de confort et des matériaux composant l'espace, nous restons sur l'idée que les spécificités culturelles constituent une importante base à considérer dans l'interaction de l'utilisateur avec son environnement intérieur. La seconde raison majeure c'est le manque, voire l'absence, d'études sur l'IEQ des espaces bureaux à Alger. Cela nous oblige à ne considérer dans notre évaluation sommaire que les besoins des utilisateurs dits « permanents ou universels » (Rapoport, 2003), selon des interprétations d'interaction à dominance occidentale. Dans cette dominance, le confort et la satisfaction des utilisateurs sont définis selon les besoins « universels » comme le besoin de contrôle de l'aération, le besoin d'éclairage naturel, le besoin de confidentialité, etc. Les besoins relevés en fin de chapitre correspondraient donc aux critères les plus répandus et les plus communs en littérature scientifique, liés aux besoins communs humains des utilisateurs dans leur interaction avec l'environnement intérieur de travail, sans mention aucune des spécificités culturelles. Alors que ces besoins dits « universels » se manifestent aussi par des interactions

« latentes » qui ne peuvent se dévoiler à l'interprétation que sous un contexte culturel précis (Rapoport, 2003). Mais la littérature scientifique massive se désintéresse complètement de ces interactions latentes, trop complexes à l'étude et ne servant pas les intérêts industriels et économiques, essentiellement basés sur l'universalité et la permanence des interactions environnementales.

Dans ce chapitre, outre l'importance de la culture contextuelle selon la vision de l'architecte Amos Rapoport (2003) à laquelle nous adhérons complètement ; nous ne retiendrons que les caractéristiques dites « permanentes » des interactions entre l'utilisateur et son environnement. Ces permanences se définissent dans une évaluation de l'IEQ selon six facteurs physiques clés : la configuration spatiale, la décoration et les quatre facteurs ambiantaux (éclairage, température, acoustique et qualité de l'air intérieur). Ces six critères d'évaluation difficiles à intégrer dans un outil d'évaluation globale, forment une sorte d'équaliseur dont les différents niveaux de satisfaction chez les usagers, définissent un niveau global de satisfaction et donc de qualité à l'égard de l'environnement en question. Additionné à ces facteurs qui sont du ressort des producteurs de l'espace de travail et principalement l'architecte, les facteurs socioprofessionnels (statut, salaire, affinité, privacité, communication, etc.) ont un poids non-négligeable sur l'IEQ. Ces facteurs qui étaient au passé, pris en charge par des spécialistes du management, de la sociologie, de la psychologie, etc. ; sont aujourd'hui reconsidérés par des chercheurs à double profil dont celui d'architecte ou par des équipes pluridisciplinaires où l'architecte-chercheur est omniprésent car c'est à lui que revient la responsabilité de produire des environnements intérieurs confortables et satisfaisants.

Ce chapitre est très riche en informations qui peuvent sembler parfois trop détaillées. Notre intention est justement de dévoiler l'importance et l'influence de chaque facteur qu'un architecte peut considérer comme anodin dans sa conception et impliquer par méconnaissance des choix inappropriés de configuration spatiale, d'équipements de confort, etc. Cela ne peut qu'impliquer des états d'inconfort et d'insatisfaction, voire de maladie chez les usagers. L'objectif d'un espace de travail réussi, serait donc complètement raté puisque ce n'est que le vécu des usagers qui peut en témoigner, non pas le prix, la marque et encore moins le design (aléatoire) d'un composant.

Après avoir situé les besoins « permanents » des usagers dans la structure culturelle des besoins, ce chapitre se développera en trois parties : une première partie théorique où seront présentés les indicateurs de l'IEQ et seront définis les niveaux de l'IEQ hiérarchisés selon le modèle de Vischer (2007) ; puis une seconde partie où est détaillée l'influence des facteurs physiques sur l'IEQ et enfin la troisième partie où nous abordons le cadre réglementaire algérien portant sur la sécurité, la santé et le confort des usagers des espaces bureaux.

III- 2. Le bien-être des usagers, une affaire culturelle

Dans les études environnementales, la mention de « culture » est très rare dans la littérature scientifique. Il semble que la spécialisation et la technicité des disciplines aient rendu l'étude environnementale étanche à la dimension culturelle, comme c'est le cas d'ailleurs en architecture. Selon Rapoport (2003), la culture n'est pas utilisée dans l'architecture pour deux raisons principales : d'abord, la nature confuse et très abstraite du concept, avec absence d'orientation pour le choix d'une définition appropriée pour la recherche sur l'environnement d'un projet. Deuxièmement, quelle approche nouvelle et différente de la « culture » peut-on adopter pour l'utiliser dans la recherche, programmation, projet, évaluation (boucle de production architecturale). Autour de la culture depuis sa création dans le monde occidental en 1871 (Angleterre E.B. Taylor), des centaines de définitions ont vu jour. Parmi cette grande profusion de définitions, encore à ce jour, une catégorisation en trois parties peut être considérée, selon ses avantages et son usage. Celle qui nous semble la plus proche de l'architecture, développée en anthropologie culturelle et ethnographie, considère que la culture consiste en « un mode de vie des gens, leurs idéaux, leurs normes, règles, comportements habituels, ... etc. ». (Rapoport, 2003, p. 100)

La culture est très importante dans toute étude liée à l'humain car elle fournit « un « projet de vie » à travers différentes règles indiquant comment procéder [...] (elle fournit) un milieu qui donne du sens à des « choses » spécifiques qui n'ont de sens que les unes par rapport aux autres dans un milieu donné » (Rapoport, 2003, p. 101). C'est ce qui distingue différents groupes culturels par des spécificités les uns des autres : dans les moyens qu'ils utilisent à subsister et exploiter les ressources des écosystèmes, impliquant donc une manière particulière de faire les choses, impliquant différents modes de vie, perpétués de génération en génération par transmission symbolique. C'est justement cette transmission symbolique qui donne du sens aux détails des milieux. (Rapoport, 2003)

L'importance de la culture par rapport aux autres caractéristiques humaines est souvent implicite et discrète, sauf en cas de situations où elle est clairement importante, comme dans le cas de changement culturel rapide, particulièrement dans les pays en voie de développement ; menaces à l'identité, ... et autres formes de « stress » social, culturel, économique, etc. Par réaction aux situations critiques possibles, se développe souvent une structuration défensive. On considère souvent que c'est au niveau de l'habitat que la culture revêt le plus d'importance et les « activités latentes » ont un grand rôle dans tous les comportements au quotidien. Mais au niveau des espaces de travail, même si l'influence de la culture est peut-être plus difficile à observer et déduire, elle existe effectivement.

Dans cette section nous mettons en exergue l'importance des « attentes » des usagers dans l'évaluation d'une qualité environnementale d'un espace de travail qui s'expriment par des activités « apparentes » faciles à observer et celles plus difficiles à observer qui sont « latentes ». Ainsi que les deux caractères clés des besoins des usagers que sont « l'universalité » et la « spécificité » régis par la culture des groupes. Notre objectif

principal de cette étude étant de rendre à l'utilisateur son droit à l'IEQ dans les espaces bureaux, cette section nous aide d'une part à prendre conscience de l'importance du contexte culturel dans la satisfaction des besoins des usagers et d'autre part, à situer les besoins les plus répandus en littérature scientifique comme n'étant qu'une partie des besoins de l'utilisateur, du fait qu'ils soient les plus accessibles à l'étude et l'observation selon les outils scientifiques actuels. Des besoins dits « universaux » ou « permanents » transculturels, selon les chercheurs. C'est justement ces besoins là que nous aborderons dans les autres parties du chapitre et qui nous guideront dans notre enquête exploratoire pour une évaluation globale et qui ne sort pas du cadre scientifique actuel régi par les permanences, les constances et les universalités, dans toutes les disciplines d'ailleurs.

III- 2.1. L'IEQ tributaire des attentes des usagers

On considère que le projet architectural est un ensemble d'environnements (Moser, 2003) ou de milieux (Rapoport, 2003), composé de trois catégories d'éléments : fixes, semi-fixes et mobiles. Ces éléments forment des indicateurs pleins de sens et leur disposition dans l'espace offre un cadre physique qui suscite un « script de comportements » pour l'utilisateur (Rapoport, 2003). Ce « script » correspond aux répertoires d'actions et systèmes d'activités dont dispose l'utilisateur, leur enchaînement, leur mise en usage selon la prédisposition de l'individu et ce qu'offre le cadre physique. Ce « script » est aussi nommé « affordance » dans le design (virtuel, industriel, aménagement, ...), il représente les propriétés d'un composant du cadre physique à suggérer son usage propre, en fonction de la perception de l'utilisateur (Galvao & Sato, 2005). L'environnement ou le milieu de travail contient à la fois des affordances positives, où l'usage du composant correspond à l'intention de l'architecte et des affordances négatives où l'usage du composant s'oppose aux intentions de l'architecte avec des conséquences non-négligeables sur l'espace, sa gestion et le vécu des usagers. Un exemple concret illustre cela, le premier édifice de bureaux conçu hermétique à Alger où des ouvertures pour désenfumage ont été prévues à actionner manuellement en cas d'incendie. Lorsque ces ouvertures sont munies de poignées, les usagers habitués aux espaces régulés par l'ouverture de fenêtres, même informés de la fonction originelle de ces unités, les ouvrent quotidiennement comme des fenêtres normales, suivant leur schéma d'interaction habituel et cela a été facilité par l'affordance de poignées, suggérant l'ouverture. Dans d'autres villes, sous d'autres cultures, les usagers habitués aux espaces hermétiques dans des climats rudes, informés que ces fenêtres ne doivent s'ouvrir que pour désenfumage, pourraient les ouvrir aussi et pourraient ne pas le faire si les poignées sont peintes en rouge ou portent une mention particulière de rappel. A Alger, même avec la mention de rappel, les fenêtres seraient ouvertes, car considérée comme un droit de base dans un environnement de travail. Cette ouverture quotidienne, durant toute la journée est une « affordance négative » car elle engendre des problèmes techniques de poids sur le cadre et les fixations de l'unité de désenfumage, ainsi qu'une dépense énergétique très importante. L'absence de poignées avec une ouverture plus difficile et subtile ou une ouverture électrique, ou autre, aurait constitué une affordance « positive » correspondant à l'intention originelle du concepteur ;

mais aurait aussi engendré des conséquences néfastes à la santé mentale et physique des usagers. (Chabane, 2006)

Rapoport (2003) distingue les activités d'un « script » sous deux types : « apparentes » c'est-à-dire explicites à l'observation même de profanes ; et « latentes » c'est-à-dire implicites, nécessitant un œil culturellement averti. Un exemple concret peut illustrer et distinguer ces deux types dans un édifice de bureaux c'est l'espace commun de reproduction, impression, reliure, etc., dans un étage de bureaux. Les activités « apparentes », et communes aux différentes cultures c'est : imprimer, photocopier, relier des documents, etc. ; mais les activités « latentes » sont différentes d'une culture à une autre : lieu d'échange social, lieu de break, lieu pour se faire valoir professionnellement, alibi pour sortir du bureau, etc. Supprimer cet espace en intégrant un kit d'appareils dans chaque bureau peut poser problème et malaise chez les occupants qui s'y opposent, devant trouver des espaces alternatifs pour exercer leurs « activités latentes ». Un autre exemple d'évaluation illustre cela (Chabane, 2006) où des employés étaient très insatisfaits de leur environnement intérieur de travail mais sans relation directe avec les composants de cet environnement. En essayant de déceler les raisons de cette évaluation négative, s'est dévoilé le malaise dans l'isolement urbain de l'édifice. Le fait qu'auparavant ils travaillaient à Alger-centre, avec toutes les commodités urbaines à proximité (commerce, administration, ...) ; les usagers se sont retrouvés isolés et cela a fortement joué en défaveur de l'évaluation de la qualité de tout l'environnement de travail. Ce type d'activités latentes est souvent difficile à déduire, surtout lors d'une évaluation avec méthode fortement cadrée et ciblée. C'est pourquoi l'enquête exploratoire, plus souple et plus à l'écoute dans un premier temps, offre parfois un éventail plus large de pistes plausibles, expliquant l'évaluation de l'IEQ par l'usager.

Donc, les deux types d'activités « apparentes » et « latentes » forment l'expression des besoins de l'usager que le cadre physique, régi par ses éléments (fixes, semi-fixes et mobiles), doit satisfaire. Lorsque dans ce cadre physique, les activités (apparentes et latentes) sont encouragées, cela lui octroie une qualité positive ; mais lorsqu'elles sont inhibées, cela lui octroie une qualité plutôt négative. Tout projet architectural vacille donc entre qualités positives et qualités négatives et la dominance de ces qualités, par ordre de priorités, va donner au projet architectural une teinte globale positive ou négative. Cet ordre de priorités varie d'une culture à une autre car les besoins des usagers changent d'une culture à une autre et cela jusqu'au plus petit détail. L'exemple des normes anthropométriques illustre bien cela : le seuil de densité acceptable par logement en Amérique du nord et Europe occidentale est 40 à 50 fois plus important qu'à Hong-Kong. Autre exemple à plus petite échelle, les normes d'éclairage dans un espace intérieur pour tâches nécessitant grande acuité visuelle sont 10 à 20 fois moins importantes en Suède, Finlande et Suisse, qu'aux USA. C'est pourquoi Rapoport (2003) conditionne la qualité environnementale d'un projet architectural par le degré de décalage entre l'environnement physique et les « attentes » des usagers. Ces attentes mêmes sont engendrées par les besoins environnementaux qui conditionnent les « scripts comportementaux ». La qualité environnementale d'un environnement architectural correspond donc au décalage entre ces

« attentes » et leur degré de correspondance à ce qu'offre l'environnement physique. Moins le décalage est important, plus l'environnement physique se rapproche d'une qualité positive ; plus il est important, plus l'environnement physique se rapproche d'une qualité négative. Un grand décalage nécessite chez les usagers une adaptation longue et difficile, accompagnée souvent d'inconfort et d'insatisfaction exprimés ; alors qu'un petit décalage peut impliquer une adaptation rapide. (Rapoport, 2003)

Le rôle de l'architecte étant de minimiser autant que possible ce décalage ; il s'agit donc pour lui de maîtriser les connaissances sur les « attentes » des usagers dans le contexte de leur culture afin de cerner les facteurs de qualité environnementale positive à favoriser dans le projet, et ceux de qualité négative à éviter. La mutation projetée d'un espace⁵³, dans un contexte culturel devrait être lente et adaptée aux besoins des usagers. Dans le cas d'environnements nouveaux de travail, par exemple, la nouveauté importée est une mutation que Rapoport (2003) nomme « amélioration ». L'élan d'amélioration dans l'espace du secteur tertiaire à Alger, régi par une image de luxe et prestige qu'entretiennent des intérêts industriels et économiques, est incontournable. Mais l'architecte, maître d'œuvre, se doit d'être informé des enjeux derrière chaque nouveau composant (fixe, semi-fixe ou mobile) et son degré de correspondance aux « attentes » des usagers, façonnées par leurs croyances et leurs expériences spatiales antérieures. Afin d'éviter inconfort et insatisfaction, voire problèmes de santé chez les usagers, l'amélioration doit être positive, favorisant une adaptation légère avec un passage modéré (pas brusque) d'un environnement familier à un environnement nouveau (Chabane, 2006). La responsabilité de l'architecte est donc très importante car « il n'existe pas de modèle standard qui convienne à tout le monde, comme l'a cru le mouvement moderne et comme beaucoup de projeteurs en sont encore intimement convaincus » (Rapoport, 2003, p. 67), ceci d'une part. D'autre part, l'utilisateur d'un espace bureau ne contribue pas à sa conception et ses besoins et attentes sont souvent relégués au dernier plan lorsqu'ils ne sont pas négligés, au gré d'autres contraintes de commande du client (image), d'économie, de budget, de politique, du foncier, de règlement, etc. **La finalité principale d'un architecte n'étant « pas de s'exprimer mais de servir les usagers »** (Rapoport, 2003), il se doit donc de **se soucier plus d'une qualité « vécue » à atteindre que d'une qualité « conçue » à travailler**. En effet, un projet architectural peut-être récompensé par un prix pour sa qualité « projetée » avant son occupation, comme c'est souvent le cas dans les villes du monde, puis complètement remis en cause par ses usagers, après occupation, comme ce fut le cas de l'immeuble canadien « les terrasses de la chaudière » au début des années 80 (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989) et comme ce fut le cas de l'immeuble de bureaux de la SONATRACH à Alger (Chabane, 2006)

Outre le postulat bien connu sur l'influence importante de la culture des usagers, sur leur interaction avec l'environnement et leur évaluation de sa qualité ainsi que la complexité

⁵³ A distinguer de la mutation spontanée d'un espace, que les usagers mêmes exercent.

de cette influence (Rapoport, 2003); ce qui nous intéresse dans cette thèse c'est de comprendre dans un environnement intérieur de travail à Alger, avec des composants (fixes, semi-fixes et mobiles) importés, le niveau de décalage entre les attentes des usagers et ce que leur offre cet environnement.

Les activités latentes ou « fonctions latentes » comme les nomme Rapoport (2003), sont les composants de ce qu'il appelle un « paysage culturel de travail » (fixes, semi-fixes, mobiles) telles que : l'intimité, le statut, les relations sociales, le degré d'insertion, ...etc. Toutes ces fonctions latentes ne sont pas des aspects visuels, alors qu'un architecte a tendance à mettre en avant les éléments visuels dans différents environnements. D'ailleurs, « les tentatives d'apporter des éléments visuels culturellement spécifiques dans le cas des tours des bureaux ont été critiqués et semblent être une erreur. » (Rapoport, 2003, p. 98). « Une image moderne associée à une organisation et une utilisation traditionnelle peut être la solution préférée » (Rapoport, 2003, p. 98), comme ce pourrait être la solution aux édifices de bureaux à adopter à Alger

III- 2.2. Les besoins des usagers entre « constances » et « variables »

Deux discours semblent exister autour de la « nature » de la culture (Rapoport, 2003) :

- a) Ceux qui considèrent la culture comme « libre » où ceux sont les « différences » qui priment.
- b) Ceux pour qui la culture est soumise à des « constantes » biologiques et évolutives impliquant l'existence « d'universels humains » et de la « nature humaine », où ceux sont les « constantes » qui priment.

Entre ces deux thèses, Rapoport (2003) considère qu'elles sont toutes les deux plausibles et viables avec des dominances relatives de « différences » ou de « constantes » selon différents contextes et situations. Dans tout contexte culturel, il est nécessaire d'observer les « constances » (universels) et les « spécificités » d'un groupe culturel en étude. L'échelle des constantes et des spécificités semble aussi varier entre sous-groupes qui constituent un grand groupe culturel comme les habitants d'une grande ville (Rapoport, 2003). A Alger par exemple, concernant les besoins des usagers d'un environnement de travail, certaines « constances » sont communes aux autres cultures d'autres villes, d'autres pays et d'autres climats, qu'on retrouve d'ailleurs récurrentes dans la littérature scientifique. Nous citons par exemple la préférence des usagers pour des bureaux cloisonnés ; besoin d'ouverture de fenêtre (Tabet-Aoul, 1991) et réaction négative aux enveloppes architecturales hermétiques (Chabane, 2006); préférence pour une vue vers l'extérieur avec paysage naturel ; préférence pour l'éclairage naturel au lieu de l'artificiel (Chabane, 2006); satisfaction à l'égard du contrôle du facteur thermique ; ...etc. Quant aux spécificités constatées à Alger : besoin d'espace important de rangement car le support principal de travail de bureaux est encore le papier; mixité non tolérée dans des bureaux collectifs ; besoin d'un espace de prière à l'échelle de l'édifice de bureaux ; travail à distance non-toléré et nécessité du

présentiel ; durant une journée de travail, besoin d'espace et de temps spécifique à la réception de membres de la famille ou amis car le réseau social est très développé,...etc.

C'est justement grâce à la considération des « constances » entre différentes cultures, même si elles peuvent s'exprimer sous des « variations apparentes », que la recherche autour de la qualité environnementale intérieure (IEQ) des espaces bureaux, a pu catégoriser les besoins à la fois physiques et psychologiques des usagers, sous quatre volets principaux : le confort acoustique, le confort aéraulique (qualité de l'air intérieur), le confort visuel (éclairage et vue) et enfin le confort thermique. D'ailleurs la littérature scientifique traitant de l'IEQ, à travers ces quatre volets de « constances » abonde, issue de différentes villes du monde. C'est d'ailleurs la considération du caractère universel des besoins des usagers dans les évaluations de qualité environnementale qui permet l'usage méthodologique de mêmes outils conventionnels, dans différentes villes du monde. Mais cette considération de « constances » s'arrête là où commencent les « spécificités » ou les « variables » d'un contexte culturel, même en termes de normes de confort. Rapoport (2003) illustre cela par l'exemple concret des normes anthropométriques qui changent d'un pays à un autre, comme nous l'avons mentionné avec la densité minimale par logement et les normes d'éclairage pour grande acuité visuelle.

Selon Rapoport, parmi les composantes de la culture, les « universaux » correspondent aux constantes et facilitent la recherche et le projet, car disponibles à l'observation et en littérature scientifique ; mais les « variables » qui correspondent aux différences et spécificités sont plus difficiles à appréhender et plus contextuelles, plus empiriques au moment de la recherche. En architecture, les « constantes » se projettent comme étant des éléments qui changent lentement et les « variables » se projettent comme des éléments qui changent rapidement. Plus encore, une « constance » dite « universelle » peut avoir différentes formes d'expression engendrant des « variations apparentes » observées dans différents groupes (Rapoport, 2003), comme « l'intimité » nommée dans l'environnement de travail par « privacité ». Cette privacité définie comme étant le contrôle d'interaction et de flux d'informations, peut sembler être une spécificité ou une « variable », mais qui est en réalité une constante universelle qui s'exprime selon différentes formes, selon les groupes. Ce qui y varie c'est la définition de l'interaction et de ce qui est indésirable. Si dans un espace bureaux à Alger par exemple, la proximité physique est une mesure d'interaction possible, un aménagement dense peut forcer une interaction indésirable sans offrir à l'employé la possibilité de contrôler cette interaction ; le stress et l'inconfort engendrant insatisfaction et malaise chez l'employé, seraient incontournables, avec un facteur de plus qu'est la « mixité » et son rôle dans la « privacité » et le contrôle de la proximité physique. Il est d'ailleurs facile à observer l'établissement de différents groupes culturels dans un même espace de travail aménagé. Chaque groupe va se distinguer par des interactions spécifiques entre ses membres, régulées d'une part par ce qu'offre l'environnement physique en termes de composants fixes, semi-fixes et mobiles ; et d'autre part par la variation de la proximité physique, l'ancrage, le degré de privacité visuelle et orale, ... etc. Un exemple concret illustre clairement cette idée dans l'aménagement de bureaux en flex-office, à Alger. Ce type

d'aménagement d'origine scandinave (revoir p.), particulièrement appliqué par les suédois, ne s'applique pas à Alger comme à son pays d'origine. A Alger, l'ancrage d'un employé de bureaux dans le temps et l'espace est une évidence, le même bureau personnalisé est occupé toute la journée et durant toute la carrière, sauf en cas de déménagement ou de promotion. Le concept de « flex-office » avec des stations de travail anonymes à occuper une seule ou partie de la journée, est donc très difficile à adopter à Alger. D'ailleurs dans une entreprise étrangère à Alger où l'organisation spatiale est régie par le concept de « flex-office », une modification du concept a été opérée par un ancrage spontané par station individuelle pour les plus âgés et par stations groupées, pour les plus jeunes, transformant ainsi cette organisation spatiale en bureaux « paysagers ».

Autour du confort, santé et bien-être des usagers de bureaux, il existe un grand vide réglementaire spécifique à la culture spatiale locale, comme nous le verrons dans la dernière partie de ce chapitre (code du travail, ...). Ce vide va pousser nos architectes en amont du projet, puis les ingénieurs et gestionnaires en aval, à puiser des règles, normes et standards d'autres cultures, impliquant l'imposition d'une acculturation forcée et rapide aux usagers et cela laisse imaginer la qualité « vécue » des environnements de travail. Il semble qu'à Alger soit soutenu le second discours sur la « culture » (revoir p.), sur le fait qu'elle soit soumise à des « constantes » biologiques et évolutives où les « universaux humains » dominent et donc avec des « constantes » qui priment. **Réguler cette polarité de discours à Alger, en la rééquilibrant vers le rôle important des « différences » ou « variables » dans la culture,** nécessite un travail de recherche pluridisciplinaire important et orienté vers les spécificités culturelles d'interaction entre l'utilisateur et son environnement physique. Cela pourrait aboutir à une base de données continuellement enrichie par des études environnementales, où peuvent puiser différents profils d'intervenants dans la production des espaces bureaux. Mais comme le souligne Rapoport (2003), « Le rythme auquel évolue la culture est rapide et va sans doute accélérer, du fait de la modernisation, du renouveau ethnique, de la mondialisation, des modes et des lubies du moment, du rôle accru joué par le désir (par opposition au besoin) et des changements technologiques. Les voyages et les migrations sont, eux aussi, de plus en plus nombreux, ce qui conduit à différentes formes d'acculturation et de syncrétisme, avec pour conséquence des changements rapides dans toutes les expressions de la culture (...) Les logements et les autres types de bâtiment et d'établissement doivent par conséquent laisser une certaine marge de manœuvre, être souples pour pouvoir s'adapter et rester porteurs de soutien, malgré ces changements. » (Rapoport, 2003, p. 153)

III- 2.3. Synthèse

L'acculturation à l'image des édifices de bureaux « modernes » à l'occidentale avec enveloppe en mur-rideau de verre, s'est faite il y a quelques années (80-90). Mais sur **l'acculturation à l'usage**, la question reste posée. Dans notre contexte algérois, en l'absence de données qu'un architecte doit considérer et exploiter dans sa production, sur les « spécificités » et variantes culturelles d'usage dans un environnement de travail, et qu'un

chercheur peut utiliser dans ses évaluations environnementales ; nous nous retrouvons contraints à n'évaluer la qualité intérieure de notre échantillon qu'à travers les « constances », puisées d'une littérature scientifique étrangère abondante.

Personnellement, nous aurions opté pour la première thèse sur la nature de la « culture » libre si nous étions une société culturellement indépendante qui produit ses espaces de vie spontanément selon ses propres besoins et cela sur tous les plans (technicité, esthétique, fonctionnalité). Mais la réalité d'aujourd'hui est toute autre, « l'universalité » a été adoptée dans nos villes algériennes depuis la colonisation française et on continue à la nourrir depuis l'indépendance et plus fortement aujourd'hui avec le marché ouvert des produits internationaux composant l'espace, particulièrement les hôpitaux et les espaces de travail (exhibés lors de foires nationales et internationales). **L'architecte est devenu un « sélectionneur », souvent non averti, des produits du bâtiment**, sur des bases souvent autres que l'intérêt de l'utilisateur, comme la nouveauté, le design et l'esthétique, le prix, la représentation mentale (marque), etc. Néanmoins, devant le fait accompli, ce parti pris imposé pour une « universalité » moderne devrait être régi d'une part par une réglementation qui protège l'utilisateur du libre arbitre des intervenants sur l'espace (dont essentiellement le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre) et d'autre part, par des connaissances fondées de l'architecte, issues de la recherche scientifique et continuellement actualisées, durant sa formation d'abord, puis durant l'exercice sur terrain. La réglementation et les connaissances de l'architecte devraient filtrer le choix des produits et des compositions architecturales à projeter, en vue du bien-être des usagers, comme priorité et finalité.

Les besoins « permanents » ou universels, sont donc conditionnés par des influences non-négligeables sur la santé, la productivité et la satisfaction des usagers. Ces influences qu'exercent les composants physiques et psychologiques de l'espace sont l'objet principal des études environnementales, depuis que l'artificialité a intégré l'espace de travail, depuis la fin du 19^{ème} siècle (voir chap. II). Sous l'attitude de domination de la nature qu'a exercé et continue aujourd'hui à exercer l'homme occidental, la profusion d'artifices environnementaux a atteint plusieurs pics dans l'histoire de son évolution, avec des échos retardataires dans différentes villes du monde, notamment les villes « consommatrices » comme Alger.

Aux années 80 et 90, la menace de l'environnement intérieur artificiel sur la santé et le bien-être des usagers était reconnue mais dissimulée sous des théories nouvelles pro-usager qui ne forment qu'un parti-pris autre, ne clamant qu'une vérité autre, pas la vérité authentique qu'est l'intérêt de l'utilisateur avant tout. Les pourparlers entrepris entre différents partis (différentes vérités) sont, à ce jour, difficiles du fait des intérêts économiques et industriels derrière toute la production d'artifices. Un parti pris hégémonique qui s'oppose avec force à un retour à l'utilisateur et son bien-être. Néanmoins, dans le parti pris authentique, un nombre incommensurable de connaissances existe quant à l'influence des facteurs environnementaux sur le bien-être des usagers.

Dans la section suivante, nous présentons les niveaux d'influence possible que reconnaît aujourd'hui la recherche centrée sur l'utilisateur.

III- 3. Les niveaux d'influence de l'IEQ sur l'utilisateur

Le concept d'*Indoor Environmental Quality* –IEQ inclut à la fois les concepts lourds et plus anciens « d'*Indoor Air Quality* –IAQ », de « *Building Related Illness* –BRI » et de « *Sick Building Syndrome* –SBS » qui ont directement trait à la santé des usagers. Il renvoie aussi à des concepts plus légers ayant attiré à l'ergonomie comme les « confort » visuel, thermique et acoustique, le mobilier, l'aménagement, etc. ; ou encore des concepts ayant attiré aux aspects psychologiques d'interaction entre l'utilisateur et son environnement physique, comme le degré de contrôle sur les facteurs ambiants, la satisfaction au travail, le stress, etc. (Cone, 1998)

Les facteurs architecturaux ont une forte influence sur l'inconfort physique et psychologique des usagers (orientation, fenêtre, aération, éclairage, acoustique, etc.) (Aries, Veitch, & Newsham, 2010). Mais pas seulement, d'autres facteurs liés aux relations sociales, professionnelles et à la charge du travail et le degré d'intéressement de l'utilisateur, etc., sont aussi influents sur le bien-être des usagers. Il est d'ailleurs connu que plus l'appréciation de l'utilisateur est positive à l'égard de son espace de travail, moins est rapporté l'inconfort physique et psychologique. Les effets sur les individus peuvent à la longue, influencer la performance de toute l'entreprise et l'environnement physique de travail peut devenir une mesure indirecte de la productivité d'une entreprise. (Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

En littérature scientifique, on reconnaît trois niveaux clés d'influence de l'IEQ sur les usagers, que sont : la satisfaction (ou bien-être) ; la santé et la productivité (ou performance). L'objectif de tout environnement intérieur étant de soutenir au mieux, l'utilisateur dans ses activités en lui assurant un environnement sain et satisfaisant au point de promouvoir une grande productivité. Avec un intérêt économique aussi important, les enjeux d'une qualité environnementale intérieure ne peuvent être qu'importants, puisque la recherche scientifique a prouvé et démontré l'influence directe et indirecte de l'environnement physique sur la productivité et la performance des usagers.

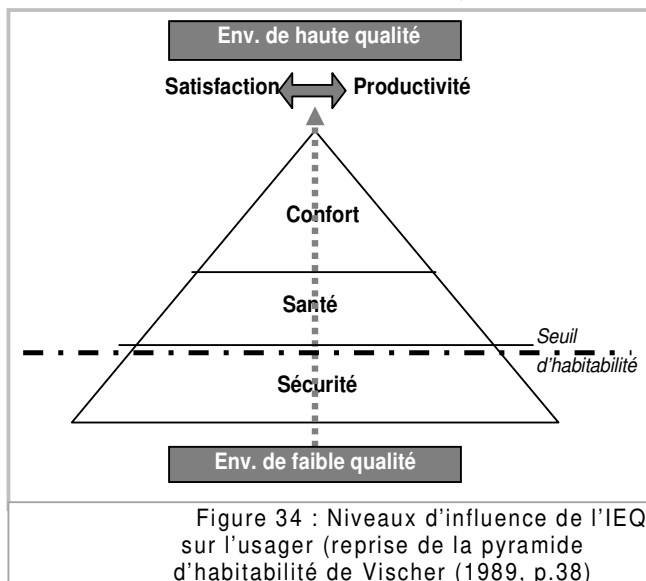
Les données abondantes sur l'influence de l'environnement physique intérieur sur la satisfaction et la performance des usagers, semblent rendre la théorisation des influences assez difficile. Cela peut s'expliquer par la complexité de l'interaction dynamique entre l'utilisateur et son environnement de travail qui ne se résume pas à une interaction sensorielle mais elle est aussi et à la fois, psychologique, psycho-sociale et professionnelle. Comme le considère si bien Rapoport (2003), « la qualité environnementale relève de la perception et dépend du contexte, c'est-à-dire de la façon dont les personnes et les environnements interagissent ... cette interaction passe par des mécanismes culturels » (Rapoport, 2003, p. 19), avec toute la complexité de la culture dans ces interactions.

Néanmoins, certaines théorisations sous forme de schémas abstraits synthétisant et hiérarchisant les niveaux d'influence des différents facteurs environnementaux, existent. Nous avons opté, dans cette étude, pour la théorisation de Vischer (2007) du « confort environnemental » dans les espaces bureaux. Cet auteur est professeur en psychologie de l'environnement, d'origine canadienne, et qui étudie les espaces de travail depuis les années 80.

Dans cette partie du chapitre, nous abordons les niveaux clés d'influence de l'IEQ sur les usagers et leur hiérarchisation.

III- 3.1. Les niveaux clés d'influence

Sur les usagers, la recherche reconnaît trois niveaux clés d'influence que peut exercer l'IEQ : sur leur satisfaction (ou le bien-être/ *well-being*), sur leur santé et sur leur productivité (ou la performance). Les études environnementales ont tendance à explorer ces trois niveaux d'influence pour évaluer un environnement réel. Il est rare que l'exploration se fasse sur les trois niveaux à la fois, au vu de la complexité de l'étude, mais lorsque le niveau de « santé » est problématique on déduit directement un état d'insatisfaction indiscutable chez les usagers. Un niveau faible de performance renvoie aussi à une insatisfaction des usagers. Mais l'insatisfaction ne renvoie pas forcément à un facteur physique d'influence négative. Une insatisfaction observée nécessite un diagnostic par élimination de tous les facteurs physiques et psychologiques liés à l'environnement physique d'abord, à commencer par la santé. Puis une exploration d'influence des facteurs socioprofessionnels indépendants de l'environnement physique. Le niveau de « satisfaction » est d'ailleurs le niveau le plus complexe et le plus difficile à cerner dans une évaluation environnementale, car fortement régi par les attentes, les aspirations et le vécu des usagers, à la fois. On considère d'ailleurs qu'un environnement satisfaisant est un environnement de haute qualité environnementale. Par contre, un environnement où les usagers se plaignent d'états négatifs de santé, est un environnement de faible qualité environnementale, comme le montre la figure 34, un schéma de la pyramide d'habitabilité de Vischer (1989, p. 38), repris et complété.



III- 3.1.1. La santé

Comme nous l'avons déjà abordé dans le chapitre précédent, la santé des usagers des espaces bureaux est devenue affaire publique depuis la reconnaissance du « Sick Building Syndrom –SBS » par l'OMS, nommé en français « Syndrome des bâtiments

malsains –SBM ». Depuis, toutes les études évaluatives adoptent un questionnaire sur les taux de plaintes par rapport à des symptômes reconnus, qui varient à quelques symptômes près d'une source à une autre. Nous avons opté pour une des plus longues listes, rapportée par Vincent et Paladier (1997) :

- Fatigue.
- Irritation des muqueuses (gorge sèche, nez sec, picotements oculaires)
- Céphalées (maux de tête)
- Symptômes oculaires (prurit, irritation, écoulement)
- Sensation de peau sèche
- Gêne respiratoire
- Sifflement
- Congestion des sinus
- Difficulté à porter des lentilles de contact
- Goût inhabituel dans la bouche
- Langue et lèvres sèches
- Gorge serrée
- Nausées
- Difficultés de se concentrer
- Mémoire diminuée
- Nez bouché
- Poitrine oppressée
- Éternuements
- Engourdissements
- Sensations d'éblouissements

Ces symptômes d'inconfort et de réactions physiologiques ou sensorielles aiguës (Roulet, 2004), ne sont pas reliés à des causes précises mais des enquêtes poussées peuvent aboutir à des résultats probants. L'OMS a défini le SBS comme « une réaction de la majorité des occupants d'un immeuble à leur environnement intérieur, réaction qui ne peut pas être directement reliée à des causes évidentes telles qu'une exposition à une concentration excessive d'un contaminant connu ou à une défectuosité d'un système de ventilation » (Roulet, 2004, p. 21). Toujours est-il que les symptômes des usagers qui se plaignant d'inconfort disparaissent au bout de quelques jours après avoir quitté leur édifice de bureaux, durant les week-ends et les congés (Roulet, 2004). C'est d'ailleurs ce qui explique que le taux élevé d'absentéisme pour cause médicale soit signe probant d'inconfort des usagers et de faible qualité intérieure de l'environnement en question, induisant à une baisse de productivité qui ne doit qu'inquiéter les gérants de l'édifice.

Concernant les causes afférées, des corrélations ont été démontrées entre facteurs environnementaux et SBS. Les facteurs les plus cités en littérature, depuis les années 80 d'ailleurs, concernent la qualité de l'air intérieur (plus connue sous Indoor Air Quality -IAQ), tributaire de sources de pollution intérieure. En Europe, des études ont montré que la source principale de la pollution intérieure provenait du bâtiment même (ses matériaux et dispositifs) ou de ses installations de traitement d'air (Roulet, 2004). A ce sujet justement, comme nous

l'avons déjà souligné au chapitre II, l'environnement hermétique et les édifices équipés d'air conditionné ont suscité de très nombreux débats, particulièrement aux années 80 et 90, et encore à ce jour, dans le monde de la recherche entre partisans de l'aération artificielle et opposants. Le Mixed Mode Building semble d'ailleurs constituer un compromis en ce début du 21^{ème} siècle. Toujours est-il qu'à travers les études environnementales, l'indice de bâtiments malsains est plus important dans les bureaux paysagers et ceux équipés d'une ventilation artificielle, que dans les édifices naturellement ventilés et aménagés en bureaux cloisonnés ou individuels (Roulet, 2004). A ce sujet, bien que la climatisation ait été mise à la barre d'accusation, les environnements naturellement ventilés semblent aussi présenter des cas moins graves d'environnements malsains et cela serait justement dû à la pollution intérieure engendrée par les matériaux, équipements de travail, produits d'entretien, dispositif de climatisation mal entretenu, etc. Comme c'est d'ailleurs aussi le cas des écoles, maisons, universités et hôpitaux.

Additionné aux facteurs environnementaux, d'autres facteurs liés aux usagers influencent le degré de sensibilité des usagers à la nocivité des polluants ou autres facteurs d'inconfort. Le genre et le statut ont été identifiés comme autres facteurs favorisant la sensibilité négative aux environnements intérieurs de travail. Les femmes sont reconnues plus sensibles que les hommes, et les employés de bureaux plus sensibles que les cadres ou les cadres supérieurs.

Suite à un questionnaire clair sur la fréquence des symptômes dont se plaignent les usagers, un Indice est calculé, nommé « Indice de Bâtiment malsain » et plus connu sous « *Building Syndrome Index –BSI* » à base de moyenne de symptômes par usager. Lorsque cette moyenne est supérieure à 1,5 ($BSI < 1,5$), l'environnement étudié est considéré « malsain ». Ce fut d'ailleurs le cas de l'immeuble de bureaux, siège social de la SONATRACH, que nous avons étudié à Alger (Chabane, 2006) où le BSI calculé sur un échantillon de 147 usagers (représentatif de 21% de la population parente) était égal à 2,85. Cet environnement ne pouvait qu'être déclaré « malsain » et des suites devaient être entreprises pour améliorer la situation. Nous avons d'ailleurs remis l'étude au responsable concerné mais nous n'avons pas eu la chance de connaître sa portée sur le terrain. La reconnaissance de ce syndrome seule ne suffirait pas à protéger la santé et le confort des usagers face à tous les intervenants dans la production d'un édifice de bureaux, notamment l'architecte. Faudrait-il que des lois dans le code du travail et la santé au travail soient établies et appliquées. Là l'usager, par son confort et santé réglementés, ne pourra que constituer un parti pris dans le processus de production des environnements intérieurs de travail.

Le SBS n'est pas l'unique diagnostic possible caractérisant l'inconfort et les problèmes de santé possibles dans un environnement de travail, mais il est le plus cité et le plus commun en littérature. Outre la qualité de l'air intérieur et ses conséquences, la qualité de l'éclairage peut aussi impliquer des effets non-négligeables sur la santé des usagers. Nous

verrons dans la 3^{ème} partie de ce chapitre, pour chaque facteur ambiantal de l'IEQ ses implications sur la santé et sur la productivité des usagers.

III- 3.1.2. La performance et la productivité

Entre « performance » et « productivité » une nuance importante est à souligner. Dans les études environnementales, la **performance** correspond à des états rapportés par les usagers-mêmes ou par mesure de terrain réel ou expérimental sur le degré de concentration, le nombre d'erreurs, la vitesse de lecture, nombre de pauses, etc. des détails précis dans l'accomplissement des tâches au travail. Alors que la **productivité** renvoie plutôt à une évaluation sur longue durée (annuelle ou autre) sur le rendement des employés de bureaux qu'effectuent les gestionnaires et les chefs d'entreprises suite à des bilans économiques et qui se mesurent d'ailleurs en pourcentage de gains, en taux d'absentéisme des usagers, en nombre d'états de maladies, etc. une évaluation à long terme, donc. Mais l'amalgame peut exister dans plus d'une publication.

Il y a une évidence croissante que les conditions physiques de l'environnement intérieur influencent la productivité des occupants. Les professionnels du bâtiment veulent améliorer l'environnement intérieur et quantifier les effets. Les estimations macro-économiques des gains financiers à travers les nations ont été développées et ont montré que des bénéfices potentiels des améliorations de l'environnement intérieur pour la société, sont élevés. (Seppänen & Fisk, 2005)

La difficulté à reconnaître l'environnement physique comme cause de baisse de productivité existe depuis plusieurs décades. Aux années 80 aux USA, des études à grande échelle ont démontré que la productivité pouvait dépendre de l'intégration et la synergie entre « ressources humaines », « techniques d'automation du travail » et « l'environnement physique ». Puis par des relations binaires parmi ces trois aspects, d'autres études ont montré l'influence de l'environnement physique sur l'adoption facilitée des nouveaux outils informatisés de travail, d'autres encore sur l'influence de l'environnement physique sur la quantité de travail effectuée dans une journée moyenne, ou d'autres encore qui ont évalué l'amélioration de la productivité en gain monétaire à 5% de salaire annuel par employé, suite à l'amélioration optimale des conditions physiques environnementales. En synthétisant les résultats de ces études, Vischer (1989) a conclu que l'influence de l'environnement physique d'un espace bureaux pouvait varier entre 5 et 15% sur la productivité des employés-usagers. Aujourd'hui, on rapporte de la littérature scientifique qu'une bonne qualité environnementale peut améliorer la productivité des usagers de 21% en moyenne (Andrew, Chang, & Nischolson, 2008).

Cette acception sur le fait qu'une amélioration de l'environnement physique de travail engendre une amélioration de la productivité et la performance des employés et dont celle de l'entreprise, voire de la nation, s'est généralisée dans le monde de la recherche. Mais la réalité n'est pas aussi simple, car le lien entre qualité de l'environnement physique et productivité des usagers est loin d'être simple et direct. Il est complexe du fait de la

complexité du concept de « productivité » qui est multidimensionnel dont la mesure est complexe, d'une part et de l'interférence des facteurs individuels (intellectuels et affectifs), d'autre part. Néanmoins, en recherche on définit grossièrement la productivité par le ratio entre l'output et l'input, ce que l'utilisateur produit par rapport à ce qu'il reçoit ou ce qui lui est demandé (Niemelä, Hannula, Rautio, Reijula, & Railio, 2002). Malgré cette complexité, une multitude d'études expérimentales et de terrain ont tenté et tentent à ce jour de cerner l'influence de l'environnement physique sur la productivité des usagers, que ce soit à travers plusieurs facteurs environnementaux combinés ou un seul facteur à la fois, comme la qualité de l'air intérieur dont l'amélioration engendrerait une augmentation de 15% dans la productivité des usagers (Andrew, Chang, & Nischolson, 2008).

La productivité négative est souvent associée à plusieurs indices dont : les plaintes de symptômes, le stress ou moral bas, la tendance des employés à quitter leur lieu de travail plutôt que prévu et le nombre croissant de jours de congé pris dans l'année (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989). Dans les études environnementales, trois mesures sont généralement adoptées pour évaluer le degré en baisse ou en hausse de la productivité, que sont : la mesure d'absence en comptabilisant les jours d'absence du travail (quelque soit la cause), le retard au travail, la démission, ainsi que les dépenses engendrés par les états négatifs de santé occupationnelle ; le comptage (généralement informatisé) de temps passé sur une tâche au travail ou une pause dans la journée (*activity logs*) ; et enfin la troisième mesure qui est une auto-évaluation de l'utilisateur de sa propre performance au travail par sondage d'opinion et d'attitude. Bien entendu, à l'échelle de l'entreprise l'approche est différente par des calculs économiques d'investissement, de rendement, de profit, d'intérêt, de créativité, etc. (Aronoff & Kaplan, 1995)

Déjà à la fin des années 80, des études avaient démontré que l'environnement physique des espaces bureaux pouvait engendrer une variation de 5 à 15% dans la productivité des employés usagers. Donc, considérant la rentabilité totale à long terme de l'édifice de bureaux, chaque 1% d'augmentation en productivité des travailleurs de bureaux, due à une amélioration de l'environnement physique serait aussi efficace qu'une augmentation de 5 à 10% dans la performance totale d'un édifice de bureaux ou son efficacité (sa rentabilité totale à moindre coût) résultant de la réduction des coûts en termes de matériaux, systèmes, construction, maintenance, ou coûts de fonctionnement. (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989)

III- 3.1.3. La satisfaction ou le bien-être

La « satisfaction » en littérature anglo-saxonne est souvent associé au « bien-être » : « *satisfaction & well-being* » représentant un état global de plénitude. Mais la plénitude étant liée à une multitude d'autres facteurs dans la vie d'un usager, le terme « satisfaction » à l'égard de l'environnement intérieur de travail, semble être plus objectif et ciblé.

Dans le monde du travail, la satisfaction des usagers à l'égard de l'environnement physique est fortement recherchée car elle est associée à une haute performance à court

terme et grande productivité à long terme. Dans les études environnementales, la satisfaction à l'égard de l'environnement physique a été au départ exclusive dans son influence sur la productivité, puis à travers de longues recherches souvent pluridisciplinaires, notamment en psychologie environnementale, l'influence de l'environnement physique s'est retrouvée réduite à un facteur parmi d'autres liés au travail en soit, pouvant agir sur la satisfaction, comme le montre le schéma en figure 35 (Sundstrom & Sundstrom, 1986). On distingue alors en littérature deux types de satisfaction : la « satisfaction à l'égard de l'environnement physique » plus répandue sous « *satisfaction with physical environment* », et la « satisfaction au travail » plus répandue sous « *job satisfaction* » (Noorian, 2009).

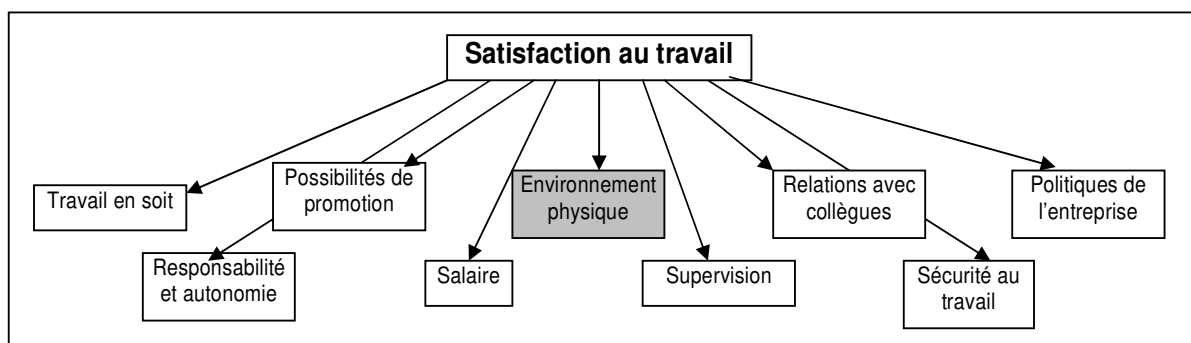


Figure 35 : L'environnement physique, cofacteur dans la satisfaction au travail (Sundstrom et Sundstrom, 1986, p.80).

En zoomant sur l'influence de l'environnement physique sur la satisfaction, des psychologues de l'environnement ont tenté de la théoriser. Sundstrom et Sundstrom (1986), inspirés de deux théories : celle « des besoins de Maslow » et celle « du facteur d'insatisfaction de Herzberg »⁵⁴, ont présenté une vision combinée de la satisfaction qui stipule que l'environnement physique ne suscite intérêt chez les usagers que lorsqu'il est « insatisfaisant », présentant des décalages par rapport aux attentes et aux seuils de tolérance des usagers. Autrement, lorsqu'un environnement physique est adéquat et donc satisfaisant, les usagers le considèrent comme acquis au point de l'ignorer ou le sous-estimer, préoccupés plutôt par d'autres facteurs insatisfaisants (salaire, statut, etc.). (Sundstrom & Sundstrom, 1986; Aronoff & Kaplan, 1995)

Cette théorisation de la satisfaction explique le fait que dans les études environnementales, les usagers ne vont soulever spontanément que les points négatifs, les composants de l'environnement physique qui posent problème, comme l'absence de vue vers l'extérieur, le manque d'éclairage naturel, le manque de privacité, le bruit, etc. Les autres composants satisfaisants doivent faire l'objet de questions posées par l'enquêteur. C'est pourquoi dans une enquête environnementale, le niveau indicateur qui est le premier niveau

⁵⁴ Cités dans : (Sundstrom & Sundstrom, 1986, pp. 75-77).

de base dans une étude environnementale permet d'explorer les pistes des facteurs insatisfaisants à travers des questions ouvertes laissant libre expression aux usagers qui vont d'ailleurs directement soulever les points négatifs.

Sundstrom et Sundstrom (1986) rapportent de la littérature scientifique que la satisfaction, en tant que contentement et plaisir exprimés, n'est pas un état psychologique permanent, car elle est sujette à des processus psychologiques modificateurs, dont essentiellement "l'adaptation". Avec le mécanisme d'habituation, même un environnement physique satisfaisant peut devenir ennuyeux. La satisfaction est donc un état psychologique que les gestionnaires de l'environnement doivent entretenir à long terme par de petites nouveautés à intégrer, tel que : des plantes, une décoration, refaire la peinture, renouveler le mobilier, créer un nouvel espace de rencontre, etc. L'innovation légère avec un changement physique mineur dans l'espace de travail, serait donc source de renouvellement de satisfaction chez les occupants. Puis, après quelques temps passés, les gens s'habituent et aspirent à quelque chose de légèrement plus nouveau.

En résumé, l'état de satisfaction n'est pas facile à engendrer. Se rapprocher le plus possible des besoins des usagers est déjà un grand pas vers la satisfaction, même si les usagers vont continuer à soulever les points négatifs. Ces plaintes doivent constituer des indicateurs d'amélioration pour les gestionnaires et managers de l'environnement afin de soutenir continuellement un état de satisfaction chez les usagers. Dans un environnement physique lorsqu'aucune plainte n'est liée à l'environnement physique, chose très rare d'ailleurs, cela témoigne plus au moins d'une réussite de l'architecte et des autres intervenants dans la production de l'espace enquêté. Mais les plaintes spontanées ne peuvent témoigner que de carences ou d'échecs en amont et/ou en aval de la production de l'espace en question. Ainsi dans une étude environnementale, la satisfaction n'est pas un état spontanément exprimé par les occupants, sauf si on les interroge dessus et dans notre enquête exploratoire à Alger (voir chapitre suivant), quatre questions ouvertes sur « l'état général de l'usager, le point négatif dans le bureau, le point positif dans le bureau et le changement qu'il voudrait apporter à son espace bureau », nous permettent justement de collecter les plaintes spontanées des usagers afin de situer leur niveau d'insatisfaction (concernant de l'environnement physique, du travail, du relationnel, ou autre).

Dans la section suivante, la satisfaction dans un environnement de travail est hiérarchisée par niveaux. Vischer (2007) tente de théoriser « le confort environnemental » divisé en trois catégories hiérarchisées au sommet desquelles la satisfaction et donc la productivité peuvent être atteints. Bien que très difficiles de distinguer les niveaux de satisfaction dans une étude environnementale, cette théorisation de l'insatisfaction nous a intéressé du fait qu'elle permette en enquête exploratoire de déceler rapidement les facteurs d'insatisfaction, (liés à l'environnement physique ou pas).

III- 3.2. Hiérarchisation des niveaux par type d'influence

La recherche a permis de dégager plusieurs indicateurs clés de la productivité, tels que : la motivation, le taux d'absentéisme, le niveau de stress, degré d'appartenance au réseau social, etc. En somme, la performance ou la productivité des usagers sont tributaires d'un grand nombre de variables ayant attiré à l'environnement physique, l'environnement psychosocial et celui professionnel. Vischer (2007a) tente de structurer ces variables sous un modèle théorique de « confort environnemental » (*envirionmental comfort*), opposé à son concept adverse qu'est le « stress ». En psychologie de l'environnement, discipline de Vischer, le concept de « confort » est plus palpable et plus concret que celui de « satisfaction ». Ce dernier étant, comme nous l'avons vu plus haut, beaucoup plus abstrait et instable, avec un caractère plutôt furtif, difficile à cerner ; il est un objectif à atteindre en assurant un confort environnemental. Le « confort » qui s'oppose clairement à son antonyme environnemental qu'est le « stress », est donc plus représentatif de l'influence de l'environnement physique sur l'utilisateur. En études environnementales, le terme de « satisfaction/ insatisfaction » renvoie directement à une attitude globale de l'utilisateur à l'égard de tout l'environnement ou à l'égard d'un de ses composants. Alors que le terme de « confort/inconfort » exprime les détails et explique concrètement les causes de satisfaction ou d'insatisfaction.

Dans son modèle, Vischer (2007a) considère que le « confort environnemental » doit répondre aux besoins des usagers et leur permettre d'accomplir leurs activités dans leur environnement sous les meilleures conditions physiques possibles. Le confort, selon l'auteur, permettrait de relier entre les aspects psychologiques de la satisfaction chez les usagers et les mesures concrètes de performance et productivité.

Le confort comme base de référence aux normes environnementales, souvent numériques, s'est développé au-delà des seuils d'habitabilité et de tolérance que définissaient la sécurité et la santé des occupants, vers l'intégration de facteurs psychologiques et socioprofessionnels. Aujourd'hui, Vischer (2007) modélise le « confort environnemental » en trois niveaux ascendants, qui peuvent être mesurés séparément mais doivent être considérés à la fois pour une compréhension contextuelle du confort. Ce modèle hiérarchisé est représenté en pyramide avec le « confort physique » à la base, le « confort fonctionnel » en intermédiaire et le « confort psychologique » en tête de pyramide (voir fig.36). Le sommet de la pyramide représente la satisfaction et bien-être de l'occupant impliquant un niveau élevé de performance. Au bas de la pyramide, un trait de limite représentant le seuil d'habitabilité, sépare le « niveau de confort » de l'inconfort représentant un espace non viable. L'ordre ascendant de ces niveaux est représenté par un vecteur traversant les niveaux physique, fonctionnel et psychologique, pointant en flèche vers le sommet de la pyramide qui représente la qualité environnementale optimale de l'espace en question. Contrairement à sa première pyramide de la « qualité environnementale » élaborée à la fin des années 80 (revoir figure 34), il n'existe pas de séparation entre les différents niveaux car l'imbrication et l'implication de différents composants physiques peu se situer à

plusieurs niveaux à la fois. Nous pouvons illustrer cela par un exemple concret qu'est l'aménagement de l'espace en bureaux paysagers. Cet aménagement lorsqu'il est insatisfaisant, il peut être source « d'inconfort physique » par excès de bruit, manque d'éclairage naturel, éloignement de la fenêtre, etc. ; comme il peut être source « d'inconfort fonctionnel » engendrant un manque de confidentialité, un manque de matériel à disposition, etc. ; ou encore il peut être source « d'inconfort psychologique » par manque de privacité, manque de personnalisation du coin bureau, difficultés territoriales, absence de contrôle sur les facteurs ambiantaux, etc.

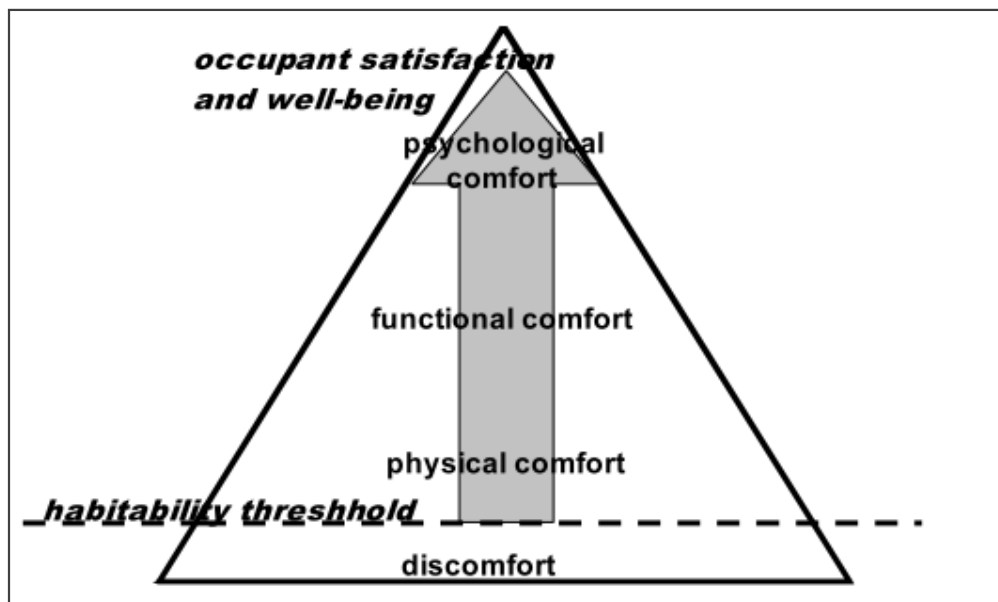


Figure 36 : Niveaux hiérarchisés du « confort environnemental » (Vischer, 2007, p. 26)

Le « confort physique » correspond aux conditions physiques assurant à l'utilisateur sécurité et santé. L'application des normes ne signifie pas un niveau de confort sans plaintes, surtout après occupation. Mais permet de niveler le confort physique dans tout édifice nouveau puis chaque édifice doit ajuster et régler ses conditions en fonction des besoins de ses usagers. Les exemples les plus courants sont : les odeurs désagréables dues à des conduites d'aération communes entre espace de travail et autre espace de services (cuisine, garage, sanitaires, ...) ; un bruit de fond gênant engendré par le réseau des conduites d'aération ; un éclairage inadéquat pour le travail sur papier ou le travail sur écran, une station de travail sans vue vers l'extérieur, etc. Vischer (2007) ajoute à ces facteurs d'ambiance et de stimulation sensorielle influents sur la performance des usagers, la maintenance (technique) et l'entretien (hygiénique), ainsi que le fonctionnement des services annexes tels que les sanitaires, parking, ascenseur, etc., influents aussi sur la productivité des employés. Lorsque le taux d'évaluation du « confort physique » dans un édifice de bureaux est bas, l'environnement de travail n'est pas acceptable aux autres niveaux supérieurs de la pyramide.

Le « confort fonctionnel » représente les besoins des usagers pour l'accomplissement de leurs tâches et activités dans l'espace de travail, en termes d'outils et supports de travail. Avec la complexité croissante des tâches à effectuer, le concept de « confort fonctionnel » devient de plus en plus important. Que ce soit à l'échelle individuelle ou de groupe, les usagers représentent la principale source d'évaluation de ce confort. C'est eux qui se plaindraient de reflets gênants dus à un éclairage mal orienté sur leur plan de travail, d'une surface de travail insuffisante encombrée par plusieurs machines, d'émanations odorantes d'un photocopieur, d'un bruit gênant émanant d'une unité d'ordinateur, de fils encombrants à cause de branchement électrique multiple, d'une surface de projection murale insuffisante, etc. Toute difficulté à accomplir le travail convenablement consomme de l'énergie et du temps de l'utilisateur, entravant au quotidien son bien-être et sa productivité.

Le « confort psychologique » représente le haut de la pyramide et il est le plus difficile des conforts à mesurer et identifier, selon Vischer (2007). Plusieurs aspects en jeux ont été dégagés, tels que : hiérarchie et structure du réseau social au travail ; relation employeur/employé ; charge au travail ; type de récompense et degré de reconnaissance du travail accompli. Des aspects avec effet prouvé sur la perception et l'évaluation de l'environnement physique de travail. La projection de ces aspects psychosociaux sur l'environnement physique se traduit par trois concepts clés que sont : privacité, territorialité et contrôle. La « privacité » a attiré aux limites physiques qui dessinent le territoire privé d'un usager et qui lui permettent de réguler ses relations sociales et professionnelles. « Territorialité » et « privacité » ont suscité de grands débats lors du décloisonnement des espaces bureaux vers un aménagement en bureaux paysagers, à plan ouvert. Des problèmes de privacité, confidentialité, territorialité et contrôle ont alors éclaté. Encore à ce jour, l'aménagement spatial en plan ouvert n'est pas des plus prisés parmi les employés de bureaux (Danielsson, 2005), particulièrement dans les villes du monde où la culture du travail et son organisation, repose sur des territoires à dominance individuelle ou privée, comme à Alger. Il est reconnu en littérature, que les bureaux paysagers perturbent le confort environnemental des occupants engendrant un taux de stress non-négligeable influençant négativement leur productivité et performance. Même dans le cas où le confort physique est assuré, l'inconfort psychologique va déteindre par son évaluation négative sur tout le confort environnemental, de l'espace en question. Concernant le « contrôle », il s'agit du contrôle des facteurs environnementaux et le degré de participation des usagers aux prises de décision liées à leur espace, en termes d'aménagement, de mobilier, d'équipements de travail, d'équipements de confort, de décoration, etc. Cela enrichit les connaissances environnementales des usagers et les fait participer à trouver des solutions qui soient les plus proches de leurs besoins et attentes. (Vischer, 2007)

Selon ce modèle en pyramide du « confort environnemental », le confort fonctionnel ne peut être atteint si des problèmes existent au niveau du confort physique et le confort psychologique ne peut être atteint si des problèmes existent au niveau du confort fonctionnel. Une dépendance systématique et hiérarchisée relie ces trois conforts et lorsque des problèmes existent à un ou plusieurs de ces niveaux, ils sont mesurés à travers le

témoignage des usagers et leurs plaintes récurrentes. Théoriquement, le confort psychologique et physique sont séparés pour faciliter leur appréhension scientifique, mais dans la réalité, un état d'inconfort physique (SBS, bruit insoutenable, mauvaise odeur, stimulation visuelle excessive, ...) entraîne forcément un état d'inconfort psychologique (stress, tension, surcharge, ...). Dans l'autre sens aussi, un inconfort psychologique dû à un manque de privacité ou autre, peut facilement entraîner des symptômes neurovégétatifs (maux de tête, fatigue, bourdonnement d'oreille, ...) ou psychosomatiques (maux de ventre, étourdissement,...) ou autres. Cette influence réciproque constitue une contrainte majeure quant à la recherche des facteurs en cause, exigeant un diagnostic approfondi de la base au sommet pour dégager les causes contextuelles réelles.

III- 4. Les influences reconnues des facteurs physiques sur l'IEQ

Les méthodes d'approche de l'IEQ, particulièrement dans l'évaluation environnementale, sont souvent focalisées sur les quatre facteurs ambiantaux que sont : le confort thermique, le confort aéraulique (souvent lié à la qualité de l'air intérieur), le confort visuel (souvent lié à l'éclairage) et le confort acoustique. Mais en psychologie environnementales, les facteurs d'influence sont plus nombreux, ajoutés aux facteurs d'ambiance précédents, on y considère aussi : l'organisation spatiale, les détails architectoniques, les vues, et les ressources. (Mccoy, 2002)

Nous considérons, dans notre contexte algérien, que parmi ces dimensions clés représentant l'environnement physique et influant sur la performance et le bien-être des occupants ; trois dimensions n'incombent qu'à l'architecte : l'organisation spatiale, la décoration, les conditions ambiantales et les vues. Le choix d'un volume architectural conditionné par les exigences du site (environnement naturel et environnement bâti), les exigences du client (budget de construction, organisation du travail, image de l'entreprise,...) et les tendances de l'architecte (plan profond/étroit, plan libre/ composé, priorité à l'éclairage naturel/artificiel, économie d'énergie, ...) ; va contraindre l'organisation spatiale (bureaux ouverts ou cloisonnés), les conditions d'ambiance (tendance au « God-made weather » ou au « man-made weather ») ainsi que les vues et leur composition (plan étroit = accès à tout le monde ; plan profond = accès limité, ...). La dimension de « ressources » n'est souvent pas du ressort de l'architecte et même les détails architectoniques qui dépendent plus des décorateurs d'intérieur (beaux-arts), ou des propriétaires même qui choisissent souvent eux-mêmes le mobilier et les détails d'aménagement.

Plus encore, les conditions ambiantales et les vues sont les plus représentatives de la marge de manœuvre de l'architecte, car l'organisation spatiale peut être imposée par le client-entreprise, dictée par son organisation du travail. Mais l'architecte, peut par la confrontation des contraintes du site, ses principes de conception et ses connaissances en termes d'organisation spatiale, convaincre le client pour le choix d'une configuration spatiale conforme à l'organisation du travail de l'entreprise et la plus proche possible de la qualité du vécu de ses futurs usagers.

Cette section est très riche en informations. Nous avons fait le choix de ne pas trop nous étaler sur les détails et de garder l'essentiel qui démontre l'importance de ces influences sur la santé et la productivité et donc sur la satisfaction des usagers. L'importance de ces influences montre les dangers de la méconnaissance ou de l'ignorance de l'architecte et des intervenants potentiels dans la production des espaces bureaux.

Bien que nous ayons mentionné à plusieurs reprises, dans ce chapitre, l'importance des publications en littérature scientifique, le choix de ne mentionner que quelques références dans chaque sous-section est volontaire. Il nous aide d'une part à ne pas trop encombrer le texte et la sélection de la référence mentionnée est tributaire du fait qu'elle synthétise des informations qui peuvent se trouver dans plusieurs publications de manière décortiquée. Les livres sont d'ailleurs les références les plus complètes sur le sujet abordé.

III- 4.1. Influence de l'organisation spatiale

L'organisation spatiale des environnements de travail est un créneau fortement investi dans la recherche pour ses influences reconnues de faciliter ou inhiber la communication et la collaboration entre employés, contribuant ainsi positivement ou négativement à l'efficacité et la performance, autant à l'échelle de l'employé que l'entreprise. Les stations de travail individuelles sont sensées répondre aux besoins du travail en soit en permettant, par emplacement des stations voisines, une interaction sociale et professionnelle fluide toute en assurant à l'utilisateur un territoire personnel où toute intrusion inopportune est contrôlée. Un casse-tête pas très évident mais à plusieurs solutions spatiales, semble t-il. Aussi, les sous-espaces d'échanges informels sont fortement conseillés pour booster la créativité chez les employés au niveau individuel et collectif. L'échange et l'interaction peuvent être spatialement encouragés par la disponibilité d'espaces de travail en groupe, équipés d'un matériel à disposition, facilitant la représentation et la communication (tableaux, data-show, écrans, ...). L'emplacement de ces espaces devrait assurer un contact visuel à l'utilisateur passant, les traversant ou les contournant, l'invitant à rejoindre le groupe au bout de quelques ou plusieurs passages. [Brill, 1997 ; Becker & Sims, 2000 ; McCoy, 2000]⁵⁵.

Toutes ces considérations relativement modernes ne sont pas nouvelles. En effet, depuis le lancement et la propagation du concept de « bureaux paysagers », qui remonte à un demi-siècle, la recherche environnementale ne cesse de se développer pour améliorer la satisfaction des usagers et leur productivité. L'objectif premier du plan ouvert était de réduire les coûts de construction et d'équipements de confort et d'accommoder un plus grand nombre d'utilisateurs dans une surface de travail plus réduite que les autres types

⁵⁵ Cités dans (McCoy, 2002, pp. 446-447) : Brill M. (1997). *Now Offices, No Offices, New Offices ... Wild Times in the World of Office Work*. Toronto, Canada: Teknion. / Becker F. & Sims W. (2000). *Managing Uncertainty : Intergating Portfolio Strategies for Dynamic Organisations* (Rep. Of International Workplace Studies Program). Cornell University. /

d'aménagement. Avec ces objectifs, l'open-plan office s'est propagé dans le monde entier et persiste malgré sa remise en cause par la recherche. Les premiers attributs des années 60 et 70 étaient d'augmenter l'efficacité au travail en facilitant la communication, améliorant ainsi la productivité et les gains promis des entreprises qui l'adoptent. L'enjeu était important, justifiant son adoption généralisée. Mais au fil des années, les études de terrains ont relevé des inconvénients importants à travers des plaintes en hausse des usagers sur l'inconfort et la santé, induisant à une réduction de performance qui s'exprimait souvent par des taux élevés d'absentéisme et de démission. D'ailleurs les économies des coûts d'investissement visés en amont, se décuplaient en aval au vu des malaises exprimés par les usagers et leur baisse de productivité. Une des causes principales dans l'inconfort des usagers est l'espace personnel limité et les interactions incontrôlables, ainsi que le manque voire l'absence de contrôle sur les facteurs ambiantaux. Tout cela a eu tendance à réduire fortement la motivation des usagers au point de se voir quitter volontairement leur travail. Au-delà de ces considérations la littérature scientifique rapporte des effets directs sur la santé des usagers dont la fatigue, le stress généralisé, l'irritation, les maux de tête et les infections respiratoires. (Kamarulzaman, Saleh, Hashim, Hashim, & Abdul-Ghani, 2011)

Mais l'open-plan office des années 70 a bien évolué aujourd'hui, avec des arrangements plus proches des besoins des usagers que ceux des propriétaires et gestionnaires. Comme nous l'avons vu au chapitre I, le télétravail, le *flex-office*, le *hoteling*, etc., constituent de nouvelles formes d'aménagement, où l'espace de travail n'a plus la même valeur d'investissement pour l'entreprise puisqu'investi par la temporalité d'occupation et la dimension virtuelle d'usage. Mais ces nouvelles formes d'espace de travail restent relativement rares dans le monde entier. A Alger, le télétravail n'est pas encore officiellement reconnu et loin d'être courant et le *hotelling* semble débuter, tributaire de la demande du marché, une demande à tendance plutôt étrangère et encore rare.

Une étude suédoise menée par Danielsson (2005) sur l'influence des types d'aménagement de bureaux sur la santé et le bien-être des usagers ainsi que leur satisfaction au travail, renvoie à une image plus concrète de l'influence de l'organisation spatiale. Dans cette étude, l'auteur a subdivisé les bureaux à plan ouvert (*open plan office*) en trois catégories dont l'influence sur les usagers s'est avérée différente : le « *Small open plan office* » ou bureau à petit plan ouvert (capacité variant entre quatre et neuf occupants) ; le « *Medium open plan office* » ou bureau à plan moyennement ouvert (capacité variant entre dix et vingt quatre occupants) ; le « *Large open plan office* » ou bureau à grand plan ouvert (capacité de plus de vingt quatre occupants). Dans ces trois types de bureaux à plan ouvert, chaque employé dispose d'une station de travail personnelle, d'un espace de travail commun, sans accès obligatoire à la fenêtre. Les équipements facilitant le travail sont situés dans des espaces communs (photocopieur, imprimante, ...) et les réunions se tiennent dans des espaces spécifiques. Additionnés à cela, quatre autres types différents ont été considérés : le « *Cell office* », le « *Shared-room office* », le « *Flex-office* » et le « *Combi-office* ». Le « *Cell office* » ou bureau cellulaire est un espace personnel cloisonné avec accès à la fenêtre, permettant des réunions privées et contenant la majorité des équipements facilitant le travail.

Le « *Shared-room office* » ou le bureau commun est un espace cloisonné partagé entre 2 et 3 employés, avec accès à la fenêtre et contenant la majorité des équipements facilitant le travail. Enfin, le « *Flex-office* » ou bureau flexible est un aménagement en stations impersonnelles que les employés sont libres de choisir pour effectuer leur travail de la journée, pouvant être paysagers ou cellulaires, l'accès à la fenêtre dépend de l'emplacement de la station de travail du moment et tous les équipements facilitant le travail sont disposés dans des espaces communs. Dans le « *Flex-office* », les espaces spécifiques sont assignés aux réunions, travaux de groupe, etc. et pour plus de 30% du staff de l'entreprise, le travail peut se faire à distance en dehors de l'enceinte de l'entreprise (clients, maison, ...). Enfin le dernier type d'aménagement est le « *Combi-office* » ou bureau combiné : station de travail propre et personnelle dans un espace cloisonné ou paysager. Au moins 20% du travail des employés est en collaboration, dans des espaces communs assignés. L'accès à la fenêtre dépend de l'emplacement du moment (espace de groupe ou espace individuel) et tous les équipements facilitant le travail sont groupés dans des espaces communs. Ces types d'aménagement sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Les sept types de bureaux de Danielsson (2005)

Type de bureau		Capacité: Nombre (Nbr) d'usagers	Station de travail	Espaces communs de travail	Accès à la fenêtre	Équipements (photocopieur, imprimante, ...)
Open- Plan office	Small	Ouvert: $4 \leq \text{Nbr} \leq 9$	Personnelle	Oui (réunions, conférence, ...)	Selon l'emplacement	Espaces communs
	Medium	$10 \leq \text{Nbr} \leq 24$				
	Large	$\text{Nbr} > 24$				
Cell office		Cloisonné Nbr =1	Personnelle	Réunions privées	Oui	Espace personnel
Shared-room office		$2 \leq \text{Nbr} \leq 3$	Personnelle	--	Oui	L'espace même
Flex-office (30% en télétravail)		Cloisonné ou ouvert	Impersonnelle	Oui	Selon la station choisie	Espaces communs
Combi-office		Cloisonné ou ouvert	Personnelle	20% de travail est en collaboration	Selon l'emplacement	Espaces communs

Cette étude a concerné 496 employés de bureaux, dans 26 compagnies ou départements, situés dans la région de Stockholm. Ces employés étaient dispatchés dans les sept types d'espace bureaux. L'analyse qualitative et quantitative combinée, a permis à l'auteur de dégager la variation d'influence de ces différentes organisations spatiales sur la santé, la satisfaction des employés au travail et leur satisfaction à l'égard de l'environnement physique. Concernant **l'environnement physique**, il s'est avéré que la configuration en « **cell office** » ou bureau cellulaire a dominé tous les autres types en termes de satisfaction, suivie du « **flex office** ». Les configurations les plus **insatisfaisantes ont été le « medium open plan » et le « large open plan office »** (plus de 10 occupants dans l'espace). Concernant la **santé aussi**, les « **cell office** » et « **flex office** » ont représenté les **meilleurs taux d'auto-évaluation** et les plus faibles taux de risque de maladie. Les taux les **plus élevés de risque et de plaintes de maladie** ont été enregistrées dans les organisations en « **medium open plan** » (10–24 usagers). Enfin, concernant la **satisfaction à l'égard du travail**, encore une fois dans les organisations en « **cell office** » et « **flex office** » ont été enregistrés les meilleurs taux de satisfaction, contrairement aux organisations en « **medium open plan** » et en « **combi-office** » où ont été enregistrés les plus **grands taux d'insatisfaction** à l'égard du travail.

Il apparaît de ces résultats que les organisations spatiales en « **cell office** » et en « **flex office** » **soient les plus favorables à la bonne santé et la satisfaction des occupants** à l'égard de leur environnement physique et de leur travail. L'étonnant dans ces résultats c'est l'opposition entre les configurations spatiales de ces deux types. Autant le « **cell office** » offre à l'employé un ancrage territorial et social importants, un contact réduit et un contrôle élevé de l'interaction ; autant le « **flex office** » n'offre aucun ancrage avec un anonymat des stations de travail qui sont temporaires pour l'utilisateur, selon la durée de son travail. Mais ce dernier offre aussi un choix de configuration spatiale au jour le jour, il permet de travailler à distance, à partir de la maison ou d'ailleurs et il favorise le travail en collaboration. D'ailleurs le **justificatif de satisfaction** à l'égard du travail dans ces deux configurations est différent : **dans le « flex office » la satisfaction est justifiée par le haut niveau de coopération et de leadership et dans le « cell office » il est justifié par le haut niveau de contrôle et d'autonomie.** (Danielsson, 2005)

Il est clair pour nous que la culture des usagers est un facteur fortement influent sur leurs préférences de configuration spatiale. Néanmoins dans une culture scandinave, bien que conservatrice, le degré de privacité (culturelle) peut sembler inférieur aux usagers de la ville d'Alger. Malgré cela, au vue de la « permanence » ou l'universalité du besoin de privacité et de contrôle des interactions sociales et des facteurs ambiantaux, le bureau cellulaire est le plus apprécié dans toutes les villes du monde, notamment à Alger (Chabane, 2006) et cela malgré la grande promotion immobilière des bureaux paysagers. Mais la promotion de la recherche environnementale continue à remettre en cause les influences négatives de l'aménagement paysager. Andrew et al. (2008) rapportent justement de la littérature des études environnementales de différentes villes, notamment occidentales sur l'influence de la configuration spatiale sur la satisfaction et la productivité des usagers et qui rejoignent tout à fait les résultats de l'étude suédoise de Danielsson (2005). D'emblée, il est considéré que **l'aménagement en plan ouvert engendre chez les usagers une faible perception de leur productivité.** Une étude en milieu universitaire a comparé l'influence sur le travail et l'interaction entre trois types de configurations spatiales : ouvert-privé (plan ouvert avec station personnelle) ; cloisonné-partagé (entre plusieurs collègues) et **cloisonné-privé (individuel).** **Etonnamment, cette dernière configuration était la plus appréciée,** engendrant un plus grand taux d'interaction et une meilleure qualité de travail par facilité de concentration. Une autre étude a démontré que la **configuration en open-plan office engendrait une faible performance et satisfaction au travail, augmentant le stress des usagers et réduisant leur autonomie, personnalisation des tâches et privacité.** Au-delà de l'échelle des plaignants, à l'échelle de l'entreprise, cela compromettrait la productivité, la motivation et le bien-être généralisé. D'autres études ont montré que le déplacement des usagers d'une configuration traditionnelle depuis des bureaux cellulaires à une configuration à plan ouvert, réduisait la satisfaction des usagers à l'égard de leur environnement physique, et qu'au contraire le déménagement du plan ouvert vers des bureaux cloisonnés collectifs ou privés, induisait des améliorations significatives au niveau des tâches et de la communication et globalement, une satisfaction à l'égard de leur environnement physique. Cela est dû à

l'assouvissement des besoins de privacité, de moindre distraction acoustique (téléphone et conversation des voisins qui sont souvent corrélés à des taux élevés d'insatisfaction en open-plan office) et de flexibilité des heures de travail permise par un meilleur rendement. (Andrew, Chang, & Nischolson, 2008)

En somme, Brill et al. [2001]⁵⁶ ont résumé les conditions d'organisation spatiale favorables à la satisfaction et la performance des usagers en trois points-clés : permettre un travail individuel sans distraction ; permettre le contrôle des interactions imprévisibles ; et soutenir les réunions et travaux de groupe sans distraction. Cela rejoint les recommandations d'Aronoff et Kaplan (1995) sur l'aménagement favorable à une productivité positive qui devrait permettre aux usagers une séparation adéquate entre espace privé et espace commun, isolement des activités génératrices de bruit loin des espaces de concentration (comme les imprimantes, photocopieurs, zones où la communication privée au téléphone est permise et zone de pause-café, etc.) et évitement des sources de distraction sonore et visuelle (passants, discussions voisines, etc.) qui représentent les principaux inhibiteurs de productivité. Selon Duffy [1997]⁵⁷, un édifice de bureaux idéal devrait contenir plusieurs configurations spatiales à la fois, permettant aux usagers d'y effectuer différents travaux selon le niveau de d'interaction, d'autonomie, de confidentialité, etc., que ces travaux nécessitent. Il théorise quatre types de configuration spatiale : *Hive* (ruche d'abeilles), *Cell* (cellule), *Den* (tanière), et *club* (club)⁵⁸. Duffy [1997], McCoy (2002) et Blakstad (2001)

⁵⁶ Cités dans (McCoy, 2002, p. 447) : Brill M., Weidemann S., Alard L., Olson J., Keable E. (2001). *Desproving widespread myths about workplace design*. Jasper, IN: Kimball International.

⁵⁷ Cités dans (McCoy, 2002, p. 447) : Duffy F. (1997). *The new office*. London: Conran Octopus.

⁵⁸ En littérature, on ne retrouve pas une projection spatiale précise des types de bureaux définis par Francis Duffy. Ces 4 types doivent exister dans une grande variété de configurations possibles. L'auteur les définit de manière générique selon le type de travail et ses besoins en termes d'interaction, d'autonomie et de manipulation des outils. Il définit 4 catégories d'espaces théoriques : en **ruche (Hive)**, en **cellules (cell)**, en **antre ou tanière (Den)** et en **club (club)**. **Le modèle en ruche (Hive)** correspond au travail divisé en plusieurs composants donnés en tâches précises et nominatives à une équipe d'employés, dont l'espace idéal correspond à des stations de travail individuelles ne permettant que peu d'interaction et reflétant une faible autonomie. **Le modèle en cellule (Cell)** correspond au travail de grande concentration nécessitant de grandes qualifications chez l'employé, dont l'espace idéal est le bureau cloisonné ou des stations de travail avec de hautes partitions assurant un maximum de calme et de privacité et donc peu d'interaction et une grande autonomie. **Le modèle en antre ou tanière (Den)**, de son appellation il reflète déjà le groupe, il concerne le travail de groupes différents ou interdépendants et son espace correspond à de grands espaces de groupes intégrant des sous espaces de réunion ou de travail individuel, selon les besoins du moment. Une grande interaction et une faible autonomie accompagnent ce modèle. Enfin, **le modèle en club (club)** que les chercheurs considèrent comme étant le plus approprié au développement actuel de par la grande interaction et la grande autonomie qu'il offre, à la fois. Il concerne le travail de haut niveau avec de grandes qualifications chez des employés indépendants qui ont besoin de travailler à la fois en collaboration et individuellement. L'espace correspondant doit prendre en charge une évolution constante des procédures de travail à travers des aménagements divers, complexes et flexibles pour s'accommoder à une grande variété de tâches. (McCoy, 2002; Blakstad, 2001)

considèrent qu'une dominance de la configuration en « *club* » favorise à la fois le travail individuel et la collaboration et par conséquent la productivité et la performance de l'entreprise. Mieux encore, Andrew et al. (2008) rapportent que certaines entreprises ont visé un aménagement spatial optimal en termes de satisfaction et productivité des usagers en permettant à ces derniers d'effectuer eux-mêmes le design de leur espace de travail. Une résolution très louable qui maximise la contribution de l'utilisateur, principal concerné de l'espace de travail.

Ces recommandations de configuration idéale sont décrites sous de grandes lignes permettant à plusieurs variantes architecturales de s'y inscrire. Mais notons aussi que dans la conception architecturale, le choix d'une configuration ou d'une autre dépend essentiellement de l'organisation de travail d'une entreprise et ses exigences. Un architecte n'est pas toujours libre de choisir la configuration spatiale qu'il préfère si elle n'est pas conforme au type d'entreprise et son organisation du travail.

On retiendra de cette section que l'espace bureau « cellulaire » ou « individuel » représente l'organisation spatiale la plus proche et la plus satisfaisante du « besoin naturel » de tout usage de bureaux, dans toutes les cultures. Contrairement aux bureaux collectifs et ceux paysagers, au-delà de 9 occupants usagers partageant le même espace, malgré tous les artifices marquant leurs territoires respectifs, qui vont à l'encontre des besoins naturels de l'utilisateur, impliquant des risques importants de problèmes de santé et d'insatisfaction à l'égard de l'environnement physique et du travail en général. Le contrôle et l'autonomie que procure l'aménagement en bureaux cellulaires, influence positivement la productivité et la performance, offrant une meilleure ambiance de calme pour concentration et réflexion, sans distraction sonore (par les bruits inattendus) ni distraction visuelle. La privacité et le contrôle d'interaction sont des besoins naturels non-négociables, semble-t-il chez l'utilisateur, indépendamment de sa culture.

On retiendra aussi deux facteurs-clés dans l'influence de l'organisation spatiale sur la satisfaction des usagers : la densité des occupants dans l'espace en question et le degré de contrôle sur les interactions socioprofessionnelles et les facteurs ambiantaux. Dans ces deux facteurs, la dimension commune est la marge de réglage, de filtration et d'adaptation aux besoins propres dont peut disposer un usager dans son environnement de travail. Ces deux facteurs sont en réalité indissociables car la densité renvoie au nombre d'utilisateurs partageant le même contrôle des facteurs environnementaux (relationnels et physiques). Néanmoins, on retrouve en littérature scientifique une dissociation entre les deux concepts pour besoin d'étude et traitement, avec une accentuation prononcée sur le « contrôle » car il concerne plusieurs facteurs à la fois.

⁵⁸ Cité dans: (Sailer k. , Budgen, Lonsdale, Alasdair, & Penn, 2010)

d) La densité

La « densité » est souvent subdivisée en deux mesures : « densité sociale » qui concerne le nombre d'occupants dans un espace commun de travail, indépendamment de son aménagement et la « densité spatiale » qui concerne la surface en mètre carré par usager. Les études des années 2000 ont montré qu'une forte densité sociale était associée à une grande insatisfaction environnementale par manque de « privacité », de contrôle et beaucoup d'interférences, ceci d'une part. D'autre part, la forte densité sociale est associée à de fortes plaintes de problèmes de santé, particulièrement chez les usagers femmes. Les aménagements en open-plan office sont aussi sujets à de fortes plaintes des usagers qui diminuent à mesure que le type d'aménagement change vers un cloisonnement plus important jusqu'aux meilleurs états de santé enregistrés dans les aménagements cloisonnés ou cellulaires et les flex-office. Cette forte densité engendre aussi des effets indésirables sur la qualité de l'air intérieur et sur la productivité des usagers du fait que leur concentration soit perturbée. (Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

e) Le contrôle

Le contrôle des aspects environnementaux constitue un facteur important dans la satisfaction environnementale, son absence ou ses marges réduites, engendrent souvent des plaintes chez les occupants qui évaluent leur environnement par "inconfortable". Lee et Brand (2005) rapportent de la littérature scientifique que le degré élevé de contrôle personnel sur l'environnement physique de travail est associé à une haute satisfaction à l'égard du travail, en général. Nombreuses études environnementales abordent ce sujet à travers l'environnement physique dans sa globalité ou par facteur ambiantal comme la température, l'éclairage, etc. Farley et Veitch (2001) rapportent de la littérature plusieurs cas d'étude, dont un espace de travail où l'insatisfaction des occupants vis-à-vis de l'environnement thermique a chuté de 50%, avant l'introduction du contrôle individuel ; à 8,1% lorsque ce contrôle était opérationnel. Nous l'avons aussi constaté lors de notre évaluation environnementale d'un édifice de bureaux à Alger (Chabane, 2006) où certains facteurs ambiants malgré leur caractère artificiel négativement perçu par les usagers, étaient des facteurs de satisfaction. Précisément l'éclairage artificiel dont l'intensité pouvait être réglée, ainsi que le chauffage et le refroidissement saisonniers dont le débit et la température pouvaient aussi être réglés au choix des usagers.

L'absence ou le manque de contrôle sur les facteurs environnementaux qui rendent les tâches difficiles ou l'environnement inconfortable, peut constituer **une source de stress**. Pour les occupants d'un espace de travail, par exemple, la difficulté d'ajuster l'éclairage, la température et le mouvement de l'air, selon leurs besoins individuels, entraîne une augmentation du niveau général de stress (Aronoff et Kaplan, 1995). Une étude expérimentale, menée par l'institut canadien de la recherche en construction, a montré que l'éclairage électrique modulable par les occupants de bureaux est un facteur de satisfaction dans les environnements de travail, car il leur permet d'ajuster le niveau d'éclairement en

fonction de leurs besoins, et d'assouvir le besoin de contrôle du facteur d'éclairage (Newsham & Veitch, 1998). **On a ainsi observé qu'un environnement physique inconfortable, peut être amélioré en mettant à la disposition des occupants, un contrôle local sur les conditions de gêne.** Plus encore, la recherche en psychologie a montré que la capacité perçue des occupants à contrôler leur environnement physique, réduit le stress et améliore leur satisfaction même si le contrôle n'est, en réalité, jamais exercé (Aronoff et Kaplan, 1995).

Le contrôle des facteurs environnementaux est souvent tributaire du type d'aménagement des espaces bureaux. Il est généralement plus faible dans les espaces collectifs, notamment les bureaux à plan ouvert (bureaux paysagers), et les bureaux cloisonnés collectifs, à grande capacité d'occupation ; que dans les espaces cloisonnés et individuels ou dont les occupants ne dépassent pas le nombre de trois. Des recherches récentes ont abouti à des systèmes individuels d'éclairage, de température et même d'aération, au niveau de chaque usager à son bureau (« *controlable task lighting system* », « *Task/Ambient Conditioning system – TAC system* », ...). Avec ces systèmes, un niveau ambiant commun et collectif est maintenu en mode « économie d'énergie », notamment pour les espaces communs de circulation et autres (Akimoto, Tanabe, Yanai, & Sasaki, 2010).

Ainsi, en vue d'une haute qualité environnementale, l'architecte doit favoriser le « contrôle » individuel des facteurs physiques et psychologiques (intrusion/privacité) afin de soutenir une satisfaction prouvée des usagers à l'égard de leur environnement physique en particulier mais aussi à l'égard de leur travail, en général.

III- 4.2. Détails architectoniques (Décoration)

Ils concernent les styles décoratifs en termes de couleurs, signes, œuvres artistiques, etc. Cet ensemble d'artefacts serait un système de communication non-verbale à travers lequel des messages se transmettent [Becker & Steele, 1995]⁵⁹, tels que le statut de l'employé, son identité, l'histoire du groupe de travail ou de toute l'entreprise, etc. Ce langage conscient et inconscient peut même projeter l'entreprise dans des objectifs et perspectives souhaités, sans tomber dans des styles stéréotypés et trop cadrés ou conventionnels qui inhibent la créativité des employés. Dans le meilleur des cas, la personnalisation des espaces à travers l'expression propre des employés mêmes, renforce leur identité propre et celle du groupe ainsi que l'appartenance au groupe et à l'entreprise. Faire participer les employés de bureaux aux décisions concernant leur environnement physique de travail (aménagement, mobilier, ...), en incluant les détails architectoniques, renforce les liens du groupe effectuant un travail autre que celui de l'entreprise, plus attrayant et moins stressant. (McCoy, 2002)

⁵⁹ Cité dans (McCoy, 2002): Becker, F. & Steele, F. (1995). Workplace by design. San Francisco: Jossey-Bass.

En effet, Noorian (2009) rapporte de la littérature scientifique que la personnalisation de l'espace de travail peut avoir des effets positifs sur le stress, l'anxiété et la maladie, que peut engendrer le manque de « privacité » dans l'espace. De manière globale, plusieurs études environnementales ont montré que la personnalisation en tant que marqueur de territoire, qu'expression de la personnalité et des émotions de l'utilisateur et en tant que contrôle de l'espace ; pouvait améliorer la satisfaction des usagers à l'égard de l'environnement physique et à l'égard du travail. (Noorian, 2009)

L'influence de quelques composants de détails architectoniques est récurrente en littérature, notamment la « couleur » et la « végétation » ou les plantes. Concernant la couleur, Kamarulzaman et al. (2011) rapportent de la littérature scientifique que chaque couleur a un effet différent sur l'utilisateur dont la réaction dépend de sa culture, son éducation et son niveau socio-économique. **La couleur aurait un effet prouvé sur l'humeur, le bien-être et même la productivité.** Certaines couleurs peuvent être source de calme, de confort, d'excitation, etc. Aux tâches de travail nécessitant une grande concentration, les couleurs neutres semblent être les plus appropriées et les tâches de travail nécessitant mouvement, réflexion, recherche, comme le journalisme, des couleurs énergétiques avec de grandes valeurs de contraste, semblent plutôt être appropriées. Il est suggéré en littérature qu'un espace bureau décoré dans des tons bleus, est idéal pour un employé effectuant des travaux de concentration sur les chiffres et la comptabilité. Alors que pour un bureau de gestion et de management se serait plutôt le vert qui serait le plus approprié et pour les bureaux de vente le jaune est le plus conseillé. (Kamarulzaman, Saleh, Hashim, Hashim, & Abdul-Ghani, 2011)

Le choix de couleurs inappropriées peut engendrer des états psychologiques négatifs chez les usagers, comme le stress, la dépression et l'ennui. C'est d'ailleurs le cas dans un de nos édifices d'enquête au chapitre suivant où la dominance de la couleur « grise » sur les murs, le sol ainsi que la teinte du vitrage, influence négativement les usagers, impliquant des états de stress, de fatigue et de tristesse auxquels ils ne s'adaptent que difficilement.

Quant au second élément architectonique que forment les « plantes », nombreuses recherches environnementales ont démontré l'influence positive de la présence de plantes sur l'IEQ et donc la satisfaction des usagers. Ces études ont vu jour depuis l'adoption de l'aménagement des espaces en bureaux paysagers (*landscape offices*), aux années 60. Kamarulzaman et al. (2011) rapportent de la littérature scientifique que l'interaction passive et active entre l'utilisateur et les plantes, peuvent influencer ses attitudes, comportements et réactions physiologiques. Elle diminue le stress et la fatigue au travail. Les plantes réelles dans l'espace bureau sont fortement recherchées mais le paysage à dominance naturelle vu à partir des fenêtres est aussi très recherché pour son effet apaisant et relaxant.

Au-delà de l'effet psychologique, longtemps et longuement vanté dans les études environnementales, on parle aujourd'hui d'effet physique et physiologique de la présence des plantes, notamment sur la santé des usagers et leur productivité. Il est donc clair que les plantes à feuillage constituent un élément architectonique important à considérer de par son

effet à la fois esthétique et sanitaire, avec conséquences positives prouvées sur le bien-être et la productivité des usagers.

On retiendra de cette section que la personnalisation de l'espace bureau, notamment par la participation de l'utilisateur aux décisions relatives aux détails architectoniques, forment des besoins naturels à respecter. La couleur est un des aspects de ces détails, pouvant avoir des effets non-négligeables. Les tons neutres et pastels des couleurs, forment un support propice à la personnalisation de l'espace et une base ne perturbant pas l'humeur ni la productivité des usagers. Aussi, la présence des plantes en vue dans le paysage qu'offre la fenêtre mais surtout en présence réelle dans l'environnement intérieur de travail, a un effet à la fois esthétique et sanitaire sur l'utilisateur, absorbant le stress et la fatigue des usagers et améliorant la qualité de l'air intérieur, impliquant moins de risque de plaintes de santé et une meilleure productivité.

III- 4.3. Facteurs d'ambiance (satisfaisant/ insatisfaisant)

Les facteurs d'ambiance concernent généralement le facteur thermique, aéraulique, visuel et acoustique. Ces facteurs d'ambiance sont abordés en littérature scientifique sous le « confort », impliquant une interaction entre l'utilisateur et son environnement physique et cette interaction est régie par des mécanismes physiologiques et psychologiques.

Nous intégrons le facteur de « vue » à partir de la station de travail dans les conditions ambiantales, même si cela n'est pas courant dans la littérature scientifique, car elle fait partie intégrale de l'ambiance sensorielle de l'utilisateur, tout comme les détails architectonique. Elle est un facteur de stimulation visuelle quelle que soit la limitation de sa portée par des cloisons-obstacles, mais elle n'est pas selon certains auteurs indispensable pour effectuer une tâche au travail, du moins pas comme l'éclairage pour voir, l'air pour respirer ou le calme ou la bonne température pour se concentrer. Il semble qu'elle ne soit pas intégrée dans les conditions ambiantales du fait qu'elle ne soit pas un facteur de stimulation physiologique mais plutôt psychologique (Tabet-Aoul, 1991), même si la recherche a démontré son effet de « repos » en regardant au loin, pour l'œil concentré sur un travail (Tabet-Aoul, 1991). Nous concernant, nous préférons considérer dans ce qui suit la « vue » parmi les facteurs du confort environnemental en l'intégrant sous le « confort visuel » car son influence n'est pas des moindres, particulièrement dans le contexte actuel algérois où de nouveaux sites complètement dégagés sont choisis pour la construction de nouvelles institutions et où le choix de façades en mur-rideau de verre teinté est un habillage en grande vogue.

D'emblée la littérature scientifique dénonce la préférence des usagers pour les facteurs environnementaux naturels, pour leur variation sensorielle et leurs bienfaits psychologiques et physiques reconnus, comparativement aux facteurs environnementaux artificiels. Ce n'est pas notre débat dans ce chapitre car l'engouement aux environnements intérieurs artificiels à Alger est déjà lancé et que l'adoption d'environnements artificiels est prioritaire dans la considération du confort intérieur des usagers. C'est pourquoi nous

focaliserons dans cette section sur les recommandations et les dispositifs existants, les plus proches de la satisfaction des usagers. Un avantage et pas des moindres, semble se dégager de prime abord, c'est l'adoption réglementée par la protection civile algérienne de fenêtres qui s'ouvrent pour désenfumage. Cela annonce déjà l'absence de grands risques d'insatisfaction reconnue à l'égard des environnements hermétiques.

Cette section se compose de 5 sous-sections le confort thermique ; le confort acoustique ; la vue depuis la station de travail ; le confort aéraulique et enfin le confort visuel. Vu la quantité importante de connaissances dans certaines sous-sections, un paragraphe en italique permet de synthétiser l'essentiel à retenir avant de passer au confort suivant. Puis une synthèse finale permet une vision globale avec l'essentiel à retenir sur tous les facteurs à la fois.

III- 4.3.1. Le confort thermique

Comme il a été clairement constaté au chapitre I, le facteur esthétique est souvent un critère prioritaire dans la conception des édifices bureaux, dans le monde, mais aussi à Alger. La tendance à l'adoption d'enveloppe en mur-rideau de verre et au traitement des façades en vitrage similaire qu'elles soient ensoleillées ou pas, n'est pas sans conséquences sur le confort intérieur des usagers, particulièrement le confort thermique et visuel. En effet, l'étude que nous avons menée en 2006 (Evaluation de la qualité vécue des environnements hermétiques en mur-rideau de verre - Cas d'étude: immeuble de bureaux à Alger) a révélé les carences d'un tel traitement d'enveloppe sur le confort thermique des usagers, particulièrement lorsque le *HVAC system* est centralisé. Dans ce cas d'étude et confirmé par les études en littérature scientifique, la teinte du vitrage ne peut être considérée comme filtre suffisant contre l'effet de serre thermique de l'ensoleillement direct, même si elle est à son degré optimal de tonalité foncée, ceci d'une part. D'autre part, cette même tonalité ne peut servir les besoins en éclairage naturel des occupants des espaces non-exposés au soleil, au contraire elle l'atténue à un degré important nécessitant un éclairage artificiel tout le temps de travail.

Le confort thermique est un concept assez complexe qui se définit à travers de nombreux facteurs liés à l'environnement thermique intérieur et extérieur, selon les théories d'approche. En effet, deux théories existent aujourd'hui : celle basée sur le « modèle de balance de chaleur » du corps humain ou « *Heat Balance* » et qui considère la « sensation thermique » exclusivement sous quatre facteurs environnementaux qui sont la température de l'air, la vitesse de l'air, l'humidité et la température radiante ; ainsi que deux facteurs personnels qui sont l'habillement et le niveau d'activité. Quant à la seconde théorie, elle est basée sur le modèle adaptatif ou « *adaptive model* » qui considère que la sensation thermique et la satisfaction sont influencées par le lien entre les attentes mentales de l'utilisateur, dans un contexte climatique particulier, et ce qui existe réellement. « Alors que le premier modèle de « balance de chaleur » est basé majoritairement sur des facteurs physiques, il ignore le facteur psychologique important qu'est « l'adaptation » qui est

justement le piler du second modèle et qui est un facteur important dans des espaces où les usagers interagissent avec leur environnement et dont les expériences thermiques précédentes peuvent altérer leur expectation et donc leur sensation thermique et leur satisfaction » (De Dear & Brager, 2002, p. 549). Ce « **modèle adaptatif** » concerne les usagers qui travaillent dans des **édifices naturellement ventilés** (avec apport de chaleur en hiver) où **le contrôle thermique se fait par ouverture de la fenêtre**. Les usagers y sont habitués aux changements et variations thermiques quotidiennes et saisonnières du climat extérieur. Alors que la structure théorique du premier modèle correspond plutôt aux usagers des espaces hermétiques, soumis à l'air-conditionné à longueur d'année et dont les marges d'expectation thermique se sont développées autour de températures froides et d'homogénéité et constance des facteurs thermiques. Dans ces édifices, la satisfaction des usagers s'est alors développée autour d'une zone de confort aux marges réduites dont toute déviation devient critique et source de grand inconfort, comme en cas de panne du système artificiel. (De Dear & Brager, 2002)

Une série d'études a été menée dans différentes zones climatiques et différentes villes du monde (Bangkok, Athènes, Indonésie, USA, Angleterre, Australie et Pakistan) dans 160 édifices de bureaux hermétiques avec un *HVAC system* centralisé (avec peu ou pas de contrôle sur l'environnement thermique) et des édifices naturellement ventilés (avec contrôle total par ouverture des fenêtres), pour réviser le modèle classique de « balance de chaleur » dans la standardisation et la normalisation du « confort thermique » (notamment par ASHRAE), vers le « modèle adaptatif » plus souple et dépendant du contexte climatique local des usagers, plus proche de la réalité et moins théorique que le modèle classique. Cette série d'études, spécialement intéressées par la saison d'été, a révélé et confirmé que **chez les usagers des environnements hermétiques, les marges de confort thermique sont relativement très étroites, reflétant des conditions constantes que procure le système artificiel ; alors que les marges des usagers des espaces naturellement ventilés sont plus grandes avec des températures variées, proches des variations climatiques extérieures**. Cela revient à une grande marge d'expectations et une plus grande capacité d'adaptation et d'acceptation, qui résultent d'une combinaison entre une **grande aptitude de « contrôle » pratiquée sur le facteur thermique et la grande variété d'expériences thermiques liées aux variations climatiques extérieures**. (De Dear & Brager, 2002)

Le pouvoir du « **contrôle** » que peut exercer l'usager sur son environnement thermique est très important même dans des environnements chauds. Des études rapportées par De Dear et Brager (2002) ont montré qu'au Danemark par exemple, les usagers préfèrent un environnement thermique conditionné à 28°C avec possibilité de contrôler une ventilation additionnelle ; au lieu d'un environnement thermique conditionné à 26°C additionné à une ventilation supplémentaire mais fixe (0,2 m/s), sans possibilité de contrôle dessus. D'autres études ont aussi montré les bienfaits du « contrôle » sur la santé et la productivité des usagers. **La perception d'un contrôle individuel important diminue les plaintes de symptômes liés à l'édifice et améliore la productivité**. (De Dear & Brager, 2002)

Cet état de faits ne peut constituer qu'une opportunité pour les propriétaires et gestionnaires des édifices de bureaux, qui devraient mettre le paquet sur « le contrôle » que leur environnement intérieur peut offrir aux usagers, afin d'assurer d'importantes économies de consommation d'énergie. Pour cela, bien entendu, leur exigence d'un tel compromis devrait être exprimée et assouvie bien en amont du projet, au niveau de sa conception et sous la responsabilité de l'architecte et de l'ingénieur du confort.

Dans le même esprit d'économie d'énergie et sur l'influence de l'environnement thermique sur la santé des usagers, des études américaines ont montré que dans les **édifices équipés d'air-conditionné, l'excès de chauffage en hiver (au dessus de 23°C) et de refroidissement en été (en dessous de 23°C), étaient associés à un plus grand taux de plaintes de problèmes de santé (irritation des yeux, du nez et de la gorge, irritation de la peau, maux de tête, fatigue et problèmes de concentration)**. (Mendell & Mirer, 2009)

En littérature scientifique, il est souvent mentionné une préférence distinguée des usagers pour des environnements naturellement ventilés à ceux hermétiques et artificiellement ventilés. Parmi les bienfaits physiques et psychologiques de la ventilation naturelle, une étude comparative menée aux Pays-Bas sur 61 édifices durant 10 années d'observation, a révélé que le **confort thermique exprimé est plus important dans les environnements naturellement ventilés que ceux artificiellement ventilés**, malgré des températures plus importantes en période de chaleur. Cela semble s'expliquer par le contact direct avec le climat extérieur, dont bénéficient les usagers, qui élargit leurs marges de confort thermique, les rendant plus souples au changement thermique ; contrairement aux usagers des environnements artificiellement ventilés, sans contact direct avec les variations thermiques extérieures, soumis à des températures relativement stables, impliquant des marges de confort plus réduites et des dépenses énergétiques plus importantes en période de grande chaleur. (Van Der Linden, 2002)

Concernant l'effet du confort thermique sur la productivité des usagers, des études expérimentales et de terrain ont démontré l'influence de certaines marges thermiques ou de changements thermiques sur la productivité des usagers. Parmi ces études, celle menée par Niemelä et al. (2002), une étude de terrain qui a même quantifié les seuils de température et le pourcentage de productivité engendrés par des changements opérés in-situ. Les résultats ont montré qu'un changement de 1°C dans une marge de température variant entre 21,9 et 28,5°C, correspondait à un changement de 1,8% dans la productivité des usagers. L'étude de terrain qu'ils ont menée a révélé que le taux de productivité des usagers pouvait diminuer de 5 à 7% lorsque la température de l'air excédait les 25°C (Niemelä, Hannula, Rautio, Reijula, & Railio, 2002). Aussi, une revue d'études environnementales effectuée par Seppänen & Fisk (2005) a montré que la performance augmente avec des températures allant de 20 à 23°C et qu'elle décroît ou diminue avec une température supérieure à 23-24°C (Seppänen & Fisk, 2005).

Les édifices naturellement ventilés n'étant plus des concepts à la mode de nos jours, et vu l'engouement des entreprises et professionnels du bâtiment sur les environnements artificiels ; depuis les années 80, s'est développé un système de conditionnement d'air intérieur sous plancher pour les usagers. Ce système existait déjà depuis les années 50, mais il était spécifique aux équipements lourds et technologies sophistiquées, émetteurs de chaleur, dont le réglage thermique des espaces qui l'abritaient se faisait via le plancher. Il semble qu'à la fin des années 70, avec toutes les plaintes d'inconfort thermique des espaces bureaux, enregistrées par la recherche dans différentes villes du monde, certains pays ont opté pour ce dispositif adapté aux usagers, dont l'Afrique du sud, l'Allemagne et d'autres pays d'Europe, ainsi que le Japon. Sa propagation a été tardive et beaucoup plus lente aux USA où elle est relativement peu répandue. Néanmoins, c'est une solution que prônent les chercheurs dans différents laboratoires d'universités du monde afin d'améliorer le confort thermique et par la même, améliorer la satisfaction et la productivité des usagers. Ce nouveau système était basé sur le fait de procurer à l'utilisateur un apport d'air conditionné à travers un diffuseur localisé et contrôlable par l'utilisateur (sous le bureau, sur le bureau, etc.), en plus de l'apport ambiant (sous plancher ou au plafond) dont le contrôle est centralisé (dans les espaces de circulation, les espaces paysagers, etc.). Aujourd'hui, ce dispositif est connu sous le nom de « *Task/Ambient Conditioning -TAC system* », conditionnant l'environnement thermique dans des zones localisées (voir fig.37). Le caractère spécifique de ce système est de permettre à l'occupant de contrôler son environnement thermique direct sans affecter l'environnement thermique de ses voisins, proches ou lointains. (Bauman & Arens, 1996)

Aujourd'hui, avec la conscience collective des nations sur le changement climatique et ses conséquences, certains pays signataires de la « Convention sur le Changement Climatique »⁶⁰, se sont engagés à réduire les émissions du CO₂ par l'adoption de dispositions dans différents secteurs, notamment le bâtiment et sa consommation énergétique. Au Japon par exemple, en 1997 a été adopté un protocole qui recommande une température de l'air intérieur des édifices de bureaux, à 28°C, en été, afin de réduire la consommation énergétique et les émissions du CO₂. Mais sous une telle température, l'inconfort des usagers n'est que sûr, selon les études environnementales. C'est pourquoi des dispositifs additionnels ont été mis en place, dont le « *Task/Ambient Conditioning system – TAC system* » (système de conditionnement tâche/ambiance) qui est un dispositif de confort thermique, réduisant les dépenses énergétiques globales de l'édifice, en concentrant la

⁶⁰ La **Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques** (CCNUCC) a été adoptée au cours du sommet de la terre de Rio en 1992. Elle comprend aujourd'hui 189 pays qui l'ont ratifiée. Pour faire face au changement climatique, depuis 1995 est organisée une conférence annuelle nommée « *Conference Of the Parties –COP* », dont s'est tenue à Paris la dernière COP15, évaluant la progression des efforts fournis par les adhérents à stabiliser le changement climatique. (« *United Nations Climate change conference* » (2015). <http://en.wikipedia.org> (consultée le 8-12-2015))

consommation énergétique sur les zones de tâche à proximité des usagers, au lieu de la disposer dispersée sur les zones d'ambiance (fig.37).

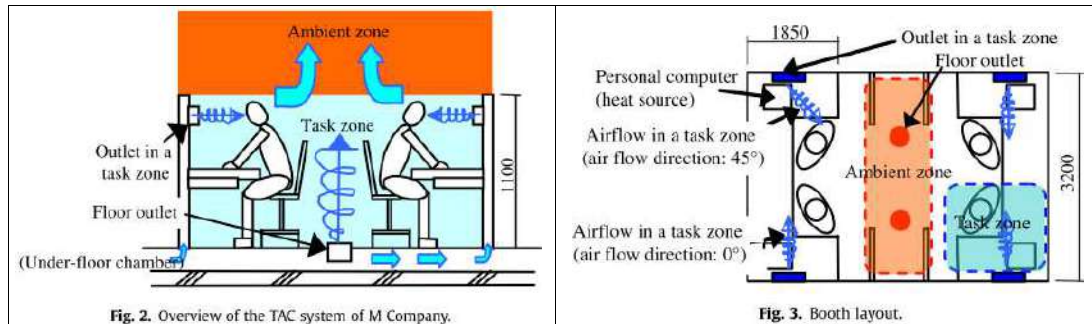


Figure 37 : Schéma en coupe et en plan d'un TAC system (Akimoto, Tanabe, Yanai, & Sasaki, 2010, p.46)

Ce système est individuellement contrôlé, ajustables aux besoins personnels, avec un apport d'air frais orienté directement sur la zone de respiration, comme le ventilateur de bureau (voir en fig. 38a, un élément blanc devant l'écran sous forme de séchoir) ou par induction, comme le chauffe-pieds.(voir fig. 38a, au sol sous le clavier) ou la chaise chauffante (voir fig. 38b). Ce dispositif localisé semble présenter plusieurs bienfaits : d'une part il réduit la consommation énergétique du HVAC system, en réduisant le refroidissement ambiant ; et d'autre part, il offre aux usagers le contrôle individuel et la quantité d'air souhaitée par station, selon les besoins individuels des usagers. Au-delà de la sensation de fraîcheur qu'il procure, il semble améliorer l'état de santé des usagers en réduisant leurs plaintes. (Akimoto, Tanabe, Yanai, & Sasaki, 2010)

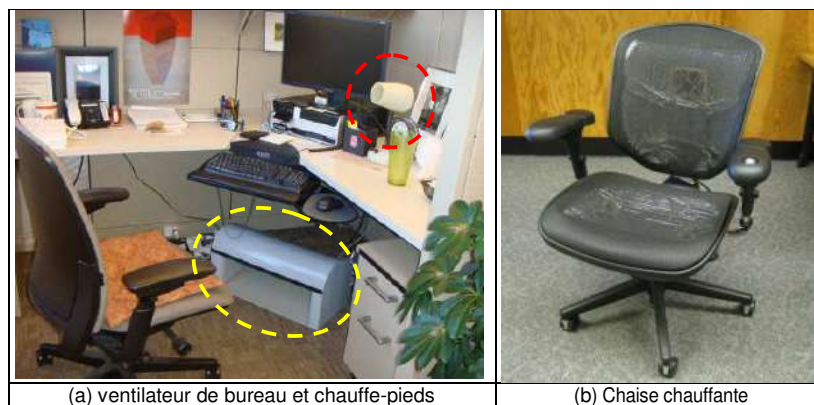


Figure 38 : Apport d'air frais et chaise chauffante par induction (Cbe, Newsletter 2013, p.4)

Malgré les inconvénients que peut engendrer cette solution comme le coût élevé du dispositif, elle nous semble pertinente dans plus d'une mesure, particulièrement pour parer aux erreurs architecturales ou aux dispositifs de confort pas assez réfléchis qui peuvent engendrer des états importants d'inconfort et de plaintes de santé. Nous citons ici particulièrement le cas de la centralisation du HVAC system, qui est couramment critiqué en

littérature scientifique et dont nous avons pu constater les faiblesses ici même à Alger (Chabane, 2006). En effet, dans le cas d'édifices aux façades équitablement traitées avec des intérêts esthétiques prioritaires, où la teinte du vitrage à elle seule doit jouer le rôle de filtre à l'ensoleillement direct, sans filtre extérieur additionnel, la centralisation du *HVAC system*, ne peut être que fortement discutée. En période de chaleur, les espaces bureaux exposés au soleil vont subir un important « effet de serre », le retour de cet air chaud devra être refroidi et rediffusé pour atteindre une température de confort programmée. Ce même air conditionné, diffusé au départ dans les espaces non-exposés au soleil, était confortable et avec l'abaissement de sa température pour satisfaire les usagers des bureaux exposés au soleil, il deviendra inconfortable, trop froid et indisposant les usagers dans leur travail, les poussant même à se vêtir plus, selon leur sensibilité et cela en pleine saison de chaleur. L'écart constaté à la sortie de l'édifice est souvent contesté par ces usagers. C'est pourquoi la solution du *TAC system* est opportune, car même en maintenant les zones d'ambiance sous des températures hautes (comme au Japon à 28°C), le réglage des dispositifs individuels peut se faire au niveau de chaque usager sans incommoder l'un ou l'autre.

On retiendra de cette section que la configuration la plus proche du besoin thermique naturel de l'utilisateur est d'abord une température naturelle conforme au climat extérieur, contrôlable par l'ouverture de fenêtre. Plus encore, la présence du supplément artificiel de chauffage et/ou refroidissement, ne serait satisfaisante que si elle offre un contrôle individuel au gré de chaque usager. Sous le « modèle adaptatif » du confort thermique, à travers l'ouverture de fenêtre, les usagers sont plus satisfaits et se plaignent moins de problèmes de santé ou de manque de performance, que sous le « modèle artificiel » hermétique, particulièrement où le contrôle individuel n'existe pas. Le confort thermique est donc plus important dans les environnements naturellement ventilés que ceux artificiellement ventilés.

III- 4.3.2. Le confort acoustique

Dans la recherche scientifique, le « son » est considéré sous deux aspects clés : aspect physique et aspect psychologique. Sous l'aspect physique on parle de l'intensité, la fréquence, le niveau, etc. ; et sous l'aspect psychologique on parle de l'expérience subjective des usagers. La face négative du « son » est appelée « bruit » et ce dernier est défini en littérature comme étant tout « son » non-désiré, perçu par l'utilisateur qui l'entend et l'évalue comme étant gênant, ennuyeux, distrayant, ou psychologiquement contraignant. Le « **son** » **peut être gênant pour ses propriétés non-physiques, notamment l'information qu'il contient. Une intensité de bruit engendrée par une discussion voisine a un effet beaucoup moins agréable que la même intensité engendrée par un écoulement d'eau, ou le chant d'oiseaux** ou autre source jugée agréable. C'est d'ailleurs le cas du « son » engendré par la cascade d'eau passant sous la fameuse « maison sur la cascade », signée F.L. Wright, dont l'intensité excède le niveau de confort physique, mais sa nature lui procure une satisfaction psychologique chez l'entendant ou l'habitant. Aussi, le « son » peut-être désagréable lorsqu'il est « imprévisible », « pas nécessaire » et « incontrôlable ». Le

« prévisible » est le son continu répétitif ou régulier, comme celui engendré par le système de ventilation artificielle, de chauffage ou de refroidissement, celui provoqué par l'éclairage, etc. Le « son prévisible » est moins stressant et mieux toléré (à une certaine intensité) que le son « imprévisible » qui arrive soudainement, sans prévention, ou celui qui arrive à des intervalles irréguliers imprévisibles. L'utilisateur est d'ailleurs plus à même de s'habituer à un « son » ou un « bruit » constant qu'à un « bruit » irrégulier et variable. Quant aux aspects de « nécessité » et de « contrôle », les études ont montré que des bruits provoqués par les collègues, jugés « nécessaires » comme les touches d'un clavier, le tirage d'une imprimante, etc., sont plus tolérés par l'utilisateur que ceux jugés « non-nécessaires », comme un enregistrement audio ou vidéo allumé par un collègue, une discussion par téléphone extra-professionnelle qu'entretient un collègue, etc. Quant au « contrôle », les études ont montré que les bruits « incontrôlables » qui peuvent être associés aux bruits « imprévisibles » aussi, sont source de frustration post-exposition et peuvent avoir jusqu'à un certain degré d'exposition, des effets négatifs sur la performance des usagers au travail. (Navai & Veitch, 2003)

En littérature, plusieurs sources de bruits susceptibles d'être inconfortables sont reconnues, dont essentiellement : la conversation voisine (bureau ou espace adjacent), conversation dans les espaces communs (cafétéria, salle de réunion, espace d'impression, sanitaires, etc.), circulation dans les couloirs, bruit des portes et ascenseurs, sonnerie de téléphone, autres bruits engendrés par les usagers, bruit de la ventilation, bruit des équipements de travail, radio ou musique chez collègues, bruit émanant du micro-ordinateur propre, bruits provenant de l'environnement extérieur (klaxons, sortie d'école, marché, etc.) (Haapakangas, Helenius, Keskinen, & Hongisto, 2008). Au-delà de la gêne auditive que peuvent engendrer toutes ces sources, la littérature a aussi montré que dans l'inconfort exprimé par les usagers, le poids de la « privacité orale » pèse plus que la gêne du bruit en soit (conversation au téléphone, écoute des conversations privées, voix des usagers voisins, etc.), la dimension « subjective » du bruit, porteuse d'information, imprévisible et incontrôlable est plus inconfortable, particulièrement dans les bureaux paysagers (Jensen, Arens, & Zagreus, 2005). D'ailleurs ce point focal fait l'objet d'une multitude d'études de terrain comparant l'influence de différents aménagements de bureaux sur le confort acoustique des usagers. Jensen et al. (2005) ont mis en revue les enquêtes menées par le *Center for the Built Environment -CBE* auprès de 23.450 usagers dans 142 édifices de bureaux, situés aux USA. Dans cette étude les auteurs ont dégagé trois niveaux de satisfaction acoustique selon trois types d'aménagement différents. En première position, **les bureaux cellulaires ou privés où les usagers sont plus satisfaits à l'égard du facteur acoustique** ; puis les usagers des bureaux paysagers, beaucoup moins satisfaits que les premiers mais un peu plus satisfaits que les usagers des cubicles. Haapakangas et al. (2008), ont aussi mené une étude auprès de 689 usagers, 11 compagnies finlandaises différentes, où ils ont comparé le niveau de confort acoustique entre usagers des bureaux paysagers et celui de bureaux cloisonnés. Les résultats ont montré qu'au niveau des **espaces paysagers, les plaintes étaient plus fortes et récurrentes**.

Le postulat en littérature, est donc admis que les bureaux privés ou cloisonnés bénéficient d'un meilleur confort acoustique que les bureaux paysagers ; mais ce n'est pas toujours le cas car cela dépend essentiellement de la qualité d'absorption acoustique des cloisons. Dans l'étude que nous avons menée dans un édifice de bureaux à Alger, malgré l'aménagement des espaces de travail en bureaux cloisonnés individuels ou collectifs (2 à 3 en moyenne), les plaintes des usagers sur l'inconfort acoustique étaient récurrentes au point où elles ont fortement pesé sur l'inconfort général exprimé par les usagers. L'inconfort a été essentiellement attribué « aux voix, discussions, sonneries de téléphone, bruits de machines, etc., venus des bureaux voisins ; ou des couloirs et halls de circulation. Ces bruits indisposaient les occupants dans leur concentration au travail, en entendant ce qui se passait à deux ou trois bureaux plus loin ; et menaçait leur privacité par ce qui pouvait être entendu de leurs bureaux [...]». Afin de préserver leur privacité, les occupants ont eu recours à des comportements d'adaptation, tels que baisser la voix ; échanger des signes mimiques pour une brève communication ; ouvrir la fenêtre pour créer un fond de bruit qui couvre leur voix ; se déplacer dans un autre espace pour la confidentialité ; etc. Pour la concentration, certains occupants demandaient aux voisins de baisser le niveau de sonnerie de leur téléphone, ou créaient un fond musical, ou se déplaçaient dans d'autres bureaux, etc. Les bruits intérieurs dont se plaignaient les occupants, n'ont pas concerné le système d'aération, comme c'est souvent le cas dans les environnements hermétiques », mais plutôt la mauvaise qualité acoustique des cloisons qui est de la responsabilité de l'architecte concepteur de l'édifice. (Chabane, 2006, p. 134)

Dans le domaine de la recherche, il est connu que l'attention portée au « confort acoustique » dans le processus de conception d'environnements de travail, soit inférieure à celle portée à l'aération ou le confort thermique. Mais l'inconfort acoustique est souvent reconnu pour ses effets négatifs sur la santé et la productivité des usagers. Sur la santé physique, des études ont montré des symptômes liés, dont la fatigue et les maux de tête (Jensen, Arens, & Zagreus, 2005). Sur la santé mentale, les études ont soulevé la surcharge au travail, le stress ainsi que des difficultés de concentration (Haapakangas, Helenius, Keskinen, & Hongisto, 2008; Jensen, Arens, & Zagreus, 2005). Concernant **la performance au travail, le bruit perturbe particulièrement les usagers dans leur conversation propre, ainsi que les tâches intellectuelles liées à la mémoire et l'expression verbale, comme la compréhension ou la rédaction de textes, ainsi que la créativité mentale dans le processus de réflexion** (Haapakangas, Helenius, Keskinen, & Hongisto, 2008).

Pour remédier à toutes ces gênes, les usagers ont souvent recours à de longs breaks, durant une même journée de travail, perturbant leur productivité et les contraignant à se rattraper par des heures supplémentaires de travail, qui les fatiguent fortement. Ou des breaks comptés en jours de congé de maladie pour se reposer loin de leur environnement inconfortable. (Haapakangas, Helenius, Keskinen, & Hongisto, 2008)

On considère que le niveau de bruit perturbateur « admis » pour effectuer un travail intellectuel varie entre 50 et 70 dB(A) (Roulet, 2004) et que le niveau de « satisfaction » à

l'égard du bruit, dans les espaces de travail, s'inscrit entre 40 et 50 dB(A) et que au-delà de 45 dB(A), l'insatisfaction des usagers peut être prévisible (Navai & Veitch, 2003). Mais bien entendu, ces données issues d'observations expérimentales et sur terrain ne sont pas figées, elles dépendent des situations et leurs variations.

Afin de satisfaire les usagers des environnements intérieurs de travail, différentes techniques sont utilisées soit pour « masquer » le bruit gênant, soit pour « l'absorber ». Le « masque sonore » est un son constant, utilisé pour couvrir, jusqu'à une certaine limite de confort bien sûre, d'autres sons inconfortables dont les plus perturbateur (50 à 70 dB est une limite supportable de perturbation pour un travail intellectuel) en environnement de travail sont les sons de la communication (par téléphone ou de vive voix) qui, en plus de l'information qu'ils contiennent, ils sont imprévisibles et incontrôlables (Navai & Veitch, 2003; Roulet, 2004). Quant à « l'absorption acoustique », elle repose sur la manière dont se propage les ondes sonores dans un espace : soit par un temps de réverbération long, donnant une ambiance sonore où la parole n'est que difficilement intelligible ; ou par un temps de réverbération court (à 0,5 à 1 seconde) où la parole devient intelligible. Sur cette base, l'usage de l'espace va conditionner le choix des matériaux et des dispositifs d'absorption acoustique. (Roulet, 2004)

On retiendra de cette section que le confort acoustique naturel est conditionné par l'absence de sons imprévisibles, incontrôlables portant information des collègues voisins. Ce besoin naturel est aussi conditionné par le degré de privacité sonore que procure l'environnement et l'organisation spatiale cellulaire semble offrir le plus haut degré de cette privacité, impliquant une plus grande satisfaction et une meilleure productivité lorsque les cloisons sont de bons filtres acoustiques. Contrairement aux bureaux paysagers où nombreux problèmes de stress et d'insatisfaction, ainsi que des problèmes de santé (maux de tête et fatigue) et de performance (réflexion, créativité), peuvent être engendrés.

Sans trop s'étaler sur plus de détails techniques, très courants en littérature scientifique, ces quelques considérations donnent une idée du corpus de connaissances que doit maîtriser un architecte dans sa conception architecturale, qui n'a attiré qu'à un des facteurs ambiantaux de l'espace bureaux.

III- 4.3.3. La Vue depuis la station de travail

En littérature scientifique, il est connu que **la vue vers l'extérieur**, à partir de tout espace intérieur, particulièrement là où les usagers passent beaucoup de temps, comme dans les hôpitaux, les écoles et les espaces de travail ; a un poids important dans l'IEQ. Cette vue procure à l'utilisateur la **capacité de connaître le temps et le climat, nourrit le sentiment de connexion avec le monde extérieur et évite ainsi le sentiment d'isolement et de claustrophobie et permet aussi de se reposer visuellement et psychologiquement de la tâche du moment, pour se ressourcer et continuer le travail** (Tabet-Aoul, 1991; Aries, Veitch, & Newsham, 2010).

Avec tous ces besoins, la recherche depuis les années 60 a révélé une préférence chez les usagers, pour les vues informatives, pour leurs bienfaits psychologiques et physiques. Le bienfait physique principal permet à l'œil de se reposer de sa concentration sur la surface immédiate de travail, en regardant des scènes au loin à travers la fenêtre. Les bienfaits psychologiques concernent « l'accès aux informations environnementales » telles que le climat, la variation du temps quotidien, le changement de saison, permettant aux usagers de prendre des décisions par rapport aux vêtements, aux déplacements, au programme du reste de la journée, etc. (Tabet-Aoul, 1991; Sundstrom & Sundstrom, 1986; Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

Aussi, les bienfaits psychologiques concernent « le changement et la variation sensoriels » auxquels sont sensibles même les aveugles : en termes de photobiologie, d'acoustique, de mouvement de l'air, de température et de niveau d'éclairement naturel. Cette variation étant absente dans les environnements conçus intelligents artificiellement contrôlés, la fenêtre devient l'unique source de variation possible lorsqu'elle s'ouvre. A ce changement sensoriel, on reconnaît même des bienfaits indirectes sur **la productivité et la performance** des usagers, comme le rapportent Tabet-Aoul (1991) et Sundstrom et Sundstrom (1986) sur les recherches qui ont montré l'effet négatif des conditions environnementales invariables en termes **de baisse de niveau d'attention, de fatigue et de réduction de certaines capacités intellectuelles**. (Aries & Zonneveldt, 2004; Tabet-Aoul, 1991; Sundstrom & Sundstrom, 1986)

Autre bienfait psychologique reconnu est le « **sentiment de connexion au monde extérieur** » **nourri par l'observation des mouvements et activités à l'extérieur**, rassurant l'utilisateur sur son appartenance au monde et parant au sentiment éventuel de confinement et d'isolement. Enfin, la recherche a montré aux années 70 et 80 le « repos psychologique » que procure une fenêtre en offrant un changement plaisant pour l'œil et l'esprit, et apaisant le stress ou l'inconfort éventuel que peut subir l'utilisateur dans son espace de travail. Ce bienfait psychologique est plus important et influent lorsque la vue est riche en éléments naturels avec un effet reconnu sur le bon déroulement des activités cognitives. (Farley & Veitch, 2001; Tabet-Aoul, 1991; Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

Au-delà de son influence sur l'IEQ, on reconnaît à **la qualité de la vue**, parmi d'autres facteurs environnementaux, son influence sur la vie des usagers à la maison, plus précisément sur **la qualité du sommeil nocturne** (Aries, Veitch, & Newsham, 2010).

La fenêtre peut présenter néanmoins, des inconvénients, lorsque l'orientation n'est pas considérée dans son traitement. Les fenêtres directement exposées à l'ensoleillement sans filtre (brise-soleil) ou avec filtre insuffisant (teinte du vitrage), sont fuies par les usagers et malgré toute la qualité de la vue qu'elles peuvent offrir, l'inconfort thermique et l'éblouissement dont elles deviennent source causent un inconfort important. Elles sont alors souvent obstruées par des stores, rideaux ou autres artifices (posters) tout au long de l'exposition directe au soleil, l'espace bureau ne bénéficie donc plus d'un éclairage naturel

fonctionnel auquel se substitue l'éclairage artificiel par défaut. Néanmoins, dans le cas d'une exposition à l'éblouissement de l'éclairage naturel seul, cette gêne est tolérée lorsque la vue est très plaisante. Ces compromis d'acceptation et de priorité ne sont pas prévisibles, ils varient selon les situations. **Les usagers ont donc tendance à préférer travailler à proximité d'une fenêtre lorsqu'elle ne présente pas une forte source d'inconfort et de gêne.** (Chabane, 2006; Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

Les études aujourd'hui montrent que **plus loin des fenêtres sont assis les usagers dans leurs bureaux, moins ils sont satisfaits de l'éclairage et plus ils se plaignent de problèmes de santé.** Plus ils sont proches sans que la fenêtre ne soit une source de gêne, plus ils sont satisfaits particulièrement lorsque la vue est informative avec des paysages à dominance naturelle plutôt que urbaine, parant à la fatigue mentale. Une vue appréciée sans gêne thermique ni éblouissement peut pallier à plusieurs problèmes d'inconfort dans un espace de travail. (Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

Aux Pays-Bas, l'accès à la fenêtre dans les espaces bureaux est d'ailleurs obligatoire (Aries, Veitch, & Newsham, 2010) et au Danemark des études environnementales ont montré que les usagers installés dans les espaces individuels avec un éloignement des fenêtres inférieur à 4,6m, sont de loin beaucoup plus satisfaits que les usagers installés dans des espaces bureaux collectifs à plus de 4,6m d'éloignement des fenêtres (Frontczak, 2011). Cette satisfaction élevée chez les usagers proches des fenêtres et dans des bureaux individuels est à la fois à l'égard de l'environnement physique et à l'égard de leur performance au travail. C'est pour dire l'importance de la proximité d'une fenêtre dans la satisfaction des usagers, sans mention de son ouverture, juste sa proximité.

En somme, la fenêtre idéale pour une haute qualité de l'environnement intérieur de travail devrait permettre de par son ouverture un contact sensoriel direct avec l'extérieur, une source de lumière naturelle sans effet thermique ni éblouissement, ainsi qu'une vue informative avec ligne d'horizon, offrant un paysage à dominance naturelle. Ces caractéristiques devraient être source de satisfaction chez les usagers et de performance et productivité, selon les études environnementales.

On retiendra de cette section que le besoin naturel de l'utilisateur correspond à la vue informative (avec mouvement et activités) et la plus riche possible en paysage naturel, sans gêne d'ensoleillement direct. La proximité des usagers d'une fenêtre avec vue informative est un important facteur de satisfaction, offrant repos physique et psychologique et ressourcement à l'utilisateur. Dans le cas contraire, l'absence de vue vers l'extérieur par éloignement important de l'emplacement de l'utilisateur par rapport à la fenêtre, ou par absence totale de fenêtre, engendre des problèmes de santé (psychologiques et physiques) ainsi qu'un manque de performance et de productivité.

III- 4.3.4. Le confort aéraulique

Sur l'évolution du « confort » développée au chapitre II, l'aération artificielle a envahi les espaces bureaux pour un meilleur confort et bien-être **supposés**, mais les recherches ont souvent démontré le contraire et cela sur deux plans : les effets négatifs sur la santé mentale et physique des usagers ainsi que les effets négatifs sur leur productivité. Comme abordé dans les chapitres précédents, le débat sur la qualité de l'air intérieur artificiel dure depuis les premières décades du 20^{ème} siècle, au point où à la fin du siècle, le concept d'IEQ a été créé pour alléger le poids d'accusation de l'inconfort des usagers sur le dos de l'IAQ (qualité de l'air intérieur).

Dans cette sous-section, nous abordons le confort aéraulique à travers le besoin "naturel" des usagers ; les effets du type d'aération sur la santé et la productivité des usagers ; ainsi que des solutions avérées pour améliorer la qualité de l'air intérieur.

a) L'aération naturelle un besoin permanent

L'aération naturelle est un besoin permanent et universel, avec des différences culturelles au niveau des manières et taux de ventilation selon les usages de l'espace et les températures et taux d'humidité qu'impose le climat de l'aire géographique en question. Au-delà, la préférence de l'humain a tendance à pencher fortement vers l'aération naturelle, encore à ce jour dans les espaces bureaux. Cependant, le marché immobilier et l'industrie des équipements de confort ont imposé leurs produits en libérant la profondeur du plan et en intégrant les dispositifs de « confort artificiel » pour répondre aux « besoins naturels » des usagers. Bref, une revue de cette évolution a été abordée en chapitre-I à travers l'évolution spatiale de l'environnement de travail. Ce qui nous intéresse dans cette sous-section c'est d'accentuer le point sur la préférence des usagers pour une aération naturelle contrôlable par l'ouverture d'une fenêtre au gré de ses besoins variant selon les saisons et les heures d'une journée de travail.

Depuis les années 80, la recherche environnementale n'a cessé de révéler le malaise et l'inconfort des usagers des espaces hermétiques comparativement aux usagers des espaces naturellement ventilés. Bien entendu ces derniers ne sont pas exemptes de plaintes de SBS et d'insatisfaction mais les taux sont nettement inférieurs à ceux des usagers où l'air intérieur est conditionné sans ouverture possible de fenêtres. D'ailleurs des études poussées ont démontré que les marges de confort thermique sont beaucoup plus larges dans les espaces naturellement ventilés, grâce au processus d'adaptation aux changements de température extérieure ; alors que les marges de confort dans les espaces artificiellement ventilés sont plus réduites. Comme l'a si bien décrit Roulet (2004) dans son ouvrage : **l'aération naturelle nécessite un investissement très faible, voire nul ; l'énergie au transport est gratuite ; elle ne tombe pas en panne et elle permet des débits importants, notamment pour le refroidissement passif**. Alors que l'air conditionné est très coûteux en termes d'installation et en termes d'entretien et de mise en marche, l'énergie consommée est importante conditionnant souvent les débits d'air soufflé ou les taux d'air neuf

qui ne sont pas sans conséquences sur le confort des usagers comme le dénonce fortement la littérature scientifique.

A Alger, notre enquête menée auprès des usagers d'un édifice de bureaux a montré un malaise très important à l'égard de fenêtres qui ne s'ouvraient que très peu (fenêtre à ouvrant parallèle pour désenfumage, ouvrable manuellement). Heureusement d'ailleurs que ces ouvertures existaient ; sinon le malaise aurait été plus important. Le malaise s'est exprimé par des réactions négatives de sentiment d'étouffement et d'enfermement, empirés par des plaintes de symptômes du SBS engendrés par l'air conditionné. Des « fenêtres normales » ouvrables (battante ou à la française, voir Annexe D)⁶¹ comme répandu à Alger, étaient fortement réclamées. On notera d'ailleurs que ce souhait est récurrent dans plusieurs autres cas de l'enquête exploratoire présentée au chapitre suivant. (Chabane, 2006)

b) Influence de l'air conditionné sur la santé

Il est reconnu en littérature scientifique qu'une faible qualité de l'air intérieur soit associée à un nombre d'effets sur la santé et la majorité des études comparatives ont montré un taux plus élevé de plaintes de santé négative dans les environnements à air conditionné que dans ceux naturellement ventilés. Bien entendu, des études très rares ont démontré le contraire de confort et de bien-être d'usagers dans des environnements hermétiques équipés d'air conditionné. Le phénomène du SBS est très répandu dans les grandes villes du monde, tous climats et tous azimuts, comme en Malaisie, îles Comores, chine, Algérie, Tunisie, Italie, inde, etc.

Dans le monde, nombreuses études environnementales on été menées sur les espaces de vie équipés d'air conditionné : à Montréal (Bourbeau, Brisson, & Allaire, 1997), à Delhi (Gupta, Khare, & Goyal, 2007), à Istanbul (Gül, Issever, Ayraz, & Güngör, 2007), à Singapour (Wong & Huang, 2004), etc., pour n'en citer que quelques exemples. Dans ces études, une comparaison a été effectuée sur les réactions des usagers d'espaces (de travail ou résidentiels) naturellement ventilés à ceux artificiellement ventilés. Les résultats ont montré que les symptômes du SBS étaient plus élevés dans les environnements à air conditionné, avec des taux élevés de polluants intérieurs (ozone, CO₂, ...) dus à plusieurs facteurs notamment les matériaux synthétiques, les équipements de travail (photocopieur laser, imprimante laser, ...), les produits d'entretien (détergents, ...), le mouvement réduit de l'air et le taux élevé d'humidité intérieure, l'aménagement en *open-plan office* entre 18 et 48

⁶¹ Le nom du type d'ouverture de fenêtres peut varier. Dans certains pays il est attribué à son pays d'origine ou l'ère géographique où il est le plus répandu comme par exemple : ouverture à l'italienne, à la française, à la canadienne, ouverture californienne, etc. Dans d'autres pays, ces mêmes ouvertures sont nommées selon leur mécanisme d'ouverture : fenêtre battante, à auvent, coulissante, pivotante verticale, soufflet, guillotine, etc. Nous avons annexé à cette thèse une fiche de nomenclature de quelques schémas d'ouverture de fenêtre, pour préciser l'image de la fenêtre citée, dans l'esprit du lecteur. (Annexe D)

occupants (à Delhi et Istanbul), etc. Des facteurs de prédisposition des usagers ont aussi été relevés comme la durée d'occupation inférieure à 3 ans (Istanbul), l'âge des usagers ne dépassant pas les 26 ou 29 ans, le genre féminin, le port de lunettes et de lentilles de contact, l'usage prolongé du micro-ordinateur (plus de 6 heures), etc.

La littérature scientifique a identifié cinq facteurs clés, constituant des facteurs à risque associés aux symptômes du SBS dans un édifice de bureaux. Sur ces cinq facteurs, quatre sont liés à la qualité de l'air et que nous rapportons ici (Mendell, et al., 2006) :

- Moisissure et nids microbiens dans les espaces occupés, notamment dans l'enveloppe de l'édifice ou dans le *HVAC system*. Ainsi que la présence de systèmes d'air-conditionné : ou d'humidificateur avec des surfaces humides ou poussiéreuses.
- Taux de ventilation inadéquat, inférieur à 10 litres/seconde/personne ou dans certains cas inférieur à 20-25 l/s./p.
- Particules de surface ou poussière intérieure ainsi que moisissures et levures.
- Monoxyde de carbone depuis les parkings, émanation des véhicules, ainsi que des émissions des tapis et ordinateurs neufs.
- Hautes températures même dans des marges recommandées de confort.

Aujourd'hui, dans toute évaluation d'IEQ, les taux de plaintes des usagers de symptômes liés à l'édifice restent une mesure incontournable. Au triomphe du combat entre « l'épidémiologie populaire » et les enquêteurs officiels munis de TLVs, et la reconnaissance du SBS par l'OMS (revoir sous-section II- 4.4. Reconnaissance des plaintes par l'OMS), le confort et l'état de santé des usagers est estimé par le nombre de plaintes de symptômes (irritation des yeux, nez, gorge, maux de tête, fatigue, ...) soit estimé par un taux de plaintes chez au moins 20% de la population parente, comme l'a défini l'OMS, soit plus précisément calculé par un index de l'édifice éventuellement malade, plus connu sous « *Sick Building Index – SBI* »⁶².

⁶² Le "*Building Syndrom Index*" (BSI), permet de classer un environnement par "sain" ou "malsain" à base de plaintes sur cinq symptômes principaux qui sont : irritation des yeux (secs ou qui démangent) ; irritation du nez (obstruction ou écoulement) ; irritation de la gorge (ou irritation du torse) ; fatigue (ou léthargie) ; et maux de tête. Le calcul se fait sur la moyenne du nombre de symptômes dont se plaint chaque occupant. Lorsque cette moyenne est inférieure à 1,5 (BSI<1,5), l'environnement est "sain" ; et dans le cas contraire, l'environnement est "malsain". [Taki, A.H.; Moore, T. (1998) « *Case study on prevalence and possible causes of sick building syndrome symptoms* ». *Proceeding of the 6th International Conference on Air Distribution in Rooms, Sweden*]

On admet que la pollution intérieure soit principalement issue de sources intérieures à l'édifice [ASHRAE, 1987⁶³ ; CIRIA, 1993⁶⁴]. Ces sources peuvent être : les colles, moquettes, produits en bois usiné, les machines à copier, les pesticides, les détergents, etc., peuvent tous émettre des Composants Organiques Volatiles (VOCs), incluant le formaldéhyde [CIRIA, 1993]. La fumée de tabac contribue avec des taux élevés de VOCs, ainsi que d'autres composants toxiques et des problèmes respiratoires [CIRIA, 1993]. La recherche a montré que les VOCs à des taux de concentration élevés peuvent causer des effets négatifs et chroniques de santé et certains de ces composants sont connus comme étant cancérigènes [CIRIA, 1993]. D'autres contaminants chimiques sont des produits de combustion tels que le monoxyde de carbone, le dioxyde de nitrogène et les « *respirable particles* », qui peuvent se concentrer dans des espaces non-ventilés chauffés avec le gaz ou le kérosène ou avec des poêles à bois ou des cuisinières à gaz. [Reitze, 1998]⁶⁵

L'environnement intérieur présente des risques sur la santé des usagers. Les sources de polluants et de microorganismes sont variées et peuvent être naturellement présents dans le site comme le Radon⁶⁶ ou émanant de produits de synthèse comme les polluants chimiques, émis par les matériaux, mobilier, produits d'entretien, équipements de travail (imprimante, photocopieur, etc.). Ils peuvent selon leur concentration stimuler l'odorat des usagers ou au cas échéant affecter leur santé (système respiratoire, nerveux ou gastro-intestinal). Ces concentrations sont souvent plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur. Additionné au risque multiplié que présente un ensemble de polluants présents. Les valeurs et seuils de toxicité sont connus lorsque ces facteurs de risque sont considérés isolément, mais l'effet combiné de leur mélange dans un même environnement reste méconnu. Concernant les polluants chimiques, la détection des seuils de concentration admissibles et inoffensifs de ces polluants dans un environnement intérieur n'est pas évidente. L'odorat étant un outil, il peut n'être sensible qu'à un degré de concentration déjà toxique pour le corps comme c'est le cas pour le « benzène », « l'ammoniaque » et le « formaldéhyde ». Dans d'autres cas, des polluants très toxiques peuvent passer inaperçus car inodores, comme le « monoxyde de carbone » et le « radon ». Cela implique qu'un contrôle effectif continu sur la

⁶³ Cité dans (Thomas, 2000): ASHRAE (1987), « Indoor Air Quality : Position Paper », 15.

⁶⁴ Cité dans (Thomas, 2000): CIRIA (1993), « Environmental Issues in Construction », 94. Construction Industry Research and Information Association, Westminster, London.

⁶⁵ Cité dans (Thomas, 2000): Reitze, A. W. a. C, Sheryl-Lynn. (1998). "The Legal Control of Indoor Air Pollution." Boston College Environmental Affairs Law Review, 25, 247.

⁶⁶ Le radon est un gaz difficile à percevoir car inodore et incolore. Il est chimiquement inerte (non-actif), engendré par la désintégration de l'uranium et à son tour il se désintègre en produits radioactifs solides dont les particules alpha sont nocives pour les tissus vivants. On considère que le radon et ses dérivés existent dans la nature en terrains sous-jacents mais il est aussi émis par certains matériaux de construction comme le tuf, le granite, le béton (avec forte proportion de schistes alunifères), le phosphogypse (utilisé pour la fabrication de panneaux de plâtre et agglomérés, etc.) (Roulet, 2004)

qualité de l'air intérieur et les concentrations des polluants et microorganismes est plus qu'impératif car certains états de santé une fois installés peuvent être irréversibles. Les usagers eux-mêmes sont une source de pollution, notamment par la production passive de 15 litres de gaz carbonique (CO₂) par heure au repos et 20 à 40 Litres/Heure, en activité. Cela nécessite d'ailleurs 20 Litre/Heure/usager d'air neuf pour dégager ce gaz dans les espaces bureaux. (Roulet, 2004)

Nous allons citer ici quelques polluants, leurs sources et leurs effets notoires sur la santé. « L'ozone » est un gaz recomposé inodore, issu d'une exposition au rayonnement ultraviolet, notamment émis par l'éclairage fluorescent très courant dans nos espaces bureaux à Alger, ou issu d'un champ électrique fort comme c'est le cas des photocopieurs et imprimantes à laser où c'est le champ électrique qui permet de déposer le pigment en poudre sur la feuille d'impression. Les effets de ce polluant sur la santé ont été observés essentiellement sur les voies respiratoires par des irritations des yeux, du nez et de la gorge ainsi que des difficultés respiratoires et une toux. Un autre polluant chimique connu et très cité en littérature est le « Composé Organique Volatile –COV »⁶⁷ plus connu sous « *Volatil Organic Compound –VOC* ». Ceux sont des composés chimiques en gaz émanant des matériaux, dont le « formaldéhyde ». Les sources des COV sont nombreuses notamment les matériaux de construction comme les peintures, moquettes, vernis, etc. Leur effet peut durer quelques mois à quelques années. Ainsi que d'autres sources ponctuelles comme les produits de nettoyage, les colles, etc. Le « formaldéhyde » le plus connu par exemple est contenu dans certains bois agglomérés et contre-plaqués pour habillage de murs ou mobilier de bureaux, ainsi que de la mousse isolante urée-formol, injectée dans les murs et les cloisons, et la fumée de tabac. Ses effets sur la santé sont bien connus même à de faibles concentrations, notamment des irritations inflammatoires des yeux, voies respiratoires et peau. Ainsi que des effets neurologiques dont essentiellement la léthargie, migraine, nausées, vertiges et somnolence. (Roulet, 2004)

Quant aux polluants physiques, pas aussi nombreux que ceux chimiques, ils concernent « l'humidité », « le radon », « les poussières », les fibres comme « l'amiante » et la « fibre de verre », les « champs électromagnétiques » ont aussi des effets sur la santé des usagers à des taux élevés et pas des moindres, etc. Autre famille de polluants, les « biocontaminants » d'origine biologique dont les sources sont les humains (émetteurs de microbes), les animaux et insectes porteurs de microbes, les acariens et leurs excréments allergènes contenus dans la poussière, les plantes en pots contenant des microorganismes, les moisissures et levures ainsi que les microorganismes (bactéries, virus, bacilles). Dans les espaces bureaux, les moisissures et les microorganismes sont fortement cités comme source

⁶⁷ «C'est un ensemble de composés appartenant à différentes familles chimiques dont le point d'ébullition est relativement bas (50 à 250°C). De ce fait, ils ont tendance à s'évaporer et s'échapper des matériaux qui les contiennent. Les COV les plus connus sont les hydrocarbures utilisés comme carburants, le formaldéhyde, l'acétone. » (Roulet, 2004, p. 50)

de pollution affectant négativement la qualité de l'air intérieur et par conséquent la santé des usagers. Concernant les moisissures qui sont des champignons microscopiques, ils sont les plus répandus et leur développement et accroissement est favorisé par l'humidité et la température, élevées. C'est pourquoi les espaces les plus susceptibles de contenir les moisissures sont les espaces humides où l'aération et l'ensoleillement sont insuffisants pour évacuer les spores. Des taux de moisissure élevés peuvent engendrer des atteintes respiratoires (rhinites, bronchites, asthme, etc.) des irritations des yeux, allergies cutanées et autres effets généraux comme la fièvre, maux de tête, fatigue, déficience du système immunitaire, etc. Quant aux microorganismes, ils ne constituent de risque que lorsqu'ils sont nombreux et pathogènes (causant maladie) et diffusés dans l'édifice par voie active dans les dispositifs de climatisation. Les facteurs physiques favorisant leur développement sont souvent l'humidité et la température. Nous citons ici deux exemples notoires des effets possibles sur la santé des usagers dans un environnement intérieur. Le 1^{er} exemple connu sous la « légionellose » (nom de la maladie) qui s'est propagée à travers le système de climatisation d'un hôtel à Philadelphie en 1976 où se tenait un congrès de légionnaires. Cette maladie qui est une pneumonie à fort taux de mortalité a été favorisée par un système d'aération artificielle mal entretenu où la bactérie « légionnelle » courante dans l'environnement, s'est développée et multipliée à un taux dangereux dans les ballons d'eau chaude, longtemps restés tièdes d'après les experts enquêteurs. Le second exemple est la « fièvre de l'humidificateur » engendrée par des bactéries proliférant dans l'eau des humidificateurs mal entretenus, du système de climatisation. (Roulet, 2004; Déoux & Déoux, 1993)

Dans ces deux exemples, la conception et l'entretien des installations de conditionnement et de distribution d'aération artificielle étaient faillibles. A plusieurs étapes de traitement et de distribution de l'air conditionné, les moisissures, levures et bactéries sont susceptibles de contaminer l'air soufflé dans les bureaux, comme dans l'air recyclé, les filtres, les batteries de chauffage et de refroidissement qui peuvent être encrassés, les échangeurs de chaleur, les humidificateurs mal entretenus, nid de moisissures et bactéries, ainsi que les conduites d'air sales. Afin d'éviter ce genre de problèmes, des dispositifs de filtrage et de purification d'air ont été mis en place. Les filtres nécessitent un changement régulier afin d'éviter les dépôts importants qui deviennent à la longue eux-mêmes source de pollution. Ces filtres étant fabriqués à base de matière synthétique, même neufs ils peuvent être source de COV et d'odeur. L'humidificateur en tant que source potentielle de pollution micro-organique nécessite d'utiliser une eau régulièrement changée, de nettoyer régulièrement le caisson et d'éviter autant que possible d'humidifier l'air. Les conduites d'aération aussi, cumulent saleté par le dépôt sur chantier ainsi que des résidus gras déposés sur les parois intérieures, pouvant constituer un nid potentiel de pollution, etc. Ceci pour ne citer que quelques exemples de nids de pollution dans la chaîne de traitement et distribution de l'air. (Roulet, 2004)

Divers dispositifs ont été mis en place pour améliorer la qualité de l'air intérieur traité, dont essentiellement les filtres, les ioniseurs (pour neutraliser particules et poussières) et les additifs qui peuvent être installés dans les unités centrales de traitement d'air ou en appareils portables placés dans l'espace occupé. Les filtres peuvent être mécaniques, électrostatiques (avec champ d'ionisation) ou biologiques (plantes, mousses, ...). Quant aux additifs, ceux sont des composés chimiques, sensés masquer ou modifier les nuisances olfactives jusqu'à un niveau tolérable, sans pour autant éliminer la pollution de l'air (huiles essentielles, désodorisants, parfums naturels, ...). (Roulet, 2004)

Cet aspect de pollution menace sérieusement la santé des usagers dans un environnement de travail et ce n'est qu'un extrait infime, compressé et synthétisé d'une quantité incommensurable de publications dans la littérature scientifique. Si nous nous sommes étalés quelque peu sur le sujet, au vu des objectifs de cette thèse, c'est pour marquer **le volume de connaissances dont doit se munir un architecte concepteur ainsi qu'un maître d'ouvrage optant pour une aération artificielle très coûteuse à l'installation et à l'entretien fréquent et régulier au prix de la santé des usagers**. Une installation qui est source de pollution de par ses matériaux propres d'abord puis avec le conditionnement artificiel de l'air. **Tout cela à quel prix financier et à quel prix de qualité intérieure ?** et l'air intérieur n'est qu'un aspect de l'environnement intérieur même si il n'est pas des moindres. Ce dispositif artificiel peut se justifier dans des espaces très profonds avec aménagement paysager ou dans des espaces sans fenêtre, mais à Alger la plupart des espaces bureaux sont aménagés en mode cloisonné (individuel ou groupés), dont la profondeur ne justifie aucunement un conditionnement artificiel et chaque espace bureau donne sur façade extérieure ou sur patio ou atrium, à travers des fenêtres. Les plus hauts édifices que nous avons visités ne dépassent pas la hauteur de 13 niveaux ; **alors pourquoi une aération artificielle dans les espaces des usagers (?) alors que l'aération naturelle constitue un besoin très important (et universel) chez les usagers, plus saine et plus satisfaisante qui s'opère par un geste naturel et simple de contrôle d'ouverture de fenêtre**. Comme le décrit si bien Roulet (2004) dans son ouvrage : l'aération naturelle ne nécessite qu'un investissement très faible, voire nul, l'énergie au transport est nulle et gratuite, elle ne tombe pas en panne et permet des débits importants, notamment pour le refroidissement passif.

Pourquoi tant de dépenses financières pour des installations IMPORTEES, un entretien très coûteux par des changements de dispositifs de purification et filtrage d'air IMPORTES, ainsi qu'un savoir faire IMPORTE (ingénieur ou technicien formés par le fournisseur) ? (!!)

Une remise en question de la tendance actuelle de production des espaces bureaux est plus que nécessaire, elle nous semble **urgente**. Des freins d'élan et des propulseurs d'information et de conscientisation sont impératifs, prenant naissance dans les centres et laboratoires de recherche et aboutissant à une réglementation dans le code du travail et de la santé publique, protégeant la santé et le bien-être de l'utilisateur.

Vu les enjeux industriels et économiques derrière ces installations artificielles et les enveloppes inflexibles et inhibitrices (notamment en mur-rideau de verre) ; cela pourrait ressembler à **une guerre déclarée où « bien-être de l'utilisateur » devrait constituer le bouclier et l'emblème du chercheur et de l'architecte, avertis.**

c) Influence sur la productivité

Aux années 90, des études rapportées par Seppänen et Fisk (2005), menées en Suède et au Danemark, ont montré que la perception par les usagers d'une mauvaise qualité de l'air intérieur pouvait sensiblement perturber leur performance au travail, notamment par des erreurs de frappe, de raisonnement logique, d'additions en série et de troubles de vision de couleurs sur le texte. Les sources de pollution de l'air intérieur peuvent être les émanations d'un tapis, d'un écran d'ordinateur, de matériaux du mobilier, etc. Ces études ont montré que chaque 10% de satisfaction gagnée sur la qualité de l'air intérieur perçue par les usagers, pouvait améliorer leur performance à la frappe de texte de 0,8%. Aussi, et de manière plus concrète, des études expérimentales et de terrain, rapportées par Seppänen et Fisk (2005), ont montré qu'avec des augmentations du taux de ventilation dans des marges de 10 Litres/seconde/personne, la tendance est à l'augmentation de performance des usagers au travail.

d) Le MMB, peut-être une solution

Dans cette thèse, nous ne faisons la promotion d'aucun dispositif industriel, bien au contraire, notre souhait ultime est de **revenir à une architecture saine bioclimatique où aucun dispositif artificiel n'est intégré ou très peu**. Mais les exigences du matériel informatique, devenu aujourd'hui un outil indispensable du travail administratif, rendent ce souhait obsolète et l'intégration de ces dispositifs s'impose. Néanmoins, une intégration minimale utilitaire devrait être réfléchie en respectant les besoins des usagers pour leur bien-être et santé. En occident, il existe une solution de compromis entre aération naturelle et celle artificielle pour satisfaire les besoins des usagers. C'est un mode "mixte" d'aération à travers une enveloppe réglable en mode hermétique ou en mode perméable. Les édifices dotés de ce mode d'aération sont nommés « *Mixed-Mode Building -MMB* », le résultat d'une collaboration entre la recherche scientifique et l'industrie du bâtiment pour satisfaire les usagers tout en économisant les dépenses énergétiques. La promotion de ce mode mixte est prise en charge par le centre américain « *Center for the Built Environment -CBE* »⁶⁸ de

⁶⁸ Ce centre est une unité de recherche collaborative à l'université de Berkeley en Californie. Il a été fondé en 1997 sous le programme de la "*National Science Foundation (NSF) Industry/University Cooperative Research Center (I/UCRC)*". Son objet d'étude est l'édifice non-résidentiel (édifices de bureaux, écoles, hôpitaux, édifices commerciaux, etc.). Il est guidé par un comité consultatif de l'industrie (un consortium de plus de 40 entreprises industrielles) qui se réunissent en conférence biannuelle, pour discuter sur la recherche, approuver le budget annuel et tracer de nouvelles pistes de recherche. Le conseil consultatif du centre est composé d'une diversité de profils : industriels du bâtiment, constructeurs, propriétaires, gestionnaires, architectes, ingénieurs,

l'université de Californie, Berkeley, avec des partenaires industriels (plus de 40 entreprises associées) et institutionnels, dont essentiellement ASHRAE. Ce dispositif a été développé sur la base d'évaluations post-installation POEs cumulées depuis les années 80 et qui ont démontré le malaise considérable des occupants d'environnements hermétiques à l'égard d'absence de contrôle sur la température et l'aération, par l'ouverture de fenêtre. Grand nombre d'édifices ont adopté cette solution, à plus grande vitesse en Europe et au Japon, qu'aux USA. A ce jour, les variantes de ce dispositif continuent à se développer à travers le monde, grâce à un service payant que le centre offre en ligne et qui consiste à évaluer l'IEQ d'un édifice par un outil d'enquête simple⁶⁹.

L'une des bases de conception de ce type d'aération hybride est la façade intelligente pour minimiser les pertes énergétiques, puis l'air conditionné est installé par espace et programmé par temps de fonctionnement. L'aération naturelle est ensuite ouverte ou conditionnée dans les espaces adéquats, en minimisant ou éteignant à son ouverture l'aération artificielle. Cela est censé réduire les dépenses liées à l'air conditionné, au bout d'une année de consommation, comparativement à une aération exclusivement artificielle. Les avantages reconnus, par les évaluations post-installation publiées c'est la réduction de la consommation énergétique du *HVAC system*, une plus grande satisfaction des usagers que dans les environnements hermétiques et une anticipation possible sur le choix d'un *HVAC system* petit mais qui dure plus dans le temps. Quant aux inconvénients reconnus, le coût et la complexité ajoutés au projet, lors de sa conception et sa réalisation et dans le pire des cas, une mauvaise anticipation peut engendrer une surconsommation énergétique du *HVAC system* et une frustration chez les usagers. Dans certaines configurations où l'air conditionné est fonctionnel simultanément à l'ouverture de fenêtre, des pertes énergétiques peuvent être engendrées. Aussi, certains sites où l'environnement aéraulique et acoustique est pollué, l'ouverture des fenêtres n'est pas une solution pertinente. Le Mixed-mode nécessite l'intégration de modes « automatique et manuel » de contrôle du *HVAC system* et d'ouverture des fenêtres, ce qui est tâche ardue et coûteuse au départ. Il n'existe pas de norme ou de prototype unique représentant le mixed-mode building, chaque édifice adapte ces procédés composés à ses espaces, au besoin d'usage. Cependant, il existe trois modes synthétiques

agences et services gouvernementaux. Le centre accueille des chercheurs affiliés à l'université (niveau master ou doctorat) pour formation. Nombreux résultats de recherche sont accessibles au niveau du site web de ce centre : <http://www.cbe.berkeley.edu>

⁶⁹ Cet outil d'enquête a été développé en 2000, accessible en près de 7 langues et mis à disposition des personnes intéressées (propriétaire, gestionnaire, architecte, usager, ...). Il a été exploité dans plus de 1000 édifices à travers le monde, avec plus de 100.000 réponses. Le service étant payant, la confidentialité des résultats est assurée. Cela permet au centre de cumuler une base de données très riche et variée. (CBE, 2013)

décrivant la concomitance des deux types d'aération, en termes d'espace et de temps. Les trois modes sont (CBE, 2013):

- **Le mode concomitant (même espace, même temps) :** où la ventilation naturelle et artificielle sont opérationnelles dans le même espace, au même moment. Le *HVAC system* est fonctionnel en arrière plan ou en ventilation de fond et les usagers sont libres d'ouvrir les fenêtres à leur convenance. Ce schéma est le plus courant dans les bureaux à plan ouvert, équipés de sondes sensibles à l'ouverture des fenêtres et impliquant une mise en veille ou un régime minimal de l'aération artificielle, par zones.
- **Le mode alternatif (même espace, temps différent) :** où le mode de ventilation est alterné entre artificielle et naturelle sur une base saisonnière ou quotidienne. Ce mode est plus répandu que les autres modes. Ce mode peut être basé sur une automation du système dont le fonctionnement dépend de la température extérieure, des sondes de mouvement, des sondes d'état de fenêtre (ouverte ou fermée), comme il peut être basé sur la commande de l'opérateur. Ce mode est typique dans des espaces bureaux individuels équipés d'unités individuelles d'air conditionné qui s'éteignent automatiquement dès que les sondes indiquent l'ouverture des fenêtres. Un autre cas de figure représente ce mode, dans un édifice où des vasistas d'une enveloppe dite intelligente s'ouvrent pour aérer naturellement lorsque l'*HVAC system* se met en mode économique puis se referment automatiquement lorsque le système artificiel reprend.
- **Mode par zone (espace différent, même temps) :** ce mode est aussi courant où différentes zones dans un même édifice sont différemment ventilées. Ce mode concerne les édifices de bureaux naturellement ventilés, avec un supplément d'aération artificielle prévu pour les salles de conférence seulement.

Ces trois schémas ne sont pas représentatifs de toutes les possibilités de composition entre aération artificielle et naturelle mais synthétisent néanmoins les configurations les plus courantes aujourd'hui, dans des bâtiments intelligents où la recherche de la satisfaction des usagers est une initiative plus que louable.

A Alger, il faut réfléchir l'installation d'une aération mixte, qui de toute façon se répand au gré de l'effet de mode et grâce aux normes de sécurité (fenêtres de désenfumage) ; en portant un choix réfléchi du mode d'ouverture des fenêtres, non pas dicté par l'esthétique de l'enveloppe (comme celle en mur-rideau par exemple) mais par le besoin des usagers, ainsi qu'un choix réfléchi de l'installation du *HVAC system* en relayant l'économie des dépenses énergétiques au second plan.

e) Les plantes, une solution prouvée

L'administration gouvernementale responsable du programme spatial des Etats Unis - NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) a mené une étude sur le maintien

de la qualité de l'air par les plantes, dans les environnements clos, tel que la capsule spatiale. Les recherches ont été menées dans un de ses laboratoires au Mississippi, testant l'effet d'une dizaine de plantes vertes sur trois polluants souvent impliqués dans le diagnostic du SBS, que sont : le formaldéhyde, les fibres minérales artificielles inorganiques (laine de verre, laine de roche, laine d'argile, etc.) et l'amiante. Les résultats ont démontré l'effet recyclant de l'air pollué qu'exerçaient ces plantes. Les plantes les plus performantes et les plus polyvalentes sont : **le lierre, le sansevieria, le dracaenas, le patiphyllum et le chamaedora** (une variété de palmier). Une autre étude norvégienne a aussi montré l'effet de présence de plantes à feuillage sur la réduction des plaintes de symptômes chez les usagers (de près de 25% en somme), notamment la toux et la fatigue (de 30 à 40%), ainsi que la gorge sèche et les démangeaisons au visage (près de 25%) (Fjeld, Veiersted, Sandvik, & Riise, 1998). Cela s'explique par l'amélioration de la qualité de l'air intérieur en réduisant les taux de polluants intérieurs, notamment les « Composés organiques volatiles –COV ». Cette amélioration de la qualité de l'air intérieur par la réduction des polluants intérieurs, aurait un effet positif sur la productivité des usagers de près de 12%, en réduisant notamment la fréquence d'absentéisme et de démission chez les usagers se plaignant de symptômes liés à l'édifice. (Wood, 2003)

Au-delà de l'effet esthétique et apaisant des plantes, comme nous l'avons vu dans la section sur les détails architectoniques, l'effet physiologique a aussi été prouvé et la présence de plantes intérieures est donc indispensable pour une haute IEQ.

On retiendra de cette section que les matières et matériaux synthétiques et industriels (mobilier, revêtements, équipements de travail, etc.), qui composent l'environnement de bureaux, sont devenus très nombreux et représentent une menace non-négligeable sur la santé des usagers, au vu des émanations de composants chimiques qui forment, à des seuils d'intolérance physiologique humaine, une pollution intérieure qui peut être supérieure à la pollution extérieure. Le degré de cette pollution conditionne la qualité de l'air intérieur des espaces bureaux, tributaire des réactions physiques et psychologiques des usagers. Le SBS qui est la forme la plus représentative d'une faible qualité de l'air intérieur, est beaucoup plus répandu et plus important dans les environnements hermétiques que les environnements aérés en Mixed-Mode et encore moins dans les environnements naturellement ventilés. Dans ces derniers, l'aération par ouverture de fenêtre assouvit trois aspects à la fois du « besoin naturel » d'aération chez l'utilisateur : le contrôle individuel, un air neuf instantané et enfin un débit d'air important. Quant à l'aération artificielle, bien que plus adaptée à un marché immobilier concurrentiel où la profondeur du plan et l'absence de fenêtre, sont les atouts d'une grande rentabilité économique, lorsque l'utilisateur est mis au dernier plan ; elle nécessite un entretien et une maintenance permanents car elle-même source potentielle de pollution physique et biologique, avec des effets importants sur la santé et la productivité des usagers.

III- 4.3.5. Le confort visuel

Dans la plupart des publications, le confort visuel renvoie à l'éclairage. Ce dernier concerne l'éclairage naturel et celui artificiel. L'éclairage naturel est considéré sous deux aspects distincts : la lumière du jour (*daylight*) et l'ensoleillement (*sunlight*). Ces deux aspects se distinguent par la brillance et l'apport thermique de l'ensoleillement beaucoup plus importants que ceux de la lumière du jour.

Dans tous les climats et les aires géographiques où les espaces bureaux sont courants, la préférence des usagers est à l'éclairage naturel auquel sont attribués des bienfaits sur la santé mentale et physique du corps humain, ainsi que son bien-être. Ces attributs sont indiscutables et incomparables à l'éclairage artificiel qui est plutôt associé à des effets négatifs sur la santé et le bien-être. (Tabet-Aoul, 1991; Chabane, 2006; Boubekri, 2008)

La préférence importante relevée dans toutes les études environnementales, des usagers pour l'éclairage naturel au lieu de l'éclairage artificiel, rend la fenêtre un élément architectural très important dans la conception d'espaces bureaux. Cette fenêtre est souvent l'élément architectural le plus influent sur l'appréciation de l'environnement intérieur, car elle offre plus d'un élément de confort, à savoir l'éclairage naturel, le mouvement de l'air, le changement thermique, l'air perçu neuf, le contact sonore et visuel avec le monde extérieur, etc. (Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

Lorsque les usagers évaluent l'éclairage dans leur espace de travail, comme étant de grande qualité, cela signifie qu'il bénéficie d'une grande « utilité environnementale ». Ce concept renvoie au confort physique et fonctionnel de l'éclairage où il y a absence, d'éblouissement, d'apport thermique, ou toute autre gêne perceptuelle, et bien entendu où l'éclairage naturel est perçu comme dominant, même si en mesure métrique, il ne l'est pas. (Aries, Veitch, & Newsham, 2010)

a) L'ensoleillement et la lumière du jour, un besoin permanent

Les études environnementales depuis les années 60 ont démontré que l'éclairage naturel était un besoin « présentiel », plutôt qu'un besoin « d'usage ». Fortement plus apprécié que l'éclairage artificiel malgré les besoins d'usage, dans un environnement de travail, sa dominance par rapport à l'éclairage artificiel est source de satisfaction et de plaisir, fortement apprécié pour son aspect qualitatif de variation et de clarté. Néanmoins, même pour les tâches où il peut présenter une gêne visuelle, comme l'usage de l'écran d'ordinateur où l'éclairage artificiel est plus adéquat, sa présence est indispensable même si il n'est pas dominant, réduisant le nombre de plaintes d'insatisfaction et de symptômes physiques. D'ailleurs, des études au sud de l'Europe ont rapporté l'expression d'intentions de quitter le travail chez des usagers d'espaces bureaux, à cause d'absence d'ensoleillement dans leur environnement de travail. (Tabet-Aoul, 1991; Aronoff & Kaplan, 1995)

Si le besoin de présence de « lumière du jour » (*daylight*) est inconditionnel, celui de « l'ensoleillement » est conditionné par l'éblouissement et l'excès de chaleur qu'il peut engendrer. Contrairement à la lumière du jour, la quantité et les horaires d'ensoleillement recherchés dépendent du climat. Dans les climats chauds, comme à Alger par exemple ($30^{\circ} < \text{latitude géographique} < 45^{\circ}$) la préférence en été est à l'ensoleillement matinal et en après-midi, il est fortement fui pour son apport important de chaleur. Alors que dans les climats froids (latitude géographique $> 45^{\circ}$), l'ensoleillement est recherché toute la journée, même dans l'après-midi. (Tabet-Aoul, 1991)

b) Influence de l'ensoleillement sur la santé

A Alger, comme dans d'autres villes du monde, « l'ensoleillement » est associé à des bienfaits physiques de désinfection et de déshumidification de l'espace ainsi que des bienfaits psychologiques de plaisance et de bonne ambiance (Tabet-Aoul, 1991; Chabane, 2006). Dans le domaine de la recherche, depuis la moitié du 20^{ème} siècle, le monde scientifique reconnaît à l'ensoleillement l'importance de son apport au corps humain en vitamine « D », un apport qui ne peut être substitué par régime alimentaire. Cet apport est assuré par stimulation de l'énergie ultraviolette contenue dans le rayonnement solaire, de la production de cette vitamine, par photosynthèse qui s'opère au niveau de la peau exposée aux rayons ultraviolets. Cette vitamine aide à maintenir les concentrations de calcium et de phosphore nécessaires à la croissance et au développement de notre structure osseuse ainsi que la dentition. Le manque de vitamine « D » par manque d'exposition à l'ensoleillement peut engendrer de nombreux problèmes de santé notamment une déformation de la structure osseuse, plusieurs formes de cancer, une haute pression sanguine, la dépression, ainsi que les troubles du système immunitaire engendrant des diabètes, des scléroses et des arthrites rhumatoïdes. (Boubekri, 2008)

L'utilisateur d'espaces bureaux est prisonnier de son environnement intérieur des heures durant. Son exposition à l'ensoleillement direct n'est pas toujours évidente, selon l'orientation de son bureau et particulièrement dans les espaces profonds avec un aménagement paysager des bureaux. Dans les édifices peu profonds avec un aménagement en bureaux cloisonnés et une circulation centrale, l'orientation nord/ sud des façades principales n'est pas des plus opportunes car elle favorise l'exposition au soleil d'une seule rangée de bureaux. Des solutions en d'autres orientations ou en intégrant des atriums est du ressort de l'architecte responsable d'offrir à l'utilisateur son exposition minimale à l'ensoleillement par jour, au pire des cas en éloignant par exemple l'espace de consommation (cantine, restaurant, etc.) de l'édifice de bureaux afin d'inciter les usagers à sortir et s'exposer au soleil dans un parcours confortable sans risque d'insolation à une heure où le soleil est le plus chaud. L'éclairage artificiel ne devrait constituer qu'un apport partiel durant une journée de travail, même en hiver mais ne jamais se substituer à l'éclairage naturel. Théoriquement cela semble facile, mais dans la conception d'un projet, les contraintes du site, celles économiques et celles du programme des bureaux à projeter, n'aident pas toujours l'architecte à favoriser un éclairage naturel intérieur suffisant surtout si il n'est pas conscient ni au courant des

implications sur la santé et le bien-être des usagers. Mais la tendance à Alger étant de désenclaver les institutions publiques et privées du centre ville, le choix des sites offre généralement des terrains dégagés avec des façades complètement dégagées, comme c'est le cas des nouveaux ministères des affaires étrangères, celui des finances, celui de l'énergie ou celui de la communication, ainsi que les nouveaux quartiers de bureaux privés aux Pins Maritimes, à Bab-Ezzouar, etc. Cependant, l'usage courant de murs-rideaux au verre réfléchissant de couleur foncée (bleu, vert, marron), dans ces édifices, réduit fortement la quantité de lumière naturelle à l'intérieur des espaces. Dans la configuration de plan à patios, cette réduction de lumière naturelle est très importante car la même tonalité du mur-rideau est utilisée sur les façades extérieures dégagées et sur les façades intérieures des patios. Deux exemples concrets illustrent cet état de fait que sont : le ministère des finances et le siège de la Sonatrach (Fig.39).



Figure 39 : Le mur-rideau de verre de forte tonalité utilisé dans les patios

Dans ces cas de figure, l'erreur architecturale est claire, un traitement différent des façades intérieures et extérieures aurait constitué une solution. Dans ces patios, des parois blanches et un vitrage neutre sans teinte, aurait constitué une bonne solution. Mais malheureusement, « l'esthétique » du projet est souvent une contrainte primordiale dans la conception de projets représentatifs de l'image d'une entreprise ou d'une institution, souvent aux dépens des besoins des usagers. Plus encore, le traitement des façades extérieures en mur-rideau de verre est indépendant de l'exposition au soleil. Les façades sud/est/ouest et les façades nord sont traitées de la même manière avec la même peau lisse. Cela engendre de grands effets de serre dans les bureaux directement exposés au soleil et qui d'ailleurs ne bénéficient pas de l'ensoleillement car ils cherchent à s'en protéger pour éviter la chaleur de son rayonnement et l'éblouissement qu'il engendre, notamment sur les écrans d'ordinateurs. Les stores sont alors déployés ou des posters collés à la surface du vitrage (Fig.40). Alors qu'un traitement différent avec des brise-soleil au sud et une teinte de vitrage plus claire voire neutre au nord ; sont plus opportuns. Mais encore une fois, c'est l'image et l'esthétique qui prédominent. (Chabane, 2006; Chabane & Bensalem, 2006)



Figure 40 : Vues intérieures du vitrage de façades orientées est et nord, au siège social de la Sonatrach (Chabane, 2006, p. 78;79)

La teinte foncée du vitrage en stop-sol est très répandue dans notre paysage algérois, au-delà des édifices bureaux, dans les cliniques privées, les universités, les habitations et aujourd'hui même les garages pour voitures (revoir sous-section I- 3.4.3.L'édifice de bureaux en perspective dans le PDAU d'Alger). Elle constitue un obstacle important à la pénétration du rayonnement ultraviolet du soleil. Le filtrage selon les caractéristiques de la teinte peut aller jusqu'à 95%. Additionné à cela, la tendance aux ouvertures à auvent (dite à l'italienne)⁷⁰ adoptées dans la majorité des façades en mur-rideau (ministère des finances, Siège social d'ATM-Mobilis, Sonelgaz-GRTE, CMA-CGM Maghreb, etc.) ; empêche les usagers de bénéficier d'un ensoleillement direct que pourrait absorber leur peau. Sous prétexte d'Immeubles à Grande hauteur –IGH, la réglementation de la protection civile exige des ouvertures pour désenfumage et les architectes justifient la forme d'ouverture à auvent par la grande hauteur des immeubles qui en réalité ne dépasse pas les 12 niveaux. Que dire alors des anciens édifices très hauts préexistants à ce mouvement esthétique moderne, où les ouvertures sont battantes (à la française) laissant à l'utilisateur le contrôle des facteurs ambiantaux avec un vitrage neutre permettant la pénétration de l'ensoleillement direct. Pour ne citer que quelques exemples : l'immeuble Maurétania (ex- ministère des finances) ; l'immeuble des impôts (Moustapha-Bacha), etc. L'argument de hauteur est obsolète et les architectes devraient revenir à une architecture de fenêtres plus proche des besoins des usagers que d'une esthétique urbaine non-justifiée.

⁷⁰ Le nom du type d'ouverture de fenêtres peut varier. Dans certains pays il est attribué à son pays d'origine ou l'ère géographique où il est le plus répandu comme par exemple : ouverture à l'italienne, à la française, à la canadienne, ouverture californienne, etc. Dans d'autres pays, ces mêmes fenêtres sont nommées selon leur mécanisme d'ouverture : fenêtre battante, à auvent, coulissante, pivotante verticale, soufflet, guillotine, etc. Nous avons annexé à cette thèse une fiche de nomenclature de quelques schémas d'ouverture de fenêtre, pour préciser l'image de la fenêtre citée, dans l'esprit du lecteur. (Annexe D)

c) Influence de la lumière du jour sur la santé

A Alger, comme dans d'autres villes du monde, la « lumière du jour » est considérée par les usagers comme meilleure pour la santé des yeux (Tabet-Aoul, 1991; Chabane, 2006). Additionné aux besoins exprimés par les usagers, la recherche a confirmé, et continue encore à ce jour à confirmer l'importance de la « présence » de l'éclairage naturel dans les espaces de vie, notamment les espaces de travail où les usagers des villes modernes passent la majeure partie de leur temps. La confirmation du besoin de présence a été révélée par des effets négatifs prouvés que peut engendrer l'absence de l'éclairage naturel. Ces effets touchent la santé physique et la santé mentale des usagers.

En effet depuis les années 80, l'éclairage naturel n'est plus qu'une affaire de confort visuel. Avec la découverte de nouveaux photorécepteurs dans les cellules de l'œil humain, fonctionnels même chez les aveugles, l'éclairage naturel est devenu un enjeu primordial quant à la santé physique et mentale des usagers, particulièrement ceux cloîtrés dans des espaces intérieurs à longueur de journée, notamment les espaces bureaux. L'éclairage naturel en tant que facteur environnemental joue un rôle de synchroniseur du rythme circadien « activité-repos » en stimulant ou en inhibant la sécrétion d'hormones biologiques d'activité et de repos. En présence d'éclairage suffisant, la sécrétion de « sérotonine » est favorisée et la sécrétion de « mélatonine » est inhibée. Là, l'être humain est en état d'activité avec d'importants taux de « cortisol » (connue sous « hormone de stress ») qui engendrent des états de bonne humeur et de sociabilité. Alors que la nuit, les sécrétions s'inversent avec un taux élevé de « mélatonine » correspondant à l'état de fatigue nécessitant du repos et l'inhibition de la « sérotonine » et du « cortisol » impliquant un état d'introversion et de dépression, le sommeil est alors le meilleur remède. Des études rapportées par Boubekri (2008) ont montré qu'une différence existe dans la sécrétion saisonnière du « cortisol » et qu'en saison de basse sécrétion, les maladies pouvaient être plus fréquentes. Les employés de bureaux à proximité des fenêtres en matinée, ont des niveaux de « cortisol » en saison d'été, beaucoup plus élevés qu'en hiver. Aussi, des taux d'absence ont été enregistrés parmi des écoliers en hiver, dus aux états fréquents de maladie traités par des taux plus élevés de « cortisol » dans le corps.

Avec toutes ces considérations, la courbe du rythme circadien « activité-repos » durant la journée est loin d'être une ligne droite elle est sujette à des variations (activité optimale la matinée, relâchement en début d'après-midi, etc.) que seul « l'éclairage naturel », de par ses variations en termes d'intensité, de température de couleur, de spectre, etc., peut satisfaire à l'état optimal. D'ailleurs la communauté scientifique reconnaît que les niveaux d'un éclairage sanitaire ne peuvent être atteints qu'avec un éclairage naturel car il est impossible de soumettre les usagers de bureaux à un éclairage artificiel permanent de 2.500 lux ou 10.000 lux, sachant qu'à l'extérieur l'éclairage naturel peut atteindre les 100.000 lx en temps ensoleillé et les 100.000 lx en temps couvert. Conscients de cet état de faits, certains laboratoires d'industriels de l'éclairage, comme Philips aux Pays-Bas, investissent dans la mise en place d'éclairages artificiels variables qui pourraient se rapprocher de l'éclairage

naturel mais cela reste impossible de par la variation naturelle sur plusieurs plans à la fois (couleur, température, ...). (Boubekri, 2008)

Les chercheurs en santé publique reconnaissent l'instabilité de sécrétion de « sérotonine » engendrée par l'exposition insuffisante des usagers à l'éclairage naturel, dans les espaces de travail et cette insuffisance n'est pas sans conséquences sur la santé. Dans les cas extrêmes, en 2007 l'OMS a ajouté à sa liste de facteurs de risque du cancer, « le travail de nuit » à cause du chamboulement des rythmes circadiens que subissent les employés en question avec un état forcé d'alerte et de concentration la nuit et celui de repos la journée (!). Bref, le style de vie dans les villes modernes ainsi qu'une architecture de bureaux peu soucieuse de la santé de ses usagers, peuvent expliquer nombreuses perturbations hormonales et problèmes de santé croissants, que vit la population sédentaire. (Boubekri, 2008)

Dans les espaces bureaux où dominent les ouvertures latérales, les niveaux d'éclairage naturel peuvent chuter de plus de 50% en s'éloignant à quelques mètres de la fenêtre. La responsabilité de l'architecte est plus que prégnante pour la conception d'environnements intérieurs baignés d'éclairage naturel, pas seulement près des façades, mais même en profondeur. L'aménagement et le mobilier devraient aussi améliorer les niveaux d'éclairement et inciter l'utilisateur à faire face à la fenêtre afin de maximiser l'effet sanitaire de l'éclairage naturel sur la santé physique et mentale. (Boubekri, 2008)

Cela engendre des réformes dans la réglementation urbaine et la mise en place de cahier de charges par zones et quartiers, avec une architecture respectueuse du droit du voisinage à l'ensoleillement et la lumière du jour et le droit des usagers à des niveaux d'éclairement et de brillance répondant à leurs besoins sanitaires. La réglementation urbaine deviendrait affaire de « santé publique » sur plusieurs plans.

d) Influence de l'éclairage naturel sur la productivité

La recherche sur la relation entre l'éclairage et la productivité date du 20^{ème} siècle et l'étude la plus citée en littérature portant sur ce sujet a été menée sur un édifice de bureaux nommé « Hawthorne Works » à Chicago, entre les années 20 et 30. Elle consistait à observer l'influence du changement de l'éclairage sur la productivité des usagers. Puis, avec la crise énergétique en occident, l'éclairage naturel et la forme des fenêtres sont devenus l'objet de grand intérêt dans la recherche environnementale. Les études démontraient que pour une meilleure productivité aux tâches visuelles, les usagers avaient besoin de 20% de plus de quantité de lumière naturelle que de lumière artificielle, du fait de la composition spectrale et du caractère dynamique et changeant de l'éclairage naturel. Cela engendrait aussi une plus grande tolérance des gênes visuelles, comme l'éblouissement, que pouvait générer l'éclairage naturel comparé à celles engendrée par l'éclairage artificiel. (Boubekri, 2008)

Plusieurs études occidentales menées aux années 90, ont été rapportées par Boubekri (2008) portant sur l'effet de l'éclairage naturel sur la productivité des usagers. Une entreprise

américaine nommée « Lockheed Corporation » avait déménagé son staff composé de 2700 employés vers un nouveau siège où l'éclairage naturel avait été fortement favorisé. Au-delà des économies sur les dépenses énergétiques annuelles que ce parti-pris a impliqué, une hausse de 15% dans la productivité des usagers a été aussi observée avec une baisse du taux d'absentéisme. Après seulement une année d'occupation, le changement était clair. Une autre étude du même genre, menée aussi sur une entreprise américaine « *The VeriFone company* », où les employés ont déménagé vers un nouvel espace où l'éclairage naturel a été fortement favorisé. Le taux de productivité observé a augmenté de 5% après 18 mois d'occupation et le taux d'absentéisme a baissé de 6,8 heures par personne par an. Enfin, une dernière étude rapportée, aux Pays-Bas cette fois-ci sur une banque « *NMB Bank* » dont le quartier général a été réalisé avec une intégration maximale de l'éclairage naturel. Aucun usager assis à son bureau ne pouvait être éloigné de plus de 7 mètres d'une fenêtre, et dans les zones les plus éloignées de la façade, l'éclairage naturel était acheminé par des fenêtres prévues dans les cloisons intérieures. Par conséquent une chute importante de taux d'absentéisme a été observée, attribuée au caractère attractif de cet environnement de travail.

e) Influence de l'éclairage artificiel sur la santé

L'éclairage artificiel est un facteur très répandu dans nos édifices de bureaux à Alger. L'enquête exploratoire auprès des huit édifices de bureaux (que nous présentons au chapitre suivant) nous a permis de constater un usage quasi permanent de l'éclairage artificiel, même en été. Cela n'est pas sans conséquences sur les dépenses énergétiques d'une part mais d'autre part et qui nous intéresse plus dans cette recherche, c'est les conséquences de cet usage sur la santé et le bien-être des usagers. A ce sujet, la recherche scientifique a évolué aujourd'hui, comme pour le confort thermique, vers des solutions d'appoints à travers des dispositifs d'éclairage individuel selon les besoins personnels de chaque usager. En effet, aujourd'hui on parle beaucoup du « *controlable task lighting system* » ou système contrôlable d'éclairage de tâche. L'intégration de ces dispositifs individuels permet de maintenir l'éclairage d'ambiance lorsque nécessaire, à des niveaux d'éclairement bas et économiques et favoriser l'éclairage contrôlable par l'usager et au besoin d'un éclairage adapté au travail sur micro ou adapté au travail sur feuilles, etc.

Dans la majorité des cas d'étude sur lesquels nous avons enquêté, l'éclairage d'appoint est absent. L'éclairage d'ambiance joue alors double fonction et ne permet de contrôle qu'à l'échelle de tout l'espace et non pas à l'échelle de la surface de travail de l'usager. Pire encore, dans les bureaux paysagers comme à la GRTE de la SONELGAZ, les luminaires sont contrôlables par lignes au plafond tout au long de la grande salle de travail et ils sont communs à plusieurs usagers à la fois. Bien entendu, des comportements d'adaptation ont été observés, dont principalement la désactivation d'une ou de plusieurs lampes afin d'éviter l'éblouissement ou de diminuer l'intensité de l'éclairage. Au-delà des dispositifs qui ne sont pas adaptés aux besoins de l'usager, l'éclairage dominant et le plus répandu dans les espaces de travail à Alger c'est l'éclairage fluorescent. Cet éclairage s'est

largement répandu depuis plus d'un demi-siècle pour son caractère économique, particulièrement à la suite de la crise énergétique dans le monde occidental avec cinq fois moins d'énergie consommée qu'une lampe à incandescence et une durée de vie six à huit fois supérieure. De plus, les lampes fluorescentes émettent moins de rayonnement infrarouge et donc moins de chaleur. Cet éclairage qui dans sa forme la plus répandue est à dominance froide, peut être aujourd'hui source d'ambiances chaudes ou intermédiaires, selon la température du produit. La forme la plus standardisée est constituée de tubes rectilignes qu'on retrouve dans les espaces bureaux à Alger fortement répandue en luminaires à quatre tubes fluorescents réunis sous une unité à réflecteurs ou à grille de défilement permettant une répartition lumineuse plus homogène et évitant l'éblouissement des yeux.

Mais cet **éclairage fluorescent** très répandu dans nos espaces bureaux, éducatifs, universitaires et même résidentiels, n'est pas sans effets biologiques sur les usagers. L'éclairage le plus standardisée, **à dominante bleue, grand émetteur de rayons ultraviolets, peut être à l'origine ou favoriser des problèmes oculaires, des maux de tête, des réactions neurovégétatives, des réactions endocriniennes, des réactions cutanées, voire même des risques d'induction du cancer.** (Déoux & Déoux, 1993)

Concernant les **problèmes oculaires**, l'exposition fréquente et longue à une lumière à dominante bleue peut favoriser, voire accélérer le vieillissement de la rétine et la dégénérescence maculaire sénile. Concernant les **maux de tête** dans les espaces bureaux, ils sont souvent attribués à l'air conditionné et l'éclairage fluorescent. Ce dernier est en cause du fait de l'irrégularité de la modulation temporelle de la lumière, engendrant un scintillement sous forme d'éclats intermittents. Des éclats qui peuvent se produire à l'allumage et durant le fonctionnement, particulièrement avec le vieillissement des lampes. Ceux sont ces fluctuations justement qui sont à la source de fatigue visuelle et de maux de tête. Pour résoudre le problème à l'allumage, un dispositif stabilisant nommé ballast électronique, supprime l'effet d'intermittence (stroboscopique) et procure un allumage instantané, ce qui n'est pas très répandu dans les luminaires fluorescents les plus standardisés mais existe déjà dans certaines marques à considérer. (Déoux & Déoux, 1993)

Concernant les **réactions neurovégétatives**, des études ont montré que la pulsation de l'éclairage fluorescent (100 fois/seconde) peut modifier le rythme cardiaque des usagers, particulièrement les plus sensibles et son effet est d'autant plus prononcé lorsqu'il est instable et scintillant. Concernant les **réactions endocriniennes**, des recherches ont montré des modifications de sécrétion hormonale endocrinienne après expositions à l'éclairage fluorescent, par un pic de sécrétion de « cortisol » peu de temps après l'allumage. Ainsi que la suppression de sécrétion de « mélatonine » qui avec une exposition prolongée peut perturber le cycle circadien activité-repos, même au-delà de l'exposition des usagers. Cela semble expliquer l'effet d'éveil et d'excitation qu'engendre cet éclairage chez nombreux usagers. Concernant les **réactions cutanées**, la quantité d'ultraviolets émise par un éclairage fluorescent pourrait provoquer des réactions cutanées chez les usagers après

longue exposition, particulièrement chez les plus sensibles aux érythèmes qui peuvent se développer sous ce type d'éclairage. (Déoux & Déoux, 1993)

Enfin, quant au risque **d'induction du cancer**, les recherches aux années 90 étaient dubitatives dans plusieurs pays du monde, notamment en Australie, Angleterre, Canada et USA, mais des études statistiques ont montré une corrélation significative entre l'exposition à long terme à l'éclairage fluorescent et le cancer du « mélanome », un cancer de la mélanine dans la peau et cela particulièrement dans les espaces bureaux. Ce risque était double chez les usagers d'espaces bureaux, dont l'exposition a duré trente années ou plus, particulièrement chez les sujets « hommes ». A l'origine de ce type de cancer seraient les émissions ultraviolettes (A et B) des lampes fluorescentes. D'ailleurs des études expérimentales utilisant la lumière de lampes fluorescentes standardisées sur des souris, ont montré un effet mutagène induisant des ruptures et des mutations chromosomiques in vitro. (Déoux & Déoux, 1993)

Face à toutes ces considérations, quelques précautions peuvent ralentir ou diminuer quelque peu les risques d'exposition à l'éclairage fluorescent, à savoir (Déoux & Déoux, 1993):

- L'usage de filtres ultraviolets (verre ou autre) ;
- Une distance étudiée entre la source d'émission et l'utilisateur afin de diminuer les risques d'exposition ;
- Le choix de lampes fluorescentes de température de couleur plus chaude que les lampes standards, grandes émettrices de radiations bleues et ultraviolettes, même si leur prix est plus important, les gains se feraient sur la santé des usagers. Cela existe dans un de nos cas d'étude au siège de la « CMA-CGM Maghreb » à Bab-Ezzouar, équipé de ces lampes avec température de couleur plus chaude.

Notre devise étant de « prévenir au lieu de guérir », où dans certains cas les remèdes ne sont pas accessibles, nous rapportons volontairement cet état alarmant des risques encourus par les usagers d'environnements de bureaux exposés à l'éclairage fluorescent, le plus répandu dans nos édifices de bureaux. Ces édifices qui engendrent des coûts faramineux d'usage et d'entretien, dans un climat algérois où près de 300 jours dans l'année sont ensoleillés ; l'usage prégnant d'un éclairage artificiel à longueur de journées d'été est plus qu'une aberration architecturale. Cette aberration se transforme en erreur architecturale, voire en crime architectural au vu de tous les risques qu'encourt l'utilisateur d'un environnement intérieur engendré par des choix aléatoires de dispositifs environnementaux dictés par la mode et le prestige qu'impose un marché sans égard aucun à l'utilisateur et sa santé. L'éclairage fluorescent serait à bannir de nos espaces de vie, ainsi que l'éclairage dit « économique » qui a tendance à se répandre aujourd'hui dans les espaces résidentiels et commerciaux dont les effets sur la santé des usagers ne sont pas des moindres pour ne pas

dire des pires, mais que nous ne citerons pas dans ce contexte du fait qu'ils n'aient pas encore intégré les espaces bureaux, si ce n'est dans les espaces de circulation. Dans ce tournoi d'informations, l'architecte responsable du bien-être de l'utilisateur, doit s'armer de toutes ces connaissances afin de produire des espaces de travail naturellement éclairés autant que possible, sans concession aucune au prix de laquelle, les implications sur la santé peuvent être irréversibles. Cette responsabilité est d'autant plus accentuée à Alger où quand bien même les écrans de visualisation sont répandus, nécessitant un éclairage spécifique au plan vertical ; le papier en plan horizontal est encore plus répandu, nécessitant un éclairage naturel important ou éclairage artificiel d'appoint avec des lampes plus saines.

f) La réglementation conséquent(e) (!)

Notre volonté d'aborder le « confort visuel » comme dernier facteur d'influence sur l'IEQ est justifiée par la mise en valeur des enjeux de santé et de bien-être des usagers, à travers le facteur d'éclairage. Au-delà de la responsabilité incontournable de l'architecte et du spécialiste de l'éclairage qui s'est clairement dégagée, nous nous sommes interrogés sur le cadre réglementaire à Alger et dans le monde, qui peut protéger l'utilisateur lorsque le travail de l'architecte n'est pas centré sur l'utilisateur. Le constat est alors alarmant à Alger mais pas seulement !

Dans le monde, il semble exister deux types de réglementation de l'éclairage naturel, dans tout espace intérieur : un premier type basé sur les dimensions de la fenêtre par rapport au mur de façade et à la profondeur de l'espace et un second type basé sur la quantité d'éclairage naturel minimale requise, donnée en niveau d'éclairement (lux) ou en pourcentage d'éclairage intérieur en fonction de l'éclairage extérieur. Concernant la réglementation basée sur les dimensions de la fenêtre, il est généralement exprimé en pourcentage (%) minimal de surface de fenêtre par rapport au mur extérieur, comme en Angleterre par exemple où la surface des fenêtres d'un espace de travail devrait être supérieure ou égale à 35% de la surface du mur de façade et dans les édifices institutionnels, le pourcentage devrait être supérieur ou égal à 25%. En Australie, la surface de la fenêtre devrait correspondre au moins à 10% de la surface du plancher habitable dans les espaces résidentiels et au Japon 20 à 40% sont réglementés de la surface du plancher en précisant la méthode de calcul de la fenêtre, sans précision pour les espaces de travail. Aux USA aussi, sans spécification pour les espaces bureaux, le minimum requis est 8% de la surface du sol de l'espace en question. (Boubekri, 2008)

Quant à la réglementation basée sur la quantité d'éclairage naturel minimal, certaines réglementations sont basées sur le « Facteur de Lumière du Jour –FLJ » (plus connu en anglais sous « Daylight Factor –DF »), définit par le rapport de l'éclairement naturel en un point à l'intérieur sur l'éclairement horizontal simultané à l'extérieur, sans aucune ombre, sous ciel couvert (Roulet, 2004; Boubekri, 2008). En Suisse par exemple, l'éclairement extérieur pouvant varier entre 35000 et 95000 lux selon la saison et l'heure de la journée, l'éclairement intérieur peut être connu en multipliant le « FLJ » par une valeur entre ces deux limites et

pour un éclairage naturel suffisant, le FLJ devrait dépasser les 3 à 4% (Roulet, 2004). Selon Boubekri (2008), la base de cette réglementation est plus réaliste qu'un niveau d'éclairement en lux, étant donné la variation continue du niveau d'éclairement naturel, le pourcentage à capter à l'intérieur est donc tributaire de la quantité à l'extérieur. Ce type de réglementation existe dans quelques pays comme la France qui recommande un DF de 1,5% dans les classes d'école sous ciel couvert, ou en Angleterre où une recommandation de DF= 2% dans les classes d'école toujours, a été révisée voire abandonnée lorsque le constat de l'application exigeait des surfaces de vitrage trop importante, impliquant des effets gênants d'inconfort visuel comme l'éblouissement, la surchauffe en été, etc. Les recommandations dans différents pays comme l'Allemagne, les Pays-Bas, le Canada, etc., existent mais ne sont malheureusement pas obligatoires dans l'application architecturale. Cette réglementation est peut-être difficile car pour préconiser un niveau d'éclairement minimal, doivent être considérés à la fois, la saison, le climat, le moment de la journée et enfin la fonction de l'espace. Trop de paramètres à la fois qui laissent l'éclairage naturel en zone d'ombre dans la conception d'espaces intérieurs en général et ceux de travail en particulier, au gré de l'architecte et ses connaissances, et favorise ainsi la réglementation de l'éclairage artificiel plus maîtrisable et fixe. (Boubekri, 2008)

A Alger, ou en Algérie, aucune mention précise n'est faite sur l'éclairage naturel dans l'unique réglementation du code du travail portant sur les « ambiances et éléments de confort » en milieu de travail. En **section III du titre I** portant sur « hygiène générale des locaux et de leurs dépendances », du **Décret exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991** relatif aux « prescriptions générales de protection applicables en matières d'hygiène et de sécurité en milieu de travail », un minimum de 120 lux est exigé pour tous types d'environnements de travail, sans mention aucune de différence entre lumière naturelle et artificielle (Code du travail, 2003).

On retiendra de cette section que le besoin « naturel visuel » chez l'utilisateur, correspond à la dominance d'un éclairage naturel qui permet d'effectuer le travail en présence d'une lumière du jour suffisante et contrôlable au gré des outils de travail (micro, papier, projection, ...) et un ensoleillement de courte durée et contrôlable qui ne représente pas de gêne thermique ou visuelle. L'éclairage artificiel devrait être sain, sans effets négatifs sur la santé comme la lumière fluorescente et ne devrait pas être choisi pour son intensité ou son avantage économique seulement. L'éclairage artificiel opportun serait un éclairage d'appoint et individuel, au niveau de chaque station de travail et aussi un éclairage adapté aux activités temporaires et de courte durée comme la projection, la conférence, etc.

III- 4.3.6. Synthèse

On retiendra de cette section sur l'influence des facteurs d'ambiance, que l'environnement intérieur satisfaisant, confortable et propice à la productivité et à la performance des usagers est celui où les facteurs d'ambiance naturels sont dominants. Entre

besoins « universels » et besoins « permanents » (Rapoport, 2003), nous préférons en fin de cette troisième partie du chapitre nommer ces besoins communs à toutes les cultures, par « besoins naturels », correspondant à la nature humaine.

En termes de confort thermique, aéraulique, visuel et de vue vers l'extérieur ; l'enveloppe qui permet un contact direct entre l'utilisateur et l'environnement extérieur est la plus propice et la plus adaptée à répondre à ses « besoins naturels ». Cela à travers des ouvertures de fenêtres contrôlables par l'utilisateur et assurant un contact tactile, visuel et sonore avec l'extérieur. Bien que difficile avec les outils de travail informatisés, un retour aux environnements naturellement ventilés, éclairés et offrant des vues informatives vers l'extérieure, serait une solution aux multiples états d'inconfort et d'insatisfaction dont se plaignent les usagers des espaces artificiels et notamment hermétiquement enveloppés, dans la plupart des villes du monde.

L'environnement artificiel a malheureusement colonisé l'esprit des concepteurs à travers des plans profonds qui s'imposent, justifiés par une pollution extérieure nécessitant une purification d'air intérieur ; par un ensoleillement direct inadapté au travail sur micro ; par une variation climatique de température et d'humidité inadaptées à la longue vie des équipements de travail ; etc. Au point où les « théories centrées sur l'utilisateur –UCT », au lieu de défendre ces « besoins naturels » se retrouvent à suggérer des solutions ponctuelles adaptées aux environnements à dominance artificielle. Le principe de ces solutions est de satisfaire le besoin individuel de « contrôle » seulement, sur les facteurs ambiants artificiels (« *Personal Comfort Systems –PCS* »). Mais concernant l'éclairage naturel, la vue informative, ainsi que le confort acoustique, les besoins naturels doivent être pleinement assouvis dans les environnements artificiels. Ni le marché immobilier, ni l'esthétique architecturale ne peuvent justifier des plans profonds aux dépens du bien-être des usagers

Clamer une nouvelle théorie, même si elle ne sera considérée que comme « parti pris » au lieu d'être LA vérité, nous aiderait à revendiquer une artificialisation minimale des environnements de vie en général et des environnements de travail, en particulier. Cette théorie se nommerait « **User Natural Needs Theory –UNNT** » ou "**la théorie des besoins naturels de l'utilisateur -TBNU**", dans les environnements intérieurs. Toute une théorie pour clamer des besoins simplement naturels que tout un chacun de nous connaît très bien, pourrait sembler être une exagération. Mais lorsqu'on observe de très près l'exagération des industriels produisant des composants artificiels de l'environnement intérieur de travail, bénis et encouragés par une recherche scientifique biaisée, notamment l'écologie aujourd'hui ; il faudrait plein d'autres théories VRAIES pour mener le combat. Cette théorie permettrait de redéfinir les concepts, les approches et les postulats autour de l'interaction entre l'utilisateur et son environnement physique.

Les connaissances présentées dans cette section de « facteurs d'ambiance » sont très riches et pourraient constituer une base d'enseignement en architecture, contribuant fortement à la formation de l'architecte au service de l'utilisateur. Un architecte conscient et

armé de connaissances ne pourra que mieux produire dans l'intérêt d'abord de « l'utilisateur » et que mieux sélectionner les produits qu'offre un marché désintéressé de l'utilisateur et ses besoins.

III- 4.4. Synthèse de l'influence des facteurs physiques sur l'IEQ

Les besoins « naturels » des usagers, sont synthétisés dans le tableau suivant (Tab. 5), opposés aux contraintes environnementales et leurs implications sur la santé, la productivité et le bien-être des usagers. **Ce tableau synthétique nous servira de référence d'évaluation de l'IEQ dans un échantillon d'édifices à Alger**, que nous développons au chapitre suivant.

En recherchant les recommandations, règles et prescriptions dans la littérature scientifique occidentale, sur la santé et le bien-être des usagers ; on s'interroge forcément sur les recommandations locales en Algérie, constituant les droits de l'utilisateur et le cadre réglementaire de production des espaces bureaux. C'est ce point justement que nous aborderons dans la dernière partie de ce chapitre.

Tableau 5 : Synthèse des facteurs d'influence où les besoins naturels s'opposent aux contraintes environnementales

Facteurs d'influence		BESOINS « NATURELS » (satisfaction et performance)	CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES	
			Facteurs	implications
Organisation spatiale (Aménagement)		Espace bureau cellulaire ou individuel (avec une tolérance aux espaces collectifs ne dépassant pas 3 usagers occupants).	- Bureau collectif à plus de 9 usagers - Bureaux paysagers	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Problèmes de productivité.
Détails architectonique	Décor	Personnalisation et participation	Décors imposés	Insatisfaction
	Couleur	Tons neutres formant une base de personnalisation de l'espace	Tons de couleurs foncés avec effet psychologique notoire	Problèmes de performance
	Plante	Présence de plantes avec effet esthétique et sanitaire (absorbant fatigue, stress et meilleure IAQ)	Absence de plantes dans le bureau, ou vues de la fenêtre.	Risque d'insatisfaction Risque de problèmes de santé Risque de faible productivité
Confort thermique		Environnement thermique naturel, contrôlable à travers l'ouverture de fenêtre, avec supplément artificiel (chauffage ou refroidissement) individuellement contrôlable.	Environnement thermique hermétique et artificiel sans contrôle individuel.	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			Environnement thermique excessif (même naturel), trop froid ou trop chaud (effet de serre de façade vitrée par exemple)	Stress et insatisfaction Baisse de productivité
Confort acoustique		Privacité sonore et contrôle de bruit, portant information dans un espace cellulaire	Manque de privacité sonore, manque de contrôle par des bruits imprévisibles portant information, notamment dans les bureaux paysagers.	Insatisfaction Problèmes de santé (maux de tête, fatigue) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur		Proximité d'une fenêtre pour bénéficier d'une vue informative, sans gêne d'un ensoleillement direct excessif et avec dominance de paysage naturel → source de repos et de ressourcement.	Absence de vue (absence de fenêtre)	Insatisfaction Problèmes de santé psychologique (isolement et claustrophobie)
			Vue non-informative (sans mouvement ni activité extérieure)	Prédilection aux problèmes de santé physique (SBS) Manque de performance et productivité
Confort aéraulique		Aération naturelle avec ouverture pleine de la fenêtre, par l'utilisateur (contrôle du débit et quantité d'air selon les besoins du moment)	Aération artificielle hermétique, sans contrôle, avec faible entretien et maintenance et sans contrôle possible par l'utilisateur	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
			Aération mixte	
Confort visuel		Éclairage naturel suffisant et contrôlable avec une lumière du jour suffisante pour travailler et un ensoleillement court mais contrôlable	Éclairage artificiel unique	Insatisfaction
			Éclairage artificiel dominant	Problèmes de santé (baisse de vue, chronobiologie, vitamine D, ...)
			Éclairage fluorescent	Baisse de productivité Comportements d'adaptation

III- 5. Le cadre réglementaire à Alger

La qualité de l'environnement intérieur des espaces bureaux à Alger est une responsabilité partagée. Bien que l'architecte soit le producteur principal de tout espace, il doit être néanmoins guidé, orienté et encadré par une réglementation détaillée, en vue d'une production de qualité. A Alger, cette réglementation est tributaire d'un seul texte juridique, un décret exécutif datant de 1991 qui porte sur « **l'hygiène et la sécurité en milieu de travail** ». C'est dans ce texte que mention est faite de quelques composants du confort. Au delà, la sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public, notamment les édifices de bureaux, conditionne l'enveloppe par une ouverture obligatoire de baies jouant un rôle de désenfumage en cas d'incendie. Cela est heureusement obligatoire, permettant une aération naturelle même si minime.

Dans cette partie du chapitre, nous faisons le constat du degré d'implication du règlement dans l'IEQ des espaces bureaux et à quel point il peut guider les intervenants dans la production d'environnements de travail, à se rapprocher d'une haute qualité environnementale.

III- 5.1. La réglementation algérienne sur le confort et la santé des usagers

L'unique texte réglementaire qui peut se rapprocher de l'IEQ dans les espaces bureaux est le **Décret Exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991** (publié dans le Journal Officiel de la RADP du 23 janvier 1991), relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail. (JORADP, 1991)

Sur les sept pages où se développe ce décret (voir Annexe-E), le tableau 6 suivant retient les articles qui nous intéressent dans cette section.

Tableau 6 : Extraits du décret exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991 (JORADP, 1991, pp.63-70)

Titre	Section	Texte de l'article	Page									
I : Hygiène générale des locaux et de leurs dépendances	2 : Aération et assainissement des locaux	Art.6 -- Dans les locaux affectés au travail, l'aération doit avoir lieu soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente, soit par ventilation mixte et assurer un volume d'air minimal par occupant et ce, conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière. Art.8 – Des ouvertures donnant sur le dehors et assurant une aération et un éclairage naturel, doivent être aménagés pour les locaux fermés. (...). La surface des ouvertures doit être égale au moins au sixième de la surface du sol.	64									
	3 : ambiances et éléments de confort	Art.13 - Les locaux, emplacements de travail, zones de circulation, de manutention et autres installations doivent être éclairés, de façon à assurer le confort visuel et ne provoquer aucune affection oculaire. Pendant la présence des travailleurs sur les lieux de travail, les niveaux d'éclairement mesurés au plan de travail, ou à défaut au sol, doivent être au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après : <table><tr><th>Locaux affectés au travail et leurs dépendances</th><th>Valeurs minimales d'éclairement</th></tr><tr><td>Voies de circulation intérieure</td><td>40 lux</td></tr><tr><td>Escaliers et entrepôts</td><td>60 lux</td></tr><tr><td>Locaux de travail, vestiaires, sanitaires</td><td>120 lux</td></tr><tr><td>Locaux aveugles affectés à un travail permanent</td><td>200 lux</td></tr></table> L'éclairage artificiel doit être d'une intensité adaptée à la nature des travaux. Art.14 – L'organisme employeur prend, après avis des organes compétents, toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre le froid et les intempéries. Art.15 – Les organismes employeurs sont tenus de maintenir l'intensité des bruits supportés par les travailleurs à un niveau compatible avec leur santé par la réduction de l'intensité des bruits à leur source d'émission, l'isolement des ateliers bruyants, l'insonorisation des locaux ou la mise en œuvre de techniques ou de tous autres moyens appropriés et ce, conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière.	Locaux affectés au travail et leurs dépendances	Valeurs minimales d'éclairement	Voies de circulation intérieure	40 lux	Escaliers et entrepôts	60 lux	Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120 lux	Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux
Locaux affectés au travail et leurs dépendances	Valeurs minimales d'éclairement											
Voies de circulation intérieure	40 lux											
Escaliers et entrepôts	60 lux											
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120 lux											
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux											
IV : Vérifications périodiques et mesures	—	Art. 62 – Des visites, vérifications et entretiens périodiques doivent être prévus de façon particulière et selon les périodicités fixées par la réglementation en vigueur notamment dans les domaines suivants : 1°) – ambiance de travail et locaux de travail ;... 8°) Art.65 – les visites, vérification et entretiens doivent être effectués par un personnel habilité à cet effet, désigné par l'organisme employeur. Le recours aux organismes de contrôle technique aux personnes agréées à lieu dans les conditions fixées, par la réglementation en vigueur.	70									

Ce texte exécutif présente des carences à plusieurs niveaux. Au premier niveau, ce texte juridique concerne tous les locaux de travail confondus (« locaux affectés au travail »), usines, ateliers, bureaux, etc. Alors que dans le chapitre précédant, nous avons bien constaté la différence des exigences de l'espace de bureaux par rapport aux autres espaces,

notamment industriels. Cette carence noie des exigences plus détaillées et plus fines du travail en bureaux sous les exigences plus globales et plus génériques en milieu industriel. D'ailleurs sur les sept pages le long desquelles se développe ce décret, l'intérieur des bureaux n'est concerné que par quelques brefs articles relevés au tableau 6.

La seconde carence concerne le caractère général des recommandations qui peut laisser aux concepteurs une grande marge d'erreur, avec des conséquences non-négligeables sur le confort des usagers. Nous commençons par l'article 6 sur l'aération, où les ventilations naturelle, artificielle ou mixte, sont considérées de la même manière. Aucune mention n'est faite sur un type de ventilation à favoriser ou un autre à éviter et aucune précision n'est faite sur le mode « mixte » en permanence, par alternance etc.. Dans cet article, est recommandé un volume d'air minimal par occupant qui n'est pas précisé et nulle part ailleurs dans le décret, mais exigeant que ce volume soit conforme aux « normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière » ! Nous savons bien que cette réglementation concerne la ventilation mécanique et qu'elle est importée avec l'équipement importé. D'ailleurs en posant la question aux techniciens des équipements de confort dans des espaces bureaux, la réglementation appliquée est principalement allemande ou française. Donc une réglementation importée pour un confort importé « universel ». Nous avons cherché dans les textes réglementaire sur la ventilation mais en vain. Il existe un DTR thermique qui décrit les caractéristiques thermiques des matériaux mais qui ne décrit pas les ambiances thermiques des espaces de vie.

On pourrait dire que le « volume d'air par occupant » soit une donnée trop précise pour figurer dans un décret exécutif, mais l'article 13 stipule bien des valeurs minimales d'éclairement en lux (revoir tab.6). Le volume d'air est une donnée très importante qui, comme nous l'avons vu au chapitre 1, a fait couler beaucoup d'encre aux années 70 et 80, aux USA. Avec la crise énergétique et les mesures draconiennes de la politique d'économie d'énergie qui s'est imposée, la réduction du volume d'air a engendré des états de santé négatifs, d'inconfort et de baisse de productivité chez les usagers.

Quant à l'article 8, portant sur les ouvertures (revoir tab.6) qui doivent assurer aération et lumière naturelles, l'expression de « locaux fermés » n'est pas clairement définie. Est-ce que cela concerne tout espace construit ? ou bien un type précis d'espace ? Nous n'avons pas pu saisir la définition exacte mais si nous considérons tout espace intérieur comme étant un « local fermé », l'exigence est aux ouvertures donnant sur l'extérieur et assurant éclairage et aération naturelles. Cette exigence est en contradiction avec l'aération stipulée en article 6 qui accepte aléatoirement et au même piédestal tout type d'aération (!). Il est écrit dans cet article que la surface des ouvertures doit être au moins égale au 1/6 de la surface du sol. Un rapport qui ne s'explique pas plus : est-ce par rapport au débit d'air naturel ou par rapport à l'éclairage naturel ? Si c'est pour l'éclairage naturel, quelle forme, quelle hauteur et surtout quelle profondeur d'espace ne doit être dépassée ? Encore une fois l'article 8 tout comme l'article 6, sont théoriques et très générique, difficile d'en déduire une règle opérationnelle qui

assure un niveau de confort scientifique reconnu, proche des « besoins naturels » des usagers.

Concernant la section 3 de ce décret, portant sur les « ambiances et éléments de confort », les articles 13, 14 et 15 sont les plus proches de notre objet d'étude (revoir tab.6). Dans ce décret, la ventilation dispose d'une section spécifique autre (section 2) et précédant les autres éléments de confort que sont l'éclairage, la température et l'acoustique. Sur l'éclairage, un seul article (13) recommande un éclairage sain des espaces de travail, assurant confort visuel et ne provoquant aucune affection oculaire. Cette recommandation est très vague, ne définissant ni le confort visuel ni les affections oculaire possibles. De plus, les niveaux d'éclairement recommandés ne sont pas précisés de source naturelle ou artificielle. La valeur recommandée pour les locaux de travail est de 120 lux, une valeur minimale révolue et largement révisée, inférieure au seuil recommandé en littérature scientifique de 500 lux pour les espaces bureaux. Près de quatre fois la valeur recommandée dans le règlement algérien (!). Cela sans mention faite des valeurs de 2.500 lx et 10.000 lx, nécessaires pour la santé et le bien-être des usagers, comme développé en section (III-4.3.5) sur le confort visuel.

Dans cet article 13, l'unique mention sur l'éclairage artificiel concerne son intensité qui doit être « adaptée à la nature des travaux ». Le type d'éclairage, fluorescent, incandescent, économique, etc. et son apport par rapport à l'éclairage naturel ne sont pas mentionnés.

Quant au confort thermique, l'article 14 recommande les dispositions nécessaires contre le froid et les intempéries, sans mention précise sur la chaleur. L'installation du chauffage avec une évacuation des gaz de combustion est aussi mentionnée. Le refroidissement n'est pas pris en charge dans ce décret, laissant libre cours aux différentes installations possibles avec des températures de confort conformes probablement aux normes étrangères ("fixées par la réglementation en vigueur en la matière").

Enfin, sur le confort acoustique, l'article 15 est aussi vague que l'article 14, ne précisant aucun décibel minimal pour les espaces bureaux et renvoyant aux "normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière", qu'on ne retrouve pas dans les DTRs algériens. Un champ de manœuvre libre est encore une fois ouvert aux concepteurs, gestionnaires et propriétaires des espaces bureaux ; aux dépens des droits de confort, santé et satisfaction des usagers.

Ce constat négatif impose une révision impérative de la réglementation, détaillée et affinée selon les besoins des usagers, que ce soit à travers des DTRs algériens ou autres supports imposant un cadre juridique clair et précis qui contraint et guide les producteurs et gestionnaires de l'espace bureau, et assure aux usagers leur droit à un espace sain et confortable. Les écoles d'architecture devraient aussi s'impliquer à travers des recherches efficaces au sein des laboratoires et intégrer ces dimensions de santé et de bien-être dans le cursus de formation de l'étudiant en architecture.

Au-delà de l'absence de normes et recommandations détaillées et précises, au titre IV portant sur la « vérification périodique et mesures d'entretien », des « visites, vérifications et entretiens périodiques » sont prévus entre autres sur « l'ambiance de travail et locaux de travail » (voir tab...). Ces visites concernent particulièrement les équipements et dispositifs de confort et de sécurité, pas les usagers et leur état (!). Comme stipulé dans l'article 65, ces visites sont du ressort d'un personnel « habilité », des organismes de « contrôle technique » et des « personnes agréées ». Vu l'absence d'experts enquêteurs sur l'IEQ, l'absence d'une réglementation détaillée sur le confort et la santé des usagers ; mis à part les machines et les dispositifs, qui va contrôler quoi sur « l'ambiance de travail », mise en première position de la liste des thèmes des visites (?).

Le constat est alarmant, encore une fois, même le SBS reconnu par l'OMS au début des années 80 (revoir chap.II), n'existe pas dans les textes juridiques du code du travail pour protéger les usagers et contraindre les producteurs de l'espace à considérer la santé des usagers, surtout par rapport à une pollution intérieure.

III- 5.2. Une enveloppe non-hermétique grâce au « règlement de sécurité »

Nous avons consulté l'ouvrage édité en 1985 par la Direction Générale de la Protection Civile –DGPCS, sur « le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public » (Protection Civile, 1985). Dans cet ouvrage, les édifices de bureaux sont catégorisés sous : « **banques, administrations publiques et privées** » avec une codification en lettre « W ». Nous avons cherché le règlement qui contraint l'architecte dans le choix d'une enveloppe car suite à l'enquête exploratoire (chapitre suivant), il était clair qu'aucune enveloppe d'édifice de bureaux n'était hermétique et les techniciens et architectes de ces édifices ont asserté que la protection civile exigeait des fenêtres ou « baies » qui s'ouvrent pour intervention de sauvetage de l'extérieur et pour désenfumage de l'intérieur, en cas d'incendie.

En effet, dans les « dispositions générales communes à tous les établissements des types A à X, dans la section-I sur les « conditions d'implantation » du chapitre II (construction), le 4^{ème} paragraphe de l'article CO 2, stipule que : « à chaque étage en surélévation par rapport au sol extérieur leur largeur doit être conditionnée par la nécessité d'aménager des **baies permettant l'accès des secours et les sauvetages**. Le nombre et la dimension de ces baies sont déterminés par la commission de prévention et de protection civile en fonction de l'effectif des personnes accédant aux différents étages et des risques présentés. Ces **baies ne doivent jamais être obstruées par des grillages ou grilles fixes, des panneaux réclame, des tubes luminescents, etc..., susceptibles de gêner leur accès ou de les rendre dangereuses ...** » (Protection Civile, 1985, p. 26).

De l'extérieur il est donc clair que la contrainte sécuritaire exige des « baies » ou ouvertures accessibles depuis les façades extérieures pour des opérations de sauvetage en cas de sinistre. Cela implique l'impossibilité d'une façade hermétique car même si on peut comprendre que le verre est cassable pour intervenir sur une enveloppe hermétique, la fin de

ce paragraphe stipule qu'aucun obstacle gênant ou dangereux, comme pourrait l'être le verre cassé, ne doit entraver le sauvetage de l'extérieur. Surtout qu'aujourd'hui existe plusieurs sortes de verre : double, lamellé collé, sécurisé, etc. ; le casser serait tâche difficile.

D'autre part, un deuxième texte existe sur les dispositifs contre l'incendie mais de l'intérieur cette fois-ci. L'article CO 18 de la section-II sur « les mesures d'isolement », stipule que « pour **permettre l'évacuation des fumées en cas d'incendie, la partie haute des salles accessibles au public doit comporter une ou plusieurs ouvertures horizontales ou verticales, judicieusement placées, d'une surface totale au moins égale au 1/100 de la superficie de chaque salle mesurée en projection horizontale.** Ces ouvertures doivent communiquer avec l'extérieur, soit directement, soit par l'intermédiaire de gaines de même section, incombustibles et coupe-feu de degré ¼ d'heure. Les fenêtres, vasistas et soupiraux peuvent intervenir dans le calcul de ces surfaces » (Protection Civile, 1985, p. 33).

Ces deux contraintes combinées constituent une aubaine pour le besoin des usagers en termes d'aération naturelle, bien que comme nous le verrons dans les cas d'étude au chapitre suivant, le mode d'ouverture des fenêtres conditionne fortement la perception des usagers d'une aération naturelle suffisante ou pas. Comme dans le cas de l'immeuble de la SONATRACH à Hydra, les fenêtres s'ouvrent en étant poussées vers l'extérieur et se décalent du plan de la façade, en position verticale, de seulement 9cm vers l'extérieur (fig.41). Ces fenêtres conçues plutôt pour désenfumage que pour aération sont ouvertes à longueur de journée et durant toute l'année, dans plus de 70% des bureaux. Malgré cela, les usagers se plaignent d'une mauvaise aération et réclament un mode d'ouverture plus commun en vantaux pivotant sur arrête verticale, à la française, permettant de se retrouver à l'extérieur quand on se met à la fenêtre. (Chabane, 2006)



Figure 41 : Type d'ouverture de la fenêtre de désenfumage au siège de la SH (Chabane, 2006, p. 78)

Cette contrainte qui s'impose à la construction des édifices de bureaux, est de grande importance, se rapprochant, même si peu du besoin de l'utilisateur en termes d'aération naturelle et s'éloignant du concept de « *weatherproof building* ». Un concept qui constitue, selon nous, un non-sens, dans une ville au climat méditerranéen.

III- 5.3. Synthèse

Il est clair que le cadre réglementaire est très faible à Alger, très générique et global, bien loin de guider l'architecte dans une production architecturale avec exigence de qualité environnementale orientée vers le bien-être des usagers. Cela est plus fortement constaté en termes de « confort » et de « santé » où les recommandations sont génériques et dépassées. A ce jour, aucune actualisation des niveaux de tolérance n'a été effectuée, ni en fonction des besoins humains à l'égard des facteurs environnementaux artificiels, ni en fonction de

l'évolution de la recherche scientifique qui clame les besoins « naturels » de l'utilisateur. Un fossé impressionnant existe entre la réglementation et le marché de produits artificiels, en forte expansion !

Heureusement que la sécurité exige des fenêtres de désenfumage et une ouverture manuelle de ces fenêtres. Bien que dans la plupart des édifices de bureaux à Alger, l'ouverture de ces fenêtres à auvent ne réponde pas pleinement aux besoins d'aération, de vue vers l'extérieur ni de contact tactile avec l'extérieur ; mais c'est une soupape psychologique pour les usagers apaisant leur mal-être éventuel.

Ce constat est alarmant pour nous. La recherche universitaire est fortement absente devant une importation de concepts concrétisée par une commercialisation de produits industriels sans égard aux usagers. Une absence de recherche locale cumulée sur le bien-être des usagers dans des espaces qui existent depuis bien longtemps et qui tendent à se multiplier aujourd'hui et encore plus dans un futur proche. Face aussi au constat d'application technique de modes d'emploi d'équipements de confort importés, selon des normes étrangères dans des environnements fonctionnels locaux (!). L'urgence est au travail d'enquête et d'évaluation par des équipes pluridisciplinaires algériennes (architectes, sociologues, psychologues de l'environnement, anthropologues, ingénieurs du confort, ...) pour constituer une base de données et un cadre réglementaire, servant le bien-être des usagers, accessible à tous les intervenants dans la production des environnements de bureaux.

III- 6. Conclusion

A l'issue de ce chapitre, l'influence des facteurs physiques de l'environnement intérieur sur la santé et le bien-être des usagers, est clairement importante et ne peut être négligée ou inconnue par les intervenants dans la production et la gestion des espaces de travail. Au-delà de l'influence de la culture sur les besoins des usagers, des besoins « naturels » de base sont communs à toutes les populations, semble-t-il. Dès que les « besoins naturels » des usagers ne sont pas assouvis, les plaintes sont inévitables et l'IEQ ne peut être que remise en cause. La « santé » et la « productivité » constituent les principaux niveaux d'influence et sont fortement tributaires des facteurs physiques de l'environnement de travail. Sur ces influences, nous avons pu constater que la littérature scientifique abonde de connaissances parfois trop détaillées, remettant en cause un nombre très importants de produits, de composants et de configurations environnementales, loin d'assouvir les « besoins naturels » des usagers. La plupart des études environnementales se retrouvent alors à légitimer ou remettre en cause les configurations environnementales de leurs cas d'étude, en termes d'aménagement, de détails architectoniques et/ou de facteurs d'ambiance. Bien qu'influents sur la santé physique des usagers, l'aménagement et le décor ont tendance à influencer beaucoup plus la santé mentale des usagers avec des conséquences importantes sur la productivité. Quant aux facteurs d'ambiance et particulièrement la qualité de l'air intérieur et l'éclairage, leur influence sur la santé physique est dominante. Quelque soient les facteurs ou leurs combinaisons, les raisons et les voies d'influence sont très nombreuses, au nombre de configurations environnementales possibles.

Finalement la satisfaction de l'utilisateur est fortement conditionnée par sa proximité à l'enveloppe et la perméabilité de cette dernière. Dans les plans profonds, les usagers éloignés des façades ne peuvent être que moins satisfaits que dans les plans peu profonds, offrant de manière égalitaire un accès à l'environnement extérieur à travers les fenêtres et plus cet extérieur est informatif et animé, plus il est satisfaisant. Bref, une panoplie de conditions ambiantales et spatiales imbriquées, qui conditionnent le bien-être des usagers avec une proximité nécessaire de l'enveloppe extérieure pour un confort minimal de l'utilisateur.

Chez les usagers, connaître ces influences c'est avoir le droit de réclamer une meilleure IEQ. Mais trop de détails connus, peuvent aussi engendrer un sentiment de doute et d'insécurité permanents, même si les besoins naturels sont assouvis. C'est pourquoi nous estimons que le degré de connaissance optimal incombe plutôt aux producteurs de l'espace de travail et ses gestionnaires. De par leur degré de connaissance, ils protégeraient les usagers de différentes influences négatives possibles et répondraient à leurs besoins naturels, durant le cycle de vie d'un édifice.

Malheureusement, dans notre contexte local à Alger, nous avons constaté que mis à part l'aspect sécuritaire, le cadre réglementaire portant sur la santé et le confort des usagers est bien loin de servir l'IEQ. Cela ne peut aider les professionnels du bâtiment, et particulièrement l'architecte dans son exercice en vue de produire des environnements

intérieurs de qualité, ceci d'une part. D'autre part, ce vide réglementaire ne peut que nuire aux usagers, victimes de méconnaissances chez les professionnels et de consommation non-avertie de produits et équipements industriels importés. Une technicité quantitative dominante sous laquelle se perd l'IEQ.

A l'issue de ce chapitre, nous nous interrogeons sur l'état de l'IEQ au niveau des espaces bureaux à Alger. A travers une enquête, nous aspirons à sonder le niveau de bien-être des usagers, dans différentes configurations spatiales et selon différentes formules de confort intérieur. Pour cela, nous avons abordé un échantillon de huit édifices de bureaux, variant entre administration étatique et entreprises privées, où nous avons mené une enquête exploratoire avec visite, observation, détails techniques et entretiens avec les usagers. Le chapitre suivant détaille les étapes de cette enquête et présente les résultats et recommandations aboutis.

Chapitre quatrième :

IV - État de l'IEQ dans les édifices de bureaux à Alger, enquête sur terrain

IV- 1.Introduction

L'enquête présentée dans ce chapitre concerne un échantillon de huit édifices de bureaux à Alger. Cette enquête nous permet d'évaluer le niveau de qualité environnementale intérieure -IEQ, en référence aux besoins « naturels » reconnus par la recherche scientifiques. Elle nous permet aussi de tirer des recommandations opérationnelles pour les architectes concepteurs, en fonction de la configuration spatiale des édifices abordés.

Pour mener cette enquête, nous avons opté pour la méthode d'évaluation environnementale comme étude de terrain, car nous aspirons à ce qu'elle permette d'intégrer ses résultats dans la planification et la conception de futurs environnements de travail. Elle implique une démarche de nature cyclique, constituant à la fois le début et la fin du processus de production architecturale d'un édifice de bureaux comme le montre la figure 42. Ses résultats ne servent pas uniquement chaque cas individuellement mais servent aussi à une échelle plus importante à réduire l'écart entre la définition des concepteurs et celle des usagers, sur la haute qualité environnementale intérieure à réaliser. (Behloul, 1991; Fischer G. , 1997; Fischer & Vischer, 1997)

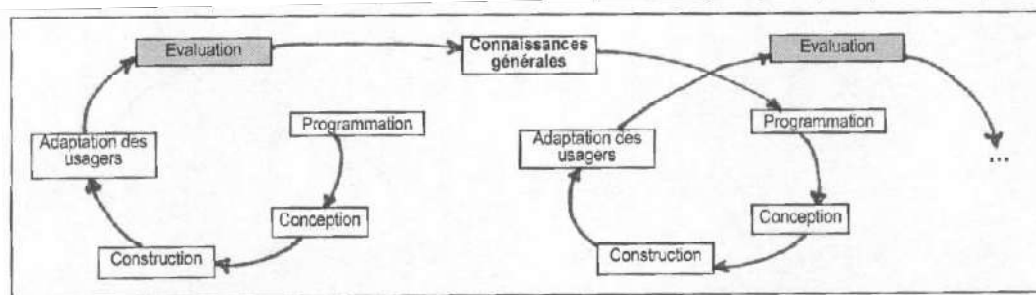


Figure 42 : L'évaluation dans le processus de conception (Zeisel [1975], cité dans (Behloul, 1991, p. 11)).

L'objectif de cette enquête est d'explorer les tendances architecturales actuelles et d'évaluer, même de manière générique, la qualité environnementale intérieure des édifices enquêtés à travers les caractéristiques de l'édifice et son fonctionnement ainsi que des entretiens auprès des usagers. Le corpus de connaissances cumulé dans le chapitre précédant constitue les références de cette évaluation. Les résultats varient d'un édifice à un autre mais révèlent dans l'ensemble un inconfort physique à explorer davantage par des enquêtes plus poussées.

IV- 2.Déroulement de l'enquête exploratoire

IV- 2.1. Méthode adoptée

Nous avons opté pour l'**évaluation post-installation** plus connue sous son nom anglais d'origine *Post Occupancy Evaluation –POE*. Notre objectif est d'évaluer la qualité vécue des espaces à travers divers facteurs caractérisant chaque environnement et à travers

les réponses de jugement des employés (Fischer G. , 1997). La POE sert généralement trois objectifs que Behloul résume comme suit (1991):

1. Relever des problèmes de qualité environnementale dans un édifice d'étude où le chercheur œuvre à découvrir les causes et à suggérer des solutions à un lot particulier de problèmes, une sorte de diagnostic dont les résultats appliqués constituent une forme de traitement (*feed-back*) ;
2. l'étude d'un ou plusieurs environnements, focalisée sur des aspects physiques déterminés, pour servir la conception d'un nouvel édifice (*feed-in*);
3. la comparaison des résultats, spécifiques au contexte environnemental particulier à chaque étude, qui permet de formuler l'information générale et spécifique applicable à la construction de nouveaux environnements (*feed-forward*).

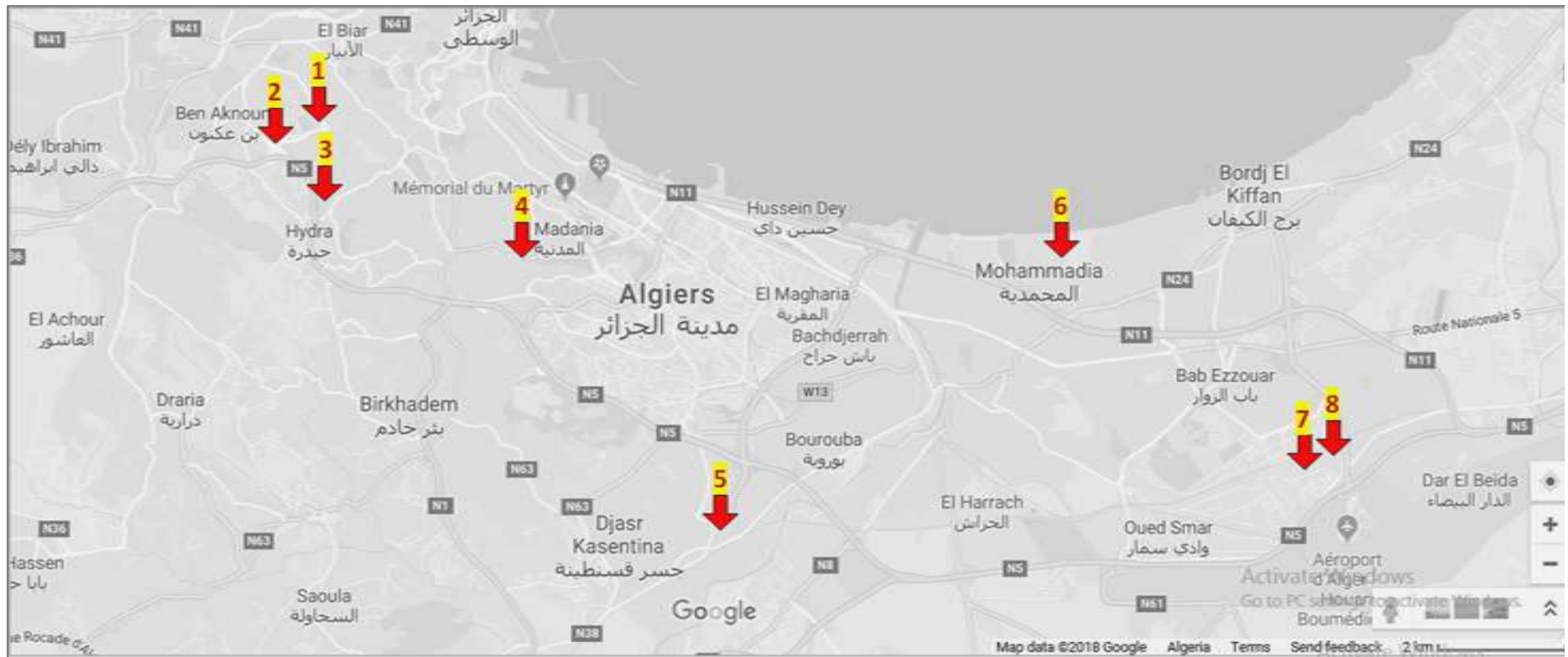
Ces trois objectifs réunis nous semblent justifier l'adoption de cette méthode dans notre approche environnementale des espaces bureaux à Alger. L'application de l'évaluation post-installation, revoie souvent à un modèle de référence développé par Preiser et White [1988]⁷¹ qui ont proposé une structure à trois niveaux, graduellement complexes, en fonction des objectifs de l'étude, de la disponibilité des ressources, de la durée et des moyens d'étude. Il s'agit du **niveau indicateur**, le **niveau investigateur**, et le **niveau diagnostic**. Au niveau **indicateur**, l'évaluation est conduite de manière à détecter rapidement les points forts et faibles du projet architectural, à la suite d'un examen des caractéristiques de l'édifice, des entretiens avec les techniciens et gestionnaires, des entretiens avec les occupants et l'observation. A l'issue de ce premier niveau, les points de conflit qui ont été relevés, nécessitent un examen plus approfondi, que ce soit en termes de composants physiques ou de réponses des occupants. Cet examen approfondi s'opère au niveau **investigateur**, où l'évaluation est plus longue et exige plus de ressources. Elle nécessite des critères d'évaluation objectifs et explicites, établis préalablement au déroulement de l'enquête. Enfin, le niveau **diagnostic** est un niveau opérationnel qui permet de dégager des recommandations et des solutions aux problèmes relevés, propres à chaque cas d'étude abordé. (Behloul, 1991; Fischer G. , 1997; Fischer & Vischer, 1997)

Notre niveau d'évaluation dans cette étude s'arrête au premier **niveau indicateur**, abordant un échantillon de huit édifices et nous permettant de détecter les potentialités et les faiblesses de chaque cas à part et d'effectuer un comparatif entre les huit cas pour en dégager les problèmes à éviter et les recommandations à apporter, en vue d'une conception plus proche de la haute qualité environnementale intérieure des espaces bureaux, centrée sur l'usager et ses besoins.

⁷¹ Cité dans : Behloul (1991, p. 16) ; Fischer (1997, p. 142) ; Vischer et Fischer (1997, p. 133).

IV- 2.2. Échantillon

Notre choix des édifices de bureaux a été porté sur les institutions publiques et privées car, comme nous l'avons abordé ad-hoc, la satisfaction à l'égard du travail n'est pas tributaire que de l'environnement physique mais de plusieurs autres paramètres dont le salaire, le statut, etc. Compter les édifices d'entreprises privées parmi l'échantillon peut présenter un biais, particulièrement dans l'expression des usagers ; mais les caractéristiques de l'édifice restent un créneau important d'évaluation qui contribue à cerner la tendance architecturale actuelle, ses potentialités et ses faiblesses. C'est pourquoi nous n'avons pas voulu écarter les édifices privés. La démarche suivie a été conventionnelle à travers une demande exprimant notre motivation (Annexe-F1) et jointe du formulaire des caractéristiques de l'édifice et de l'entretien avec les usagers (Annexe-F2/F3), ainsi que le certificat de scolarité et la lettre d'introduction de l'EPAU (déposée auprès de chaque institution visée). Des prises de rendez-vous se sont faites sur place, par email ou par téléphone et dans d'autres cas des appels téléphoniques étaient nécessaires pour connaître la réponse à la demande. Certaines demandes déposées en février 2015 n'ont pas eu de réponse (Algérie-post à Bab-Ezzouar). Bref, quelques petites péripéties au bout desquelles nous avons réussi à constituer un échantillon bien loin d'être exhaustif mais qui vaut le détour. Ces édifices sont situés dans des quartiers différents d'Alger, les établissements publics sont les plus proches du centre-ville et les privés sont les plus éloignés, comme le figure la carte géographique suivante (fig.43).



- 1 : Ministère de l'énergie**, Chemin de val d'Hydra, Ben Aknoun, 16028
- 2 : Ministère des finances**, Immeuble Ahmed Francis, Ben Aknoun , 16306
- 3 : Siège SONATRACH**, Djenane El Malik, Hydra, 16035
- 4 : Ministère de la communication**, 3, avenue des Frères Bouaddou, Bir Mourad Raïs, 16013

- 5 : Immeuble GRTE**, Route nationale N 38, Gue de Constantine, Immeuble des 500 bureaux, 160
- 6 : Tour ABC**, Pins Maritimes, Mohammadia, 16058
- 7 : Tour CMA-CGM**, quartier des affaires, bab ezzouar, 16024
- 8 : ATM-Mobilis**, quartier des affaires, bab ezzouar, 16024

Figure 43 : Situation géographique des édifices de l'échantillon d'enquête (fond de carte : source Internet n°18)

Le tableau 7-a présente l'échantillon des édifices enquêtés avec leur caractère (administratif ou lucratif), leur statut (étatique ou privé), l'année d'occupation et le nombre d'entreprises occupantes ou locataires.

Tableau 7-a : Caractéristiques de l'échantillon d'édifices étudiés

<i>Nom de l'édifice</i>	<i>Caractère</i>	<i>Statut</i>	<i>Année l'occup.</i>	<i>Entreprises Occupantes</i>
Ministère de l'énergie	Administratif	Étatique	2006	Unique
Ministère des finances	Administratif	Étatique	2003	Unique
Siège de la SONATRACH	Lucratif	Étatique	1999	Unique
Ministère de la communication	Administratif	Étatique	2004	Unique
GRTE - SONELGAZ	Lucratif	Étatique	2006	Unique
Algeria Business Center	Lucratifs	Privés	2005	Multiple
CMA-CGM Algérie	Lucratifs	Privés	2001	Multiple
Siège social d'ATM Mobilis	Lucratif	Étatique	2011	Unique

La **SONATRACH** est la "Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures", une entreprise publique algérienne créée en 1963. Première compagnie d'hydrocarbures en Afrique.

Algérie Télécom Mobile ou **ATM-Mobilis** est une filiale d'Algérie Télécom, créée en 2003. Elle est l'un des trois grands opérateurs mobiles en Algérie.

La **GRTE** est le Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Électricité, une filiale de la Société Nationale d'électricité et de Gaz (Groupe SONELGAZ), créée en 2004.

La **CMA-CGM** est la première compagnie française d'affrètement maritime, troisième leader mondial. Issue d'une fusion aux années 90 entre deux compagnies internationales : « Compagnie Maritime d'Affrètement –CMA » et la « Compagnie Générale Maritime –CGM ». La tour CMA-CGM à Bab-Ezzouar est la propriété privée de l'entreprise.

La tour **Algeria Business Center -ABC** (ou Algerian Business Center) est un bien immobilier privé multi-locataire, abritant des représentations d'entreprises étrangères. Cette tour fait partie d'un grand projet d'aménagement d'un quartier d'affaire et de loisirs en cours de construction sur la baie d'Alger à El-Mohammadia, nommé « Alger-médina ». Une propriété de la société mixte algéro-coréenne « Daewoo Algerie Hotellerie Loisirs et Immobiliers –DAHLI ».

IV- 2.3. Outils et conditions d'enquête

Trois sources de données ont été la base de notre évaluation de l'échantillon des édifices enquêtés : les caractéristiques collectées à l'issu d'entretiens avec le gestionnaire ou l'architecte de l'entreprise, selon la disponibilité ; notre observation ; et l'expression des usagers sur leur état de satisfaction à l'égard de l'environnement en question.

Les caractéristiques de chaque édifice visité ont été collectées à travers un formulaire (Voir Annexe-F2) développé en huit volets, complété par des notes personnelles issues d'observations in-situ :

- a) **Identification** (BET, suivi, entreprise de réalisation, année d'occupation, alentours urbains, nombre d'étages, forme de plan, profondeur de plan, type d'enveloppe, style d'architecture, espaces annexes, ...)
- b) **Entreprise occupante** (nombre, caractère, capacité d'emploi, support de travail, ...)
- c) **Configuration spatiale** (dominance de l'aménagement, densité, espaces loisirs, ...)
- d) **Caractéristiques de l'enveloppe** (teinte, insonorisation, ouverture des fenêtres, ...)
- e) **Équipements de confort** (*HVAC system*, chauffage, refroidissement, éclairage)
- f) **Plaintes enregistrées des occupants** (santé, confort, privacité, charge de travail,...)
- g) **Décoration et mobilier** (responsable du choix, produit d'importation/local)
- h) **Médecin du travail** (plaintes enregistrées)

Concernant l'expression des usagers, elle a été collectée à travers des **entretiens exploratoires** auprès d'un échantillon aléatoire variant entre 09 et 20 répondants équitablement réparti entre hommes et femmes. L'entretien était composé de quatre questions ouvertes (voir annexe-F3) et le choix de l'échantillon était une disposition de convenance, basé sur leur disponibilité et leur acceptation de participer à l'enquête, guidée par les gestionnaires ou au gré de nos déplacements dans l'édifice en essayant lorsque les conditions le permettaient de varier les étages et les emplacements des bureaux. Les questions de l'entretien ont porté sur : **la perception globale de l'utilisateur de son édifice** (comment vous sentez-vous dans cet immeuble ?) ; **les facteurs les moins favorables à leur travail** (quel est l'aspect le plus négatif dans votre espace de travail ?) ; **les facteurs les plus favorables à leur travail** (quel est l'aspect le plus positif dans votre espace de travail ?) ; **les changements souhaités** (décrire le bureau idéal ou quel changement effectuer pour améliorer l'espace actuel ?).

La première question nous permet de **relever l'impression générale de l'utilisateur à l'échelle de tout l'édifice**. L'impression négative est souvent difficile car semble nécessiter chez l'utilisateur le besoin de la justifier et le choix du qualificatif n'est pas toujours aisé (« très gêné », « gêné », « pas bien », ...) ; alors que l'impression positive (« bien », « à l'aise », « très à l'aise », ...) n'est souvent pas justifiée. La seconde question permet **d'identifier le type de problèmes, source d'inconfort ou d'insatisfaction chez les usagers** : des problèmes liés à l'environnement physique (aménagement, décoration, aération, acoustique, ...), ou des problèmes liés à l'environnement socioprofessionnel (statut, salaire, hiérarchie, charge du travail, relations avec collègues, ...). La troisième question permet **d'identifier le type de qualités perçues de satisfaction** : liés à l'environnement physique ou pas. Enfin, la dernière question permet **d'identifier ce qui manque à l'utilisateur** dans son environnement de travail.

Cette enquête exploratoire s'est déroulée entre le mois de janvier et octobre 2015. Dans certains cas, nous avons réussi à effectuer notre enquête le premier jour d'accès à l'édifice (ministère de la communication, de l'énergie et des finances, ainsi que la Tour ABC).

Pour les autres cas, des RDV ont été fixés selon notre disponibilité ou celle de nos interlocuteurs (ATM-Mobilis au mois de mars, GRTE-Sonelgaz au mois d'août). Le temps de déroulement de l'enquête ne dépassait pas une journée, avec un retour possible si certaines informations étaient incomplètes, nécessitant la disponibilité de l'architecte, ou l'ingénieur du confort ou du médecin de travail.

IV- 2.4. Traitement des données

Ayant retenu du chapitre précédant que la proximité des postes de travail des fenêtres sur façade est un « besoin naturel » clé ; l'IEQ est donc fortement conditionnée par la configuration spatiale des édifices de bureaux (profondeur de plan, atriums, patios, etc.). C'est pourquoi nous avons groupé les édifices de l'échantillon par affinités de configuration spatiale sous trois catégories clés que sont : **les édifices à patio, les édifices linéaires et les édifices à noyau de services**. La qualité environnementale a été évaluée dans chaque édifice de manière indépendante. Puis, en synthèse, une analyse comparative en tableau nous permet de relever les tendances positives et négatives dans tous les édifices, en fixant à chaque fois la variable qui nous intéresse (confort acoustique, confort visuel, ...).

Au vu de l'état générique, non-détaillé et non-actualisé, du cadre réglementaire algérien sur la santé et le confort des usagers ; nous optons pour la synthèse des besoins « naturels » des usagers, issue de la recherche bibliographique (revoir tab.5), comme référence d'évaluation des édifices abordés. Comprendre à quel degré les environnements étudiés répondent ou pas aux besoins « naturels » des usagers.

Le caractère exploratoire de cette enquête, rend toute information collectée une donnée pertinente, indépendamment de sa fréquence de citation par les usagers.

Pour chaque édifice, les données sont structurées en trois tableaux. Le premier tableau concerne les caractéristiques de l'édifice et de son environnement intérieur. Le second tableau est la mesure du degré de réponse de cet environnement intérieur aux besoins « naturels » de l'utilisateur et enfin le dernier tableau résume les réponses des usagers aux entretiens exploratoires effectués. Une synthèse pour chaque catégorie d'édifices, résume les tendances positives et négatives en proposant quelques recommandations.

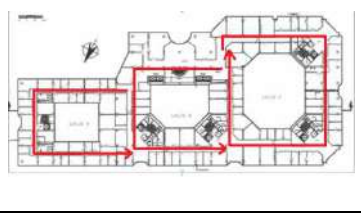
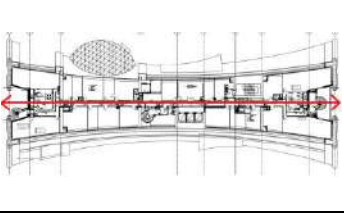
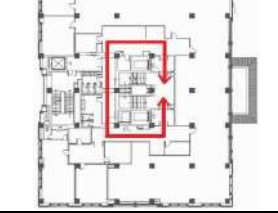
IV- 3. Analyse des données

Dans cette section, nous abordons les édifices un à un. Au vu de l'importance de l'influence des facteurs physiques qui s'est dégagée de la littérature scientifique sur les « besoins naturels » des usagers des espaces bureaux, que ce soit en termes de contrôle de l'environnement ambiantal (aération, éclairage, température, acoustique, et la vue vers l'extérieur), de contrôle du territoire socioprofessionnel (privacité, confidentialité etc.), ainsi que des besoins universels de facteurs environnementaux naturels (en termes d'aération, d'éclairage et de température).

Les données d'analyse sont structurées selon les trois configurations de plan (voir tab.7-b) : édifices à patios avec une surface plus importante d'enveloppe donnant directement

sur l'extérieur ou vers des patios intérieurs à ciel ouvert. Des édifices linéaires où l'é étroitesse du plan suggère une circulation centrale linéaire et des espaces bureaux répartis sur les façades extérieures. Enfin, des édifices à noyau de services où les espaces bureaux sont répartis sur la périphérie et le centre du plan contient les locaux techniques d'entretien et de gestion. Nous verrons à travers ces trois catégories, les potentialités et carences de chaque édifice puis de chaque configuration de plan.

Tableau 7-b : Les trois configurations de plan abordées.

Édifice à patios	Édifice linéaire	Édifice à noyau central
		
Plan du siège de la SH	Plan de l'ATM-Mobilis	Plan du ministère de l'énergie

IV- 3.1. Édifices à patios

Ce type de configuration spatiale engendre deux types d'espaces de travail : des bureaux périphériques donnant sur façades extérieures et des bureaux centraux donnant sur les patios. Selon le traitement de l'enveloppe, les proportions des patios et leur aménagement, le degré de pénétration de l'ensoleillement et de la lumière du jour, le confort et la satisfaction des usagers change dans ces bureaux centraux. Dans cette catégorie sont compris : l'immeuble de la SONATRACH et le Ministère des finances.

IV- 3.1.1. Édifice du Ministère des finances

Le siège du ministère des finances, situé au quartier de Ben-Aknoune, se développe en deux anneaux concentriques pleins, joints par des passerelles, engendrant un patio central circulaire et des patios intermédiaires entre les deux anneaux (fig.44). La composition volumétrique de ces deux anneaux est différente : le grand anneau extérieur est composé de plusieurs volumes à hauteurs différentes, plus importantes que la hauteur du volume de l'anneau intérieur, sauf au niveau de l'entrée principale (fig.44).



Figure 44 : Vues sur le siège du Ministère des finances

Ces deux anneaux pleins concentrent les espaces bureaux, majoritairement cellulaires sur les deux périphéries de chaque anneau avec une circulation en boucle desservant les bureaux (fig.45). Trois types de bureaux se distinguent alors : des bureaux situés sur la périphérie extérieure du grand anneau, sur les façades extérieures de l'édifice ; des bureaux sur les patios intermédiaires entre les deux anneaux (périphérie intérieure du grand anneau et périphérie extérieure du petit anneau) ; et enfin des bureaux centraux sur le patio central (périphérie intérieure du petit anneau) (fig.45). Les bureaux de la périphérie intérieure du grand anneau, situés en hauteur, peuvent bénéficier d'une vue extérieure, dégagée vers l'entrée principale de l'édifice et bénéficient aussi de plus de lumière naturelle et d'ensoleillement que les bureaux plus bas ou les autres bureaux sur patios.

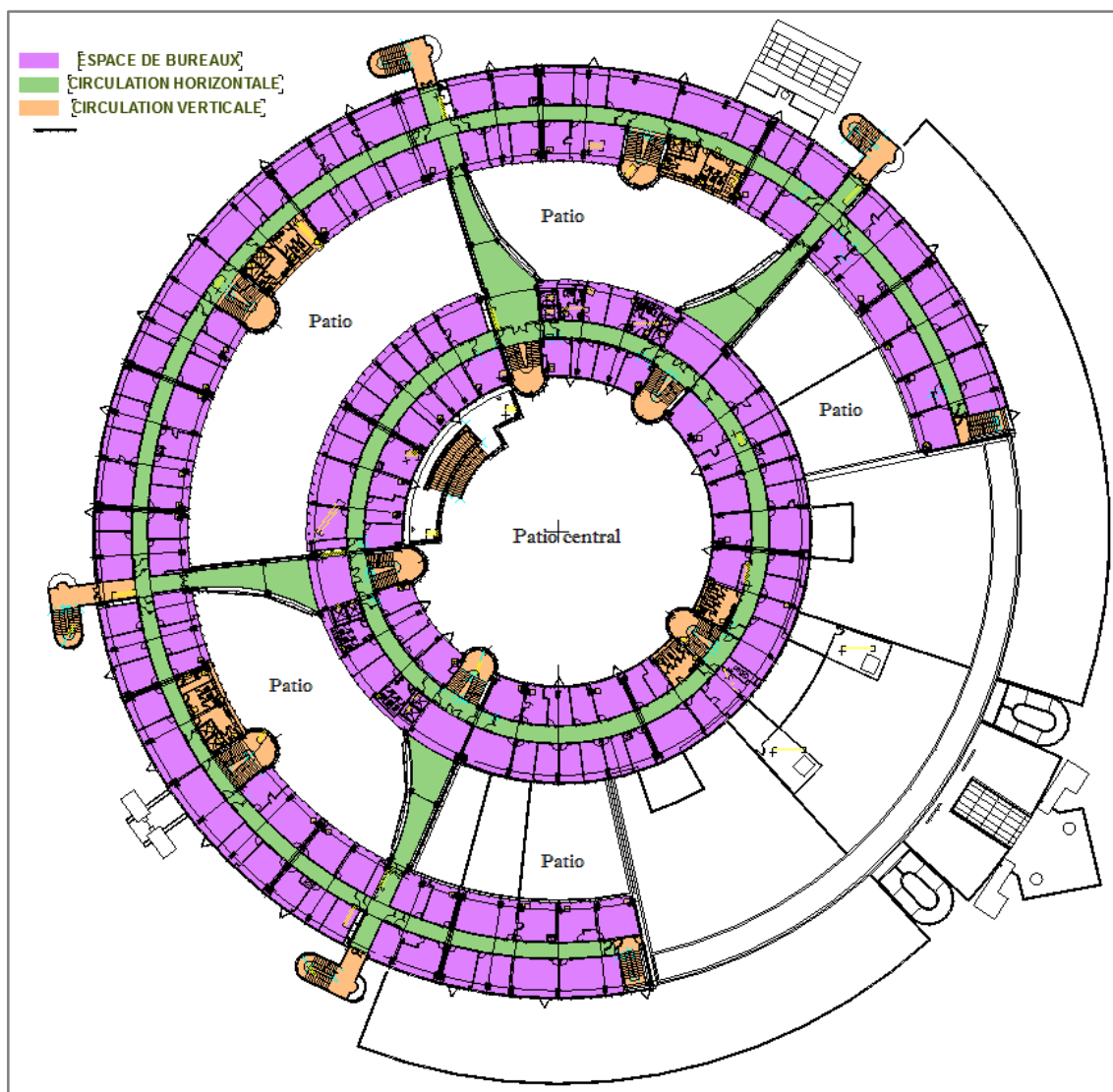


Figure 45 : Plan du 6^{ème} étage du siège du Ministère des finances (source : Service technique du Ministère des finances)

Les caractéristiques de cet édifice, sont présentées dans le tableau suivant. Ils concernent la réalisation du projet (BET, enveloppe, etc.), la volumétrie, l'enveloppe, la configuration spatiale, etc. (tab.8).

Tableau 8 : Caractéristiques du Ministère des finances

Entreprise occupante		Réalisation	
Institution publique à caractère administratif Entreprise occupante : unique Nbr. appx. d'employés : 3000 Travail sur mico+papier Télétravail : 0%		– BET Conception : National (BEREG) – Suivi de chantier : canadien –SNC Lavalin – Entreprise de réalisation : Égyptienne – Age d'occupation : depuis 2003 – Bâtiment intelligent – Style d'architecture : moderne Enveloppe : mur-rideau de verre importé	
Volumétrie	– Volume cylindrique à patio central et patios intermédiaires – Plan en « O » impliquant plusieurs circulations giratoires concentriques et des patios intermédiaires. – Hauteur : R+11 – Alentours peu construits. – Annexes : cantine, parking en sous-sol, médecin du travail surplace.	 Vue sur façade ouest de l'édifice*	
	– Conçue hermétique – Fenêtres de désenfumage avec ouverture à auvent – Teinte du Vitrage : extérieur réfléchissant bleu – Même teinte sur toutes les façades, internes et externes. – Vitrage insonorisant – Absence de brise-soleil sur façade – Rideau intérieur californiens en tissu	 Vue sur un des patios*	 Ouvertures à auvent*
onfig. Spat.	– Aménagement en bureaux cloisonnés (3 occupants en moy./ bureau) – Cloisons en préfabriqué – Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection, conférence) – Espace de détente ou loisirs : cafétéria		
Plaintes des usagers		Équipements de confort	Décoration
– Problèmes d'inconfort – Problèmes de santé – Insatisfaction / sentiment d'enfermement		– HVAC system centralisé – Aérations artificielle permanente – Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par usager – Éclairage fluorescent allumable (1 luminaire = 4 lampes à néon avec réflecteur) – Absence d'éclairage d'appoint.	– Mobilier importé marquant le statut des usagers : choix du M. d'ouvrage. – Couleurs neutres (blanc, gris, couleurs aux tons neutres au sol ...) – Personnalisation de l'espace

* Source Internet n° 21.

Dans un premier temps, nous superposons les caractéristiques qui nous intéressent liés à l'influence de l'environnement physique sur l'IEQ ; sur le tableau de synthèse de la littérature scientifique correspondant aux besoins « naturels » des usagers (revoir tab.5), ainsi que les éléments insatisfaisants, nocifs pour la santé ou perturbant la performance des usagers. Nous obtenons le tableau 9 qui annonce déjà plusieurs contraintes environnementales, particulièrement au niveau ambiantal.

Tableau 9 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du Ministère des finances

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	Implications attendues
Détails architectoniques	Organisation spatiale (Aménagement)	Espaces bureaux à dominance cellulaires et collectifs (plus ou moins 3 occupants par espace).	Aucune	Satisfaction à l'égard de ces deux facteurs
	Décor	Personnalisation et participation		
	Couleur	Tons neutres		
	Plante	Présence de plantes autour de l'édifice, dans les patios et au gré des usagers, dans leur espace de travail.		
Confort thermique		Chauffage et refroidissement saisonniers réglable par les usagers	Environnement thermique saisonnier centralisé	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
		Ouverture autorisée de fenêtres à auvent → petite ouverture	Environnement thermique excessif trop froid par centralisation du HVAC system ou trop chaud (effet de serre de façades vitrées directement exposées au soleil)	Stress et insatisfaction Baisse de productivité
Confort acoustique		Privacité sonore et contrôle de bruit, portant information dans un espace cellulaire	-----.	Satisfaction acoustique
Vue vers l'extérieur		Bureaux périphériques, bénéficiant de vue informative, peu profonde dans les étages inférieurs et qui a tendance à devenir plus profonde en hauteur	Cas de bureaux sans fenêtre et sans vue	Insatisfaction Problèmes de santé psychologique (isolement et claustrophobie) Prédisposition aux problèmes de santé physique (SBS) Manque de performance et productivité
			Bureaux sur patios avec Vue peu-informative, selon le patio (patio central équipé d'une cafétéria, de banc et d'espaces plantés/ patios secondaires très peu fréquentés) mur-rideau de verre réfléchissant, atténuant l'éclairage naturel dans ces patios	
Confort aéraulique		-----	Aération artificielle sans contrôle possible par l'utilisateur	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
			Aération mixte par petite ouverture de fenêtre de désenfumage.	
Confort visuel		-----	Éclairage artificiel unique dans certains bureaux	Insatisfaction Problèmes de santé (baisse de vue, chronobiologie, vitamine D, ...) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
			Éclairage artificiel permanent dans les bureaux centraux et éclairage naturel insuffisant dans les bureaux périphériques à cause de la teinte du vitrage ou de l'ensoleillement directe à éviter	
			Éclairage fluorescent	

Dans ce cas d'étude, le choix du concepteur semble s'être rapproché beaucoup plus des besoins économiques et industriels du marché, des besoins esthétiques d'image et de notoriété ; que des besoins « naturels » des usagers. Les points positifs de la qualité intérieure du projet touchent l'organisation spatiale en bureaux à dominance cloisonnés, individuels et collectifs avec un taux de densité en majorité acceptable (3 usagers par bureau,

en moyenne). Le second point positif concerne les détails architectoniques où la personnalisation de l'espace n'est pas inhibée par des décors imposants mais plutôt par des couleurs aux tons clairs et neutres, ainsi qu'un mobilier, bien que marquant le statut de l'utilisateur (beige pour les cadres supérieurs et gris pour les statuts inférieurs), il est dans les tons neutres permettant libre choix aux usagers de le personnaliser. Autre point positif est le confort acoustique, malgré les cloisons préfabriquées. Le besoin de privacité sonore semble assouvi, du moins entre bureaux. Bien-entendu, dans les bureaux collectifs à forte densité, le confort acoustique doit diminuer. Un autre point positif semble concerner une partie des usagers, ceux occupant les bureaux périphériques, avec vue sur l'extérieur environnant. Les plus satisfaits sont ceux dont les bureaux sont les plus hauts placés et les moins satisfaits sont les plus bas placés, car la vue est de plus en plus informative et panoramique en hauteur. Ce n'est pas le cas dans les autres bureaux centraux comme nous le verrons dans les points négatifs. Un dernier point positif concerne l'ouverture même petite de la fenêtre de désenfumage en projection, autorisée dans l'immeuble. Cette fenêtre constitue une faible source de régulation thermique naturelle, en supplément au conditionnement thermique artificiel.

Quant aux points négatifs, ils concernent essentiellement les facteurs ambiantaux comme l'inconfort thermique, la vue vers les patios ou les bureaux sans vue, l'inconfort aérodynamique et l'inconfort visuel. L'ambiance thermique est conçue et opérationnelle artificiellement à travers le *HVAC system* et bien qu'elle soit réglable au niveau de chaque espace bureaux en termes de débit, sa dominance dans l'environnement et la régulation thermique naturelle très faible et mise au second plan ; rend l'artificielle insatisfaisante et source potentielle de problèmes de santé et de baisse de productivité.

La vue vers l'extérieur à partir des bureaux centraux est très peu informative et le patio assombri par l'usage du verre bleu du mur-rideau réfléchissant, rend la vue déplaisante particulièrement dans les premiers étages et peut-être un peu mieux dans les étages supérieurs où l'utilisateur peut percevoir le ciel et quelques rayons du soleil. Dans d'autres bureaux plus rares, la fenêtre n'existe pas. Ces derniers représentent la pire configuration spatiale, source d'insatisfaction, de problèmes de santé et de manque de productivité.

Concernant l'ambiance aérodynamique, le fait que l'aération naturelle ne soit pas source principale d'aération par ouverture pleine de la fenêtre, l'insatisfaction est plus que prévisible. Dans cet édifice l'aération naturelle par petite ouverture de fenêtre de désenfumage est un supplément non sans conséquences sur les dépenses énergétiques de l'immeuble. L'aération artificielle par le *HVAC system* est l'aération principale et qui n'est pas réglable par l'utilisateur. Elle est donc source potentielle de problèmes de santé (SBS) et de faible productivité comme cela se confirmera dans le témoignage des usagers.

Concernant le confort visuel, deux catégories d'espaces bureaux existent : les bureaux périphériques pouvant bénéficier d'un éclairage naturel mais pas toujours suffisant car fortement réduit par la teinte du vitrage ; les bureaux périphériques exposés au soleil où les usagers se protègent par les rideaux intérieurs californiens diminuant le niveau de lumière naturelle ; et les bureaux centraux bénéficiant d'un éclairage naturel insuffisant absorbé par la

couleur foncée du mur-rideau. Encore pire dans les bureaux sans fenêtre où l'éclairage artificiel est l'unique source. Dans ces quatre cas de figure, le recours à l'éclairage artificiel est la solution pour travailler mais c'est malheureusement un éclairage fluorescent avec tous les risques qu'il présente sur la santé. Cela annonce déjà l'insatisfaction des usagers ainsi que les problèmes de santé et de manque de productivité qu'ils peuvent vivre.

Ces données sont confortées par les réactions et attitudes à tendance négative d'une vingtaine de personnes interrogées. Le tableau suivant (tab.10) résume les réponses des usagers aux quatre questions ouvertes de l'entretien exploratoire (voir annexe-F3).

Tableau 10 : Données de l'entretien avec les usagers du Ministère des finances

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Etouffé (4) Angoissé (3) Stressé (3) Mal (2) Adapté difficilement (2) Enfermé (1)	Attitude négative dominante (15)	Vue vers l'extérieur (5) Ensoleillement (3) Espace grand (2) Bureau individuel (1) Propreté (1)	Confort physique (12)
Bien (4) Normal (1)	Attitude positive faible (5)	Ambiance de travail et entente avec collègues (5) Calme sans pression au travail (4)	Confort psychologique (9)
		Commodités de travail (2) Accessibilité urbaine (1)	Confort fonctionnel (3)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Problèmes d'aération (14): Fenêtre qui ne s'ouvre pas (8) Manque d'aération naturelle (4) Aération artificielle (1) Odeurs (cantine, tabac, sanitaires) (1)	Inconfort physique à dominance ambiantal (30)	Souhaits liés à l'ouverture de fenêtre (10): Fenêtre qui s'ouvre (6) Aération naturelle (2) Plus de contact avec extérieur (2)	Confort physique à dominance ambiantale (24)
Problèmes d'éclairage (6): Manque de lumière du jour (3) Lumière artificielle (néon) (3)		Vue meilleure (dégagée sur jardin) (4) Plus d'espace (4) Lumière naturelle et ensoleillement (3) Bureau individuel (3)	
Effet de serre et grande chaleur (6) Vue sur patio (3) Manque d'entretien (1)		Bureaux paysagers pour contact hiérarchique direct (2) Matériel de travail sophistiqué (2)	Confort fonctionnel (4)
Manque d'intimité (1) Manque d'espace (densité/statut) (1)	Inconfort psychologique (2)	Bureau cloisonné collectif (1)	Confort psychologique (1)

La majorité des répondants expriment une attitude et un ressenti négatifs à l'égard de leur environnement de travail. Sur le plan relationnel et en termes d'équipements de travail, le confort semble assuré, mais en termes de confort physique, le problème est flagrant. Les usagers qui citent des facteurs physiques comme **points positifs** sont conscients de l'avantage qu'ils ont de bénéficier d'une **vue informative vers l'extérieur, d'ensoleillement, de faible densité et de bureau individuel**. Des avantages qui correspondent en fait à leurs besoins « naturels » et qui devraient être non pas des avantages mais des facteurs de base dans tout l'édifice. Mais ce n'est malheureusement pas le cas dans tous les espaces de l'édifice et les besoins naturels n'ont pas tous été assouvis comme le montrent clairement les aspects négatifs relevés. **Trente deux aspects négatifs ont été cités par 20** répondants, cela témoigne du malaise important à l'égard de ces aspects. Le plus fortement cité est le **problème d'aération**, dans sa forme artificielle qui ne correspond pas au « **besoin naturel** » **d'une aération naturelle à travers une fenêtre** qui s'ouvre pleinement, dite plutôt « qui ne s'ouvre pas », ainsi que des odeurs désagréables de cantine, de fumée de tabac et de

sanitaires. Ce dernier point témoigne de la faiblesse d'une centralisation du système d'aération. Concernant l'aération naturelle, nous avons observé un comportement d'adaptation chez nombreux répondants, par ouverture de fenêtres et de porte afin d'améliorer l'aération en créant un courant d'air, ou l'ouverture des heures durant la journée de la fenêtre de désenfumage même si la température intérieure est confortable. Cela permet à l'utilisateur de se rapprocher autant que possible du schéma d'une aération naturelle.

Le second problème soulevé concerne l'éclairage qui ne correspond pas non plus au besoin naturel des usagers, du fait que **l'éclairage naturel soit insuffisant ou manquant** et du fait qu'il soit remplacé par un **éclairage artificiel et à néons**. Chez ces répondants, le néon semble représenter une source inconfortable d'éclairage et nous avons pu observer dans certains bureaux que certaines lampes à néons étaient volontairement dévissées dans un ou plusieurs luminaires, afin d'en réduire l'intensité et d'éviter toute source de gêne durant le travail sur écran d'ordinateur.

Le troisième problème soulevé concerne **l'inconfort thermique** dû à l'effet de serre et de grande chaleur engendré par un **ensoleillement direct de bureaux exposés**. L'absence de brise-soleil en façade et la faiblesse du verre réfléchissant à contrer l'ensoleillement, engendre par longue exposition à l'ensoleillement direct des températures élevées auxquelles le refroidissement ne peut parer. **Le quatrième problème soulevé concerne « la vue non informative » sur patios** qui ne correspond pas à un besoin naturel de vue informative riche en paysage naturel. En effet, comme vu dans les caractéristiques de l'édifice, les parois des patios étant en mur-rideau de verre bleu sombre, ces puits sensés être des puits de lumières sont en réalité très sombres et sans grande activité qui s'y déroule, bien qu'accessibles. Le manque d'entretien, le manque de privacité et la forte densité, ont aussi été soulevés comme problèmes, mais ils semblent moins généralisés. Le manque de privacité et la forte densité sont clairement liés à l'organisation spatiale des bureaux mixtes (hommes et femmes) et ceux collectifs.

Les souhaits ne peuvent donc que suivre les aspects négatifs cités, où les répondants aspirent à assouvir leurs « besoins naturels » en termes d'aération naturelle par ouverture manuelle de fenêtre, diminuant leur sentiment d'isolement du monde extérieur ; en termes de moindre densité, voire de bureau individuel cloisonné ; en termes de vue informative et agréable vers l'extérieur, d'éclairage naturel dominant et d'ensoleillement. D'autres souhaits moins importants ont été émis concernant l'organisation du travail et les outils plus sophistiqués.

Au-delà des aspects soulevés et des souhaits émis, certains usagers se **sont plaints d'états négatifs de santé en termes d'allergie, de problèmes aux yeux, de stress, de maux de tête et de fatigue** qu'ils ont spontanément attribués à tous les facteurs artificiels dont principalement l'enfermement, l'aération et l'éclairage artificiels. Cela n'est pas étonnant dans la mesure où sans leur témoignage, ce type de réaction est prévisible par la littérature scientifique au vu du nombre important de facteurs artificiels combinés dans ce cas d'étude. Une enquête poussée et approfondie avec un échantillon plus large de répondants, devrait aboutir à un taux élevé de plaintes du SBS.

En tentant de synthétiser les données de ce cas d'étude, nous pouvons considérer que les facteurs physiques dans cet édifice ont une influence négative sur la satisfaction et la productivité des usagers et que l'environnement intérieur est « de faible qualité environnementale ». Le poids de l'inconfort physique a été accentué par la configuration du plan en patios, engendrant la ségrégation entre deux types de bureaux : bureaux périphériques et bureaux centraux, sans parler des bureaux confinés sans fenêtre qui sont beaucoup plus rares. Cette ségrégation est difficile à vivre lorsque la majorité des usagers se sent lésée. Elle aurait été atténuée si tous les usagers bénéficiaient des mêmes configurations spatiales, mais les patios sont loin d'être une solution opportune lorsqu'ils sont traités en mur-rideau sombre et dans des dimensions où l'aménagement n'offre pas grand choix d'activité ou de mouvement (Chabane, 2006). De plus, une partie non négligeable des usagers dans cet immeuble ont déménagé d'un immeuble ancien 'classique' avec façades en dur et fenêtre régulatrices des facteurs physiques, l'immeuble Maurétania, situé au centre ville, avec deux façades nord donnant vue sur mer et façade sud donnant vue sur les rues du centre ville en mouvement incessant. L'expérience environnementale d'un espace où les besoins naturels des usagers étaient plus ou moins assouvis, constitue le seuil de comparaison et de critique de l'environnement vécu maintenant.

L'IEQ dans cet édifice semble être faible et l'influence des facteurs physiques est critique. Cette évaluation exploratoire ouvre voie à plusieurs pistes d'enquête sur cet édifice, notamment la gestion et l'entretien de l'*HVAC system*, l'état de santé des usagers, leur degré de productivité depuis leur installation, etc.

IV- 3.1.2. Siège social de la SONATRACH

Le siège social de la SONATRACH n'a pas fait l'objet d'enquête cette fois-ci mais a été objet d'enquête approfondie lors de notre recherche en magister (Chabane, 2006). Ayant toutes les données sur ses caractéristiques et connaissant le niveau de contrainte environnementale, nous l'avons intégré dans l'échantillon afin de tirer leçon des configurations spatiales à patios sur la base d'au moins deux cas d'étude car il présente un grand nombre de similitudes avec l'édifice du Ministère des finances.

Cet édifice est situé au quartier d'Hydra, Djenane el-Malik (voir vue aérienne fig.46). Il est composé de trois grands blocs accolés, nommés : Bloc A, bloc B et bloc C. Le plus haut en étages est le bloc C, avec 10 étages, puis le bloc B avec 9 étages et le bloc A constitué de 8 étages. Ainsi que trois niveaux de sous-sol, communs aux trois blocs, servant de parking aux véhicules. Chaque bloc est constitué d'un patio, enveloppé de façades--rideaux du même type que les façades extérieures (voir volumétrie fig.46).

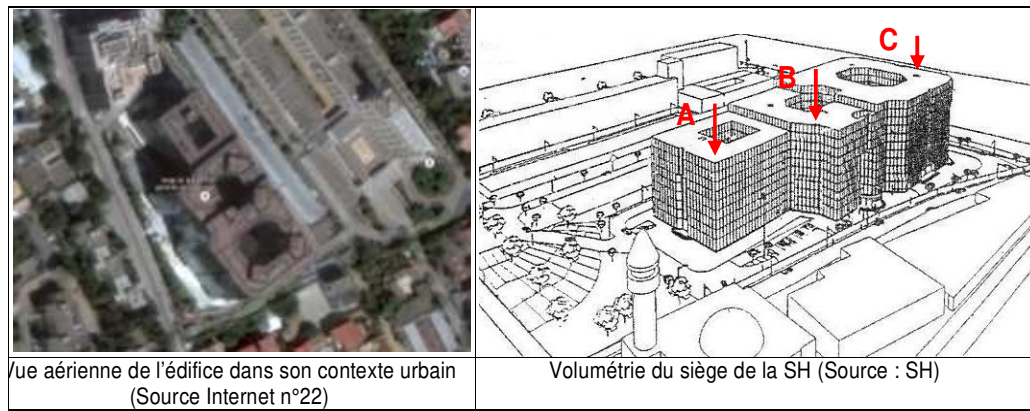


Figure 46 : Vues sur le siège de la SH

La présence d'un patio au niveau de chaque bloc, engendre deux types de bureaux : des bureaux périphériques, situés sur les façades extérieures de l'édifice et bénéficiant donc de vues sur les alentours urbains de l'édifice et des bureaux centraux sur les façades intérieures sur patio avec des vues non-informatives sur des patios inaccessibles (sauf pour entretien). Un couloir de desserte sépare ces deux types de bureaux, engendrant une circulation en boucles (Fig.47).



Figure 47 : Plan d'étage courant et coupe longitudinale sur l'édifice de la SH (Chabane, 2006, p. 76)

Les caractéristiques de cet édifice sont présentées en tableau 11.

Tableau 11 : Caractéristiques du siège de la SONATRACH

Entreprise		Réalisation	
– Entreprise nationale à caractère lucratif – Nombre d'occupants : plus de 1500 – Majorité travaillant sur mico+papier – Télétravail : 0%		– BET Conception : de l'entreprise même (Sonatrach Immobilière –SIM) – Suivi de chantier : idem – Age d'occupation : depuis 1999 – Bâtiment intelligent – Style d'architecture : moderne – Enveloppe : mur-rideau de verre importé	
Volumétrie	– 3 blocs parallélépipédiques accolés avec patio central dans chaque bloc. – 3 plans en « O » accolés. – Hauteur : R+8 → R+10 – Alentours : peu urbanisés – Annexes : cantine au RDC, parking en sous-sol, médecin du travail surplace.		 Vue sur façade est du siège de la SH (Source Internet n°23)
	 Vue informative à partir d'un bureau périphérique*	 Vue sur patio du Bloc C à travers fenêtre ouverte*	 Fenêtres de désenfumage ouvertes sur façade*
Enveloppe		– Conçue hermétique – Fenêtres de désenfumage manuel à ouvrant parallèle (9cm d'ouverture) – Teinte du Vitrage : extérieur réfléchissant bleu – Même teinte sur toutes les façades, internes et externes. – Vitrage insonorisant – Absence de brise-soleil sur façade – Store intérieur vénitien en PVC.	
Config. Spat.		– Aménagement en bureaux cloisonnés (2 à 3 occupants en moy.) – Cloisons en préfabriqué – 2 types de bureaux : périphériques sur extérieur et centraux sur patios. – Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection) - Espace de détente ou loisirs : aucun	
Plaintes des usagers		Équipements de confort	Décoration
– Problèmes d'inconfort – Problèmes de santé – Problèmes de privacité – Insatisfaction / sentiment d'enfermement		– HVAC system centralisé – Aérations artificielle permanente – Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par usager – Éclairage fluorescent allumable et réglable (1 luminaire = 4 lampes à néon avec réflecteur) – Absence d'éclairage d'appoint.	– Choix du maître d'ouvrage. – Couleurs neutres (beige, marron clair, vert clair, noir, ...) – Personnalisation des bureaux

* Source : (Chabane, 2006, pp. 79,132)

La superposition des caractéristiques clés de cet édifice sur le tableau de synthèse des besoins naturels, engendre le tableau suivant (tab.12).

Tableau 12 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du siège de la SH

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	Implications attendues
Organisation spatiale (Aménagement)		Espaces bureaux à dominance cellulaires et collectifs (plus ou moins 3 occupants par espace).	Aucune	Satisfaction à l'égard de ces deux facteurs
Détails architectonique	Décor	Personnalisation et participation		
	Couleur	Tons neutres		
	Plante	Présence de plantes autour de l'édifice, dans les patios et au gré des usagers, dans leur espace de travail.		
Confort thermique		Chauffage et refroidissement saisonniers réglable par les usagers	Environnement thermique saisonnier centralisé	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
		-----	Environnement thermique excessif trop froid par centralisation du HVAC system ou trop chaud (effet de serre de façades vitrées directement exposées au soleil)	Stress et insatisfaction Baisse de productivité
			Ouverture non-autorisée de fenêtre de désenfumage	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
Confort acoustique		-----	Isolation acoustique très faible engendrant manque de privacité et perturbation de la concentration au travail.	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur		Bureaux périphériques, bénéficiant de vue informative, peu profonde dans les étages inférieurs et qui a tendance à devenir plus profonde en hauteur	Cas de bureaux sans fenêtre et sans vue Bureaux sur patios avec Vue non-informative (sauf ciel pour des bureaux en hauteur) Mur-rideau réfléchissant atténuant fortement l'éclairage naturel des patios	Insatisfaction Problèmes de santé psychologique (isolement et claustrophobie) Prédisposition aux problèmes de santé physique (SBS) Manque de performance et productivité
Confort aéraulique		-----	Aération artificielle sans contrôle possible par l'utilisateur Aération mixte par petite ouverture de fenêtre de désenfumage, même si interdite	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Confort visuel		-----	Éclairages artificiel unique dans certains bureaux Éclairages artificiel permanent dans les bureaux centraux et éclairage naturel insuffisant dans les bureaux périphériques à cause de la teinte du vitrage ou de l'ensoleillement directe à éviter Éclairages fluorescent	Insatisfaction Problèmes de santé (baisse de vue, chronobiologie, vitamine D, ...) Baisse de productivité Comportements d'adaptation

Ce cas d'étude est très ressemblant au cas précédant du ministère des finances avec deux désavantages importants que sont : la vue non-informative sur patios inaccessibles et sans verdure et l'inconfort acoustique engendré par la très faible isolation phonique des cloisons préfabriquées.

Les points positifs concernent l'organisation spatiale en bureaux à dominance cloisonnés (cellulaires), individuels et collectifs avec un taux de densité en majorité acceptable (3 usagers par bureau, en moyenne). Le second point positif concerne les détails architectoniques où la personnalisation de l'espace n'est pas inhibée par des décors imposants mais plutôt par des couleurs aux tons clairs et neutres, ainsi qu'un mobilier fonctionnel dans les tons neutres permettant libre choix aux usagers de le personnaliser. Un autre point positif semble concerner une partie des usagers, ceux occupant les bureaux périphériques, avec vue sur l'extérieur environnant. Les plus satisfaits sont ceux dont les bureaux sont les plus hauts placés et les moins satisfaits sont les plus bas placés, car la vue est de plus en plus informative et panoramique en hauteur.

Quant aux points négatifs, ils concernent essentiellement les facteurs ambiantaux comme l'inconfort thermique, la vue vers les patios ou les bureaux sans vue, l'inconfort aéraulique et l'inconfort visuel. L'ambiance thermique est conçue et opérationnelle artificiellement à travers le *HVAC system* et bien qu'elle soit réglable au niveau de chaque espace bureaux en termes de débit, sa dominance dans l'environnement et la régulation thermique naturelle très faible et mise au second plan ; rend l'artificielle insatisfaisante et source potentielle de problèmes de santé et de baisse de productivité.

La vue vers l'extérieur à partir des bureaux centraux est très peu informative car les patios sont inaccessibles et sans verdure. Le patio assombri par l'usage du verre bleu du mur-rideau réfléchissant, rend la vue déplaisante particulièrement dans les premiers étages et peut-être un peu mieux dans les étages supérieurs où 'l'usager peut percevoir le ciel et quelques rayons du soleil (voir fig.48).



Figure 48 : Vue sur patio du siège de la SH (Chabane, 2006, p. 79)

Concernant l'ambiance aéraulique, le fait que l'aération naturelle ne soit pas source principale d'aération par ouverture pleine de la fenêtre, l'insatisfaction est plus que prévisible. Dans cet édifice l'aération naturelle par petite ouverture de fenêtre de désenfumage (interdite par les gestionnaires) est un supplément non sans conséquences sur les dépenses énergétiques de l'immeuble (voir fig.49). L'aération artificielle par le *HVAC system* est l'aération



Figure 49 : Type d'ouverture de fenêtre de désenfumage (Chabane, 2006, p. 78)

principale et qui n'est pas réglable par l'utilisateur. Elle est donc source potentielle de problèmes de santé (SBS) et de faible productivité comme cela se confirmera dans le témoignage des usagers.

Concernant le confort visuel, deux catégories d'espaces bureaux existent : les bureaux périphériques pouvant bénéficier d'un éclairage naturel mais pas toujours suffisant car fortement réduit par la teinte du vitrage ; les bureaux périphériques exposés au soleil où les usagers se protègent par les rideaux intérieurs californiens diminuant le niveau de lumière naturelle; et les bureaux centraux bénéficiant d'un éclairage naturel insuffisant absorbé par la couleur foncée du mur-rideau. Dans ces trois cas de figure, le recours à l'éclairage artificiel est la solution pour travailler mais c'est malheureusement un éclairage fluorescent avec tous les risques qu'il présente sur la santé. Cela annonce déjà l'insatisfaction des usagers ainsi que les problèmes de santé et de manque de productivité qu'ils peuvent vivre.

Ces données sont confortées par les réactions et attitudes à tendance négative de dix-neuf personnes interrogées. Le tableau suivant (tab.13) résume les réponses des usagers aux quatre questions ouvertes de l'entretien exploratoire (voir annexe-F3).

Tableau 13 : Données de l'entretien avec les usagers du siège de la SH

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Etouffement (aquarium, on ne respire pas, el-ghomma) (5) Enfermement (prison, claustrophobie) (5) Angoisse (3) Stress (2) Tristesse (1) Mort vivant (1) Insécurité (1)	Attitude négative dominante (18)	Vue vers l'extérieur (6) Bonne température (2) Eclairage artificiel (2) Lumière naturelle (2) Ensoleillement (1)	Confort physique (13)
Bien (1) Agréable (1) Calme (1)	Attitude positive faible (3)	Calme (1)	Confort psychologique (1)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
<u>Problèmes d'aération (11):</u> Manque d'aération naturelle (6) Aération artificielle (2) Odeurs des cuisines (2) Trop d'humidité (1) <u>Problèmes d'éclairage (11) :</u> Manque de lumière du jour (4) Ensoleillement direct éblouissant (4) Lumière artificielle (néon) (3) <u>Problèmes thermiques (8)</u> Effet de serre (7) Froid en été (1) <u>Eblouissement à la sortie de l'immeuble (7)</u> <u>Problèmes de teinte trop foncée (4)</u> <u>Ouverture insuffisante de la fenêtre (3)</u> <u>Problèmes d'isolation phonique (3)</u> <u>Perte de notion du temps (5)</u> <u>Vue sur patio (1)</u> <u>Couleurs démoralesantes (1)</u>	Inconfort physique à dominance ambiantal (55)	<u>Souhaits liés à l'ouverture de fenêtre (10) :</u> Fenêtre qui s'ouvre (3) Revenir à architecture ancienne plus convenable aux pays chauds (6) Revenir à l'ancien (2) <u>Lumière naturelle et ensoleillement (3)</u> <u>Moins de chaleur (3)</u> <u>Aération naturelle (2)</u> <u>Isolation phonique (1)</u> <u>Vue informative (1)</u>	Confort physique à dominance ambiantal (20)
Manque de privacité (3) Manque d'espace (1)	Inconfort psychologique (4)	Sécurité (1) Indemnisation (comme en sous-sol) (1)	Confort psychologique (2)

La majorité des répondants exprime une attitude négative à l'égard de son environnement de travail. L'inconfort physique et psychologique sont dominants avec près de 60 plaintes émises par 19 répondants (!).

Comme au Ministère des finances (revoir cas d'étude précédant), les usagers qui citent des points positifs bénéficient de bureaux périphériques, situés en hauteur et non-exposés directement au soleil. C'est pourquoi les avantages cités concernent la vue vers l'extérieur, la lumière naturelle, l'ensoleillement, le calme, ainsi que le confort thermique et l'éclairage artificiel.

Quant à la majorité des répondants, ils se plaignent essentiellement de problèmes d'aération, dans sa forme artificielle qui ne correspond pas au "besoin naturel" d'aération à travers l'ouverture pleine d'une fenêtre, conçue pour cela. Ils se plaignent justement d'enfermement et de claustrophobie, d'insécurité et d'enfermement, d'angoisse et de grand stress ainsi que de tristesse ; engendrés essentiellement par l'absence de fenêtre classique qui s'ouvre pleinement, absence de vue informative à partir des bureaux sur patio, et la tonalité foncée du vitrage.

Les usagers s'adaptent à cet environnement par ouverture permanente des fenêtres de désenfumage, qui ne s'ouvrent que 9 cm en plan parallèle au plan de façade (revoir Fig.49). Cette ouverture même si interdite et inappropriée à une ouverture permanente, elle constitue une soupape psychologique importante, sans laquelle l'état négatif de santé des usagers aurait été plus inquiétant. Comme dans le cas d'étude précédant, des comportements d'adaptation à l'aération artificielle ont été observés notamment l'obstruction d'amenées d'air frais, considéré à débit trop fort lorsque l'amenée est à l'aplomb du plan de travail ; ou bien l'air débité en été est trop frais dans les bureaux non-exposés au soleil (à cause de la centralisation du *HVAC system*). Aussi, comme au Ministère des finances, les usagers créent un courant d'air entre la fenêtre de désenfumage et la porte du bureau. Cela permet aux usagers de rapprocher autant que possible l'aération dans leur bureau, au schéma familier d'aération par la fenêtre.

Concernant l'éclairage, les répondants se sont plaints d'une ambiance trop sombre (malgré l'éclairage artificiel à 500 lux par luminaire) à cause d'une lumière naturelle insuffisante. Ils se sont plaints aussi de l'exposition permanente et à longueur de journée et d'année à un éclairage artificiel, considéré comme nuisible à leur santé. D'ailleurs des lampes dévissées ont été observées dans des bureaux collectifs lorsque le luminaire était à l'aplomb d'un plan de travail. Cela malgré le fait que la quantité d'éclairage artificiel soit réglable (dimmable) au niveau de l'interrupteur. Mais l'absence d'un éclairage d'appoint rend le contrôle difficile dans les bureaux communs. La variation de la lumière naturelle étant imperceptible (tout le temps gris et sombre), conjuguée à l'exposition permanente à l'éclairage artificiel fixe ; engendrent une plainte importante de "perte de notion du temps". Les journées de travail passent alors trop vite, animées par d'autres repères temporels que la variation de la lumière, comme le bruit des collègues dans le couloir, l'appel à la prière, les voix des enfants sortis de l'école, les odeurs de la cantine, ... ou tout simplement l'horloge sur écran.

Deux types d'inconfort thermique existent dans cet édifice : le premier concerne l'effet de serre dans les bureaux directement exposés au soleil sur orientation "est" et "sud" (en été et en hiver). Le second concerne la centralisation du *HVAC system* qui engendre en été un

excès de refroidissement dont se plaignent les occupants de bureaux non-exposés au soleil. En effet, le retour d'air consommé, très chaud à partir des bureaux exposés au soleil, va engendrer plus d'énergie à baisser la température pour la ramener à une norme fixe de confort d'été. Mais une fois renouvelé, il est soufflé à une température trop basse (trop froide) dans les bureaux non-exposés au soleil et une température insuffisamment froide pour contrer l'effet de serre dans les bureaux exposés au soleil.

L'inconfort acoustique est aussi une forte contrainte dans ce cas d'étude. Les sonneries de téléphone, les conversations de collègues, ou tout autre bruit des bureaux voisins, sont entendus. Cela engendre d'une part un manque important de "privacité" et d'autre part une perturbation non négligeable de la concentration au travail. Des comportements d'adaptation ont alors été adoptés comme : baisser la voix en discutant ou en parlant au téléphone, mettre un masque sonore (fond de son sur micro), éviter de parler de sujets privés, etc.

Un autre problème a été soulevé, concernant la teinte trop foncée du vitrage, engendrant une vue vers un extérieur tout le temps gris et sombre, empêchant la perception de la clarté extérieure. D'ailleurs à la sortie de l'édifice (à 12H et à 16H), on ferme les yeux ou on porte des lunettes de soleil pour s'adapter au contraste très important de clarté entre intérieur et extérieur, particulièrement les jours ensoleillés car l'entrée est orientée plein sud et le sol est en marbre blanc, très réfléchissant. La perception d'un temps gris et sombre à longueur d'année semble peser négativement sur la santé mentale des usagers et qui s'exprime par un sentiment de lourdeur, d'enfermement, de nervosité, etc.

Le manque d'ensoleillement et l'absence de vue informative sur les patios, représentent aussi une contrainte environnementale importante. Selon les usagers, ces deux contraintes constituent des facteurs de ségrégation dans l'attribution à un employé d'un bureau périphérique ou central (sur patio). Les bureaux périphériques sont prisés et les bureaux centraux sont fuis.

Quant aux souhaits, qui sont l'expression même des besoins naturels des usagers, ils concernent majoritairement les aspects ambiantaux. Les usagers réclament clairement le retour à une architecture classique (familiale) où l'environnement intérieur est régulé par l'ouverture grande des fenêtres. Ils considèrent que ce type d'architecture moderne est inadapté à notre pays au climat chaud mais plutôt approprié aux pays froids. Ils souhaitent donc retrouver des fenêtres qui s'ouvrent pleinement, une lumière et une aération naturelles suffisantes, une vue informative de tous les bureaux, moins de chaleur ainsi qu'une bonne isolation phonique.

Comme dans le cas d'étude précédant, les répondants se sont fortement plaints d'états de santé négatifs. Des problèmes oculaires comme la baisse de vue, les vertiges, la fatigue oculaire, des maux de tête, etc. qu'ils attribuent à l'exposition continue à l'éclairage artificiel fluorescent. Ils attribuent aussi des états de maladie à la différence de température en été, entre intérieur climatisé trop froid et extérieur chaud ; ainsi que des états de fatigue générale.

En synthèse, la qualité environnementale intérieure dans ce cas d'étude est faible. L'inconfort physique est flagrant et cela influence négativement la santé et le bien-être des usagers, ainsi que leur productivité au travail. Comme au Ministère des finances, la configuration du plan à patios engendre une ségrégation entre : des bureaux périphériques prisés car avantagés par l'accès à la lumière naturelle et la vue vers l'extérieur et des bureaux centraux, lésés et désavantagés par absence de vue informative et manque de lumière naturelle. Au-delà de la configuration spatiale, l'architecture de la peau de cet édifice est loin de satisfaire les besoins naturels des usagers. Hermétique, elle ne permet pas une ouverture suffisante de fenêtre (pour aération, pour contact extérieur, ...). De teinte foncée équivalente sur toutes les façades extérieures et les façades sur patios, elle assombrit fortement l'environnement intérieur. Enfin, seule face au soleil (sans brise-soleil) elle ne peut qu'engendrer des excès de chaleur intérieure. Les caractéristiques de cette peau ne peuvent assumer les trois fonctions à la fois de brise-soleil, de filtre neutre à la lumière naturelle et d'aération naturelle (Chabane & Bensalem, 2006). Un traitement spécifique à chaque orientation et chaque façade, aurait été plus pertinent.

Le siège de la Sonatrach a été occupé en 1999 et le Ministère des finances a été occupé en 2003, quatre années plus tard, et nous avons appris durant notre enquête au siège de la Sonatrach (Chabane, 2006), qu'une équipe chargée de la conception et la réalisation du ministère des finances se déplaçait à la Sonatrach pour demander conseil aux architectes sur les erreurs à éviter. Malheureusement malgré ces visites, dans les deux édifices plusieurs contraintes environnementales se ressemblent. Des erreurs répétées qui ne sont pas dans l'intérêt de l'utilisateur et qui classent les deux édifices au bas de la pyramide du "confort environnemental" de Vischer (revoir fig.36).

IV- 3.1.3. Synthèse des édifices à patios

Il se dégage de ces deux cas d'étude que le traitement des façades du patio, de la même manière que les façades extérieures, diminue fortement le niveau d'éclairement naturel qui arrive aux bureaux et ne répond pas aux besoins de vue informative des usagers. Le traitement des façades et des activités afférées à ces patios devrait être revu de manière à capter un maximum d'ensoleillement et de lumière naturelle et offrir une vue informative aux usagers autant que possible sur des paysages plantés et en activité. Un patio devrait être étudié en vue d'offrir aux bureaux un éclairage naturel satisfaisant, de par ses dimensions, notamment sa profondeur, sa texture, couleurs et ses matériaux. Un patio « inerte » est loin d'être intéressant ou satisfaisant. Il doit être fonctionnel, riche en activités continues, pas seulement aux heures de pause ou de maintenance.

Malheureusement tant d'argent a été dépensé à la réalisation de ces deux projets et tant d'argent est dépensé en gestion et entretien des environnements intérieurs respectifs. Beaucoup de dépenses sans assouvir les besoins des usagers nous semble être une forte aberration, un piège « moderne » dans lequel l'architecte n'a pas le droit de tomber car il est responsable de la santé, du confort et de la satisfaction des usagers, ainsi que de leur productivité.

IV- 3.2. Édifices linéaires

Des édifices linéaires où l'é étroitesse du plan suggère une circulation centrale linéaire et des espaces bureaux répartis sur les façades extérieures, lorsque l'aménagement est en espaces cloisonnés. Deux édifices de notre échantillon sont de type linéaire : le Ministère de la communication (A) et le Siège sociale d'ATM-Mobilis (D).

IV- 3.2.1. Ancien siège du Ministère de la communication

En 2015, l'année où nous avons mené cette enquête, le ministère de la communication partageait avec l'Algérie Presse Service (APS) un édifice commun en forme de « L ». A proximité de cet édifice, était en construction un édifice nouveau, propre au ministère de la communication, un bâtiment intelligent qui est aujourd'hui occupé (voir vue aérienne fig.50). La partie de l'édifice en « L » qu'occupait le ministère de la communication est linéaire. Un volume à hauteur homogène qui se développe sur 9 étages. Sa façade principale donnant sur le boulevard principal est en mur-rideau de verre avec des fenêtres à auvent (voir vue sur façade principale fig.50). La façade arrière est une façade classique (en dur) avec fenêtres battantes (voir tableau des caractéristiques tab.14).



Figure 50 : Vues sur l'ancien ministère de la communication

Le plan linéaire du ministère est constitué d'un espace de circulation linéaire desservant de part et d'autre des bureaux cellulaires ou communs. Chaque bureau bénéficie d'une vue vers l'extérieur. N'ayant pas trouvé de plan, nous avons schématisé la configuration spatiale en Figure 51.

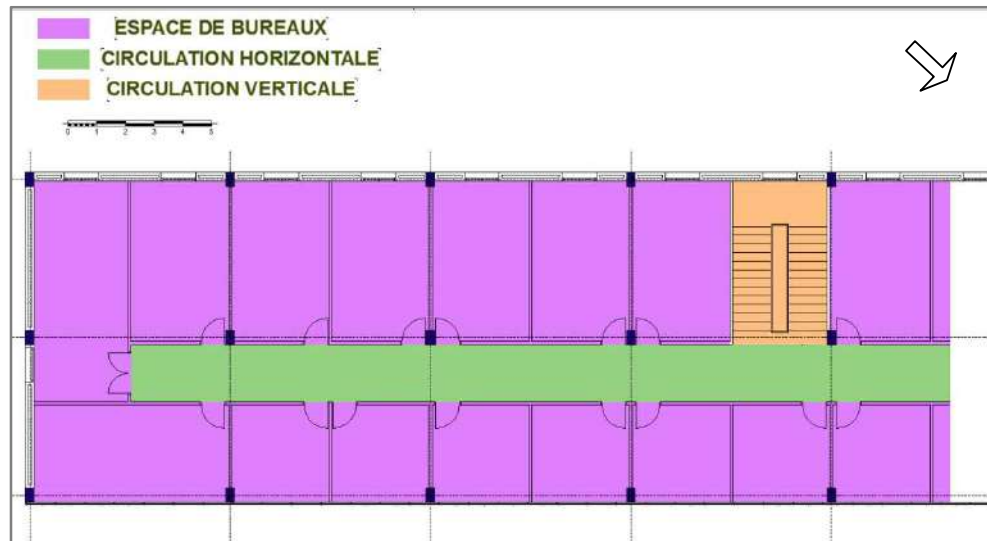


Figure 51 : Plan schématique de l'ancien ministère de la communication (source : OFARES)

Les caractéristiques de l'ancien Ministère de la communication, sont présentées dans le tableau suivant (tab.14).

Tableau 14 : Caractéristiques de l'ancien Ministère de la communication

Réalisation		Entreprise
- BET Conception : National - OFARES - Suivi de chantier : OFARES - Age d'occupation : depuis 2004 Bâtiment non-intelligent - Style d'architecture : moderne - Enveloppe mixte : mur-rideau de verre importé/ dur et fenêtres		Institution publique à caractère administratif, partageant l'édifice avec l'Algérie Presse Service - Nombre d'occupants : 210 - Majorité travaillant sur micro+papier - Télétravail : 0%
Volumétrie	- Un bloc parallélépipédique, partie d'une volumétrie en « L », l'autre aile= autre entreprise. - Plan en « I ». - Hauteur : R+8 - Alentours construits. - Annexes : parking extérieur.	Vue sur la façade arrière sud de l'édifice (source : auteur) 
	- façade sud en dur avec fenêtres battantes. - Façade nord sur Bd principal en mur-rideau de verre avec fenêtres à ouvrant projeté (dite à l'italienne) - Teinte du Vitrage : extérieur réfléchissant marron - Même teinte sur le vitrage des deux façades. - Vitrage insonorisant - Absence de brise-soleil sur façade - Rideau intérieur californien en tissu	
Config. Spat.	- Aménagement en bureaux cloisonnés collectifs (4 occupants en moy.) - Cloisons intérieures en dur - Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection) - Espace de détente ou loisirs : aucun	
Plaintes des usagers		Décoration
- Problèmes de densité - Manque d'équipements de travail (mobilier, bureautique). - Problèmes de privacité - Problèmes de maintenance		- Choix du maître d'ouvrage. - Couleurs neutres (beige, marron clair, vert clair, noir, ...) - Personnalisation des bureaux
		Équipements de confort
		- Aérations naturelle - Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par usager en plafonnier - Éclairage incandescent dans le couloir de circulation. - Éclairage fluorescent allumable dans les espaces de travail (1 luminaire = 4 lampes à néon avec réflecteur) - Absence d'éclairage d'appoint.

Les caractéristiques clés de cet édifice ont été superposés sur le tableau de synthèse de la littérature scientifique correspondant aux besoins « naturels » des usagers, ainsi que les éléments insatisfaisants, nocifs pour la santé ou perturbant la performance des usagers. Cette superposition est illustrée au tableau 15 et annonce quelques contraintes

environnementales, particulièrement au niveau de l'organisation spatiale et ses conséquences en termes de densité de contrôle et de privacité.

Tableau 15 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de l'ancien ministère de la communication

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	
			Facteurs	implications
Organisation spatiale (Aménagement)		----	Bureau collectif à plus ou moins 4 usagers	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Problèmes de productivité.
Détails architectonique	Décor	Personnalisation et participation	-----	-----
	Couleur	Tons neutres formant une base de personnalisation de l'espace		
	Plante	NSP*	NSP*	NSP*
Confort thermique		Environnement thermique naturel, contrôlable à travers l'ouverture de fenêtre, avec supplément artificiel (chauffage ou refroidissement) contrôlable par bureau. Façade nord en mur-rideau de verre et façade sud exposée au soleil en dur avec fenêtre ouvrable battante.	-----	-----
Confort acoustique		-----	Manque de privacité sonore, manque de contrôle par des bruits imprévisibles portant information, à cause de densité dans les bureaux collectifs.	Insatisfaction Problèmes de santé (maux de tête, fatigue) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur		Proximité d'une fenêtre pour bénéficier d'une vue informative, sans gêne d'un ensoleillement direct excessif. Dominance du paysage naturel plutôt sur façade nord.	-----	
Confort aéraulique		Aération naturelle avec ouverture de la fenêtre, par l'utilisateur (contrôle du débit et quantité d'air selon les besoins du moment)	-----	-----
Confort visuel		NSP	NSP	Insatisfaction Problèmes de santé (baisse de vue, chronobiologie, vitamine D, ...) Baisse de productivité
			Éclairages fluorescent	

* La mention « NSP » dans ce tableau correspond à « Ne Sait Pas », car faute d'observation personnelle, certains facteurs comme l'éclairage et la présence des plantes, ne peuvent être évalués. Néanmoins, le tableau des réactions des usagers et leur évaluation, permet de déduire l'état du confort visuel.

Il semble se dégager de ce tableau que le facteur physique principal d'inconfort dans cet édifice soit « l'organisation spatiale » en bureaux collectifs et les implications de manque de privacité et de contrôle acoustique. L'éclairage artificiel fluorescent si il est dominant dans les espaces de travail, il présente une source importante de risque de problèmes de santé, de manque de productivité et donc d'insatisfaction. En nous penchant sur les réactions et attitudes des usagers, présentées dans le tableau 16 où onze répondants ont témoigné de

leur confort dans leur espace de travail ; la tendance semble mitigée entre « positive » et « négative ». Les réponses des usagers confirment les prévisions du tableau (15) de synthèse car les aspects négatifs les plus cités concernent le problème de « forte densité » engendré par le manque d'espace dans les bureaux collectifs. D'ailleurs à cet effet, un second édifice intelligent était en construction au sud de l'édifice en question, aujourd'hui occupé, qui devait offrir de plus grandes surfaces de travail et abriter les usagers du ministère de la communication. Les usagers se sont plaints aussi d'absence d'espaces de détente comme un jardin, une cafétéria, etc. Le second aspect important de plaintes a concerné le manque d'outils et d'équipements de travail (mobilier, bureautique, etc.). Rares ont été les plaintes sur la pression et le manque d'organisation au travail. La majorité des souhaits de changement ont concerné l'organisation spatiale, réclamant des bureaux individuels ou au mieux, des bureaux collectifs avec moindre densité ; ainsi que des outils de travail de meilleure qualité et suffisants pour tous les usagers. Malgré ces aspects négatifs dont le changement est souhaité, les usagers semblent satisfaits sur le plan psychologique du relationnel entre collègues, de l'autonomie au travail et du travail collaboratif. Très rares ont été cités comme aspects positifs les aspects physiques, si ce n'est « l'ensoleillement » par un seul usager.

Tableau 16 : Données de l'entretien auprès des usagers de l'ancien ministère de la communication

Attitudes		Aspects positifs relevés	
A l'aise (3) Bien (2)	Attitude positive (5)	Relationnel avec collègues (respect, affinité, sympathie, entente) (7) Autonomie du travail (3) Travail collectif en collaboration (1)	Confort psycho. à dominance psycho-sociale (9)
Mal à l'aise (4) A l'étroit (1)	Attitude négative (5)	Bureau ensoleillé (1)	Confort physique (1)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Trop à l'étroit, forte densité (6) Absence d'espace de détente (jardin, cafétéria, ...) (2)	Inconfort physique à (8)	Bureau individuel (7) Moins de densité et plus d'espace (2) Espaces annexes (cantine, bibliothèque) (2) Espaces de détente (jardin, cafétéria, ...) (1)	Confort physique (12)
Manque de moyens par rapport au nombre d'usagers (mobilier, bureautiques, ...) (6) Sanitaires non fonctionnels (1)	Inconfort fonctionnel (7)	Outils de travail suffisants pour tous et sophistiqués (4)	Confort fonctionnel (4)
Pression, manque d'organisation (1)	Inconfort psychologique (1)		

D'après toutes ces données, l'inconfort physique des usagers est clair mais pas en termes de facteurs ambiants, plutôt en termes de configuration spatiale et de densité. La surface de travail semble disproportionnée par rapport au nombre d'usagers et la même chose pour le mobilier et équipements de travail.

Le biais d'enquête dans ce cas d'étude est que nous n'avons pas été autorisés à nous entretenir nous-mêmes avec les usagers, nous n'avons donc pas pu enregistrer, comme dans les autres cas d'étude, des états négatifs de santé. Les fiches ont été remplies par les usagers mêmes ou par la personne intermédiaire qui nous a accueillis. Certes des états de fatigue de maux de tête et de stress sont fortement soupçonnés du fait de la forte densité et ses effets psychologiques sur les usagers, mais il ne semble pas se dégager des états négatifs de santé physique comme le SBS (Allergies, rhinites, irritation des yeux, gorge, etc.),

du moins pas des données collectés par intermédiaire. Alors que la forte densité peut constituer un facteur favorable au SBS. Néanmoins, nous préférons nous abstenir de tirer des conclusions hâtives sur l'usage de l'éclairage fluorescent, au besoin ou en permanence, la question reste posée, mais son usage comme source principale est loin d'être inoffensif.

IV- 3.2.2. Édifice de l'ATM-Mobilis

Le siège de l'ATM-Mobilis est implanté au nouveau quartier des affaires de Bab-Ezzouar (d'activité, d'équipements et d'aménagement urbains « Mercure Université »), dans un site encore peu urbanisé (voir vue aérienne fig.52). L'édifice en « I » se développe sur 13 niveaux avec deux grandes façades de forme concave, engendrant des plans plus larges aux premiers niveaux et aux derniers niveaux et moins larges aux étages intermédiaires (voir vue sur façade fig.52).



Figure 52 : Vues sur l'édifice de l'ATM-Mobilis

Le bâtiment comporte un rez-de-chaussée, 12 étages et 3 sous-sols. Le plan linéaire est aménagé en un espace centrale de circulation linéaire desservant de part et d'autres les bureaux cellulaires ou communs (Fig. 53) La concavité des deux façades engendre un rétrécissement d'espaces de bureaux comme on peut le constater sur la coupe (fig. 54).

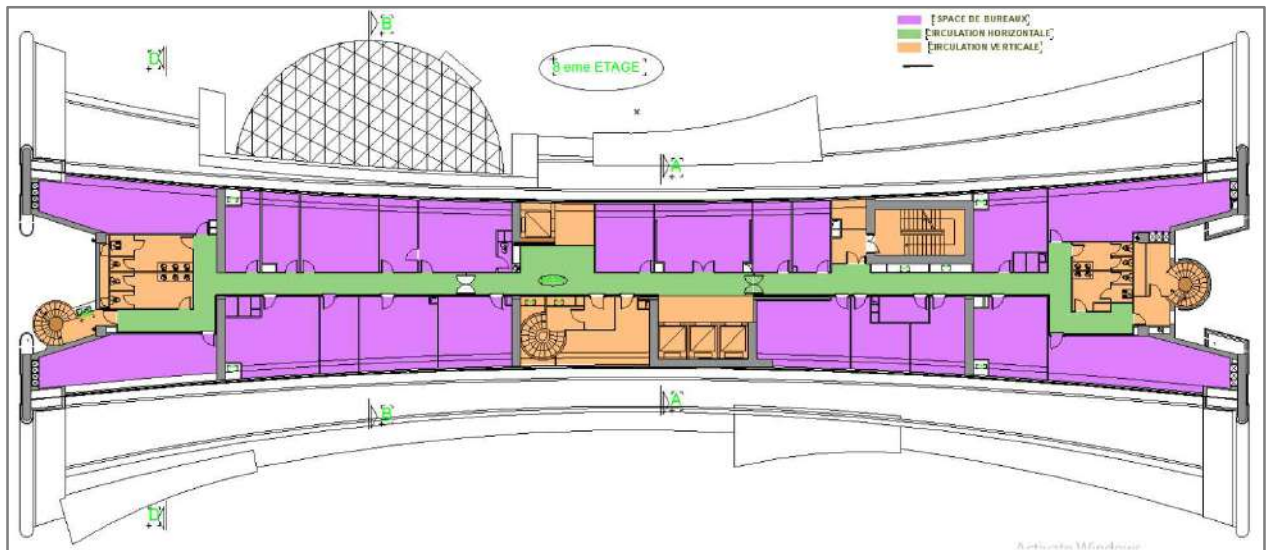


Figure 53 : Plans du 8^{ème} étage de l'ATM-Mobilis (Source : ATM-Mobilis)

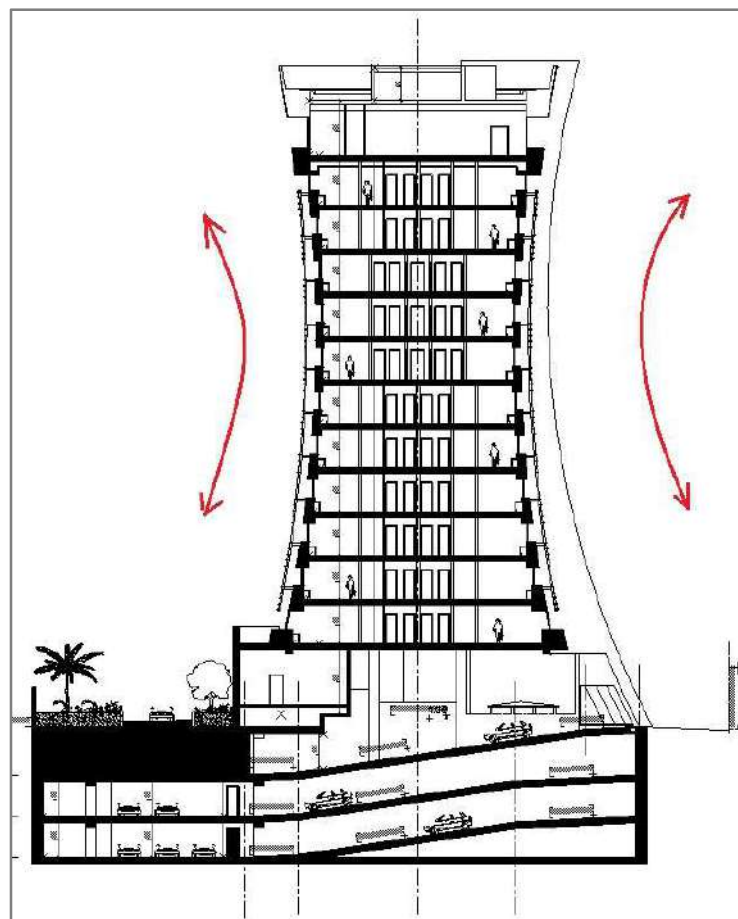


Figure 54 : Concavité des façades sur coupe BB de l'ATM Mobilis (Source : ATM-Mobilis)

Les caractéristiques du siège social d'ATM-Mobilis, sont présentées dans le tableau suivant (tab.17).

Tableau 17 : Caractéristiques de l'édifice de l'ATM-Mobilis

	Réalisation	Entreprise
	- BET Conception : SCET - Tunisie - Suivi de chantier : idem - Entreprise de réalisation : CSCEC - Age d'occupation : depuis 2011 - Bâtiment intelligent - Style d'architecture : moderne - Enveloppe : mur-rideau de verre importé	- Entreprise occupante : unique - Entreprise étatique à caractère lucratif - Nbr. appx. d'employés de bureaux : 800 - Majorité travaillant sur mico+papier - Télétravail : 0%
Volumétrie	- Volume parallélépipédique avec concavité des grandes façades. - Plan en « I » linéaire avec une seule circulation horizontale linéaire. - Hauteur : R+12 - Alentours peu construits ou en chantier. - Annexes : salle de prière, cantine et parking en sous-sol, médecin du travail surplace.	 Vue sur la façade principale (source internet n°28)
Enveloppe	- Fenêtres à auvent - Vitrage insonorisant - Teinte du vitrage extérieur : réfléchissant marron. - Même teinte sur les deux façades nord et sud. - Structure en acier pour nettoyage de façades faisant office de Brise-soleil identique sur les façades nord et sud. - Rideau intérieur californien en tissu	
Config. Spat.	- Aménagement en bureaux cloisonnés (3 occupants en moy.) - Cloisons en préfabriqué (Placoplatre) - Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection, conférence) - Espace de détente ou loisirs : cafétéria, mousallah.	
Plaintes des usagers	Équipements de confort	Décoration
- Densité - Problèmes de confort - Équipements de travail (prises, rangement, ...) - Manque de privacité - Sentiment d'enfermement - Isolement urbain	- <i>HVAC system</i> centralisé (GTB) - Aérations artificielle permanente - Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par l'utilisateur. - Ventilo-convecteurs intégrés en allège des fenêtres avec soufflage latéral (bas) et extraction horizontale (juste sous la fenêtre) / dans grands espaces : soufflage en plafonniers - Éclairage fluorescent allumable (1 luminaire = 4 lampes à néon avec réflecteur) - Absence d'éclairage d'appoint.	- Mobilier récupéré de l'ancien siège. - Décoration : BET concepteur - Couleurs neutres et quelques couleurs vives (grenas, ...) - Personnalisation de l'espace

En superposant les caractéristiques clés de cet édifice sur le tableau de synthèse des besoins « naturels » des usagers, se dégage le tableau 18 qui annonce quelques contraintes environnementales, particulièrement au niveau de l'organisation spatiale et du confort ambiantal, en termes de température, d'aération et d'éclairage.

Tableau 18 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de l'édifice ATM-Mobilis

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	
			Facteurs	implications
Organisation spatiale (Aménagement)		-Espace bureau individuel -Bureaux collectifs à 2 ou 3 usagers.	Bureaux collectifs à plus de 3 usagers	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Problèmes de productivité.
Détails architectonique	Décor	Personnalisation	-----	Insatisfaction Problèmes de performance
	Couleur	Tons neutres	Couleur foncée (grenas) sur le mur en allège sous la fenêtre	
	Plante	Présence de plantes au gré des usagers	-----	-----
Confort thermique		Chauffage et refroidissement saisonnier contrôlable dans chaque bureau avec supplément d'ouverture possible de fenêtre de désenfumage, en projection.	Environnement thermique artificiel saisonnier	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			-----	-----
Confort acoustique		Privacité sonore et contrôle de bruit, portant information dans un espace cellulaire	-----	-----
Vue vers l'extérieur		Proximité d'une fenêtre pour bénéficier d'une vue informative. Au sud sur terrains temporairement libres, pont, chemin de fer, etc. et au nord sur d'autres édifices, routes, tissu urbain, etc.	-----	-----
Confort aéraulique		-----	Aération artificielle permanente sans contrôle	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
			Aération mixte par petite ouverture de fenêtre de désenfumage.	
Confort visuel		-----	-----	Insatisfaction Problèmes de santé Baisse de productivité Comportements d'adaptation
			Éclairage artificiel dominant	
			Éclairage fluorescent	

Ce tableau révèle une forte contrainte environnementale engendrée par un inconfort thermique, aéraulique, visuel et en termes de configuration spatiale. Mais le tableau suivant (19) semble atténuer cette contrainte où la tendance semble mitigée et pencher plutôt vers le positif. Même les adjectifs utilisés par les usagers sont à connotation neutre comme « normal » et « ça va » alors que plus expressifs sont « très bien » et « à l'aise » exprimés par deux personnes seulement. Néanmoins, nous avons considéré que l'attitude négative était moins importante.

Tableau 19 : Données de l'entretien auprès des usagers de l'édifice ATM-Mobilis

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Normal (2) Ça va (2) Très bien (1) A l'aise (1)	Attitude positive (6)	Bureau individuel (2) Bureau plus spacieux (1) Faible densité / calme (1) Aération (1) Ensoleillement (1) Vue vers l'extérieur (1) Décoration et couleurs agréables (1) Propreté (1)	Confort physique (9)
Moyennement (1) Enfermé (1) Etouffé (1) Mal à l'aise (1)	Attitude négative (4)	Bonne ambiance avec collègues (2)	Confort psycho. (2)
		Matériel et équipement de travail (1)	Confort fonctionnel (1)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Effet de serre (3) Climatisation gênante au dos (2) Manque d'aération naturelle avec fenêtre qui ne s'ouvre que peu (2) Grande densité et manque d'espace (2) Configuration inadéquate d'espace en longueur (1)	Inconfort physique (10)	Bureau individuel (2) Espace bureau plus grand (2) Open-space pour tout le monde (1) Isolation sonore entre cloisons/ privacité (1) Ouvrir grand la fenêtre (1) Travailler face à la fenêtre (1)	Confort physique (8)
Manque de prises électriques, conditionnant l'emplacement du bureau (1)	Inconfort fonctionnel (1)	Mobilier ergonomiquement meilleur (2)	Confort fonctionnel (2)
Faible relationnel avec collègues (1)	Inconfort psycho. (1)		

Les points positifs soulevés sont en majorité liés au « confort physique », essentiellement en termes de configuration spatiale avec bureau individuel, spacieux ou de faible densité, en termes de facteurs ambiantaux avec l'aération, l'ensoleillement et la vue vers l'extérieur, ainsi qu'en termes de décoration et de propreté. L'ambiance ente collègues semble aussi peser positivement dans cet environnement intérieur ainsi que les outils et équipements de travail.

Quant aux plaintes elles concernent majoritairement des aspects du confort physique, notamment le confort ambiantal : en termes d'effet de serre, de climatisation gênante dans sa configuration de soufflage au dos et de fenêtre qui ne s'ouvre que peu (à auvent) ne permettant pas une aération naturelle pleine. Concernant l'amenée du refroidisseur en allège au dos des usagers dont les bureaux sont parallèles au vitrage, un comportement d'adaptation a été observé qui consiste à obstruer l'amenée d'air froid avec une chemise cartonnée. Ainsi que des plaintes d'organisation spatiale par forte densité ou par configuration de grands bureaux collectifs en longueur. En effet, la particularité architecturale de cet édifice est la concavité de ses grandes façades. Cette concavité réduit l'espace des bureaux aux étages centraux de l'édifice (4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème}, 7^{ème}) à un degré important qui rend les espaces à ces étages là de forte densité. L'effet esthétique souhaité par les concepteurs a engendré des effets négatifs sur l'usage des occupants dont le nombre était pourtant connu à la commande du projet. Nous nous arrêtons sur ce point important dans ce cas d'étude précis où la plasticité architecturale à été considérée en priorité par rapport à la configuration spatiale engendrée (surtout au niveau des bouts des plans) et à la densité d'occupation. Un parallélépipède « simple » aurait évité ce genre de contrainte environnementale, ou des façades convexes auraient augmenté la surface des espaces de travail. Malheureusement, le projet exposé au maître d'ouvrage a été approuvé sans prédire les conséquences, mais le

concepteur ne pouvait que les prédire (!). Alors quel enjeu ? plasticité pour signature et renom ? et l'usager dans tout cela ?

Il n'y a pas eu de plaintes sur l'éclairage, mais nous avons observé dans certains bureaux des lampes à néon dévissées dans quelques luminaires. D'autres plaintes plus rares ont été enregistrées sur le positionnement conditionné du mobilier de travail dans un espace où l'emplacement des prises de courant électrique est inapproprié. Les souhaits ont principalement concerné la configuration spatiale en bureaux individuels ou en collectifs moins denses avec plus d'espace ainsi qu'une meilleure isolation sonore entre bureaux, l'ouverture pleine de la fenêtre (battante) et enfin la disposition du mobilier de manière à faire face à la vue vers l'extérieur. Certains ont aussi souhaité un meilleur mobilier, notamment pour le rangement des dossiers comme nous l'avons constaté de visu : le dépôt de dossiers sur l'allège du vitrage, encombre la bouche horizontale de reprise d'air dans le bureau.

Il est clair que l'inconfort physique domine dans cet édifice mais il reste moins important que dans les deux édifices à patios. Selon nous, cela peut s'expliquer par deux facteurs importants : la présence de vue informative à partir de chaque bureau dans cet édifice linéaire, qui n'est pas le cas dans les édifices à patios ; ainsi qu'une aération bien que artificielle mais non centralisée. En effet, deux réseaux se distinguent : un réseau spécifique aux espaces annexes en sous-sol (parking, cantine, etc.) ainsi que la circulation horizontale et verticale dans tous les étages et un second réseau indépendant dans les bureaux. Nous l'avons d'ailleurs constaté le jour de l'enquête avec une odeur désagréable provenant du sous-sol qui s'est lentement propagée dans le couloir et les escaliers de distribution aux bureaux mais pas dans ces derniers, si ce n'est par l'ouverture des portes sur le couloir.

L'accès à la fenêtre avec une vue informative et une ouverture même insuffisante n'est pas anodin et ses influences sont fortement à considérer dans une conception architecturale, ceci à l'échelle de l'espace de travail. Mais aussi à l'échelle de tout ce projet, la configuration spatiale de tout le projet linéaire (destiné à 800 usagers) est de loin, beaucoup plus simple et facilement appréhendée par l'image mentale des usagers. Alors que la configuration spatiale du ministère des finances, destinée à 3,5 fois plus d'usagers (3000) est plutôt labyrinthique difficile à appréhender pour un étranger comme nous, où nous avons dû demander de l'aide à plusieurs reprises pour nous orienter, malgré les plans de secours affichés.

IV- 3.2.3. Synthèse des édifices linéaires

Bien que le siège de l'ATM-Mobilis soit un exemple très intéressant en termes d'espaces de détente et de formation qu'il offre à ses usagers (cafétéria en comptoir ouvert, moussallah, restaurant, salles d'enseignement, salle de conférence, etc.), il présente quelques faiblesses. La plus pertinente est sa configuration spatiale, où la priorité esthétique et plastique a été favorisée aux dépens des besoins des usagers. Le choix des concepteurs de courber les façades de manière concave a engendré un rétrécissement des espaces intérieurs et une forte densité d'occupation dans près de trois étages. L'inconfort ne pouvait qu'être prévisible. En considérant que chaque étage soit occupé par plus de 50 usagers, au moins 150 usagers des étages concernés vivent mal leur espace de travail où ils passent au moins 8 heures par jour.

Il est vrai qu'à la concavité des façades, il aurait pu y avoir adaptation d'occupation des trois étages concernés par une densité moindre que les autres étages. Mais il semble que le problème soit en amont au niveau de la conception où les architectes n'ont pas considéré cette densité, ou bien en aval avec une sur-occupation ou une surdensité imprévue. Comme c'est le cas semble t-il dans l'ancien siège du ministère de la communication où l'environnement physique répond à plusieurs besoins naturels de ses usagers mais l'immeuble étant petit pour le nombre d'employés, une forte densité génère une forte insatisfaction chez les usagers.

IV- 3.3. Édifices à noyau de services

Dans cette configuration, le noyau de services comprend les espaces de circulation verticale et horizontale ainsi que les sanitaires et espaces techniques, groupés en un bloc qui peut être centré ou excentré dans le plan ou même tangent à la périphérie libérant le reste de l'espace pour les bureaux en façades extérieures. Quatre édifices de notre échantillon s'inscrivent sous cette catégorie que sont : le Ministère de l'énergie, la GRTE, filiale de la SONELGAZ, le siège de la CMA-CGM Algérie et la tour ABC. La particularité des plans de ce type d'édifice est la profondeur, suggérant des aménagements en bureaux paysagers ou en grands bureaux collectifs.

IV- 3.3.1. Édifice du Ministère de l'énergie

Le ministère de l'énergie est composé de 2 édifices : la tour A et la tour B, jointes par une passerelle couverte, faisant office de seuil d'entrée à la résidence adjacente « Chabani » (fig.55). Nous avons abordé dans cette enquête la tour A qui se développe en parallélépipède sur 11 niveaux.



Figure 55 : Vues sur le ministère de l'énergie

Le plan de la tour A est aménagé en un noyau central concentrant les espaces de circulation verticale et les espaces techniques (ascenseurs, escaliers, gaines, etc.). Autour de ce noyau central, se déploie un couloir desservant les espaces bureaux aménagés en périphérie, sur les quatre façades de l'édifice (fig.56). Les espaces bureaux communs et paysagers sont dominants par rapport aux espaces cellulaires.



Figure 56 : Plan du 4^{ème} étage et coupe de la tour A du Ministère de l'énergie (source : service technique du ministère même)

Les caractéristiques de la tour A du Ministère de l'énergie, sont présentées dans le tableau suivant (tab.20).

Tableau 20 : Caractéristiques du Ministère de l'énergie

Réalisation		Entreprise	
- BET Conception : TEC Consulting (tunisien) - Réalisation : Brown & Root Condor (BRC) - Aménagement intérieur et façades : Merrily (turque) - Age d'occupation : depuis 2006 - Bâtiment intelligent - Style d'architecture : néo-mauresque - Enveloppe : façades ventilées (brique et habillage en céramique avec fenêtres ouvrables)		- Entreprise occupante : unique - Institution publique à caractère administratif - Nbr. appx. d'employés: 500 (tour A) - Majorité travaillant sur mico+papier - Télétravail : 0%	
Volumétrie	- Volume parallélépipédique - Plan à tendance carrée. - Hauteur : R+ 10 - Alentour construit. - Annexes : parking en sous-sol, médecin du travail surplace.		
		Façade arrière de la tour A*	Façade ventilée de la tour A*
Enveloppe	- Fenêtres battantes. - Sur deux façades ventilées, les fenêtres sont devancées de claustras à grande échelle. - Vitrage insonorisant - Verre des fenêtres : marron réfléchissant. - Rideau intérieur californien en tissu.		
Config. Spat.	- Aménagement dominant en bureaux paysagers médiums (7 à 20) ainsi que quelques bureaux cloisonnés collectifs (jusqu'à 6 occupants) - Cloisons en préfabriqué opaques (placoplatre) et cloisons transparentes à mi-hauteur avec rideaux vénitiens en PVC. - Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection) - Espace de détente ou loisirs : aucun		
Plaintes des usagers		Équipements de confort	
- Densité - Manque de privacité - Isolement du centre ville	- <i>HVAC system</i> centralisé. - Aérations artificielle permanente - Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par usager (débit et T°). - Ventilo-convecteurs intégrés en faux-plafond : ou en allège de fenêtre avec soufflage vertical, noyés dans volume de rangement. - Éclairage fluorescent allumable (1 luminaire = 4 lampes à néon avec réflecteur) - Absence d'éclairage d'appoint.		
		Décoration	
		- Choix du Mobilier : concepteur et entreprise occupante - Décoration : concepteur et entreprise occupante - Couleurs à dominance neutre (blanc, beige, ...) - Personnalisation de l'espace (plantes, ...)	

* Source internet n°31

Le tableau 21 présente la superposition des caractéristiques clés de cet édifice sur le tableau de synthèse des besoins « naturels » des usagers. Il semble annoncer quelques contraintes environnementales, au niveau de l'organisation spatiale et ses conséquences en termes de densité, de contrôle et de privacité.

Tableau 21 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du Ministère de l'énergie

Facteurs d'influence	Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	
		Facteurs	implications
Organisation spatiale (Aménagement)	-----	Dominance de bureaux collectifs et bureaux paysagers	Insatisfaction Prédisposition au SBS Problèmes de productivité.
Détails architectoni	Décor	-----	-----
	Couleur	Tons neutres formant une base de personnalisation de l'espace	
	Plante	Présence de plantes au gré des usagers	
Confort thermique	Environnement thermique naturel, contrôlable à travers l'ouverture de fenêtre, avec supplément artificiel (chauffage ou refroidissement) contrôlable par les usagers.	-----	-----
		-----	-----
Confort acoustique	-----	Manque de privacité sonore, manque de contrôle par des bruits imprévisibles portant information, notamment dans les bureaux paysagers.	Insatisfaction Problèmes de santé (maux de tête, fatigue) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur	Présence de vue informative, selon l'éloignement de l'utilisateur avec dominance d'activité automobile (sens giratoire), paysage naturel éparse, quelques chantiers et environnement peu urbanisé.	-----	-----

Confort aéralique	Aération naturelle libre avec ouverture pleine de la fenêtre, par l'utilisateur (contrôle du débit et quantité d'air selon les besoins du moment)	-----	Risque de problèmes de santé (SBS)
		Aération mixte sans conditionnement de l'aération naturelle	
Confort visuel	Éclairage naturel suffisant, à proximité des fenêtres sans claustras	-----	Insatisfaction Problèmes de santé Baisse de productivité Comportements d'adaptation
		Éclairage artificiel dominant dans les espaces profonds	
		Éclairage fluorescent	

D'après ce tableau 21, la contrainte environnementale est importante : au niveau de l'organisation spatiale, à dominance paysagère ou collective à forte densité et ce que cela engendre en termes de manque de privacité et de contrôle et par conséquent au niveau du confort acoustique ; au niveau du confort visuel à cause de la profondeur des espaces à grande occupation et quelques risques de santé encourus avec l'aération artificielle permanente. Le profil de qualité environnementale de ce cas d'étude ne semble pas être catastrophique surtout que le tableau 22, montre une appréciation de cet édifice par la majorité des usagers interrogés. Ils se plaignent essentiellement de grande densité impliquant une importante distraction sonore, un manque de privacité ainsi qu'un manque de concentration au travail. Ce dernier aspect, témoigne clairement d'une faible performance au travail, engendrée par l'organisation spatiale.

Tableau 22 : Données de l'entretien auprès des usagers de l'édifice du Ministère de l'énergie

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Bien (7) A l'aise (1)	Attitude positive (8)	Sous-espace retiré dans l' <i>open-space</i> (2) Éclairage naturel à travers grande fenêtre (1) Le calme (1)	Confort physique (4)
Emprisonné (1) Pas bien (isolation urbaine) (1)	Attitude négative (2)	Équipements et outils de travail (mobilier, micro, internet, ...) (3)	Confort fonctionnel (3)
		Ambiance de travail avec collègues (1) Travail en soit (1) Contact hiérarchique direct (1)	Confort psycho. (3)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Grande densité et manque d'espace (3) Bruit (2) Ensoleillement direct sans rideaux (1)	Inconfort physique (6)	Bureau individuel (4) Espace plus grand (1) Cloisons insonorisantes en dur (1)	Confort physique (6)
Manque d'intimité et difficultés de concentration/ <i>open-space</i> et bureaux collectifs (4)	Inconfort psycho. (4)	Plus d'intimité sans mixité dans bureau collectif (1) Proche du centre ville (1)	Confort psycho. (2)
		Plus de rangement	Confort fonctionnel (1)

Les souhaits suivent les plaintes avec des vœux de bureaux individuels, moins de densité, privacité sonore et visuelle (sans mixité dans les bureaux). A ce niveau, la gêne dans cet édifice est claire. Une organisation spatiale plus proche des besoins « naturels » aurait pleinement joué en faveur d'une haute IEQ de l'environnement intérieur. Même si à quelques plaintes près d'ensoleillement direct et de manque de mobilier de rangement, le confort fonctionnel et les facteurs d'ambiance thermique et aéraulique semblent satisfaisants. Nous gardons réserve sur le confort visuel car la profondeur des espaces de travail implique une insuffisance constatée d'éclairage naturel. L'usage permanent de l'éclairage fluorescent pour travailler avec absence d'un éclairage d'appoint, doit impérativement susciter une piste d'enquête plus approfondie sur le confort visuel et la santé des usagers, ainsi que la piste du SBS au vu de l'entretien et la gestion de l'aération artificielle de l'immeuble.

Grand nombre d'usagers dans cette tour ont déménagé d'un édifice de l'ancien tissu colonial de la ville d'Alger, à Ghermoul (revoir fig.20a), avec des espaces de travail cellulaires et cloisonnés même si collectifs mais de faible densité, une régulation du confort physique par ouverture de fenêtre, un plan peu profond assurant une proximité de tous les usagers à la fenêtre pour la vue vers l'extérieur, et enfin un éclairage qui ne devait pas être suffisant durant les jours à ciel couvert mais la proximité des fenêtres devait laisser paraître une dominance de l'éclairage naturel. L'ancien édifice était situé dans un des boulevards du centre ville avec une forte accessibilité urbaine et une forte attraction commerciale, complètement opposée à l'isolement urbain relatif de l'édifice actuel au Val d'Hydra.

Quelques comportements d'adaptation ont été observés : sur les fenêtres exposées à l'ensoleillement direct où manquent des rideaux, étaient collées des feuilles de papier pour parer à la gêne. 2/4 néons étaient dévissés pour le travail sur micro. Manque de rangement, impliquant le blocage d'ouverture de quelques fenêtres par des boîtes à dossiers. Porte d'un *open-space* médium, ouverte pour créer une sorte de cloison à l'espace de travail derrière la porte (en forme de U). Grande majorité des rideaux vénitiens en pvc, des cloisons sur couloir,

opacifient ces cloisons mi-transparentes, pour répondre au besoin naturel de privacité visuelle.

La synthèse des résultats de cet édifice montre un inconfort physique et fonctionnel. Cette contrainte fonctionnelle semble se répéter dans plusieurs cas d'étude, probablement due à l'usage encore très important de l'archivage sur papier en Algérie. Les édifices modernes doivent respecter cette contrainte qui risque de durer encore longtemps avant le passage à l'archivage numérique. Le besoin « naturel » principal omis par le concepteur dans ce cas d'étude est donc le bureau cellulaire ou celui collectif ne dépassant pas trois usagers. Le mobilier de rangement est un manque que les architectes et gestionnaires de l'immeuble peuvent encore combler mais la configuration spatiale est difficile à revoir car le choix même d'un plan à tendance carrée avec un noyau de services presque centré implique une organisation spatiale en profondeur avec de grands espaces de travail communs. La réflexion sur l'organisation spatiale inadaptée est donc à critiquer en amont du processus de conception architecturale.

La force dans le traitement de la qualité environnementale intérieure, dans cet édifice, réside dans la grandeur des fenêtres et leur pleine ouverture inconditionnelle, pour une aération naturelle, une régulation thermique ou simplement un contact sensoriel avec l'extérieur. Sa faiblesse est dans le choix de la configuration spatiale dominante. Nous allons voir dans le cas suivant, une situation pire que celle où la contrainte environnementale de l'organisation spatiale en bureaux paysagers et grands bureaux collectifs est combinée à une forte contrainte ambiante par aération et température artificiels, ainsi qu'un éloignement des fenêtres rendant la vue difficile et atténuant fortement l'éclairage naturel, ainsi que l'usage des tons de couleur désagréable.

IV- 3.3.2. Siège de la GRTE

Le siège de la GRTE, est un patrimoine de la SONELGAZ, géré par la Société du Patrimoine immobilier des Industries Électriques et Gazières (SOPIEG). La GRTE partage son siège avec une deuxième filiale de SONELGAZ (« Opérateur du Système Électrique - OS »). Le volume qu'elle occupe et celui qu'occupe l'OS sont articulés au niveau d'une entrée commune avec une réception commune (fig.57). L'édifice composé des deux volumes forme un « V » en vue aérienne (fig.57). Malgré ce partage, la gestion technique du confort du volume de la GRTE est indépendante de celle du volume de l'OS.



Figure 57 : Siège de la GRTE

L'édifice de la GRTE se développe sur 5 niveaux avec un aménagement dominant en espace paysager (fig.58). Quelques bureaux communs et cellulaires sont aménagés aux besoins du service et au statut de l'employé.



Figure 58 : Plan du 1^{er} niveau du siège de la GRTE et de l'OS (source : SOPIEG)

Les caractéristiques de la GRTE sont présentées dans le tableau suivant (tab.23).

Tableau 23 : Caractéristiques du siège de la GRTE

	Réalisation	Entreprise
	- BET Conception : étranger - Suivi de chantier : idem - Entreprise de réalisation : étrangère - Age d'occupation : depuis 2006 Bâtiment intelligent. - Style d'architecture : moderne - Enveloppe : mur-rideau de verre importé - Site relativement isolé	- Entreprise occupante : unique Entreprise étatique à caractère lucratif - Nbr. appx. d'employés de bureaux : > 500 employés - Majorité travaillant sur mico+papier - Télétravail : 0%
Volumétrie	- Volume parallélépipédique - Plan en « I » linéaire. - Hauteur : R+ 4 - Alentour très peu construit. - Annexes : cantine extérieure, parking en sous-sol, médecin du travail surplace.	 Vue sur le volume de la GRTE (Source internet n°34)
Enveloppe	- Conçu hermétique - Fenêtres de désenfumage manuel à ouvrant projeté (dites à l'italienne) - Vitrage insonorisant - Teinte du Vitrage extérieur : bleu réfléchissant. - Même teinte sur les deux façades nord et sud. - Absence de Brise-soleil sur façade exposée. - Rideau intérieur californien en tissu.	
Config. Spat.	- Aménagement dominant en bureaux paysagers et bureaux mi-cloisonnés (hauteur de porte.) ainsi que quelques bureaux cloisonnés (indv./collectifs.) - Cloisons mi-hauteur en dur et cloisons en préfabriqué (Placoplatre) - Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection) - Espace de détente ou loisirs : aucun	
	Plaintes des usagers	Équipements de confort
	- Problèmes de santé - Problèmes de confort - Densité - Équipements de travail (prises, rangement, ...) - Manque de privacité - Sentiment d'enfermement - Isolement urbain - Couleurs inadaptées	- HVAC system centralisé. - Aérations artificielle permanente - Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par usager (débit et T°). - Ventilo-convecteurs intégrés en faux-plafond : soufflage et extraction en plafonnier. - Éclairage fluorescent rosé allumable (1 luminaire = 4 lampes à néon avec réflecteur) - Absence d'éclairage d'appoint.
		Décoration
		- Choix du Mobilier : ... - Décoration : ... - Couleurs controversées à dominance grise (murs, structure de façade, sol, etc.) - Personnalisation de l'espace

En superposant les caractéristiques clés de cet édifice sur le tableau de synthèse de la littérature scientifique, il apparaît au tableau 24 que la contrainte environnementale est très forte à cause d'une organisation spatiale en bureaux collectifs à forte densité, ou partiellement cloisonnés ou paysagers. Cela conjugué à une forte contrainte ambiante caractérisée par un environnement à dominance artificielle sur le plan thermique, aéraulique et visuel. Additionné à cela, dans certains étages les tons du gris influencent négativement les usagers et les tons foncés du décor en bois absorbent la quantité déjà insuffisante

d'éclairage naturel, du fait de la teinte foncée du vitrage. Un décor déjà imposé qui inhibe jusqu'à un certain degré la personnalisation de la décoration de l'espace chez les usagers. Nous verrons dans le tableau 25, la correspondance de ce constat avec le témoignage des usagers.

Tableau 24 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers du siège de la GRTE

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	
			Facteurs	Implications
Organisation spatiale (Aménagement)		-----	Bureau collectif à 4 usagers ou plus. Bureaux paysagers Bureaux à mi-hauteur cloisonnés, en accès libre, sans porte	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Problèmes de productivité.
Détails architectonique	Décor	Personnalisation	Décor imposés	Insatisfaction Problèmes de performance
	Couleur	Tons neutres formant une base de personnalisation de l'espace	Tons de couleur grise (sol, murs, vitrage) avec effet déprimant. Tons de couleur bois : parois, mobilier, portes ...	
	Plante	Présence de plantes au gré des usagers	-----	-----
Confort thermique		-----	Environnement thermique hermétique et artificiel avec contrôle de débit et température	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			Environnement thermique excessif par effet de serre à proximité de vitrage exposé au soleil, malgré le rideau.	Stress et insatisfaction Baisse de productivité
Confort acoustique		-----	Manque de privacité sonore, manque de contrôle par des bruits imprévisibles portant information.	Insatisfaction Problèmes de santé (maux de tête, fatigue) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur		Proximité de fenêtre avec vue informative sur autoroute, oued El-Harrach, etc. mais avec ensoleillement direct excessif en saison de chaleur.	Absence de vue (absence de fenêtre)	Insatisfaction Problèmes de santé psychologique (isolement et claustrophobie)
			Vue non-informative, sur groupes d'eau glacée ou autres équipements techniques ou paysage lointain	Prédisposition aux problèmes de santé physique (SBS) Manque de performance et productivité
Confort aéraulique		-----	Aération artificielle hermétique, sans contrôle, sans contrôle possible par l'utilisateur	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
			Aération mixte par ouverture des fenêtres de désenfumage, bien que interdite	
Confort visuel		-----	Cas d'éclairage artificiel unique	Insatisfaction
			Éclairage artificiel dominant	Problèmes de santé Baisse de productivité
			Éclairage fluorescent	Comportements d'adaptation

La forte contrainte environnementale, issue de ce tableau a été confirmée par les réponses des usagers, aux entretiens exprimés dans le tableau suivant (Tab. 25). Presque tous les répondants ont exprimé une attitude plutôt négative envers leur environnement physique de travail. D'ailleurs le répondant qui a exprimé une attitude positive est installé en bureau cellulaire équipé de commodités environnementales et de travail. Le bureau individuel est une situation assez rare et très prisée dans les étages de cet édifice. C'est d'ailleurs un aspect positif cité ainsi que le mobilier, comme facteurs physiques. La majorité des autres

aspects positifs sont plutôt d'ordre psychologique, liés à la communication sociale entre collègues et celle professionnelles, ainsi que le travail en soit.

Tableau 25 : Données de l'entretien auprès des usagers du siège de la GRTE

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Etouffé (absence d'accès à la fenêtre et qui ne s'ouvre pas, encombré, stressé (3) Mal à l'aise (trop artificiel) (2) Gêné (manque d'intimité) (1) Pas très bien (densité, mobilier, clim.) (1) Moyennement (pas d'air frais, chaleur d'hiver) (1) Contraint (1)	Attitude négative (9)	Communication positive entre collègues (4) Contact direct avec collègues et transparence professionnelle (3) Le travail en soit (1)	Confort psycho. (8)
Bien (1)	Attitude positive (1)	Bureau individuel (2)	Confort physique (2)
		Mobilier (1)	Confort fonctionnel (1)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Problèmes de configuration spatiale (9): Manque d'intimité (4) Grande densité (manque d'espace) (2) Aménagement en open-space (2) Bruit (1) Problèmes d'aération (8): Absence de fenêtre (2) Absence d'air frais/ aération artificielle (3) Problèmes de santé (2) Odeur de fumée de tabac (1) Problèmes liés aux couleurs (2) Décoration déprimante / couleur grise (2) Problèmes liés à la température (2) : Clim. TROP froide (1) TROP d'ensoleillement (1)	Inconfort physique (21)	Bureau individuel fermé avec clé (6) Bureau cloisonné en dur avec 2 collègues seulement (1) Open-space plus petit (1) Fenêtre qui s'ouvre grand (3) Aération naturelle (santé) (2) Clim individuelle dans bureau cloisonné (1) Ensoleillement (santé) (1) Vue sur fenêtre (1)	Confort physique (16)
Manque de mobilier de rangement (1)	Inconfort fonctionnel (1)		

Les aspects négatifs cités sont nombreux : 22 plaintes par 10 répondants, cela témoigne, comme dans le ministère des finances, de l'importance de l'insatisfaction et l'inconfort vécus. Les plaintes concernent essentiellement des problèmes d'organisation spatiale où les bureaux paysagers mi-cloisonnés engendrent un manque de privacité, une forte densité, ainsi que le bruit incontrôlable. Les problèmes d'aération sont aussi fortement soulevés en termes d'absence d'une aération naturelle à travers des fenêtres qui s'ouvrent grand, de problèmes de santé liés à l'aération artificielle (allergie, grippe et angine) ainsi que d'odeurs désagréables du tabac. Autres aspects négatifs : les tons de « gris » dits « déprimants » (sol, murs, teinte du vitrage, ...) et fortement influents sur le moral des usagers. Mais ces couleurs ne se répètent pas dans tous les étages, elles ne concernent que quelques étages (chaque étage est occupé par une structure de la filiale, libre d'aménager son espace selon ses besoins). Enfin un dernier aspect important est lié à l'inconfort thermique où les usagers se sont plaints d'effet de serre engendré par un ensoleillement direct (usagers proches de la façade sud) dont nous avons d'ailleurs observé quelques comportements d'adaptation comme l'obstruction des fenêtres directement exposées par des posters ou l'orientation du mobilier de bureau de manière à éviter l'ensoleillement direct sur l'écran d'ordinateur. Les usagers des bureaux paysagers, installés sous les amenées d'air refroidi se sont plaints d'excès de froid, en saison chaude et nous avons observé le

déplacement du mobilier de bureaux installés 4 par 4 usagers, pour éviter l'exposition thermique directe sous l'amenée d'air chauffé ou refroidi. Bien qu'il n'y ait pas eu de plaintes directes sur le manque d'éclairage naturel, nous avons observé que l'éclairage fluorescent était allumé à longueur de journée (ensoleillée ce jour-là), même aux abords des baies vitrées et nous avons observé aussi, des lampes volontairement dévissées dans certains luminaires. Dans les grands espaces paysagers, le contrôle de l'éclairage se fait à l'entrée de la salle, réparti en plusieurs interrupteurs qui commandent chacun une rangée de luminaires traversant en longueur la salle, le contrôle individuel est donc impossible. Certains usagers se sont plaints d'une baisse de vue, depuis qu'ils travaillent dans cet édifice. L'éclairage d'appoint incandescent aurait été une solution opportune pour assouvir le besoin de contrôle individuel sur l'éclairage artificiel, amenuisant les effets nocifs de l'éclairage fluorescent.

Un dernier aspect négatif d'ordre fonctionnel a été cité, lié au manque de mobilier de rangement que nous avons effectivement constaté de visu, le nombre de dossiers ou de boîtes à dossiers empilés devant l'espace de travail, malgré la présence d'armoires. Mais comme nous l'avons déjà mentionné, plus haut, l'archivage dans notre pays se fait encore sur support papier, nécessitant une réflexion importante sur les rangements possibles et imaginables dans la conception d'espaces bureaux.

Les souhaits des usagers ont alors concerné essentiellement une organisation spatiale en bureaux cellulaires, ou collectifs entre 2 collègues seulement, ou au pire des cas en petit espace paysager. Un autre souhait important a concerné l'aération naturelle à travers l'ouverture de fenêtres ainsi qu'un contrôle individuel du refroidissement, un ensoleillement sans gêne et une position proche de la fenêtre pour bénéficier d'une vue extérieure. Tous des souhaits qui expriment les « besoins naturels » des usagers, auxquels l'environnement enquêté ne répond pas. Il nous faut souligner, que dans cet édifice, comme dans tous les édifices enquêtés équipés d'*HVAC system*, que l'ouverture de fenêtre de désenfumage manuel, soit autorisée ou pas, les usagers l'ouvrent. Personnellement, nous considérons que c'est une soupape psychologique et qu'heureusement que la protection civile exige cette ouverture, même si l'exigence est d'ordre sécuritaire et non pas de confort, mais nous nous interrogeons fortement sur les dépenses énergétiques que cela engendre et ne doutons pas des consommations faramineuses à payer par les gestionnaires de l'édifice (!!!). Un aménagement en bureaux cellulaires ou collectifs avec une aération naturelle et un éclairage à dominance naturelle, auraient certainement nécessité une construction plus grande et des dépenses de projet, plus importantes en amont. Mais ces dépenses auraient été rapidement amorcées par une consommation énergétique beaucoup plus faible. Alors que là, le cumul des factures de consommations énergétique, depuis 09 ans a dû largement dépasser le prix de la construction de l'édifice.

IV- 3.3.3. La tour CMA-CGM Algérie

La tour CMA-CGM Algérie est implantée au nouveau quartier des affaires de Bab-Ezzouar (d'activité, d'équipements et d'aménagement urbains « Mercure Université »), dans un site encore peu urbanisé (voir vue aérienne fig.59). Elle est composée d'un volume parallélépipédique dominant qui se développe sur 13 niveaux (R+12) et deux petits parallélépipèdes collés à ses flancs (voir vue sur façade fig.59)



Figure 59 : Vues sur la tour CMA-CGM Algérie

Le premier niveau de la tour est aménagé en agence commerciale d'affrètement de la CMA-CGM, accessible au public. Les étages courants de forme rectangulaire, abritent en *hotelling* différentes entreprises. La tour s'élance sur 13 niveaux avec un plan d'étage courant ouvert, aménageable en fonction des besoins de chaque entreprise locataire (fig.60).

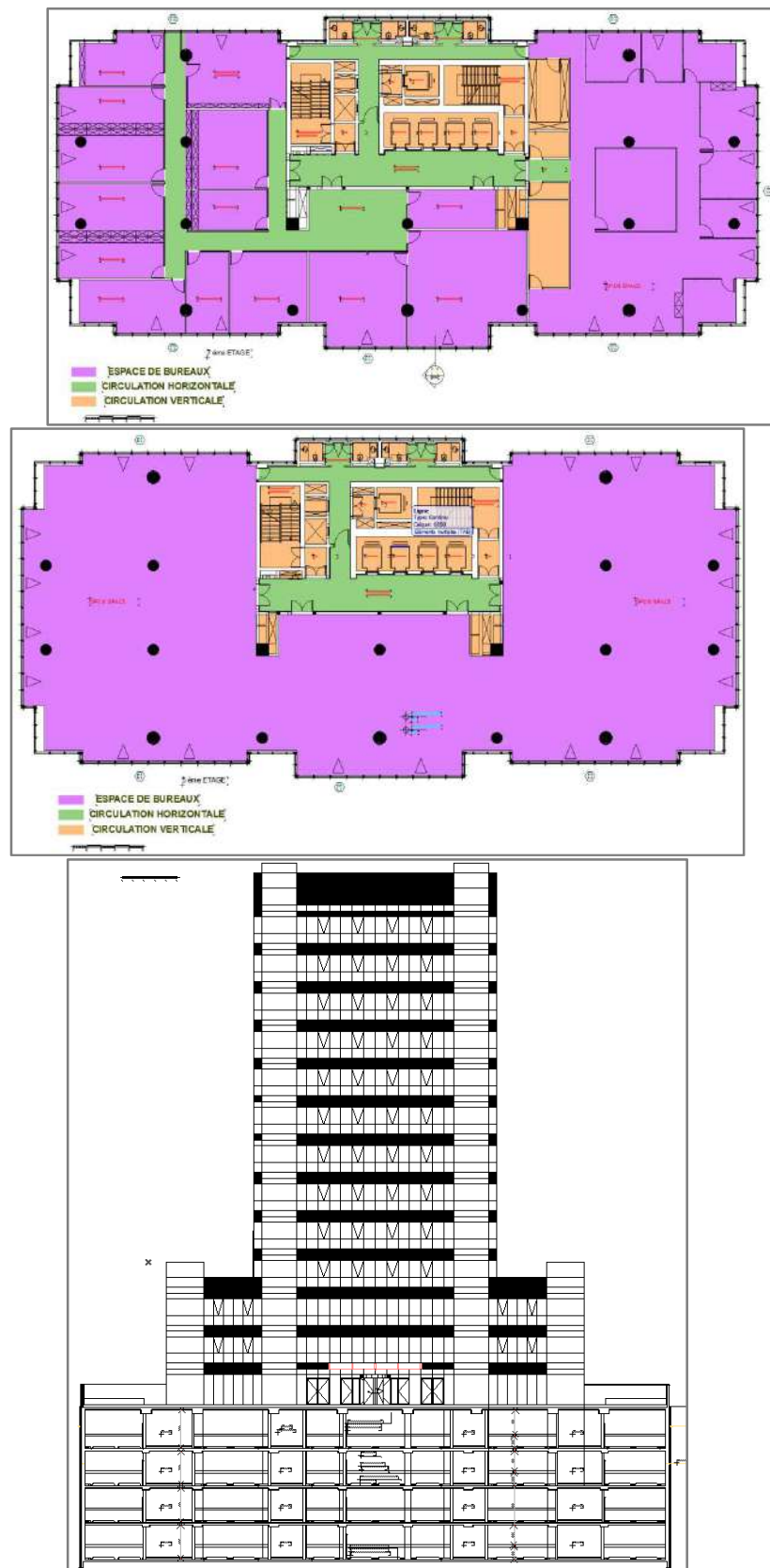


Figure 60 : Plan d'étage courant aménagé et non-aménagé et coupe-façade de la tour CMA-CGM Algérie

Les caractéristiques de la tour CMA-CGM, sont présentées dans le tableau suivant (tab.26). La CMA-CGM est l'entreprise occupante et propriétaire de l'édifice. Le cahier des charges qui incombe à la construction d'édifices dans ce nouveau quartier d'affaires de Bab-Ezzouar exige un nombre d'étages impliquant une superficie très importante d'espaces bureaux dépassant de loin les besoins mêmes de l'entreprise. Cette dernière se retrouve donc rentabiliser son investissement dans la construction de la tour en louant les espaces vides, une sorte de *hotelling*, au service de plusieurs représentations d'entreprises, en majorité étrangères. Chaque entreprise occupante est libre d'aménager les surfaces libres au gré de ses besoins, en collaboration avec le bureau technique et de gestion propre à la tour.

Tableau 26 : Caractéristiques de la tour CMA-CGM Algérie

	Réalisation	Entreprise
	- BET Conception : libanais - Suivi de chantier : concepteur + autre - Entreprise de réalisation : étrangère - Age d'occupation : depuis 2001 Bâtiment intelligent. - Style d'architecture : moderne - Enveloppe : mur-rideau de verre importé - Site relativement isolé	- Entreprises occupantes : multiples Entreprise internationale étrangère à caractère lucratif - Nbr. appx. d'employés de bureaux : 650 - Majorité travaillant sur mico+papier - Télétravail : faible pourcentage d'une entreprise scandinave occupant un étage dans la tour.
Volumétrie	- Volume parallélépipédique à 4 façades avec socle de 3 niveaux et une tour de 9 niveaux . - Plan rectangulaire du socle et de la tour. - Hauteur : R+ 12 - Alentour peu construit ou en chantier. - Annexes : restaurant, parking en sous-sol.	 Vue sur l'entrée principale (Source Internet n°37)
Enveloppe	- Conçu hermétique - Fenêtres de désenfumage manuel à ouvrant projeté (à auvent) - Vitrage insonorisant - Teinte du Vitrage extérieur : noir réfléchissant. - Même teinte sur les quatre façades - Absence de Brise-soleil sur façade. - Rideau intérieur en tissu.	
Config. Int.	- Aménagement dominant en bureaux paysagers ou bureaux à cloisonnement transparent. - Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection, vidéoconférence) - Espace de détente ou loisirs : terrasses, cafétéria, sport.	
Plaintes des usagers	Équipements de confort	Décoration
- Problèmes de confort - Manque de privacité - Isolement urbain	- HVAC system centralisé. - Aérations artificielle permanente - Chauffage/refroidissement saisonnier, non-réglables par usager. - soufflage et extraction en plafonnier. - Éclairage halogène en spots ou fluorescent rosé allumable (1 luminaire = 2 lampes à néon avec réflecteur). - Absence d'éclairage d'appoint.	- Choix du Mobilier : libre par entreprise occupante - Décoration : libre par entreprise - Couleurs neutres.

En superposant ces caractéristiques clés sur les besoins « naturels » des usagers, se dégage le tableau 27 qui semble annoncer quelques contraintes environnementales, notamment en termes d'organisation spatiale, de confort thermique, de confort aéralique et de confort visuel.

Tableau 27 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de la tour CMA-CGM

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	
			Facteurs	implications
Organisation spatiale (Aménagement)		Quelques espaces bureaux cellulaires ou individuels, avec parois transparentes ou opaques.	– Bureau collectif à plus de 9 usagers – Bureaux paysagers	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Problèmes de productivité.
Détails architectonique	Décor	Personnalisation et participation	Décors imposés	Insatisfaction Problèmes de performance
	Couleur	Tons neutres formant une base de personnalisation de l'espace	Tons de couleurs foncés avec effet psychologique notoire	
	Plante	Présence de plantes avec effet esthétique et sanitaire (absorbant fatigue, stress et meilleure IAQ)	-----	-----
Confort thermique		-----	Environnement thermique hermétique et artificiel sans contrôle individuel.	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			Environnement thermique excessif, trop froid ou trop chaud (effet de serre de façade vitrée par exemple)	Stress et insatisfaction Baisse de productivité
Confort acoustique		Privacité sonore et contrôle de bruit, portant information dans un espace cellulaire	Manque de privacité sonore, manque de contrôle par des bruits imprévisibles portant information, notamment dans les bureaux paysagers.	Insatisfaction Problèmes de santé (maux de tête, fatigue) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur		Vue informative à proximité des façades avec risques d'ensoleillement excessif sur les façades exposées.	---	Risques d'insatisfaction Risques d'influence négative sur performance et productivité
			Vue indirecte par éloignement des façades ou par bureaux individuels interposés, même si avec cloisons transparentes.	
Confort aéralique		-----	Aération artificielle hermétique, sans contrôle possible par l'utilisateur	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			Mixte avec rare ouverture des fenêtres de désenfumage	
Confort visuel		Éclairage naturel à proximité de l'enveloppe mais allumage permanent de l'éclairage artificiel	-----	Insatisfaction Problèmes de santé Baisse de productivité
			Éclairage artificiel dominant	
			Éclairage fluorescent	

Les prévisions d'une forte contrainte environnementale semblent erronées car dans le tableau suivant des données d'entretien avec les usagers (tableau 28), l'attitude de 9 répondants interrogés est à dominance positive, avec 2 répondants seulement qui ont exprimé une attitude négative mais pas extrême. L'attitude des autres semble être très positive. Contrairement à ce qu'annonçait le tableau précédent (tab.27), les aspects négatifs cités par les répondants sont loin de représenter une forte contrainte environnementale : 8 plaintes seulement émises par 9 répondants. Ces plaintes se rapportent effectivement à l'inconfort physique essentiellement attribué à l'organisation spatiale, par le bruit perturbant la concentration, dans les bureaux paysagers et le manque de privacité dans les bureaux paysagers et ceux cellulaires cloisonnés en parois transparentes. Une plainte a concerné

aussi l'isolement urbain et les difficultés d'accès par le transport public, à l'édifice. L'organisation spatiale à dominance paysagère ou collective dans cet édifice, ne répond donc pas au besoin naturel des usagers et semble représenter la principale contrainte environnementale.

Tableau 28 : Données de l'entretien auprès des usagers de la tour CMA-CGM

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Bien (4) Super bien (parfait, très très bien) (3)	Attitude positive (7)	Travail en équipe / ambiance professionnelle (3) Vue sur tout le monde (1)	Confort psychologique (4)
Moyen (1) Pas à l'aise (1)	Attitude négative (2)	Lumière naturelle (clarité) (3) Décoration/ couleurs (1)	Confort physique (4)
		Mobilier (1)	Confort fonctionnel (1)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Bruit perturbant la concentration (open-space) (4) Manque d'intimité / cloisons transparentes (2) Chaleur (1)	Inconfort physique (7)	Ce bureau même (3)	Satisfaction (3)
		Bureau individuel (2) Plus d'éclairage naturel (1) Fenêtre qui s'ouvre (1) Plus d'intimité (open-space/ opacifier cloisons transp.) (1)	Confort physique (5)
Isolement urbain/ transport (1)	Inconfort psycho. (1)	Plus de rangement (1)	Confort fonctionnel (1)
		Télétravail (de la maison) (1)	Confort psycho. (1)

Les aspects positifs cités sont essentiellement d'ordre psychologique sur le travail et l'ambiance professionnelle, d'ordre physique liés à l'éclairage naturel à proximité de l'enveloppe et la décoration agréable. Ainsi que le confort fonctionnel sur le mobilier confortable.

Les souhaits tournent essentiellement autour du confort physique en termes d'organisation spatiale, réclamant le besoin naturel de bureaux individuels, de plus de privacité visuelle pour ceux occupant des bureaux individuels mais avec cloisons transparentes. Les répondants ont aussi réclamé plus d'éclairage naturel et des fenêtres qui s'ouvrent grand. Sur le plan fonctionnel, le souhait de plus de rangement a été exprimé, ainsi que le télétravail à partir de la maison.

Dans l'expression des souhaits, trois répondants ont exprimé pleine « satisfaction » de leur espace de travail, sans aucun changement souhaité, malgré le fait que deux d'entre eux se soient plaints de « bruit » les perturbant au travail.

Dans ce cas d'étude et dans le suivant aussi, nous devons souligner les biais d'enquête par rapport aux autres édifices. Tout d'abord la tour CMA-CGM est multi-locataires, abritant plusieurs entreprises, en majorité étrangères, réparties par étage ou à plusieurs par étage, selon la grandeur du staff de travail. En termes d'organisation de travail, ces petites antennes de grosses multinationales étrangères, offrent à ses employés, jeunes en majorité, des opportunités d'épanouissement professionnel par des formations, des stages, une hiérarchie abolie par des chefs occupant le même espace que les employés, etc. Bref, un épanouissement psychologique qui ne peut que mettre en arrière plan les problèmes de l'environnement physique et sans nous renseigner, l'emploi dans ce type d'entreprise est très

prisé et peut être mieux payé qu'en fonction publique, du moins en termes d'épanouissement professionnel. Chose qui est difficile à observer dans une administration étatique ou une entreprise publique à caractère lucratif. Malgré cela, quelques plaintes ont été quand même citées. C'est aussi le cas de la tour ABC que nous allons aborder dans la section suivante. Dans une enquête plus approfondie, la distinction devrait être faite dans le choix de l'échantillon entre édifices privés et multi-locataires et édifices publics étatiques à locataire unique. Un édifice privé, mono-locataire aurait peut-être tranché mais ces édifices sont encore rares à Alger.

Un autre biais très important dans cette enquête est notre introduction auprès des répondants par le biais d'un représentant de l'équipe de gestion de l'immeuble. Des connaissances personnelles où l'égard à un représentant de la gestion ne peut que conditionner des réponses à tendance positive. Nous imaginons que si la hiérarchie de chacune de ces petites entreprises avait organisé une telle enquête, les plaintes à l'égard de l'environnement physique, auraient été beaucoup plus importantes. Néanmoins, les besoins naturels ont été exprimés, notamment l'aménagement en bureaux individuels, le confort thermique, l'éclairage à dominance naturelle, ainsi que la fenêtre qui s'ouvre.

IV- 3.3.4. La tour ABC

Cette tour ABC fait partie d'un quartier en cours de construction, nommé « Alger – Médina ». Un projet privé de grande envergure qu'entreprend la société mixte algéro-coréenne « Daewoo Algérie Hôtellerie Loisirs et Immobiliers –DAHLI », depuis la fin des années 90. La tour ABC fait partie donc d'un grand complexe d'affaires de loisirs, résidentiel et hôtelier, en cours de construction. Son site d'implantation est peu urbanisé et bénéficie ainsi de façades dégagées (fig.61)



Figure 61 : Vues sur la tour ABC

La tour est de forme parallélépipédique avec deux grandes façades convexes en mur-rideau de verre. Elle s'élance sur 16 niveaux avec un étage courant à partir du 3^{ème} niveau. Le plan d'étage courant est libre pour permettre à l'entreprise locataire de l'aménager selon ses besoins propres. La figure 62 montre le plan d'étage courant libre avec quelques propositions d'aménagement autour. Chaque entreprise occupante aménage ses espaces loués, en collaboration avec le bureau technique de la tour, selon ses propres besoins.

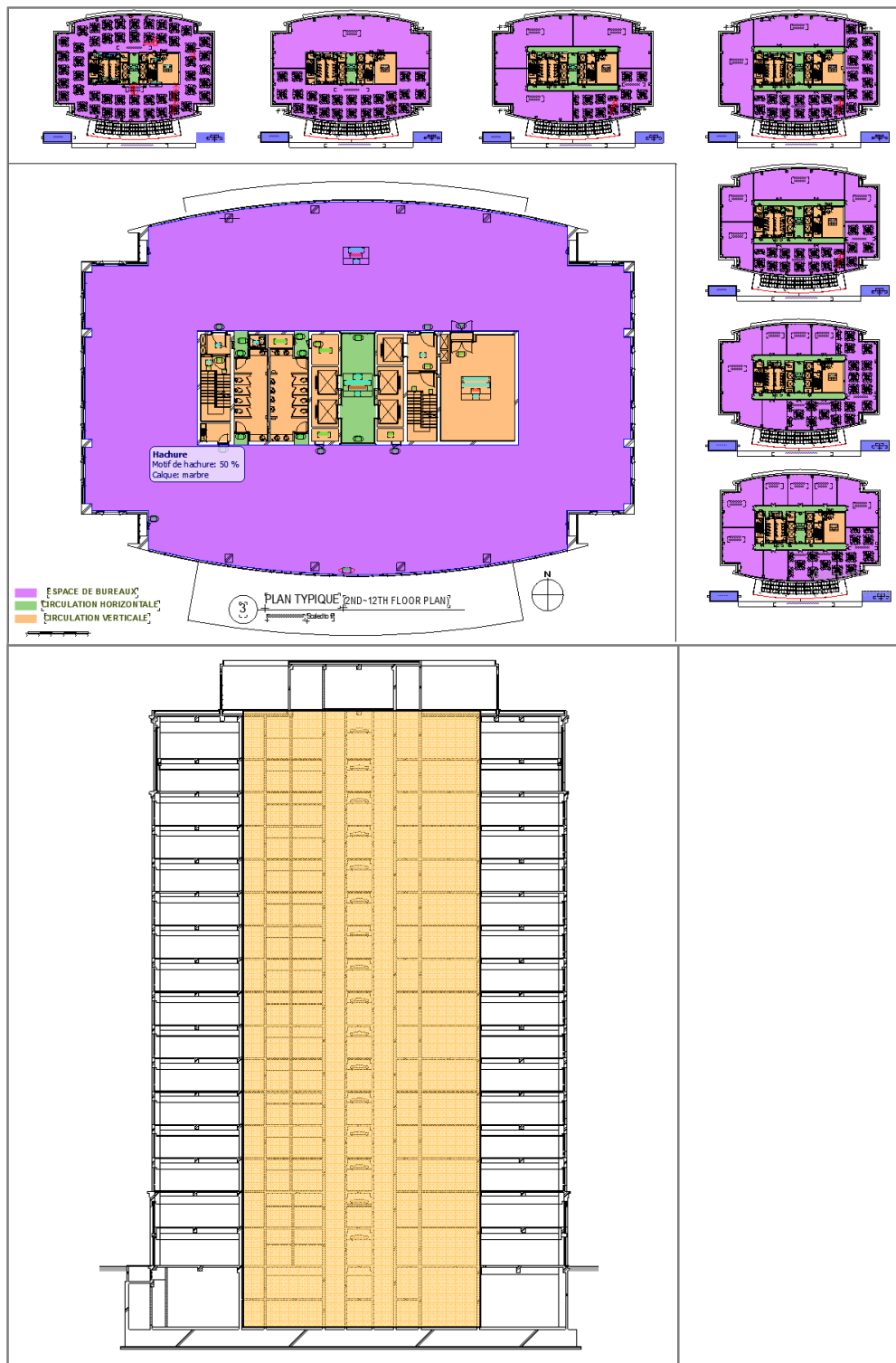


Figure62 : Plan d'étage courant et coupe de la tour ABC

Les caractéristiques de la tour sont présentées dans le tableau suivant (tab.29). Les entreprises y sont multiples et majoritairement des représentations de multinationales étrangères, comme dans la tour CMA-CGM. Cela laisse imaginer une gestion du confort intérieur, loin d'être aisée avec des aménagements différents à chaque étage ou chaque aile d'étage⁷².

Tableau 29 : Caractéristiques de la tour ABC

	Réalisation	Entreprise
	- BET Conception : SAC International (Coréen) - Suivi de chantier : SAC + BET-DAHLI - Entreprise de réalisation béton: Chinoise - Age d'occupation : depuis 2005 - Bâtiment intelligent - Style d'architecture moderne - Enveloppe mixte : mur-rideau de verre importé + habillage en dur - Site peu urbanisé	- Entreprises occupantes : multiples - Promotion immobilière privée à caractère lucratif - capacité d'employés de bureaux : 1000 - Majorité travaillant sur mico+papier - Télétravail : 0%
Volumétrie	- Volume parallélépipédique avec convexité des grandes façades - Plan rectangulaire. - Hauteur : R+ 15 - Alentour très peu construit, à dominance naturelle (Mer, forêt de SAFEX) - Annexes : parking extérieur.	 Vue sur la façade arrière (nord) de l'édifice (Source internet n°40)
Enveloppe	- Conçu hermétique - Fenêtres de désenfumage manuel à ouvrant projeté (dites à l'italienne) - Vitrage insonorisant - Teinte du Vitrage extérieur : vert réfléchissant. - Même teinte sur les deux façades nord et sud. - Absence de Brise-soleil sur façade. - Rideau intérieur variant selon le choix de l'entreprise occupante.	
Config. Spat.	- Aménagement en bureaux paysagers ou cloisonnés, selon l'entreprise occupante mais l'aménagement paysager semble être dominant. - Cloisons en préfabriqué transparentes ou opaques. - Espaces de travail en groupe disponibles (réunion, projection) - Espace de détente ou loisirs : aucun	
Plaintes des usagers	Équipements de confort	Décoration
- Problèmes de confort - Manque de privacité (bureaux paysagers)	- <i>HVAC system</i> centralisé. - Aérations artificielle permanente - Chauffage/refroidissement saisonnier, réglable par usager (débit et T°). - Ventilateurs intégrés en faux-plafond : soufflage et extraction en plafonnier. - Éclairage halogène en spots ou fluorescent allumable. - Absence d'éclairage d'appoint.	- Choix du Mobilier et décoration, propres à chaque entreprise. - Couleurs de base : neutres

⁷² Dans cette enquête nous n'avons pas pu accéder aux étages car il fallait fournir une autorisation à chaque entreprise locataire. Nous avons donc eu à remplir le formulaire des caractéristiques de l'édifice auprès des architectes gestionnaires de l'édifice et les entretiens avec les usagers ont été effectués au hall d'entrée à la pause-déjeuner.

Suivant les caractéristiques clés de cet édifice, le tableau 30 des besoins « naturels » des usagers est très ressemblant au tableau 27 de la CMA-CGM à quelques détails près que nous n'avons pas pu observer de visu, comme la décoration, les couleurs et les plantes, dont les cellules contiennent la mention « Ne sait pas -NSP ».

Tableau 30 : Correspondance entre facteurs physiques et besoins naturels des usagers de la tour ABC

Facteurs d'influence		Besoins « naturels » (satisfaction et performance)	Contraintes environnementales	
			Facteurs	implications
Organisation spatiale (Aménagement)		Quelques espaces bureaux cellulaires ou individuels, avec parois transparentes ou opaques.	– Bureau collectif à plus de 9 usagers – Bureaux paysagers	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Problèmes de productivité.
Détail	Décor	NSP	NSP	Insatisfaction
	Couleur	NSP	NSP	Problèmes de performance
	Plante	NSP	NSP	-----
Confort thermique		-----	Environnement thermique hermétique et artificiel avec contrôle d'usage.	insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			Environnement thermique excessif, trop froid ou trop chaud (effet de serre de façade exposée)	Stress et insatisfaction Baisse de productivité
Confort acoustique		Privacité sonore et contrôle de bruit, portant information dans un espace cellulaire	Manque de privacité sonore, manque de contrôle par des bruits imprévisibles portant information, notamment dans les bureaux paysagers.	Insatisfaction Problèmes de santé (maux de tête, fatigue) Baisse de productivité Comportements d'adaptation
Vue vers l'extérieur		Vue informative à proximité des façades avec risques d'ensoleillement excessif sur les façades exposées.	---	Risques d'insatisfaction Risques d'influence négative sur performance et productivité
			Vue indirecte par éloignement des façades ou par bureaux individuels interposés, même si avec cloisons transparentes.	
Confort aéralique		-----	Aération artificielle hermétique, sans contrôle possible par l'utilisateur	Insatisfaction Problèmes de santé (SBS) Baisse de productivité
			Mixte avec rare ouverture des fenêtres de désenfumage	
Confort visuel		Éclairage naturel à proximité de l'enveloppe mais allumage permanent de l'éclairage artificiel	-----	Insatisfaction
			Éclairage artificiel dominant	Problèmes de santé
			Présence d'éclairage fluorescent	Baisse de productivité

Ce tableau 30 semble annoncer des contraintes environnementales importantes en termes d'organisation spatiale, d'inconfort thermique, d'inconforts aéralique et visuel ; mais le tableau d'expression des usagers suivant (Tab. 31) ne confirme pas l'importance de cette contrainte environnementale comme ça aurait été prévisible dans un édifice publique. Les biais de l'enquête tout comme pour la tour CMA-CGM, en termes d'emploi prisé dans des entreprises étrangères d'une part et l'interception des répondants de manière informelle, même si autorisée, dans le hall de l'édifice, ne peuvent que biaiser les données collectées. Néanmoins, nous suivons la procédure établie d'analyse des données dans le tableau suivant, qui semble annoncer une attitude à dominance positive chez les dix répondants.

Tableau 31 : Données d'entretien auprès des usagers de la tour ABC

Attitudes		Aspects positifs relevés	
Bien (7) A l'aise (3)	Attitude positive (10)	Entente / ambiance (2)	Confort psycho. (6)
		Mon propre état d'esprit (2)	
		Cadre extérieur agréable (2)	
		Grand espace (2)	Confort physique (4)
		Vue sur mer (2)	
		Mobilier, commodités (1)	Confort fonctionnel (1)
Aspects négatifs relevés		Souhaits de changement ou d'amélioration	
Chauffage et clim mal gérés (trop chaud ou trop froid) (4) Manque d'intimité/ l'aménagement (2)	Inconfort physique (6)	Ce bureau même (2)	Satisfaction (2)
Ascenseurs insuffisants aux heures d'arrêt de travail (3)	Inconfort fonctionnel (3)	Bureau individuel (1)	Confort physique (4)
		Insonorisation (1)	
		Fenêtre qui s'ouvre grand (1)	
		Plus d'espace (1)	Confort psycho. (2)
Télétravail (à partir de la maison) (2)			
		Commodités et meubles adéquats sans excès ou manque (2)	Confort fonctionnel (2)

Suivant les réponses des usagers interrogés, l'attitude positive se justifie par des facteurs physiques comme l'espace et la vue sur mer (bureaux sur façade nord), ainsi que des facteurs fonctionnels de commodités et mobilier. Mais le confort psychologique semble dominer par l'entente et l'ambiance positive au travail, l'autosatisfaction, ainsi que le cadre extérieur agréable (mer au nord et forêt de la foire au sud).

Quelques aspects négatifs ont été cités, en termes d'inconfort thermique avec un conditionnement d'air trop frais ou trop chaud et en termes de manque de privacité dans les espaces paysagers. En termes d'inconfort fonctionnel, la circulation des ascenseurs est congestionnée aux heures d'arrêt et de reprise de travail. C'est d'ailleurs à cette occasion que nous avons pu interroger les répondants consentants.

Pour deux répondants, l'environnement intérieur de travail semble être satisfaisant, sans aucune modification souhaitée. Pour les huit autres répondants, la majorité des souhaits ont concerné des aspects physiques, l'expression de besoins « naturels » en termes d'espace individuel, d'insonorisation, de fenêtre qui s'ouvre grand et plus d'espace. Un mobilier de rangement plus adéquat a aussi été réclamé ainsi qu'un travail à distance, à partir de la maison sans déplacement au lieu de travail.

Tout comme dans l'édifice de la CMA-CGM, bien que les plaintes et les souhaits portent majoritairement sur des aspects physiques, mais ils ne sont pas très importants, comparativement aux édifices à patios, linéaires ou à noyau de service, qui sont de statut étatique. En perspective, la distinction devrait être faite dans le choix de l'échantillon entre édifices privés et multi-locataires et édifices publics étatiques à locataire unique. Peut-être que Dans les futurs sièges d'entreprises privées en cours de construction ou de finition au quartier d'affaires de Bab-Ezzouar, il serait intéressant d'enquêter sur le bien-être des usagers si les immeubles ne sont pas multi-locataires.

IV- 3.3.5. Synthèse des édifices à noyau de services

Les édifices à noyau de service, semblent présenter une grande flexibilité d'aménagement correspondant tout à fait à l'occupation multi-locataire. Cependant, au vu de la profondeur du plan, ce type d'édifice ne peut engendrer qu'un aménagement paysager ou un aménagement cellulaire avec des parois transparentes afin de laisser pénétrer l'éclairage naturel au point le plus éloigné et que la vue vers l'extérieur soit accessible aux usagers les plus éloignés de la façade. Cela explique peut-être l'engouement des entreprises étrangères sur ce type d'espace pour qui même si la « privacité » est un besoin naturel commun à différentes cultures, elle semble moins accentuée dans les cultures occidentales.

Dans l'enquête auprès d'usagers des tours privées, il semble que d'autres facteurs de satisfaction que l'espace, soient dominants, notamment la satisfaction à l'égard du travail en soit, le salaire, le privilège de travailler dans une entreprise multinationale, etc. Cela a pu biaiser les réponses des usagers, même si ils se sont exprimés sur quelques aspects de l'environnement physique intérieur. Mais néanmoins, avoir abordé ce type d'édifice nous a permis d'apprécier ces différences.

Parmi les quatre édifices abordés, il semble que le ministère de l'énergie présente plus d'avantages que les trois autres édifices, du fait que son aménagement tende vers des bureaux cellulaires ou paysagers moyens et que le besoin d'aération naturel soit assouvi, même si son contrôle d'ouverture/fermeture est commun à plusieurs usagers.

IV- 4.Synthèse

Dans le tableau suivant (Tab.32), sont résumés les résultats de l'enquête où les caractéristiques de chaque cas d'étude sont déroulées verticalement en colonne et les huit cas d'étude sont apposés horizontalement tout au long du tableau. Cela nous permet une visualisation et une lecture synthétique comparative des résultats, permettant de relever les forces et faiblesses de chaque cas et aboutir à des recommandations que nous espérons être opérationnelles.

Tableau 32 : Synthèse des contraintes environnementales dans les édifices de l'échantillon, par facteur physique d'influence

	A patios Hermétique et intelligent		Linéaire		A Noyau de services Hermétique et intelligent			
	Minist. finances	SH	non-hermétique	Hermétique intel.	GRTE (fenêtres ouvrables)	Minist. énergie	CMA-CGM	ABC
Besoin naturel / Facteur physique			Minist. Communic.	ATM-Mobilis				
<u>Organisation Spatiale :</u> Bureaux cellulaire ou collectifs à 3 usagers ou moins	Sans contrainte	Sans contrainte	Forte contrainte environnementale (> densité)	Sans contrainte	Forte contrainte (paysagers à dominance)	Forte contrainte (paysagers et > collectifs)	Forte contrainte (paysagers à dominance)	Forte contrainte (paysagers à dominance)
				Contrainte : (densité)				
<u>Vue vers l'extérieur :</u> Informative, à dominance naturelle	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte
	Forte contrainte sur patios et sans fenêtre	Forte contrainte sur patios			Contrainte d'éloignement des fenêtres	Contrainte d'éloignement des fenêtres	Contrainte d'éloignement des fenêtres	
<u>Confort acoustique :</u>	Sans contrainte	Forte contrainte de faible isolation acoustique	Forte contrainte environnementale (privacité + bruits)	Sans contrainte	Forte contrainte : (privacité + bruits imprévisibles)	Forte contrainte environnementale (privacité + bruits)	Forte contrainte : (privacité + bruits imprévisibles)	Forte contrainte : (privacité + bruits imprévisibles)
<u>Décor :</u> Personnalisation, Tons neutres, Plantes	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte apparente	Contrainte de couleur foncée	Forte Contrainte de couleur foncée	Sans contrainte	Sans contrainte	Sans contrainte
<u>Confort thermique :</u> Naturel à travers fenêtre avec supplément artificiel contrôlable	Forte contrainte : hermétique artificiel (+ ensoleillement direct)	Forte contrainte : hermétique artificiel (+ ensoleillement direct)	Sans contrainte	Forte contrainte : hermétique artificiel	Forte contrainte : hermétique artificiel (+ ensoleillement direct)	Sans contrainte	Forte contrainte : hermétique artificiel (+ ensoleillement direct)	Forte contrainte : hermétique artificiel (+ ensoleillement direct)
<u>Confort aéraulique :</u> Naturel à travers fenêtre	Forte contrainte : Hermétique artificiel	Forte contrainte : hermétique artificiel	Sans contrainte	Forte contrainte : hermétique artificiel	Forte contrainte : hermétique artificiel	Sans contrainte d'usage*	Forte contrainte : hermétique artificiel	Forte contrainte : hermétique artificiel
<u>Confort visuel :</u> Eclairage à dominance naturelle et apport artificiel incandescent d'appoint	Forte contrainte d'éclairage fluorescent dominant	Forte contrainte d'éclairage fluorescent dominant	Forte contrainte d'éclairage fluorescent dominant	Forte contrainte d'éclairage fluorescent dominant	Forte contrainte d'éclairage fluorescent dominant	Contrainte d'éclai. centralisé	Contrainte d'éclai. centralisé	Contrainte d'éclai. centralisé
						Forte contrainte d'éloignement des fenêtres	Forte contrainte d'éloignement des fenêtres	Forte contrainte d'éloignement des fenêtres

* La précision de contrainte « d'usage » renvoie à une autre contrainte de « consommation énergétique » engendrée par une aération artificielle permanente et une aération naturelle inconditionnelle. Mais ayant pris parti de l'utilisateur c'est un point positif pour le bien-être de l'utilisateur dans son environnement physique.

Dans l'échantillon abordé, la densité dans l'aménagement intérieur en bureaux cloisonnés dépend du statut des usagers. Lorsqu'une moyenne de densité par bureau collectif est donnée, cela concerne le statut le plus important en nombre, généralement représenté par les cadres. Alors que les bureaux individuels concernent les cadres supérieurs et leurs assistants et bien entendu, ceux de plus haut statut. Dans le cas d'un aménagement en open-space medium comme dans le ministère de l'énergie, les cadres supérieurs peuvent se retrouver dans un grand espace collectif, le même que celui des cadres, mais avec moindre densité et généralement dans les étages supérieurs, bénéficiant de plus de calme avec moins de circulation et une vue plus dominante à partir des fenêtres. Bien entendu, cette hiérarchisation des espaces par statut se fait à deux niveaux : le niveau horizontal, par densité comme nous venons de le voir ; mais aussi le niveau vertical où les plus hauts étages sont réservés aux plus hauts fonctionnaires de l'entreprise.

L'observation linéaire de ce tableau 32, par facteur physique d'influence permet de relever les points importants suivants :

- a) L'organisation spatiale en bureaux cellulaires ou collectifs à faible densité, comme besoin naturel, est plus opportune dans les configurations d'édifices « linéaires » et « à patios ». Alors que la configuration « à noyau de services » suggère un aménagement paysager (petit moyen ou grand), vu la profondeur de l'espace qui ne peut qu'engendrer une ségrégation de proximité des fenêtres parmi les usagers. Dans cette configuration, faire bénéficier tout le monde d'un éclairage naturel dominant et d'une vue vers l'extérieur, est quasi impossible. Mais cette configuration spatiale est la plus opportune dans un marché immobilier de location d'espace de travail, où le plateau d'étage est libre d'aménagement au gré de chaque entreprise locataire. Avec un volume compact et un plan à tendance carrée ou rectangulaire, la rentabilité économique est plus importante et plus rapide. Il est clair, encore une fois que le marché immobilier des espaces de travail, fortement conditionné par l'économie du pays, dicte une configuration spatiale qui n'est pas dans l'intérêt de l'utilisateur mais du promoteur ou propriétaire immobilier. Un cahier des charges est donc plus qu'impératif pour protéger les droits de l'utilisateur à un environnement physique sain, confortable et satisfaisant, en priorité, avant tout autre intérêt.
- b) Concernant la vue vers l'extérieur, les configurations spatiales les plus propices à une vue satisfaisante pour tous les usagers sans ségrégation, sont les plans linéaires (Ministère de la communication et ATM-Mobilis). Les moins propices avec ségrégation d'emplacement sont les plans profonds à noyau de service où les usagers les plus éloignés de la fenêtre sont défavorisés. La pire configuration est celle à patios, qui engendre en réalité des plans linéaires en boucles fermées. Le vide intérieur de ces boucles sensé constituer un puits de lumière, est un

espace de pénombre où le mur-rideau réfléchissant absorbe fortement la lumière du jour et où l'espace sans activité permanente n'offre aucune vue informative, contrairement à la ligne périphérique des espaces bureaux où la vue vers l'extérieur est informative et satisfaisante. Une révision des dimensions de ces patios, de leur affectation de fonction et du traitement de leurs façades est plus qu'important. Bien que cette configuration réponde au besoin naturel d'un aménagement cellulaire, elle perturbe fortement le besoin d'une vue informative vers l'extérieur. La tendance à Alger est donc mitigée, selon la configuration du plan de chaque édifice et parmi notre échantillon, le plus propice est le plan linéaire qui offre aux étages inférieurs et supérieurs une vue informative satisfaisante.

- c) Le confort acoustique suit bien entendu l'organisation spatiale, mais pas toujours. Dans les édifices où l'aménagement est paysager ou à forte densité de bureaux collectifs (Ministère de la communication, Ministère de l'énergie, la GRTE, la CMA-CGM, la tour ABC), la contrainte acoustique est très importante. Mais elle l'est aussi dans des aménagements cellulaires, comme dans le siège de la SH, où les cloisons de séparation sont de très faible isolation acoustique, assurant une privacité visuelle mais pas sonore. Le confort acoustique est donc le plus proche du besoin naturel de l'utilisateur, dans des aménagements cellulaires ou collectifs à faible densité, lorsque les parois sont étanches au bruit et bien entendu les équipements de confort aussi (gainés, tuyauterie, soufflage, ...).
- d) Concernant les détails architectoniques, la tendance est à une décoration sans contrainte avec des tons neutres et une présence de plantes intérieures de base et au gré des usagers. Nous encourageons néanmoins, à l'issue de notre observation in-situ, une présence plus importante de plantes, au vue de leurs qualités sanitaires et esthétiques, que les gestionnaires et les usagers devraient prendre en charge. La contrainte environnementale de couleur a concerné deux édifices L'ATM-Mobilis où la couleur foncée des allèges ou de certains autres détails dans l'espace de circulation avaient tendance à rétrécir la perception de l'espace d'une part et pouvait influencer négativement la productivité des usagers. Ainsi que la GRTE où la couleur a eu une influence non-négligeable sur les usagers et leur état psychologique, comme ils l'ont clairement exprimé.
- e) Concernant l'environnement « thermique », avec la tendance aux édifices hermétiques, l'inconfort environnemental est très important. Malgré la présence de chauffage et de refroidissement, réglables par les usagers (sauf à la CMA-CGM et l'ABC), la difficulté, voire l'interdiction (GRTE et SH) de régler un environnement thermique naturel par ouverture pleine de fenêtre ; représente une forte contrainte environnementale. Cette dernière est souvent mal vécue par les usagers avec des excès de chaleur du côté des façades directement exposées au soleil et sans dispositif de brise-soleil en été ou en hiver avec un réglage trop important, ou encore des excès de refroidissement en été du côté des bureaux non-exposés au soleil, en été, à cause de la centralisation du

système artificiel. Sans les moyens d'une décentralisation qui coûte cher aux gestionnaires, comment répondre à la fois aux besoins de deux types opposés d'espace thermique (?). Encore une fois c'est à l'usager de payer le prix de fausses décisions en amont du projet et de s'adapter à ce qui lui est imposé au prix de sa santé et son bien-être. Les deux édifices les plus proches du besoin naturel d'un environnement thermique naturel sont le ministère de la communication et le ministère de l'énergie, où l'ouverture de fenêtre est battante (classique) ou à auvent, avec supplément de chauffage et refroidissement saisonniers, même si centralisés.

- f) Concernant le confort « aéraulique », les seuls édifices répondant au besoin naturel des usagers d'une aération naturelle par ouverture de fenêtre sont le ministère de la communication et le ministère de l'énergie. Dans tous les autres cas d'étude, la contrainte environnementale est forte à cause d'une aération artificielle, conçue hermétique car les fenêtres ne sont pas des fenêtres d'aération mais de désenfumage en cas d'incendie (Ministère des finances, ATM-Mobilis, Ministère de l'énergie, GRTE, CMA-CGM, SH). Dans certains édifices, l'ouverture de ces fenêtres a été interdite aux premiers mois d'occupation mais avec le temps, les gestionnaires ont cédé et ont assumé les pertes énergétiques que cela engendrait, particulièrement en saison chaude. La tendance aujourd'hui est donc à l'aération artificielle avec une gestion informatisée. C'est d'ailleurs aussi le cas du ministère de l'énergie mais où les fenêtres ont été conçues pour aération naturelle. Étonnamment c'est au ministère de l'énergie que les gestionnaires doivent payer cher le prix d'une aération artificielle associée à celle naturelle sans conditionnement d'ouverture, une sorte de Mixed-Mode Building mais sans conditionnement d'ouverture. Il est vrai qu'au vu de la profondeur du plan de cet édifice à noyau de services, l'aération artificielle est indispensable mais les dépenses énergétiques sont aussi importantes. Le ministère de la communication est le plus proche des besoins naturels des usagers en termes de confort thermique et aéraulique.
- g) Concernant le confort visuel, dans la totalité des cas d'étude, l'usager est soumis à un éclairage artificiel et fluorescent, à longueur de journée et d'année, à cause d'une teinte trop foncée du vitrage. Cela réduit fortement la lumière du jour et à cause d'un ensoleillement direct sans brise-soleil sur la façade, l'usager est contraint de déployer le rideau intérieur et d'allumer l'éclairage artificiel. Dans le cas de plans profonds (à noyau de services) par éloignement des fenêtres et même au niveau des usagers proches de la fenêtre, l'éclairage artificiel commun soumet les plus bénéficiant d'un éclairage naturel à un éclairage artificiel fluorescent imposé. Cet état de fait devrait alarmer les médecins du travail et les gestionnaires de la consommation énergétique. L'éclairage fluorescent, fortement industrialisé est bien connu pour ses effets négatifs sur la santé des usagers et dans une ville bénéficiant de plus de 300 jours d'ensoleillement par année, le recours à un éclairage artificiel à longueur de journée et d'année est une

aberration architecturale. La révision de la rubrique « confort » dans le code du travail est impérative et les recommandations doivent répondre aux besoins des usagers et non pas aux besoins des industriels.

Selon le tableau de synthèse, tous les édifices de l'échantillon n'atteignent pas une haute IEQ. Tous présentent des contraintes environnementales plus ou moins fortes, contraignant les usagers dans leur santé, confort et travail et donc assez loin de la satisfaction comme objectif principal dans une conception architecturale.

Quelque soit la configuration spatiale de l'édifice, lorsque les besoins « naturels » des usagers ne sont pas assouvis, l'inconfort et l'insatisfaction ne peuvent qu'être prévisibles. Néanmoins, certaines configurations semblent plus critiques que d'autres et il nous faut relever une distinction importante concernant le ministère de la communication et celui de l'énergie. Ces deux édifices semblent les plus proches des besoins naturels des usagers avec l'ouverture de fenêtres battantes qui réduit fortement la contrainte environnementale, notamment aéraulique et thermique. Le hic entre ces deux édifices est que l'un est équipé d'un *HVAC system* et dit intelligent (BI), alors que le second n'est équipé que d'un apport de chauffage et refroidissement, saisonnier et centralisé (ministère de la communication). Les dépenses énergétiques dans la gestion des deux édifices est loin d'être la même et le ministère de la communication présente plus d'avantages en termes de vue vers l'extérieur en comparaison au ministère de l'énergie avec un plan plus profond. **Le moins artificiel des édifices est donc le plus proche des besoins naturels des usagers.** Avec une organisation spatiale moins dense et sans teinte de vitrage, la qualité environnementale intérieure dans aurait été plus importante au ministère de la communication.

Il serait très intéressant d'effectuer une enquête auprès de plusieurs édifices de bureaux et publier dans différentes revues économiques sur le prix de revient d'une construction d'un édifice de bureaux dit « intelligent » comparé au prix de sa consommation énergétique au bout de quelques années d'occupation. Cela ne pourrait que remettre en cause le choix inconditionnel de produits artificialisant l'environnement intérieur et contraindre les propriétaires et gestionnaires à effectuer des choix plus « intelligents » au long terme. Cela sans mentionner les dépenses engendrées par l'entretien des façades en mur-rideau de verre, etc.

IV- 5.Recommandations

Les recommandations que nous pouvons extraire de cette petite analyse se résument aux points suivants :

- La configuration spatiale des édifices de bureaux, « linéaire » simple ou composée ouverte (en U, en L, en I, en T, ...) semble être la plus appropriée car la mieux adaptée à une organisation spatiale en bureaux cellulaires, ou petits collectifs, offrant des vues informatives accessibles à tous les usagers. Lorsqu'une composition linéaire se ferme en boucle, les proportions du patio ou de l'atrium

devraient être étudiée de manière à accueillir une activité permanente ouverte au publique même si indépendante du travail de bureaux (commerce, consommation, ...). Cela animerait le patio ou l'atrium et assurerait aux usagers une vue informative, ceci d'une part. D'autre part, le traitement des façades de cet espace enclos devrait capter un maximum de lumière naturelle non pas par des murs-rideaux de verre réfléchissant qui assombrissent l'espace mais plutôt par des surfaces murales blanches captant un maximum d'éclairage naturel. La plantation de cet enclos en végétation riche est importante dans la satisfaction des usagers.

- Le cloisonnement des bureaux devrait assurer, de par la qualité acoustique du faux plafond et des parois, une isolation phonique importante garantissant à l'utilisateur une privacité sonore et une non-intrusion de bruits imprévisibles voisins. Assurant aussi un niveau de calme suffisant pour la concentration et la performance au travail.
- La décoration des espaces de travail devrait être des plus neutres possibles, sans style particulier, si ce n'est un mobilier fonctionnel et confortable, avec des tons de couleurs apaisantes et très clairs, favorisant le travail intellectuel et de concentration. Les plantes intérieures dans les espaces de travail et de circulation devraient être une base d'aménagement dans tous les édifices de bureaux.
- Le confort aéraulique le plus satisfaisant est conforme à une aération naturelle par ouverture pleine de fenêtre battante. Les autres types d'ouverture restrictive, comme l'ouverture à auvent (la plus répandue en mur-rideau de verre), sont insatisfaisantes. L'ouverture battante est la plus satisfaisante car la plus courante dans notre ville. L'apport en aération artificielle dans des espaces bureaux avec fenêtres est obsolète car les usagers ne l'apprécient pas et ouvrent dans tous les cas les fenêtres de désenfumage, malgré l'interdiction des gestionnaires. Dans ce cas précis, pour répondre au besoin naturel des usagers, l'état hermétique d'un édifice est une aberration qui engendre non seulement des dépenses énergétiques importantes mais aussi des pertes économiques en termes de faible productivité et de problèmes de santé. L'aération naturelle gratuite et d'un environnement extérieur sain est la meilleure solution à adopter. L'artificialisation de la gestion environnementale devrait être laissée au réglage thermique artificiel et au réglage de l'éclairage artificiel.
- Le confort thermique idéal est aussi naturel par contrôle d'ouverture de fenêtre, avec une meilleure adaptation aux changements de température extérieure et une plus grande marge de confort. L'apport saisonnier en chauffage et refroidissement est aussi très apprécié lorsqu'il est contrôlable au niveau de chaque espace bureau. Une gestion informatisée devrait permettre des économies d'énergie, car les usagers ont tendance à combiner entre ouverture de fenêtre et fonctionnement du chauffage ou refroidisseur. Cependant l'apport passif de chaleur par exposition directe à l'ensoleillement est fortement contraignant, impliquant un traitement de façade extérieur par dispositif de brise-soleil ou une orientation de fenêtre étudiée, de manière à éviter l'effet de serre.

- Le confort visuel devrait être assuré par un éclairage naturel dominant, voire suffisant en évitant toute entrave comme la teinte foncée du vitrage, très courante dans les édifices de bureaux, notamment en mur-rideau de verre. L'apport en éclairage artificiel d'appoint devrait être incandescent et courant répondant au besoin personnel de chaque usager. Quant au réglage de l'éclairage de circulation et d'espaces communs, il devrait être informatisé en vue d'économiser la consommation d'énergie mais avec des lampes saines sans effets négatifs sur la santé des usagers. L'éclairage fluorescent le plus courant dans les édifices de bureaux est donc à proscrire.
- En termes d'espace, les usagers ont besoin de pauses pour se ressourcer. La présence d'espaces de détente comme une cafétéria en salon, une salle de sport, un moussallah, ..., aideraient les usagers à se ressourcer.

Ces recommandations sont loin d'être exhaustives mais permettent néanmoins de toucher à des points sensibles de contrainte environnementale courante dans les environnements intérieurs de travail, à améliorer ou à éviter dans des projets futurs. Sur la base de ces recommandations, le confort des travailleurs dans le code du travail algérien devrait être révisé. Avec une étude métrique approfondie, des marges quantitatives de confort peuvent être établies, spécifiques au climat d'Alger et aux besoins des usagers.

IV- 6. Conclusion

L'artificialisation d'un édifice de bureaux devrait être appliquée à différentes étapes de sa production, depuis sa conception jusqu'à son fonctionnement, impliquant le client, le concepteur, le constructeur, le gestionnaire de confort ainsi que l'utilisateur. Pour cela, la technologie impliquée n'est pas forcément complexe et sophistiquée, l'essentiel c'est qu'elle soit réactive aux besoins des usagers, leur offrant une adaptation physiologique et comportementale aussi naturelle que possible et les aidant à effectuer leurs tâches dans un environnement satisfaisant. Malheureusement, aujourd'hui l'intelligence d'un édifice est associée à son degré d'artificialisation et la prouesse réside dans la gestion de plusieurs paramètres à la fois. Plus c'est artificiel, plus il y a de paramètres à gérer, plus c'est intelligent (!). Mais nous concernant, nous sommes convaincus que « l'intelligence » d'un édifice est autre. L'intelligence d'un édifice devrait plutôt assurer les meilleurs états de santé, de confort et de satisfaction chez les usagers, en vue d'une meilleure performance et productivité au travail.

A Alger, l'intelligence présumée de l'édifice ne sert pas les besoins des usagers. Bien que l'enquête exploratoire ait été menée auprès d'un petit échantillon mais il peut être représentatif de la dernière génération d'édifices en vogue. Les résultats dénoncent une faible qualité environnementale intérieure et soulignent des carences importantes en contradiction avec le prestige et la modernité, souhaités par les maîtres d'ouvrage et les concepteurs. Ces carences en termes de choix d'enveloppe, de profondeur de plan, d'aménagement, d'ouverture de fenêtre, etc., remettent en cause le niveau de l'IEQ.

Suite à ce constat important, nous nous interrogeons sur les raisons de ces carences, particulièrement au niveau de l'architecte concepteur. A l'issue du chapitre III déjà, nous avons pu constater que ce n'est pas l'information qui manque sur l'influence de l'environnement physique et ses portées sur la santé et le bien-être des usagers. Étonnamment, les erreurs architecturales sont récurrentes. Pourquoi une tendance aux erreurs architecturale, malgré le fait que les années d'occupation des projets ne soient pas simultanées ? Pourquoi le décalage n'a pas profité aux concepteurs afin de produire des édifices de meilleure qualité vécue ? Le fait que les concepteurs soient étrangers n'est pas une excuse, des évaluations post-installation dans différents édifices existants auraient pu aboutir à des édifices de meilleure qualité. Dans le chapitre suivant, nous abordons justement la responsabilité de l'architecte dans la production des espaces bureaux. En focalisant sur les étapes de cette production, nous tenterons d'identifier les failles qui mènent souvent à un décalage entre qualité conçue, souvent trop théorique, et qualité vécue après installation.

Chapitre cinquième :

V - Le schéma de production architecturale des espaces bureaux, une entrave à l'IEQ

« L'architecture n'est pas une activité artistique « libre », mais une profession fondée sur une science dont le but est de résoudre des problèmes. Qui plus est, ces problèmes doivent être découverts et identifiés et non pas « définis », c'est-à-dire inventés, par les projecteurs. Il s'ensuit que l'architecture et tous les domaines qui s'y rapportent (...) constituent, réunis, le projet environnemental. » (Rapoport, 2003, p. 9)

V- 1. Introduction

Dans la chaîne de production architecturale, les critères de sélection des options d'un projet peuvent être de plusieurs natures : dans une société traditionnelle, elles sont à dominance religieuse ; dans une société occidentale moderne, elles sont à dominance pragmatique, instrumentale (climat, ...), économiques, esthétiques, technologiques, etc. Les différents critères selon le rôle de l'intervenant dans cette chaîne, peuvent mener à des résultats différents et modifier les premières intentions du projet, surtout s'il n'est pas suivi par son concepteur (lors de la réalisation) et si le contrôle de conformité du projet (entre dessin et construction) est faible. Exemple : les critères subjectifs de prestige des architectes sont différents des critères économiques des promoteurs immobiliers, différents des critères de qualité des usagers. (Rapoport, 2003)

Le but suprême du projet architectural étant de produire des environnements en mesure de satisfaire les usagers, répondant à leurs besoins, attentes et les soutenant dans leurs activités ; « la satisfaction des projeteurs doit découler de leur capacité à identifier et à résoudre des problèmes » (Rapoport, 2003, p. 9). Il se peut qu'eux-mêmes détestent les espaces qu'ils projettent mais ils sont au service des utilisateurs concernés. Le projet comme le souligne Rapoport (2003) ne peut donc qu'être orienté vers les usagers. Pour atteindre ce but, l'architecte se doit de comprendre les caractéristiques humaines, s'y adapter et les servir. Une fois ce postulat accepté, tout projet architectural doit être fondé sur la connaissance de la relation entre l'individu et son environnement déterminée et identifiée par la progression de la recherche scientifique (fondamentale et appliquée). Il est donc impératif pour un architecte d'actualiser ses connaissances suivant le progrès de la recherche dans le domaine qui l'intéresse. Cela doit s'accompagner d'une évacuation des préférences, penchants et intuitions pour laisser place à une démarche plus objective appuyée sur des preuves (*Evidence Based Design -EBD*). Avec cette démarche, l'architecte émet des hypothèses qu'il doit tester et se retourner après réalisation, en feedback.

Vischer (1989) met l'accent sur les circonstances économiques qui dictent souvent le fait que le futur soit compromis par le présent, et les décisions du futur proche qui réduisent les coûts du démarrage du projet, dominant le processus de conception et réalisation. Les promoteurs qui construisent des immeubles de bureaux de manière spéculative⁷³, ne peuvent avoir un intérêt à long terme quant à la qualité fonctionnelle de l'édifice pour ses usagers, donc leur décision des coûts semblent correspondre à prévoir une qualité à long terme de manière globale sans intérêt spécifique, en faveur seulement de bonnes prévisions à court-terme. (Vischer, *Environmental Quality in Offices*, 1989)

⁷³ « L'opération qui vise à anticiper les variations du prix d'un bien économique » (Microsoft, Encarta, 2007)

Il semble donc que la qualité environnementale ne soit pas pensée en amont du processus de réalisation de l'immeuble de bureaux mais plutôt délaissée au profit d'autres intérêts économiques en fonction des premiers propriétaires du projet et des décisions budgétaires initiales, en fonction des circonstances économiques du moment, des intérêts spéculatifs des promoteurs et du degré de connaissance des architectes à proposer des solutions adéquates en fonction du budget alloué à la qualité environnementale du projet. Ce degré de connaissance doit être pointu et actualisé en permanence pour pouvoir guider la décision des promoteurs et propriétaires dans les limites du budget qu'ils y consacrent.

Les propriétaires et promoteurs sont donc bien loin de porter la responsabilité de la qualité environnementale intérieure des espaces bureaux engendrés dans l'édifice en projet, en amont du processus. L'intérêt économique dominant et le manque, voire l'absence de connaissance quant à la qualité environnementale en aval, va accentuer leur échec à porter cette responsabilité qu'ils légueront souvent aux architectes concepteurs mais en les conditionnant par un budget fixé ou plus ou moins flexible. Ce budget n'est donc pas étudié pour une qualité environnementale en vue mais plutôt pour l'intérêt économique en retour, c'est pourquoi dans plusieurs projets, une fois l'édifice réalisé et occupé, la qualité environnementale est très faible au profit de l'intérêt économique décidé en amont sur un papier représentant un terrain vide à construire ou un édifice à réhabiliter.

Face à tout cela, un cadre réglementaire et l'implication de l'architecte sont plus qu'impératifs, pour contrer une hégémonie économique et cela dans toutes les villes du monde. On se pose alors la question sur l'influence de la production architecturale sur l'IEQ, dans la littérature scientifique et sur le cadre réglementaire local, jusqu'à quel point il responsabilise l'architecte exerçant à Alger pour une production de qualité (?). Nous tenterons de répondre à ce questionnement au fil des sections de ce chapitre.

V- 2. La production linéaire des architectes, une forte entrave à l'IEQ

Dans la production architecturale des espaces bureaux, la principale entrave à une haute IEQ est considérée dans la littérature scientifique, due à la linéarité de cette production. Une linéarité où le lien entre l'architecte et l'utilisateur est rompu et pourtant c'est l'usage qui a engendré la fonction de l'architecte pour servir les usagers. Toute une fonction basée sur l'usage qui rompt son lien « ombilical » (!), comme le mentionne si bien Rapoport (2003) dans son ouvrage.

Dans cette section nous abordons la linéarité de la production architecturale des espaces bureaux non pas comme une spécificité algéroise mais une généralité mondiale semble-t-il. Nombreuses études existent depuis les années 70 en vue de réviser cette linéarité et la remplacer par une production « en boucle » afin de renouer le lien « ombilical » entre architecture et usage, sans lequel aucune amélioration ne peut être espérée. À l'issue de la recherche, de nombreuses méthodes ont été proposées aux architectes, dans différents pays. Dans les pays occidentaux, notamment en Amérique du nord, nombreux bureaux

d'études appliquent ces méthodes et proposent même le service « d'évaluation post-installation » aux entreprises intéressées afin d'évaluer la qualité de leurs espaces de travail. Cette évaluation post-installation, plus connue en anglais sous « *Post-Occupancy Evaluation* –POE » est sortie du cercle des chercheurs académiques aux architectes praticiens, dans leur bureau d'études, depuis bien longtemps. A Alger cependant, la POE est encore restreinte à l'enceinte non pas universitaire, dans la formation de tout architecte, mais dans l'enceinte de la recherche en post-graduation pour qui est intéressé de l'aborder en thème de recherche rare et exceptionnel.

Dans cette section justement, nous rapportons de la littérature scientifique un schéma de linéarité dans la production architecturale des espaces bureaux, qui s'applique fortement à la production des architectes à Alger. Puis toujours de la littérature scientifique, nous nous basons sur quelques études et publications qui remettent fortement en cause cette linéarité à remplacer par une production « en boucle », constamment alimentée par des évaluations d'usage, après installation des occupants. Ces évaluations d'usage sont connues dans la littérature anglo-saxonne par le « feedback », signifiant un retour sur terrain pour tirer leçons et améliorer les productions architecturales suivantes.

A l'issue de cette section, le constat sera clair de la nécessité d'une production en boucle où le lien entre conception et usage serait renoué et devra être constamment nourri en vue d'une haute IEQ où l'utilisateur est le centre d'intérêt.

V- 2.1. Un schéma linéaire bloquant

La qualité environnementale intérieure (IEQ) est l'objectif et le souhait de tout type d'entreprise en vue de la production architecturale d'espaces bureaux. Quelque soit le contexte juridique, socio-économique et foncier d'une grande ville dans le monde, le processus de production et ses acteurs sont généralement les mêmes. Mallory-Hill (2004) dans sa thèse représente le modèle (traditionnel) courant de production architecturale sous une forme linéaire où les étapes se succèdent en cascade d'étapes de projet (Fig.63). Ce processus commence par la préparation des besoins du maître d'ouvrage, lors de meeting ou autre, et progresse à travers la conception puis la construction pour aboutir finalement à l'occupation de l'édifice livré.

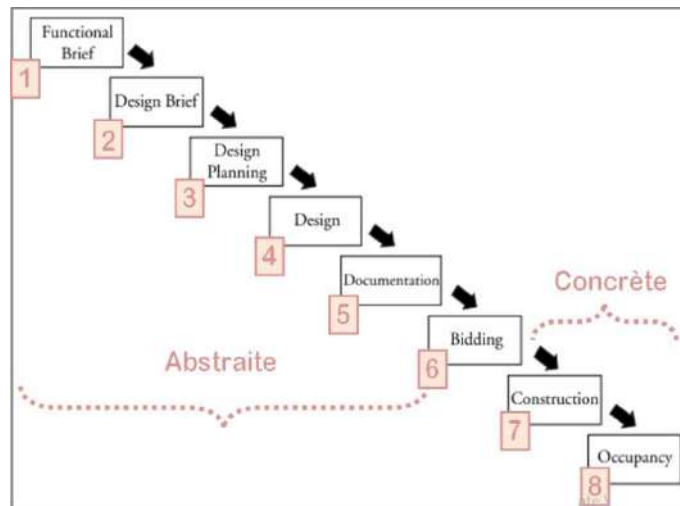


Figure 63 : Modèle classique courant de la succession des étapes de production architecturale (Mallory-Hill, 2004, p. 31)

Ce schéma qui résume les étapes principales de la production semble se diviser en deux parties : une partie « abstraite » regroupant les six premières depuis l'intention des propriétaires jusqu'à la soumission du projet par l'architecte, et la seconde partie « concrète » regroupant les deux dernières étapes de construction et d'occupation du projet. Les acteurs de ces étapes interviennent de manière successive, en fonction des exigences de chaque étape. Le **promoteur ou propriétaire** exprimant ses idées et intentions à l'architecte chargé de la conception du projet, puis **l'architecte** (ou l'équipe d'architectes) chargé de comprendre le souhait de son client (*design brief*), d'effectuer la programmation en fonction des potentialités et ressources du site, travaillant notamment avec des sociologues et économistes, de la commande du client et de ses connaissances du type d'espace demandé (*design planning*). Puis cet architecte passe à l'étape de conception ou étude conceptuelle où il concrétise toutes les connaissances abstraites sous forme d'un projet (*design*) en concertation et en études convergentes pluridisciplinaires d'ingénieurs et consultants de différents profils liés à l'architecture. Le résultat de cette formalisation du projet est représenté en dessin compréhensible (*documentation*), puis qu'il soumet aux parties concernées notamment le client et les autorités liées au projet (*bidding*). Intervient alors le **constructeur ou entrepreneur**, chargé de réaliser le projet accepté et de traduire sa représentation graphique en espace réel des fondations aux couvertures (*construction*). Cette opération ne peut se réaliser convenablement que sous le suivi vigilant de l'architecte concepteur, le mieux placé pour palier aux inconvenances entre dessin et terrain et redresser le cours de la réalisation en cas de grands problèmes en termes de technicité, gestion de temps, etc. En fonction des types d'édifices réalisés, **l'aménageur d'intérieur** peut intervenir en amont, en étude concertée avec l'architecte, lorsque la destination de l'espace est clairement définie au départ. Comme il peut intervenir après réalisation du projet, lorsque l'édifice construit est une carcasse à louer ou vendre, que les nouveaux propriétaires ont libre choix d'aménager. Enfin, une fois le produit architectural fini et livré, les **usagers** s'y installent et deviennent avec les

gestionnaires, chargés de l'entretien et la maintenance, les occupants de l'édifice (**occupancy**). Ces derniers acteurs vont donc subir et agir sur l'espace réalisé et c'est leur satisfaction qui déterminera la qualité environnementale de l'édifice.

En observant le tableau 33, inspiré de la figure 63 de Mallory-Hill (2004), il est clair que la responsabilité de l'architecte est très importante dans tout le processus. Pas moins de sept étapes lui reviennent, en comptant le suivi du chantier. Même si en coordination pluridisciplinaire avec d'autres acteurs, il reste le coordonnateur qui doit aboutir à une formalisation concrète d'idées abstraites et qu'il doit suivre jusqu'à la livraison finale du projet pour palier aux changements nécessaires d'adaptation au site. Cette responsabilité n'est pas des moindres et la qualité environnementale intérieure de l'espace réalisé va dépendre de la dominance des critères de projection : économique (finances du commanditaire), socio-économique (portée urbaine), qualité extérieure (image urbaine, projet iconique), expérimentation technique (de nouveaux procédés de construction), expérimentation théorique (d'une nouvelle vision de l'espace), qualité intérieure engendrée (avec grand égard aux occupants et leur usage et bien-être), etc. Cette dernière qui nous intéresse le plus dans cette étude, nous semble devoir être la dominance-clé dans chaque projet réalisé ou à réaliser, et autour de laquelle les autres critères doivent s'articuler et se greffer de manière relative et à servir le même objectif : la qualité environnementale « vécue » et non pas « projetée ».

Tableau 33 : Étapes de production d'un édifice de bureaux

Le projet	Partie Abstraite						Partie Concrète			
Etapes	Commande du projet		Conception du projet				Réalisation du projet	Occupation de l'édifice		
N°	1	2	2	3	4	5	6	7	8	
Etat	Intentions ou Idées		Connaissances et contraintes				Construction et aménagement	Vécu et entretien		
Support	Mental (esprit)		Numérique ou papier				Chantier	Espace réel		
Acteurs par étape			Consultants (Ingénieurs, ...)					Designer (d'intérieur)		
	Promoteur	Propriétaire					Entrepreneur		Gestionnaire	Usager
	Architecte		Architecte				Architecte			
	Avant occupation								Après occupation	

Le schéma linéaire de la figure 63 est simplifié pour faciliter l'appréciation de l'intervention des acteurs dans le processus de production architecturale. Mais le nombre réel d'intervenants est plus important selon le niveau d'intervention des acteurs. En prenant comme exemple l'étape de « conception du projet » dans la partie abstraite du schéma (de 2 à 6), les niveaux peuvent être catégorisés par type de connaissances liées au site et son contexte environnant (géomètre, ingénieur géotechnicien, ingénieur des transports, hydrographe, urbaniste, etc.), à la structure du projet (ingénieur génie-civil, ingénieur de structure, ingénieur de béton, etc.), aux équipements de confort (ingénieur en électricité, ingénieur en refroidissement, ingénieur en éclairage, thermicien etc.), à l'architecture spatiale

(architecte, paysagiste, architecte d'intérieur, etc.), à la spécificité thématique du projet (consultant en organisation du travail pour les espaces bureaux, en santé pour les espaces sanitaires, en éducation pour des espaces d'enseignement, en histoire, etc.), à la théorie conceptuelle adoptée dans la production architecturale, dictée soit par un cadre juridique contextuel ou par des tendances scientifiques contemporaines ou par un choix délibéré du bureau d'étude chargé du projet (consultant en développement durable, en performance énergétique, en écologie, en bioclimatique, etc.). Tout cela multiplie considérablement le nombre d'intervenants⁷⁴ dont les travaux doivent être coordonnés et concertés autour d'un même projet voulu fonctionnel, confortable et satisfaisant (pour ainsi dire de grande qualité environnementale).

Dans le tableau 33, représentatif de la production linéaire classique, l'architecte est malheureusement absent à une étape cruciale qui est le non retour officiel sur terrain. Cette étape lui permettrait de constater les potentialités et les faiblesses de sa production architecturale par l'usage de ses destinataires et ses vrais clients. En effet, bien que l'architecte ait affaire à un client promoteur ou propriétaire qui lui commande l'ouvrage et le paye pour ses services, mais le vrai client est le groupe d'utilisateurs, les personnes qui vont utiliser et vivre dans l'espace produit, lorsqu'ils sont connus d'avance. Le hic dans tout cela c'est que comme dans toute production d'usage, du ressort du design, elle n'est pas finie à sa réalisation mais plutôt à son ajustement après usage (!). Une étape courante et incontournable en design industriel ou en design d'intérieur ou autre forme de design concret, où l'ajustement et la vérification après usage est la garantie d'une qualité de production. Étonnant qu'en architecture cette étape ait disparu lorsque la profession d'architecte a intégré le marché professionnel et que l'utilisateur n'était plus l'architecte de ses espaces propres.

Vischer (1989) considère que dans ces huit étapes les acteurs de différents profils endossent de manière successive, la responsabilité de la qualité environnementale intérieure de l'édifice bureaux. Le fait que ces acteurs ne puissent pas toujours, pour ne pas dire « ne puissent jamais », leurs connaissances des mêmes sources et références et ne procèdent pas systématiquement à des échanges ou coordination de leurs connaissances respectives ; expliquent la **linéarité** du schéma de production d'un édifice de bureaux. Les intérêts et objectifs de ces intervenants étant souvent différents, cela engendre plusieurs possibilités d'erreurs, d'omissions de négligence ou d'irresponsabilité, parfois bien coûteuses aux gestionnaires et non sans effets négatifs sur les utilisateurs, en aval du processus. En réalité

⁷⁴ Exemple d'un projet aux USA, Portland Oregon, dont le manuel descriptif pour la construction d'un établissement sanitaire « Asante Outpatient Center –Core & shell », édité par le bureau d'études local « tva architects Inc. » en 2012, contenait neuf intervenants dans l'étape de « conception du projet », à savoir : géomètre-expert, ingénieur en géotechnique, ingénieur des transports, ingénieur génie-civil, ingénieur de structure, consultant en santé, consultant LEED (label national aux USA : Leadership in Energy & Environmental Design), architecte paysagiste et enfin l'architecte.

comme si que la responsabilité du contrôle de qualité se déplace d'un professionnel à un autre, bien que chapeauté par l'architecte, jusqu'à arriver au vécu des occupants. Mais cette responsabilité lorsqu'elle est guidée et contrôlée par un cadre réglementaire centré sur le bien-être de l'utilisateur (en termes de sécurité, santé et confort) et un chef d'orchestre alerte et pro-utilisateur qu'est l'architecte ; l'écart de l'IEQ ne peut qu'être réduit. Malheureusement ce n'est pas le cas à Alger, loin de là comme nous l'avons constaté au chapitre précédant où l'IEQ est plus proche d'un marché de produits industriels, d'une image de prestige et d'une consommation énergétique importante ; que des besoins des utilisateurs occupants (revoir chap. III). Mais ce n'est pas que le cas d'Alger, comme nous l'avons constaté aussi dans plusieurs pays du monde où le bien-être (du moins le confort) au lieu d'être basique et généralisé, il est optionnel par le choix d'un « label » de qualité environnementale, propre au pays, au gré du maître d'ouvrage, son état de conscience, de connaissances et du portefeuille, car ces labels optionnels sont souvent coûteux en amont du projet et plutôt dissuasifs (bien que rentables à long terme).

Alors que dire et que penser (!). Comprendre concrètement le relais de la responsabilité d'un acteur à un autre dans le schéma linéaire classique nous aiderait à comprendre ses carences dans la réponse aux besoins des utilisateurs, afin de s'ouvrir à une alternative plus proche de l'IEQ et donc de l'utilisateur, renouant le lien « ombilical » entre architecture et usage. Dans cette grande section, nous allons revenir en arrière et explorer les coulisses de la réalisation du projet architectural, durant les deux étapes : abstraite et concrète. Nombreux auteurs ont travaillé sur ce thème et par manque de références locales, nous transposons ce qui est décrit d'étape en étape ailleurs dans le monde, au contexte algérois, ici. La linéarité du schéma de production étant internationale et ses conséquences aussi, les erreurs et les entraves de l'IEQ ne peuvent donc qu'être semblables, même si jusqu'à un certain degré de comparaison. Mais nous restons dans cette description à un niveau de généralités où tout architecte algérois se reconnaîtrait ou reconnaîtrait les réalités de son exercice.

V- 2.2. De la conception à la réalisation : lourde responsabilité de l'architecte

Dans cette section nous considérons l'espace nouvellement construit sur un site vierge, pour comprendre le processus dans sa configuration globale, mais cela peut aussi de la même manière, concerner la réhabilitation d'un édifice préexistant où une adaptation à une structure existante peut nécessiter l'intervention de l'architecte, l'ingénieur, le consultant, l'entrepreneur et l'aménageur de l'intérieur. Peut-être que le cas d'une réhabilitation peut offrir une meilleure concertation entre les intervenants, vu la quantité relativement réduite de travaux à effectuer et leur chevauchement incontournable en temps réduit (en étape de pré-installation).

V- 2.2.1. L'architecte principal responsable de l'IEQ

Bien que certains promoteurs restent impliqués dans leurs projets à contrôler et gérer les coûts et décisions de qualité, mais la plupart vont léguer ce rôle de « contrôle de qualité » aux architectes, chargés de superviser les coûts des dépenses. L'architecte se sent souvent dépourvu face à la lourde responsabilité à prendre d'assurer une conception de haute qualité environnementale. La spécificité de sa formation qui ne lui permet pas de gérer et assumer tous les aspects spécifiques et globaux de la qualité environnementale d'une part, et la quantité et degré de technicité des connaissances à acquérir et à actualiser en permanence d'autre part, vont à la fois pousser l'architecte à léguer une partie non-négligeable de la qualité environnementale aux ingénieurs, entrepreneurs, gestionnaires, voire même aux usagers en aval du processus. (Vischer, 1989)

Concernant le lègue de responsabilité aux ingénieurs, il peut être volontaire ou involontaire. Il est volontaire lorsque l'architecte dépourvu de connaissances, est à la merci de ses consultants ingénieurs. Il ne comprend pas leur technologie ou leurs programmes informatiques qui aident à gérer la spécificité de chaque conception ; et il accepte le produit qu'ils lui proposent pour l'édifice comme une solution incontournable dans sa décision de conception. Quant au lègue involontaire, il est bien courant et il a lieu lorsque les décisions d'ingénieurs et d'architectes sont prises avec peu de concertation. Un espace intéressant pensé en amont par l'architecte, tel qu'un atrium haut, vitré et ensoleillé peut ne pas bénéficier d'un équipement mécanique pour évacuer l'air chaud cumulé à son sommet, si l'ingénieur n'assume pas cet aspect par une solution technique (ou technologique) adéquate. Les conséquences de ce manque d'échange vont s'en ressentir lourdement par des effets de serre durant les journées chaudes, faisant fuir les occupants de l'atrium, conçu comme un poumon de l'édifice pour le groupement et la détente. Cet atrium deviendrait de très faible qualité environnementale, faiblement fréquenté, ne répondant pas aux intentions de départ. (Vischer, 1989)

Plus en aval, le lègue involontaire peut se faire aux entrepreneurs. Même si les ingénieurs assument de manière adéquate les aspects environnementaux par des techniques adaptées, ces dernières peuvent ne pas être appliquées en cours de réalisation du projet, parce que l'entrepreneur a ses propres priorités et son propre agenda pour que le travail soit fini. Dans ce cas d'ailleurs, plus l'édifice est grand et complexe, plus nombreux sont les changements de dernière minute que le constructeur entreprend pour accommoder les conditions imprévues qui pourraient augmenter les coûts et le temps de réalisation de l'édifice. C'est pourquoi un contrôle continu de la construction est plus que nécessaire et non pas par d'autres architectes qui ne connaissent pas le projet, comme c'est souvent le cas, mais par les architectes et ingénieurs concepteurs. Cela leur permettrait de contrôler la qualité environnementale et d'en assumer la responsabilité ainsi que cumuler des connaissances de feedback, par rapport aux contraintes de la réalisation, fortement utiles et nécessaires aux éventuels projets futurs. (Vischer, 1989)

L'architecte, dans son exercice professionnel est continuellement soumis à des situations nouvelles où chaque projet est unique impliquant à chaque commande : de nouveaux clients, nouveau site, nouveau contexte socio-économique, nouvelles technologies, etc. Dans son devoir de coordonnateur, chargé d'établir un schéma relationnel cohérent entre les différents intervenants et les différentes variables contextuelles, les usagers au bout de la production architecturale, sont souvent négligés. Dépassé par le nombre de facteurs à considérer et le nombre de relations à gérer, l'architecte est souvent piégé dans le caractère et la culture de sa profession l'empêchant d'améliorer sa production à travers une approche plus scientifique. En effet, il est souvent considéré que l'architecte exerce par cumul d'expérience et d'intuition intériorisées, qui ne sont pas objectivés, scientifiquement communiqués, ou rendus accessibles aux intéressés. De ce fait, un débat considérable existe sur l'exercice de l'architecte et ses bases scientifiques. Un premier groupe, défend l'exercice de conception architecturale comme étant une forme de recherche scientifique, où l'architecte est à la recherche de solutions à des problématiques posées par la commande du client sur un site donné dans un contexte situationnel précis et cela dans un mouvement itératif entre plusieurs variables. Alors que les opposants refusent cette considération en argumentant par le fait que la production architecturale au bout de la chaîne est réduite à un ensemble d'objets muets qui ne peuvent refléter la qualité d'un vécu qu'à travers la recherche d'enquêteurs pouvant traduire et rapporter les réactions positives et négatives vécues dans l'espace ou l'environnement produit, ceci d'une part. D'autre part, les opposants critiquent fortement l'absence d'une évaluation systématique de la production architecturale, empêchant l'architecte d'acquérir la qualité de chercheur, sensé observer, comprendre et solutionner les situations critiques vécues, afin de les améliorer (le feedback). Chose que l'architecte a tout intérêt d'intégrer dans son protocole ou procédure professionnelle, en vue d'améliorer la qualité de ses prestations. (Sailer K. , Budgen, Lonsdale, & Penn, 2007)

V- 2.2.2. Les ingénieurs et les méfaits de la standardisation

Les ingénieurs sensés travailler en équipe avec les architectes pour solutionner les aspects de la qualité environnementale ou travailler seuls, ont leur part de responsabilité dans le degré de qualité à atteindre. Leurs connaissances techniques et technologiques sans cesse actualisées n'ont d'importance ou de valeur qu'une fois contextualisés dans un projet architectural à réaliser. C'est pourquoi, à leur tour comme les architectes, le feedback des projets réalisés est primordial pour une meilleure adaptation de la technique dans leurs projets futurs.

En amont, le travail interactif avec les architectes est irremplaçable dans le processus de réalisation d'un projet unique auquel les solutions technologiques devraient être adaptées de manière spécifique, voire unique, mais ce n'est pas toujours le cas et souvent pas le cas. Le décalage entre les deux intervenants, pousse les ingénieurs à se tourner fortement vers la standardisation avec tous les inconvénients de cette dernière. Prenons comme exemple la ventilation mécanique ou le *HVAC system*, les ingénieurs appliquent généralement des formules routinières dans la conception des systèmes de distribution de l'air à travers un

édifice. Ces mêmes conceptions sont agrandies pour les grands édifices et réduites pour les petits édifices. La quantité de mètres carrés à ventiler détermine la longueur et la largeur des conduites, qui déterminent par conséquent la puissance de l'équipement. Plus les caractéristiques et détails de l'installation sont standardisés, moins cher est le système à concevoir et installer. C'est justement le manque de communication entre architectes et ingénieurs qui rendrait les besoins spécifiques et l'usage ultime de l'espace moins connus, impliquant des caractéristiques du *HVAC system* plus standardisées, et ainsi les solutions seraient moins appropriées à l'usage final spécifique de l'édifice. (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989)

Un autre exemple concret à Alger illustre cela qu'est le siège social de la SONATRACH (un édifice de l'échantillon d'enquête présenté au chapitre précédent). Il a été conçu hermétique avec quatre façades libres habillées d'un mur-rideau de verre et équipé d'un *HVAC system* centralisé. Les occupants des bureaux cloisonnés sur façades vitrées exposées au soleil se plaignent, en saison chaude d'un manque d'aération et d'une chaleur insupportable. En même temps, les occupants de bureaux cloisonnés sur façades non-exposées au soleil se plaignent d'excès d'aération, obstruant d'ailleurs les amenées d'air par du papier scotché au plafond, et de grand froid, pouvant même prévoir un habit de plus en plein été (voir Fig.64). L'effet de serre engendré par le vitrage dans les bureaux exposés au soleil, augmente sensiblement la température de l'air évacué des bureaux à la fois nord et sud, engendrant un retour d'air très chaud auquel le système d'aération doit réagir en refroidissant avec plus d'énergie l'air neuf, qui une fois soufflé reste insuffisant pour les occupants des bureaux ensoleillés et excessif pour les occupants de bureaux non-ensoleillés. (Chabane, 2006)

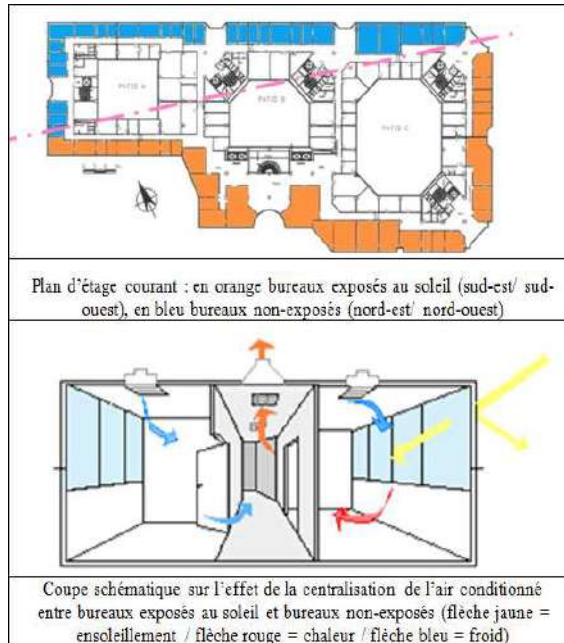


Figure 64 : Les conséquences schématisées de la centralisation du *HVAC system* dans l'édifice de la SONATRACH.

Dans ce cas de figure, une décentralisation du *HVAC system* semble plus que nécessaire. La responsabilité de cet aspect de confort affaiblissant la qualité environnementale intérieure, peut être attribuée à plusieurs acteurs : au propriétaire allouant un budget réduit au projet et ne pouvant se permettre deux *HVAC systems*, au manque de connaissance de l'architecte aménageur, au manque de connaissances de l'ingénieur, au manque de concertation et coordination entre l'architecte aménageur et l'ingénieur, etc.. Le budget réduit au moment de l'installation s'est largement multiplié avec la consommation énergétique incommensurable de l'*HVAC system* centralisé, ceci d'une part. D'autre part, l'inconfort subi par les occupants ne peut qu'engendrer une baisse de productivité et des effets non-négligeables sur la santé des usagers, soumis à un écart de température important entre intérieur et extérieur.

La standardisation est aussi très répandue pour l'éclairage où les ingénieurs ou techniciens utilisent une formule similaire. D'ailleurs dans aucun des cas d'études que nous avons abordé à Alger et où nous avons pu observer les espaces de travail, n'a été prévu un éclairage individuel d'appoint spécifique aux besoins de travail de l'utilisateur. Les ingénieurs prévoient plutôt une quantité uniforme d'éclairage de manière à répondre aux conditions du « cas extrême » qui est la nuit. **Les variables telles que : le fait que la majorité des occupants ne travaillent pas la nuit, que les besoins des tâches au travail varient (sur écran, sur papier, sur tableau), que leurs capacités visuelles diffèrent et que des matériaux et mobiliers différents vont être utilisés à l'intérieur, ou au cas échéant qu'une économie d'énergie est possible ; ne sont pas intégrées dans les facteurs de calculs et de choix technique.** Cela revient au fait que ces besoins ne sont pas connus par l'ingénieur mais plutôt par l'architecte (du moins sensé les connaître) et même si ils étaient connus, ils généreraient des besoins non standardisés et augmenteraient ainsi le coût de la consultation en éclairage et en système d'installation électrique, irréalisable par rapport au budget alloué par le maître d'ouvrage ou trop compliqué pour les spécialistes consultants non-habités à des réflexions sur-mesure. C'est pourquoi, **les ingénieurs devraient travailler les solutions techniques non pas comme une technologie en soit mais plutôt de manière adaptée au contexte du projet et aux besoins de ses occupants et de la fonction attribuée à l'édifice.** Le travail avec les architectes pour une bonne qualité environnementale, devient alors incontournable. L'éloignement de ce contexte spécifique voire unique, les renvoie systématiquement à la standardisation de par son coût réduit et la facilité de sa réalisation. (Vischer, 1989)

Une autre occasion de contrôler la qualité après installation des occupants, incombe aux ingénieurs, sensés revenir sur les lieux pour régler le système d'aération, par exemple, et vérifier la quantité et température d'air soufflé conformément à l'usage réel de l'espace en termes de nombre de personnes et de leurs outils de travail, et comment sont-ils distribués dans tout l'édifice. Cependant, cette procédure de réglage est souvent omise ou négligée, et si elle est exceptionnellement effectuée, elle peut être très superficielle. Parfois elle est effectuée juste avant la livraison de l'édifice, lorsque l'équipe de construction quitte le chantier fini et donc avant que les travailleurs n'aient réellement occupé les lieux et s'y soient installés.

Cela dévie l'objectif réel du contrôle d'ingénieurs, ce qui fait que les problèmes environnementaux auxquels vont devoir faire face les occupants, sont déjà là avant eux. (Vischer, 1989)

A Alger, dans les cas d'étude abordés, après installation des usagers, la gestion technique du *HVAC system* est souvent assurée par l'entreprise ayant fourni l'équipement (comme « Carrier » par exemple dans le siège de la GRTE), avec un contrat de travail pour un ingénieur ou un technicien de l'entreprise qui travaille sur place à superviser le bon fonctionnement du système, comme c'est le cas dans les édifices de la GRTE et de la CMA-CGM. Ou bien comme dans les autres édifices (Ministère de l'énergie, ministère des finances, ATM-Mobilis, SONATRACH), l'équipement est géré et supervisé par une équipe de techniciens et ingénieurs avec des postes permanents, engagés par le propriétaire de l'édifice, qui sont en contact direct de consulting ou de formation avec les fournisseurs de l'équipement.

V- 2.2.3. Le manque de contrôle et l'inconscience du constructeur

Une fois la construction de l'édifice entamée, la responsabilité de « contrôle de qualité » est transférée par défaut à l'entrepreneur. Durant cette étape cruciale, de nombreux changements sont effectués, certains sous forme d'ordres de changement approuvés par l'architecte et le maître d'ouvrage, **mais d'autres simplement glissés suite à des discussions verbales, ou parfois sans contrôle ni approbation, du propre de l'entrepreneur.** Cela implique que certaines caractéristiques de conception peuvent être finalement modifiées.

Vischer (1989) rapporte un exemple concret illustrant cette éventualité. Il s'agit d'un cas ancien mais pertinent à découvrir, l'édifice gouvernemental de bureaux « les terrasses de la chaudière » près d'Ottawa, au Canada. Cet édifice décrit par haut et élégamment conçu en façades de brique rouge, a été occupé en 1979. L'année même de son occupation, ses travailleurs ont fait grève et ont marché au devant de l'entrée principale portant des bannières, refusant de continuer à y travailler, se plaignant d'un air intérieur pollué. Ils ont argumenté leurs plaintes par des cas de maladies qu'ils ont attribuées à l'édifice et ont demandé à ce que des actions soient entreprises afin d'améliorer la qualité de leur environnement de travail. Les premiers prélèvements d'échantillons-tests de l'air intérieur n'ont montré aucune contrainte, et l'équipe d'experts a déclaré que les conditions dans l'édifice étaient acceptables. Ce décalage entre enquête et plaintes était probablement dû à une expertise à base de TLVs de toxicité où les seuils correspondaient encore aux espaces de production industrielle, trop élevés ne pouvant détecter des seuils d'inconfort. Mais les plaintes des occupants s'intensifiaient et en novembre, certains occupants prenaient de longs congés de maladie et d'autres effectuaient leur travail à la maison afin d'éviter l'édifice.

Une année plus tard, au printemps de 1980, une nouvelle vague de plaintes a été entendue sur de mauvaises odeurs propagées dans l'édifice. A ce moment là, une seconde

enquête a permis de découvrir qu'un **regard de drainage d'égout manquait au bas d'un des espaces d'ascenseur. Conçu dans le projet mais omis durant la construction, l'erreur a apparemment causé des nausées, vertiges et maux de tête parmi les travailleurs.** Elle a été corrigée, mais les symptômes et les plaintes d'air pollué, ont longtemps persisté après. Près d'une année plus tard, face aux plaintes persistantes des travailleurs, de nouveaux tests de qualité d'air ont été effectués. **Les résultats ont dangereusement révélé des taux élevés de formaldéhyde et de trichloréthylène**, des gaz bien connus pour leur toxicité (revoir notes de bas de page n°32, 33, 34). A ce moment là, l'édifice était complètement occupé, et près de 6000 travailleurs y étaient affectés. On rapportait des plaintes sur la température intérieure inconfortable, manque d'air, conduites bruyantes, maux de tête, épuisement et maux de gorge. La cause de cette pollution toxique potentielle a été attribuée à l'usage d'un isolant en « *Urea Formaldehyde Foam Insulation - UFFI* » ou « mousse isolante d'urée-formaldéhyde » dont l'installation durant la construction a été reniée par l'entreprise de réalisation, selon la presse canadienne.

L'aventure dans cet édifice ne s'est pas arrêtée là, à la fin de l'année 1981, les journaux ont rapporté des réclamations de travailleurs sur des taux élevés de fausses-couches et grossesses à risques. En 1985, les travailleurs se plaignaient toujours de leur environnement de travail, sept années après les premières plaintes publiées. Une des dernières études commissionnées à analyser les causes possibles des états de maladie des travailleurs, a enquêté en profondeur sur le dispositif d'aération (hermétique), notamment là où le système de traitement d'air mélange l'air aspiré de l'extérieur avec une portion de l'air tiède de retour de circulation à travers l'édifice. L'étude a révélé que **l'espace où s'effectue ce mélange n'a pas été correctement construit. De larges colonnes et morceaux de béton bloquaient effectivement le retour du cours d'air renouvelé dans l'édifice. L'air soufflée dans les espaces bureaux n'était donc pas renouvelé et rafraîchi par l'air frais aspiré de l'extérieur et n'était pas soufflé en volume correcte.** L'étude a conclu que les problèmes dans cet édifice correspondaient entièrement et typiquement au diagnostic du « syndrome des édifices hermétiques » (*Tight Building Syndrom TBS*) ou plus globalement au SBS, longtemps enquêtés mais sans explication satisfaisante, que ce soit en Amérique du nord ou en Europe de l'ouest, depuis les années 60. (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989)

L'exemple des « terrasses de la chaudière » est loin d'être unique, il est très **représentatif du manque de contrôle de qualité de construction conformément au projet conçu et de l'irresponsabilité de l'entrepreneur quant à la qualité environnementale dans la réalisation de l'édifice.** Si ce type d'erreur avec toutes les conséquences subies par les occupants et gestionnaires de l'édifice, était dû à l'inconscience des entrepreneurs, cela revient à leur manque de connaissances en terme de qualité environnementale, au manque voir absence de leur contact avec les autres intervenants, notamment les architectes et ingénieurs, ainsi que l'absence de **feedback de projets après occupation, permettant de prendre au moins conscience de la gravité des erreurs qu'elles soient volontaires ou involontaires.** Aussi, le **manque de contrôle de l'architecte concepteur et l'ingénieur**

peut laisser libre cours aux erreurs de réalisation, dont les conséquences peuvent être très graves sur les occupants.

Rattraper les erreurs de construction n'est pas chose facile après coup. Si les conduites en béton, des « terrasses de la chaudière » par exemple, laissées dans l'espace de mélange d'air, coûtaient trop cher pour être enlevées, elles allaient rester telles quelles. Si les parties métalliques du réseau de canalisation de la ventilation ne pouvaient être livrées à temps ou coûtaient trop cher, peut être qu'on y aurait substitué des parties en plastique. Si seulement trois trappes de drainage avaient été livrées au lieu de deux, sous le contrôle de l'architecte et l'ingénieur et sous la conscience et la vigilance de l'entrepreneur, l'erreur n'aurait pas eu à être rattrapée après occupation, **engendrant un chamboulement de l'usage de l'édifice, et des coûts importants de casse et reconstruction. Au final, les coûts ultimes de décision de modification en cours de construction, comme dans ce cas, sont retombés sur les occupants de l'édifice, avec des problèmes de qualité d'air, et c'est eux donc qui ont payé pour des solutions improvisées en cours de réalisation ou mal conçues en amont.** (Vischer, 1989)

Ce type d'exemple nous semble très pertinent, formant une source précieuse de connaissances sur les conséquences malheureuses du décalage entre conception et réalisation, mettant fortement l'accent sur la responsabilité de contrôle et de suivi que doivent assumer l'architecte et ses consultants. Cela nous pousse à nous interroger sur la réalisation de projets d'édifices de bureaux à Alger et le degré d'engagement des architectes dans le suivi et le contrôle de la réalisation de leurs conceptions. Dans l'enquête auprès des architectes exerçant à Alger (chapitre suivant), nous tenterons de constater cela.

V- 2.2.4. Les aménageurs d'intérieur

Plusieurs types de construction d'édifices bureaux peuvent exister. Lorsque les propriétaires sont eux même l'entreprise-usager de l'espace, l'étude de conception est établie avant construction du gros œuvre jusqu'au détail des partitions, leur couleurs et matériaux, etc. Mais lorsque la construction n'est qu'objet de transactions immobilières, l'espace correspond généralement à une carcasse vide adaptable à différentes entreprises-usagers comme les édifices (Tour ABC, Tour CMA-CGM) d'entreprise ou promoteur privé à Alger, inconnues encore jusqu'à la réalisation et la mise en location ou en vente de l'espace en question. Dans ce deuxième cas de figure souvent les propriétaires effectuent un aménagement minimaliste avec des couleurs très neutres et claires, intervient alors l'aménageur de l'intérieur, qui peut être un architecte ou un designer d'intérieur, en fonction du cadre juridique de chaque ville du monde. Cet aménageur va alors endosser la responsabilité de la qualité environnementale intérieure et son travail va devoir adapter les exigences de l'entreprise-usager à l'espace à aménager. Le fait que ce travail soit généralement sans concertation avec les concepteurs et ingénieurs en amont, des incohérences non-négligeables peuvent affecter la qualité environnementale de l'espace une fois les usagers installés. Du degré de connaissances de l'aménageur d'intérieur en termes

de critères de qualité environnementale intérieure et son degré de respect et d'intégration des contraintes spatiales et techniques existantes, dans le projet d'aménagement ; va dépendre la qualité de son travail et donc la qualité du vécu des usagers.

A Alger, les deux cas de figure existent. Le premier cas de figure où l'édifice de bureaux est construit en connaissance de ses futurs usagers, correspond le plus souvent aux institutions publiques à caractère administratif (ministères, tribunaux, daïras, etc.), économique (banque, assurance, bourse, etc.) ou EPIC dites aussi entreprises nationales (Sonatrach, Sonelgaz, SEAAL, etc.). Aussi, mais de manière plus rare, de grandes entreprises privées peuvent construire de nouveaux sièges (téléphonie, matériaux, engineering, ou tout autre type de production). Autrement, le deuxième cas de figure est courant, particulièrement dans le contexte urbain dense de la ville où l'immobilier d'entreprise est en hausse depuis la libération du marché immobilier aux années 90. Cependant, dans les deux cas d'étude (Tour ABC, Tour CMA-CGM) que nous avons abordé au chapitre précédant, les aménageurs multiples de différentes entreprises occupant un ou plusieurs étages ou partie d'étage dans l'édifice, travaillent en concertation avec l'équipe de gestionnaires de l'édifice, où des architectes cadrent et contrôlent les modifications.

Il est rare qu'un aménageur d'intérieur intervienne sur les équipements de confort, les matériaux, etc. qui restent plutôt du ressort de l'architecte. Néanmoins, des designers peuvent être consultés pour la décoration et les détails architectoniques intérieurs, comme ce fut le cas dans les édifices du ministère de l'énergie, des finances, ATM-Mobilis, CMA-CGM et tour ABC. Le choix de ces détails est loin d'être sans effet sur les usagers, comme nous l'avons constaté dans le cas de l'édifice de la GRTE où le choix des couleurs et textures des parois intérieurs et du sol influençaient négativement les usagers.

Le décalage entre conception en amont et aménagement en aval peut être problématique. Par exemple, un édifice hermétique conçu au départ pour abriter une organisation en bureaux paysagers va être équipé d'une installation d'aération artificielle, avec des bouches de soufflage d'air neuf et de récupération d'air vicié dimensionnées et réparties d'une certaine manière. Puis, au moment de l'installation, changement d'aménagement avec organisation en bureaux cloisonnés, qui nécessitent un dimensionnement et une répartition différente des bouches et conduites d'aération. Les conséquences de ce changement de dernière minute vont fortement émerger par des plaintes des occupants sur un manque d'aération, grande chaleur, ou trop d'aération et grand froid, bruit des conduites (surdimensionnées), etc. Au final, les gestionnaires de l'espace se retrouvent avec des espaces en manque d'aération, ou en excès d'aération ou en absence totale d'aération. Un chaos qui ne peut qu'affaiblir la qualité environnementale de ces espaces bureaux. A ce sujet, Vischer (1989) rapporte l'exemple d'un bureau cloisonné, équipé d'un apport d'air à partir du plafond mais sans évacuation d'air (ni fenêtre ni conduite). Dans ce cas, lorsque la porte est fermée pour meetings ou autre usage privé, l'espace devient rapidement trop chaud et mal aéré. Les usagers, par conséquent, se retrouvent à tenir leurs meetings sensés être confidentiels, avec la porte grande ouverte. Ce type de problèmes se multiplie une fois que les occupants s'installent. Ils

vont y effectuer leurs propres changements afin d'adapter l'espace à leurs besoins, puisqu'ils n'ont pas pu s'y adapter.

Un autre volet pertinent concerne les aménageurs d'intérieur, les équipements de travail de bureaux, émetteurs de gaz ou fumées, nécessitant une ventilation spécifique. Ils peuvent être aléatoirement installés, causant chez les usagers plus tard des plaintes de chaleur et d'odeurs désagréables. Même si certaines machines sont dotées de leur propre évacuation qui, pour une raison ou une autre, n'évacuent pas leur fumée directement vers l'extérieur, mais plutôt dans l'espace sous plafond où l'air est conduit jusqu'à la chambre de renouvellement d'air pour être recyclé dans tout l'édifice. Ce type d'erreur expose toute la population occupant l'immeuble à un risque de toxicité, même si en petites quantités. (Vischer, 1989)

Bref, le travail étroit entre les designers d'intérieur, les architectes et ingénieurs, voire même les constructeurs, rendrait leur tâche plus facile et augmenterait fortement la probabilité de réaliser un environnement de travail de haute qualité environnementale, minimisant ainsi des erreurs souvent coûteuses et parfois irréversibles. (Vischer, 1989)

V- 2.2.5. L'IEQ entre contraintes de gestion et besoins des usagers

Selon Vischer (1989), la majorité des gestionnaires et techniciens se plaignent du fait que tout leur temps et le budget soient dépensés à la maintenance et la réparation, à la réaction aux problèmes de performance de l'édifice, quelque soit son type. La première année d'occupation d'un édifice nouveau est souvent coûteuse et difficile à cause de ces problèmes (petites et grandes erreurs à réparer ; équipements et systèmes non-fonctionnels à mettre en marche, ...) qui retombent lourdement sur les gestionnaires et techniciens de l'édifice en vue de remonter à un niveau acceptable, la qualité environnementale. Malgré tous ces efforts d'amélioration, les occupants cependant peuvent être contrariés par rapport aux conditions négatives de leur édifice dans lequel ils sont sensés donner le meilleur d'eux-mêmes. Les problèmes de conception et de construction peuvent être exacerbés et aggravés par d'autres conditions négatives résultant de l'ignorance ou de l'omission des usagers et des gestionnaires à la fois. A chaque grand déménagement intérieur par exemple, les gestionnaires doivent résoudre de nouveaux problèmes de murs et de partitions inappropriés à la nouvelle installation, au flux d'air, au mauvais éclairage inadapté aux tâches, aux nouveaux problèmes acoustiques, et à l'équipement de chauffage et refroidissement.

A Alger, le siège de la SONATRACH illustre les difficultés que peuvent rencontrer les gestionnaires en endossant la responsabilité de qualité environnementale après occupation. Dans cet édifice occupé en 1999, le choix des façades en murs-rideaux de verre avec l'air poussiéreux de la ville d'Alger, les coûts engendrés par l'entretien après cinq années d'occupation ont dépassé le coût de la construction de tout l'édifice, surtout qu'à l'époque (début des années 2000) les entreprises d'entretien des façades étaient encore rares. Dans le même édifice, le choix d'un vitrage de teinte foncée pareillement sur toutes les orientations

de façades, a engendré un usage permanent à longueur de journée et d'année, de l'éclairage artificiel. Aussi, la centralisation de l'*HVAC system* avec un refroidissement intense provoqué par les bureaux sur façades exposées au soleil, sans protection (brise-soleil), engendre encore à ce jour des dépenses énergétiques très importantes. Quelle gestion alors (!) quelle qualité et quel budget et quelle productivité, attendus chez les usagers (?!). (Chabane, 2006)

Dans les autres édifices enquêtés, la gestion énergétique est aussi problématique, car le système d'aération artificielle qui est sensé fonctionner en mode « hermétique » est contré par une ouverture permanente de fenêtres de désenfumage malgré l'interdiction des gestionnaires dans certains cas d'étude. Cette ouverture se justifie complètement par les usagers qui doivent assouvir le « besoin naturel » d'une aération « naturelle » qu'ils contrôlent eux-mêmes ; mais sur le plan énergétique, les dépenses deviennent faramineuses.

A l'étranger, les conditions environnementales négatives font l'objet de poursuites judiciaires mais qui n'aboutissent pas dans tous les cas car les plaignants ne sont pas en position de déterminer quand et comment ils ont subi une injustice. La plupart des gens ne croient simplement pas que les problèmes environnementaux typiques qu'ils vivent tous les jours au travail n'ont pas besoin d'exister, que les édifices de bureaux pourraient et devraient être de meilleure qualité environnementale et qu'une technologie pouvant assurer des normes de haute qualité, existe. En d'autres termes, la plupart des usagers croient que rien ne peut être substantiellement fait afin d'améliorer les bureaux dans lesquels ils travaillent, et nous pensons que c'est aussi le cas des employés de bureaux à Alger. (Vischer, 1989)

Les points de conflit les plus courants qu'on peut retrouver en littérature ou lors d'enquêtes sur terrain, entre les gestionnaires et les usagers ; tournent autour de la consommation énergétique. Les gestionnaires tentent d'optimiser cette consommation en faisant participer les usagers par des consignes de réglage des différents équipements consommateurs d'énergie (éclairage, chauffage, refroidissement, fenêtre, outils de travail, etc.). Ces consignes non-respectées engendrent des tensions et si elles ne sont pas respectées c'est qu'elles ne coïncident pas avec les besoins « naturels » des usagers. C'est pourquoi la réflexion et toute la réflexion que nous clamons à travers cette étude incombe à l'architecte concepteur qui doit être fortement alerte, conscient, connaisseur et engagé dans la cause de l'IEQ pour les usagers. Répondre à leurs besoins naturels devrait être sa priorité et se rapprocher de ces besoins est bien loin des dépenses énergétiques de fonctionnement et même de construction, bien au contraire. Alors ! Quelle logique, quelles priorités et quels principes sont appliqués dans nos édifices à Alger ?!

Dans cette section nous n'avons cité que quelques aspects, le plus important sur les réactions des usagers et leurs besoins a été abordé au chapitre III. Il est de toute évidence bien clair que le réservoir de connaissances des architectes est rempli d'un nombre important de contraintes sauf celles des besoins « naturels » des usagers. La rupture entre conception et usage est bien claire au bout de cette linéarité dans la production architecturale. Une révision est plus que nécessaires, en vue de renouer le lien, et au lieu de satisfaire le marché

de l'industrie du bâtiment, satisfaire plutôt les usagers, premiers et derniers concernés par l'espace produit.

V- 2.2.6. Vers une révision de la linéarité de la production architecturale

Dans l'endossement de la responsabilité de la qualité environnementale, le lègue ne semble pas former la meilleure des solutions. Le fait que les responsables interviennent à une succession linéaire de temps, souvent sans retour dans le processus en aval de leur intervention ; rend le processus décousu sous forme de succession d'étapes superposées. Même le terme « processus » semble inadapté à la réalité du déroulement linéaire de la réalisation du projet.

L'absence d'interactivité et d'échange entre les intervenants affaiblit forcément la qualité environnementale des espaces occupés. L'idéal serait que les intervenants forment une équipe permanente qui travaille en interactivité tout au long du processus de réalisation, même après installation, le temps de régler les contraintes d'usage et d'adaptabilité. Cette solution bien loin de la réalité devrait s'y substituer dans le meilleur des cas, ce que proposent les chercheurs experts tels que Mallory-Hill (2004) : un processus en boucle avec feedback et de retour d'expérience cumulé, en boucle, au lieu du linéaire. Il n'existe autre source de connaissances que le terrain et le vécu des usagers, pour apprécier ou améliorer la qualité d'un environnement intérieur. En somme, de petites améliorations en technologie et une planification intérieure sensible, pourraient apporter beaucoup à l'amélioration de la qualité intérieure de ces environnements mais l'argent dépensé globalement sur ces édifices, tend plutôt à concerner les façades, la structure, l'apparence et l'architecture, bref tout ce qui contribue à l'image publique de l'édifice et rien ou peu qui n'aie réellement un impact direct sur la qualité de vie des occupants à l'intérieur (Vischer, 1989).

Une étude effectuée en 1986 [Ellis, 1986]⁷⁵ a comparé la qualité des immeuble de bureaux entre les USA, l'Allemagne de l'ouest et l'Angleterre et a conclu qu'une grande qualité environnementale n'est pas atteinte à cause des conflits d'intérêt entre différents agents du processus de production architecturale. L'évidence d'incompétence ou de négligence en cause d'une pauvre qualité environnementale, est difficile à prouver. Les problèmes d'immeubles de bureaux, décrits plus haut, sont typiques et résultent de conditions inférieures aux normes de qualité des environnements de travail. Sans la demande des occupants pour une meilleure qualité des environnements, l'industrie du bâtiment n'est pas motivée pour améliorer son produit. Et tant que l'édifice ne menace pas effondrement, ou perd ses fenêtres ou réellement empoisonne ses occupants (Terrasses de la chaudière),

⁷⁵ Cité dans (Vischer, 1989, p.16) : Ellis P. ed. (1986) « Achieving office quality : a report on international research on the nature of office quality and its relationship to the processes of development, design, procurement and management ». London and Bonn: Anglo-German Foundation.

comment est-ce que les usagers peuvent savoir qu'ils n'ont pas le meilleur produit possible ? (Vischer, Environmental Quality in Offices, 1989)

La responsabilité de l'architecte en priorité et des autres intervenants est claire dans la réussite d'un environnement intérieur de qualité. La rupture du « cordon ombilical » entre architecture et usage semble constituer la cause principale d'un échec de production d'espaces confortables. Ce cordon ne peut être renoué avec un processus de production linéaire, l'intégration des connaissances du terrain comme base de conception, qu'on appelle « feedback » ou retour sur terrain, est plus que nécessaire. C'est pourquoi la production architecturale linéaire devrait être révisée et améliorée pour une meilleure production en boucle, constamment nourrie par le « feedback ». L'architecte ne devrait pas être payé à la livraison du projet mais plutôt à la satisfaction des usagers. Cela paraît trop théorique et bien trop dur, mais il contraindrait l'architecte et le responsabiliserait encore plus tout en remplissant son réservoir de connaissances sur les « besoins » des usagers. La tendance serait donc vers un schéma comme l'illustre Cornick [1991]⁷⁶ & Nelson [1996]⁷⁷ où le risque de faible IEQ est réduit par les connaissances du feedback (fig.65).

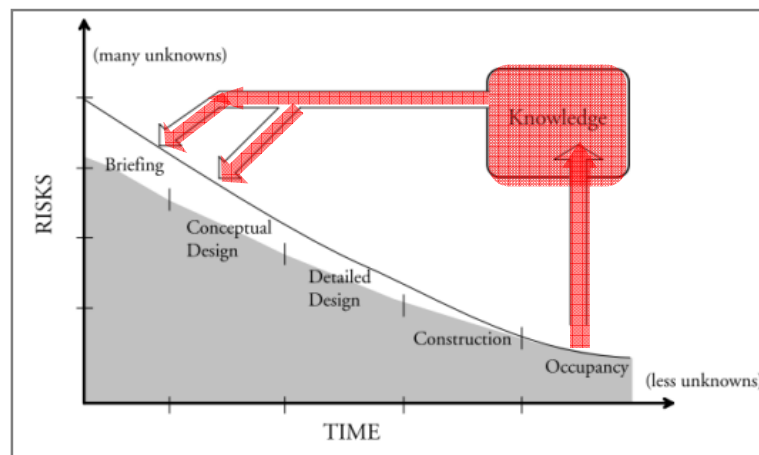


Figure 65 : Révision du schéma linéaire de production architecturale en intégrant le « feedback » de connaissances. (Cornick [1991] cité dans (Mallory-Hill, 2004, p. 32))

Ce modèle proposé est inspiré et basé sur le concept économique de « *Total Quality Management -TQM* » (gestion totale de qualité), popularisé durant les années 80 et intégré aux normes ISO 9000. Le principe de base de ce concept consiste à réduire le risque d'échec possible du client à obtenir les bénéfices attendus. Afin d'éviter ou de réduire ce risque, le

⁷⁶ Cité dans (Mallory- Hill, 2004, p.31): Cornick, T. (1991). "Quality Management for Building Design". London: Butterworth Architecture.

⁷⁷ Cité dans (Mallory-Hill, 2004, p.31): Nelson, C. E. (1996). "TQM and ISO 9000 for Architects and Designers". New York: McGraw-Hill.

TQM met l'accent sur le besoin prégnant d'une amélioration constante et d'une réduction d'incertitude, à travers l'engagement de meilleurs mécanismes de documentation, d'évaluation et de feedback, résumé sous « *knowledge* », « savoir » ou connaissances. Dans ce schéma, le client est face aux plus hauts niveaux de risque aux premières étapes à cause du grand nombre d'inconnus à ce stade. Puis, dans le processus de conception, plus d'informations détaillées sur l'édifice sont connues et il est plus facile de prédire réellement comment il va fonctionner ou se comporter. Cela devrait contribuer à réduire le risque en transmettant et intégrant les informations et le savoir des dernières étapes de processus de conception antérieurs, dans les premières étapes d'un processus nouveau. C'est justement sur cette idée clé que vont se développer les sections suivantes

V- 2.3.Synthèse

Nous avons pu constater dans les exemples relatés de la littérature scientifique, les effets négatifs d'absence ou de manque de concertation entre différents intervenants dans la production architecturale. Pire encore, nous avons constaté à travers l'exemple canadien que la non-conformité d'exécution des travaux suivant les plans de l'édifice, peuvent avoir des conséquences irréversibles. Ce constat est plus qu'alarmant pour nous. Une prise en charge est plus que nécessaire afin d'y remédier. C'est d'ailleurs ce que nous allons aborder dans la section suivante, une solution clé qui tend à modifier le schéma de production architecturale du linéaire à la « boucle » à travers une révisions constante de chaque intervention dans la production architecturale des espaces bureaux. Une remise en cause de chaque décision ne pourrait être que bénéfique pour la qualité de l'édifice en soit et surtout pour le confort et le bien-être des usagers.

V- 3. Le feedback, la clé d'une nouvelle production en boucle

La révision de la linéarité de production architecturale est l'objet de recherches depuis plusieurs décennies déjà. Relier l'architecture à l'usage à travers le feedback à intégrer dans tout processus de production, est justement la pièce clé dans cette révision. Là, le souci d'évaluation de la qualité vécue des espaces produits, après installation des usagers, change complètement le centre de gravité du business de la profession architecturale, du « projet » en soit comme objet artistique et esthétique indiscutable de par la signature de son artiste dont la responsabilité s'arrête à la livraison du « projet-objet » ; vers un nouveau centre de gravité formé par les « besoins et souhaits des usagers » où la mission de l'architecte continue après livraison. L'intérêt de ce nouveau centre de gravité étant d'évaluer l'usage et l'appropriation des lieux produits, pour améliorer les aspects critiques à l'échelle locale et en tirer leçons à l'échelle globale. (Sailer K. , Budgen, Lonsdale, & Penn, 2007)

Une chercheuse hollandaise nommée Mallory-Hill (2004) a mené une recherche doctorale où elle critique la forme linéaire de la production architecturale en mettant en évidence ses faiblesses et propose un processus mieux adapté à la haute qualité environnementale. L'acteur principal qui intéresse la chercheuse dans ce processus c'est

l'architecte. Elle attribue la faiblesse principale des architectes concepteurs, dans cette cascade, au fait qu'ils **ne possèdent pas un potentiel de connaissances important** pour être en mesure de réaliser des espaces de haute qualité environnementale. Cet état de fait reviendrait, d'après l'auteur, à **l'inadéquation des sources de feedback mis à la disposition des architectes**, en termes de revues d'architecture, de projets archivés, suivi du projet, etc.

V- 3.1. La nécessité d'un feedback scientifique

Les sources de connaissances des architectes dans le schéma classique linéaire d'une production architecturale sont inopportunes et portent souvent sur des aspects esthétiques et techniques des projets, bien loin des besoins des usagers. Mallory-Hill (2004) dans sa recherche critique quelques unes de ces sources documentaires vides d'intérêt pour les usagers comme les projets archivés ainsi que les revues et magazines d'architecture ou les logiciels d'évaluation. Les projets archivés sont souvent inaccessibles et dans le cas contraire, ils ne sont pas d'une grande utilité car la relation entre l'architecte et son projet se termine lorsque la construction de l'édifice commence et dans le meilleur des cas, lorsque l'architecte assure le suivi de réalisation de son projet et l'édifice est livré. Toutefois, si ces supports sont disponibles, ils restent concentrés sur des solutions de réalisation et non sur la performance du projet après occupation (qui ne peut être vérifiée qu'après une période d'occupation fonctionnelle). Aussi, bien que la majorité des bureaux d'étude abondent de revues et magazines d'architecture, souvent étrangers comme à Alger où on ne compte que quelques revues (« Vies de villes », « Amenhis », ...), l'auteur les qualifie de luxueux pour leur haute qualité d'impression, mais pauvres en terme de connaissances et d'analyses de projets. Des revues qui font la promotion plastique et esthétique d'œuvres architecturales qui s'arrêtent à la conception ou à la livraison du projet mais jamais au-delà et d'ailleurs l'intérêt porté aux occupants des projets exposés est inexistant. Des projets muets, sans vie réelle, comme les nomment l'auteur. C'est d'ailleurs aussi le cas des bibliothèques d'écoles d'architecture qui abondent d'ouvrages et revues exposant l'aspect plastique et technique des projets mais sans vie incluse des usagers et leurs réactions. (Mallory-Hill, 2004)

L'auteur cite une autre source qui concerne les logiciels d'engineering ou de simulation. Ils constitueraient une source de feedback technique très importante de par leur puissance. Considérés comme des outils d'évaluation tels que RADIANCE (pour l'évaluation d'éclairage) ou ESP-r (pour les mesures de performance tel que l'efficacité énergétique, ou les systèmes intégrés), ils sont plutôt conçus par et pour l'usage des ingénieurs. Cela est dû au fait que ce soit des outils très complexes et nécessitent une formation spéciale pour être proprement utilisés. L'accès des architectes à cette source de connaissance est donc difficile de par la complexité de l'outil nécessitant un temps d'apprentissage pour l'usage et la maîtrise, ceci d'une part. D'autre part, ces logiciels sont essentiellement basés sur des données précises et des situations chiffrées et n'évaluent donc pas les informations conceptuelles vagues et incomplètes. Alors que les idées conceptuelles d'un architecte ne peuvent être toujours chiffrées et précises. Autre point de faiblesse dans ces outils, c'est le

feedback basé sur des inputs de nature conceptuelle et non pas puisés du terrain, nécessitant un usage considérable de valeurs par défaut (irrélelles) et cela implique inévitablement des résultats incorrects ne correspondant pas forcément à la réalité. (Mallory-Hill, 2004)

Au-delà de ces sources documentaires, les sources plus directes et plus opportunes du terrain et l'espace en usage, présentent aussi des obstacles à la connaissance effective. Après livraison du projet et occupation des lieux les problèmes surgissant vont nécessiter la consultation d'architectes pour résoudre ces problèmes. Malheureusement, d'autres architectes que les concepteurs-mêmes sont consultés. Au lieu de faire appel aux architectes d'origine qui ont réalisé l'édifice et qui sont plus aptes à corriger des erreurs ou améliorer des performances ; les propriétaires font plutôt appel à d'autres consultants privés pour évaluer et suggérer des solutions. C'est pourquoi **les leçons acquises des enquêtes privées n'atteignent généralement pas le cycle du processus de réalisation en feedback et cela implique souvent que les mêmes problèmes se répètent** incessamment. Au-delà de l'appel des gestionnaires pour des problèmes à régler, les **visites des architectes concepteurs des édifices qu'ils ont réalisés** peuvent constituer une source potentielle de connaissances à intégrer dans leurs projets à venir. Mais, la chance que peut avoir un architecte de visiter ses projets, fonctionnels et occupés, est loin d'être opportune car dans la plupart des cas, ces architectes manquent d'expertise profonde et de ressources, leur permettant d'interpréter leurs observations des lieux en quelques visites. (Mallory-Hill, 2004)

Quelque soient les sources du savoir, documentaire ou du terrain, que doit cumuler un architecte en feedback, elles doivent être objectives et réutilisables par un confrère ou d'autres consultants. Mais malheureusement, dans le schéma classique d'acquisition des connaissances, l'architecte a plutôt tendance à être intuitif et pas très communicatif sur ses idées et ses intentions. C'est pourquoi, on reproche souvent aux architectes praticiens **l'absence ou le manque d'un savoir utilisable par autrui, dépassant l'expérience et l'intuition intériorisés de l'architecte-même**. On revendique alors un « savoir » plus objectif qui ne peut se construire que sur la base d'une recherche systématique avec des outils méthodologiques précis, notamment l'observation, l'entretien, le questionnaire et les mesures de variables physiques, etc. Bref, un feedback bien connu aujourd'hui sous le nom de « *Post-Occupancy Evaluation* –POE », traduit en français par « *Evaluation Post Installation* ». Cette méthode ou approche, des plus anciennes en recherche environnementale, s'applique à tous types d'espaces produits et permet de constituer un savoir cumulé accessible à tout concepteur. Au centre de cette évaluation se trouvent les usagers et leur degré de satisfaction. Cependant, considérer les usagers comme centre d'intérêt, présente plusieurs obstacles dans le processus de production architecturale, que Sailer et ses co-auteurs (2007, p. 4) considèrent sous les points suivants :

- a) Il semble exister une phobie de la recherche scientifique chez les architectes, se contentant du savoir pratique limité (une sorte « d'aide-mémoire ») et ignorant les quelques approches de la recherche réelle en

architecture. Les architectes auraient ainsi appris à se détourner de l'obligation, d'apporter des preuves à leurs actions. Une production basée donc essentiellement sur l'expérience et l'intuition.

- b) Le caractère expérimental et intuitif de la conception architecturale rend difficile la discussion et la remise en cause par le client, des solutions proposées par l'architecte. Une sorte d'effet mystique autour du projet et ses composants que l'utilisateur n'est pas supposé être capable de comprendre à ce stade de réflexion, avant construction.
- c) Le temps souvent très court, alloué à la conception du projet engendre une relation avec le client de très courte durée et diminue les chances de discussion ou d'interaction.
- d) La prestation de l'architecte ne comprend pas l'usage ou l'évaluation post-installation et dans le budget alloué au projet, aucune part n'est attribuée à cette évaluation. Les architectes ne reviennent donc jamais ou que très rarement sur leur production occupée, pour analyse.

En solution à cet état de fait, Schön [1991]⁷⁸ a proposé une alternative à cette situation critique où la conception architecturale ne peut être objectivement remise en cause par les clients-usagers car basée sur une subjectivité et une liberté artistique indiscutables. Sa proposition nommée « **Reflective Practice** » ou **-pratique réflexive ou réfléchie-** (dans le sens de la réflexion) devait améliorer la communication entre l'architecte et ses clients, sous forme d'une **discussion réflexive interactive**. Pour cela, l'architecte doit reconnaître que son expertise d'un projet donné, évolue dans un champ de significations qui ne croise pas forcément le champ de significations de son client (usagers) et que le rapprochement et la discussion réflexive permet de rapprocher ces deux champs et au mieux, de les superposer. De l'échange réflexif, où le client confronte ses idées aux propositions de l'architecte en s'y opposant ou en les acceptant, **le processus de conception deviendrait alors une sorte de négociation mettant à niveau les significations et les compréhensions des deux parties dans une forme de communication constructive**. L'auteur reconnaît l'investissement que ce type d'attitude ou de contrat demande, en termes de temps et d'aptitudes intellectuelles à communiquer ses idées et convaincre l'autre ; mais cela vaut la peine en considérant les problèmes irréversibles en post-installation que des incompréhensions de départ, peuvent engendrer. Sailer et ses co-auteurs (2007) considèrent que ce problème relationnel de communication entre l'architecte et ses clients est ancré dans la culture professionnelle de l'architecture. **Négliger les usagers est un grand trou noir**

⁷⁸ Cité dans (Sailer K. , Budgen, Lonsdale, & Penn, 2007, p. 4) : Schön, D. A. (1991). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Aldershot: Ashgate Publishing Limited.

dans la culture professionnelle de l'architecture, mais aussi un grand point de faiblesse dans son éthique.

Cette alternative de « *Reflective Practice* » peut devenir difficile à appliquer lorsque les clients-usagers constituent un composé de plusieurs fractions. En effet, pour la conception d'espaces bureaux, qui nous intéresse dans cette étude, l'architecte a affaire à trois fractions de clients-usagers :

- Les propriétaires de l'espace ou de l'entreprise qui choisissent souvent l'architecte, avec qui le contact n'est que très rare, peut-être seulement au lancement de la commande puis à la livraison du produit. Les intérêts de ce premier groupe commanditaire, gravitent essentiellement autour de l'image urbaine du produit et la rentabilité économique du projet.
- La seconde fraction du client-usager est formée d'un groupe délégué de professionnels responsables du projet avec qui l'architecte communique le plus. Ils sont aussi imprégnés de l'industrie de la construction avec un accent prononcé sur son aspect de gestion et management, avec le devoir de faire respecter les souhaits de la première fraction, leurs supérieurs hiérarchiques. Leurs intérêts gravitent autour des questions techniques, avec la gestion des délais d'exécution.
- La troisième fraction est la plus consistante en nombre et la plus concernée par l'usage de l'espace, représentant les futurs employés de bureaux. Ces futurs usagers n'ont généralement aucun contact avec l'architecte et aucun moyen donc de lui faire part de leurs besoins et souhaits ; alors qu'ils représentent la majorité qui va utiliser l'espace et y vivre. Ceux sont eux qui vont donner vie à l'aménagement, équipements, outils de travail, mobilier, etc. et subir les conséquences positives et négatives des choix et combinaisons, en amont.

Les intérêts de ces trois fractions ne convergent souvent pas et l'architecte a la responsabilité de contenter, autant que possible, les trois fractions à la fois avec une pointe d'intérêt particulière portée aux employés de bureaux, futurs occupants de lieux. Mais si les besoins de ces derniers ne parviennent pas à l'architecte en amont de son travail de conception, comment peut-il satisfaire leur demande et réussir son projet avec l'aboutissement vers une qualité de vie sans grandes plaintes en aval ?

C'est justement le feedback sous forme de base de données enrichie par chaque projet réalisé et analysé après occupation, qui pourrait nourrir et enrichir le travail de l'architecte en diminuant le risque d'échec et l'incertitude de réussite, au bout de la chaîne de production. L'incertitude des résultats de la commande est un enjeu majeur dans la relation de l'architecte à ses clients-usagers. Ni l'architecte ni l'utilisateur ne peuvent savoir à l'avance si les solutions conceptuelles adoptées sont les plus adaptées aux besoins des clients usagers. **Il n'y a que le vécu après installation qui peut le prouver et c'est justement cette**

preuve de vécu que les chercheurs clament aujourd'hui comme base incontournable de conception architecturale. (Sailer K. , Budgen, Lonsdale, & Penn, 2007)

Le feedback scientifique comme base incontournable de conception architecturale a été intégré dans le processus de production architecturale, transformant la linéarité du schéma classique en schéma en boucle cyclique où ses étapes sont constamment nourries par le « savoir » scientifique (cumulé par un feedback effectif) au cœur de la production architecturale. Dans la section suivante nous abordons cette nouvelle schématisation de la production architecturale à travers quelques exemples tirés de la littérature scientifique.

V- 3.2. Une production cyclique fondée sur l'évaluation

L'intégration du feedback dans les premières étapes de conception et de prise de décision dans la réalisation d'édifices de bureaux, présente un grand enjeu. Selon Mallory-Hill, « le manque de procédures effectives pour considérer les questions techniques, tôt dans les premières étapes de conception des immeubles de bureaux, est un obstacle critique à l'amélioration de la qualité des espaces de travail. Les philosophies et techniques émergentes, telles que « *Building Performance-Evaluation, Scenario-Buffering* », « *Total Quality Management [TQM] and ISO 9000* », encouragent un meilleur savoir à réutiliser dans les premières étapes de conception. En particulier la *Post-Occupancy Evaluation* -POE qui est une clé, jusque là une source sous-estimée de savoir pour le processus de conception architecturale. Ces techniques sont intégrées dans un modèle de conception stratégique, spécifique aux espaces de travail. En dépit des grands avantages de la conception stratégique, elle nécessite une coordination et un accès à de vastes quantités de connaissances multidisciplinaires ». (Mallory-Hill, 2004, p.29)

Dans la figure suivante sont illustrés trois schémas représentatifs d'une production architecturale cyclique ou en boucle, à base d'évaluation scientifique, que rapporte Mallory-Hill (2004) dans sa thèse (Fig. 66).

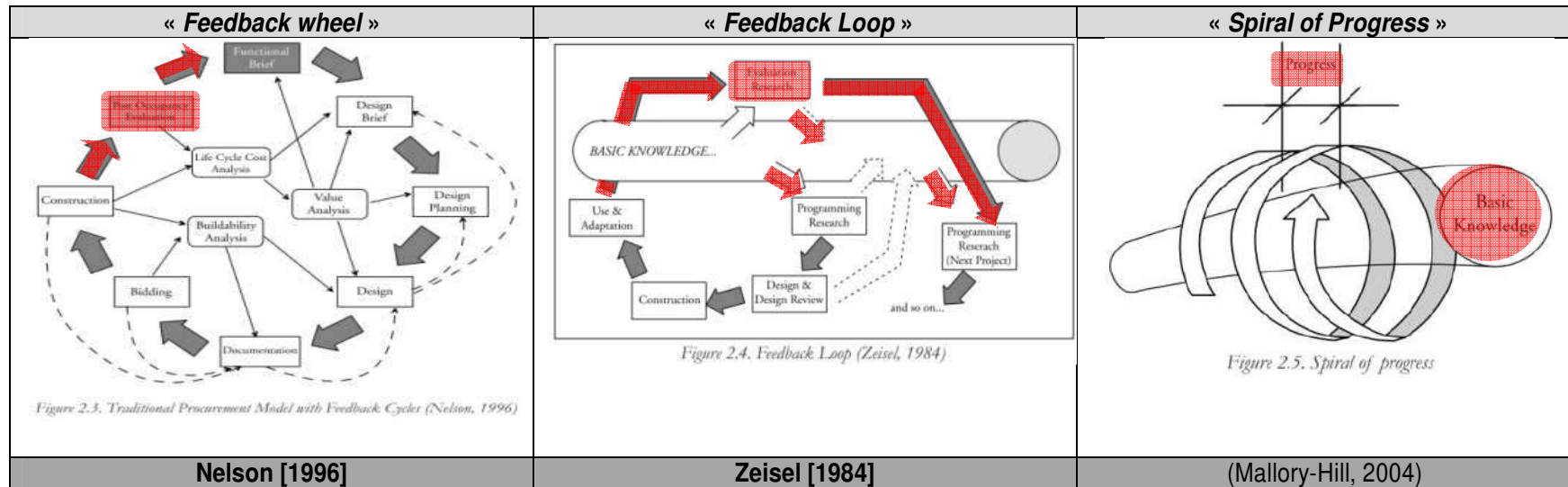


Figure 66 : Schémas cyclique de production architecturale en boucle (Mallory-Hill, 2004, p. 34)

Dans la première représentation, le modèle proposé concerne la suggestion de Nelson [1996]⁷⁹ d'un processus sous forme de roue de feedback (« *feedback wheel* ») pour contrer des conditions de risque interne (dans l'équipe ou entre étapes) et les contrôler en utilisant de meilleurs mécanismes de feedback tout au long du processus de conception. La seconde proposition est celle du chercheur en comportement environnemental Zeisel J. qui schématise les feedback puisés de la recherche scientifique dans le cycle de conception à travers 3 étapes principales: 1) recherche en programmation ; 2) bilan et critique de conception ; 3) évaluation des projets réalisés et occupés [Zeisel, 1984]⁸⁰. La dernière proposition de Mallory-Hill (2004) est une synthèse de la production cyclique en architecture basée sur le feedback (Mallory-Hill, 2004, p.33). Les 2 modèles proposés par Nelson et Zeisel démontrent l'importance de chercher les opportunités pour saisir ce qui est appris à l'intérieur et à l'extérieur du processus de conception et de l'incorporer dans ce qui est déjà connu et **anticiper ainsi le savoir dans une dynamique en spirale**. C'est ce que Nelson décrit par « la spirale du progrès en qualité » (ou spirale de progression en qualité (*the spiral of progress in quality*)). (Mallory-Hill, 2004)

De ces trois schémas, on retiendra que le « savoir de base » ou « *basic knowledge* » doit être au cœur de la production architecturale. Il constitue le réservoir de connaissances où doit puiser l'architecte et tous les intervenants dans la production, et à la fois le réservoir où doivent déverser toutes les évaluations des projets réalisés par des méthodes scientifiques objectives et offrant des connaissances accessibles aux architectes et réutilisables dans tous processus de conception et de réalisation. C'est justement ce réservoir qui permettrait de renouer le lien de qualité entre « architecture » et « usage ». Dans le premier schéma est représentée une fraction du processus en continu, sous forme d'une boucle ou d'une roue liée à d'autres roues en file, où chaque roue nourrit le projet suivant par les résultats d'évaluation en POE de la qualité vécue par les usagers dans le projet réalisé. Dans les deux autres schémas, l'ensemble des POE des projets est représenté par **un cylindre en développement autour duquel gravitent les projets qu'il nourrit en amont et dont il se nourrit en aval**. Cette schématisation est très pertinente car le « savoir de base » qu'est au cœur de la production architecturale en boucle cyclique, ou en spirale, n'est autre que le corpus de connaissances autour de « l'utilisateur et ses besoins », son bien-être et sa satisfaction. L'utilisateur au centre de la production des édifices bureaux est justement ce que nous clamons encore une fois dans cette étude.

La qualité des aspects techniques des environnements intérieurs est la plus évidente aux dernières étapes du processus de réalisation du projet, une fois que l'édifice est en

⁷⁹ Cité dans (Mallory-Hill, 2004, p.32): Nelson, C. E. (1996). "TQM and ISO 9000 for Architects and Designers". New York: McGraw-Hill.

⁸⁰ Cité dans (Mallory-Hill, 2004, p.32): Zeisel, J. (1984). *Inquiry By Design*. New York: Cambridge University Press.

fonction. Cela est principalement dû au fait que les problèmes et les questions techniques, tels que l'efficacité énergétique ou le confort, ne peuvent être correctement évaluées qu'après occupation de l'édifice et son fonctionnement. C'est pourquoi, l'évaluation Post-installation (*Post-Occupancy Evaluation* -POE) est l'outil reconnu de mesure et d'interprétation des succès et échecs d'un édifice occupé. (Mallory-Hill, 2004).

V- 3.3. La POE, base de la production en spirale

Les définitions de la POE sont nombreuses en littérature scientifique, nous en avons retenu une, rapportée par Zimring (2002) où la POE est : « une évaluation systématique du processus de production d'édifices ou autre aménagement ou de la performance de ces aménagements dans leur usage réel, ou l'évaluation des deux, en comparaison à un ensemble de normes implicites ou explicites dans le but d'améliorer et de développer ce processus. » (Weiss [1997]⁸¹). La POE s'est développée à la fin des années 60, avec le développement de la recherche environnementale et comportementale qu'entreprenaient les sociologues, architectes, et urbanistes, intéressés par l'expérience environnementale des usagers. Le premier contexte de ces recherches a été académique dans les logements, dortoirs, etc. ; puis les bureaux d'études publics l'ont adoptée pour une meilleure structuration de leur processus de production architecturale. On distingue généralement deux types d'application des POEs : celle entreprise pour améliorer un projet, à l'échelle d'un seul cas d'étude, et celle à l'échelle d'un secteur comme le tertiaire par exemple, dans le but de nourrir les projets futurs en créant un « savoir de base » ou « réservoir de connaissances » et évitant la répétition des erreurs et améliorant la qualité vécue dans les édifices de bureaux. (Zimring, 2002)

L'appellation de « *Post-Occupancy Evaluation* –POE » ou « *Postoccupancy Evaluation* –POE » renvoyait au départ à l'évaluation d'un édifice après occupation des lieux par ses usagers. Avec le temps, cette nomenclature semblait gêner certains théoriciens et praticiens du fait qu'elle renvoyait aussi à une évaluation après que les usagers ne quittent l'édifice. Un amalgame que certains chercheurs ont préféré éviter en proposant d'autres appellations comme : « *Environmental design evaluation* » ; « *Environmental audits* » ; « *Building-in-use assessment* » ; « *Building evaluation* » ; « *Building performance evaluation* » ; etc. L'approche POE comprend plusieurs méthodes, selon les objectifs des enquêteurs. Au départ, la POE focalisait sur la satisfaction des usagers, leur confort et la fonctionnalité de l'édifice. Les outils étaient les questionnaires, les entretiens et l'observation directe des comportements des usagers. Aux années 90 et 2000, d'autres aspects de l'édifice ont été intégrés comme : la performance technique des systèmes de l'édifice : les coûts énergétiques, la performance financière, etc. Les méthodes de la POE se sont normalisées par secteur ou par type

⁸¹ Cité dans (Zimring, 2002, p. 307) : Weiss C.H. (1997), *Evaluation* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall.

d'édifice (écoles, centres de santé, environnements pour retraités, prisons, bureaux, etc.) et bien entendu l'évaluation des espaces de travail a été des plus intenses, depuis les années 80. Les méthodes de POE appliquées à l'espace bureaux, peuvent toucher à l'édifice globalement, comme la « *Building-in-use survey –BIU* » de Vischer J.C. (1996), abordant le confort et la satisfaction des usagers, par rapport à tous les aspects environnementaux ; ou la « *Revised Office Environment Survey –ROES* » de Raw (1995) qui n'aborde qu'un seul aspect environnemental de l'espace qu'est la qualité de l'air intérieur. A travers toutes ces méthodes, la santé, confort et productivité des usagers, sont évalués. (Zimring, 2002)

En Amérique du nord, la POE n'est pas spécifique au domaine académique, elle a investi depuis bien longtemps les institutions publiques comme : la « *US General Services Administration* », « *Administrative Office of the US Courts* », « *Public Works Canada* », etc. En Europe aussi, nombreux programmes ont été initiés afin d'intégrer l'évaluation des édifices après installation et fonctionnement, dans les politiques d'évaluation des environnements bâtis avec un avant-plan d'intérêt public. D'autre part, dans le domaine privé, nombreux bureaux d'étude ont initié des programmes où ils évaluent la performance des édifices parmi les services qu'ils offrent à leurs clients.

La POE contribue au savoir spécifique sur les solutions aux problèmes particuliers (ex. usage indirecte d'éclairage afin d'éviter l'éblouissement sur les écrans d'ordinateurs), aussi bien qu'au savoir général sur le type ou la stratégie de réalisation (design) du projet (ex. workplace flexible). Cela rend la POE une source idéale de feedback technique pas seulement pour les propriétaires d'un édifice vide, mais aussi pour les architectes afin d'améliorer la réalisation de leurs futurs édifices. C'est pourquoi la roue de feedback de Nelson (revoir fig.66) montre la POE placée avant l'étape de briefing du cycle de réalisation suivant, apportant une connexion critique entre chaque boucle dans la spirale d'amélioration de qualité. Cependant, plusieurs architectes ne semblent pas prendre avantage de cette source évidente. La connexion entre les premières étapes de conception et la POE, continue à être le lien le plus faible dans le cycle de réalisation (voir fig.67). De plus, dans le modèle de cascade linéaire de la production architecturale (revoir fig.63), l'étape de post-installation est inexistante. (Mallory-Hill, 2004)

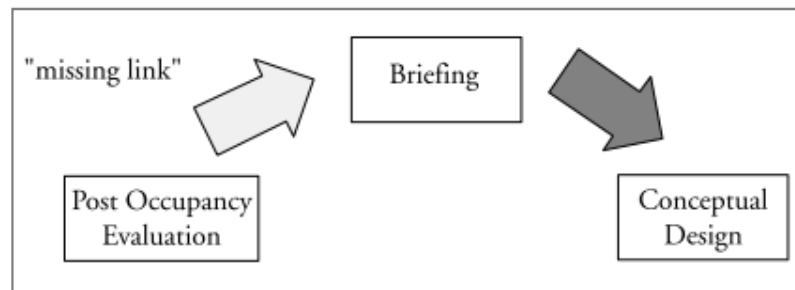


Figure 67 : Le lien manquant dans la production architecturale impliquant une faible IEQ (Mallory-Hill, 2004, p. 36)

La POE continue la plupart du temps à exister en dehors du cycle de production architecturale car lorsque les problèmes techniques arrivent dans des édifices fonctionnels, au lieu de faire appel aux architectes d'origine qui ont réalisé cet édifice, plusieurs propriétaires vont faire appel à d'autres consultants privés pour évaluer et suggérer des solutions. Ces leçons acquises des enquêtes privées n'atteignent généralement pas l'industrie du bâtiment. Le manque d'intégration de la POE dans la pratique architecturale veut dire que les architectes ne peuvent accéder et incorporer cette expérience et le savoir dans leur processus de prise de décision. Cela engendre souvent une répétition incessante des mêmes problèmes. (Mallory-Hill, 2004)

Dans le schéma que propose Mallory-Hill (Fig. 68), les acquis des POE devraient être intégrés dans le corpus de connaissances générales des solutions architecturales, à intégrer dans les premières étapes (*briefing*, ...) avant l'esquisse ou la conception préliminaire du projet.

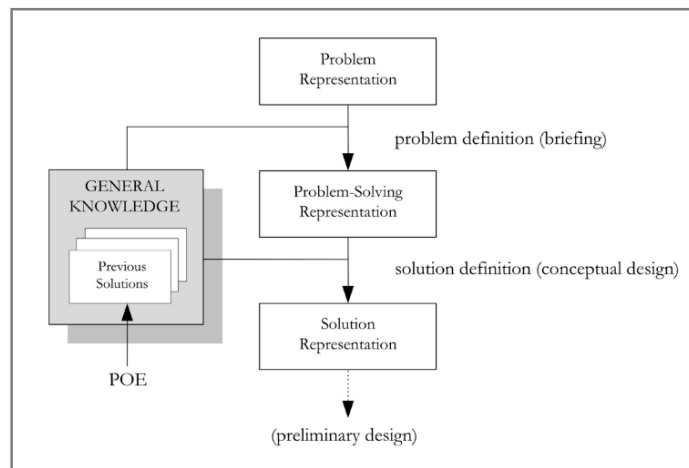


Figure 68 : Puiser dans le réservoir de connaissances aux premières tâches de conception (Mallory-Hill, 2004, p. 37)

Mallory-Hill propose un modèle de conception architecturale qui incorpore les mécanismes de feedback nécessaires pour l'amélioration technique des décisions de conception des architectes. Le point fort de ce modèle de design est la relation forte entre la POE et les premiers choix de conception (directives). Ce modèle est appelé *Strategic Building Performance Planning & Evaluation* (SBPPE) qu'on peut traduire par « Évaluation et planification stratégique de la performance d'un édifice ». Ce modèle repose sur un système informatisé pour gérer une quantité importante de détails et il propose des scénarii de qualité à intégrer dans les premières étapes de conception. Nombreux modèles élaborés à base de POE, existent dans la recherche scientifique, aidant les architectes et autres intervenants à puiser de manière organisée et structurée les connaissances nécessaires à leurs projets en cours (par type, par matériau, par dispositif, par aspect de confort, par ...).

Ces systèmes informatisés de feedback, n'existent pas encore chez nous. Une première étape de construction de base de connaissances est donc nécessaire comme première étape et première pierre avant l'élaboration du modèle contextualisé à notre culture de l'espace et nos types d'édifices bureaux, nos matériaux et notre technologie, notre type d'entretien et nos équipements de confort, etc. Ces outils dans leurs procédures et protocoles peuvent être empruntés mais le contenu de leurs banques de connaissances et critères de qualité et cas de problèmes et solutions, etc., sont différents.

V- 3.4. La POE mise en pratique

La théorisation du cycle de production basé sur la recherche appliquée au terrain, n'est pas toujours simple dans la réalité. Un écart important peut exister entre la recherche scientifique et la pratique architecturale, comme le souligne clairement Sailer (2007) dans son article. Elle attribue cet écart à l'absence d'un langage commun de compréhension où d'une part les chercheurs ont du mal à saisir la pratique architecturale de par son caractère intuitif basé sur l'expérience, qu'ils critiquent donc en relevant les échecs et erreurs contraignants le bien-être des occupants. D'autre part, les architectes praticiens qui considèrent la recherche comme étant complexe et nécessitant trop de temps à la compréhension et dont les résultats peuvent être contextuels, difficiles à généraliser et à théoriser pour être appliqués comme recommandations concrètes. Malgré ces difficultés, des exemples concrets de mise en pratique de la POE existent et sont loin d'être rares dans le monde et plus développés dans certains pays comme ceux de l'Amérique du nord. Zimring (2002) rapporte dans son chapitre, que 50.000 POEs ont été effectuées aux USA, jusqu'au début des années 2000 et on avait estimé en 2001 en recherche sur le Web par mots clés, sur le moteur « google » : 2.700 sites Internet qui mentionnaient la POE de nom. Ces nombres témoignent de l'usage devenu très répandu de la POE en vue d'une meilleure qualité dans la production architecturale. Dans cette section justement, nous rapportons quelques exemples concrets étrangers très intéressants sur la mise en pratique de la POE et sa portée. Les exemples étant abondants en littérature scientifique, Zimring (2002) les a catégorisés en cinq thématiques, selon leurs objectifs ou leurs portées : « pour réglage ou ajustement de la qualité » ; « comme diagnostic » ; « pour tester l'innovation » ; « supporter les décisions stratégiques » et enfin « constituer une base de données pour maintenir la qualité ».

a) Ajustement de la qualité

L'ajustement après occupation des lieux par les usagers, concerne justement la qualité vécue et fonctionnelle de l'édifice. Sous ce titre, nous rapportons trois exemples concrets :

Le premier exemple rapporté par Zimring (2002) date de la fin des années 90, début 2000. Les USA ont lancé le plus grand programme de construction de **160 nouvelles cours de justice. Chaque projet construit et occupé a été soumis à une POE**, entreprise par une équipe d'enquêteurs à travers des entretiens et l'observation de l'activité des usagers à l'intérieur. Ces POEs ont été utilisées pour **améliorer et affiner la qualité vécue dans les tribunaux**. A l'issue de cette initiative, le « **guide américain de conception de tribunaux** »

(« *US courts design guide* ») a été révisé et actualisé. C'est devenu un document indispensable aux juges, architectes, gestionnaires de projet et consultants dans la projection et construction de nouvelles cours de justice.

Le second exemple est une recherche évaluative **après installation de 174 employés de bureaux d'une firme d'architecture dans de nouveaux lieux, situés à Boston**. Les concepteurs, une équipe de onze architectes ont été interviewés sur leurs intentions de projet avant sa réalisation, à l'issue desquelles trois variantes avaient été testées selon trois concepts différents (ouverture, communauté et flexibilité). Puis une fois la variante sélectionnée réalisée, et après près d'une année d'occupation, les lieux ont été enquêtés et 70 employés ont répondu à un questionnaire de six pages diffusé par courriel (incluant les plans en figures). **Les résultats de cette recherche ont révélé que l'ensemble des employés était plus satisfait de leur nouvel environnement intérieur que l'ancien et que les intentions conceptuelles des architectes étaient globalement réussies**. Le plus intéressant dans tout cela c'est que la firme elle-même était l'auteur de la recherche, très intéressée depuis longtemps déjà par l'évaluation post-installation, elle voulait **à travers cette expérience en faire un modèle pour les évaluations post-installation de tous ses projets futurs**. L'application de la POE, a suivi trois principes dans cette firme : « **l'objectivité** » en faisant faire le travail d'évaluation à de nouveaux venus à la firme, non-impliqués dans la conception des nouveaux locaux du déménagement ; « **l'implication générale** » en distribuant le questionnaire à tout le personnel employé ; et enfin la « **diffusion ou le partage des résultats** » en publiant l'étude et ses résultats dans une revue scientifique pour servir d'autres personnes intéressées (c'est d'ailleurs ainsi que cette expérience nous est parvenue). Le principe d'aménagement des nouveaux locaux correspondait aux enjeux connus et répandus de l'IEQ où il est considéré qu'une grande satisfaction des employés à l'égard de leur environnement intérieur, engendrerait une grande satisfaction au travail et moins de perte d'employés. (Shepley, Zimmerman, Richardson, Boggess, & Lee, 2009)

Le troisième exemple est très pertinent, il date des années 90 où une entreprise américaine de fabrication de médicaments (Ciba-Geigy) a entrepris la construction d'un grand laboratoire de recherche à New York. Pour cela, le BET d'architecture et d'engineering « *Haines, Lundberg & Waehler – HLW International* » ainsi que l'entreprise de réalisation « *Sordoni Skansa* » choisis, devaient remplir trois conditions pour encaisser le profit qui devait leur être dû à l'issue du projet. Les trois conditions consistaient à : livrer l'édifice à temps sans aucun retard ; livrer l'édifice sans aucun surplus de dépenses en dehors du budget initial alloué au projet ; et enfin effectuer une POE après occupation pour ajuster et régler l'environnement à un niveau de haute qualité vécue. A l'issue de cette POE, les résultats devaient atteindre 70% de taux de satisfaction pour que les conditions soient complètement remplies. Le BET et l'entrepreneur ont accepté le défi et ils ont consulté des scientifiques de différents profils tout au long du processus de production. Durant ces consultations, différentes alternatives étaient testées par des simulations et des maquettes grandeur nature. L'équipe de BET et entreprise de réalisation, on réussi à remplir les deux

premières conditions et la dernière condition de satisfaction à un taux de 70% a dû être ajustée par quelques changements d'aménagement, au gré des besoins exprimés des usagers après occupation. Depuis, l'entreprise de réalisation a adopté la POE dans nombreux autres projets. (Zimring, 2002)

Ce projet n'a été donc livré qu'après installation des usagers et qu'après ajustement de l'espace et ses composants aux besoins des usagers avec garantie d'une haute IEQ, vu le taux élevé de 70% de satisfaction qui devait être atteint. Cet exemple est très représentatif d'un endossement effectif de la responsabilité de la qualité vécue, par les concepteurs et réalisateurs du projet. Dans toute production architecturale, la livraison ne devrait se faire qu'après POE et ajustement permettant de renouer le lien perdu entre « architecture » et « usage » et le paiement des services des prestataires, devrait comme dans cet exemple, être conditionné par un taux élevé de satisfaction des usagers. C'est pour nous un exemple très illustratif de ce qui devrait devenir une loi applicable à toute production architecturale.

b) Pour diagnostic

Le nombre d'évaluation diagnostic est très important en littérature scientifique, relevant de problèmes exprimés souvent par des malaises et inconforts chez les usagers. Parmi ces exemples aux années 80, un bureau d'études d'architecture américain a eu écho de plaintes d'un édifice de bureaux qu'il a conçu, quelques temps après sa livraison et son occupation. Ce même BET a conduit une POE au sein de l'édifice et a découvert que le réseau de canalisation du chauffage n'a jamais été connecté à la source par les fournisseurs de l'équipement. Le problème technique était donc solvable et les plaintes se sont atténuées après branchement. (Zimring, 2002)

Un autre exemple à Alger, que nous avons nous-mêmes diagnostiqué (Chabane, 2006), non pas sous commande des gestionnaires et propriétaires de l'édifice, mais plutôt par intérêt et curiosité qui nous ont poussés à évaluer la qualité vécue dans un édifice nouveau, qui à l'époque était encore rare, conçu hermétique avec une ouverture parallèle des fenêtres. L'étude concerne justement le siège social de la SONATRACH. Elle a été menée entre 2003 et 2006 et l'édifice avait été occupé depuis 1999. Une fois à l'intérieur, nous avons découvert un nombre important de plaintes sur plusieurs aspects à la fois. Les principaux aspects de plaintes ont concerné l'enveloppe en mur-rideau de verre qui devait assumer quatre fonctions à la fois : être hermétique aux changements climatiques extérieurs en assurant une aération artificielle intérieure et n'être ouvrable qu'à travers des fenêtres de désenfumage à ouverture manuelle en cas d'incendie ; être suffisamment réfléchissante à l'ensoleillement direct au niveau des bureaux directement exposés pour éviter tous risques de surchauffe ou d'éblouissement ; elle devait aussi, de par sa teinte, être perméable à une lumière du jour suffisante pour le travail de bureaux ; et enfin elle devait offrir au niveau des patios, une ambiance chaleureuse et lumineuse aux bureaux attenants. Cette peau a été acculée d'une multitude de fonctions et par manque de réflexion et d'étude en amont de son choix, elle n'a pu assurer toutes ces fonctions. Cela a engendré : une ouverture permanente des fenêtres

de désenfumage pour aérer l'espace car le besoin d'ouverture dépassait toute restriction des gestionnaires ; des plaintes importantes d'effet de serre au niveau des espaces directement exposés au soleil ; un éclairage artificiel constamment activé dans tous les bureaux à cause d'une lumière du jour insuffisante au nord ou à cause d'une exposition directe au soleil obstruée par les rideaux intérieurs ; enfin les espaces bureaux sur patios étaient fortement fuis de par l'absence de lumière du jour complètement absorbée par les façades en mur-rideau de verre. Cette étude fut un diagnostic alarmant, que nous avons remis aux autorités concernées, sans suite, et une leçon pertinente pour nous, impliquant des recommandations importantes pour des conceptions futures. A l'issue de cette étude nous avons publié deux articles de conférence internationale annuelle (Chabane & Bensalem, 2006)⁸² et un article dans une revue locale⁸³, en espérant que cela change quelque chose dans les conceptions futures. Malheureusement, cette étude aurait été pertinente si elle s'inscrivait dans une dynamique de feedback, dans le monde professionnel du travail ou dans le monde universitaire de recherche. Mais ce n'est pas encore le cas à Alger et cette étude comme tant d'autres prennent poussière sur les étagères de notre bibliothèque de post-graduation.

Dans d'autres cas, les plaintes peuvent durer des années malgré les évaluations à cause de nombreux problèmes à la fois qui ne sont pas diagnostiqués tous à la fois, comme ce fut le cas au Canada dans l'édifice de bureaux des « Terrasses de la chaudière ».

c) Pour tester l'innovation

Sous cette catégorie, la POE servirait à tester une solution architecturale ou un édifice qui sont innovants afin de les généraliser ou pas en pratique architecturale, comme ça aurait dû être le cas du mur-rideau de verre hermétique largement propagé à Alger depuis la fin des années 90, sans avoir été testé par POE. Un exemple pertinent aux USA, rapporté par Zimring (2002) dans son chapitre, illustre clairement cette catégorie.

A la fin des années 90, dans l'Etat du Minnesota aux USA, le ministère des ressources naturelles (« *Minnesota Department of Natural Resources –DNR* ») a adopté une nouvelle politique dans la gestion de l'environnement. Par conséquent, l'organisation du travail de ses équipes s'est vue changer d'une distinction par discipline vers des groupes multidisciplinaires qui s'organisent par écosystème. A l'issue de cette restructuration, de nouveaux centres régionaux devaient être construits où les usagers étaient des biologistes de la vie sauvage, des spécialistes de l'eau et de l'air, etc. Ces centres devaient s'inscrire dans un cadre écologique de moindre consommation énergétique et moindre impact sur la nature et soutenir

⁸² Ainsi que : Chabane I. J. and Bensalem R. (2004), Introduction of glass curtain-wall in Algerian office buildings – Post occupancy evaluation. Proceedings of the 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA). Eindhoven, The Netherlands, 19 - 22 September 2004.

⁸³ Chabane I. J. (2007) « Les Équipements de Confort du Bâtiment Intelligent, au Service des Besoins de ses Occupants: *Quelques Considérations* » in Vies de villes n°8, janvier 2008, pp. 64-71.

aussi la collaboration multidisciplinaire entre ses usagers. Après la construction et l'occupation des deux premiers centres, le ministère a fait appel à une équipe universitaire pour faire évaluer en POE leur qualité vécue et leur performance. A quelques recommandations près, les deux centres étaient une réussite et le ministère a joint en annexe les résultats de ces POEs dans sa demande budgétaire en vue de construire le troisième centre. Ces résultats de POE ont fortement joué en faveur d'une réponse favorable à la demande car ils ont permis à la hiérarchie sollicitée une compréhension complète et détaillée du projet souhaité. A l'issue des POEs, un guide de conception de ce type de centre devait être établi. (Zimring, 2002)

d) Supporter les décisions stratégiques

Certaines décisions de conception sont stratégiques lorsqu'elles influencent leur généralisation dans d'autres projets. Zimring (2002) rapporte un exemple concret aux USA qui peut être catégorisé à la fois sous « tester l'innovation » de la section précédente et sous cette catégorie de « supporter les décisions stratégiques » aussi. Il s'agit du ministère de la justice de l'Etat de Californie qui voulait adopter, en vue d'économiser ses dépenses dans la construction de prisons, un espace de restauration (préparation et consommation) commun à deux unités de prisons. Mais cela pouvait engendrer un grand nombre de difficultés dans la gestion et le contrôle de deux grands groupes de prisonniers, de prisons différentes. Alors une première construction a été réalisée puis une fois fonctionnelle, une POE a été effectuée à la demande des responsables, en interrogeant les fonctionnaires et en observant le déroulement des opérations. Les résultats ont révélé le bon fonctionnement de cet aménagement commun et le concept a été répété nombreuses fois dans l'État de Californie.

e) Une base de données pour maintenir la qualité

Dans toutes ces catégories qui représentent les objectifs de la mise en pratique de la POE, c'est la qualité architecturale en vue de satisfaire ses usagers, qui est recherchée. Toute POE effectuée sur un ou plusieurs cas d'étude est un diagnostic en soit permettant d'améliorer et d'ajuster la qualité des édifices évalués et lorsqu'il s'agit d'innovation, de supporter des décisions stratégiques les intégrant dans de nouveaux projets qui se répètent. Au-delà de toutes ces catégories, une dernière les chapote toutes, plus générique et plus globale qui concerne le fait de « maintenir la qualité » dans la production architecturale à travers un cumul d'évaluations constituant une base de données de références, spécifiques à des catégories d'édifices ou à des aspects environnementaux. Nous présentons dans cette section quatre exemples intéressants qui peuvent illustrer cette catégorie.

Dans le premier exemple en Angleterre, un projet de solution à réduire l'écart entre recherche universitaire et pratique professionnelle et à construire un point de départ pour une compréhension commune entre les deux, a été entrepris. Ce projet anglais a été concrétisé par une collaboration nommée « *Knowledge Transfer Partnership –KTP* » entre la « *Barlett School of Graduate Studies* » à la *University College London –UCL*, d'une part et d'autre part un bureau d'études architecturales nommé « *Spacelab Ltd.* ». **L'objectif de ce partenariat**

était de mieux intégrer la recherche architecturale dans la pratique de la production architecturale. L'environnement théorique choisi pour ce partenariat était basé sur les méthodes de la « *space syntax* », permettant de renforcer le savoir et les connaissances sur la relation entre la configuration spatiale et les comportements sociaux dans les espaces bureaux. Cette base de connaissances, au-delà du fait qu'elle contribue à la production architecturale de qualité, elle **constitue une source argumentaire pour que l'architecte persuade le client à adopter les solutions adéquates malgré les autres contraintes et développer ainsi chez les clients potentiels une culture de qualité environnementale toujours attachée à la recherche en perpétuelle progression.** La première expérience de ce partenariat a concerné l'étude d'un cas d'édifice de bureaux nouveau, une station de radio du royaume uni, réalisée par le bureau d'études Spacelab. L'université a entrepris des POEs par observations et par questionnaires auprès des employés en deux temps : avant leur déménagement dans les nouveaux lieux et six mois après leur nouvelle occupation. **L'objectif de cette première expérience était d'observer la différence que pouvait engendrer ces nouveaux lieux dans le caractère organisationnel et le fonctionnement de l'entreprise occupante à l'échelle globale et spécifique des réseaux sociaux d'interaction.** Effectivement, les enquêtes ont démontré un changement dans le comportement d'interaction entre les employés avec le changement de la configuration spatiale. Dans l'ancien édifice, les employés étaient répartis en trois étages, alors que dans le nouvel édifice, ils étaient tous réunis en un seul étage avec un aménagement compact en majorité avec des bureaux paysagers favorisant le contact visuel. **Cela a engendré chez les employés de nouveaux schémas d'interaction et de collaboration avec une amélioration d'efficacité au travail estimée à 12%.** Cette expérience a permis au bureau d'études dans un autre projet en Irlande de stations radio, d'utiliser les outils de la « *space syntax* » pour simuler les scénarios possibles, les plus proches de la volonté du client et les plus à même d'offrir des lieux de bonne qualité environnementale. **Ces outils de simulation ainsi que les expériences précédentes de projets réalisés et évalués après installation ont permis au bureau d'études de choisir la meilleure configuration et de convaincre ses clients de ce choix.** Du côté de l'équipe de recherche, la publication des résultats de ces POE en littérature scientifique et l'évaluation d'autres édifices de bureaux a permis la constitution d'une base de références de qualité environnementale focalisée sur l'interaction sociale conditionnée par la configuration spatiale. Aussi, comme le mentionne si bien l'auteur de l'article, même si un architecte expérimenté peut intuitivement saisir et prédire les effets de ses conceptions avant réalisation et pencher intuitivement vers une variante de qualité plus que les autres, les connaissances cumulées à partir des expériences passées, servant les données d'outils de simulation ou autres, restent des instruments externes renforçant la décision et convainquant les autres intervenants. (Sailer K. , 2007)

Zimring (2002) rapporte aussi un autre exemple au Royaume Uni, aux années 90, où une équipe composée de chercheurs en architecture et scientifiques en construction, qui ont travaillé en partenariat avec une revue scientifique nommée « *Building Services Journal* », en

s'engageant à conduire annuellement quatre POEs sur des édifices de bureaux innovants. Les projets cibles sont publiés dans la revue dès qu'ils sont livrés juste avant occupation, puis ils sont publiés trois années plus tard avec les résultats de leur POE. Dans chaque POE, sont entreprises des enquêtes par questionnaire auprès des usagers ainsi que des évaluations techniques sur les consommations énergétiques et la performance de l'édifice. Cette initiative a permis à l'équipe de chercheurs de constituer, par cumul de POEs, une base de données grandissante, comme référence à laquelle était comparée la performance de nouveaux édifices de bureaux.

Un autre exemple moins détaillé rapporté par Zimring (2002) toujours, mais aux USA cette fois-ci, où le corps des ingénieurs de l'armée américaine a initié un grand programme d'évaluation en POE sur ses installations et équipements. Cela a engendré **l'élaboration de près de 19 guides de conception architecturale**, incluant une grande variété d'édifices tels que les centres artistiques, casernes, etc., jusqu'aux postes de surveillance militaire.

Un dernier exemple pour illustrer cette catégorie, que nous avons déjà cité dans le confort aéraulique du chapitre III, mais qui reste d'actualité dans cette section : la **création d'une base de données au profit des praticiens, des propriétaires et de l'industrie du bâtiment non-résidentiel sur le mode mixte (naturel et artificiel) de ventilation**. Une base de données, gérée par le « *Center for the Built Environment –CBE* », à l'Université de Californie, Berkeley (CBE, 2013). Le centre met en ligne gratuitement quelques études publiées qui démontrent la pertinence du dispositif alternant entre aération naturelle et celle artificielle. Ce dispositif a été pensé à l'issue d'études en POE qui ont démontré l'effet négatif des enveloppes hermétiques et l'intérêt positif du contrôle des fenêtres par les usagers sur leur satisfaction au travail. Le centre offre un service payant aux gestionnaires intéressés, un outil d'évaluation POE en plusieurs langues pour connaître l'état de la qualité d'un environnement intérieur et décerne à ce titre un label de qualité. Ces enquêtes à travers le monde permettent d'enrichir la base de données du centre et d'améliorer continuellement le confort des employés de bureaux. Cette base de données semble réussir à mettre en spirale le feedback de ces évaluations, dans la production de nouveaux édifices. Cela représente une forte opportunité aux architectes et autres intervenants dans le processus de production architecturale, guidés et orientés par des preuves indiscutables. Un maintien de qualité est alors assuré même si cette base de données ne traite que l'aspect aéraulique du confort. Cet exemple est transposable aux autres aspects du confort et à l'IEQ en général.

D'après le chapitre précédent, l'enquête auprès des huit édifices, a montré que le MMB ou le mode mixte d'aération des édifices de bureaux est propagé dans les nouveaux édifices de bureaux dits « intelligents » à Alger. Mais avec une ouverture ergonomique insatisfaisante des fenêtres (à auvent pour la plupart), les usagers sont insatisfaits. De plus, cela entraîne une consommation énergétique irraisonnée. Bien que nous ne prônons que l'aération naturelle par contrôle de fenêtres; au pire des cas où l'architecte est contraint d'adopter une aération artificielle, il faudrait qu'elle soit combinée à une aération naturelle

dans des schémas qui prennent en charge la gestion d'une consommation énergétique raisonnable.

V- 3.5.Synthèse

A l'issue de cette section, la POE revêt une importance primordiale dans la production architecturale d'environnements de travail de qualité. Bien que Zimring (2002) ait distingué différents objectifs de mise en pratique de la POE pour des raisons explicatives ; mais en réalité, sa mise en pratique sert plusieurs objectifs à la fois. La POE semble palier aux carences d'intérêts divergents de la science, l'industrie et l'économie ; en les faisant focaliser sur un même intérêt commun qu'est la qualité « vécue » de l'environnement intérieur des espaces bureaux.

Cette évaluation est une source de qualité à plusieurs niveaux fortement influents sur le bien-être des usagers des espaces bureaux. Au niveau pédagogique, avec un enseignement universitaire fondé sur le terrain, aspirant continuellement à améliorer la qualité de la production architecturale. Au niveau technique, avec un choix d'équipements de confort averti, une connaissance considérable des principes par l'architecte pour guider le choix des installations et les intégrer en sur-mesure au projet, non pas comme une solution imposée issue de l'offre industrielle et des connaissances dans l'absolu et indépendantes du projet, d'experts ingénieurs. Sur le plan économique, le feedback permet de réduire les plus grandes dépenses liées à un édifice de bureaux, à savoir l'énergie. Les connaissances issues du feedback permettent d'opter pour des dispositifs passifs ou actifs adaptés, des matériaux absorbant une marge non-négligeable de dépenses énergétiques, etc. Aussi, au niveau industriel, la propagation du feedback comme source incontournable de qualité attendue par les clients et puisée par les concepteurs, peut améliorer l'offre de l'industrie en termes d'équipements et mobiliers plus adaptés aux besoins et au bien-être des usagers.

La mise en pratique de la POE que nous avons abordé majoritairement à l'étranger, témoigne d'une implication généralisée de différents intervenants de la production architecturale et de différentes institutions publiques et entreprises privées, exigeantes d'une haute qualité, qui ne peut être atteinte qu'en satisfaisant les usagers de ces espaces. A plus d'un exemple, nous avons constaté l'apport de la recherche universitaire, comme intervenant assurant justement l'effet de spirale dans la production de qualité. A Alger, la recherche à base de la POE, servant la pratique architecturale est encore rare d'une part, et restreinte à l'enceinte des laboratoires de l'université, d'autre part. Sa vulgarisation et sa propagation dans toute l'université en formation de graduation des architectes d'abord, puis en post-graduation au service des architectes praticiens et autres intervenants dans la production, après ; serait une grande opportunité et un projet très propice à investir en perspective. Cela ne pourrait qu'améliorer l'IEQ de nos architectures en général, et de nos espaces bureaux, en particulier.

V- 4. La réglementation algérienne relative au schéma de production architecturale

Au vu de l'importance de l'implication des intervenants dans la production architecturale des espaces bureaux et notamment les architectes, à améliorer la qualité des espaces de travail en intégrant l'évaluation post-installation -POE dans leurs services et surtout dans leur exercice ; nous avons voulu connaître l'existence éventuelle d'une telle mission dans la réglementation algérienne. Sans avoir recours à une comparaison à des réglementations étrangères, l'argumentation théorique que nous avons présenté plus haut est, selon nous, suffisante pour aspirer à une réglementation locale, mêmes si elle n'existe pas à l'étranger.

Nous avons cherché dans deux textes réglementaires en vigueur, susceptibles de contenir une mention sur la mission du concepteur, à assurer l'IEQ dans les espaces, à travers une évaluation post-installation ou un archivage des projets réalisés, ou autre. Cela pour constater le schéma de production architecturale linéaire ou en spirale. Ces deux textes sont : le **décret législatif n°94-07 du 18 mai 1994, relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte** (JORADP, 1994) et l'**arrêté interministériel du 15 mai 1988 modifié le 4 juillet 2001 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment** (JORADP, 1988).

Concernant le **décret législatif n°94-07 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte** (voir annexe-G), sous le titre I de « l'architecture », section 1 « principes généraux », l'article 1 présente le décret législatif comme ayant pour objet de « fixer le cadre de la production architecturale et d'édicter les règles d'organisation et d'exercice de la profession d'architecte. (...) » (JORADP, 1994, p. 4). En article 2, l'architecture est définie comme étant « **l'expression d'un ensemble de connaissances et de savoir-faire réunis dans l'art de bâtir. Elle est l'émanation et la traduction d'une culture.** » (JORADP, 1994, p. 4). C'est justement sur ces connaissances et ce savoir-faire que nous focalisons dans ce chapitre et qui doivent cibler en priorité la satisfaction des besoins des usagers. Il est aussi clairement écrit que cette architecture est « l'émanation d'une culture ». Avec le sens lourd que porte le concept de « culture », bien que non définie dans ce contexte, il renvoie forcément aux spécificités d'une population. Mais comme nous l'avons constaté au fil de cette thèse, depuis le chapitre I au chapitre IV, les spécificités locales de notre culture sont loin d'être exprimées dans le paysage urbain qu'engendre les édifices de bureaux, à quelques exceptions près (Ministère des affaires étrangères, ministère de l'énergie) et encore moins à l'intérieur de ces édifices et le vécu des usagers. La modernité et l'universalité semblent devenir la nouvelle culture hégémonique dans toutes les villes.

L'article 2 de ce décret législatif stipule aussi que « **la qualité des constructions et leur insertion dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels et urbains, la préservation du patrimoine et de l'environnement bâti sont d'intérêt public** ».

L'accent est clairement mis sur l'implantation au site de l'architecture, sauf si « **qualité de constructions** » renvoie à l'environnement intérieur. Cette mention étant générique et globale elle peut concerner plusieurs aspects de la construction à la fois. Toujours est-il qu'une plus grande importance est accordée à l'architecture-objet ou œuvre qu'à l'architecture comme environnement intérieur d'usage.

Sous la section 2 « des intervenants en architecture », en article 9, l'architecte agréé est désigné par « **maître d'œuvre** » et sa mission consiste à **assurer la conception et le suivi de la réalisation d'une construction** (JORADP, 1994, p. 5). L'architecte concepteur est donc tenu de suivre la réalisation du projet. Sauf « lorsque la nature ou la complexité de l'opération envisagée le justifie, le **maître de l'ouvrage peut, à titre exceptionnel, conclure plusieurs contrats portant chacun sur une partie seulement des missions constitutives de la maîtrise d'œuvre.** ». Cette exception est stipulée dans l'**arrêté interministériel du 15 mai 1988 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment** (voir Annexe-H), en article 12 (JORADP, 1988). En effet, cet arrêté interministériel est plus détaillé sur les missions de l'architecte. La maîtrise d'œuvre y est définie en article 2, comme étant une « **fonction globale couvrant les missions de conception, d'études, d'assistance, de suivi et de contrôle de la réalisation de bâtiment** quelles que soient leur nature et leur destination, à l'exclusion des bâtiments à usage industriel. Elle est exercée par le maître d'œuvre **sous son entière responsabilité dans le cadre d'engagements contractuels** le liant au maître de l'ouvrage ». Ces missions listées en article 5 sont au nombre de six : « **esquisse** », « **avant projet** », « **projet d'exécution** », « **assistance dans le choix de l'entrepreneur** », « **suivi et contrôle de l'exécution des travaux** » et enfin « **présentation des propositions de règlement** ». Suite à cette liste, une dernière mention est faite sur le fait que « L'exercice de ces missions **peut inclure également toute autre prestation nécessaire à la bonne exécution du projet et définie au contrat de maîtrise d'œuvre** ». L'évaluation post-installation peut donc faire partie de ces **autres prestations** convenues dans un contrat de maîtrise d'œuvre, mais ne figure en aucun cas dans la liste des missions obligatoires, elle est donc aléatoire. La révision des missions obligatoires en intégrant une POE après installation des usagers entre 6 et 24 mois, constituerait une amélioration pertinente de l'IEQ des espaces de vie en général.

Le maître d'œuvre est stipulé « **garant de la conformité de la réalisation avec l'étude dont il est le concepteur. Il joue un rôle d'animation et de contrôle de l'organisation du chantier.** » (article 21). Il est aussi stipulé que « Conformément à l'article 554 du code civil, **le maître d'œuvre est responsable solidairement avec l'entrepreneur pendant dix (10) ans de la destruction totale ou partielle des constructions et des ouvrages permanents alors même que la destruction proviendrait des vices de sol.** La responsabilité du maître d'œuvre s'étend **aux défauts qui existent dans les constructions et ouvrages et qui menacent la sécurité ou la stabilité de l'ouvrage** » (article 22). Cette responsabilité partagée entre l'architecte et l'entrepreneur est bien lourde avec la garantie de 10 années sur la stabilité et la sécurité de l'ouvrage. Elle est néanmoins focalisée sur l'aspect

technique de l'ouvrage **sans mention aucune d'une garantie de qualité d'usage ou de qualité environnementale intérieure assurant santé et bien-être aux usagers.**

Cela est d'autant plus appuyé en article 17 où le **programme** doit indiquer « **les besoins**, les objectifs et les conditions auxquelles doit satisfaire l'ouvrage ». Les besoins à satisfaire concernent « notamment les surfaces, volumes, relations, etc..., nécessaires à la couverture des **exigences fonctionnelles** ainsi que les objectifs en matière de coût, de détail et **de qualité des ouvrages** ». Peut être que l'IEQ est sous couvert des « exigences fonctionnelles » ou peut être sous la « qualité des ouvrages » ! Ce programme doit aussi contenir « **les contraintes qui résultent des diverses réglementations d'ordre technique, urbanistique ou autres ...** ainsi que **les prescriptions techniques et fonctionnelles lorsqu'elles existent** ». Peut être que les contraintes et exigences liées à la santé et au bien-être des usagers sont concernées par des « **réglementations autres** » ou peut-être des « **prescriptions fonctionnelles** ». Ou peut-être encore que les « **exigences d'ordre technique et architectural** », bien que trop vagues, peuvent concerner l'IEQ.

Dans ces textes réglementaires, l'architecture à produire est une fin en soit et les garanties d'une qualité d'usage n'y figurent pas. Le processus de production architecturale engendré par ces lois est clairement **linéaire** et l'architecte est le premier responsable de la conformité de la réalisation, de la gestion du budget, de l'orchestration des intervenants et leur contrôle, etc., sans parler de l'étude de conception qu'il doit faire en amont. Il est vrai que ces missions sont nombreuses et variées, il faudrait des compétences de concepteur projeteur, de gestionnaire, de contrôleur, de rédacteur, d'économiste, etc. avec grande conscience et clairvoyance. Avec tout cela, lorsque la production n'est pas mise en spirale par des évaluations environnementales et lorsque les connaissances de l'architecte, le cadre réglementaire et l'actualisation continue de ses connaissances, ne sont pas centrés sur la santé et le bien-être des usagers ; l'IEQ ne peut constituer une priorité dans son travail. L'architecte concepteur serait plutôt pressé de se débarrasser du projet à lourde responsabilité au moment de la livraison. Même si « **le maître d'œuvre est le seul interlocuteur de l'entrepreneur pour tout ce qui concerne l'interprétation des études, les adaptations et les modifications du projet** » (article 30), cela ne garantit pas une haute IEQ. D'autant plus que l'architecte concepteur peut exceptionnellement déléguer sa mission de « suivi et contrôle de l'exécution des travaux » à un autre bureau d'étude par obligation (article 13) ou en cas d'empêchement par sous-traitance sous sa responsabilité (article 24).

Dans cet arrêté interministériel, il est fait mention d'un seul règlement technique : le « règlement parasismique algérien (RPA 2003) », relatif à la sécurité des usagers. Mais malheureusement, aucune indication n'est faite sur la santé, le confort ou le bien-être des usagers.

Pour résumer cette section, l'IEQ n'est pas mentionné comme objectif ni comme obligation dans la production architecturale algérienne. Ni les évaluations de qualité ni les

POE, ne sont mentionnées parmi les missions du maître d'œuvre. La réglementation est focalisée sur les procédures de production jusqu'à livraison sans mention de l'étape post-installation. Elle ne peut donc qu'engendrer une production architecturale LINEAIRE bien loin de la production en spirale en faveur d'une haute IEQ. Un travail important est donc à faire pour améliorer ce schéma de production par la révision des anciens textes réglementaires ou par proposition de nouveaux textes. Ainsi que la nécessité de mettre à disposition des maîtres d'œuvre des documents réglementaires sur les besoins des usagers.

La mission d'évaluation post-installation, même si elle n'incombe pas forcément au maître d'œuvre portant déjà la lourde charge d'orchestrer la réalisation du projet, pourrait être du ressort d'organismes enquêteurs, affiliés à des centres ou des labos de recherche, etc., qui se chargeraient de nourrir en continue, par archivage des enquêtes, une base de données mise à disposition des maîtres d'œuvres et tous les autres intervenants dans la production de l'espace architectural. Une procédure de certification de qualité pourrait aussi impliquer encore plus tous ces intervenants.

V- 5. Conclusion

L'enchaînement linéaire des intervenants dans la réalisation d'un édifice de bureaux ressemble fortement à un jeu d'empilement en hauteur de pièces semblables pour former une tour, où chaque acteur doit poser sa pièce sur la pièce de son prédécesseur (en termes de moment d'intervention). Lorsque les huit pièces sont convenablement posées la tour devrait tenir et le jeu est réussi malgré quelques petits décalages invisibles, correspondant à l'état le plus proche de la haute qualité environnementale. Mais lorsque les décalages sont importants, au bout de la dernière pièce, ou même avant, la tour menace effondrement, correspondant à une faible qualité environnementale. Poser une pièce convenablement correspondrait à observer son prédécesseur pour comprendre sa technique, l'interroger en cas d'incompréhension et que le tout soit orchestrée par un coordonnateur-conseiller responsable de la cohérence que pourrait représenter l'architecte maître d'oeuvre, dans ce cas de figure, puisant d'un réservoir de connaissances réelles.

Dans l'endossement de la responsabilité de la qualité environnementale, le lègue ne semble pas former la meilleure des solutions. Le fait que les responsables interviennent à une succession linéaire de temps, souvent sans concertation et sans retour dans le processus en aval de leur intervention ; rend le processus décousu sous forme de succession d'étapes sans liaison forte. Même le terme « processus » serait une appellation inadaptée à la réalité du déroulement de la réalisation du projet. L'absence d'interactivité et d'échange entre les intervenants affaiblit forcément la qualité environnementale des espaces occupés. L'idéal serait que les intervenants forment une équipe permanente qui travaille en interactivité tout au long du processus de réalisation, même après installation, le temps de régler les contraintes d'usage et d'adaptabilité. Cette solution bien loin de la réalité devrait s'y substituer dans le meilleur des cas, ce que proposent les chercheurs experts tels que Mallory-Hill (2004), un processus en boucle de feed-back et de retour d'expérience cumulé, au lieu du linéaire. Cela grâce à la POE, qui par cumul peut former une source de connaissances commune à tous les intervenants, particulièrement aux architectes qui nous intéressent dans cette thèse.

Si une théorie architecturale est très élégamment élaborée, fondée sur des concepts très développés, ce n'est que le vécu dans les lieux, après installation des usagers, qui pourrait témoigner de sa qualité positive ou négative, une fois appliquée sur le terrain et ce n'est que le feedback qui pourrait ajuster ses cordes et tonalités en fonction des réalités vécues. Le feedback n'est donc pas un choix optionnel, il devrait être une obligation incontournable dans la production architecturale exercée par les professionnels. Ainsi que dans l'élaboration des théories centrées sur l'utilisateur. Dans tout ce brouhaha, il nous faut impérativement ne pas perdre de vue la « vraie » fonction de l'architecte qui semble être détournée ces temps-ci par la promotion de « l'universalité » et des stéréotypes basés sur la matière. Comme l'a considéré l'architecte hollandais Hertzberger : en tant qu'architectes, «... **nous ne sommes pas libres de concevoir foncièrement ce qui nous plaît – toute chose que nous faisons a des conséquences sur les gens et leurs relations (...).** L'art de

l'architecture n'est pas seulement de réaliser de belles choses – ni seulement de réaliser des choses fonctionnelles, mais plutôt les deux à la fois. » [Hertzberger, 1991]⁸⁴.

A la suite de ce chapitre, démontrant la nécessité d'une production architecturale en spirale, où le feedback est la voie incontournable pour aspirer à une haute IEQ et face au constat désolant d'absence d'un cadre réglementaire algérien favorisant une haute IEQ ; nous nous interrogeons sur le degré d'implication des architectes praticiens à Alger dans la production d'environnements de bureaux de haute IEQ (?). C'est le dernier point qui reste à explorer car sans cadre réglementaire en termes de confort ou de santé (chapitre III) et sans cadre réglementaire sur une source de connaissances alimentée en spirale (chapitre V), la production architecturale des espaces bureaux à Alger est loin d'être centrée sur l'utilisateur. Reste alors l'architecte concepteur à interroger pour fermer notre boucle de constat et d'évaluation de l'IEQ des espaces bureaux à Alger. Pour cela, nous avons mené une enquête par questionnaire auprès d'un petit échantillon d'architectes praticiens exerçant à Alger et dont nous présentons les détails et résultats au chapitre suivant.

⁸⁴ Cité dans (Sailer K. , Budgen, Lonsdale, & Penn, 2007, p. 3) : Hertzberger, H. (1991). *Lessons for Students in Architecture*. Rotterdam : Uitgeverij 010 Publisher.

Chapitre sixième :

**VI - L'IEQ des espaces bureaux chez les
architectes praticiens à Alger**

VI- 1.Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats d'une enquête par questionnaire menée auprès d'architectes praticiens à Alger, ayant conçu au moins une fois dans leur carrière professionnelle, des espaces bureaux. L'objectif de cette enquête est de comprendre autant que possible, les failles principales dans la faible qualité environnementale intérieure des édifices enquêtés au chapitre IV. Nous sommes bien conscients que l'architecte seul n'est pas responsable et qu'il partage cette responsabilité avec le cadre réglementaire, sa formation, la recherche universitaire intégrée, etc. ; mais il joue néanmoins, un rôle primordial dans la production architecturale de ces espaces. Ses connaissances et son degré de conscience et d'implication dans les projets qu'il produit, sont donc très importants à découvrir.

Dans cette enquête, nous avons rencontré nombreuses difficultés dans la collecte des données mais nous avons pu composer avec un petit échantillon qui peut être représentatif d'une tranche non-négligeable d'architectes praticiens. Le choix méthodologique du questionnaire comme outil d'enquête s'explique par : d'une part la facilité et rapidité de réponse des architectes sollicités par des questions majoritairement fermées, à choix multiple ; et d'autre part la facilité, pour nous, de traiter les données collectées par des statistiques descriptives simples, répondant aux objectifs de l'enquête. Autrement, une enquête par entretiens, avec des questions ouvertes aurait été plus riche en informations, mais elle aurait pu nous écarter de nos objectifs. Étant donné qu'à ce niveau du chapitre l'objectif est bien clair : celui de sonder les connaissances de ces architectes autour de l'IEQ et surtout de constater la forme linéaire ou en spirale de leur production architecturale ; le questionnaire nous semble être l'outil le plus pertinent.

Dans ce chapitre, nous présentons les détails de la méthode d'enquête concernant la construction du questionnaire, l'échantillon et les conditions de collecte, ainsi que le traitement des données collectées. Puis nous présentons les principaux résultats par objectif, que nous figurons par des graphes et enfin des recommandations qui s'ouvrent en perspectives pour améliorer l'IEQ des espaces bureaux.

VI- 2.Méthode d'enquête

Cette enquête auprès des architectes est issue des résultats de trois constats importants :

- l'enquête menée sur l'échantillon des édifices de bureaux à Alger, qui a montré l'écart non-négligeable entre l'environnement physique et les besoins naturels des usagers à des degrés différents selon les cas ;
- la faiblesse constatée du cadre réglementaire algérien sur la santé et le confort des usagers de l'espace bureaux ;

- et enfin la faiblesse de l'IEQ des espaces bureaux, dans différentes villes du monde (selon la littérature scientifique)..

De la convergence de ces trois constats, a émané la volonté de sonder et découvrir l'état de conscience et de production des architectes, dans le contexte algérois. Cela pourrait nous éclairer sur certains aspects de la faiblesse de l'IEQ des espaces bureaux que vivent au quotidien les usagers, et que d'autres encore vivront dans des espaces projetés, en grande prolifération. Pour nous, comprendre une faille permet de la cerner et mieux la traiter pour améliorer la situation.

VI- 2.1. Construction du questionnaire

Le questionnaire dans cette enquête a été construit sur la base de trois objectifs clés que sont : évaluer le niveau de connaissances des architectes autour de l'IEQ ; évaluer leur degré d'usage de l'enveloppe en mur-rideau de verre et enfin déceler la tendance à la production architecturale linéaire ou en boucle. Le tableau suivant résume les étapes de construction du questionnaire (tab.34).

Tableau 34 : Étapes de construction du questionnaire administré aux architectes

Objectifs	Indicateurs clés	Objet des questions
Connaissances clés autour de l'IEQ	– <i>L'utilisateur au cœur de l'IEQ :</i> – <i>Influence possible sur l'utilisateur :</i> – <i>Besoins naturels des usagers :</i>	– Définition de l'IEQ. (q.10) – Influence du budget sur l'IEQ (q.11) – Influence de l'IEQ sur la productivité (q.12) – Influence de l'IEQ sur la santé (q.13) – Le confort aérodynamique (q.17) – Le confort visuel (q.18) – Le confort thermique (q.19)
Tendance à la production architecturale : linéaire ou en boucle	– <i>Sources des connaissances autour de l'IEQ et leur actualisation :</i> – <i>Pratique de l'évaluation post-installation :</i>	– Sources et actualisation des connaissances autour de l'IEQ (q.1) – Tendance au type de travail : individuel, en groupe, en consultation, ... (q.24) – Evaluation des projets produits, après occupation (q.2) – L'évaluation post-installation –POE (q.3-4)
	– <i>Conditions de la production sur terrain :</i> – <i>Responsabilité endossée :</i>	– Réalisations (contribution) de l'architecte (q.5) – Suivi de chantier des projets propres (q.6) – Solutions techniques à chapeauter (q.7) – Suivi de chantier sans conception (q.8) – Degré de conscience de la responsabilité de l'architecte (q.9)
Usage de l'enveloppe en mur-rideau de verre	– <i>Son adoption :</i> – <i>Sa représentation :</i>	– Recours à l'enveloppe en mur-rideau de verre (q.14) – Choix de l'architecte et ses raisons (q.15-16) – L'immeuble en mur-rideau le plus représentatif d'une haute IEQ (q.20)

Concernant le choix des termes et concepts dans la formulation des questions, nous avons évité autant que possible l'expression franche de « haute qualité environnementale » afin de ne pas renvoyer au label français d'HQE, très en vogue en ce moment. Nous avons donc dévié vers « grande qualité environnementale intérieure » (q.17, q.18, q.19) ou « haute

qualité » de solutions architecturales (q.11). Le questionnaire⁸⁵ tel que soumis aux architectes sur support papier est présenté en annexe-I.

VI- 2.2. Échantillon et conditions de collecte des données

Notre échantillon se compose de 23 architectes en exercice dans des bureaux d'étude, dont l'âge, le genre, le niveau de formation et le nombre de projets d'espaces bureaux conçus, se répartissent comme suit :

Tableau 35 : Échantillon de l'enquête auprès d'architectes en exercice à Alger

Genre		Age (années)				Niv. De formation		Nombre de projets	
Femmes	Hommes	25-34	35-44	45-54	55-64	graduation	Post-grad.	≤ 10	>10
13%	87%	35%	35%	26%	4%	91%	9%	78%	13%

Ce questionnaire a été adressé aux architectes en exercice, avec condition mentionnée en 1^{ère} page sur la production d'espaces bureaux : « Ce questionnaire concerne les architectes en activité à Alger et qui ont eu l'occasion de concevoir des espaces bureaux » (voir annexe-I). L'enquête s'est déroulée en deux étapes clés : questionnaires imprimés et indirectement administrés par voie intermédiaire de confrères en exercices ; questionnaire mis en ligne et soumis aux connaissances de nos connaissances. Nous sommes bien conscients que l'administration directe du questionnaire par un déroulement « face à face » assure un meilleur retour de réponse car l'enquêteur sollicite l'attention du répondant et l'encourage à répondre entièrement au questionnaire. En littérature scientifique, on considère que ce mode d'interrogation génère le moins de refus ; avec une meilleure garantie de la qualité des réponses car l'enquêteur peut expliciter les questions incomprises et clarifier les réponses et dans ce cas, le retour de tous les questionnaires est mieux assuré (Berthier, 1998). Mais il est aussi connu que ce mode d'administration soit plus coûteux en

⁸⁵ **Quelques failles dans ce questionnaire ont été relevées** : En traitant les données collectées dans cette enquête, nous nous sommes rendus compte de quelques failles dans la construction du questionnaire : certaines ont attiré au contenu et d'autres ont plutôt attiré à la formulation. Concernant celles qui ont attiré au contenu, nous avons constaté le manque d'une question clé : sur **le nombre d'années d'exercice professionnel**, et qui aurait pu figurer parmi les dernières questions signalétiques. Les plus anciens auraient peut-être des attitudes professionnelles différentes des plus jeunes en exercice. Aussi, en question 18, l'usage des termes « naturel » et « artificiel » a pu biaiser la réponse des architectes car l'adjectif « artificiel » est à forte connotation négative, comparé au « naturel ». L'usage des termes « lumière du jour » et « lumière électrique », aurait été moins suggestif. Les failles constatées dans la formulation, ont concerné les réponses à deux questions : la question n°6 où le signe supérieur à 50% (>) aurait dû être « supérieur ou égal » pour inclure les 50% dans les réponses proposées. Aussi, dans cette même question, il aurait été pertinent de demander au répondant d'expliquer les raisons du taux bas de réalisation de projets, en question ouverte. Quant à la question n°12, le fait que parmi les réponses proposées, figurent deux « oui » nuancés par la qualité environnementale, cela a pu biaiser la réponse et la nuance n'est pas très pertinente par rapport aux objectifs de l'enquête.

terme de temps et d'argent (en cas d'enquêteur engagé) et que les réponses peuvent être influencées par l'enquêteur (ses opinions, comportements, effets suggestifs dans son discours, etc.) ou engendrer l'effet de "désirabilité sociale" chez l'enquêté (attitude à donner une image favorable de soi, aux yeux de l'enquêteur) (Berthier, 1998). Nous avons donc opté pour la voie indirecte par économie de temps à l'aide de confrères en exercice, soumettant le questionnaire à d'autres confrères ou remplissant eux-mêmes le questionnaire si ils étaient concernés par la condition de production d'espaces de travail.

La collecte a commencé depuis la fin de l'année 2012 avec une large distribution dépassant les 100 copies du questionnaire et un très faible taux de retour : entre 2012 et 2014 → 14 questionnaires remplis sur papier⁸⁶ et en 2015 → 9 autres questionnaires remplis en ligne. Au total : 23 questionnaires.

En 2015, deux confrères se sont proposé pour nous aider en diffusant le questionnaire via Internet, par la voie du « google Drive » qui offre gratuitement en ligne des outils de bureautique et leur gestion, comme le « word » et « l'excel ». Il met ces outils à disposition des internautes bénéficiant d'un « cloud » à son niveau (une sorte de disque dur virtuel, accessible en ligne), dont « formular » qui permet l'élaboration de questionnaire (ou formulaire) en ligne et de l'envoyer aux contacts dans leurs courriel par lien hypertexte sur lequel dès qu'ils cliquent s'affiche sur leur écran le questionnaire à remplir en ligne. Dans l'élaboration du questionnaire, pour chaque question, le nombre de réponses tolérées est précisé et le passage d'une question à une autre ne se fait que si le répondant a correctement répondu à la question précédente. Une fois que le répondant remplit tout le questionnaire et le « valide », s'enregistre alors dans la mémoire virtuelle (en ligne) toutes les réponses dans un tableau « Excel » qui se crée automatiquement, accompagné d'un « résumé » des résultats en graphes et pourcentages pour chaque question. Au fur et à mesure que le nombre de réponses évolue, le tableau et les graphes évoluent aussi. L'avantage dans cette procédure est la rapidité de lecture des résultats et le nombre important d'architectes qu'on peut atteindre à condition qu'ils soient connectés.

Sur le plan méthodologique, le nombre de questionnaires administrés devrait être représentatif d'une population parente à un taux minimal de 21%. Mais la condition de production d'espaces bureaux réduit la population parente à un nombre inconnu, et le pourcentage minimal représentatif ne peut donc être connu. D'ailleurs dans cette enquête, l'esprit exploratoire du chapitre IV est aussi présent, nous aspirons plus à évaluer les tendances actuelles selon chaque objectif, qu'à chiffrer les réponses.

⁸⁶ En 2013, nous avons fait appel à un enquêteur expérimenté, sociologue de formation pour se déplacer dans les bureaux d'étude et soumettre le questionnaire aux architectes. Mais malgré ses déplacements et appels téléphoniques pour prise de RDV, aucun questionnaire n'a pu être rempli, à cause de promesses non-respectées ou de perte du questionnaire par l'architecte au retour de l'enquêteur pour le récupérer, etc. Tant d'aléas qui ont dissuadé l'enquêteur, qui au bout du compte s'est excusé de ne pouvoir continuer.

Il est vrai qu'une intention exploratoire devrait plutôt s'exprimer par des entretiens qu'un questionnaire. Mais l'entretien avec des questions ouvertes aurait rendu l'enquête trop lourde et difficile à entreprendre. D'ailleurs si les conditions d'un questionnaire avec une majorité de questions fermées à choix unique ont été aussi difficiles, qu'aurait été la collecte de données à travers un entretien à questions ouvertes (!). De plus, les résultats de l'enquête précédente, au chapitre IV, nous ont aidés à formuler ce questionnaire, avec quelques failles certes, mais de manière ciblée plus facile à administrer et traiter.

VI- 2.3. Traitement des données

Les données du questionnaire ont été soumises aux statistiques élémentaires dans un but descriptif et de mise en ordre, permettant d'apprécier les fréquences des différentes réponses (valeurs). La lecture des résultats a été facilitée par la représentation graphique des distributions de fréquence des différentes valeurs (réponses), permettant de saisir rapidement les particularités de la distribution. L'outil informatique traitant les données a favorisé l'usage de graphes en « secteurs » en différentes couleurs où chaque portion contient sa valeur en pourcentage, accompagnés d'une légende indiquant la valeur (réponse) que représente chaque couleur. Ce traitement interactif effectué par « Google Drive » nous a fortement facilité la tâche et nous a aidés à nous concentrer sur l'interprétation des résultats.

VI- 3.Principaux résultats

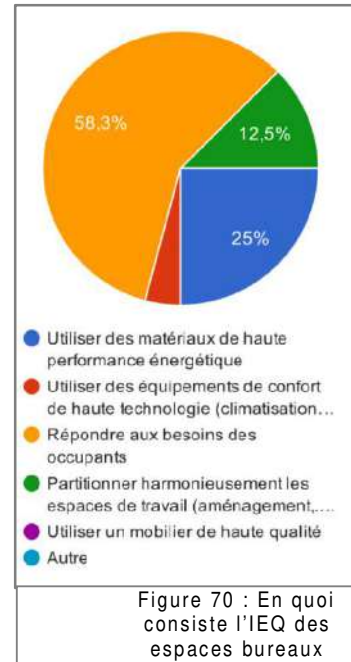
Nous avons structuré les principaux résultats du traitement des 23 questionnaires récoltés, en trois sections, suivant les objectifs-clés du questionnaire que sont : l'évaluation des connaissances clés autour de l'IEQ, le degré d'usage de l'enveloppe en mur-rideau de verre et enfin évaluation de la tendance linéaire ou en boucle dans la production architecturale.

VI- 3.1. Sur les connaissances autour de l'IEQ

Concernant l'IEQ (q.11), près de deux tiers des répondants (63%), considèrent que le « budget » alloué au projet d'un édifice de bureaux , conditionne la qualité de la production architecturale et que plus ce budget est important, plus la haute qualité est facile à atteindre (voir fig. 69). L'autre tiers considère plutôt que la haute qualité est détachée du « budget ».



Concernant la question n°10, la majorité des répondants (58%) considèrent que l'IEQ des espaces bureaux, consiste à « répondre aux besoins des usagers » (voir fig.70). Les autres considèrent en seconde position « l'usage de matériaux de haute performance énergétique » (25%) et en troisième position « le partitionnement harmonieux des espaces de travail » (12%). Cette considération renvoie à un état de conscience de l'importance de l'utilisateur dans la production spatiale des bureaux. Même si elle n'est pas généralisée, cette attitude témoigne d'une acception théorique de la priorité des besoins des usagers, même si la pratique ne suit pas sur le terrain comme nous l'avons vu à travers l'évaluation exploratoire (revoir chap.IV).



Dans le même sens, près de la totalité des usagers considèrent que l'IEQ peut avoir une double influence : sur la productivité des usagers (voir fig.71a) et sur la santé des usagers (voir fig.71b). Concernant l'influence sur la productivité (96%), la « haute productivité » est fortement associée à la « haute qualité » (61%) mais la « faible productivité » est moins fortement associée à la « faible qualité » (35%). Quant à la santé, 91% des répondants considèrent que l'environnement physique intérieur peut avoir des effets négatifs sur la santé des usagers.

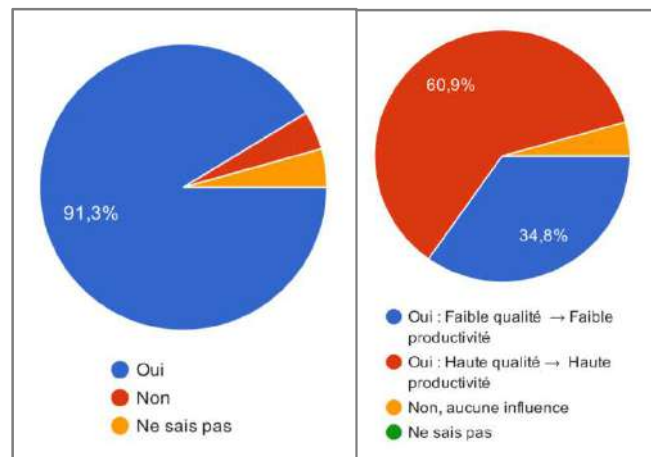
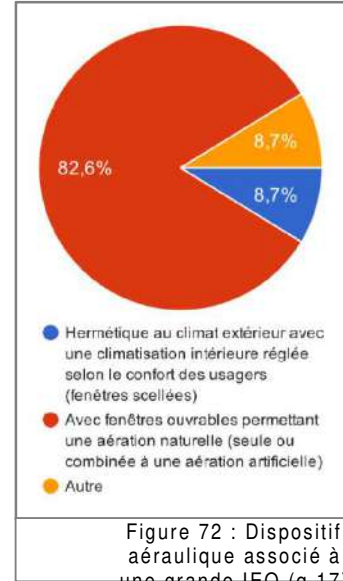
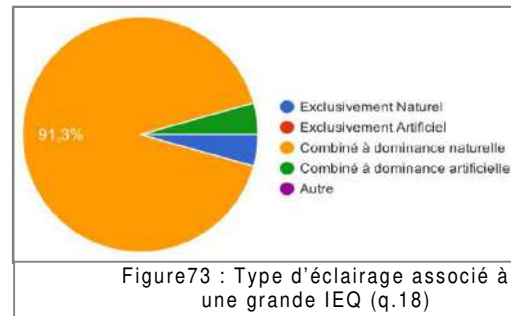


Figure 71 : influence de l'IEQ sur la productivité (à gauche) et sur la santé (à droite) des usagers (q.12, q.13)

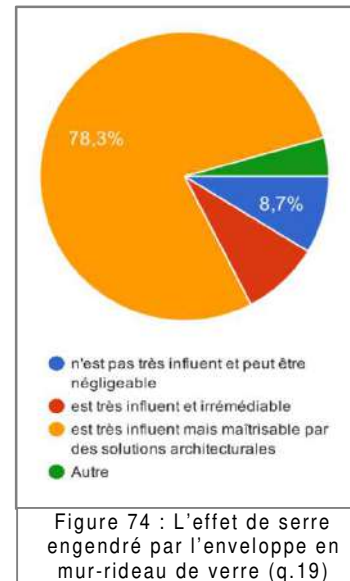
Le mur-rideau de verre étant l'enveloppe la plus répandue dans le paysage urbain de la ville et la plus utilisée dans notre échantillon, nous l'avons fixée comme donnée pour interroger les architectes sur les dispositifs aéraulique (q.17), visuel (q.18) et thermique (q.19) nécessaires pour qu'un édifice soit d'une grande qualité environnementale intérieure. Les réponses de la majorité des architectes semble proches des besoins « théoriques » des usagers. Concernant l'aéraulique, la grande majorité des répondants (83%) optent pour « des fenêtres ouvrables permettant une aération naturelle (seule ou combinée à une aération artificielle) » (voir fig. 72).



Quant à l'éclairage, près de la totalité des architectes (91%) ont opté pour « un éclairage combiné à dominance naturelle » (voir fig.73).



Dans le choix de l'enveloppe en mur-rideau de verre, la majorité des répondants (78%) sont conscients et reconnaissent « l'effet de serre » que cela engendre et ils pensent qu'il peut être maîtrisé par des solutions architecturales (voir Fig.74). Cependant, dans notre enquête sur les édifices de bureaux, très rares sont les cas où l'effet de serre est maîtrisé. Au siège de « ATM-Mobilis » par exemple, la structure métallique en avant des deux façades a été mise en place, non pas pour briser l'ensoleillement direct mais pour rendre accessible l'entretien des façades en verre de forme concave. Cela a coïncidé avec une protection solaire au sud mais un obstacle à la lumière du jour au nord.

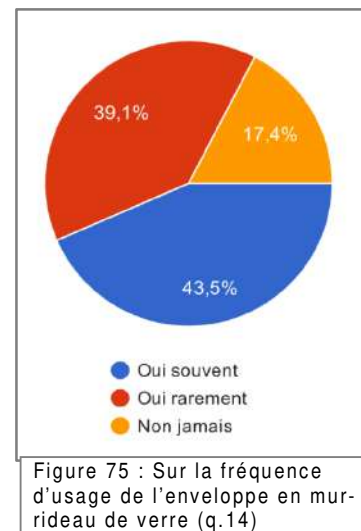


Cette réponse est donc pour nous très théorique car la réalité est toute autre et les façades des édifices en mur-rideau de verre dans le paysage urbain sont laissées comme unique plan, sans brise-soleil, pour des qualités essentiellement esthétiques. Cela semble se confirmer dans la section suivante, portant sur la tendance au choix de l'enveloppe en mur-rideau de verre et ses raisons.

On retiendra de cette section, que sur le plan théorique, au moins la moitié des architectes interrogés, associent l'IEQ à assouvir les « besoins des usagers » et que même si cela reste théorique, un travail de sensibilisation et de formation, serait facilité par un état de conscience préalable car changer les « idéaux » est plus difficile qu'enrichir les connaissances. Cet état de conscience est confirmé par le fait que près de la totalité des répondants admettent l'influence de l'environnement physique intérieur sur la « santé » et la « productivité » des usagers. Ils optent d'ailleurs pour une aération naturelle ou combinée dans les espaces bureaux et un éclairage combiné à dominance naturelle, des dispositifs proches des besoins naturels des usagers. Les architectes répondants admettent aussi l'inconfort thermique important qu'engendre une exposition directe de façades en mur-rideau de verre et considèrent que cela est maîtrisable par des solutions, même si la réalité est autre car les façades sont généralement exhibées sans protection en brise-soleil ou autre, alors que la teinte du vitrage est insuffisante. Malheureusement la haute qualité de l'IEQ est associée à un budget important alloué au projet, alors qu'en conclusion du chapitre III, il est clair que c'est en évitant les dispositifs les plus coûteux, dont essentiellement le HVAC system et le vitrage teinté (coûteux à court et à long terme), qu'on se rapproche de la haute IEQ réelle, celle qui répond aux besoins naturels des usagers.

VI- 3.2. Sur l'option du mur-rideau de verre

Étant donné que les édifices de bureaux en mur-rideau de verre sont très répandus dans le paysage urbain de la ville, nous nous sommes particulièrement intéressés à cette enveloppe et son choix dans notre questionnaire (voir fig.75). Sur la fréquence de choix de cette enveloppe dans leurs conceptions architecturales d'édifices de bureaux, la majorité des répondants l'ont adoptée dans leurs conceptions (82%), avec près de la moitié qui l'ont adoptée « souvent » (43%) et plus du tiers (39%) qui ne l'ont adoptée que rarement. 18% seulement ne l'ont jamais adoptée.



Sur le choix de cette enveloppe, il semble que dans la majorité des cas c'est le maître d'ouvrage qui l'impose (48%) et pour 35% des répondants, c'est plutôt l'architecte qui la

propose (fig.76). Cela témoigne d'une part de l'influence non-négligeable du maître d'ouvrage sur le choix de solutions architecturales et d'autre part de la marge non-négligeable de manœuvre dont dispose l'architecte dans les choix de solutions architecturales. Cela renvoie bien à un des rôles de la POE où une base de données avec preuves à l'appui, constituerait un support de négociation entre l'architecte et le maître d'ouvrage sur les forces et les faiblesses de ce que l'un ou l'autre voudrait imposer, mais toujours dans l'intérêt de l'usager. L'architecte conscient des conséquences négatives de l'adoption d'une solution architecturale (à court et à long terme) argumenterait ses choix et ses solutions de manière convaincante, basée sur l'évidence, que l'intuition et l'expérience ne pourraient remplacer. Mais sa méconnaissance ou son inaptitude à communiquer ses connaissances dans des réunions de travail, ne peuvent qu'ouvrir voie à l'imposition du maître d'ouvrage, au prix d'inconfort et de mal-être des usagers après installation.

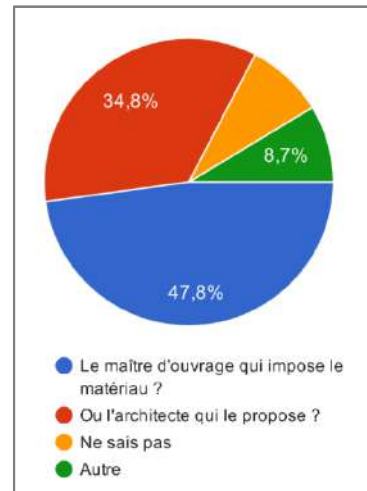


Figure 76 : Sur le choix du mur-rideau de verre comme solution architecturale (q.15)

En posant la question sur la qualité dominante de l'enveloppe en mur-rideau de verre qui pousse les architectes à l'employer dans leurs projets d'édifices de bureaux (q.16), les réponses ont été étonnantes de la part de professionnels (fig.77). 13% seulement ont cité une qualité environnementale qu'est « la transparence à la lumière du jour ». Les autres ont en majorité (78%) cité des qualités esthétiques (13%) et symboliques dont particulièrement la « modernité » (30%), puis l'effet de « mode » (22%) et enfin le standing de l'entreprise occupante (13%). Ces réponses rejoignent tout à fait les résultats de l'enquête que nous avons menée auprès d'habitants de la ville d'Alger sur leur degré d'acceptation de l'enveloppe en mur-rideau de verre et les idéaux de « modernité » et de « progrès » qu'ils y attribuent (revoir sous-section I-3.4.1. « L'acculturation » à l'édifice stéréotype « moderne »).

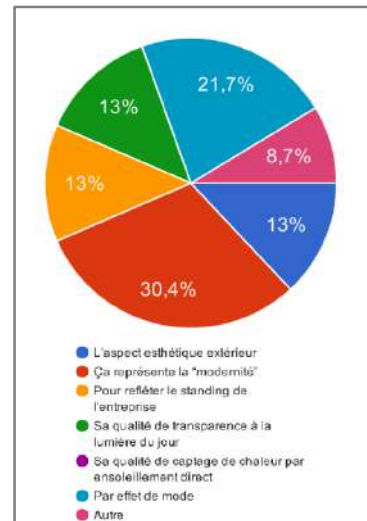


Figure 77 : Sur la qualité dominante du mur-rideau de verre (q.16)

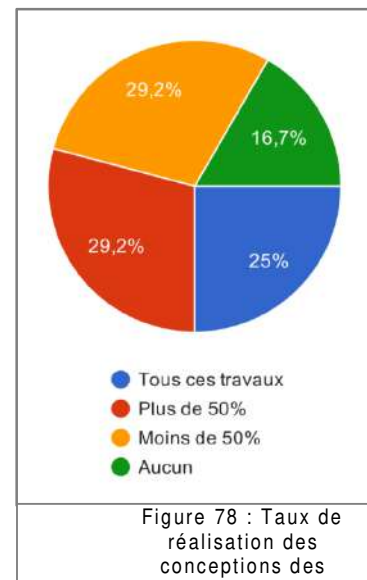
En demandant aux architectes de citer un exemple d'immeuble de bureaux en mur-rideau de verre, qu'ils pensent être le plus représentatif d'une grande IEQ, à Alger (q.20), les réponses étaient mitigées. Plus de la moitié (13 architectes) n'ont pas répondu à cette question (56%). Deux répondants (9%) n'ont aucune idée dessus et deux autres (9%) considèrent qu'aucun édifice n'est représentatif d'une grande IEQ à Alger. Cependant, un quart des architectes interrogés (6) ont cité six édifices différents : la tour ABC d'El-

Mohammadia, le siège de la Sonatrach, le ministère du commerce aux Bananiers, Cévital à Kouba (entreprise privée), les deux tours d'El-Hamma et enfin une multinationale à Rouiba (domaine pharmaceutique).

La difficulté à répondre à cette question et la divergence des réponses, témoignent d'une absence de repères quant à la haute IEQ. Si la POE était une pratique courante dans le monde professionnel de la production architecturale engendrant une base de données référentielle et si l'IEQ avait été encouragée par une certification locale de qualité ; les édifices repères aurait été clairement connus et communs aux architectes. Sans ces repères, même l'IEQ est différemment définie par les architectes praticiens.

VI- 3.3. Sur le feedback dans la production

Sur le nombre de conceptions réalisées d'espaces bureaux, seulement le quart (1/4) des répondants a réalisé toutes ses conceptions. 30% en ont réalisé plus de 50% et 30% en ont réalisé moins de 50%. Les autres (15%) n'en ont réalisé aucun (fig.78). Cela reflète le décalage important entre conception et réalisation. Bien que les causes sont nombreuses et qu'une question ouverte sur les raisons de la non-réalisation des conceptions, nous aurait mieux éclairés, il n'en figure pas moins que seulement la moitié des répondants (55%) réalise plus de la moitié de ses conceptions. L'autre moitié ne réalise qu'un faible taux de ses conceptions ou pas du tout parce que le maître d'ouvrage revient sur son projet de construction, ou parce que le suivi de réalisation est confié à un autre architecte, etc.



A travers la question n°8, quelques éléments de réponse semblent apparaître quant aux raisons plausibles du fait que la moitié des répondants ne réalise pas ses propres conceptions. En effet, seulement un tiers (33%) des répondants n'a jamais suivi la réalisation de projets autres que leur propres conceptions (voir fig.79) ; mais les deux autres tiers (67%) l'ont pratiqué avec des modifications d'aspects de conception, majoritairement sans le consentement de l'architecte concepteur (42%).

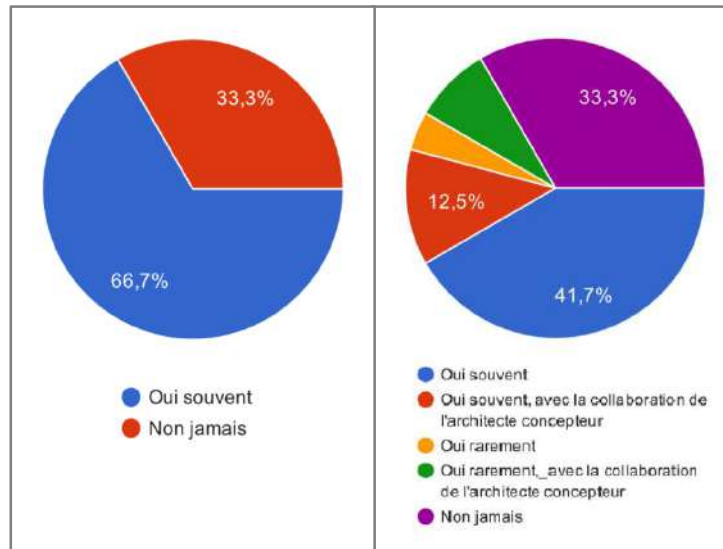
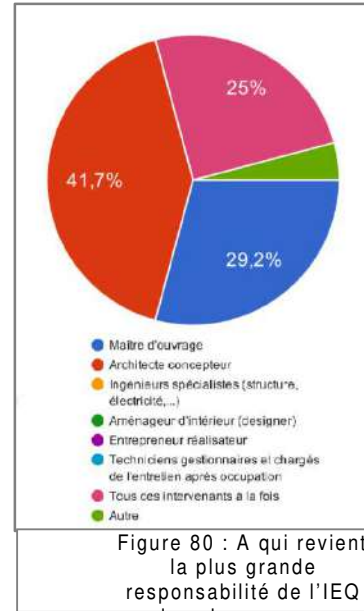


Figure 79 : Taux de suivi de réalisation de conceptions d'autres architectes et modifications d'aspects de conception (q.8)

Cela témoigne d'une grande faille dans la production architecturale des espaces bureaux, même linéaire. D'une part à cause d'un suivi de chantier à caractère technique, sans compréhension de tout le processus de conception auquel a abouti l'architecte concepteur dans le projet en question et lorsque le suivi est seulement technique, la modification est facilitée par un détachement total de cet architecte de chantier vis-à-vis du projet. La preuve est que la plupart effectuent des modifications sans le consentement de l'architecte concepteur. Cela confirme le fait que l'architecte soit peu cadré dans son exercice professionnel par une réglementation et un contrôle favorisant une production en boucle, ou au plus échéant, une production linéaire conforme. Ce cadre réglementaire devrait imposer une réalisation de projet qui ne peut être chapeautée que par le concepteur, déjà pour aspirer à une production linéaire. Puis en second temps, cette réglementation devrait aussi imposer une POE évaluant l'IEQ des réalisations pour que la mission de l'architecte soit accomplie et là la production en boucle pourrait se dessiner.

A l'issue de ce constat, il n'est pas étonnant d'observer dans les réponses à la question n°9 portant sur l'endossement de la plus grande part de responsabilité quant à l'IEQ des espaces bureaux; que moins de la moitié des répondants considère qu'elle revienne à l'architecte (42%) et un quart (25%) considèrent que tous les intervenant ont une grande part de responsabilité (fig.80). En observant de plus près, l'architecte est responsabilisé par la majorité des répondants (67%), plus seul (42%) qu'avec les autres intervenants (25%) et les autres (29%) considèrent que c'est plutôt au maître d'ouvrage que revient la plus grande responsabilité.



Dans la suite de l'analyse des réponses à la question précédente (n°8) sur le suivi de réalisation des conceptions propres, il est clair que le degré de responsabilité que devrait subir et ressentir l'architecte praticien, ne pourrait être nourri que par un cadre réglementaire détaillé précisant clairement les responsabilités des différents intervenants.

A l'issue des réponses aux trois questions précédentes (6,8,9), il est clair que la production linéaire déjà, avec un même concepteur d'amont en aval (livraison), soit fortement perturbée par des conceptions sans réalisation et par des réalisations de conceptions d'autrui, ceci d'une part. D'autre part, avec cette perturbation, le feedback nous semble bien loin d'être opérationnel, dans le contexte local, et donc bien loin de servir une production en boucle souhaitée. Pourtant en interrogeant les architectes sur la vérification du confort des usagers après installation dans leurs propres projets, les deux tiers (67%) semblent le faire (voir fig.81) et un tiers déclare ne l'avoir jamais fait. 50% seulement semblent le faire souvent. Parmi ces 2/3 de répondants qui vérifient souvent ou rarement la qualité de leurs solutions architecturales en vue du confort des usagers, un cinquième seulement (21%) l'effectuent par une enquête formelle auprès des usagers. Un autre cinquième (21%) l'effectue de manière informelle auprès des usagers, un autre cinquième par discussion informelle auprès des gestionnaires et enfin un autre cinquième par discussion formelle auprès des propriétaires.

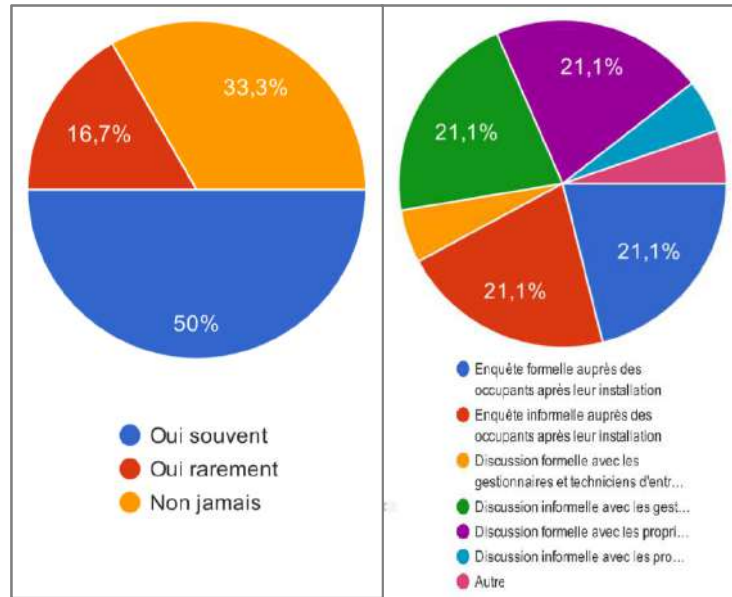


Figure 81 : Vérification du confort des usagers après réalisation de projets propres (q.2)

Ainsi 13% des répondants seulement, représentant 3 architectes de l'échantillon effectuent une enquête formelle auprès des usagers, comment et par quels outils, ceci n'a pas été demandé dans le questionnaire. Mais néanmoins, 13% seulement effectuant une évaluation post-installation, est un taux très bas, loin de renvoyer à une production architecturale en boucle. Cela se confirme d'autant plus par les 2/3 des répondants (66,7%) qui n'ont aucune idée sur « l'Évaluation Post Occupation –EPO » ou la POE (plus répandue en anglais) et 1/3 seulement (33,3%) qui se disent la connaître même si ils ne l'ont pas expliquée (voir fig.82). Cette méconnaissance est d'autant plus confirmée par l'avis partagé des répondants sur la durée nécessaire d'occupation avant d'effectuer une évaluation : pour 46% des répondants, il faut un an d'occupation ; pour 29% il faut 6 mois et pour 20% il faut 2 années d'occupation. En littérature scientifique, la durée minimale a été longtemps considérée sous deux années minimales, puis plus récemment, 6 mois constituent une période minimale d'adaptation à partir de laquelle une évaluation POE peut être effectuée. La POE est donc loin de faire partie de la pratique des architectes interrogés et pas tout à fait connue. Cela renvoie clairement à une absence de l'attitude évaluative, de la formation de l'architecte, d'une part. D'autre part, si la POE est pratiquée dans les organismes de recherche scientifique, notamment à l'université, elle ne sort pas de son enceinte pour sensibiliser, informer ou former les architectes praticiens. L'écart entre recherche et pratique architecturale est donc clairement important sur l'évaluation post-installation. Cela pourrait constituer un créneau très intéressant à développer pour que la recherche soit au service de la pratique professionnelle et surtout pour que l'utilisateur retrouve ses droits de qualité environnementale intérieure.

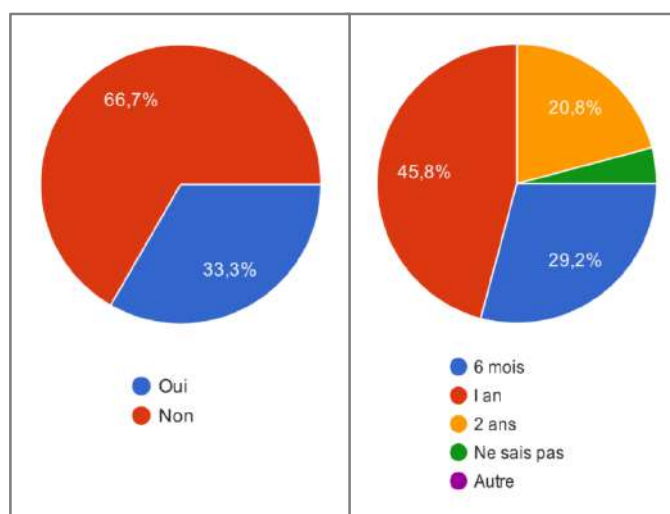


Figure 82 : Taux de connaissance de ce qu'est l'Évaluation post Occupation –EPO et temps d'occupation nécessaire pour l'effectuer (q.4, q.3)

En tentant de connaître les sources de connaissances et leur actualisation chez les architectes interrogés (voir fig.83), la tendance est aux livres d'architecture en première position chez les 2/3 de l'échantillon (67%), puis une tendance aux foires nationales et internationales en seconde position chez plus de la moitié de l'échantillon (58%) et en 3^{ème} position, une tendance aux conférences et séminaires (42%). Viennent après, les articles dans des revues d'architecture (37%), puis les enquêtes sur terrain (33%) et enfin en dernière position, les articles de revues scientifique d'autres domaines que l'architecture (21%).

Les livres et les foires semblent constituer les sources principales de connaissances chez les répondants. Cela constitue un créneau potentiel pour la recherche en architecture, qui devrait focaliser sur la publication des recherches sous forme de livres et assurer une présence permanente dans les foires du bâtiment par un espace d'exposition des recherches locales et leurs portées, ainsi qu'une animation de conférences d'information et de sensibilisation des architectes praticiens sur l'IEQ et l'usager au centre de tous les intérêts de la production architecturale.

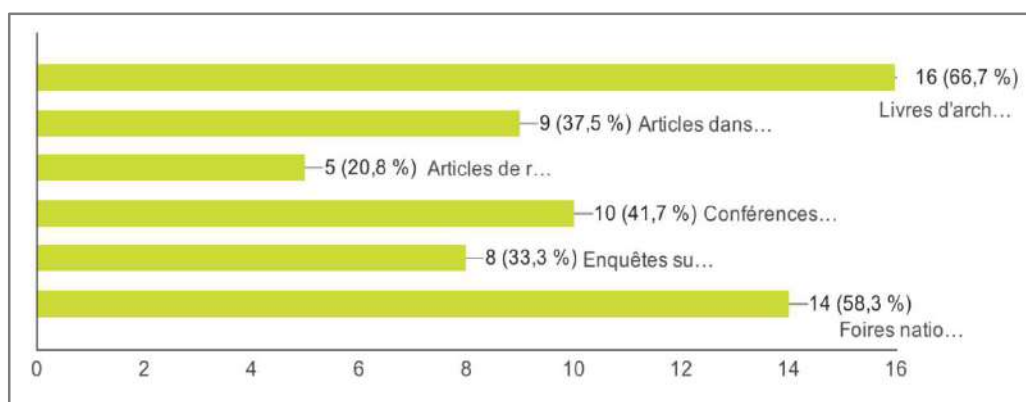


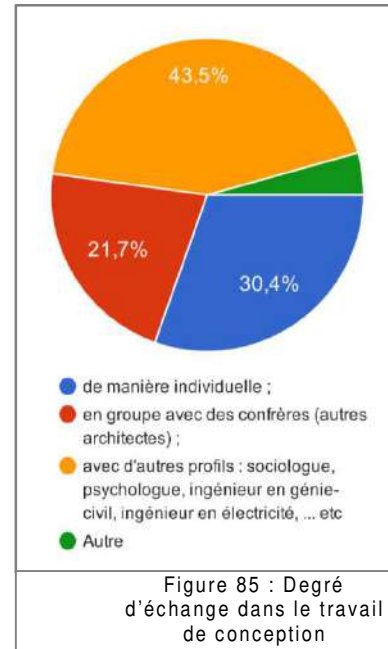
Figure 83 : Sources d'actualisation des connaissances dans la pratique architecturale (q.1)

Dans l'état de l'art sur le schéma de production architecturale, comme nous l'avons abordé au chapitre précédant, une faille importante pouvait affaiblir la qualité de la production architecturale qui était le manque de communication et de concertation entre différents intervenants, notamment entre l'architecte et les ingénieurs et techniciens du confort. Sur ce point, nous avons posé la question aux architectes sur leur niveau de discussion et de concertation avec les spécialistes quant aux solutions techniques à adopter dans leurs conceptions des espaces bureaux (fig.84). Plus de la moitié des répondants préfèrent tout discuter avec l'ingénieur et régler chaque point (56%), plus d'un tiers (35%) ne vérifient et discutent que quelques points avec l'ingénieur et le reste (9%) font totalement confiance aux ingénieurs, sans vérification.



Bien que 56% ne soit pas représentatif de la majorité des répondants, il représente un point positif en faveur des usagers. La recherche scientifique locale devrait donc investir ce créneau technique en faveur de la santé et du bien-être des usagers. Car comme le précisent Déoux et Déoux (1993), les ingénieurs et techniciens des équipements de confort créent un écosystème en interaction permanente avec les usagers avec influence prouvée sur leur santé et bien-être, que l'architecte doit absolument maîtriser par ses connaissances et sa pratique afin d'éviter tous risques d'une faible qualité environnementale. Surtout en sachant que les besoins naturels des usagers ne vont pas toujours dans le sens des besoins industriels de commercialisation des produits de confort, bien au contraire. De plus, si les foires d'exposition de ces produits, nationaux et surtout internationaux (revoir sous-section I-3.4.2. L'édifice « moderne », produit de l'importation) constituent une source potentielle de connaissances des architectes, ils doivent être avertis et conscients des enjeux de confort et de bien-être des usagers en comparaison aux enjeux de l'industrie et de l'économie.

Dans la conception architecturale, l'échange avec autrui peut constituer une source intéressante de connaissances, surtout si le profil professionnel de ces collaborateurs est différent du domaine d'architecture. En posant la question aux architectes (fig.85), 43% des répondants se disent travailler avec d'autres profils et 22% travaillent avec d'autres architectes confrères et 30% travaillent seuls. Les plus jeunes semblent les plus portés sur le travail en groupe avec d'autres profils. Bien que le taux soit bas (43%), le fait que près de la moitié des architectes travaillent leur conceptions architecturales d'espaces bureaux avec d'autres profils, constitue un point positif, ouvrant piste optimiste à l'amélioration de l'IEQ dans les espaces bureaux.



VI- 3.4. Synthèse

A l'issue de cette enquête, nous retiendrons que l'intention ou l'intuition des architectes se rapproche des exigences d'une haute IEQ. Ils considèrent que l'IEQ est une réponse aux besoins des usagers et sont conscients de son influence sur la santé et la productivité des usagers. Ils ont tendance à maintenir l'aération naturelle et l'éclairage naturel dominant, comme bases de conception d'environnements de travail.

Néanmoins, le choix de l'enveloppe en mur-rideau de verre pour laquelle ils optent en majorité dans leurs conceptions, malgré l'effet de serre qu'elle engendre ; n'est pas justifié par des exigences environnementales. Un choix pourtant de professionnels qui est justifié, comme chez les profanes, par les idéaux et l'esthétique auxquels renvoie cette enveloppe, particulièrement la modernité et l'effet de mode. D'ailleurs, la haute IEQ est associée à la grandeur du budget alloué au projet. Les idéaux de ces architectes sont donc fortement influencés par des sources de connaissances théoriques, notamment les ouvrages et revues, ainsi que les produits exposés dans les foires, conférences et séminaires. Ces sources théoriques n'égale pas les sources pratiques de terrain, à partir d'évaluations par enquête. En effet, le feedback (POE) n'est pas une pratique systématique dans la production architecturale locale car absent des missions stipulées dans la réglementation. Additionné à l'absence de la POE du processus de production, les architectes ne sont pas contrôlés pour le suivi de leurs conceptions propres. Cela engendre de grands décalages entre conception et réalisation avec des taux importants de conceptions sans suivi de réalisations, ou des suivis de réalisations de conceptions d'autrui en y apportant des modifications sans l'avis du concepteur initial. Ainsi, avec le détachement rapide de l'architecte concepteur de la chaîne de production architecturale, sa mission peut s'arrêter au niveau du dossier de « permis de construire » sans même savoir si le projet a été réalisé ou pas. Dans ce cas de figure, le

projet souffre d'abord de consignes différentes qui peuvent être contradictoires entre les intentions du concepteur initial et les nouvelles intentions du concepteur qui suit la réalisation du projet. Ces pratiques perturbent fortement le processus de production architecturale et ne peuvent qu'aboutir à une faible IEQ engendrant des répétitions d'erreurs architecturales et une production quantitative sans soucis de qualité d'usage.

Quand bien même, les architectes interrogés tentent de vérifier la qualité de leurs projets mais de manière informelle ou indirecte. Cela ne profite qu'à l'architecte qui entreprend cette démarche et dont l'observation non orientée et non-cadrée pourrait lui faire rater plusieurs points importants, évitant des erreurs futures. Le besoin de connaissances pratiques chez les architectes s'exprime aussi par leur tendance à discuter plusieurs points avec les techniciens et ingénieurs sur les solutions techniques à adopter.

Au vu de ce constat important de carences, perturbant l'IEQ des espaces bureaux, l'écart entre la recherche et la pratique architecturale est une des raisons influentes sur la situation. Une prise en charge de la production architecturale pourrait être une solution. Depuis sa formation, et durant son exercice, l'architecte devrait être soutenu et encouragé par la recherche scientifique. Une prise en charge soutenue par un cadre réglementaire favorisant la POE et favorisant les besoins naturels des usagers, une actualisation continue des connaissances autour des besoins des usagers (séminaires, conférences, formations, etc.), par des récompenses d'encouragement à travers une certification locale, un prix d'IEQ, etc.

Dans la section suivante nous ouvrons le dossier des solutions en y traçant quelques pistes intéressantes en faveur d'une prise en charge effective de l'IEQ des espaces bureaux dans la production architecturale locale.

VI- 4.Recommandations

Le constat issu des chapitres précédents sur plusieurs niveaux de la production architecturale des environnements de travail, nous a permis de décortiquer la complexité des raisons plausibles qui peuvent contraindre l'architecte à produire des espaces de faible qualité environnementale intérieure. Ces contraintes d'ordre conjoncturel, technique, manque de recherches locales, linéarité du schéma de production architecturale, ...etc. ; semblent pouvoir se dissiper sous une prise en charge locale adaptée et intégrée à quatre niveaux clés : la formation de l'architecte, le cadre réglementaire, l'actualisation des connaissances et enfin l'encouragement.

VI- 4.1. Formation universitaire

Aujourd'hui, le degré de technicité dans la formation de l'architecte est dominant, laissant peu d'espace à la sensibilité environnementale. Ces taux doivent être inversés en vue d'asservir la technique pour répondre aux besoins des usagers. Sur la base du feedback, des théories centrées sur l'utilisateur ont été développées depuis des décennies. Issues du

terrain, elles ne peuvent qu'offrir des démarches et méthodes opérationnelles en termes de production architecturale et nourrir continuellement la sensibilité environnementale des architectes.

VI- 4.1.1. En graduation

Le feedback de terrain a permis d'élaborer un nombre important de théories centrées sur l'utilisateur. En effet, une théorie de l'environnement bâti, centrée sur l'utilisateur⁸⁷ est basée sur « l'expérience » environnementale de l'utilisateur. Elle tente de cerner la relation complexe de l'utilisateur avec son environnement à travers son expérience et apporte des outils et moyens de mesure du degré de réussite d'un environnement bâti en usage. D'une théorie à une autre, la différence figure dans l'approche de l'expérience de l'utilisateur et dans ces moyens et outils de mesure. Une théorie centrée sur l'utilisateur se base sur trois concepts-clés : l'utilisateur, l'expérience et l'environnement bâti. Ces trois concepts sont considérés dans une dimension temporelle qui permet d'apprécier l'évolution. Chaque théorie centrée sur l'utilisateur peut approcher un espace bâti selon un paradigme spécifique de la relation usager-environnement. Cette spécificité dépend du domaine de recherche : sociologie, santé, neuroscience, psychologie, etc. L'environnement de bureaux est un des types d'environnements bâtis qui fait l'objet de nombreuses recherches depuis près de trente années. (Vischer, 2008)

La recherche en théorie centrée sur l'utilisateur comprend deux échelles. Une échelle « macro » où l'approche de l'environnement bâti tente de cerner toutes les étapes de vie de cet environnement, depuis sa conception, jusqu'à son occupation ; et une échelle « micro » où l'approche est axée sur l'expérience de l'utilisateur dans son environnement bâti. A l'échelle « macro », Vischer (2008) rapporte quelques exemples tels que : « *Building Performance Evaluation –BPE* »⁸⁸, « *Process Protocol Approach* »⁸⁹, « *Building Information System* »⁹⁰, l'approche pour mesurer la « *Serviceability* »⁹¹, etc. A l'échelle « micro », Vischer (2008) cite

⁸⁷ Traduction de (Vischer, 2008) de « *user-centered theory* », dans le résumé traduit en français en première page de son article.

⁸⁸ Cité dans (Vischer, 2008): Preiser, W.F.E. and Vischer, J.C. (eds) (2004) *Assessing Building Performance*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

⁸⁹ Cité dans (Vischer, 2008): Cooper, R., Aouad, G., Lee, A., Wu, S., Fleming, A. And Kaglioglou, M. (2004) *Process Management in Design and Construction*, Blackwell Science, Oxford.

⁹⁰ Cité dans (Vischer, 2008): Lutzkendorf, T. and Speer, T. (2005) *Alleviating asymmetric information in property markets: building performance and product quality as signals for consumers*. *Building Research & Information*, 33(2), 182–195.

⁹¹ Cité dans (Vischer, 2008): Davis, G., Thatcher, C. and Blair, L. (1993) *Serviceability Tools*, vols 1–5, International Center for Facilities, Ottawa, Ont.

quelques exemples dont : « *Evidence-Based Design -EBD* »⁹², l'approche « neuroscientifique de l'architecture »⁹³, ou « *Biophilic Design* » ; etc. (Vischer, 2008)

Sous la recherche centrée sur les usagers, l'environnement bâti de travail est considéré comme médiateur entre les travailleurs et les tâches et activités qu'ils y effectuent. Les études tentent de comprendre comment se fait cette médiation de manière positive, afin d'orienter les conceptions nouvelles et les améliorations de l'existant, en vue d'une grande qualité vécue par les usagers.

Plusieurs théories ayant émergé à la fin du 20^{ème} siècle, sont aujourd'hui très présentes dans la publication scientifique avec des études et recherches empiriques soutenant leurs postulats. Ces théories convergent vers une qualité environnementale du bâti, centrée sur l'utilisateur dans toutes ses dimensions : sensorielles, psychologiques, culturelles, etc. telles que « *Affordance theory* », « *Intelligent design* », le « *contextual design* », le « *cultural design* » Elles tendent à offrir un cadre théorique de programmation et conception architecturale en prenant en charge une quantité considérable de données qui ne peuvent être saisies et exploitées que si résumées et synthétisées sous des concepts et des relations à plusieurs phénomènes, que régissent ces théories. Elles permettent donc de prédire des événements que l'on n'a pas encore observés à un niveau empirique et de projeter l'image souhaitée de la relation entre l'environnement-bâti à produire et les futurs usagers. Cette projection anticipée peut conditionner tout le travail de programmation et conception où la logique scientifique dicte une ségrégation de critères à considérer selon les postulats adoptés. Ces images projetées comme sous toute théorie, suggèrent la possibilité de contrôler ce qui arriverait à une variable en régulant une autre variable (Bell, 2001)

Parmi ces théories, ceux sont les plus proches des besoins « naturels » des usagers que nous encourageons. Leur enseignement devrait se faire par un travail itératif entre le terrain et l'atelier. L'enseignement à travers ce travail itératif, devrait assurer le trait d'union entre théorie acquise dans l'enceinte universitaire et pratique à acquérir sur le terrain. En effet, la POE pourrait être un exercice pertinent depuis la première année d'enseignement. Par degré croissant de complexité au fil des années de formation et thématisée par objectif d'année (habitat, équipement, ...), la POE sur terrain qu'effectueraient les étudiants en architecture, serait très intéressante à intégrer dans le cursus de formation. Cela permettrait d'atteindre plusieurs objectifs à la fois dont :

⁹² Cité dans (Vischer, 2008): 'Healthcare Design 90' Conference, organized by The Center for Health Design, Chicago, IL, USA, 4-7 November 2006.

⁹³ Cité dans (Vischer, 2008): Eberhard, J. (2007) Architecture and the Brain: A New Knowledge Base from Neuroscience. Greenway Communications, Östberg, Atlanta, GA.

- Rapprocher autant que possible l'étudiant en formation théorique de la réalité vécue dans des espaces existants, engendrant un état de conscience important pour chaque dessin d'espace effectué en atelier ;
- Constituer une base de données par archivage des travaux de POE qui pourrait être structurée et organisée en post-graduation ;
- Permettre à ces futurs architectes praticiens d'acquérir des outils et techniques d'évaluation, qui leur serviraient dans leur exercice futur, comme prestation de BET si la réglementation des missions de l'architecte est révisée, ou comme reflexe personnel qui ne pourrait qu'améliorer leur production.

VI- 4.1.2. En post-graduation

La recherche est au cœur de toute l'amélioration à laquelle nous aspirons dans cette thèse. C'est elle qui nourrirait toutes les connaissances autour de l'IEQ à tous les niveaux : la formation, la réglementation, l'exercice, la sensibilisation, etc. En étape de recherche, plusieurs créneaux peuvent améliorer la haute IEQ des espaces bureaux ou tout autre espace. Nous en citons quelques créneaux dans ce contexte :

- Orienter la recherche vers des études environnementales faisant constat de l'état des lieux et proposant des améliorations opérationnelles ;
- Exploiter ces études environnementales pour constituer une base de données locale sur des cas d'étude locaux. Cette base de données serait une source pertinente de données pour les intervenants dans la production architecturale des espaces bureaux et particulièrement les architectes. La formulation de cette base de données, nécessite réflexion sur ses supports et sa fonctionnalité mais nécessite surtout un cumul de données d'évaluations scientifiques, par la mise en place d'un outil de collecte de données et d'une méthode de traitement de ces données. La pertinence d'une base de données réside dans la variété et le nombre des cas d'études qu'elle présente en interface accessible aux professionnels du bâtiment. Elle constituerait non seulement un renouement de lien entre l'utilisateur et l'architecte, mais aussi un rétrécissement de l'écart entre recherche scientifique et exercice sur terrain. La recherche remplirait ainsi sa mission première qui est de servir la profession d'architecte.
- Publication d'ouvrages pour les professionnels (maîtres d'œuvres et autres intervenants) et les profanes (maîtres d'ouvrages et administrateurs) et des périodiques scientifiques dévoilant les qualités réelles des environnements intérieurs étudiés. Une publication de leçons architecturales afin d'éviter les erreurs architecturales et améliorer ainsi la qualité de la production ;

- Proposition de formations pour les architectes et autres intervenants à travers des stages et des séminaires animés par des chercheurs ayant approfondi la question de l'IEQ ;
- Sensibilisation des professionnels et des profanes à travers des conférences, un présentiel en foires d'exposition des produits du bâtiment, une interface de renseignement, etc.
- Production de documents techniques réglementaires –DTR en faveur des usagers et leurs besoins et non pas du bâtiment seulement comme la plupart de nos DTRs. L'éclairage, l'aération, l'acoustique, etc. seraient tous traités à travers les besoins des usagers, en priorité.
- Séminaires croisés entre laboratoires de recherche de différentes disciplines intervenant dans la production architecturale, pour une sensibilisation environnementale aux besoins des usagers ;
- Élaborer une certification locale de qualité environnementale ;
- Etc.

En naviguant sur le site web de notre ministère de tutelle, un portail spécifique à la recherche liste tous les centres de recherche nationaux ou affiliés aux universités et les laboratoires nationaux ou affiliés aux universités. Sous notre ministère, aucun laboratoire national ou centre de recherche comme le CDER (Centre de Développement des Énergies Renouvelables) ou le CNERIB (Centre National d'Études et de Recherche Intégrées du Bâtiment), les plus proches de la thématique architecturale, ne traite notre thématique d'étude, l'IEQ. Un centre de recherche a existé à l'EPAU nommé le CRAU (Centre de Recherche en Architecture et en Urbanisme) mais il n'existe plus aujourd'hui. Ce centre aurait pu endosser la prise en charge de l'EQ dans notre contexte local.

En consultant le site web de la Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique -DGRSDT (DGRSDT, 2013), les centres de recherche et leurs unités de recherche sont affiliés au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique -MESRS. L'idéal serait de créer un centre de recherche à double tutelle sous le MESRS et le Ministère de l'Habitat de l'Urbanisme et de la Ville -MHUV, à la fois. Des études coordonnées entre les deux ministères pourraient améliorer le lien de « recherche théorique au service de la pratique sur terrain ».

D'autre part, sur ce même site web (DGRSDT, 2013), sont listés 1386 laboratoires de recherche sur tout le territoire national, tous affiliés à l'université, toutes disciplines confondues, et tous institués entre 2000 et 2015. Les plus anciens auraient donc à peine 15 années d'ancienneté. A Alger, le plus ancien laboratoire en architecture a été créé en 2000, le laboratoire « Architecture et Environnement -LAE», affilié à l'epau et qui lui seul pourrait prendre en charge la thématique de l'IEQ. Cependant, avec des chercheurs qui ne sont pas

permanents, pris par l'enseignement et autres obligations pédagogiques, la prise en charge de l'IEQ en termes de formation, de révision de la réglementation, de création de la base de données, etc., ne serait que difficile, voire impossible. C'est pourquoi l'idéal serait de créer ce centre de recherche à double affiliation (MESRS et MHUV) avec des chercheurs permanents. Le souhait pourrait se transformer en réalité, reconstituant le lien perdu entre l'architecte et l'utilisateur et rendant à l'utilisateur ses droits à un espace intérieur de qualité, répondants à ses besoins « naturels » et « culturels ».

VI- 4.2. Cadre réglementaire

L'architecte en exercice, livré à lui-même par absence de réglementation détaillée autour de l'IEQ (santé productivité et bien-être) et absence de réglementation sur la mission de POE en vue d'atteindre la qualité ; ne peut endosser seul la responsabilité d'une faible IEQ. C'est pourquoi une révision de ces règlements pourrait améliorer l'IEQ des espaces bureaux.

VI- 4.2.1. Sur la santé et le bien-être des usagers

A la dernière section du chapitre III sur la réglementation locale autour de l'IEQ, nous avons fait le constat d'une très faible orientation avec très peu de précision. Cette réglementation devrait donc faire l'objet d'articles plus détaillés et plus approfondis sur les contraintes environnementales et les risques que courent les usagers sur leur santé et leur productivité dans les espaces de travail.

Depuis le site web du ministère de l'habitat de l'urbanisme et de la ville, sur la page de « la réglementation technique du bâtiment en Algérie », les règlements de construction sont définis comme étant « les documents établis par un organe officiel (administration ou autorité responsable). Ils contiennent les dispositions visant à assurer les exigences de sécurité, de stabilité, d'hygiène, et le **niveau du confort** compatibles avec les exigences sociales et de l'environnement pendant la construction et pendant toute la durée de service du bâtiment » (MHUV, 2015). Les termes « usage » et « usagers » sont absents de cette définition et cela est d'autant plus confirmé par la définition des normes dans le domaine du bâtiment, qui concernent la construction et ne concerne pas l'usage après occupation. Les normes y sont définies « comme étant des documents définissant surtout les propriétés essentielles des matériaux, des composants et des produits constituant les bâtiments ainsi que leurs dimensions, leurs caractéristiques et leurs performances. Elles renseignent souvent aussi sur la façon dont ces caractéristiques peuvent être vérifiées. D'une manière générale, les normes sont liées aux règlements de construction du fait que les caractéristiques qu'elles définissent, satisfont aux exigences de ces règlements. C'est pourquoi les règlements y font, souvent, référence » (MHUV, 2015).

Un nouveau créneau de recherche est donc plus qu'indispensable pour proposer des documents réglementaires servant l'usage plutôt que la stabilité et la structure du bâtiment. Ces documents devraient permettre de filtrer la horde de produits nationaux et internationaux

qui s'offrent au marché du bâtiment, très esthétiques et à des prix intéressants mais pas toujours sains pour l'environnement en général et particulièrement l'environnement intérieur. En effet, la pollution intérieure des espaces bureaux et tout autre espace, devrait faire l'objet d'une réglementation assidue car les nouveaux produits et nouvelles matières industriels, à dominance synthétique ont tendance à engendrer un taux de pollution intérieure plus important qu'à l'extérieur.

D'autre part, les besoins des usagers devraient faire l'objet d'une réglementation dans l'aménagement des espaces de travail, en termes de santé et de confort, favorisant leur productivité et leur bien-être. Les détails présentés au chapitre III ne peuvent que témoigner de l'importance et de la complexité des facteurs à considérer dans la conception d'environnements de travail sains.

VI- 4.2.2. Sur les missions du maître d'œuvre

La réglementation portant sur les missions de l'architecte dans la « maîtrise d'œuvre », devrait être révisée et enrichie par l'intégration de l'évaluation post-installation, comme étape ultime de sa prestation. Bien entendu, en littérature scientifique, l'évaluation nécessite un temps d'adaptation aux usagers avec un minimum de six mois d'usage. Au bout de ces six mois, l'évaluation que mènerait l'architecte confirmerait ou infirmerait la qualité de sa conception. Cela permettrait d'une part, d'apporter des ajustements inévitables que les gestionnaires ont l'habitude de prendre en charge dans le schéma linéaire de production architecturale. D'autre part, l'architecte vérifierait la qualité et la pertinence de ses choix conceptuels d'amont en aval.

Par exemple, concernant l'arrêté interministériel du 15 mai 1988 modifié le 4 juillet 2001 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment, dans l'article 5, sur les missions constitutives de la maîtrise d'œuvre en bâtiment ; devrait être intégrée la mission de POE :

- la mission " Esquisse ",
- la mission " Avant-projet ",
- la mission " Projet d'exécution ",
- la mission " Assistance dans le choix de l'entrepreneur ",
- la mission " Suivi et contrôle de l'exécution des travaux ",
- la mission de POE après occupation des lieux entre 6 et 24 mois.
- la mission " Présentation des propositions de règlement ".

En réglementant cette mission, un nouveau créneau s'ouvre aux bureaux d'étude en proposant leurs services de POE. Une prestation de service qui renforcerait le souci de haute IEQ.

VI- 4.3. Actualisation des connaissances

Autour de l'IEQ, la qualité est un concept auquel tout intervenant dans la production architecturale, aspire. Mais à l'ère de la forte industrialisation, les connaissances autour, sont

très difficiles à cerner, nécessitant une actualisation permanente et continue. Particulièrement sous l'importation et la consommation de produits du bâtiment, que nous ne fabriquons pas, la vigilance et la connaissance sont les seuls outils de sélection, à la portée des architectes. C'est pourquoi, la création d'une base de données est plus qu'indispensable.

Cette actualisation n'est possible qu'à travers des événements scientifiques qu'organisent le laboratoire ou le centre de recherche concerné, par des formations, des séminaires, des conférences, des stages sur terrain, des concours, etc. et bien entendu par la publication de livres et de revues scientifiques sur l'IEQ de cas d'études locaux, après occupation. Cette dynamique enclenchée ne pourrait que rapprocher la recherche du monde professionnel de l'architecte et améliorer la qualité des productions architecturales.

La mise à disposition des professionnels du bâtiment, une base de données archivant les études environnementales de différents espaces de bureaux ; constituerait un atout important dans l'amélioration de l'IEQ. Cette base de données devrait être nourrie par un travail de recherche universitaire mais aussi par un travail de POE qu'effectueraient les BET, comme prestation nouvelle au service des entreprises occupant les édifices de bureaux, au service du BET même, au service de maîtres d'ouvrages, etc. Cette base de données accessible améliorerait le schéma de production architecturale vers la spirale perpétuellement enrichie.

VI- 4.4. Encouragement

L'architecte et tous les intervenants dans la production d'espaces de travail, devraient être encouragés par des labels de certification locale et des prix d'architecture.

VI- 4.4.1. Une certification locale

Il serait intéressant de constituer à travers une recherche contextuelle, un support de certification locale octroyant aux maîtres d'ouvrage des subventions sur le projet. Cette certification ne devrait servir en priorité que les intérêts directs et indirects des usagers. L'adoption de cette certification devrait être encouragée par des labels de qualité, des subventions, des prix, etc. Une certification locale qui ne devrait être discernée qu'après occupation et vérification de conformité aux aspirations initiales de qualité, notamment satisfaire les usagers. Il n'est pas pertinent d'importer des certifications étrangères car celles-ci sont sensées découler d'un système contextuel précis, propre à un pays avec ses spécificités économiques, sociales, environnementales, culturelles et culturelles propres. Un fonctionnement et une organisation sociétale qui ne peut qu'engendrer une certification LOCALE, qui selon nous ne peut s'exporter ou s'importer.

VI- 4.4.2. Un prix d'architecture

Le prix national d'architecture, stipulé par le décret n°85-237 du 25 août 1985 modifié et complété, est un prix de grande envergure, dans son organisation, ses critères de sélection, toutes les thématiques confondues, sur tout le territoire national, etc. Nous pensons

que des prix à plus petite échelle pourraient mieux servir la qualité de la production architecturale. Par exemple, à l'échelle d'Alger seulement, par thématique seulement (espaces de travail, espaces d'habitation, espace de loisir, etc.) ou par objectif précis tel que l'esthétique, la gestion environnementale intérieure, l'intégration urbaine, la satisfaction des usagers, etc. Ces prix ne sont pas tenus de suivre toute la procédure administrative et juridique assez lourde et contraignante du prix national. Plus légers et plus libres, ils pourraient créer une forte dynamique architecturale même en termes de publication nationale de revues non pas qui exposent des projets muets, comme des sculptures, mais qui rapportent plutôt les résultats d'enquête sur terrain sur l'IEQ. Une publication locale a plus de sens et plus d'importance qu'une publication dans une revue étrangère qui servira des lecteurs étrangers, souvent pas intéressés par ce qui peut se faire en dehors de leurs propres pays. La publication nationale locale est plus pertinente pour enrichir les connaissances des praticiens locaux et améliorer la qualité de la production. A travers des prix d'architecture orientés vers l'usage et la satisfaction des usagers évalués par POE, la publication conséquente de ces prix ne pourrait que tirer le niveau de la qualité vers le haut.

VI- 5. Conclusion

Depuis la formation universitaire de l'architecte jusqu'à l'élaboration d'une base de données sur des cas d'études, en passant par une réglementation révisée intégrant l'évaluation de la production avant la livraison finale du projet et une réglementation sanitaire protégeant l'utilisateur ; ces actions de réforme nécessiteraient beaucoup de temps pour être mises en vigueur. Mais nous pensons bien que le ton d'urgence est annoncé, vu la vitesse de construction des édifices de bureaux, notamment sous le nouveau PDAU d'Alger où nombreux chantiers, de différents secteurs sont en cours.

On pourrait se demander pourquoi ne pas refuser carrément ce type d'espace de bureaux, au vu de tous les risques qu'il présente en comparant l'image et les idéaux qu'il véhicule à la qualité de l'environnement intérieur, qu'il engendre. La réponse est très simple, comme tous les produits importés qu'on ne refuse pas, sur le plan alimentaire, sanitaire, industriel, agronomique, etc., l'architecture des espaces bureaux est aussi un produit qu'on ne refuse pas, bien au contraire. Comme l'a montré l'enquête auprès des habitants de la ville d'Alger, au début des années 2000, la communauté était favorable à ce type d'architecture importée, à l'enveloppe brillante et étincelante, représentatifs de modernité, progrès et prestige.

Notre mission donc, dans le cadre de la recherche universitaire n'est pas de parer à cette importation car ce serait vain, mais plutôt de l'adapter au contexte local, la filtrer et la réglementer en se rapprochant autant que possible des besoins naturels des usagers, d'abord, puis de leurs besoins culturels dans un second temps. Malheureusement pour nous, le manque de publications locales sur les besoins culturels à Alger, des usagers des espaces bureaux, nous a contraints à nous restreindre aux besoins naturels ou permanents (comme les nomment Rapoport, 2003). Mais nous sommes persuadés qu'aborder cette autre

dimension du bien-être des usagers, dans le contexte de cette recherche, aurait révélé d'autres failles. Si le choix du terme « faille » peut sembler un peu fort, il n'est pas fortuit. Une faille est souvent infranchissable et peut être très profonde. Sans vouloir être pessimiste, les carences constatées tout au long de cette thèse ne suggèrent aucunement des ponts possibles entre le contexte local et les édifices implantés. Une faille peut être très profonde comme celle entre l'état de connaissances sur l'influence des facteurs physiques sur la santé et le bien-être des usagers, d'un côté, et de l'autre côté le règlement sanitaire local qui date de plus de vingt années,.

Même si les propositions de solutions avancées dans ce chapitre sont sommaires, elles ouvrent voie à plusieurs perspectives de recherche. En espérant qu'une amélioration de l'état des environnements intérieur, des espaces bureaux à Alger, se mette concrètement en place.

Conclusion générale

A l'aboutissement de cette recherche, nous avons le sentiment d'un travail inachevé, qui commence à peine avec les perspectives qui s'ouvrent. Néanmoins, nous espérons à travers ce document, poser les premières pierres de recherches futures pour améliorer l'état de l'IEQ dans les espaces bureaux locaux et redonner ainsi aux usagers leur droit à un environnement de travail plus sain et plus confortable.

Les principaux constats issus de chaque chapitre peuvent être présentés comme suit :

A l'issue du **premier chapitre**, l'édifice de bureaux à Alger est la concrétisation de l'importation du concept de « bâtiment intelligent ». Cette importation n'est pas que conceptuelle, elle est aussi matérielle, à travers la consommation de produits et de services de gestion étrangers. Cela laisse imaginer le coût de la construction d'un édifice de bureau moderne et les dépenses énergétiques qu'il engendre à court et à long terme.

Le **deuxième chapitre** nous a aidés à comprendre comment la science a pu servir les intérêts économiques et industriels avant les intérêts humains d'usage et malgré la théorie actuelle de « l'écologie », comment les stéréotypes ancrés dans la tradition du « confort universel » sont difficilement ou rarement remis en cause, si ce n'est par des tentatives très actives ou des contextes géographiques qui n'ont pas suivi cette évolution et refusent encore à ce jour de consommer un « bien-être » artificiel faussé par des enjeux autres.

Le **troisième chapitre** a permis de constater la quantité importante de connaissances autour de l'influence de l'environnement physique sur la santé, le bien-être et la productivité des usagers. Nous avons abouti à un outil synthétique d'évaluation qui permet de sonder l'IEQ d'un édifice de bureaux à son premier abord. Ce chapitre nous a permis aussi de constater les carences du cadre réglementaire local, dans le code du travail.

A l'issue du **quatrième chapitre**, l'IEQ est loin d'être assurée dans nos espaces bureaux à Alger, du moins dans l'échantillon abordé. Certaines configurations spatiales sont plus proches de la qualité environnementale que d'autres, notamment le plan linéaire.

Le **cinquième chapitre** a permis de constater que le lien entre l'architecte et l'utilisateur, se perd et que la recherche et la pratique professionnelle ne se croisent pas, alors que la recherche devrait être au service du professionnel et du terrain. L'évaluation post-installation qui est la clé même d'une production cyclique en boucle, n'est citée dans aucune mission architecturale locale.

Enfin, à l'issue du **sixième chapitre**, les résultats ont confirmé un autre état de carence, où sans aspirer à une production en boucle, la production linéaire déjà, même si réglementée, est fortement perturbée. Au-delà du faible cadre réglementaire autour de l'IEQ (chap.III) et au-delà du cadre réglementaire autour de la maîtrise d'œuvre et ses missions (chap.V) ; restait un grand espoir dans l'exercice des architectes et leur degré de conscience du lien à renouer avec les usagers. Malheureusement, cette carence est aussi importante que ses précédentes, même si la responsabilité ne revient pas qu'à l'architecte.

Ces constats permettent de répondre au questionnement initial de cette recherche et de considérer que l'IEQ dans les espaces bureaux à Alger est en état de forte carence. Une IEQ faible et contestable que l'architecte se retrouve seul à endosser à cause de l'absence d'un cadre réglementaire conséquent qui devrait prendre en charge le confort des usagers et les missions de post-installation. Le confort et le bien-être de l'utilisateur se retrouve ainsi aléatoirement tributaire de la sensibilité de l'architecte et de son degré de connaissances. Un degré de connaissances qui incombe normalement à la recherche scientifique universitaire. En tant qu'universitaire, nous avons justement fait un premier pas dans ce sens, en publiant un article dans la revue algérienne « Courrier du savoir » de l'université « Mohamed Khider » de Biskra en espérant servir les architectes praticiens (voir Annexe-J).

Nous espérons avoir répondu aux objectifs de cette recherche en ayant démystifié « l'espace bureau moderne » et son artificialisation liée au prestige et à l'image de marque. Nous espérons aussi avoir donné plein droit à l'utilisateur à travers un corpus important de connaissances sur les facteurs environnementaux satisfaisants et insatisfaisants. Toutes les carences observées nous ont permis de comprendre l'état actuel de l'IEQ dans nos espaces bureaux et l'esquisse de propositions d'amélioration serait l'embryon d'un renouement futur du cordon ombilical entre l'architecte et l'utilisateur de l'espace bureau.

Principaux résultats

Sans vouloir se répéter, nous résumons encore une fois les principaux résultats de cette recherche dans les points suivants :

- L'internationalisation de l'édifice de bureaux à Alger est dominée par l'image et l'esthétique urbaine et de prestige d'entreprise, comme priorités dans la production de ce type d'édifice. Cette internationalisation s'exprime à travers plusieurs volets : l'adoption du concept de « bâtiment intelligent » ; la consommation matérielle de tous les composants importés du bâtiment intelligent ; l'importation d'une gestion de confort ou d'un savoir-faire de gestion de confort ; etc.
- Dans le contexte algérien et à travers la réglementation sanitaire devant protéger l'utilisateur dans ses environnements de travail, l'utilisateur dans ces édifices internationaux est fortement exposé à des risques à effet négatif sur sa santé et sa productivité. Devant la grande étendue de connaissances existantes autour de ses besoins et ses réactions environnementales, dans la littérature scientifique, cette réglementation est à réviser, aussi vite que possible. Datant déjà de plus de vingt années, aujourd'hui elle ne contraint aucune consommation de produits nouveaux qui composent l'espace intérieur de travail.
- Au vue de cette carence où le lien entre l'architecte et l'utilisateur est rompu, car l'architecte n'est contraint d'aucune réglementation qui lui permet de filtrer les produits à utiliser dans sa conception ; il aurait été pertinent de retrouver dans le monde professionnel un retour de production par des évaluations sur terrain. Mais

malheureusement ce ne fut pas le cas et la production cyclique et en boucle est loin d'être la forme de production architecturale adoptée dans notre contexte algérien. Cela est d'autant moins encouragé par une réglementation sur la maîtrise d'œuvre qui n'inclut aucunement la mission d'évaluation post-installation et d'ajustement du confort dans la production architecturale. Un retour sur terrain obligé pour une mission rémunérée, qui ne pourrait qu'améliorer la qualité des prestations de l'architecte en exercice.

- Un autre résultat important a concerné l'écart important entre exercice professionnel et recherche universitaire. Cette dernière qui devrait être au service de la profession est en réalité cloîtrée dans l'enceinte universitaire avec des travaux qui meublent les bibliothèques, ceci d'une part. D'autre part, les architectes n'ont aucune tradition de consultation de chercheurs en laboratoire, sur des thématiques qu'ils traitent sur terrain et qu'ils pourraient leur commander.
- Enfin, le dernier constat est fait au niveau de l'enceinte universitaire où la formation en architecture ne semble pas portée sur les théories centrées sur l'utilisateur, alors que ce dernier est la raison de vivre de toute la profession, ceci d'une part. D'autre part, depuis l'ouverture des laboratoires, le cumul de données aurait permis l'élaboration d'une base de données très utile aux chercheurs et à tous les intervenants dans la production des espaces bureaux. Mais malheureusement, la recherche aussi n'est pas orientée sur l'IEQ, alors que c'est un créneau très pertinent, au vue de l'accroissement rapide de la construction dans le secteur tertiaire.

Difficultés rencontrées et limites de la recherche

Les difficultés de cette recherche se sont situées à trois niveaux principaux. Le premier niveau a concerné le manque, voire l'absence de publications locales sur la thématique traitée, que ce soit au niveau de l'historique, au niveau de la qualité environnementale intérieure, au niveau du bien-être culturellement contextualisé, et au niveau de la production architecturale. Ce manque nous a renvoyé à une documentation essentiellement étrangère, dont la synthèse nous a permis de discuter le constat local.

Le second niveau a concerné l'enquête sur terrain, avec des demandes sans réponse, malgré les appels téléphoniques et les déplacements répétés (Algérie Poste, Ministères des affaires étrangères, assurance <2a>). Aussi, au niveau de la collecte des données du questionnaire, le nombre réduit de retour de réponse malgré le nombre important de questionnaires distribués, et cela depuis 2012. Un déplacement personnel au niveau de chaque BET aurait peut-être facilité la collecte.

Le troisième niveau de difficulté nous a concerné nous-mêmes en tant que chercheur. Les constats et les découvertes d'un tel écart entre théorie et pratique, entre recherche et exercice professionnel, nous a fortement perturbés. Sur quelle base exercent alors les architectes et à quoi sert alors la recherche (?). Ce questionnement ne nous a pas quittés

jusqu'à l'aboutissement. Aussi, l'évolution historique du « confort artificiel » a été déstabilisant pour nous, surtout en découvrant que la recherche scientifique pouvait servir des idéaux et des enjeux économiques, aux dépens de l'Homme et ses besoins. Enfin, l'état de l'art sur les risques qu'encourent les usagers dans les espaces intérieurs de travail, n'a pas été tâche facile. Bref, ces inquiétudes nous ont souvent freinés le temps de prendre assez de recul pour continuer la recherche.

Les limites de cette recherche sont claires. Tout d'abord les échantillons des deux enquêtes qui ne sont pas exhaustifs. La revue de l'évolution historique de l'espace bureaux à Alger qui n'est pas exhaustive et enfin le niveau de proposition du schéma de solutions qui est en état d'esquisse.

Perspectives en vue

Dans la seconde partie du chapitre VI nous avons dessiné une esquisse de perspectives, dont nous retiendrons les quelques points essentiels suivants :

- **Établir une base de données locale de feedback** : avec intégration de cas d'études locaux et actualisation continue, offrant des outils d'enquête ouverts aux professionnels et aux chercheurs.
- **Une étude plus exhaustive sur l'état de l'IEQ des espaces bureaux à Alger** : pousser l'enquête sur terrain par un diagnostic plus approfondi, ne relevant pas que les tendances mais ciblant les problèmes et interprétant les solutions pertinentes à apporter.
- **Révision du cadre réglementaire sur l'aspect sanitaire des usagers** : une révision de cette réglementation datant de plus de vingt ans, est plus qu'urgente car les intervenants dans la production architecturale, notamment l'architecte, ont tendance à consommer de nouveaux produits de plus en plus synthétiques et industriels, sans connaissance des risques qu'ils peuvent constituer sur la santé et le bien-être des usagers. Une consommation non-avertie et basée seulement sur l'aspect esthétique et économique du produit, ne promet pas une grande IEQ.
- **Révision du cadre réglementaire sur les missions de maîtrise d'œuvre en incluant la mission d'évaluation post-installation** : il serait très intéressant d'intégrer dans cette réglementation une mission d'évaluation post-installation avant la livraison finale du projet, qui permettrait à la fois ajustement des paramètres et enrichirait les connaissances expérimentées et argumentées des architectes. Cela engendrerait un schéma de production architecturale en boucle qui ne pourrait qu'améliorer la qualité des productions, du moins à l'échelle de chaque architecte. Lorsque ces connaissances sont partagées et

communiquées à travers la base de données locale, la qualité pourrait s'améliorer à l'échelle de la ville.

- **Une recherche historique sur l'évolution de l'espace bureaux à Alger :** cette recherche nous semble être plus que pertinente car elle permet aux architectes praticiens de situer leur production dans une ligne d'évolution et de comprendre les facteurs qui ont favorisé l'émergence ou l'adoption de différents types d'édifices. La compréhension de cette évolution historique nous semble très importante pour expliquer et pour freiner l'effet « copier-coller » que nous subissons dans le paysage urbain de notre ville.
- **Une recherche historique sur l'évolution de la notion de « confort » dans les espaces bureaux à Alger :** cette recherche faciliterait plusieurs projets à la fois, notamment la contextualisation de la base de données, la contextualisation de la réglementation sanitaire, ainsi que la contextualisation de la recherche universitaire qui se retrouve souvent à aborder une situation locale avec une base théorique étrangère, et un état de l'art étranger, cela par manque ou absence de publications locales et recherches antérieures. Comme ce fut notre cas dans cette recherche.
- **Recherche sur une certification locale d'IEQ :** les besoins naturels et culturels des usagers, devraient constituer la base d'une élaboration de certification locale portant essentiellement sur l'IEQ, car si elle est intégrée dans une certification écologique globale, elle pourrait perdre de son importance et ne se réduirait qu'à quelques aspects de l'IEQ, comme nous avons pu le constater dans quelques certifications écologiques d'autres pays.
- ...

Liste des sources Internet des figures

- Source Internet n°1** : http://fr.wikipedia.org/wiki/home_insurance_building (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°2** : http://en.wikipedia.org/wiki/wainwright_building (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°3** : www.buffalohistorygazette.net/2011/10/larkin-administration-building-of.html (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°4** : http://fr.wikipedia.org/wiki/seagram_building (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°5** : www.som.com/projects/union_carbide_corporation_headquarters (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°6** : http://fr.wikipedia.org/wiki/Lloyd_%E2%80%99s_building (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°7** : <http://en.wikipedia.org/wiki/cubicle> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°8** : http://no.wikipedia.org/wiki/scandinavian_airlines & www.nielstorp.no (consultés en 11/2015)
- Source Internet n°9** : <http://cetaillabaslalgerie.eklablog.fr/cartes-postales-serie-exceptionnelle-page-4-p687105> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°10** : <http://www.casimages.com/u/lilounany2006/265200/10911395> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°11** : <http://mapio.net/s/39971006/> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°12** : <http://mapio.net/pic/p-4503415/> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°13** : www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1216265 (consulté en 06/2017)
- Source Internet n°14** : <http://www.panoramio.com/user/5095076/tags/ruisseau> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°15** : <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=740644&page=63> (consulté en 11/2015)
- Source Internet n°16** : www.obj.ca/article/norr-provencher-roy-win-39m-terraces-de-la-chaudiere-renovation-contract-gatineau (consulté en 05/2018)
- Source Internet n°17** : www.kawneer.com/kawneer/france/fr/products/project_detail.asp?project=minfin_alger&bus=france&pc=other (consulté en mai 2018)
- Source Internet n°18** : www.google.dz/maps/@36.7262196,3.1867849,12z
- Source Internet n°19** : www.google.dz/maps/search/minist... (recherche : ministère des finances algérie)
- Source Internet n°20** : <http://www.algerie-monde.com/administration/ministeres/ministere-finances-alger.html> (consulté en mai 2018)
- Source Internet n°21** : www.kawneer.com/kawneer/france/fr/products/project_detail.asp?project=minfin_alger&bus=france&pc=other (consulté en mai 2018)
- Source Internet n°22** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : SONATRACH Alger [en 2015])
- Source Internet n°23** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : SONATRACH Alger [en 2015])
- Source Internet n°24** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : Ministère de la communication Algérie)
- Source Internet n°25** : www.aps.dz/en/about-aps (aps = Algérie presse service [en 2015])
- Source Internet n°26** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : ATM-Mobilis [en 2015])
- Source Internet n°27** : www.cscec.dz/fr/services/projects/Offices-ATM.html (consulté en juin 2018)
- Source Internet n°28** : <https://www.scet-tunisie.com/fr/projets/siege-atm-mobilis#gallery-1> (consulté en juin 2018)
- Source Internet n°29** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : ministère de l'énergie Algérie [en 2015])
- Source Internet n°30** : www.algerie-monde.com/administration/ministeres/ministere-energie-mines-alger.html (consulté en juin 2018)
- Source Internet n°31** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : ministère de l'énergie Algérie (consulté en juin 2018))
- Source Internet n°32** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : GRTE Algérie [en 2015])
- Source Internet n°33** : www.grte.dz/ (consulté en mai 2018)
- Source Internet n°34** : www.sopieg.dz/spip.php?article30 (consulté en juin 2018)
- Source Internet n°35** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : CMA-CGM, Bab Ezzouar [en 2018])
- Source Internet n°35** : www.cscec.dz/fr/services/projects/Offices-CMA-CGM.html
- Source Internet n°37** : www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=905190 (consulté en décembre 2015)
- Source Internet n°38** : www.google.dz/maps/place/... (recherche : Tour ABC, Mohammadia [en 2018])
- Source Internet n°39** : http://www.sacarch.co.kr/eng/bbs/board.php?bo_table=m33_13 (consulté en juin 2018)
- Source Internet n°40** : www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=905190 (consulté en décembre 2015)

Références

- Abdou, O., El-Kholy, G., & Abdou, A. (2006). Correlation between indoor environmental quality and productivity in buildings . *19th International Association of People-Environment Studies -IAPS*. Alexandria, Egypt.
- ACGIH. (2014). *Americian Conference of Governmental Industrial Hygienists* . Consulté le 07 Mai, 2014, sur Defining the science of occupational and environmental health: <http://www.acgih.org>
- Akimoto, T., Tanabe, S., Yanai, T., & Sasaki, M. (2010). Thermal Comfort & Productvity - Evaluation of Workplace Environments in a Task Conditioned Office. *Building & Environment* , 45, 45-50.
- Akrich, M., Barthe, Y., & Rémy, C. (2008). Les enquêtes "profanes" et la dynamique des controverses en santé environnementale. 7-52.
- Albert, T., & al. (1999). A new definition of Intelligent Building for Asia. *Facilities* , 12/13, 485-491.
- Amrouche, A., & Assari, Y. (2007). Projet du Ministère des Affaires Etrangères. *Vies de villes* , 7, 16-23.
- Amrouche, A., Rached, A., & Aït Younes, M. (2012). Cinquantenaire: Les projets qui transforment Alger. *Vies de villes* , *Hors Série n°3*, 244-271.
- Andrew, J., Chang, N., & Nischolson, M. (2008). Office space, changing workplaces and human performance. *Congrès national des cadres en immobilier public*. Canada: Queen's University.
- APA. (2011). Consulté le février 03, 2011, sur American Psychological Association : <http://www.apastyle.org/learn/faqs/what-is-apa-style.aspx>
- Arïes, M., & Zonneveldt, L. (2004). Architectural Aspects of Healthy Lighting. *Proceeding of the 21st Conference of Passive and Low Energy Architecture (PLEA)* , 05 pages.
- Aries, M., Veitch, J., & Newsham, G. (2010). Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort. *Journal of Environmental Psychology* , 30, 533-541.
- Aronoff, S., & Kaplan, A. (1995). *Total Workplace Performance*. Canada: WDL Publications.
- Bauman, F., & Arens, E. (1996). *Task/Ambient Conditioning Systems: engineering & application guidelines (final report)*. Berkeley: Center for the Built Environment -CBE, LNBL, University of California.

- Behloul, M. (1991). *Post-Occupancy Evaluation of five storey walk up dwellings*. England: Ph.D., Sheffield University.
- Bell, P. (2001). *Environmental Psychology/ chap.4: Theories of Environment-Behavior Relationships*. USA: Harcourt.
- Berthier, N. (1998). Le questionnaire. Dans N. Berthier, *Les techniques d'enquête, méthodes et exercices corrigés*. France: Armand Colin.
- Blakstad, S. (2001). *A Strategic Approach to Adaptability in Office Buildings. Doktor Ingenior Thesis*. Norway: Norwegian University of Science and Technology .
- Boubekri, M. (2008). *Daylighting, architecture and health - Building design strategies*. UK: Elsevier.
- Bourbeau, J., Brisson, C., & Allaire, S. (1997). Prevalance of the sick building syndrome symptoms in office works before and six months and three years after being exposed to a building with an improved ventilation system. *Occupational & Environmental Medecine* , 54, pp. 49-53.
- Burge, P. (2004). Sick Building Syndrome. *Occupational Environmental Medecine* , 61, 185-190.
- CBE. (2013). *Mixed-Mode*. Consulté le avril 2014, sur Center for the Built Environment: <http://www.cbe.berkeley.edu/mixedmode/aboutmm.html>
- Chabane, I. (2006). *Evaluation de la qualité vécue des environnements hermétiques en mur-rideau de verre - Cas d'étude: immeuble de bureaux à Alger*. Alger: Mémoire de magister, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme -EPAU.
- Chabane, I., & Bensalem, R. (2004). Introduction of glass curtain-wall in Algerian office buildings – Post occupancy evaluation. *Plea2004 - The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture 19 - 22 September* . Eindhoven, The Netherlands.
- Chabane, I., & Bensalem, R. (2006). Tinted glass curtain and its implications on the occupants' health - case study of a tight office building in Algiers. *23rd Conference on Passive & Low Energy Architecture -PLEA, 6-8 September*, (pp. 803-809). Geneva, Switzerland.
- Chemero, A. (2003). An Outline of a Theory of Affordances. *Ecological Psychology* , 15 (2), 181-195.
- Clements-Croome, T. (1997). What do we Mean by Intelligent Building? *Automation in Construction* , 6, 395-400.
- Code du travail, S. (2003). *Code du travail – Recueil de textes législatifs et réglementaires*. Alger: 2ème Ed. Berti.

- Cone, J. (1998). Indoor Environmental Quality. *Western Journal of Medicine (WJM)* , 169 (6), 373-374.
- Couture, M. (2010). Les références aux documents en ligne dans les textes scientifiques. *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire* , 7 (2), 6-19.
- Craipeau, S. (2010). Télétravail: le travail fluide. *Quaderni [en ligne]*, 71 | Hiver 2009-2010, mis en ligne le 05 janvier 2012, consulté le 03 janvier 2013 , URL: <http://quaderni.revues.org/534>.
- Croome, D. (1980). Man, Environment and Buildings. *Building and Environment* , 15, 235-238.
- Danielsson, C. (2005). *Office Environment, Health & Job Satisfaction - An Explorative Study of Office Design's Influence. Licentiate thesis*. Stockholm, Sweden: The Royal Institute of Technology.
- De Dear, R., & Brager, G. (2002). Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy & Buildings* , 34, 549-569.
- Deluz, J. (1988). *L'urbanisme et l'architecture d'Alger, aperçu critique*. Belgique: Mardaga et Office des Publications Universitaires d'Alger -OPU.
- Déoux, S., & Déoux, P. (1993). *L'écologie c'est la santé - L'impact des nuisances de l'environnement sur la santé*. France: Frison-Roche.
- DGRSDT. (2013). *Liste des laboratoires de recherche / Centres de recherche*. Consulté le Juin 2015, sur Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique -DGRSDT: www.dgrsdt.dz
- ECA. (1989). *Indoor Air Quality and its Impact on Man: Sick Building Syndrome, a Practical Guide, Report N°4*. Luxembourg: (European Concerted Action -ECA) Commission of the European Communities.
- EGBC. (2010). *Green Pyramid Rating System*. Consulté le Mai 2015, sur Egyptian Green Building Council -EGBC: www.egypt-gbc.gov.eg/ratings/index.html
- EPA, US Environmental Protection Agency. (1991). *Sick Building Syndrome (Indoor Air Facts N°4)*. USA: US Environmental Protection Agency.
- Farley, K., & Veitch, J. (2001). *A room with a view : a review of the effects of windows on work and well-being*. Consulté le Mars 2004, sur Institut de Recherche en Construction (IRC), afféré au Conseil National de Recherches du Canada (CNRC)—(33 pages, format PDF): [http:// www.nrc.ca/irc/ ircpubs](http://www.nrc.ca/irc/ircpubs). (Code : irc-rr-136)

- Finnegan, M. J., Pickering, C. A., & Burge, P. (1984). The sick building syndrome: prevalence studies. *British Medical Journal-BMJ* , 289, 1573-1575.
- Finnegan, M., Pickering, C., Gill, F., Ashton, I., & Froese, D. (1987, May 9). Effect of negative ion generators in a sick building. *British Medical Journal -BMJ* , 294, pp. 1195-1196.
- Fischer, G. (1997). L'évaluation des environnements de travail: approche théorique et méthodes. *Psychologie française* , 42 (2).
- Fischer, G., & Vischer, J. (1997). *L'évaluation des environnements de travail - la méthode diagnostique*. Montréal: Ed. De Boeck Université.
- Fischer, G.-N. (1983). *Le travail et son espace*. Paris: Dunod.
- Fjeld, T., Veiersted, B., Sandvik, L., & Riise, G. (1998). The effect of indoor foliage plants on health and discomfort symptoms among office workers. *Indoor Built Environment* , 7, 204-209.
- Frontczak, M. (2011). *Human comfort and self-estimated performance in relation to indoor environmental parameters and building features*. PhD, Technical University of Denmark.
- Galvao, A., & Sato, K. (2005). Affordance in Product Architecture: Linking Technical Functions and Users' Tasks. *Proceedings of International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE, september 24-28*, (pp. 1-11). Long Beach, California, USA.
- Gots, R. (1998). "Sick Building Syndrome": a Diagnosis in Search of a Disease. *International Center for Toxicology & Medicine : www.ICTM.com (consulté en mai 2014)* , 1-4.
- Gül, H., Issever, H., Ayras, Ö., & Güngör, G. (2007). Occupational and environmental risk factors for the sick building syndrome in modern offices in Istanbul: A cross sectional study. *Indoor Built Environment* , 1 (16), pp. 47-54.
- Gupta, S., Khare, M., & Goyal, R. (2007). Sick Building Syndrome - A case study in a multistory centrally air-conditioned building in the Delhi city. *Building & Environment* (42), pp. 2797-2809.
- Haapakangas, A., Helenius, R., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2008). Perceived acoustic environment, work performance and well-being - survey results from Finnish offices. *9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN)*. Foxwoods, Finland.
- Hansen, D. (1999). *Indoor Air Quality Issues*. USA: Taylor & Francis.

- Hedge, A., Sterling, E., & Sterling, T. (1986). Building Illness Indices Based on Questionnaire Responses. *Managing Indoor Air for Health and Energy Conservation* (pp. 31-34). Atlanta: ASHRAE IAQ 86.
- Heinzerling, D., Schiavon, S., Webster, T., & Arens, E. (2013). Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme. *Building & environment* , 70, 210-222.
- Hepner, C., & Boser, R. (2006). Architect's Perception of LEED Indoor Environmental Quality Checklist Items on Employee Productivity. *International Journal of Construction Education & Research* , 2 (3), 193-208.
- Hicks, J. (1984, january). Tight Building Syndrome: when work makes you sick. *Occupational health and safety magazine* , pp. 1-12.
- Jensen, K., Arens, E., & Zagreus, L. (2005). Acoustical quality in office workstations, as assessed by occupant surveys. *Proceedings: Indoor Air 2005*, (pp. 2401-2405). Beijing, China.
- JORADP. (1988). Arrêté interministériel du 15 mai 1988 modifié le 4 juillet 2001 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire* , 43, 1152-1161.
- JORADP. (1991, janvier 23). Décret Executif n°91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matières d'hygiène et de sécurité en milieu de travail. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire* , 63-70.
- JORADP. (1994). Décret législatif n°94-07 du 7 Dhou El-Hidja 1414, correspondant au 18 mai 1994, relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire* , 32, 4-10.
- JORADP. (2010). Loi n° 10-02 du 16 Rajab 1431 correspondant au 29 juin 2010 portant approbation du Schéma National d'Aménagement du Territoire. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire* , 61.
- Joye, Y. (2009). Architectural Lessons from Environmental Psychology: the Case of Biophilic Architecture. *Review of General Psychology* , 11 (4), 305-328.
- Kamarulzaman, N., Saleh, A., Hashim, S., Hashim, H., & Abdul-Ghani, A. (2011). An overview of the influence of physical office environments towards employees. *Procedia Engineering* , 20, 262-268.
- Kanoun, Y., & Kanoun, S. (2000). *Architecture Algérienne*. Alger: EPAU (Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme)/ SIAAL (Städtebau Institut Universität Stuttgart).

- Khan Saif, S., Nawaz, A., Ali Jan, F., & Khan, M. (2012). Synthesizing the Theories of Job-Satisfaction across the Cultural/Attitudinal Dimensions. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business - IJCRB* -, 3 (9), 1382-1396.
- Kim, Y., & De Dear, R. (2012, March). Nonlinear relationships between individual IEQ factors and overall workspace satisfaction. *Building & Environment* , 49, pp. 33-40.
- Kreiss, K. (1990). The Sick Building Syndrome: where is the Epidemiologic Basis? *American Journal of Public Health* , 80 (10), 1172-1173.
- Larousse. (2003). *Le petit Larousse grand format 2004*. Paris: Larousse.
- Law, M., & Grant, K. (1985). The Sick Building Syndrome. *British Medical Journal -BMJ* , 290, 321-322.
- Lee, S., & Brand, J. (2005). Effects of control over office workspace on perceptions of the work environment and work outcomes. *Journal of Environmental Psychology* , 25, 323-333.
- Levin, H. (2006). Indoor Environmental Quality. *Building Research & Information* , 34 (5), 433-436.
- Levin, M. (1993, August 9). Who's Behind the Building Doctor? *The Nation* , pp. 168-171.
- Luauté, J.-P., & Saladini, O. (2008). Phénomènes psychogéniques collectifs et lieux de travail- Le cas particulier de l'hôpital. *Annales Médico-Psychologiques* (166), 115-120.
- Maier, J., Fadel, G., & Battisto, D. (2009). An affordance-based approach to architectural theory, design, and practice. *Design Studies* , 30 (4), 393-414.
- Mallory-Hill, S. M. (2004). *Supporting Strategic Design of Workplace Environment with Case Based Reasoning (PhD)*. Netherlands: Technische Universiteit Eindhoven, pp.29-59.
- Massu, C. (1982). *L'architecture de l'école de Chicago*. Paris: Dunod, coll. Espace et architecture.
- McCoy, J. (2002). Work Environments. Dans R. Bechtel, & A. Churchman, *Handbook of Psychology* (pp. 443-460). New York: John Wiley & Sons.
- Mendell, M., & Mirer, A. (2009). Indoor thermal factors & symptoms in office workers: findings from the US EPA BASE study. *Indoor Air* , 19, 291-302.
- Mendell, M., Hathon, L., Odom, J., Offerman, F., Turk, B., Wallingford, K., et al. (2006). Causes and Prevention of Symptom Complaints in Office Buildings: Distilling the Experience of Indoor Environmental Quality Investigators. *Facilities* , 24 (11/12), pp. 436-444.
- MHUV. (2015). *La réglementation technique du bâtiment en Algérie*. Consulté le Juin 22, 2016, sur Ministère de l'Habitat de l'Urbanisme et de la Ville: [Http://www.mhuv.gov.dz/pages/article.aspx?a=43](http://www.mhuv.gov.dz/pages/article.aspx?a=43)

- Monforton, C. (2008, May). *ACGIH Treshold Limit Values*. Consulté le 07 Mai, 2014, sur Defending Science : <http://defendingscience.org/case-studies/acgih-treshold-limit-values>
- Moriset, B. (2003). Les forteresses de l'économie numérique. Des immeubles intelligents aux hôtels de télécommunications . *Géocarrefour [En ligne]*, Vol. 78/4 | 2003, mis en ligne le 21 août 2007, consulté le 14 octobre 2012 , URL : <http://geocarrefour.revues.org/451>.
- Moriset, B. (2004). Télétravail, travail nomade: le territoire et les territorialités face aux nouvelles flexibilités spatio-temporelles du travail et de la production. *cybergeo: European Journal of Geography [en ligne]*, Esapce, Société, Territoire, document 257, mis en ligne le 06 février 2004, consulté le 13 avril 2014. , URL : <http://cybergeo.revues.org/3815> ; DOI : 10.4000/cybergeo.3815.
- Moser, G. (2003). Questionner, analyser et améliorer les relations à l'environnement. Dans G. Moser, & K. Weiss, *Espaces de vie: aspects de la relation homme-environnement* (pp. 11-42). France: Armand Colin.
- Murphy, M. (2006). *Sick Building Syndrome and the Problem of Uncertainty*. Durham & London: Duke University Press.
- Navai, M., & Veitch, J. (2003). *Acoustic satisfaction in open-plan offices: review & recommendations*. Ottawa, Canada: Research report RR-151, Institute for Research in Construction -IRC.
- Newsham, G., & Veitch, J. (1998). Eclairage de bureau modulable: perceptions, choix et économies d'énergie. *Solution constructive* .
- Niemelä, R., Hannula, M., Rautio, S., Reijula, K., & Railio, J. (2002). The effect of air temperature on labour productivity in call centres—a case study. *Energy & Buildings* , 34, 759-764.
- Noorian, T. (2009). *Personalisation of space in office environment*. North Cyprus: M.Sc, Eastern Mediterranean University.
- Ougouadfel, H. (1993, octobre). A la recherche d'une modernité. *Habitat Tradition et Modernité* (1), pp. 15-21.
- Passarelli, G. (2009). Sick Building Syndrome: an Overview to Raise Awareness. *Journal of Building Appraisal* , 5 (1), 55-66.
- PDAU. (2011). *PDAU d'Alger - Rapport d'orientation (format PDF)*. Alger: Wilaya d'Alger & Parque EXPO.
- Péquignot, H. (1996). Santé. Dans *Encyclopaedia Universalis* (Vol. 20, pp. 577-583). Paris: Encyclopaedia Universalis.

- Perdrix, A., Parat, S., Liaudy, S., & Maître, A. (2005, mai). Syndrome des Bâtiments Malsains (SBM). *Revue francophone des laboratoires* , 67-72.
- Protection Civile, D. G. (1985). *Réglement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public*. Alger.
- Rapoport, A. (2003). *Culture, Architecture et Design*. France: Coll.Archigraphy Témoignages. Eds Infolio (traduit par El Sayegh S.).
- Robertson, A., Burge, P., Hedge, A., Sims, J., Gill, F., Finnegan, M., et al. (1985, August 10). Comparison of health problems related to work and environmental measurements in two office buildings with different ventilation systems. *British Medical Journal* , 291, pp. 373-376.
- Roulet, C. (2004). *Santé et qualité de l'environnementl intérieur dans les bâtiments* . Lausanne, Suisse: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes -PPUR.
- Sailer, K. (2007). Effective Workplaces: bridging the gap between architectural research and design practice. *Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium*, (pp. 124*1-124*6). Istanbul.
- Sailer, K., Budgen, A., Lonsdale, N., & Penn, A. (2007). Changing the Architectural Profession - Evidence-Based Design. *Symposium Ethics and the Professional Culture*. Cluj, Romania: online: <<http://eprints.ucl.ac.uk/4828/1/4828.pdf>>.
- Sailer, k., Budgen, A., Lonsdale, N., Alasdair, T., & Penn, A. (2010). Pre and Post Occupancy Evaluations in Workplace Environments: Theoretical Reflections and Practical Implications. *The Journal of Space Syntax* , 1 (1), 199-213.
- Salingaros, N., & Masden II, K. (2007). Restructuring 21st- Century Architecture through Human Intelligence. *Archnet-International Journal of Architectural Research* , 1 (1), 36-52.
- Sans-Auteur. (janvier 2013). Le prix national d'architecture et d'urbanisme 2012. *Vies de villes, numéro spécial* , Numéro spécial, pp. 1-15.
- Seppänen, O., & Fisk, W. (2005). Some Quantitative Relations between Indoor Environmental Quality and Work Performance or Health. *Proceedings of Indoor Air 2005* , 40-53.
- Shepley, M., Zimmerman, K., Richardson, S., Boggess, A., & Lee, Y. (2009). Architectural Office Post-Occupancy Evaluation. *Journal of Interior Design* , 34 (3), 17-29.
- Sillamy, N. (2003). *Dictionnaire de psychologie*. Montréal: Larousse coll. In Extenso.

- Slamani, H. (2013, 11 18). Les TIC ont-ils changé la façon de travailler des algériens? *Elwatan [en ligne]* , pp. http://www.elwatan.com/economie/les-tic-ont-ils-change-la-facon-de-travailler-des-algeriens-18-11-2013-235437_111.php, (consulté le 15/04/2014) .
- Sterling, E. (1987). A Holistic Approach to "Sick Building Syndrome". *Safety Management* , 296 (11), 1-3.
- Sterling, E. (1988). Building Architecture and Building Air Quality. *Conference of the Argentine National Academy of Sciences*, (pp. 109-118). Bariloche.
- Sterling, E. (1986, february). Indoor Air Quality- Total Environment Performance: Comfort and Productivity Issues in Modern Office Buildings. *The canadian Journal of Real Estate* , 21-24.
- Sterling, E. M., McIntyre, E., Collett, C., Sterling, T., & Meredith, J. (1985). Sick Buildings: Case Studies of Tight Building Syndrome and Indoor Air Quality Investigations in Modern Office Buildings. *Environmental Health Review* , 29 (3), 11-19.
- Sterling, E., & Sterling, T. (1983, November/December). The Impact of Ventilation Levels and Fluorescent Lighting Type on Building Illness: an Experimental Study. *Canadian Journal of Public Health* (74), pp. 385-392.
- Sterling, E., Sterling, T., & McIntyre, E. (1983, Avril). New Health Hazards in Sealed Buildings. *American Institute of Architects (AIA)* , pp. 64-67.
- Sundstrom, E., & Sundstrom, M. (1986). *Work Places: the Psychology of the Physical Environment in Offices and Factories*. Cambridge: Cambridge University Press. Coll.Environment and Behavior.
- Tabet-Aoul, K. (1991). *The interaction of view, window design and shadow devices*. London: Ph.D. thesis, School of Architectural Studies, Sheffield University.
- Thomas, L. (2000). *An Integrated Model for Facilities Management: Indoor Environment Evaluation (Ph.D.)*. Georgia: Georgia Institute of Technology.
- Thörn, A. (1998). The Sick Building Syndrome: a Diagnostic Dilemma. *Social Science & Medecine* , 47 (9), 1307-1312.
- Van Der Linden, K. (2002). Thermal Indoor Climate Building Performance Characterized by Human Comfort Response. *Energy & Building* , 34, 737-744.
- Vance, P., A., B., & Weissfeld, A. (2007). The Controversies Surrounding Sick Building Syndrome. *Clinical Microbiology Newsletter* , 29 (10), 73-76.

- Vincent, D., & Pradalier, A. (1997). Impact sanitaire de la climatisation: qu'en est-il dy syndrome des "bâtiments malsains"? (Elsevier, Éd.) *Revue de Médecine Interne* (18), 460-469.
- Vischer, J. (1989). *Environmental Quality in Offices*. USA: Van Nostrand Reinhold.
- Vischer, J. (2004). Revaluing Construction: Building Users' Perspective. *User's perspective* , 1-25.
- Vischer, J. (2007). The concept of Environmental Comfort in Workplace Performance. *Ambiente Construido, Porto Alegre* , 7 (1), 21-34.
- Vischer, J. (2008). Towards a user-centered theory of the built environment. *Building Research & Information* , 36 (3), 231-240.
- Vischer, J. (2008). Towards a user-centered theory of the built environment. *Building Research & Information* , 36 (3), 231-240.
- Wei, W., Ramalho, O., & Mandin, C. (2015). Indoor Air Quality Requirements in Green Building Certifications. *Building & Environment* , 92, 10-19.
- Welch, L. (1991). Severty of Health Effects Associated with Building-Related Illness. *Environmental Health Perspectives* , 95, 67-69.
- WHO, W. H. (1983). *Indoor Air Pollutants: Exposure and Health Effects*. Copenhagen: WHO Regional Office for EEurope, Reports & Studies N°78.
- Wong, J., Li, H., & Wang, S. (2005). Intelligent Building Research: a review. *Automation in Construction* , 14, 143-159.
- Wong, N., & Huang, B. (2004). Comparative study of the indoor air quality of naturally ventilated and air-conditioned bedrooms of residential buildings inSingapore. *Building & Environment* , 39, pp. 1115-1123.
- Wood, R. (2003). Improving the indoor environment for health, well-being and productivity. *Greening Cities: a new urban ecology*. Sydney: Australian Technology Park.
- Yang, J., & Perg, H. (2001). Decision Support to the Application of Intelligent Building Technologies. *Renewable Energy* , 22, 67-77.
- Zimring, C. (2002). Post occupancy Evaluation: issues and implementations. Dans R. Bechtel, & A. Churchman, *Handbook of environmental psychology* (pp. 306-319, Chapter 20). New York: John Wiley & Sons, Inc.

Annexes

Annexe-A : **Questionnaire sur « l'acculturation » aux édifices de bureaux « modernes » à Alger**

Annexe-B : **Carte géographique du PDAU, illustrant les projets structurants**

Annexe-C : **Fiche de réalisation du Ministère des affaires étrangères**

Annexe-D : **Noms de quelques types d'ouverture de fenêtre**

Annexe-E : **Décret Exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail**

Annexe-F1 : **Demande adressée aux responsables concernés des cas d'étude**

Annexe-F2 : **Formulaire des caractéristiques du cas d'étude**

Annexe-F3 : **Questions de l'entretien adressé aux usagers**

Annexe-G : **Décret législatif n°94-07 du 18/05/1994, relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte**

Annexe-H : **Arrêté interministériel du 15 mai 1988 du 15/05/1988, portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment**

Annexe-I : **Questionnaire adressé aux architectes praticiens**

Annexe-J : **Article à paraître dans le n°26 de mars 2018, de la revue« Courrier du savoir » de l'université « Mohamed Khider » de Biskra, pp.79-89**

Annexe-A : Questionnaire sur « l'acculturation » aux
édifices de bureaux « modernes » à Alger

L'enquête a été menée en 2003 à Alger afin d'évaluer l'appréciation des habitants quant à l'architecture moderne des édifices de bureaux, notamment les édifices en mur-rideau de verre. Cette enquête a été menée par questionnaire. Le tableau A présente les étapes de construction du questionnaire qui a été indirectement administré c'est-à-dire laissé aux répondants pour le remplir puis le récupérer par nous-mêmes ou par des connaissances intermédiaires.

Tableau A : Construction du questionnaire

Objectif principal : Représentation et degré d'appréciation de l'architecture de verre chez les habitants de la ville d'Alger		
OBJECTIFS	INDICATEURS	OBJETS DES QUESTIONS
Niveau symbolique	Concepts associés à l'architecture de verre	Les premiers mots qui viennent à l'esprit lorsqu'on parle « d'architecture de verre »
	Les autres signes auxquels renvoie l'architecture de verre	Liste de signes à choisir dont : progrès économique, progrès scientifique, important niveau culturel, démocratie sur le plan politique, ...
	Adhérer ou pas au signe le plus connu	L'architecture de verre signe de modernité ou pas
Niveau esthétique	Appréciation à l'échelle architecturale, l'objet en soit	Immeubles de verre beaux ou pas
	Appréciation à l'échelle urbaine	Embellissent la ville ou pas
Niveau d'adoption dans les villes algériennes	Appréciation de cette architecture dans le contexte algérien	Architecture intéressante à adopter dans nos villes algériennes
	Appréciation de cette architecture à Alger	Vouloir plus d'immeubles de verre ou moins A quelle allure le développement est prospecté
	Les immeubles les plus représentatifs de l'architecture de verre à Alger	Citer les 3 immeubles les plus connus A quelle image renvoie l'entreprise occupant un immeuble de verre

L'échantillon est constitué de 129 répondants. Il est composé d'un pourcentage presque égal entre Femmes (50%) et Hommes (49%), répartis en six tranches d'âge de moins de 25ans à plus de 65ans. Le taux le plus élevé est celui de la tranche entre 25 et 35ans. (Voir Tab. B)

Tableau B : Répartition croisée de l'échantillon d'enquête par genre et âge

		Catégories d'âge						
		< 25ans	25-35ans	36-45ans	46-55ans	56-65ans	> 65ans	S.R.
Genre	Femme	12%	19%	9%	11%			
	Homme	5%	17%	7%	15%	3%	1%	1%
	Sans réponse			1%	1%			
Total général		17%	36%	16%	26%	3%	1%	1%
								Total
								50%
								49%
								2%
								100%

Seul l'âge des répondants va influencer leurs réponses à quelques questions. Concernant le niveau d'instruction, plus de trois quarts des répondants (78%) ont un niveau universitaire (Voir Tab. C). Cette dominance ne laisse pas place à une possibilité d'influence du niveau d'instruction sur les réponses au questionnaire.

Tableau C : Niveau d'instruction de l'échantillon

Niveau d'instruction				
Moyen	Secondaire	Universitaire	Sans réponse	Total
2%	19%	78%	1%	100%

Les questions posées :

1) Lorsqu'on vous parle « d'architecture de verre », quels sont les premiers mots qui vous viennent à l'esprit ?

- a-
b-
c-

2) Que pensez-vous des immeubles de verre dans une ville ?

- ☐ Ils rendent la ville belle
☐ Ils rendent la ville moche
☐ Ils n'ont aucun effet sur la ville
☐ Autre :

3) Esthétiquement, que pensez-vous des immeubles de verre ?

- ☐ Très beaux
☐ Beaux
☐ Pas beaux
☐ Pas beaux du tout
☐ Autre :

4) A votre avis, une ville où ce type d'architecture est très répandu, c'est un signe de :

- ☐ Prospérité économique
☐ Progrès architectural
☐ Démocratie sur le plan politique
☐ Important niveau culturel
☐ Progrès scientifique
☐ Autre :

5) La plupart des gens pensent que l'architecture de verre, en général, est un signe de « modernité ». Etes-vous d'accord ou pas ?

- ☐ Oui
☐ Non
☐ Ne sait pas

6) Pensez-vous que ce type d'architecture est intéressant à adopter dans nos villes algériennes ou pas ?

- ☐ Oui
☐ Non
☐ Ne sait pas

7) Pensez-vous qu'à Alger, il devrait y avoir :

- ☐ Plus d'immeubles de verre
☐ Moins d'immeubles de verre
☐ Pas d'immeubles de verre du tout
☐ Autre :

8) Pouvez-vous citer des immeubles de verre si vous en connaissez, ici à Alger, par nom de quartier où il se trouve ou par nom d'entreprises qui les occupent ?

.....
.....

9) D'après vous, quelle « image » renvoie une entreprise qui siège dans un immeuble de verre ?

- ☐ Une très bonne image
☐ Une bonne image
☐ Une assez bonne image
☐ Aucune relation avec son image
☐ Autre :

10) Dans l'avenir, comment pensez-vous que les immeubles de verre vont se développer à Alger ?

- ☐ A très grande allure
☐ A grande allure
☐ A allure moyenne
☐ A faible allure
☐ A très faible allure
☐ Autre :

Synthèse d'Analyse

L'architecture de verre est très appréciée dans notre société, particulièrement par les plus jeunes (moins de 36ans), pour ses qualités esthétiques : architecturale (88% apprécie la beauté des immeubles de verre) et urbaine (pour 71%, ces immeubles embellissent la ville).

Elle est appréciée aussi pour ses qualités symboliques. Elle est majoritairement associée à des concepts positifs (développement, technologie, ...) dont principalement et fortement « la modernité » (88%) et cela indépendamment de l'âge des répondants. Cette « modernité » semble s'expliquer par « le progrès architectural » (55%), notamment la technologie associée, et « le progrès économique » (53%), auxquels elle renvoie, chez la moitié des répondants.

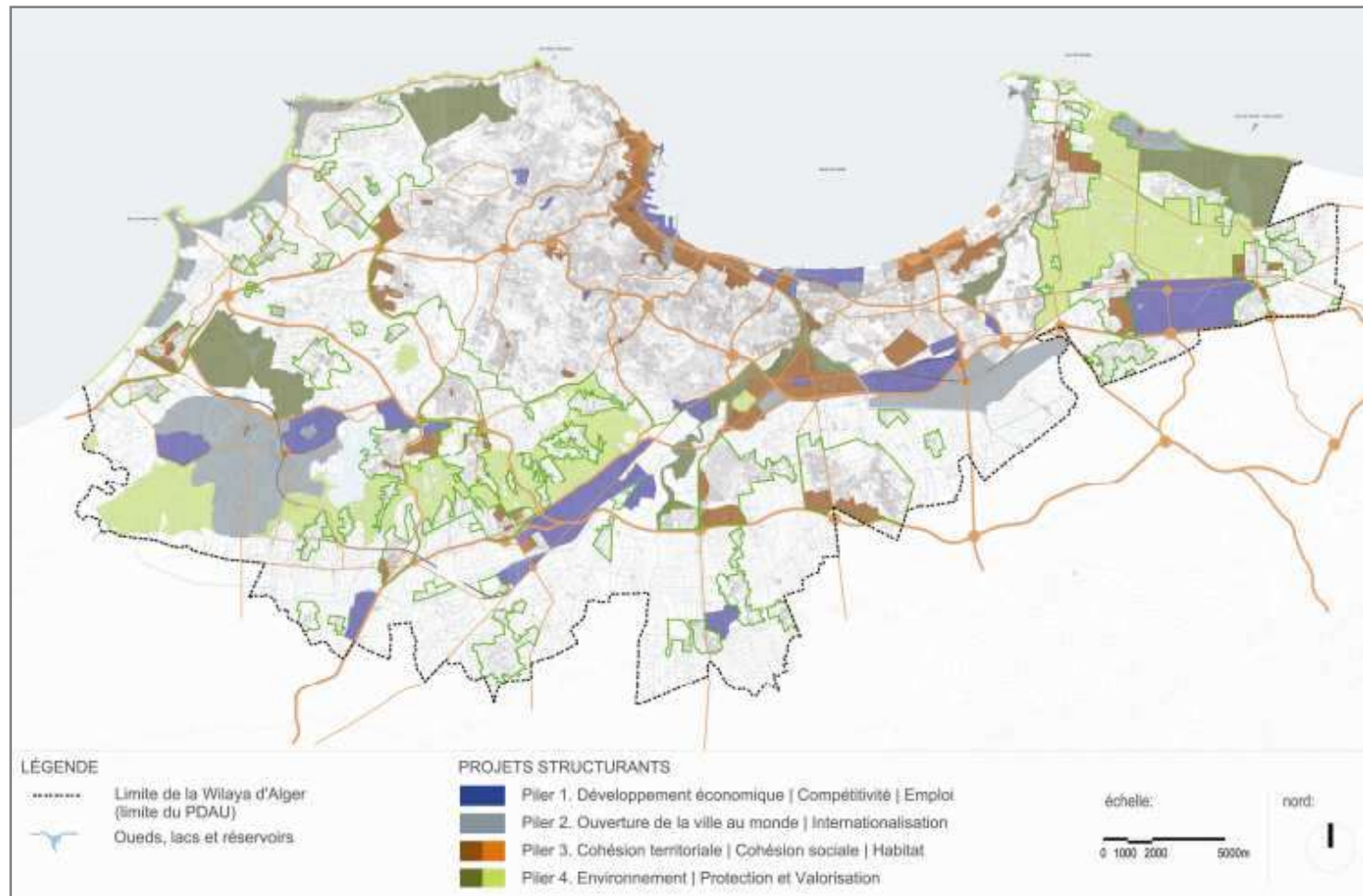
Plus concrètement, l'architecture de verre est associée aux buildings occidentaux, voire le gratte-ciel occidental. Cela explique le « progrès économique » associé et « la bonne image » à laquelle renvoie une entreprise qui occupe ce type d'édifice.

A l'issue de ces considérations positives et qualités fortement appréciée par plus de la moitié des répondants, les deux tiers de cet échantillon apprécient l'adoption de ce type d'architecture dans nos villes algériennes (62%), particulièrement les plus jeunes (moins de 25 ans).

A Alger plus précisément, près des deux tiers (60%) des répondants, particulièrement les plus jeunes, aimeraient qu'il y ait plus d'immeubles de verre et visionnent une allure moyenne de propagation, liée à l'allure moyenne du développement économique que vit le pays. Ceux qui résistent à ce type d'architecture à Alger, l'associent essentiellement à une intrusion incohérente et inacceptable dans le cachet et le style architectural de la ville, et opteraient plutôt pour la construction de villes nouvelles avec un cachet plus moderne où ce type d'architecture aurait sa place plus aisément.

Bien qu'en 2003, le nombre d'immeubles de verre à Alger n'était pas important, quelques uns ont été cités comme représentatifs. Le plus cité est celui de « la SONATRACH » à Hydra, suivi du « Ministère des finance » à Ben-Aknoun et enfin les « banques et assurances » à Bir Mourad-Raïs.

Annexe-B : Carte géographique du PDAU, illustrant les projets structurants



Projets structurants du nouveau PDAU d'Alger (PDAU, 2011, p. 26)

Annexe-C : Fiche de réalisation du ministère des affaires étrangères

Source : Mercure Engineering & Consulting (2013), www.mercure-eng.fr/nos_references/MINISTRE_DES_AFFAIRES_ETRANGERES (pdf, consulté en mai 2015)

MAE : REALISATION DU MINISTERE DES AFFAIRES ETRANGERES



Le Projet :

Maître d'Ouvrage : République Algérienne, Ministère des Affaires Etrangères

Architecte chef de projet : Halim Faïdi

Intégration Arts traditionnels : Rachid Koraïchi

Mise en lumière : L'Observatoire N°1

Paysage : L'Atelier Paysage

Constructeur : China State Corporation & Engineering, N°1 du BTP chinois

Construction du nouveau Ministère des Affaires Etrangères à Alger.

- Surface de plancher : 75.000 m²
- Montant du projet : 13 Milliards de Dinars
- Délais études : 24 mois
- Délais des travaux : 48 mois
- Livraison : Septembre 2011

Nos Missions

- Maitrise d'oeuvre d'exécution
- OPC

Spécificités :

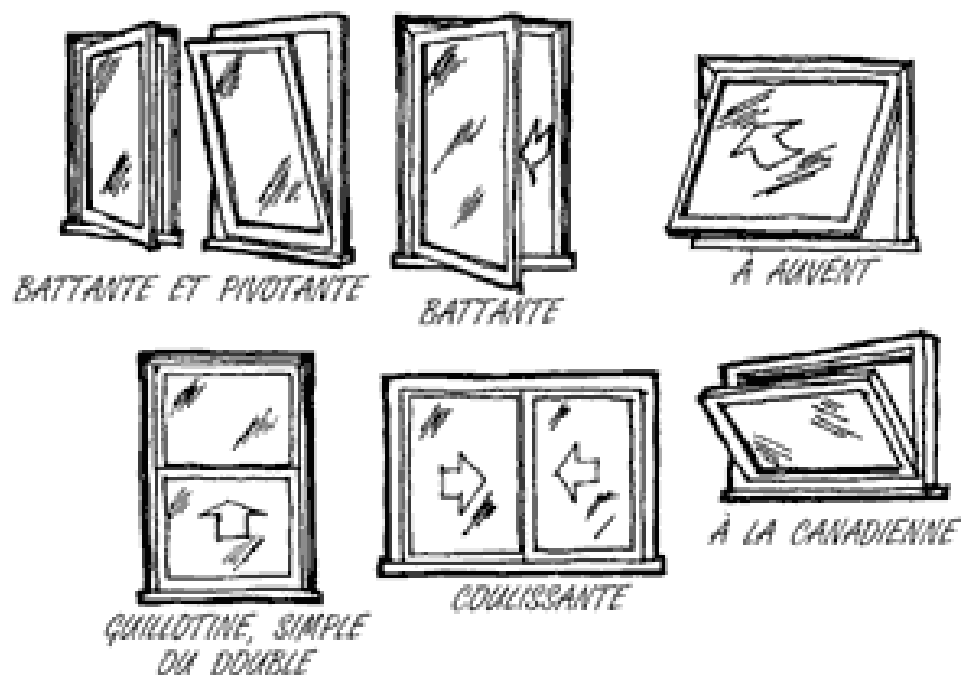
- Bâtiment de prestige
- Projet international : Algérie & Chine
- Direction et suivi des études d'exécution réalisées en Chine

Descriptif :

Ce projet d'envergure pour l'état algérien a reçu le Prix National d'Architecture 2012, Prix Spécial du Président de la République. L'architecte Halim Faïdi avait gagné ce projet sur concours en 2004.

Egalement Architecte du projet du MaMa (Musée d'Art Moderne Algérien), ces deux réalisations ont été nommées pour le prestigieux Prix International d'Architecture Aga Khan.

Annexe-D : Noms de quelques types d'ouverture de fenêtre



Source : Écohabitation (2018), « Les différents types de châssis » sur : <https://www.ecohabitation.com/guides/2664/les-differents-types-de-chassis/> (consulté en juin 2018) [écohabitation = « organisme non lucratif qui facilite l'émergence d'habitations saines, économes en ressources et en énergie, durables, abordables et accessibles à tous. Il réalise sa mission par des activités de promotion, de sensibilisation, de formation et d'accompagnement auprès du grand public, des intervenants du secteur de l'habitation et des décideurs politiques ». (à propos d'écohabitation)]

Annexe-E : Décret Exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991
relatif aux prescriptions générales de protection
applicables en matière d'hygiène et de sécurité
en milieu de travail



الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية الشعبية

الجريدة الرسمية

اتفاقات دولية، قوانين، مراسيم
قرارات وآراء، مقررات، منشور، إعلانات وبلاعات

Abonnement annuel	Algérie Tunisie Maroc Libye Mauritanie	ETRANGER (Pays autres que le Maghreb)	DIRECTION ET REDACTION : SECRETARIAT GENERAL DU GOUVERNEMENT Abonnements et publicité : IMPRIMERIE OFFICIELLE 7, 9 et 13 Av. A. Benbarek — ALGER Tél. : 65. 18. 15 à 17 — C.C.P. 3200 — 50 ALGER Télex : 65 180 IMPOF DZ BADR : 060.300.0007 68/KG ETRANGER : (Compte devises): BADR : 060.320.0600 12
	1 An	1 An	
Edition originale	150 D.A.	400 D.A.	
Edition originale et sa traduction	300 D.A.	730 D.A. (Frais d'expédition en sus)	

Edition originale, le numéro : 3,50 dinars ; édition originale et sa traduction, le numéro : 7 dinars. — Numéros des années antérieures : suivant barème. Les tables sont fournies gratuitement aux abonnés. Prière de joindre la dernière bande pour renouvellement, réclamation et changement d'adresse. Tarif des insertions : 30 dinars la ligne.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX — LOIS ET DECRETS
ARRETES, DECISIONS, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES
(TRADUCTION FRANÇAISE)

SOMMAIRE

DECRETS

Décret exécutif n° 90-419 du 22 décembre 1990
portant fixation des tarifs de l'électricité et du gaz,
p. 46.

Décret exécutif n° 91-01 du 19 janvier 1991 fixant les
attributions du ministre de l'intérieur, p. 52.

Décret exécutif n° 91-02 du 19 janvier 1991 portant
organisation de l'administration centrale du
ministère de l'intérieur, p. 55.

Décret exécutif n° 91-03 du 19 janvier 1991 fixant les
modalités de fonctionnement du fonds de
développement de l'art, de la technique et de
l'industrie cinématographiques et précisant les
conditions d'attribution des prêts et subventions
alloués par le fonds, p. 56.

Décret exécutif n° 91-04 du 19 janvier 1991 relatif aux
matériaux destinés à être mis en contact avec les
denrées alimentaires et les produits de nettoyage
de ces matériaux, p. 62.

SOMMAIRE (Suite)

Décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail, p. 63.

DECISIONS INDIVIDUELLES

Décret présidentiel du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions d'un sous-directeur à la Présidence de la République, p. 71.

Décret présidentiel du 1^{er} janvier 1991 portant nomination d'un directeur à la Présidence de la République (Secrétariat général du Gouvernement), p. 71.

Décret exécutif du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions du directeur de l'administration des moyens à l'ex-ministère de la jeunesse et des sports, p. 71.

Décret exécutif du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions du directeur de la formation et de la réglementation à l'ex-ministère de la jeunesse et des sports, p. 71.

Décret exécutif du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions du directeur de l'institut de la technologie du sport d'Alger au ministère de la jeunesse, p. 71.

Décret exécutif du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions du directeur de l'institut de technologie du sport d'El-Harrach au ministère de la jeunesse, p. 71.

Décret exécutif du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions du directeur du sport de masse et de l'orientation sportive à l'ex-ministère de la jeunesse et des sports, p. 71.

Décret exécutif du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions du directeur de l'office du complexe olympique à l'ex-ministère de la jeunesse et des sports, p. 71.

Décrets exécutifs du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions de sous-directeurs à l'ex-ministère de la jeunesse et des sports, p. 71.

Décret exécutif du 1^{er} janvier 1991 portant nomination du directeur de formation et de l'administration des moyens au ministère de la jeunesse, p. 72.

Décret exécutif du 1^{er} janvier 1991 portant nomination du directeur de l'animation des activités de jeunes au ministère de la jeunesse, p. 72.

Décret exécutif du 1^{er} janvier 1991 portant nomination du directeur de l'agence nationale des loisirs de la jeunesse (ANALJ) au ministère de la jeunesse, p. 72.

Décret exécutif du 1^{er} janvier 1991 portant nomination du directeur du centre national des équipes nationales au ministère de la jeunesse, p. 72.

Décret exécutif du 1^{er} janvier 1991 portant nomination du directeur de la coopération et de la réglementation au ministère de la jeunesse, p. 72.

Décret exécutif du 1^{er} janvier 1991 portant nomination du directeur de la promotion et de l'insertion des jeunes au ministère de la jeunesse, p. 73.

Décrets exécutifs du 1^{er} janvier 1991 portant nomination de sous-directeurs au ministère de la jeunesse, p. 73.

ARRETES, DECISIONS ET AVIS

PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE

Arrêté du 31 décembre 1990 mettant fin aux fonctions d'un attaché de cabinet au secrétariat général du Gouvernement, p. 73.

MINISTERE DES AFFAIRES ETRANGERES

Arrêté du 1^{er} janvier 1991 portant nomination d'un chargé d'études et de synthèse au cabinet du ministre des affaires étrangères, p. 73.

MINISTERE DE LA JUSTICE

Arrêtés du 16 janvier 1991 portant délégation de signature à des sous-directeurs, p. 74.

MINISTERE DE L'INTERIEUR

Arrêté du 24 juillet 1990 portant agrément de l'association dénommée « Société algérienne d'anesthésie - réanimation », p. 74.

Arrêté du 24 juillet 1990 portant agrément de l'association dénommée « Daaoua Oua Tabligh », p. 74.

Arrêté du 24 juillet 1990 portant agrément de l'association dénommée « Association nationale des auteurs, compositeurs, interprètes et musiciens », p. 75.

- présenter un danger pour la santé humaine ;
- entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées alimentaires ou une altération des caractères organoleptiques de celles-ci.

SECTION II

DES PRODUITS DE NETTOYAGE

Art. 13. — Les matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires, utilisés dans l'industrie et le commerce alimentaires doivent présenter un état de propreté requis. Ce dernier est assuré à la fois par l'usage de l'un des produits de nettoyage habituellement employés à cet effet et par la réalisation d'un rinçage à l'eau potable pure ou additionnée d'un produit de rinçage autorisé.

Art. 14. — L'étiquetage des produits de nettoyage des matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires obéit à la réglementation en vigueur en matière d'étiquetage.

SECTION III

DISPOSITIONS DIVERSES

Art. 15. — Seront notamment déterminés par arrêtés et actualisés dans les mêmes formes, pris en tant que de besoin, par les ministres chargés de la qualité, de la santé et de l'industrie :

- la liste des constituants des matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires et la liste des produits destinés à leur nettoyage ainsi que les seuils de tolérance au-delà desquels ils peuvent présenter une migration excessive ;
- les teneurs tolérées des constituants de matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires ;
- les critères de pureté des constituants des matériaux destinés à être mis au contact des denrées alimentaires et les conditions de leur utilisation ;
- les limites maximales au-delà desquelles la composition des denrées alimentaires est considérée comme anormalement modifiée ;
- les méthodes de contrôle de l'inertie.

Art. 16. — Les infractions aux dispositions du présent décret sont réprimées conformément à la loi n° 89-02 du 7 février 1989 susvisée.

Art. 17. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 19 janvier 1991.

Mouloud HAMROUCHE.

Décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport conjoint du ministre des affaires sociales et du ministre de la santé,

Vu la Constitution et notamment ses articles 51 (2°), 81 (alinéas 2, 3 et 4) et (116 alinéa 2),

Vu l'ordonnance n° 71-74 du 16 novembre 1971 relative à la gestion socialiste des entreprises, modifiée, ensemble les textes pris pour son application,

Vu l'ordonnance n° 75-33 du 29 avril 1975 relative aux attributions de l'inspection du travail et des affaires sociales.

Vu la loi n° 78-12 du 5 août 1978 portant statut général du travailleur notamment son article 13 ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, modifiée par la loi n° 90-17 du 31 juillet 1990 ;

Vu la loi n° 88-01 du 12 janvier 1988 portant loi d'orientation sur les entreprises publiques économiques,

Vu la loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail,

Vu la loi n° 90-03 du 6 février 1990 relative à l'inspection du travail ;

Vu la loi n° 90-11 du 21 avril 1990 relative aux relations de travail ;

Vu le décret n° 86-132 du 27 mai 1986 fixant les règles de protection des travailleurs contre les risques de rayonnements ionisants ainsi que celles relatives au contrôle de la détention et de l'utilisation des substances radioactives et des appareils émettant des rayonnements ionisants ;

Décète :

Article 1. — Le présent décret a pour objet de fixer, en application de l'article 45 (1°), de la loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 susvisée, les prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail à tout organisme employeur, tel que prévu à l'article 2 de la loi précitée.

TITRE I

Hygiène générale des locaux et de leurs dépendances

Section 1

Propreté et prophylaxie

Art. 2. — Les dispositions de l'article 4 de la loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 susvisée, relatives aux obligations de propreté, d'hygiène et de salubrité des locaux affectés au travail et de leurs dépendances, sont précisées aux articles 3 à 24 du présent décret.

Art. 3. — Le sol des locaux affectés au travail et de leurs dépendances doit être régulièrement nettoyé, sans production de poussières et, chaque fois que le revêtement le permet, par lavage et essuyage.

Le nettoyage des murs et des plafonds ainsi que la réfection des enduits et des revêtements, doit avoir lieu périodiquement et à chaque fois que cela est nécessaire.

Art. 4. — Dans les locaux de travail où sont entreposés ou mis en œuvre, des matières altérables ou objets, présentant des risques de contamination, de nocivité, de corrosion ou d'irritation, le sol doit être lisse, imperméable, sans interstices et former une cuvette étanche de retenue.

Les murs doivent être lisses et lavables, le sol et les murs ainsi que les tables de travail doivent être lavés quotidiennement et au besoin désinfectés.

Les résidus de ces matières doivent être déposés dans des récipients hermétiquement clos, et enlevés quotidiennement pour être stockés dans des lieux prévus à cet effet et ce, en vue de leur traitement ou destruction dans les conditions prévues par les lois et règlements en vigueur.

Les vidanges, nettoyages ou destructions de ces matières doivent être opérés sans risques pour l'environnement.

Art. 5. — Indépendamment des mesures de prophylaxie exigées par la nature des travaux, le nettoyage doit comporter des mesures de désinfection et de protection contre les maladies contagieuses.

Section 2

Aération et assainissement des locaux

Art. 6. — Dans les locaux affectés au travail, l'aération doit avoir lieu soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente, soit par ventilation mixte et assurer un volume d'air minimal par occupant et ce, conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière.

Art. 7. — Un système de ventilation mécanique naturelle ou mixte pour le renouvellement de l'air doit être installée dans les locaux sis en sous-sol ou dans ceux où s'effectuent des travaux à l'abri de la lumière du jour.

L'air introduit doit être prélevé à l'abri de toute source de pollution et au besoin épuré et filtré et le cas échéant, à une distance suffisante des ouvertures communiquant avec des locaux présentant des risques particuliers d'incendie.

Art. 8. — Des ouvertures donnant sur le dehors et assurant une aération et un éclairage naturel, doivent être aménagées pour les locaux fermés. Des normes différentes sont toutefois retenues lorsque les locaux sont destinés à des travaux spéciaux exigeant l'obscurité, la lumière artificielle ou une atmosphère aseptique ou lorsque les procédés technologiques de construction retenus sont spécifiques. La surface des ouvertures doit être égale au moins au sixième de la surface du sol.

Art. 9. L'atmosphère des locaux de travail et des installations sanitaires, doit être préservée de toute émanation provenant d'égouts, fosses ou autres sources d'infection.

Les dispositifs d'évacuation des eaux résiduaires et des eaux de lavage doivent être munis d'intercepteurs hydrauliques et être nettoyés et lavés quotidiennement.

Art. 10. — Lorsque les travaux réalisés entraînant la concentration de poussières ou le dégagement d'émanations nocives, insalubres ou incommodes ne peuvent être effectués dans des appareils clos et étanches, les poussières, les aérosols, ainsi que les gaz et vapeurs sont captés à leur source de protection et évacués directement au dehors des locaux de travail dans des conditions ne présentant aucun risque de pollution pour l'environnement et n'incommodant pas le voisinage.

Dans le cas de dégagement de gaz lourds, l'aspiration doit s'effectuer de façon descendante ; les tables ou appareils de travail doivent être en communication directe avec les moyens de ventilation.

Pour les poussières déterminées par des appareils mécaniques, il doit être installé, autour des appareils, des tambours en communication avec une ventilation aspirante.

Toutes opérations de traitement de matières irritantes ou toxiques et notamment, la pulvérisation, le tamisage, l'ensachage ou l'embarillage doivent être faites mécaniquement en appareil clos.

Art. 11. — Les postes de travail comportant des risques élevés d'intoxication ou d'insalubrité doivent être isolés des ateliers.

Les cabines réservées à cet usage, doivent être pourvues de système d'extraction et de renouvellement de l'air.

Les travailleurs ne séjourneront dans ces cabines que le temps minimal exigé par la nature des travaux qu'ils y effectuent et devront bénéficier d'une protection appropriée.

Art. 12. — Les travaux effectués, en espaces fermés tels que galeries, citernes, réservoirs, conduites de gaz, cuves ou tout autre lieu analogue, ne peuvent être entrepris qu'après assainissement de l'atmosphère par un système de ventilation appropriée.

Le renouvellement de l'air et l'extraction de l'air vicié, doivent être assurés pendant toute, la durée des travaux.

Les travailleurs appelés à intervenir dans les espaces fermés visés à l'alinéa premier doivent être protégés par des dispositifs de sécurité adéquats en liaison avec le type de risque auquel ils sont exposés.

En aucun cas, un travailleur exerçant dans ces conditions ne doit être laissé sans surveillance. Celle-ci doit être assurée par au moins un travailleur séjournant à l'extérieur de l'espace fermé.

Section 3

Ambiances et éléments de confort

Art. 13. — Les locaux, emplacements de travail, zones de circulation, de manutention et autres installations doivent être éclairés, de façon à assurer le confort visuel et ne provoquer aucune affection oculaire.

Pendant la présence des travailleurs sur les lieux de travail, les niveaux d'éclairement mesurés au plan de travail, ou à défaut au sol, doivent être au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Locaux affectés au travail et leur dépendances	Valeurs minimales d'éclairement
Voies de circulation intérieure	40 lux
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires.	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent.	200 lux

L'éclairage artificiel doit être d'une intensité adaptée à la nature des travaux.

Art. 14. — L'organisme employeur prend, après avis des organes compétents, toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre le froid et les intempéries.

Les fumées et gaz de combustion provenant des moyens de chauffage utilisés, doivent être rejetés en dehors des locaux.

Art. 15. — Les organismes employeurs sont tenus de maintenir l'intensité des bruits supportés par les travailleurs à un niveau compatible avec leur santé par la réduction de l'intensité des bruits à leur source d'émission, l'isolement des ateliers bruyants, l'insonorisation des locaux ou la mise en oeuvre de techniques ou de tous autres moyens appropriés et ce, conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière.

Art. 16. — Dans le cas où l'exécution des mesures de protection collectives, prévues à l'article 15 ci-dessus serait reconnue impossible, des appareils de protection individuelle appropriés doivent être mis à la disposition des travailleurs.

L'organisme employeur doit prendre toutes mesures utiles pour que ces appareils soient maintenus en bon état de fonctionnement.

Art. 17. — Indépendamment des mesures de protection intégrées aux machines et au processus de travail, les travailleurs dont les postes de travail sont exposés à des températures trop basses ou trop élevées doivent être dotés d'équipements spéciaux.

Section 4

Installations sanitaires

Art. 18. — Des installations sanitaires doivent être mises à la disposition des travailleurs. Elles doivent être pourvues d'ouvertures suffisantes ou de dispositifs assurant leur ventilation naturelle.

Le personnel féminin disposera d'installations sanitaires distinctes.

Les locaux affectés à ces installations doivent être séparés des locaux de travail et se situer à leur proximité.

Leurs sols et parois doivent être construits en matériaux imperméables et peints en ton clair.

Il doit être prévu au moins un cabinet d'aisance par tranche de 15 travailleurs. Les effluents doivent être évacués conformément aux règlements sanitaires en vigueur.

Art. 19. — Des locaux affectés aux vestiaires doivent être mis à la disposition des travailleurs et être dotés de sièges et d'armoires individuelles fermant à clé.

Art. 20. — Des lavabos à eau courante doivent être prévus par l'organisme employeur conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière.

Art. 21. — Des douches implantées à proximité ou sur les lieux de travail doivent être mises à la disposition des travailleurs exposés aux insalubrités, aux salissures et aux risques d'intoxication ou de contamination.

Annexe-F1 : Demande adressée aux
responsables concernés des cas d'étude

Annexe-F2 : Formulaire des caractéristiques du
cas d'étude

Annexe-F3 : Questions de l'entretien adressé aux
usagers

A

**Monsieur Le Directeur Général d'Algérie Poste,
Siège social, Babezzouar**

Objet : Demande d'autorisation pour effectuer quelques entretiens
au sein du siège d'Algérie Poste, dans le cadre de ma
recherche doctorale.

Monsieur,

Permettez-moi tout d'abord de me présenter : enseignante à l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme - épau (el-Harrach) et doctorante au Laboratoire Architecture et Environnement (LAE) de l'épau (PJ.1 : copie de mon certificat de scolarité). Dans le cadre de ma recherche doctorale, focalisée sur la qualité environnementale intérieure des édifices bureaux à Alger, je mène une petite investigation sur la tendance architecturale actuelle au niveau d'édifices réceptionnés et occupés (6 mois min. d'occupation). La mission première de tout architecte étant de satisfaire les futurs usagers de sa production spatiale, certains décalages peuvent se révéler après occupation des lieux, que notre recherche prend justement en charge en évaluant la qualité vécue, comparée à une qualité conçue.

Avec l'introduction de nouveaux matériaux et matières, nouveaux équipements de confort et nouvelles enveloppes, la littérature scientifique atteste que l'environnement physique dans toutes ses dimensions porte une influence non-négligeable sur la santé, le confort et, par conséquent, sur la productivité et la performance des employés de bureaux.

Tout inconfort ou insatisfaction d'utilisateur peuvent représenter une erreur de conception architecturale, nécessitant ajustement et réajustement, d'où tout l'intérêt de notre étude. Sans vouloir légitimer ces erreurs, l'architecte de son côté est assailli par une multitude de contraintes (administratives, budgétaires, sociales, techniques, conjoncturelles, ...) ; une haute qualité intérieure est donc un objectif noble mais pas toujours facile à atteindre. Le décalage entre conception et vécu est l'objet de notre étude en vue d'identifier les ajustements possibles et de faire converger, autant que possible, les deux qualités : conçue et vécue, selon les besoins et attentes des usagers à intégrer impérativement dans le processus de conception architecturale d'édifices bureaux.

Je viens donc par la présente, vous demander de bien vouloir accepter que « le siège social d'Algérie Poste » soit un de mes terrains d'enquête (PJ.2 : Lettre d'introduction). Cette enquête ne devrait pas dépasser une journée de travail, à travers une approche qui s'articule autour de quatre volets :

- 1) Identifier les cinq caractères clés de l'édifice : généralités, configuration spatiale, enveloppe, équipements de confort, réactions de occupants. (PJ.3: Formulaire)
- 2) Entretien avec l'ingénieur du confort sur les normes utilisées dans l'édifice.
- 3) Entretien avec le médecin du travail pour relever d'éventuelles plaintes d'états de santé liés à l'environnement physique.
- 4) Entretiens avec dix (10) employés fixes (8H/5j) dont cinq femmes et cinq hommes, aléatoirement choisis de bureaux différents (en plan et en hauteur), pour répondre aux quatre questions jointes en tableau (PJ.4 : tableau de réponse aux quatre questions)

Dans l'attente d'une réponse de votre part, veuillez accepter Monsieur Le Directeur Général d'Algérie Poste, mes salutations respectueuses.

Mme Chabane I.J.

- Edifice :
- **Généralités :**
 - **Nom de l'architecte ou BET :** national/ intern.
 - **Suivi de chantier par :** architecte concepteur (ou équipe)/ autre architecte (ou équipe)
 - **Année d'occupation :**
 - **Hauteur (étages) :**
 - **Alentours et vis-à-vis des fenêtres :** naturel / urbain / composé / vide / autre façade /
 - **Plan se développe en :** U, I, O, T, L,
 - **Plus grande profondeur d'un espace bureau collectif :**
 - **Surface des Bureaux (m2) dans l'immeuble:**
 - **Type d'enveloppe :** murs-rideaux / duravec menuiserie (alu., bois,)
 - **Style d'architecture :** moderne /
 - **Espaces annexes :** Garage / cantine /
 - **Nombre d'entreprises occupant l'immeuble :** une seule/ par étage/ étage partagé,
 - **Type d'entreprise:** administrative (ne reçoit pas de clients) / commerciale (reçoit clients) /
 - **Nombre approx. d'employés de bureaux fixes (8H, 5 j.):**
 - **% de travail à distance :**
 - **Majorité travaillent plus sur :** papier / écran d'ordinateur / les deux /
- **Configuration spatiale :**
 - **Type d'aménagement** (majorité/ minorité):
 - **Type de cloisons :** fixes (dur, préfabriqué, ...) / amovibles,
 - **Le même employé occupe toujours le même bureau :** oui/non
 - **Espaces de travail en groupe** (réunion, projection, ...): oui/non
 - **Espaces de détente ou loisir** (cafétéria, sport,): oui/non
- **Enveloppe :**
 - **Type d'ouverture de fenêtre :** scellée / s'ouvre à l'italienne / s'ouvre à la française/
 - **Teinte du vitrage :** oui foncée / oui claire / non
 - **Même teinte sur différentes orientations :** oui / non
 - **Brise-soleil sur façade :** oui (nord, sud, est, ouest) / non
 - **Rideaux :** extérieur (bois, pvc,...) / intérieur (pvc, tissus, ...) / pas de rideaux
 - **Vitrage insonorisant :** oui (double, triple, ...) / non
- **Equipements de confort :**
 - **HVAC système :** oui centralisé/oui décentralisé par étage/ par zone / par bureau / non
 - **Aération artificielle réglable par usager :** oui/non
 - **Bâtiment Intelligent :** oui (équipé d'un système de gestion informatisé) /non
 - **Refroidissement centralisé :** oui centralisé (saison) / par étage / par zone / par bureau / non
 - **Refroidissement réglable par usager :** oui/non
 - **Chauffage centralisé :** oui centralisé (saison) / par étage / par zone / par bureau / non
 - **Chauffage réglable par usager :** oui/non
 - **Eclairage :** lampes néons, incandescentes, économiques, LED, ...
 - **Eclairage réglable par usagers :** on-off, intensité, ... / non
 - **Choix du mobilier :** l'architecte concepteur de l'immeuble/ autre
 - **Décoration intérieure des espaces de travail :** l'architecte concepteur / autre
 - **Normes de confort employées dans l'immeuble (auprès des ingénieurs de confort) :**
- **Réactions négatives des occupants :**
 - ☐ **Santé :** problèmes liés à l'édifice
 - ☐ **Confort :** Trop de bruit/ manque d'éclairage/ température/ manque d'aération
 - ☐ **Intimité, confidentialité**
 - ☐ **Grande charge de travail**
 - ☐
- **Plaintes d'états de santé liés à l'édifice (auprès du Médecin du travail) :**

Quel est l'aspect le plus négatif dans votre espace de travail ?					Comment vous sentez-vous dans cet immeuble ?					
										Femmes
										Hommes
Quel est l'aspect le plus +tif dans votre espace de travail ?					l'espace bureau idéal à décrire (ou souhaits de changement) :					
										Femmes
										Hommes

Annexe-G : Décret législatif n°94-07 du 18/05/1994
relatif aux conditions de la production
architecturale et à l'exercice de la
profession d'architecte



الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية الشعبية

الجريدة الرسمية

اتفاقات دولية، قوانين، مراسيم
قرارات وآراء، مقررات، منشور، إعلانات وبلاغات

JOURNAL OFFICIEL

DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX - LOIS ET DECRETS
ARRETES, DECISIONS, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES

(TRADUCTION FRANÇAISE)

ABONNEMENT ANNUEL	Algérie Tunisie Maroc Libye Mauritanie	ETRANGER (Pays autres que le Maghreb)	DIRECTION ET REDACTION: SECRETARIAT GENERAL DU GOUVERNEMENT Abonnement et publicité: IMPRIMERIE OFFICIELLE 7,9 et 13 Av. A. Benbarek-ALGER Tél: 65.18.15 à 17 - C.C.P. 3200-50 ALGER Télex: 65 180 IMPOF DZ BADR: 060.300.0007 68/KG ETRANGER: (Compte devises): BADR: 060.320.0600 12
	1 An	1 An	
Edition originale.....	428,00 D.A	1.025,00 D.A	
Edition originale et sa traduction.....	856,00 D.A	2.050,00 D.A (Frais d'expédition en sus)	

Edition originale, le numéro : 5,50 dinars. Edition originale et sa traduction, le numéro : 11,00 dinars.

Numéros des années antérieures : suivant barème. Les tables sont fournies gratuitement aux abonnés.

Prière de joindre la dernière bande pour renouvellement, réclamation, et changement d'adresse.

Tarif des insertions : 35 dinars la ligne.

S O M M A I R E**DECRETS LEGISLATIFS**

- Décret législatif n° 94-07 du 7 Dhou El Hidja 1414 correspondant au 18 mai 1994 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte..... 4

DECRETS

- Décret présidentiel n° 94-110 du 7 Dhou El Hidja 1414 correspondant au 18 mai 1994 portant mesures de grâce à l'occasion de l'Aïd El-Adha..... 10
- Décret exécutif n° 94-108 du 7 Dhou El Hidja 1414 correspondant au 18 mai 1994 portant création et suppression d'établissements d'enseignement secondaire et de formation..... 11
- Décret exécutif n° 94-109 du 7 Dhou El Hidja 1414 correspondant au 18 mai 1994 portant création et suppression d'écoles fondamentales..... 13
- Décret exécutif n° 94-111 du 7 Dhou El Hidja 1414 correspondant au 18 mai 1994 modifiant et complétant le décret exécutif n° 91-145 du 12 mai 1991 portant statuts de la caisse nationale du logement (C.N.L.)..... 19

ARRETES, DECISIONS ET AVIS**MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DE L'ENERGIE**

- Arrêté du 6 Ramadhan 1414 correspondant au 16 février 1994 relatif à l'octroi d'une autorisation d'exploitation du Chott de sel de Zahrez-Chergui dans la wilaya de Djelfa à monsieur Lahrech Bachir Ben-Mohamed..... 21
- Arrêté du 6 Ramadhan 1414 correspondant au 16 février 1994 modifiant l'arrêté du 5 septembre 1992 relatif à l'octroi d'une autorisation d'exploitation de sel du Chott Zahrez-Chergui dans la wilaya de Djelfa à l'ENASEL..... 21
- Arrêté du 6 Ramadhan 1414 correspondant au 16 février 1994 relatif à l'octroi d'une autorisation d'exploitation du gisement de minerai de fer de Chaabet Ballout dans la wilaya de Souk-Ahras à l'entreprise nationale de fer et de phosphate "EN FERPHOS"..... 22
- Arrêté du 6 Ramadhan 1414 correspondant au 16 février 1994 relatif à l'octroi d'une autorisation d'exploitation de la carrière de marbre de Béni-Issaad dans la wilaya de Relizane à la fabrique de carrelages, parpaings, ourdis et solivettes Djerbir Djilali..... 23
- Arrêté du 24 Ramadhan 1414 correspondant au 6 mars 1994 portant approbation de la construction d'ouvrages électriques..... 23

DECRETS LEGISLATIFS

Décret législatif n° 94-07 du 7 Dhou El Hidja 1414 correspondant au 18 mai 1994 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte.

Le Président de l'Etat,

Vu la Constitution, notamment son article 115;

Vu la plate-forme portant consensus national sur la période transitoire, notamment ses articles 5 et 42;

Vu l'ordonnance n° 66-22 du 13 janvier 1966, relative à la profession d'architecte;

Vu l'ordonnance n° 66-154 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure civile;

Vu l'ordonnance n° 66-155 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure pénale;

Vu l'ordonnance n° 67-281 du 20 décembre 1967, relative aux fouilles et à la protection des sites et monuments historiques et naturels;

Vu l'ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975, modifiée et complétée, portant code civil;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983, relative à la protection de l'environnement;

Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987, relative à l'aménagement du territoire;

Vu la loi n° 88-01 du 12 janvier 1988, portant loi d'orientation sur les entreprises publiques économiques;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, relative à la commune;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, relative à la wilaya;

Vu la loi n° 90-22 du 18 août 1990 complétée, relative au registre du commerce;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990, relative à l'aménagement et l'urbanisme;

Vu le décret législatif n° 93-03 du 1er mars 1993 relatif à l'activité immobilière.

Décète :

TITRE I DE L'ARCHITECTURE

Section I

Principes généraux

Article 1er. — Le présent décret législatif a pour objet de fixer le cadre de la production architecturale et d'édicter les règles d'organisation et d'exercice de la profession d'architecte. Il vise en outre la promotion architecturale ainsi que la protection et la préservation du patrimoine urbain et de l'environnement bâti.

Art. 2. — L'architecture est l'expression d'un ensemble de connaissances et un savoir-faire réunis dans l'art de bâtir. Elle est l'émanation et la traduction d'une culture.

La qualité des constructions et leur insertion dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels et urbains, la préservation du patrimoine et de l'environnement bâti sont d'intérêt public.

Art. 3. — La réalisation d'œuvres architecturales doit préserver ou améliorer l'environnement. Les autorités habilitées à délivrer les permis de construire et les permis de lotir sont tenues de s'assurer du respect de cet intérêt à travers les règles d'architecture et d'urbanisme.

Art. 4. — Toute personne physique ou morale qui désire entreprendre une construction soumise au visa de l'architecte doit faire appel à un architecte agréé pour l'établissement du projet au sens de l'article 55 de la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme.

Pour la construction des ouvrages d'art, les maîtres d'ouvrages sont tenus de faire participer les architectes pour l'insertion de l'ouvrage dans le milieu environnant.

Art. 5. — Les collectivités locales dont les territoires renferment des particularités architecturales sont tenues d'établir des cahiers de prescriptions particulières.

Art. 6. — Les collectivités locales et les administrations chargées de l'urbanisme sont tenues de promouvoir par tout moyen approprié une production architecturale conforme aux lois et règlements édictés en la matière et aux caractéristiques régionales et locales.

Section 2

Des intervenants en architecture

Art. 7. — Est désigné au sens du présent décret législatif " maître de l'ouvrage " toute personne physique ou morale qui prend la responsabilité pour elle-même de faire réaliser ou transformer une construction sur un terrain dont elle est propriétaire ou dont elle a acquis les droits à construire, conformément à la réglementation et à la législation en vigueur.

Art. 8. — Est désigné par le présent décret législatif " maître de l'ouvrage délégué " toute personne physique ou morale dûment mandatée par le maître de l'ouvrage pour faire réaliser ou transformer une construction.

Art. 9. — Est désigné par le présent décret " maître d'œuvre " en architecture, l'architecte agréé qui assure la conception et le suivi de la réalisation d'une construction.

Art. 10. — Les relations entre le maître de l'ouvrage ou le maître de l'ouvrage délégué et le maître d'œuvre doivent être formulées par un contrat établi en les formes requises.

Art. 11. — L'étude de l'œuvre architecturale conçue dans le cadre d'un contrat entre un maître d'ouvrage et un architecte est la propriété du maître de l'ouvrage pour la construction prévue par le contrat. Le maître de l'ouvrage ne peut en faire un autre usage sans l'accord exprès de l'architecte.

L'architecte conserve la propriété intellectuelle de l'œuvre et peut, sauf dispositions contractuelles contraires, la faire publier. Il ne peut en faire un autre usage au profit d'un autre maître d'ouvrage qu'après l'accord du propriétaire de l'ouvrage.

Art. 12. — Tout projet architectural doit porter la mention du ou des architectes qui ont contribué à sa conception.

Art. 13. — Dans le cas de sélection d'architectes, par voie de concours national ou international, le conseil national de l'ordre des architectes peut être associé à la définition des éléments du concours.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 14. — Dans l'exercice de sa mission et conformément aux dispositions de l'article 554 du code civil, le maître d'œuvre est le défenseur des intérêts du maître de l'ouvrage, et répond de l'ensemble des actes professionnels dont il a la charge.

TITRE II

CADRE D'EXERCICE DE LA PROFESSION D'ARCHITECTURE

Section 1

Du tableau national des architectes

Art. 15. — Nul ne peut se prévaloir de la qualité d'architecte agréé ni exercer cette profession s'il n'est inscrit au tableau national des architectes. L'inscription au tableau national des architectes vaut agrément.

Art. 16. — Le tableau national des architectes comporte la liste des noms, prénoms, adresses et mode d'exercice de la profession s'il y a lieu, des personnes physiques répondant aux conditions de l'article 17 ci-dessous.

Art. 17. — Sont inscrites, à leur demande au tableau national des architectes, les personnes jouissant de leurs droits civils et qui s'engagent à exercer leur profession dans le respect des lois et règlements en vigueur et des dispositions du code des devoirs professionnels et remplissant les conditions suivantes :

1. Pour les personnes de nationalité algérienne, être titulaire d'un diplôme d'architecte reconnu par l'Etat, et avoir accompli une période de stage.

La forme, le contenu, la durée ainsi que les modalités d'accomplissement du stage sont définies par voie réglementaire.

2. Pour les personnes de nationalité étrangère, être titulaire d'un diplôme d'architecte reconnu par l'Etat. Dans ce cas, l'inscription est précaire et révocable. Les conditions particulières d'inscription et de révocabilité sont définies par voie réglementaire.

Art. 18. — Lors de leur inscription au tableau national, les architectes prêtent le serment suivant :

" أقسم بالله العلي العظيم أن أؤدي أعمالي بأمانة وشرف وأن أحافظ على التقاليد والأهداف النبيلة للمهنة واحترم قوانين الجمهورية "

devant le conseil national de l'ordre des architectes tel que défini à la section 3 du titre II du présent décret législatif.

Art. 19. — L'architecte peut exercer la profession sur l'ensemble du territoire selon l'un des modes suivants :

- à titre individuel, sous forme libérale,
- en qualité d'associé,
- en qualité de salarié.

Pour l'exercice de la profession, quel qu'en soit le mode, les personnes inscrites au tableau national des architectes doivent en faire la déclaration auprès du conseil national de l'ordre des architectes et un extrait d'inscription au tableau leur est délivré.

Section 2

Droits et obligations

Art. 20. — Tout architecte, quel que soit le mode d'exercice, doit faire connaître préalablement à tout engagement envers son client, ses liens d'intérêt personnel ou professionnel avec toute personne physique ou morale exerçant une activité dont l'objet est de tirer profit directement ou indirectement de la réalisation projetée.

Art. 21. — Le code des devoirs professionnels fixant les règles particulières à chaque mode d'exercice, les règles relatives aux honoraires des architectes et les incompatibilités éventuelles est défini par voie réglementaire sur proposition du conseil national de l'ordre des architectes.

Art. 22. — L'exercice à titre privé de la profession d'architecte est incompatible avec toutes fonctions publiques non électives dans les services de l'Etat, des collectivités locales ou les établissements publics chargés de l'architecture et de l'urbanisme.

Il est également incompatible avec l'exercice de la profession en qualité de salarié, d'entrepreneur, de promoteur industriel ou de fournisseur de matières ou d'objets employés dans la construction.

Art. 23. — L'architecte associé ne peut exercer selon un autre mode que dans la mesure où il a obtenu l'accord exprès de ses coassociés. Il doit également faire connaître à ses clients la qualité en laquelle il intervient.

Art. 24. — Dans le cadre des opérations d'intérêt public relatives à la résorption de l'habitat précaire ou de rénovation de quartiers insalubres lorsque ces opérations sont décidées par l'Etat ou les collectivités locales, tout architecte devra porter assistance à toute personne sur demande expresse du conseil local de l'ordre.

Les modalités d'application du présent article seront fixées par voie réglementaire.

Section 3

De l'ordre des architectes

Art. 25. — Il est institué un ordre national, regroupant l'ensemble des architectes inscrits au tableau national.

L'ordre national est doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière; il est placé auprès du ministre chargé de l'architecture et de l'urbanisme.

Art. 26. — L'ordre des architectes a pour missions :

- de veiller au respect des dispositions du présent décret législatif et de la réglementation relative à l'exercice de la profession d'architecte.

- de proposer le code des devoirs professionnels des architectes,

- d'établir et de tenir à jour le tableau national des architectes et d'éditer annuellement la liste des personnes physiques inscrites au tableau national,

- d'établir le règlement intérieur de l'ordre des architectes,

- de délivrer l'extrait du tableau,

- de veiller au maintien de la discipline générale à l'intérieur de l'ordre,

- de coordonner les actions des conseils locaux,

- d'examiner les requêtes formulées à l'encontre des décisions prises par les conseils locaux, notamment celles prises en matière disciplinaire,

- de contribuer au règlement des litiges entre les architectes, maîtres d'ouvrages, et entreprises lorsqu'il est sollicité,

- de représenter pour ce qui le concerne les architectes auprès des pouvoirs publics,

- de fixer les montants des cotisations, les modalités de leur perception et la part revenant aux conseils locaux,

- de représenter l'ordre des architectes auprès d'instances internationales de même nature,

- d'assister à leur demande, les maîtres d'ouvrages et les pouvoirs publics dans le cadre de l'organisation des concours et pour l'élaboration de termes de référence des projets d'intérêt régional ou national,

- de participer à la définition des programmes de l'enseignement de l'architecture, lorsqu'il est consulté.

L'ordre des architectes peut se constituer en partie civile pour ester en justice.

Art. 27. — Le conseil national de l'ordre des architectes exerce à l'égard de ses membres le pouvoir disciplinaire pour toute faute professionnelle et toute contravention aux dispositions législatives et réglementaires auxquelles l'architecte est soumis dans l'exercice de sa profession notamment :

- violation de la législation en matière de

Annexe-H : Arrêté interministériel du 15 mai 1988
portant modalités d'exercice et de
rémunération de la maîtrise d'œuvre
en bâtiment



الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية الشعبية

الجريدة الرسمية

اتفاقات دولية قوانين أوامر ومراسيم
قرارات مقررات . مناشير . إعلانات وعلامات

Abonnement annuel	Algérie Tunisie Maroc Mauritanie	Etranger	DIRECTION ET REDACTION : SECRETARIAT GENERAL DU GOUVERNEMENT Abonnements et publicité : IMPRIMERIE OFFICIELLE 7, 9 et 13 Av. A. Benbarek — ALGER Tél. : 65. 18. 15 à 17 — C.C.P. 3200-50 ALGER Télex : 65 180 IMPOF DZ
	I An	I An	
	Edition originale..... Edition originale et sa traduction.....	100 D.A. 200 D.A.	150 D.A. 300 D.A. (Frais d'expédition en sus)

Edition originale, le numéro : 2,50 dinars ; Edition originale et sa traduction, le numéro : 5 dinars. — Numéros des années antérieures : suivant barème. Les tables sont fournies gratuitement aux abonnés. Prière de joindre les dernières bandes pour renouvellement et réclamation. Changement d'adresse : ajouter 3 dinars. Tarif des inscriptions : 20 dinars la ligne

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX — LOIS, ORDONNANCES ET DECRETS
ARRETES, DECISIONS, CIRCULAIRES, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES
(TRADUCTION FRANÇAISE)

SOMMAIRE

DECRETS

Décret n° 88-210 du 25 octobre 1988 définissant les catégories des citoyens incorporables au titre de la classe 1989, p. 1127

Décret n° 88-211 du 25 octobre 1988 portant virement de crédits au sein du budget de fonctionnement du ministère de l'éducation et de la formation, p. 1128

DECISIONS INDIVIDUELLES

Décrets du 1er octobre 1988 mettant fin aux fonctions de chefs de division, membres de conseil exécutif de wilaya, p. 1128

Décret du 1er octobre 1988 mettant fin aux fonctions d'un sous-directeur au ministère des affaires étrangères, p. 1128

SOMMAIRE (suite)

Décret du 1er octobre 1988 portant nomination d'un inspecteur au ministère des transports, p. 1131

Décret du 1er octobre 1988 portant nomination d'un sous-directeur au ministère de l'enseignement supérieur, p. 1131

Décret du 1er octobre 1988 portant nomination du directeur de l'institut pédagogique national (I.P.N.), p. 1132

Décret du 1er octobre 1988 portant nomination du secrétaire général du ministère des moudjahidine, p. 1132

Décret du 19 octobre 1988 portant désignation dans les fonctions de commandant de l'école nationale de santé militaire, p. 1132

ARRETES, DECISIONS ET CIRCULAIRES

MINISTERE DES TRANSPORTS

Décision du 12 septembre 1988 portant approbation d'attribution de cent trente trois (133) licences de taxis dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, p. 1132

Arrêté du 1er octobre 1988 mettant fin aux fonctions d'un chargé d'études et de synthèse au cabinet du ministre des transports, p. 1136

MINISTERE DE LA JUSTICE

Arrêté du 18 octobre 1988 portant désignation du président et des membres de la commission électorale nationale pour le référendum du 3 novembre 1988, p. 1136

Arrêté du 18 octobre 1988 portant désignation des présidents et des membres des commissions électorales des wilayas pour le référendum du 3 novembre 1988, p. 1136

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

Arrêté interministériel du 1er octobre 1988 fixant, au profit de l'institut algérien du pétrole (I.A.P.) de Boumerdès et de ses annexes, les modalités d'application de l'article 73 de la loi n° 79-09 du 31 décembre 1979 portant loi de finances pour 1980, exonérant des droits de douanes et de la taxe unique globale à la production, certains instruments, appareils scientifiques et techniques de laboratoire, produits chimiques et composants électroniques destinés à l'enseignement et à la recherche scientifique, p. 1138

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES INDUSTRIES CHIMIQUES ET PETROCHIMIQUES

Arrêté du 11 juillet 1988 relatif à l'inventaire périodique des réserves nationales d'hydrocarbures liquides et gazeux, p. 1144

MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION

Arrêté interministériel du 26 mars 1988 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 20 novembre 1974, modifié, portant réorganisation du baccalauréat de l'enseignement secondaire, p. 1146

Arrêté du 4 octobre 1988 portant délégation de signature au chef de cabinet du ministre de l'éducation et de la formation, p. 1152

MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DE L'URBANISME ET DE LA CONSTRUCTION

Arrêté interministériel du 15 mai 1988 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'oeuvre en bâtiment, p. 1152

AVIS ET COMMUNICATIONS

Marchés. — Appels d'offres, p. 1162.

D E C R E T S

Décret n° 88-210 du 25 octobre 1988 définissant les catégories des citoyens incorporables au titre de la classe 1989.

Le Président de la République,

Sur le rapport du Haut Commissariat au service national ;

Vu la Constitution, notamment ses articles 111-10° et 152 ;

Vu l'ordonnance n° 68-82 du 16 avril 1968 portant institution du service national ;

Vu l'ordonnance n° 74-103 du 15 novembre 1974, modifiée et complétée, portant code du service national, notamment ses articles 83 et 84 ;

Vu l'ordonnance n° 75-86 du 30 décembre 1975 modifiant et complétant l'article 85 du code du service national ;

Vu l'ordonnance n° 83-01 du 12 février 1983 modifiant et complétant l'article 45 du code du service national approuvé par la loi n° 83-05 du 21 mars 1983 ;

Décrète :

Article 1er. — Sont incorporables, au titre de la classe 1989 et jusqu'à concurrence des besoins arrêtés par le Haut Commissaire au service national :

Arrêté du 4 octobre 1988 portant délégation de signature au chef de cabinet du ministre de l'éducation et de la formation.

Le ministre de l'éducation et de la formation,

Vu le décret n° 84-12 du 22 janvier 1984, modifié, portant organisation et composition du Gouvernement ;

Vu le décret n° 84-113 du 22 janvier 1984 autorisant les membres du Gouvernement à déléguer leur signature ;

Vu le décret n° 84-121 du 19 mai 1984 fixant les attributions du ministre de l'éducation nationale et celles du vice-ministre chargé de l'enseignement secondaire et technique ;

Vu le décret n° 85-119 du 21 mai 1985 déterminant les missions générales des structures et des organes de l'administration centrale des ministères, notamment ses article 19 ;

Vu l'arrêté du 1er août 1988 portant nomination de M. Kouider Aoula en qualité de chef de cabinet du ministre de l'éducation et de la formation ;

Arrête :

Article 1er. — Délégation de signature est donnée à M. Kouider Aoula, chef de cabinet, à l'effet de signer au nom du ministre, les actes afférents aux missions définies à l'article 18 du décret n° 85-119 du 21 mai 1985 susvisé, à l'exclusion des arrêtés et décisions ainsi que des actes de gestion relevant des attributions et compétences des structures et autres organes de l'administration centrale.

Art. 2. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 4 octobre 1988.

Mostefa BENAMAR

**MINISTERE DE L'AMENAGEMENT
DU TERRITOIRE, DE L'URBANISME
ET DE LA CONSTRUCTION**

Arrêté interministériel du 15 mai 1988 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment.

Le ministre de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et de la construction,

Le ministre des finances,

Le ministre du commerce,

Vu l'ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975 portant code civil, modifiée et complétée ;

Vu le décret n° 82-145 du 10 avril 1982 portant réglementation des marchés de l'opérateur public, modifié et complété ;

Vu le décret n° 83-135 du 19 février 1983 portant obligation pour toutes les entreprises publiques nationales et les entreprises privées nationales intervenant dans le cadre du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique, de détenir le certificat de qualification et de classification professionnelles ;

Vu le décret n° 84-12 du 22 janvier 1984 portant organisation et composition du Gouvernement, modifié ;

Vu le décret n° 84-116 du 12 mai 1984 portant création du bulletin officiel des marchés de l'opérateur public ;

Vu le décret n° 84-124 du 19 mai 1984 fixant les attributions du ministre du commerce ;

Vu le décret n° 84-341 du 17 novembre 1984 fixant les attributions du ministre des finances ;

Vu le décret n° 86-42 du 4 mars 1986 relatif aux attributions du ministre de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et de la construction ;

Vu le décret n° 88-72 du 29 mai 1988 modifiant et complétant le décret n° 82-145 du 10 avril 1982 portant réglementation des marchés de l'opérateur public ;

Arrêtent :

TITRE I

DISPOSITIONS GENERALES

Article 1er. — Le présent arrêté a pour objet de fixer les modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment pour le compte des administrations de l'Etat des collectivités locales et des établissements publics à caractère administratif, ci-après désignés « le Maître de l'ouvrage ».

Ce dit arrêté définit les différentes opérations de maîtrise d'œuvre en bâtiment et leur contenu, les règles particulières de passation et d'exécution des contrats y afférents, ainsi que le mode et les conditions de rémunération qui leur sont applicables.

Art. 2. — Au sens du présent arrêté, la maîtrise d'œuvre est une fonction globale couvrant les missions de conception, d'études, d'assistance, de suivi et de contrôle de la réalisation de bâtiment quelles que soient leur nature et leur destination, à l'exclusion des bâtiments à usage industriel.

Elle est exercée par le maître d'œuvre sous son entière responsabilité dans le cadre d'engagements contractuels le liant au maître de l'ouvrage.

Art. 3. — Le maître d'œuvre est une personne physique ou morale qui réunit les conditions de qualifications professionnelles, les compétences techniques et les moyens nécessaires à l'exécution des opérations de maître d'œuvre en bâtiment pour le compte du maître de l'ouvrage, en s'engageant, à l'égard de ce dernier, sur la base d'un coût d'objectif, de délais et de normes de qualité.

Le maître d'œuvre peut être notamment un architecte ou un bureau d'études spécialisé ou pluridisciplinaire, agréé conformément à la législation en vigueur.

Art. 4. — Le coût d'objectif est le coût global prévisionnel toutes taxes comprises de l'ouvrage, déterminé par le maître d'œuvre sur la base des conditions économiques prévalant au moment de l'établissement de son offre.

TITRE II

**MODALITES D'EXERCICE DE LA MAITRISE
D'ŒUVRE EN BATIMENT**

Chapitre I

Définition et contenu des missions

Art. 5. — Les missions constitutives de la maîtrise d'œuvre en bâtiment relèvent de :

- la mission « Esquisse »,
- la mission « Avant-projet »,
- la mission « Projet d'exécution »,
- la mission « Assistance dans le choix de l'entrepreneur »,
- la mission « Suivi et contrôle de l'exécution des travaux »,
- la mission « Présentation des propositions de règlement ».

L'exercice de ces missions peut inclure également toute autre prestation nécessaire à la bonne exécution du projet et définie au contrat de maîtrise d'œuvre.

Art. 6. — L'esquisse est une représentation volumétrique à l'échelle de 1/100e, de 1/200e ou de 1/500 suivant la taille du projet, précisant le parti architectural proposé. Elle comprend les indications relatives à l'implantation de l'ouvrage, aux accès, aux espaces et aux conditions de mitoyenneté.

Elle comporte le plan schématique de chacun des niveaux à l'échelle de 1/200e. L'esquisse est complétée par une note explicative sur les partis de base adoptés ainsi qu'une estimation approximative du coût de l'opération, à partir d'un devis quantitatif sommaire.

La mission esquisse est menée sur la base du programme présenté par le maître de l'ouvrage, tel que défini à l'article 17 ci-après.

Cette mission consiste à élaborer deux ou trois projets d'esquisse qui définissent un ou plusieurs partis architecturaux et à établir un rapport de présentation incluant :

- les documents graphiques,
- les pièces écrites (descriptifs, évaluation sommaire des coûts de réalisation, note comparative des esquisses).

Le maître de l'ouvrage peut demander la présentation d'une seconde et dernière série d'esquisses sur la base d'indications complémentaires.

Art. 7. — L'avant-projet est l'étude sommaire chiffrée d'une solution d'ensemble permettant de réaliser le programme arrêté. Cette étude comprend :

- le plan d'aménagement (1/100e ou 1/200e),
- le plan d'implantation (1/100e ou 1/200e),
- le plan de masse (1/200e ou 1/500e),
- les élévations des façades principales (1/100e),
- les coupes transversales et longitudinales (1/100e), nécessaire à la compréhension du projet,
- les variantes définissant les différentes solutions techniques possibles de construction.

Elle comprend en outre :

- la notice descriptive et justificative de la solution envisagée, ou des solutions envisagées,
- la note de calcul définissant les descentes de charges,
- le tableau comparatif des surfaces par rapport au programme arrêté,
- la définition des lots techniques,

ainsi que toute autre information, s'inscrivant dans les limites de cette mission et nécessaire à une meilleure appréciation de la conception et du fonctionnement du projet.

La mission « Avant-projet » est finalisée par la présentation au maître de l'ouvrage, pour approbation du dossier correspondant.

Par ailleurs, après approbation de l'avant-projet par le maître de l'ouvrage, le maître d'œuvre :

- arrête, en relation avec le laboratoire désigné par le maître de l'ouvrage et avec le concours de l'organisme chargé du contrôle technique de la construction (CTC), sur la base du plan de masse fourni dans l'avant-projet, le programme des essais et sondages à effectuer au titre de l'étude des sols ;

- assure le contrôle et l'interprétation des résultats géotechniques fournis par ladite étude ;

- assiste le maître de l'ouvrage dans l'élaboration du dossier relatif à la demande de permis de construire ;

- introduit, le cas échéant, pour le compte du maître de l'ouvrage, la demande du permis de construire auprès des autorités compétentes.

Art. 8. — Le projet d'exécution constitue l'étude descriptive, explicative et justificative des dispositions techniques proposées comprenant le dossier technique de l'ouvrage ou des ouvrages divisés en lots et tranches.

Cette étude comprend :

a) — des pièces écrites :

- * cahier des prescriptions techniques,
- * devis descriptif global et par lot,
- * devis quantitatif et estimatif global et par lot avec tableau récapitulatif,
- * planning d'exécution des travaux tous corps d'état.

b) — Des pièces graphiques :

- * plan de situation,
- * levés topographiques du terrain,
- * plan de terrassement côté avec profils en long et en travers (1/50e),
- * plan de masse et des aménagements extérieurs (1/200e),
- * plan d'implantation avec indication précise des différents niveaux et des côtes de fondation projetées, du tracé des canalisations et des branchements divers, des voiries, des abords et des plantations (1/200e),
- * plans de chaque niveau avec indication des réserves de passage des canalisations diverses d'alimentation ou d'évacuation, ainsi que des différents appareils dont l'installation est prévue (1/50e),
- * plans de fondations (1/50e),
- * plans de couvertures avec pentes (1/50e),
- * élévations des façades (1/50e),

- * coupes transversales et longitudinales (1/50e),
- * plans des aires de circulation et parking (1/200e),
- * plans des aménagements extérieurs, murs de soutènement, circulation piétons, terrasses, jardins, clôture et autres mobiliers urbains,
- * plans et profils des évacuations des eaux pluviales et usées avec indication des canalisations (1/100e),
- * plans d'implantation des espaces verts avec indication des espèces végétales,
- * plan des regards et branchements (1/20e),
- * tout document s'inscrivant dans les limites de cette mission, et nécessaire à une meilleure appréciation de la conception et du fonctionnement du projet.

c) Des pièces annexes.

Les plans de détail de tous les lots avec note de calcul à l'appui y compris ceux de voiries et réseaux divers avec les détails de raccordement aux réseaux extérieurs notamment :

- * plans des distributions d'eau en précisant l'emplacement des bouches d'incendies avec éventuellement les réservoirs d'eau (1/50e),
- * plans généraux des distributions électriques avec indication des sections principales des réseaux et des emplacements des appareils,,
- * caractéristiques des éléments des tableaux de répartition et de protection, ainsi que celles du transformateur,
- * éventuellement, les plans d'alimentation en gaz, de chauffage, de climatisation, des installations téléphoniques et de sonorisation,
- * plans de détails des menuiseries intérieures et extérieures, des ferronneries, des sanitaires et des éléments répétitifs ou particuliers,
- * plan de détails des fondations des ossatures et des maçonneries,
- * plans de détail des clôtures, au besoin,
- * systèmes constructifs et procédés techniques particuliers comprenant :
 - les documents graphiques
 - les notes de calcul
 - les procédés de mise en œuvre
 - les agréments ou avis techniques spécialisés,
- * tout document s'inscrivant dans les limites de cette mission, et nécessaire à une meilleure appréciation de la conception et du fonctionnement du projet.

Le dossier d'exécution est soumis à l'approbation du maître de l'ouvrage suivant un planning établi à cet effet.

Art. 9. — La mission « Assistance dans le choix de l'Entrepreneur », consiste, à la demande du maître de l'ouvrage à :

- préparer le dossier de consultation ou d'appel à la concurrence,
- assister le maître de l'ouvrage dans l'analyse et l'évaluation de l'offre ou des offres,
- assister le maître de l'ouvrage dans les négociations,
- assister le maître de l'ouvrage dans la mise au point définitive du marché à passer avec l'entrepreneur.

Dans tous les cas, la réception des offres est assurée par le maître de l'ouvrage, dans les conditions prévues par la réglementation en vigueur.

Art. 10. — La mission « Suivi et contrôle de l'exécution des travaux » consiste à :

- faire respecter par l'entrepreneur les clauses du marché,
- assurer le suivi permanent de l'exécution des travaux et coordonner l'ensemble des interventions conformément au planning général d'exécution,
- programmer et animer les réunions de chantier dont il établit les procès-verbaux,
- proposer, en cas de nécessité, au maître de l'ouvrage, les adaptations du projet et, après son accord, les notifications à l'entrepreneur,
- résoudre les difficultés rencontrées sur le chantier et les problèmes posés par l'entrepreneur relevant de la compétence du maître d'œuvre,
- rédiger les ordres de service et les notifier à l'entrepreneur après qu'ils soient contresignés par le maître de l'ouvrage,
- établir contradictoirement avec l'entrepreneur les attachements et en rendre compte par écrit au maître de l'ouvrage,
- assister le maître de l'ouvrage dans la réception provisoire par la formulation des réserves à signaler et à consigner dans le procès-verbal établi à cet effet. Ces réserves portent notamment sur les malfaçons, les imperfections ou tout autre défaut constatés ainsi que sur l'inexécution de prestations prévues au marché,
- veiller à la levée des réserves et proposer au maître de l'ouvrage, la réception définitive sanctionnée par un procès-verbal contradictoire contresigné par l'entrepreneur, le maître d'œuvre et le maître de l'ouvrage,
- proposer au maître de l'ouvrage les mains-levées de cautionnement et, le cas échéant, le remboursement de la retenue de garantie au profit de l'entrepreneur,
- procéder à l'établissement des plans de récolement en relation avec l'entrepreneur, et remettre au maître de l'ouvrage lors de la réception provisoire un jeu complet de plans reproductibles accompagné de trois (03) jeux complet tirés.

Art. 11. — La mission « Présentation des propositions de règlement » consiste, pour le maître d'œuvre à :

— établir les situations de travaux sur la base des documents contractuels et des attachements, les contre-signer après visa de l'entrepreneur et les présenter au maître de l'ouvrage pour paiement,

— établir les décomptes provisoires et le décompte général et définitif sur la base des situations préalablement établies,

— instruire les éventuelles réclamations de l'entrepreneur dans le cadre de l'exécution de son marché et les soumettre au maître de l'ouvrage aux fins de décision,

— assister le maître de l'ouvrage dans l'application des clauses financières du contrat, et notamment les révisions des prix et des pénalités.

Chapitre II

Du contrat de maîtrise d'œuvre

Art. 12. — La maîtrise d'œuvre donne lieu à l'établissement d'un contrat unique pour toutes les missions énumérées à l'article 5 ci-dessus.

Toutefois, lorsque la nature ou la complexité de l'opération envisagée le justifie, le maître de l'ouvrage peut, à titre exceptionnel, conclure plusieurs contrats portant chacun sur une partie seulement des missions constitutives de la maîtrise d'œuvre.

Par ailleurs, le maître de l'ouvrage disposant de moyens nécessaires peut, s'il l'estime opportun, prendre en charge directement et sous sa responsabilité, certaines missions ou parties de missions de maîtrise d'œuvre.

Art. 13. — Si une étude a été effectuée par l'architecte ou le bureau d'étude de l'entrepreneur chargé de la réalisation de l'ouvrage, le maître de l'ouvrage doit obligatoirement désigner un bureau d'étude indépendant pour assurer la mission « Suivi et contrôle de l'exécution des travaux » et la mission « Présentation des propositions de règlement ».

Art. 14. — Le contrat de maîtrise d'œuvre est conclu dans le cadre des dispositions légales en vigueur, en particulier celles régissant les marchés publics, conformément aux dispositions du présent arrêté.

Le contrat de maîtrise d'œuvre détaille le contenu des missions et fixe la composition de leur dossier respectif. Il détermine en même temps les obligations spécifiques du maître d'œuvre.

Art. 15. — Le contrat de maîtrise d'œuvre est passé selon l'une des procédures édictées par la réglementation des marchés publics en vigueur.

Les contrats de maîtrise d'œuvre relatifs à des ouvrages complexes ou exigeant des normes de qualité techniques ou architecturales particulières, et notamment les ouvrages classés dans les catégories C, D et E figurant dans l'annexe I du présent arrêté, sont conclus selon les procédures permettant une mise en compétition de candidats potentiels.

Art. 16. — Dans le respect des dispositions légales en vigueur, le maître de l'ouvrage fixe dans le dossier de consultation les critères d'évaluation des offres et les modalités de choix du maître d'œuvre.

Les critères d'évaluation à retenir peuvent être en particulier la conformité au programme, le coût, la qualité, les détails, l'esthétique et la faisabilité des études.

Art. 17. — Le maître de l'ouvrage élabore le programme de l'opération sur la base duquel sont lancées les (ou la) consultations des maîtres d'œuvre.

Le programme, établi à partir d'une ou plusieurs études de définition, indique les besoins, les objectifs et les conditions auxquelles doit satisfaire l'ouvrage. Il doit, en outre, fixer les caractéristiques fonctionnelles et techniques correspondantes.

Le programme comporte les quatre (04) parties suivantes :

1 — les données physiques essentielles :

- * plan de situation et plan topographique,
- * études préliminaires de sol,
- * les voies et réseaux existants,
- * relevés d'ordre climatique et sismique éventuelle-
ment.

2 — les besoins à satisfaire concernant notamment les surfaces, volumes, relations, etc..., nécessaires à la couverture des exigences fonctionnelles ainsi que les objectifs en matière de coût, de détail et de qualité des ouvrages.

3 — les contraintes qui résultent des diverses réglementations d'ordre technique, urbanistique ou autres qui s'imposent au maître de l'ouvrage, et par conséquent au maître d'œuvre, ainsi que les prescriptions techniques et fonctionnelles lorsqu'elles existent, les coûts des ouvrages lorsqu'ils sont normalisés.

4 — les exigences d'ordre technique et architectural.

Art. 18. — Il est fait obligation au maître de l'ouvrage de conclure une convention avec l'organisme de contrôle technique de la construction, pour toutes les constructions entrant dans le cadre des attributions de ce dernier.

La conclusion de cette convention doit intervenir immédiatement après la signature du contrat de maîtrise d'œuvre. Le maître d'œuvre est tenu d'assister le maître de l'ouvrage dans ces relations avec l'organisme de contrôle lors de l'établissement de la convention et l'obtention des visas techniques.

Art. 19. — Le maître de l'ouvrage assiste le maître d'œuvre dans ces démarches auprès des différents services et organismes publics en vue de recueillir les données et informations nécessaires à la réalisation des travaux qui lui sont confiés.

Art. 20. — Le maître d'œuvre candidat, présente au délais fixé par le maître de l'ouvrage, une offre qui fait ressortir notamment :

- le coût d'objectif de l'ouvrage,
- le coût et le contenu de chacune des missions de maîtrise d'œuvre,
- le délai et le planning d'exécution des différentes missions de la maîtrise d'œuvre,
- le délai de réalisation de l'ouvrage,
- les normes de qualité des ouvrages retenus,
- ses références, notamment dans la réalisation d'études similaires.

A cet effet, le maître d'œuvre doit s'engager envers le maître de l'ouvrage, dans le cas où il est retenu par ce dernier, à respecter les dispositions énoncées ci-dessus, sous peine de pénalités financières à prévoir dans le contrat.

Art. 21. — Le maître d'œuvre exécute les missions qui lui sont confiées par le maître de l'ouvrage, conformément aux stipulations contractuelles, aux règles de l'art et aux usages de la profession.

Le maître d'œuvre est le garant de la conformité de la réalisation avec l'étude dont il est le concepteur. Il joue un rôle d'animation et de contrôle de l'organisation du chantier.

Art. 22. — Conformément à l'article 554 du code civil, le maître d'œuvre est responsable solidairement avec l'entrepreneur pendant dix (10) ans de la destruction totale ou partielle des constructions et des ouvrages permanents alors même que la destruction proviendrait des vices de sol.

La responsabilité du maître d'œuvre s'étend aux défauts qui existent dans les constructions et ouvrages et qui menacent la sécurité ou la stabilité de l'ouvrage.

Art. 23. — Au sens du présent arrêté, les constructions, les ouvrages permanents et les défauts visés à l'article précédent sont définis comme suit :

- les constructions s'entendent de tous les ouvrages de fondations, de superstructures, de clos et de couvert,

— les ouvrages permanents s'entendent des équipements indivisiblement liés aux constructions de nature à répondre aux contraintes d'utilisation et en conformité avec les besoins de l'utilisateur.

— les défauts s'entendent de tout vice de matériau ou produit, toute malfaçon susceptible de mettre en cause immédiatement ou à terme la stabilité de l'ouvrage et son fonctionnement dans des conditions normales.

Art. 24. — Les missions prévues dans le contrat de maîtrise d'œuvre et ne pouvant être directement assurées par le maître d'œuvre sont sous-traitées par lui, sous sa garantie et sa responsabilité.

Les missions à sous-traiter sont définies dans le contrat de maîtrise d'œuvre. Le sous-traitant ou les sous-traitants doit ou doivent être préalablement agréés par le maître de l'ouvrage.

Art. 25. — Le maître de l'ouvrage correspond avec la maîtrise d'œuvre au moyen d'ordres de service qui sont des pièces écrites datées, signées, enregistrées et classées.

Les réclamations du maître d'œuvre ne suspendent pas l'effet de l'ordre de service à l'exception de celles relatives au paiement, aux délais d'approbation des différentes phases et au défaut de présentation par le maître de l'ouvrage des documents nécessaires à l'exécution de la mission, tels que prévus par le contrat de maîtrise d'œuvre et le présent texte.

Art. 26. — Les délais des études sont fixés au contrat de maîtrise d'œuvre en tenant compte de la complexité des études, de leurs répétitivité et des contraintes objectives éventuelles.

Les délais des études sont scindés en délais de phase.

A la fin de chaque phase, le maître d'œuvre remet au maître de l'ouvrage pour approbation, le dossier correspondant. Le maître de l'ouvrage accuse réception du dossier par écrit.

Les délais d'approbation des phases pour chacune des missions sont indiqués au contrat de maîtrise d'œuvre.

Les approbations des différentes phases par le maître de l'ouvrage doivent se faire par écrit avec indication exhaustive des réserves éventuelles, des orientations complémentaires et des choix arrêtés.

Art. 27. — Les délais prévisionnels d'exécution des études de sols, d'approbation des plans par l'organisme de contrôle technique de la construction et d'instruction du permis de construire sont portés au contrat de maîtrise d'œuvre. Néanmoins, les écarts par

rapport aux indications portées au contrat doivent être, lorsqu'ils entraînent des retards dans les délais des études et de lancement de l'exécution, justifiés par le maître d'œuvre. Lorsque le retard est imputable à la mauvaise diligence du maître d'œuvre, il lui est fait application d'une pénalité de retard déterminée selon les modalités fixées à l'article 29 ci-dessous.

Art. 28. — Les délais de suivi et du contrôle d'exécution des travaux sont ceux figurant dans le ou les marchés conclus avec les entrepreneurs retenus pour leur réalisation. Ces délais sont fixés conformément aux propositions contenues dans l'offre du maître d'œuvre retenu.

Art. 29. — En cas de retard dans la remise des dossiers « esquisses », « avant projet », « projet d'exécution », ainsi que dans la remise du dossier de consultation ou d'appel à la concurrence prévu dans la mission « assistance dans le choix de l'entrepreneur », il est fait application des pénalités de retard déterminées selon les modalités fixées au contrat de maîtrise d'œuvre. Ces pénalités sont assises sur le montant de la rémunération de la phase ou de la mission considérée.

Elles courent de plein droit à moins que le maître d'œuvre n'apporte en temps opportun la preuve d'une cause qui ne peut lui être imputée.

Art. 30. — Le maître d'œuvre est le seul interlocuteur de l'entrepreneur pour tout ce qui concerne l'interprétation des études, les adaptations et les modifications du projet.

Il reste entendu que les adaptations et les modifications du projet doivent être préalablement approuvées par le maître de l'ouvrage.

Art. 31. — Le contrat de maîtrise d'œuvre doit prévoir la désignation par le maître d'œuvre d'une personne chargée de le représenter auprès du maître de l'ouvrage à tous les stades de l'opération, depuis son initiation jusqu'à la réception définitive des ouvrages.

Il doit également prévoir la désignation par le maître de l'ouvrage de l'ordonnateur de l'opération, ainsi que de la personne chargée de représenter auprès du maître d'œuvre au titre du suivi de l'étude et de l'approbation des différentes phases.

Art. 32. — La personne représentant le maître d'œuvre doit être agréée par le maître de l'ouvrage avant la signature du contrat de maîtrise d'œuvre.

Le maître d'œuvre remet également la liste nominative des personnels appelés à intervenir dans la fonction de la maîtrise d'œuvre, avec leur spécialité et leur niveau de qualification.

Les changements éventuels des personnels proposés par le maître d'œuvre, pendant l'exécution du contrat,

doivent être dûment justifiés au maître de l'ouvrage et approuvés par ce dernier.

Dans ce cas, les nouveaux personnels doivent avoir une qualification au moins équivalente à celle des personnes prévues initialement.

Art. 33. — Les études deviennent, à partir de leur acceptation et de leur paiement, propriété du maître de l'ouvrage pour l'opération considérée.

Art. 34. — La répétitivité ou la répétition totale ou partielle de bâtiments-types doivent être prévues dans le contrat de maîtrise d'œuvre.

La répétitivité consiste à reproduire un ou plusieurs bâtiment-types dans le cadre d'une même opération. La répétition consiste à étudier un ou plusieurs bâtiment-types destinés à être utilisés dans le cadre de plusieurs opérations.

Une fois devenue propriété du maître de l'ouvrage, une étude de bâtiment-type peut librement être utilisée par celui-ci sans autorisation du maître d'œuvre qui l'a conçue. Ce dernier bénéficie d'une clause préférentielle pour la ou les études d'adaptation.

Art. 35. — Chaque fois qu'il n'y a pas répétition de l'étude, le contrat de maîtrise d'œuvre y afférent devra comporter une clause d'indébit.

TITRE III

DE LA RÉMUNÉRATION DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

Art. 36. — Le montant de la rémunération de maîtrise d'œuvre est une somme globale entendue toutes taxes comprises et composée de deux (02) parties distinctes :

a) une première partie fixe couvrant les missions :

- Esquisse
- Avant-projet
- Projet d'exécution
- Assistance dans le choix de l'Entrepreneur

b) une deuxième partie variable couvrant les missions :

- Suivi et contrôle de l'exécution des travaux
- Présentation des propositions de règlement

Toutefois, la rémunération correspondant à certaines missions ou prestations fournies par le maître de l'ouvrage sera déduite de la somme globale.

Art. 37. — Lorsqu'une mission de maîtrise d'œuvre a été dûment approuvée en totalité ou en partie, toute demande de modification ultérieure l'affectant ou

Annexe-I : Questionnaire adressé aux architectes praticiens

Ce questionnaire concerne les architectes en activité à Alger et qui ont eu l'occasion de concevoir des espaces bureaux.

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre d'une **étude en post-graduation** à l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger.

L'objet de l'étude est : **la qualité environnementale intérieure des espaces bureaux, à Alger, particulièrement dans les immeubles de bureaux en murs-rideaux de verre.**

Par **qualité environnementale intérieure**, nous visons **la qualité de l'environnement physique des espaces bureaux** (ambiances : éclairage, température, aération, acoustique .../ aménagements/ mobilier/ ... etc.)

- Au total, **24 questions** vous sont posées, dont la plupart sont fermées, avec une liste de réponses à cocher par ☒ ou ☒.
- **Le nombre de réponses à cocher pour chaque question est précisé sur un fond gris.**
- Les mots clés de la question sont soulignés.

*✍ Nous vous remercions d'avance pour votre précieuse contribution ✍
à cette étude*

1) Comment faites-vous pour actualiser vos connaissances dans votre profession d'architecte ?

[Veuillez cocher seulement les 3 réponses les plus importantes]

- ☐ Livres d'architecture (en version imprimée sur papier ou électronique)
- ☐ Articles dans des revues d'architecture (en version imprimée sur papier ou électronique)
- ☐ Articles de revues scientifiques d'autres domaines que l'architecture (version imprimée ou électronique)
- ☐ Conférences, séminaires, ... (rencontres scientifiques)
- ☐ Enquêtes sur terrain, sur la qualité de vos propres réalisations ou autres réalisations
- ☐ Foires nationales ou internationales
- ☐ Autre :

2) Avez-vous eu l'occasion de vérifier la qualité de vos solutions architecturales dans vos projets réalisés, après occupation des lieux (« confort » des usagers) ?

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ Oui souvent
- ☐ Oui rarement
- ☐ Non jamais

- Si oui, par quel moyen l'avez-vous, le plus souvent, fait ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Enquête formelle auprès des occupants après leur installation
- ☐ Enquête informelle auprès des occupants après leur installation
- ☐ Discussion formelle avec les gestionnaires et techniciens d'entretien
- ☐ Discussion informelle avec les gestionnaires et techniciens d'entretien
- ☐ Discussion formelle avec les propriétaires des lieux
- ☐ Discussion informelle avec les propriétaires des lieux
- ☐ Autre :

- 3) Après combien de temps d'occupation (ou d'installation), pensez-vous qu'une évaluation de qualité environnementale d'espaces intérieurs, est faisable ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ 6 mois
- ☐ 1 an
- ☐ 2 ans
- ☐ Autre :
- ☐ Ne sais pas

- 4) Avez-vous une idée de ce qu'est « l'Evaluation Post Occupation (EPO) » ou *Post Occupancy Evaluation (POE)* en anglais ?

- ☐ Oui :
- ☐ Non

- 5) Pouvez-vous donner le nombre approximatif de projets de bureaux, que vous avez conçus pour des clients, même si vous n'avez pas suivi leur réalisation? *[Mettez un chiffre sur le pointillé]*

- (toutes sortes d'espaces bureaux : édifice nouveau, aménagement intérieur d'un édifice existant ; extension d'un édifice existant; réaménagement d'espaces intérieurs)

- 6) Parmi les travaux dénombrés dans la question précédente, combien en avez-vous réalisés en assurant vous-même le suivi de chantier ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Tous ces travaux
- ☐ Plus de 50%
- ☐ Moins de 50%
- ☐ Aucun

- 7) Pour les solutions techniques de vos propres conceptions d'espaces-bureaux (climatisation, chauffage, éclairage, ...) :

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Vous faites totalement confiance aux solutions des ingénieurs (sans vérification)
- ☐ Vous vérifiez quelques points importants et en discutez avec l'ingénieur spécialiste
- ☐ Vous préférez tout discuter avec l'ingénieur et régler chaque point
- ☐ Autre :

- 8) Avez-vous déjà suivi la réalisation de projets que vous n'avez pas conçus vous-même ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Oui souvent
- ☐ Oui rarement
- ☐ Non jamais

- Si oui, vous est-il arrivé de modifier des aspects de la conception (espace/ structure/ ...) que vous avez jugé incohérents ?

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ Oui souvent
☐ Oui souvent, avec la collaboration de l'architecte concepteur
☐ Oui rarement
☐ Oui rarement, avec la collaboration de l'architecte concepteur
☐ Non jamais

9) D'après vous, à qui revient la plus grande part de responsabilité de qualité environnementale intérieure dans la réalisation d'un édifice de bureaux?

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ Maître d'ouvrage
☐ Architecte concepteur
☐ Ingénieurs spécialistes (structure, électricité, ...)
☐ Aménageur d'intérieur (designer)
☐ Entrepreneur réalisateur
☐ Techniciens gestionnaires et chargés de l'entretien après occupation
☐ Tous ces intervenants à la fois
☐ Autre :

10) A votre avis, la qualité environnementale intérieure des espaces bureaux consiste en priorité à :

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ Utiliser des matériaux de haute performance énergétique
☐ Utiliser des équipements de confort de haute technologie (climatisation, éclairage, ...)
☐ Répondre aux besoins des occupants
☐ Partitionner harmonieusement les espaces de travail (aménagement,)
☐ Utiliser un mobilier de haute qualité
☐ Autre :

11) Est-ce que le budget alloué au projet d'un édifice de bureaux, conditionne l'architecte dans le choix de solutions architecturales de haute qualité ?

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ **Oui**, plus le budget est important plus une haute qualité environnementale est facile à atteindre.
☐ **Non**, il y a des solutions architecturales de haute qualité pour tout budget.
☐ Autre :

12) Dans un édifice de bureaux, pensez-vous que la qualité de l'environnement physique intérieur (aménagement, mobilier, aération, éclairage, ...) puisse influencer positivement ou négativement la productivité et la performance des travailleurs occupants ?

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ Oui : Faible qualité ⇨ Faible efficacité
☐ Oui : Haute qualité ⇨ Haute efficacité
☐ Non, aucune influence
☐ Ne sais pas

13) Pensez-vous que dans un édifice de bureaux, l'environnement physique intérieur puisse avoir des effets négatifs sur la santé des travailleurs occupants ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Ne sais pas

14) Avez-vous déjà utilisé l'enveloppe en murs-rideaux de verre dans vos conceptions d'espaces bureaux ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Oui souvent
- ☐ Oui rarement
- ☐ Non jamais

15) A votre avis, la majorité des immeubles de bureaux qui sont en murs-rideaux de verre à Alger, c'est plutôt :

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Le maître d'ouvrage qui impose le matériau ?
- ☐ Ou l'architecte qui le propose ?
- ☐ Ne sais pas
- ☐ Autre :

16) Selon vous, quel est la qualité dominante du mur-rideau de verre qui pousse les architectes, chez nous, à l'employer dans leurs projets d'immeubles de bureaux ?

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ L'aspect esthétique extérieur
- ☐ Ça représente la "modernité"
- ☐ Pour refléter le standing de l'entreprise
- ☐ Sa qualité de transparence à la lumière du jour
- ☐ Sa qualité de captage de chaleur par ensoleillement direct
- ☐ Par effet de mode
- ☐ Autre :

17) Pensez-vous qu'à Alger, un édifice de bureaux en murs-rideaux de verre de grande qualité environnementale intérieure, devrait être :

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Hermétique au climat extérieur avec une climatisation intérieure réglée selon le confort des usagers (fenêtres scellées)
- ☐ Avec fenêtres ouvrables permettant une aération naturelle (seule ou combinée à une aération artificielle)
- ☐ Autre :

18) L'éclairage de bureaux en murs-rideaux de verre, de grande qualité environnementale intérieure, devrait être:

Veillez cocher une seule réponse

- ☐ Exclusivement Naturel
- ☐ Exclusivement Artificiel
- ☐ Combiné à dominance naturelle
- ☐ Combiné à dominance artificielle
- ☐ Autre :

19) On parle souvent **"d'effet de serre"** (grande chaleur) engendré par ce type d'architecture. Pensez-vous que ce phénomène :

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ n'est pas très influent et peut être négligeable
- ☐ est très influent et irrémédiable
- ☐ est très influent mais maîtrisable par des solutions architecturales
- ☐ Autre :

20) D'après vous, à Alger, quel est l'immeuble de bureaux en murs-rideaux de verre, **le plus représentatif d'une grande qualité environnementale intérieure** ?

.....

21) Etes-vous un homme ou une femme ?

- ☐ Homme
- ☐ Femme

22) Situez votre âge parmi les tranches suivantes ?

- ☐ 25 à 34 ans
- ☐ 35 à 44 ans
- ☐ 45 à 54 ans
- ☐ 55 à 64 ans
- ☐ 65 à 75 ans
- ☐ Plus de 75 ans

23) Quel est votre niveau de formation ?

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ Diplôme universitaire en architecture
- ☐ Magister ou master en architecture
- ☐ Doctorat en architecture
- ☐ Autre(s) formation(s) :

24) La plupart du temps, vous travaillez sur vos conceptions architecturales plutôt :

Veuillez cocher une seule réponse

- ☐ de manière individuelle ;
- ☐ en groupe avec des confrères (autres architectes) ;
- ☐ avec d'autres profils : sociologue, psychologue, ingénieur en génie-civil, ingénieur en électricité, ...etc.

[précisez :

- ☐ Autre :

 Nous vous remercions encore une fois pour votre précieuse contribution

Annexe-J : Article à paraître dans le n°26 de mars 2018, de la revue« Courrier du savoir » de l'université « Mohamed Khider » de Biskra, pp.79-89

INTEGRATION DU FEEDBACK DANS LA PRODUCTION ARCHITECTURALE DES ESPACES BUREAUX, POUR UNE MEILLEURE QUALITE ENVIRONNEMENTALE INTERIEURE

IMANE JOUD CHABANE, RAFIK BENSALEM, AÏCHA BOUSSOUALIM

Laboratoire Architecture et Environnement –LAE, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme –EPAU, Alger

imane_chabane@yahoo.fr ; rbensalem@yahoo.com ; aicha.boussoualim@gmail.com

RESUME

La qualité environnementale intérieure (plus connue en anglais sous « Indoor Environmental Quality –IEQ ») des espaces bureaux est tributaire du bien-être des usagers. L'état de santé et de satisfaction des usagers, sont les mesures-clés de cette qualité. Dans la production architecturale des espaces bureaux, aspirer à une grande qualité environnementale intérieure est une chose, mais la réaliser est autre chose. En effet, le schéma de production architecturale d'un espace de vie rassemble un nombre important d'intervenants qui ne se concertent pas toujours sur le projet et ne partagent pas toujours les mêmes connaissances et références. Sous ce schéma, les interventions se succèdent de manière linéaire et d'étape en étape le relais de responsabilité de grande qualité n'est souvent pas assuré. Bien que l'architecte concepteur du projet soit responsable de l'orchestration de tout le processus de production, mais lui-même est acculé de missions et de pressions, souvent difficiles à concentrer et faire converger vers une qualité d'usage. D'autres qualités prennent alors le dessus comme l'esthétique, l'image, la fonctionnalité, l'économie, etc. Alors que sans l'usage la fonction d'architecte n'existerait pas, un lien « ombilical » aujourd'hui rompu, qu'il faudrait reconstituer.

Ce constat de carence est devenu une généralité mondiale. Nombreuses études existent depuis les années 70 remettant en cause cette linéarité pour renouer le lien « ombilical » entre architecture et usage. Dans cet article, nous faisons le constat de carences dans le schéma linéaire, entravant la qualité d'usage des espaces bureaux et nous rapportons de la recherche scientifique un schéma en boucle plus qu'intéressant, qui se nourrit en permanence d'un feedback scientifique sur les projets occupés. Un retour d'expérience pertinent pour l'architecte qui améliorerait la qualité "vécue" des espaces bureaux et éviterait la répétition des erreurs architecturales. Dans cet article, est aussi fait le constat de carence dans le contexte algérien, à travers la lecture des textes juridiques sur les missions de l'architecte et une enquête par questionnaire sur les pratiques d'architectes praticiens. Au bout du constat, la recherche scientifique émerge comme responsable principale de l'amélioration du schéma de production architectural et de la qualité environnementale intérieure des espaces bureaux.

MOTS CLES: schéma de production architecturale, schéma linéaire, schéma en boucle, espaces bureaux, qualité environnementale intérieure -IEQ, bien-être et satisfaction des usagers, feedback, Post Occupancy Evaluation -POE.

1 INTRODUCTION

La forme la plus classique et la plus répandue du processus de production architecturale est la forme linéaire dite modèle « traditionnel » [6] où les étapes se succèdent en cascade (Fig.1). Ce processus commence par la préparation des besoins du maître d'ouvrage, lors de meeting ou autre, et progresse à travers la conception puis la construction pour aboutir finalement à l'occupation de l'édifice livré.

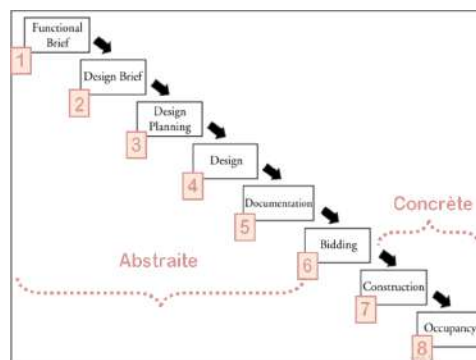


Figure 01: Modèle linéaire de la succession des étapes de production architecturale [6]

Ce schéma se divise en deux parties : une partie « abstraite » regroupant les six premières depuis l'intention des propriétaires jusqu'à la soumission du projet par l'architecte, et la seconde partie « concrète » regroupant les deux dernières étapes de construction et d'occupation du projet. Les acteurs de ces étapes interviennent de manière successive, en fonction des exigences de chaque étape. Le **promoteur ou propriétaire** exprimant ses intentions à l'architecte chargé de la conception du projet, puis **l'architecte** (ou l'équipe d'architectes) chargé de comprendre le souhait de son client (*design brief*), d'effectuer la programmation en fonction des potentialités et ressources du site, travaillant notamment avec des sociologues et économistes, de la commande du client et de ses connaissances du type d'espace demandé (*design planning*). Puis cet architecte passe à l'étape d'étude conceptuelle où il concrétise toutes les connaissances abstraites sous forme d'un projet (*design*) en concertation et en études convergentes pluridisciplinaires d'ingénieurs et consultants de différents profils liés à l'architecture. Le résultat de cette formalisation du projet est représenté en dessin compréhensible (*documentation*), qu'il soumet aux parties concernées notamment le client et les autorités liées au projet (*bidding*). Intervient alors le **constructeur ou entrepreneur**, chargé de réaliser le projet accepté et de traduire sa représentation graphique en espace réel des fondations aux couvertures (*construction*). Cette opération ne peut se réaliser convenablement que sous le suivi vigilant de l'architecte concepteur, le mieux placé pour palier aux inconvenances entre dessin et terrain et redresser le cours de la réalisation en cas de grands problèmes en termes de technicité, gestion de temps, etc. Enfin, une fois le produit architectural fini et livré, les **usagers** s'y installent et deviennent avec les **gestionnaires**, chargés de l'entretien et la maintenance, les occupants de l'édifice (*occupancy*). Ces derniers acteurs vont donc subir et agir sur l'espace réalisé et c'est leur satisfaction qui déterminera la qualité environnementale intérieure de l'édifice.

2 LES CONSEQUENCES DE LA LINEARITE DU SCHEMA DE PRODUCTION ARCHITECTURALE

Il est clair que la responsabilité de l'architecte est très importante car pas moins de sept étapes sur huit lui reviennent (revoir fig.1). Même si en coordination pluridisciplinaire avec d'autres acteurs, il reste le **coordonnateur** qui doit aboutir à une formalisation concrète d'idées abstraites et qu'il doit suivre jusqu'à la livraison finale du projet pour palier aux changements nécessaires d'adaptation au site. Lorsque sa mission s'arrête à la livraison, nous sommes justement dans le schéma LINEAIRE, figuré plus haut. Sans retour sur l'espace produit pour y évaluer le décalage entre la qualité d'usage "projetée" et celle "vécue". L'architecte ne pourra donc intervenir sur l'ajustement des erreurs du cas en question et ces erreurs se répéteront forcément dans les projets futurs.

Ces erreurs sont dues souvent au fait que les acteurs du schéma linéaire, ne puisent jamais leurs connaissances des mêmes sources et références et ne procèdent pas systématiquement à des échanges ou coordination de leurs connaissances respectives. Les intérêts et objectifs de ces intervenants étant souvent différents, cela engendre plusieurs possibilités d'erreurs, d'omissions de négligence ou d'irresponsabilité, parfois bien coûteuses aux gestionnaires et non sans effets négatifs sur les usagers [9].

Quelques cas de figure, rapportés en littérature scientifique, peuvent illustrer ces erreurs architecturales. Elles peuvent incomber aux ingénieurs et leur tendance à la standardisation ; ou à l'entrepreneur constructeur face au budget insuffisant alloué aux matériaux ou aux délais pressés de finalisation.

2.1 Un système d'aération passe-partout

Face à la méconnaissance des architectes et leur manque d'exigence, conjugués souvent au faible budget alloué au volet technique, les ingénieurs se tournent fortement vers la standardisation. Dans le cas de la ventilation mécanique ou le HVAC système (Heating Ventilation & Air-Conditioning system), les ingénieurs appliquent généralement des formules routinières dans la conception des systèmes de distribution de l'air à travers un édifice. Ces mêmes conceptions sont agrandies pour les grands édifices et réduites pour les petits édifices. La quantité de mètres carrés à ventiler détermine la longueur et la largeur des conduites, qui déterminent par conséquent la puissance de l'équipement. **Plus les caractéristiques et détails de l'installation sont standardisés, moins cher est le système à concevoir et installer.**

Un exemple concret, courant à Alger, illustre cela : la centralisation du HVAC système indépendamment de l'orientation des espaces, qu'ils soient exposés ou pas à un apport important de chaleur qu'est l'ensoleillement direct [2]. Cela engendre des plaintes du manque d'aération et d'une chaleur insupportable de la part des occupants des bureaux exposés au soleil, en saison chaude. En même temps, les occupants de bureaux non-exposés au soleil se plaignent d'excès d'aération, obstruant les amenées d'air par du papier scotché au plafond. Ils se plaignent aussi de grand froid, pouvant même prévoir un habit de plus en plein été. **L'effet de serre engendré par le vitrage dans les bureaux exposés au soleil, augmente sensiblement la température de l'air évacué des bureaux à la fois nord et sud, engendrant un retour d'air très chaud auquel le système d'aération doit réagir en refroidissant avec plus d'énergie l'air neuf (voir Fig.2), qui une fois soufflé reste insuffisant pour les occupants des bureaux ensoleillés et excessif pour les occupants de bureaux non-ensoleillés.** [2]

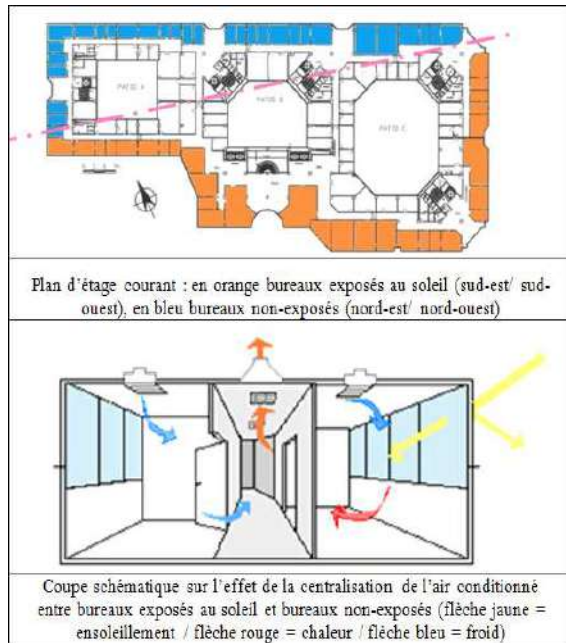


Figure 02 : La centralisation du HVAC système dans un immeuble de bureaux à Alger [2]

Dans ce cas de figure, une décentralisation du HVAC système semble plus que nécessaire. Avec les années d'occupation, le budget réduit au moment de l'installation s'est largement multiplié avec la consommation énergétique incommensurable de l'HVAC système centralisé. Ainsi que l'inconfort subi par les usagers qui ne peut qu'engendrer une baisse de productivité et des effets non-négligeables sur leur santé.

Même si d'aspect technique, cette erreur qui se répète dans les édifices de bureaux, incombe à l'architecte. Son retour sur une de ses réalisations pour y évaluer le confort des usagers, aurait rapidement révélé cette erreur et le rendrait ainsi, dans ses projets futurs, plus convainquant auprès du maître d'ouvrage sur le budget technique et plus exigeant envers l'ingénieur sur des solutions mieux adaptées.

2.2 Des erreurs de construction

L'étape de construction est cruciale où de nombreux changements sont effectués, certains sous forme d'ordres de changement approuvés par l'architecte et le maître d'ouvrage, **mais d'autres simplement glissés suite à des discussions verbales, ou parfois sans contrôle ni approbation, du propre de l'entrepreneur.** Cela revient au fait que l'entrepreneur a ses propres priorités et son propre agenda pour que le travail soit fini. Dans ce cas d'ailleurs, plus l'édifice est grand et complexe, plus nombreux sont les changements de fin de réalisation que le constructeur entreprend pour accommoder les conditions imprévues qui pourraient augmenter les coûts et allonger le temps de réalisation de l'édifice. C'est pourquoi un contrôle continu de la construction est plus que nécessaire et non pas

par d'autres architectes qui ne connaissent pas le projet, comme c'est souvent le cas, mais par les architectes et ingénieurs concepteurs.

Un exemple souvent cité en littérature scientifique illustre cela [9] : un édifice de bureaux du gouvernement canadien, bien que ancien mais devenu légendaire par les erreurs révélées dès son occupation. L'édifice « les terrasses de la chaudière » (Ottawa) a été conçu haut et **hermétique** avec des façades en brique rouge. L'année même de son occupation en 1979, ses occupants ont refusé de continuer à y travailler, se plaignant d'un air intérieur pollué. Les premiers prélèvements d'échantillons-tests de l'air intérieur n'ont montré aucune contrainte, et l'équipe d'experts a déclaré que les conditions dans l'édifice étaient acceptables. Mais les plaintes des occupants s'intensifiaient et quelques mois plus tard, certains occupants prenaient de longs congés de maladie et d'autres effectuaient leur travail à la maison afin d'éviter l'édifice. Une année plus tard, de nouvelles plaintes ont porté sur de mauvaises odeurs propagées dans l'édifice. A ce moment là, une seconde enquête a permis de découvrir qu'un **regard de drainage d'égout manquait au bas d'un des ascenseurs. Conçu dans le projet mais omis durant la construction, l'erreur a apparemment engendré de mauvaises odeurs, causant des nausées, vertiges et maux de tête parmi les travailleurs.** Elle a été corrigée, mais les symptômes et les plaintes d'air pollué, ont longtemps persisté après. Plus tard, face aux plaintes persistantes, de nouveaux tests de qualité d'air ont été effectués. **Les résultats ont dangereusement révélé des taux élevés de formaldéhyde¹ et de trichloréthylène², des gaz connus pour leur toxicité.**

¹Le formaldéhyde est une base peu coûteuse qui entre dans la composition chimique de nombreuses matières comme les bois agglomérés, des papiers, des textiles, etc. Il est considéré comme un « aérocontaminant » et donc un polluant mais au vu de sa biodégradation rapide sa concentration extérieure est plus souvent inférieure à celle intérieure. En 1985, l'OMS a recommandé une teneur inférieure ou égale à 0,12 mg/m³ d'air intérieur dans les maisons et les bureaux. La fumée de tabac est la plus importante source de formaldéhyde dans l'air intérieur, qui peut être engendrée aussi par les panneaux agglomérés, les mousses isolantes urée-formol, les matériaux de revêtement de surface, (moquette, peinture, tapis, etc.), les enduits préservateurs de bois, surfaces plastiques, produits nettoyants pour sols ou désinfectants, etc.. Les effets sur la santé du Formaldéhyde sont connus depuis bien longtemps, d'ailleurs **les mousses urée-formol d'isolation thermique ont été interdites au Canada en 1980 et aux USA en 1982**, car sa concentration augmentait avec l'augmentation de la température et l'humidité, fluctuant dans la journée et selon les saisons. Le formaldéhyde est considéré par évidence, comme cancérigène pour l'animal et « probablement » cancérigène pour l'Homme. Le renouvellement d'air par une ventilation régulière avec air neuf est une solution. Ainsi que la présence de plantes qui ont un grand pouvoir de filtration de l'air intérieur, comme l'a démontré la NASA dans ses expériences. . [3]

²Trichloréthylène (TCE) : c'est un gaz qui devient toxique en dépassant 1 mg/m³ d'air, durant une exposition de 24 heures (selon l'OMS). Il entre dans la composition des encres, peintures, laques, vernis, adhésifs, etc. Il est connu pour son effet cancérigène hépatique probable. Pour sa filtration, la plante du « Lierre » est une plante efficace, diminuant sa concentration dans l'air. [3]

A ce moment là, l'édifice était complètement occupé, et près de 6000 travailleurs y étaient affectés. On rapportait des plaintes sur la température intérieure inconfortable, manque d'air, conduites bruyantes, maux de tête, épuisement et maux de gorge. La cause de cette pollution toxique potentielle a été attribuée à l'usage d'un isolant thermique en **mousses d'urée-formol, pourtant reconnu pour sa toxicité et interdit d'usage au Canada et aux USA. Mais l'entreprise de réalisation n'y a pas fait cas.** A la fin de l'année 1981, les journaux ont rapporté des réclamations de travailleurs sur des taux élevés de fausses-couches et grossesses à risques.

En 1985, les travailleurs se plaignaient toujours et une des dernières études commissionnées a enquêté en profondeur sur le dispositif d'aération (hermétique), notamment là où le système de traitement d'air mélange l'air aspiré de l'extérieur (air neuf) avec une portion de l'air tiède de retour, de circulation à travers l'édifice. L'étude a révélé que **l'espace où s'effectue ce mélange n'a pas été correctement construit. Des morceaux de béton bloquaient le retour du cours d'air renouvelé dans l'édifice. L'air soufflée dans les espaces bureaux n'était donc pas renouvelé et rafraîchi par l'air frais aspiré de l'extérieur et n'était pas soufflé en volume correcte.**

Cet exemple est loin d'être unique, il est très **représentatif du manque de contrôle de la construction conformément au projet conçu et de l'irresponsabilité de l'entrepreneur et de l'architecte qui devait assurer le suivi.** Plus de contact avec les architectes et ingénieurs, ainsi que le **feedback de projets après occupation, permettrait aux entrepreneurs (et tous les autres intervenants) de prendre au moins conscience de la gravité des erreurs qu'elles soient volontaires ou involontaires.**

2.3 Un nouvel aménagement au moment de l'occupation

Souvent, le décalage entre conception en amont et aménagement en aval peut être problématique. Chabane [2] rapporte l'exemple d'un édifice hermétique à Alger, conçu et réalisé pour abriter une organisation en bureaux paysagers avec une installation conséquente des conduites et bouches d'aération (soufflage et récupération). Puis au moment de l'installation, il y a eu changement d'aménagement avec organisation en bureaux cloisonnés, qui nécessitent un dimensionnement et une répartition différente des bouches et conduites d'aération. Les conséquences de ce changement ont été fortement exprimées par des plaintes des usagers sur le manque d'aération, grande chaleur, ou trop d'aération et grand froid, bruit des conduites (surdimensionnées), etc. Au final, les gestionnaires de l'espace se sont retrouvés avec des espaces en manque d'aération, ou en excès d'aération ou en absence totale d'aération. Un chaos qui ne pouvait qu'affaiblir la qualité environnementale de ces espaces bureaux.

3 LE SCHEMA EN BOUCLE, UNE SOLUTION PERTINENTE

Le schéma linéaire de la production architecturale, coupe l'architecte du "projet vécu", en usage. Il coupe le "cordon ombilical" entre l'architecte et l'utilisateur, alors que la fonction d'architecte sans le bien-être de l'utilisateur, n'existerait pas. Afin de reconstituer ce "cordon", **le feedback est plus que nécessaire**, à travers des évaluations de qualité d'usage après occupation. Ce feedback n'existe souvent que dans l'enceinte des centres de recherche (universitaire ou autres) et ne parvient que rarement aux architectes, alors qu'il devrait être vulgarisé et diminuer les erreurs de production. Ces publications de feedback sont souvent restreintes à des revues scientifiques financièrement inaccessibles et méthodologiquement trop détaillées, à ennuyer l'architecte praticien. Reste alors des sources documentaires inopportunes car elles ne portent souvent que sur des aspects esthétiques et techniques des projets, bien loin des besoins des usagers (projets archivés, revues et magazines d'architecture ou logiciels d'évaluation). Les projets archivés sont souvent inaccessibles et dans le cas contraire, ils s'arrêtent à la livraison du projet sans mention aucune de l'après-occupation. La majorité des bureaux d'étude abondent de revues et magazines qui font la promotion plastique et technique d'œuvres architecturales, souvent luxueux pour leur haute qualité d'impression mais pauvres en critique et analyse de projets car ils s'arrêtent à la conception ou à la livraison du projet mais jamais au-delà. Quant aux logiciels d'engineering ou de simulation (tels que RADIANCE pour l'évaluation d'éclairage, ou ESP-r pour les mesures de performance énergétique), ils pourraient constituer une source de feedback technique intéressante de par leur puissance mais leur complexité les rend souvent inaccessibles à la majorité des architectes et les situations chiffrées qu'ils simulent ne peuvent exprimer le ressenti ou la perception des usagers. [6]

Après livraison du projet et occupation des lieux les problèmes surgissant, vont nécessiter la consultation d'architectes pour résoudre ces problèmes. Malheureusement, d'autres architectes que les concepteurs-mêmes sont consultés. Au lieu de faire appel aux architectes d'origine qui ont réalisé l'édifice et qui sont plus aptes à corriger des erreurs ou améliorer des performances ; les propriétaires font plutôt appel à d'autres consultants privés pour évaluer et suggérer des solutions. C'est pourquoi **les leçons acquises des enquêtes privées n'atteignent généralement pas le cycle du processus de réalisation en feedback et cela implique souvent que les mêmes problèmes se répètent.** [6]

Face à cet état de fait, la recherche revendique un « savoir » objectif et accessible aux praticiens qui ne peut se construire que sur la base d'une recherche systématique avec des outils méthodologiques précis, notamment l'observation, l'entretien, le questionnaire et les mesures de variables physiques, etc. Bref, un feedback bien connu aujourd'hui sous le nom de « Post-Occupancy Evaluation – POE », traduit en français par « Evaluation Post Installation ». Une approche ancienne en recherche environnementale (depuis les années 60), qui s'applique à

tous types d'espaces produits et permet de constituer un savoir cumulé accessible à tout concepteur. Mais à cette solution, s'opposent quelques entraves chez l'architecte praticien [8] dont essentiellement une phobie de la recherche scientifique, impliquant qu'il se contente du savoir pratique limité (une sorte « d'aide-mémoire ») et se détourne de l'obligation d'apporter des preuves à ses actions. Une production basée essentiellement sur l'expérience et l'intuition personnelle, engendrant un effet mystique autour du projet et rendant difficile la remise en cause par le client. Aussi, dans la majorité des villes du monde et notamment à Alger, la prestation de l'architecte ne comprend pas l'évaluation post-installation et dans le budget alloué au projet, aucune part n'est attribuée à cette évaluation. Les architectes ne reviennent donc jamais ou que très rarement sur leur production occupée, pour analyser.

La solution serait donc l'élaboration d'une base de données, une référence de connaissances mise à disposition des architectes et tous les autres intervenants dans la production de l'espace architectural. Une source commune où figurent les retours d'expérience de nombreuses réalisations de projets d'espaces de bureaux et où santé et bien-être des usagers constitueraient la référence de mesure de qualité. Le schéma linéaire se transformerait alors en une boucle, diminuant le risque d'erreur architecturale (Fig.3).

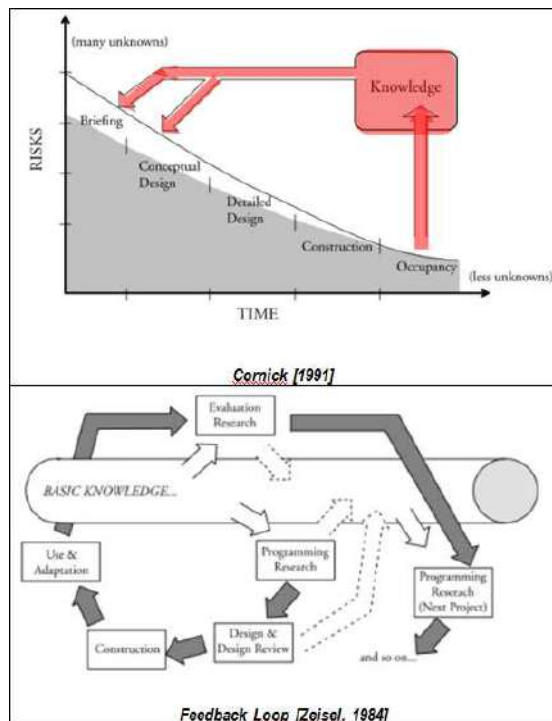


Figure 03: Révision du schéma linéaire de production architecturale en intégrant le « feedback » de connaissances. [6]

En Amérique du nord, la POE a dépassé le domaine académique, investissant depuis bien longtemps les institutions publiques comme : la « US General Services Administration », « Administrative Office of the US Courts », « Public Works Canada », etc. 50.000 POEs ont été dénombrées aux USA, jusqu'au début des années 2000 [10]. En Europe aussi, nombreux programmes ont été initiés afin d'intégrer l'évaluation des édifices après installation et fonctionnement, dans les politiques d'évaluation des environnements bâtis avec un avant-plan d'intérêt public. D'autre part, dans le domaine privé, nombreux bureaux d'étude ont initié des programmes où ils évaluent la performance des édifices parmi les services qu'ils offrent à leurs clients.

Les exemples de mise en pratique de la POE sont catégorisés par les chercheurs en cinq thématiques, selon leurs objectifs ou leurs portées : « pour réglage ou ajustement de la qualité » ; comme diagnostic pour « corriger l'erreur » ; « pour tester l'innovation » et enfin « constituer une base de données pour maintenir la qualité » [10].

3.1 Ajustement de la qualité

L'ajustement après occupation des lieux, concerne la qualité vécue et fonctionnelle de l'édifice. Comme exemple, l'Etat américain a lancé le plus grand programme de construction de **160 nouvelles cours de justice**. Chaque projet construit et occupé a été soumis à une POE, par une équipe d'enquêteurs à travers des entretiens et l'observation de l'activité des usagers à l'intérieur. Ces POEs ont été utilisées pour **améliorer et affiner la qualité vécue dans les tribunaux**. A l'issue de cette initiative, le « guide américain de conception de tribunaux » (« US courts design guide ») a été révisé et actualisé. C'est devenu un document indispensable aux juges, architectes, gestionnaires de projet et consultants dans la projection et construction de nouvelles cours de justice. Dans un autre exemple pertinent, une entreprise américaine de fabrication de médicaments (Ciba-Geigy) a entrepris la construction d'un grand laboratoire de recherche à New York. Pour cela, le BET d'architecture et d'engineering (firme HLW) ainsi que l'entreprise de réalisation (Sordoni Skansa) choisies, devaient remplir trois conditions pour encaisser le profit qui devait leur être dû à l'issue du projet. Les trois conditions consistaient à : livrer l'édifice à temps sans aucun retard ; livrer l'édifice sans aucun surplus de dépense en dehors du budget initial alloué au projet ; et enfin effectuer une POE après occupation pour ajuster et régler l'environnement à un niveau de haute qualité vécue. A l'issue de cette POE, les résultats devaient atteindre 70% de taux de satisfaction pour que les conditions soient complètement remplies. Le BET et l'entrepreneur ont accepté le défi et ils ont consulté des scientifiques de différents profils tout au long du processus de production. Durant ces consultations, différentes alternatives étaient testées par des simulations et des maquettes grandeur nature. L'équipe de BET et entreprise de réalisation, on réussi à remplir les deux premières conditions et la dernière condition de satisfaction à un taux de 70% a dû être ajustée par quelques changements

d'aménagement, au gré des besoins exprimés des usagers. Depuis, l'entreprise de réalisation a adopté la POE dans nombreux autres projets. [10]

Ce dernier exemple est très illustratif de ce qui devrait générer une loi applicable à toute production architecturale dans notre pays, où la mission de l'architecte ne s'arrêterait qu'après garantie de qualité environnementale vécue, après installation des usagers.

3.2 Corriger l'erreur

Le nombre publié d'évaluations diagnostic est très important, relevant de problèmes exprimés souvent par des malaises et inconfort chez les usagers. Parmi ces exemples aux années 80, un bureau d'études d'architecture américain a eu écho de plaintes d'usager d'un édifice de bureaux qu'il a conçu, quelques temps après sa livraison. Ce même BET a conduit une POE au sein de l'édifice et a découvert que le réseau de canalisation du chauffage n'a jamais été connecté à la source par les fournisseurs de l'équipement. Le problème technique était donc solvable et les plaintes se sont atténuées après branchement. [10]

3.3 Tester l'innovation

La POE servirait à tester une solution architecturale ou un édifice qui sont innovants afin de les généraliser ou pas en pratique architecturale, comme ça aurait dû être le cas du mur-rideau de verre hermétique largement propagé à Alger depuis la fin des années 90, sans avoir été testé avec POE. Un exemple pertinent aux USA, rapporté par Zimring [10], illustre clairement cette catégorie. A la fin des années 90, dans l'Etat du Minnesota aux USA, le ministère des ressources naturelles (« Minnesota Department of Natural Resources –DNR») a adopté une nouvelle politique dans la gestion de l'environnement. L'organisation du travail de ses équipes s'est vue changer d'une distinction par discipline vers des groupes multidisciplinaires qui s'organisent par écosystème. A l'issue de cette restructuration, de nouveaux centres régionaux devaient être construits où les usagers étaient des biologistes de la vie sauvage, des spécialistes de l'eau et de l'air, etc. Ces centres devaient s'inscrire dans un cadre écologique de moindre consommation énergétique et moindre impact sur la nature et soutenir aussi la collaboration multidisciplinaire entre ses usagers. Après la construction et l'occupation des deux premiers centres, le ministère a fait appel à une équipe universitaire pour faire évaluer en POE leur qualité vécue et leur performance. A quelques recommandations près, les deux centres étaient une réussite et le ministère a joint en annexe les résultats des POEs dans sa demande budgétaire en vue de construire le troisième centre. Ces résultats de POE ont fortement joué en faveur d'une réponse favorable à la demande car ils ont permis à la hiérarchie sollicitée une compréhension complète et détaillée du projet souhaité. A l'issue des POEs, un guide de conception de ce type de centre devait être établi. [10]

3.4 Une base de données pour maintenir la qualité

Une base de données serait la synthèse d'un cumul d'évaluations POEs, spécifiques à des catégories d'édifices ou à des aspects environnementaux. Cette base de connaissances, au-delà du fait qu'elle contribue à la production architecturale de qualité, elle **constitue une source argumentaire** pour que l'architecte persuade le client à adopter des solutions adéquates malgré les autres contraintes et développer ainsi chez les clients potentiels une **culture de qualité environnementale toujours attachée à la recherche** en perpétuelle progression. Un exemple en Angleterre illustre cela où a été élaboré un projet de solution à réduire l'écart entre recherche universitaire et pratique professionnelle. Ce projet a été concrétisé par une collaboration nommée « Knowledge Transfer Partnership –KTP » entre la « Barlett School of Graduate Studies » à la University College London –UCL, d'une part et d'autre part le bureau d'études « Spacelab Ltd. ». L'objectif de ce partenariat était de mieux intégrer la recherche architecturale dans la pratique de la production architecturale. La base théorique de ce partenariat était la « space syntax », axées sur la relation entre la configuration spatiale et les comportements sociaux dans les espaces bureaux. La première expérience de ce partenariat a concerné l'étude d'un cas d'édifice de bureaux nouveau, une station de radio du royaume uni, réalisée par le bureau d'études même. L'université a entrepris des POEs par observations et par questionnaires auprès des employés avant leur déménagement et six mois après leur nouvelle occupation. Les enquêtes ont démontré un changement dans le comportement d'interaction entre les employés, dû au changement de la configuration spatiale. Dans l'ancien édifice, les employés étaient répartis en trois étages, alors que dans le nouvel édifice, ils étaient tous réunis en un seul étage avec un aménagement compact en majorité avec des bureaux paysagers favorisant le contact visuel. Cela a engendré chez les employés une amélioration d'efficacité au travail estimée à 12%. **Les expériences précédentes de projets réalisés et évalués après installation ont permis au bureau d'études de choisir la meilleure configuration et de convaincre ses clients de ce choix. Du côté de l'équipe de recherche, la publication des résultats de ces POE en littérature scientifique a permis la constitution d'une base de références de qualité environnementale focalisée sur l'interaction sociale conditionnée par la configuration spatiale.** [7]

Un autre exemple pertinent aux USA concerne la **création d'une base de données au profit des praticiens, des propriétaires et de l'industrie du bâtiment non-résidentiel sur la ventilation des espaces en mode mixte (naturel et artificiel)**. Une base de données développée par le « Center for the Built Environment –CBE », affilié à l'Université de Californie, Berkeley. Cette base de données est de portée internationale, elle a été développée par cumul de POEs mise en ligne et accessible aux personnes intéressées (<http://www.cbe.berkeley.edu>). Elle est actualisable par des outils d'enquête mis en ligne, à disposition des chercheurs en sept langues. Dans le mode mixte de ventilation (« Mixed Mode Building –MMB »), le

mode artificiel est contrôlé par les gestionnaires du bâtiment et le mode naturel par ouverture de fenêtres, par les usagers. Cette technique alternée de ventiler l'environnement intérieur a été elle-même établie à l'issue d'études en POEs qui ont démontré l'effet négatif des enveloppes hermétiques et l'intérêt positif du contrôle des fenêtres par les usagers sur leur satisfaction au travail et la gestion environnementale d'un édifice de bureaux. [1]

4 LE FEEDBACK ARCHITECTURAL DANS LE CONTEXTE LOCAL

Dans notre pays comme la plupart des autres pays du monde, une plus grande importance est accordée à "l'architecture-objet" comme œuvre plastique qu'à l'architecture comme environnement intérieur d'usage. La qualité architecturale stipulée dans les textes de lois est plus soucieuse de l'implantation au site³ et de l'aspect sécuritaire⁴ que le bien-être des usagers.

L'architecte agréé est désigné par « **maître d'œuvre** » et sa mission consiste à **assurer la conception et le suivi de la réalisation d'une construction**⁵ [5]. L'architecte concepteur est donc tenu de suivre la réalisation du projet⁶ mais pas au-delà. D'ailleurs, le feedback ne figure pas parmi ses missions, stipulées dans l'arrêté interministériel du 15 mai 1988 modifié le 4 juillet 2001 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment [4] où elles sont détaillées. La maîtrise d'œuvre y est définie (en article 2) comme étant une « **fonction globale couvrant les missions de conception, d'études, d'assistance, de suivi et de contrôle de la réalisation de bâtiment** quelles que soient leur nature et leur destination, à l'exclusion des bâtiments à usage industriel. Elle est exercée par le maître d'œuvre **sous son entière responsabilité dans le cadre d'engagements contractuels** le liant au maître de l'ouvrage ». Ces missions listées (en article 5) sont au nombre de six : « **esquisse** », « **avant projet** », « **projet d'exécution** », « **assistance dans le choix de l'entrepreneur** », « **suivi et contrôle de l'exécution des travaux** » et enfin « **présentation des propositions de règlement** ».

³L'article 2 du décret législatif n°94-07 stipule que « la qualité des constructions et leur insertion dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels et urbains, la préservation du patrimoine et de l'environnement bâti sont d'intérêt public ». [5]

⁴Conformément à l'article 554 du code civil, le maître d'œuvre est responsable solidairement avec l'entrepreneur pendant dix (10) ans de la destruction totale ou partielle des constructions et des ouvrages permanents alors même que la destruction proviendrait des vices de sol. La responsabilité du maître d'œuvre s'étend aux défauts qui existent dans les constructions et ouvrages et qui menacent la sécurité ou la stabilité de l'ouvrage » (article 22) article focalisé sur l'aspect sécuritaire de l'ouvrage sans mention aucune d'une garantie de qualité d'usage ou de qualité environnementale intérieure assurant santé et bien-être aux usagers. [4].

⁵Article 9 de la section 2 « des intervenants en architecture » [5]

⁶Sauf « lorsque la nature ou la complexité de l'opération envisagée le justifie, le maître de l'ouvrage peut, à titre exceptionnel, conclure plusieurs contrats portant chacun sur une partie seulement des missions constitutives de la maîtrise d'œuvre ». Cette exception est stipulée en article 12 [4].

Suite à cette liste, une dernière mention est faite sur le fait que « L'exercice de ces missions **peut inclure également toute autre prestation nécessaire à la bonne exécution du projet et définie au contrat de maîtrise d'œuvre** ». Un retour sur l'édifice livré, une fois les usagers installés, peut donc faire partie de ces "**autres prestations**" convenues dans un contrat de maîtrise d'œuvre, mais ne figure en aucun cas dans la liste des missions obligatoires, elle est donc aléatoire.

Selon ce cadre juridique, il est clair que le schéma algérien de la production architecturale, ne peut être que linéaire bien loin de favoriser une production en boucle. La révision des missions obligatoires en intégrant le feedback après installation des usagers, constituerait une amélioration pertinente de la qualité environnementale intérieure des espaces de vie en général.

Au vu de l'écart qui peut exister entre un cadre formel théorique et la pratique architecturale sur terrain, nous nous sommes intéressés à la réalité du schéma de production architecturale à Alger et nous avons mené une enquête par questionnaire auprès d'architectes praticiens, concernés par la réalisation d'espaces bureaux.

4.1 Méthode

L'enquête a été menée à Alger, auprès d'architectes en exercice par l'administration directe (format imprimé) et indirecte (par Internet) d'un questionnaire. Cette enquête a été menée afin de déceler la tendance à la production architecturale linéaire ou en boucle chez les architectes praticiens à Alger. Le tableau suivant résume les étapes de la construction du questionnaire (Tab.1).

Tableau 01: Construction du questionnaire

Indicateurs clés	Objet des questions
- Sources des connaissances autour de l'IEQ et leur actualisation : - Pratique de l'évaluation post-installation :	- Sources et actualisation des connaissances autour de l'IEQ - Tendance au type de travail : individuel, en groupe, en consultation, ... - Evaluation des projets produits, après occupation - L'évaluation post-installation –POE
- Conditions de la production sur terrain : - Responsabilité endossée :	- Réalisation et suivi de chantier des projets propres - Solutions techniques à chapeauter - Suivi de chantier sans conception - Degré de conscience de la responsabilité de l'architecte

Ce questionnaire a été adressé aux architectes en exercice, avec condition écrite en première page sur la production d'espaces bureaux : « Ce questionnaire concerne les architectes en activité à Alger et qui ont eu l'occasion de concevoir des espaces bureaux ». Notre échantillon se compose de 23 architectes en exercice dans des bureaux d'étude, dont l'âge, le genre, le niveau de formation et le nombre de projets d'espaces bureaux conçus, se répartissent comme suit (Tab.2) :

Tableau 02 : Echantillon de l'enquête

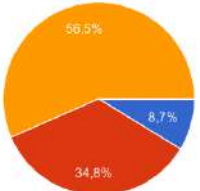
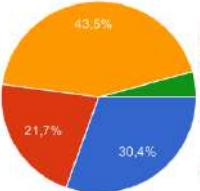
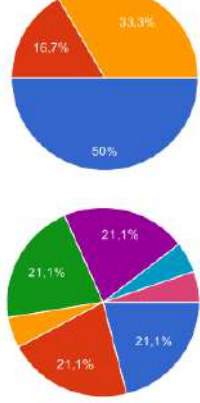
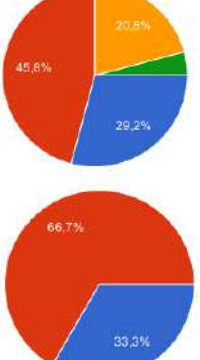
Genre		Age (années)				Niveau De formation		Nombre de projets	
F	H	25-34	35-44	45-54	55-64	graduation	Post-grad.	≤ 10	>10
13%	87%	35%	35%	26%	4%	91%	9%	78%	13%

Les données du questionnaire ont été soumises aux statistiques élémentaires dans un but descriptif et de mise en ordre, permettant d'apprécier les fréquences et la répartition des différentes réponses. La lecture des résultats a été facilitée par la représentation graphique des distributions de fréquence, comme figuré dans le tableau 3 des résultats.

4.2 Résultats

Tableau 03 : Résultats de l'enquête par questionnaire auprès d'architectes praticiens

Les questions d'enquête	Représentation graphique des réponses	Commentaires des graphes
Combien de projets conçus, avez-vous réalisé en assurant vous-même leurs suivis de chantier ?	29,2% (orange) 16,7% (vert) 29,2% (rouge) 25% (bleu) ● Tous ces travaux ● Plus de 50% ● Moins de 50% ● Aucun	Seulement le quart (1/4) des répondants a réalisé toutes ses conceptions. Près du tiers (30%) en ont réalisé plus de 50% et l'autre tiers (30%) en ont réalisé moins de 50%. Le reste (15%) n'en ont réalisé aucun. Cela reflète le décalage important entre conception et réalisation !
Avez-vous déjà suivi la réalisation de projets que vous n'avez pas conçus vous-même ? Vous est-il arrivé de modifier des aspects de la conception (espace/ structure/ ...) que vous avez jugé incohérents ?	33,3% (rouge) 66,7% (bleu) ● Oui souvent ● Non jamais 33,3% (violet) 12,5% (orange) 41,7% (bleu) ● Oui souvent ● Oui souvent, avec la collaboration de l'architecte concepteur ● Oui rarement ● Oui rarement, avec la collaboration de l'architecte concepteur ● Non jamais	Seulement un tiers (33%) des répondants n'a jamais suivi la réalisation de projets autres que leurs propres conceptions ; mais les deux autres tiers (67%) l'ont pratiqué avec des modifications d'aspects de conception, majoritairement sans le consentement de l'architecte concepteur (42%). Cela témoigne d'une grande faille dans le schéma de production architecturale des espaces bureaux, même linéaire.
A qui revient la plus grande part de responsabilité de haute qualité environnementale intérieure dans la réalisation d'un édifice de bureaux ?	25% (rose) 41,7% (rouge) 29,2% (bleu) ● Maître d'ouvrage ● Architecte concepteur ● Ingénieurs spécialistes (structure, électricité,...) ● Aménageur d'intérieur (designer) ● Entrepreneur réalisateur ● Techniciens gestionnaires et chargés de l'entretien après occupation ● Tous ces intervenants à la fois ● Autre	Moins de la moitié des répondants considère que la plus grande responsabilité revient à l'architecte (42%) et un quart (25%) considère que tous les intervenants ont une grande part de responsabilité. En observant de plus près, l'architecte est responsabilisé par la majorité des répondants (67%), plus seul (42%) qu'avec les autres intervenants (25%) et les autres (29%) considèrent que c'est plutôt au maître d'ouvrage que revient la plus grande responsabilité.

Pour les solutions techniques de vos propres conceptions d'espaces-bureaux (climatisation, chauffage, éclairage, ...), comment travaillez-vous avec les ingénieurs ?	 - Vous faites totalement confiance aux solutions des ingénieurs (sans vérification) - Vérifiez quelques points importants et en discutez avec l'ingénieur spécialiste - Vous préférez tout discuter avec l'ingénieur et régler chaque point - Autre	Plus de la moitié des répondants préfèrent tout discuter avec l'ingénieur et régler chaque point (56%), plus d'un tiers (35%) ne vérifient et discutent que quelques points avec l'ingénieur et le reste (9%) font totalement confiance aux ingénieurs, sans vérification.
La plupart du temps, vous travaillez sur vos conceptions architecturales plutôt de manière individuelle ; en groupe avec d'autres architectes ou en équipe pluridisciplinaire (avec d'autres profils) ?	 - de manière individuelle ; - en groupe avec des confrères (autres architectes) ; - avec d'autres profils : sociologue, psychologue, ingénieur en génie-civil, ingénieur en électricité, ... etc - Autre	43% des répondants se disent travailler avec d'autres profils et 22% travaillent avec d'autres architectes confrères et 30% travaillent seuls. Les plus jeunes semblent les plus portés sur le travail en groupe avec d'autres profils.
Comment faites-vous pour actualiser vos connaissances dans votre profession d'architecte ? (livres, articles, conférences, enquêtes, foires, autre)		Sur les sources de connaissances et leur actualisation chez les architectes interrogés, la tendance est aux livres d'architecture en première position chez les 2/3 de l'échantillon (67%), puis une tendance aux foires nationales et internationales en seconde position chez plus de la moitié de l'échantillon (58%) et en 3^{ème} position, une tendance aux conférences et séminaires (42%). Viennent après, les articles dans des revues d'architecture (37%), puis les enquêtes sur terrain (33%) et enfin en dernière position, les articles de revues scientifique d'autres domaines que l'architecture (21%).
Avez-vous eu l'occasion de vérifier la qualité de vos solutions architecturales dans vos projets réalisés, après occupation des lieux (« confort » des usagers) ? Si oui, par quel moyen ?	 - Enquête formelle auprès des occupants après leur installation - Enquête informelle auprès des occupants après leur installation - Discussion formelle avec les gestionnaires et techniciens d'entr... - Discussion informelle avec les gest... - Discussion formelle avec les propri... - Discussion informelle avec les pre... - Autre	Sur la vérification du confort des usagers après installation dans leurs propres projets, les deux tiers (67%) semblent le faire et un tiers déclare ne l'avoir jamais fait. 50% seulement semblent le faire souvent. Parmi ces 2/3 de répondants qui vérifient souvent ou rarement la qualité de leurs solutions architecturales en vue du confort des usagers, un cinquième seulement (21%) l'effectuent par une enquête formelle auprès des usagers. Un autre cinquième (21%) l'effectue de manière informelle auprès des usagers, un autre cinquième par discussion informelle auprès des gestionnaires et enfin un autre cinquième par discussion formelle auprès des propriétaires.
Avez-vous une idée de ce qu'est « l'Evaluation Post Occupation » ou "Post Occupancy Evaluation -POE" en anglais ? Combien de temps d'occupation, pensez-vous qu'une évaluation de qualité environnementale d'espaces intérieurs réalisés, est faisable ?		2/3 des répondants (66,7%) n'ont aucune idée de « l'Evaluation Post Occupation –EPO » ou la POE (en anglais) et 1/3 seulement (33,3%) se disent la connaître même si ils ne l'ont pas expliquée. Cette méconnaissance est d'autant plus confirmée par l'avis partagé des répondants sur la durée nécessaire d'occupation avant d'effectuer une évaluation : pour 46% des répondants, il faut un an d'occupation ; pour 29% il faut 6 mois et pour 1/5^{ème} il faut 2 années d'occupation.

4.3 Discussion des résultats

Ces résultats d'enquête révèlent un décalage important entre le cadre formel et la pratique réelle sur la réalisation d'un projet. Cela engendre une faille non-négligeable dans la linéarité de la production architecturale. Une faille essentiellement due au fait que seule une minorité réalise toutes ses conceptions (1/3) et la majorité (2/3) assure le suivi de réalisation de conceptions qui ne leurs sont pas propres avec modifications apportées au projet, sans consultation de l'architecte concepteur (1/2). Cette intervention technique sans compréhension du processus de conception architecturale ne peut que témoigner d'un détachement total du projet chez l'architecte-interventionniste et ne peut que laisser imaginer la qualité environnementale engendrée après installation des usagers.

L'application non conforme des missions de l'architecte dans le processus de réalisation, comme stipulé dans les textes de lois, semble expliquer et favoriser le faible niveau de responsabilité qu'il peut ressentir (42%) ou endosser dans la réalisation d'un environnement intérieur de travail, de qualité. Bien que le travail de réalisation soit partagé entre plusieurs intervenants, l'architecte reste le coordonnateur principal et donc le responsable principal. Mais plus de la moitié des répondants ne se sentent pas concernés par cette lourde responsabilité (tous les intervenants ou le maître d'ouvrage). Cela est d'autant plus confirmé par le fait que seulement la moitié des répondants (56%) vérifient chaque point du volet technique avec l'ingénieur, les autres sont plutôt confiants et délègue la responsabilité aux spécialistes (!). Pourtant la concertation avec d'autres profils n'est pas une attitude courante (chez 42% seulement) qui pourrait expliquer ce faible sentiment de responsabilité.

Néanmoins, si plus de la moitié des architectes discute chaque point avec les ingénieurs et techniciens du confort, c'est une voie optimiste pour améliorer la qualité vécue des espaces de travail que pourrait et devrait investir la recherche scientifique en déployant les moyens nécessaires pour communiquer les connaissances-clés autour de la santé et du bien-être de l'utilisateur, en terme quantitatif et qualitatif. Ces moyens de communication devraient être accessibles à tous les intervenants de la production architecturale par vulgarisation des connaissances et à travers des supports accessibles, dont les plus prisés chez les architectes sont les livres (67%) les foires et expositions (58%) ainsi que les séminaires et conférences (48%). Le problème dans la recherche scientifique c'est que les publications revêtent une forme trop détaillée, trop lourde à la compréhension et la plupart du temps dans des revues scientifiques non-accessibles au commun des praticiens, de par la langue et le prix de l'article, particulièrement dans les éditions étrangères. Au service des praticiens, la recherche scientifique universitaire devrait rendre tous les travaux (magisters, doctorats, articles, rapports, etc.) accessibles à travers des éditions nationales d'ouvrages ou de périodiques.

Ainsi, la recherche scientifique pourrait renouer son "cordon ombilical" avec le terrain, sans lequel elle n'aurait

aucune raison d'exister.

Cette voie optimiste d'échange et de concertation avec les autres intervenants dans la production architecturale, est confortée par une autre voie optimiste d'évaluation de "qualité d'usage" après installation, qu'effectuent certains architectes (3/23). Même si la plupart des répondants (2/3) ne connaissent pas "l'évaluation post-occupation ou post-installation –POE⁷". Cette dernière est donc loin de faire partie de la pratique des architectes. Cela renvoie clairement à une absence de l'attitude évaluative, dans la formation de l'architecte et dans les contrats de travail. D'autre part, si la POE est pratiquée dans les organismes de recherche scientifique, notamment à l'université, elle ne sort pas de son enceinte pour sensibiliser, informer ou former les architectes praticiens. L'écart entre recherche et pratique architecturale est donc clairement important sur l'évaluation post-installation. Cela pourrait constituer un créneau très intéressant à développer pour que la recherche soit au service de la pratique professionnelle et surtout pour que l'utilisateur retrouve ses droits de qualité environnementale intérieure.

5 CONCLUSION

À l'issue de cet article, il nous semble impératif de changer le centre de gravité dans la production architecturale, depuis le « projet-objet » artistique et esthétique indiscutable de par la signature de son artiste dont la responsabilité s'arrête à la livraison ; vers un « **projet pour usage** » dont le centre de gravité est le poids des « **besoins et attentes des usagers** » et où la mission de l'architecte continue après livraison.

Pour cela, il faudrait que les intervenants forment une équipe permanente qui travaille en interactivité tout au long du processus de production, même après installation, le temps de régler les contraintes d'usage et d'adaptabilité. Cette solution bien loin de la réalité devrait s'y substituer dans le meilleur des cas, ce que proposent les chercheurs experts, un processus en boucle de feed-back et de retour d'expérience cumulé, au lieu du linéaire. Cela grâce à l'évaluation après occupation des lieux, qui par cumul peut former une source de connaissances commune à tous les intervenants, particulièrement aux architectes.

L'écart important entre la recherche et la pratique architecturale est une des raisons influentes sur la situation locale actuelle. La production linéaire déjà, avec un même concepteur d'amont en aval (livraison) est fortement perturbée par des conceptions sans réalisation et par des réalisations de conceptions d'autrui.

⁷En littérature scientifique, la durée minimale a été longtemps considérée sous deux années minimales, puis plus récemment, 6 mois constituent une période minimale d'adaptation à partir de laquelle une évaluation POE peut être effectuée.

Avec cette perturbation, le feedback nous semble bien loin d'être opérationnel et donc bien loin de servir une production en boucle souhaitée. Mais la recherche scientifique pourrait et devrait s'imposer pour palier à ces perturbations. Depuis sa formation, et durant son exercice, l'architecte devrait être soutenu et encouragé par la recherche scientifique. Cela à travers une prise en charge soutenue par un cadre réglementaire favorisant la POE au service des besoins naturels des usagers, une actualisation continue des connaissances autour des besoins des usagers (séminaires, conférences, formations, etc.), des encouragements à travers une certification locale, des prix d'architecture centrés sur la qualité d'usage, etc.

Le feedback basé sur la POE, peut palier aux carences d'intérêts divergents de la science, l'industrie et l'économie ; en les faisant focaliser sur un même intérêt commun qu'est la qualité « vécue » de l'environnement intérieur des espaces bureaux, renouer ainsi le lien « ombilical » entre architecture et usage. La portée du feedback est pertinente à plusieurs niveaux. Au niveau pédagogique, avec un enseignement universitaire fondé sur le terrain, aspirant continuellement à améliorer la qualité de la production architecturale. Au niveau technique, avec un choix d'équipements de confort averti, une connaissance considérable des principes par l'architecte pour guider le choix des installations et les intégrer sur-mesure au projet, non pas comme une solution imposée issue de l'offre industrielle et de connaissances théoriques d'experts ingénieurs, indépendantes du projet. Sur le plan économique, le feedback permet de réduire les plus grandes dépenses liées à la consommation énergétique dans un édifice de bureaux. Les connaissances issues du feedback permettent d'opter pour des dispositifs passifs ou actifs adaptés, des matériaux absorbant une marge non-négligeable de dépenses énergétiques, etc. Aussi, au niveau industriel, la propagation du feedback comme source incontournable de qualité attendue par les clients et puisée par les concepteurs, peut améliorer l'offre de l'industrie en termes d'équipements et mobiliers plus adaptés aux besoins et au bien-être des occupants.

En Algérie, le feedback devrait être libéré de l'enceinte des laboratoires de recherche universitaire. Un centre national de recherche, affilié à la fois au ministère de l'enseignement supérieur et au ministère de l'urbanisme et de la ville, pourrait permettre au feedback de se généraliser dans la formation et l'exercice de tous les intervenants de la production architecturale, afin d'améliorer la qualité « vécue » des espaces produits.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Professeur Bensalem et Professeur Boussoulam pour leur encadrement et précieux conseils. Nous remercions M. Benzaamouche et M. Touat pour leur précieuse aide dans l'enquête par questionnaire. Nous remercions très fortement M. Kasbadji pour son soutien et ses encouragements.

REFERENCES

- [1] CBE, C. f. (2013). Mixed-Mode. Consulté le avril 2014, sur Center for the Built Environment: <http://www.cbe.berkeley.edu/mixedmode/aboutm.html>.
- [2] Chabane, I. (2006). Evaluation de la qualité vécue des environnements hermétiques en mur-rideau de verre - Cas d'étude: immeuble de bureaux à Alger. Alger: Mémoire de magister, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme -EPAU.
- [3] Déoux, S., & Déoux, P. (1993). L'écologie c'est la santé - L'impact des nuisances de l'environnement sur la santé. France: Frison-Roche.
- [4] JORADP. (1988). Arrêté interministériel du 15 mai 1988 modifié le 4 juillet 2001 portant modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire , 43, 1152-1161.
- [5] JORADP. (1994). Décret législatif n°94-07 du 7 Dhou El-Hidja 1414, correspondant au 18 mai 1994, relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire , 32, 4-10.
- [6] Mallory-Hill, S. M. (2004). Supporting Strategic Design of Workplace Environment with Case Based Reasoning (pp. 29-59). Netherlands: Technische Universiteit Eindhoven.
- [7] Sailer, K. (2007). Effective Workplaces: bridging the gap between architectural research and design practice. Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium, (pp. 124*1-124*6), Istanbul.
- [8] Sailer, K., Budgen, A., Lonsdale, N., & Penn, A. (2007). Changing the Architectural Profession - Evidence-Based Design. Symposium Ethics and the Professional Culture. Cluj, Romania: online: <<http://eprints.ucl.ac.uk/4828/1/4828.pdf>>.
- [9] Vischer, J. C. (1989). Environmental Quality in Offices. USA: Van Nostrand Reinhold.
- [10] Zimring, C. (2002). Postoccupancy Evaluation: issues and implementations. Dans R. Bechtel, & A. Churchman, Handbook of environmental psychology (pp. 306-319, Chapter 20). New York: John Wiley & Sons, Inc.