

Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique  
Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme  
El Moudjahid Hocine Ait Ahmed

LABORATOIRE : VILLE - ARCHITECTURE et PATRIMOINE



Mémoire élaboré en vue de l'obtention du diplôme de Master.

Option : patrimoine architectural et urbain.

**Intitulé :**

**LA REHABILITATION ENERGETIQUE DU BATI  
EXISTANT  
« Cas de l'immeuble colonial Pernod à Alger »**

**Présenté et soutenu par** : IRNATENE Samira

(Architecte diplômé à l'EPAU 2017)

**Mémoire dirigé par:**

TIZOUIAR Ouahiba Maître assistante A/Doctorante à l'EPAU

**Devant le jury composé de :**

**Présidente** : Dr BELOUACHRANI Wahiba (maître de conférence à l'EPAU)

**Examinatrice** : GHARBI Mouna (Maître assistante et Doctorante à l'EPAU/VUDD)

**Examineur** : Dr OUBOUCHOU Hacène (Maître de conférence à l'EPAU)

**Mars 2018**

## **Remerciement**

Je tiens tout particulièrement à remercier Mme TIZOUIAR mon encadreur, pour ses orientations, son suivi et surtout pour sa patience.

Je tiens également à remercier tous les membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

Enfin que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, soit assurée de ma profonde reconnaissance.

## **Dédicace :**

Je dédie ce travail à mes parents pour tous ce qu'ils ont fait pour moi, à mes deux frères Momouh et Farid, à ma sœur Sara et à la petite sœurlette Merioma.

A mes amies de l'épau, ma chère Katocha, Lydia Ham, Hanane, Sara, Iman, Dodo et Lydia et surtout à Meriem qui a été toujours là pour moi, elle m'a toujours soutenue et encouragée dans les pires moments de stresse.

A toi KRIM, qui m'a toujours soutenu, et encouragé.

A la mémoire de ma chère grand-mère

## **Résumé :**

La réhabilitation énergétique est un sujet d'actualité qui ne cesse d'évoluer. Par ce présent mémoire nous présentons une étude de réhabilitation énergétique d'un bâtiment existant des années 50 qui est l'immeuble Pernod à Alger. Un travail par lequel nous voulons initier à l'urgence d'entamer ces pratiques en Algérie vu son impact important sur la réduction de la facture énergétique et à la valorisation du bâti existant qui constitue la pluparts de nos villes. De plus, profiter des travaux de réhabilitation pour améliorer l'impact énergétique et le confort des habitants.

Pour ce faire nous avons établie au début une recherche théorique sur la pratique de réhabilitation énergétique, la démarche, les techniques, l'aspect réglementaire et les outils de vérification, pour mieux cerner le sujet. Nous avons eu à utiliser l'application RETA ainsi que Pléiades + Comfie, cela nous a beaucoup aider pour enrichir la réflexion sur le sujet. Par le biais de l'application RETA nous avons simulé le besoin à l'état actuel de bâtiment et vérifié sa conformité à la réglementation thermique algérienne. De plus, nous avons simulé le besoin énergétique dynamique par Pléiades+ Comfie afin de discuter les résultats et ne pas s'arrêter sur des valeurs absolues. Ensuite, nous avons proposé des solutions pour l'amélioration énergétique de bâtiment à travers l'amélioration des ouvertures, isolation de la toiture et avant cela nous avons simulée l'impact d'une future mitoyenneté sur le comportement énergétique de bâtiment.

Ainsi, nous déduisons que l'orientation, le type de contact et le type de paroi influence le comportement thermique énergétique de bâti. Les travaux de réhabilitation réduit la facteur énergétique dans notre cas de 28% rien qu'en isolant le plancher terrasse et l'amélioration des menuiseries et vitrage.

Mots clés :

Réhabilitation énergétique, bâti existant, immeuble colonial, confort, RETA, Pléiades + Comfie, isolation thermique.

## **ABSTRACT :**

Energy rehabilitation is clearly a highly topical issue that continues to evolve. By this present research we present a study of the energy rehabilitation of an existing building that was built since the 50s which is the Pernod building in Algiers. A research by which we want to initiate the urgency to start these practices in Algeria, given its significant impact on the reduction of the energy bill and the valuation of existing buildings that constitute most of our cities. In addition, take advantage of the rehabilitation works to improve the energy impact and comfort of the inhabitants.

Therefore; in the first part of this work we established a theoretical research on the energy rehabilitation practice, the approach, the techniques, the regulatory aspect and the verification tools, to better define the subject.

The second part of this work, consists in carrying out an analysis using the application RETA and Pléiades + Comfie, which helped us a lot in enriching our reflection on the subject. Through the RETA application we simulated the need for the current building status and verified its compliance with the Algerian thermal regulations. In addition, we simulated the dynamic energy requirement by Pléiades + Comfie to discuss the results and not stop at absolute values.

The last part represents a conclusion that reflects all the results obtained after experimentation and that will allow us to make recommendations and proposals for the energy improvement of building through the improvement of its openings, insulation of the its roof and before that we simulated the impact of a future joint ownership on the energetic behavior of building.

### **Keywords:**

Energy rehabilitation, existing building, colonial building, comfort, RETA, Pleiades + Comfie, thermal insulation.

ملخص

إعادة تأهيل الطاقة، موضوع الساعة الذي لا يتوقف عن التطور، من خلال هذا البحث نقترح دراسة إعادة التأهيل الطاقوية لمبنى عتيق قائم منذ الخمسينيات الا وهو مبنى /Pernod/ في مدينة الجزائر.

من خلال هذا البحث نريد ان نبين الضرورة الملحة التي تستلزم الشروع بمثل هذه الممارسات في الجزائر (إعادة التأهيل الطاقوية) بالنظر الى تأثيرها الكبير في تخفيض فاتورة الطاقة. وتقييم المباني العتيقة التي تشكل معظم مدننا. وبالإضافة الى ذلك، الاستفادة من اعمال إعادة التأهيل الطاقوية لتحسين أثر الطاقة وتوفير راحة السكان.

وبالتالي؛ في الجزء الأول من هذا العمل أنشأنا بحثا نظريا حول ممارسة إعادة تأهيل الطاقة، والنهج، والتقنيات، والجانب التنظيمي وأدوات التحقق لتكوين نظرة أفضل عن الموضوع.

الجزء الثاني من هذا العمل، يتمثل في القيام بتحليل استخدام التطبيق ( ) التي ساعدنا كثيرا في إثراء تفكيرنا حول هذا الموضوع. من خلال تطبيق ريتا قمنا بمحاكاة الحاجة إلى الطاقة في البناء الحالي والتحقق من امتثالها للأنظمة الجزائرية الحرارية. وبالإضافة إلى ذلك، قمنا بمحاكاة متطلبات الطاقة الحيوية من قبل بلياديس + كومفي لمناقشة النتائج وعدم التوقف عند القيم المطلقة.

الجزء الأخير يمثل استنتاجا يعكس جميع النتائج التي تم الحصول عليها بعد التجريب والتي من شأنها أن تسمح لنا لتقديم توصيات ومقترحات لتحسين الطاقة في البناء من خلال تحسين فتحاتها، والعزل من سقفها وقبل وقبل ذلك قمنا بمحاكاة تأثير ملكية مشتركة في المستقبل على السلوك الطاقوي للبنىات.

**الكلمات الرئيسية:**

إعادة تأهيل الطاقة، المبنى الموجود، بناء الفترة الاستعمارية، الراحة ، RETA, Pliéades+Comfie، العزل الحراري

## Table des matières

<b>Remerciement</b> .....	<b>I</b>
<b>Dédicace :</b> .....	<b>II</b>
<b>Résumé :</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT :</b> .....	<b>IV</b>
<b>ملخص</b> .....	<b>V</b>
<b>La liste des figures</b> .....	<b>XI</b>
<b>La liste des Tableaux</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>XV</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>1</b>
Introduction .....	2
Intérêt du sujet : .....	3
Problématique générale .....	3
Problématique spécifique .....	4
Hypothèse .....	4
Objectifs.....	4
Méthodologie de la recherche.....	5
Structuration du mémoire : .....	6

## **I.Chapitre 01: LE CONTEXTE DE LA REHABILITATION ENERGETIQUE** .....

**8**

Introduction : .....	9
I.1.    Etat de la recherche : .....	9
I.2.    Les travaux de réhabilitation à Alger : .....	12
I.3.    Demarche d'intervention pour une rehabilitation energetique :.....	13

I.4.	Les techniques de rehabilitation energetique du bati existant :.....	14
I.4.1.	Isolation des toitures .....	15
I.4.1.1.	La toiture charpente (comble) .....	15
I.4.1.1.	Toiture-terrace.....	17
I.4.2.	Isolation des murs .....	19
I.4.2.1.	Isolation thermique par l’exterieure (ITE) .....	19
I.4.2.2.	Isolation thermique par l’intérieur (ITI).....	21
I.4.2.3.	Isolation des murs par remplissage .....	22
I.4.3.	Isolation de la menuiserie .....	23
I.4.2.4.	Vitrage .....	24
I.4.2.5.	Huisserie :.....	25
I.4.4.	Isolation des planchers.....	26
I.4.4.1.	Cas d’un plancher bas .....	26
I.4.4.2.	Planchers sur local non chauffé.....	27
I.4.5.	Utilisation des équipements énergétiques.....	28
I.4.6.	Le recours aux énergies renouvelables .....	28
I.4.7.	Recommandations sur les techniques d’isolation: .....	29
	Conclusion .....	30

## **II.Chapitre 02: LA REGLEMENTATION THERMIQUE ....32**

	Introduction : .....	33
II.1.	La reglementation thermique .....	33
II.2.	La reglementation thermique etrangere cas de la france :.....	34
II.2.1.	Evolution de la RT Française: .....	34
II.2.2.	Les exigences de la RT 2012.....	35
II.2.3.	La RText en cas de travaux de rénovation : .....	36

II.2.4.	La RT2012/ RT existant et labélisation:.....	36
II.2.5.	Diagnostic de performance énergétique (DPE):.....	37
II.3.	La réglementation thermique en Algérie :.....	37
II.3.1.	Règlementation thermique des bâtiments DTRC3.2-4 :.....	38
II.3.1.1.	Règles de calcul de déperdition calorifique des bâtiments d'habitation « chauffage »:.....	39
II.3.1.2.	Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments « climatisation » .	41
.....		<b>44</b>
	Conclusion :.....	45

### **III. Chapitre03 : LES OUTILS DE VEREFICATION REGLEMENTAIRE ..... 46**

III.1.	La simulation thermique dynamique et statique .....	47
III.2.	PLIADES + COMFIE :.....	48
III.2.1.	Présentation de l'interface PLEIADES+ Comfie (les fonctionnalités de pléiades) 49	
III.2.2.	Les étapes de modélisation et simulation dynamique .....	51
III.3.	Réglementation thermique algérienne (RETA) : .....	55
III.2.1.	Présentation de l'application RETA :.....	55
III.3.1.	Etape de simulation par RETA:.....	56
	Conclusion.....	60

### **IV. CHAPITRE 04 : Présentation de l'immeuble Pernod et définition des paramètres de simulation..... 62**

	Introduction : .....	63
IV.1.	Choix et présentation de l'immeuble Pernod pour une réhabilitation énergétique:	63

IV.2.	Présentation de l'immeuble Pernod : .....	64
IV.3.	Situation de l'immeuble Pernod : .....	65
IV.1.	Données climatiques et géographiques : .....	67
IV.2.	Description architecturale: .....	68
IV.1.	. Description de l'environnement immédiat : .....	69
IV.2.	Diagnostic préliminaire (état des lieux) : .....	70
IV.3.	Catalogue de la composition des parois de bâtiment d'étude : .....	72
IV.4.	Définition des zones thermiques : .....	74
IV.5.	Scénarios des paramètres de confort : .....	78
IV.5.1.	Les consignes de température : .....	79
IV.5.2.	La ventilation : .....	79
IV.5.3.	Les scénarios d'occupation : .....	79
IV.5.4.	Le chauffage : .....	79
IV.5.5.	La climatisation : .....	79
	Conclusion : .....	80

## **V. CHAPITRE 05 :**

### **ETUDE DE REHABILITATION ENERGETIQUE DE**

### **L'IMMEUBLE PAR SIMULATION ..... 81**

Introduction :	.....	82
V.1.	Simulation des besoins de l'immeuble à l'état actuel : .....	82
V.1.1.	Simulation par RETA : .....	82
V.1.1.1.	Présentation de la simulation : .....	82
V.1.1.2.	Résultats de la simulation initiale par RETA : .....	86
V.1.1.3.	Synthèse des résultats de la simulation initiale: .....	90
V.1.2.	Simulation dynamique par PLEIADES+COMFIE : .....	91

V.1.1.1. Résultats du la simulation à l'état actuel .....	94
V.1.3. Conclusion du la simulation à l'état actuel.....	95
V.2. Simulation après réhabilitation : .....	96
V.2.1. Simulation avec RETA avec future mitoyenneté : .....	96
V.2.2. Optimisation des résultats par l'amélioration de la menuiserie et vitrerie : ...	98
V.2.3. Simulation avec l'isolation de la terrasse : .....	100
Conclusion : .....	102
<b>VI. CONCLUSIONGENERAL :.....</b>	<b>104</b>
<b>Référence bibliographique .....</b>	<b>111</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>111</b>

## La liste des figures

Figure 1: Schéma de la méthodologie suivie (auteur).....	6
Figure 2: schémat de synthèse de l'état de la recherche (source : auteur).....	11
Figure 3: Façade d'un immeuble réhabilité, avenue Larbi ben mhidi (auteur 2017).....	13
Figure 4: Préparation de chantier de travaux boulevard colonel amirouche (auteur 2017).....	13
Figure 5: Déperditions dans un habitat non isolé (GIZ).....	15
Figure 6: Isolation de comble par rouleau ( <a href="http://www.j-cherence.fr/isoler-un-grenier">http://www.j-cherence.fr/isoler-un-grenier</a> ).....	16
Figure 7: Isolation de comble par insufflation ( <a href="http://www.isolation-bzh.com/soufflage">http://www.isolation-bzh.com/soufflage</a> ).....	16
Figure 8: Isolation sous rampant ( <a href="http://www.big-creek.com">http://www.big-creek.com</a> ).....	16
Figure 9: Isolation des toitures terrasse ( <a href="http://www.cstc">http://www.cstc</a> .....	18
Figure 10: Type d'isolation à éviter ( <a href="http://www.cstc">http://www.cstc</a> .).....	18
Figure 11: Isolation de l'acrotère ( <a href="http://www.cstc">http://www.cstc</a> .).....	18
Figure 12: Techniques d'isolation par l'extérieur (GIZ).....	20
Figure 13: Illustrations d'isolation par l'intérieur (GIZ).....	22
Figure 14: Soufflage de verre vierge (Web).....	23
Figure 15: Technique d'insufflation d'un isolant à l'intérieure d'une lame d'air (Web).....	23
Figure 16: Facteur solaire de quelques vitrages (GIZ).....	24
Figure 17: Principe d'un double vitrage (GIZ).....	25
Figure 18: Isolation des planchers bas sur vide sanitaire (GIZ).....	27
Figure 19: Isolation des planchers bas sur terre-plein (GIZ).....	27
Figure 20: Isolation des planchers bas sur local non conditionné (Web).....	28
Figure 21: Schéma d'une climatisation solaire (Source: Web).....	29
Figure 22: Etiquettes du DPI ( <a href="http://sciediexpertises.com/dpe.php">http://sciediexpertises.com/dpe.php</a> ).....	37
Figure 23: Schéma de la méthodologie de calcul des déperditions (auteur).....	41
Figure 24: Schéma des conditions intérieures et extérieures de base (auteur).....	43
Figure 25: méthode de calcul des apports calorifique et dimensionnement de la climatisation (auteur).....	44
Figure 26: Logo d'IZUBA Energies (WEB).....	48
Figure 27: Icône Alcyone (Web).....	49
Figure 28: Pléiades (Web).....	49
Figure 29: Interface 3d Alcyon ( <a href="http://docs.izuba.fr">http://docs.izuba.fr</a> , traité par auteur).....	50
Figure 30: Interface Pléiades traité par l'auteur.....	51

Figure 31: Schéma des étapes de simulation par Pléiades + Comfie (auteur) .....	52
Figure 32: Angle météo (Web).....	52
Figure 33: Interface plan Alcyon ( <a href="http://slideplayer.fr/slide/518107/">http://slideplayer.fr/slide/518107/</a> ) .....	53
Figure 34: Interface 3d ( <a href="http://slideplayer.fr/slide/518107/">http://slideplayer.fr/slide/518107/</a> ).....	53
Figure 35: Création des zones thermiques RT2012 (Web) .....	53
Figure 36: Zonage RT 2012 3D (Web) .....	53
Figure 37: Création des scénarios et composition des matériaux dans Plieades.....	54
Figure 38: Angle simulation STD Comfie .....	55
Figure 39: Page d'accueil Reta ( <a href="http://reta.cder.dz/">http://reta.cder.dz/</a> ) .....	56
Figure 40: Fenêtre nouveau projet ( <a href="http://reta.cder.dz/">http://reta.cder.dz/</a> ).....	57
Figure 41: nouvelle enveloppe ( <a href="http://reta.cder.dz/">http://reta.cder.dz/</a> ) .....	58
Figure 42: Création d'une paroi (Auteur par RETA).....	58
Figure 43: Définir la composition du vitrage (Auteur sur RETA).....	59
Figure 44: Définir la protection d'été (Auteur par RETA) .....	59
Figure 45: Surface ensoleillée (Auteur par RETA).....	59
Figure 46: Définir les paramètres de renouvellement d'air .....	59
Figure 47: Paramètres de chauffage (Auteur par RETA).....	59
Figure 48: Paramètres de climatisation (Auteur par RETA).....	60
Figure 49:Image de synthèse du l'immeuble pernod avant sa réalisation (Revue Chantier N°15- 1954).....	64
Figure 50: L'immeuble Pernod aujourd'hui (auteur) .....	64
Figure 51: prise de vues sur l'immeuble (auteur 2017) .....	65
Figure 52 : Perspective sur le bâtiment réalisé par sketch UP (auteur 2017)) .....	65
Figure 53: Perspective arrière de l'immeuble réalisé par sketch up (auteur) .....	65
Figure 54: Image Google earth traitée par l'auteur (Google earth) .....	66
Figure 55: Vue en plan réalisé par l'auteur par archiCad .....	66
Figure 56: Simulation du vent sur la zone par écotect .....	67
Figure 57: Extraie du plan d'étage courant (Revu Chantier N°23- 1954 p 21) .....	68
Figure 58: Plan étage courant N°2 (dessiné par l'auteur).....	68
Figure 59: Photos du bâtiment (prise par l'auteur) .....	69
Figure 60: l'ambre portée sur l'immeuble Pernod 6h et 10h du mmatin (auteur par Alcyone) 69	69
Figure 61: Vue sur le chantier de la nouvelle construction (auteur 2018) .....	70
Figure 62: Panneau du nouveau projet (auteur 2018) .....	70
Figure 63: Pathologies de la façade principale (auteur).....	71

Figure 64: La cursive (auteur 2017).....	71
Figure 65: Cage d'escalier (auteur 2017).....	71
Figure 66: Extraie du plan d'étage courant avec zone thermique appliqué.....	74
Figure 67: vue en perspective avec zone thermique appliqués (auteur ) .....	75
Figure 68: Vue arrière en perspective avec zone thermique appliqué (auteur).....	76
Figure 69: Le découpage du dernier étage en 6 volumes thermique (auteur) .....	83
Figure 70: Fenêtre définir le local adjacent (Auteur sur RETA).....	84
Figure 71: Figure 71: Création du matériau béton armé (Auteur RETA) .....	84
Figure 72: Création de la composition d'un mur double cloison (Auteur par RETA) .....	84
Figure 73: Fenêtre composition du vitrage (Auteur par RETA) .....	85
Figure 74: Fenêtre surface ensoleillée (Auteur par RETA) .....	85
Figure 75:Fenêtre de définition de la protection du vitrage d'été (Auteur par RETA) .....	85
Figure 76: Fenêtre chauffage de l'enveloppe (Auteur par RETA) .....	86
Figure 77: Fenêtre climatisation (Auteur par RETA) .....	86
Figure 78: Fenêtre renouvellement d'air Auteur par RETA).....	86
Figure 79: Résultats de la simulation initiale par RETA ( <a href="http://reta.cder.dz/">http://reta.cder.dz/</a> ).....	86
Figure 80: Vérification C3-2 confort d'été (auteur)      Figure 81: vérification C-3.4, confort d'hiver (auteur).....	87
Figure 82: Mur sud double parois en brique (rapport RETA).....	90
Figure 83: Mur sud en béton armé (rapport RETA).....	90
Figure 84: Donnée météo (Alcyon version démonstration 3.7.3.0).....	92
Figure 85: zone thermique pour le calcul STD en plan et 3D (auteur par Alcyon version démonstration 3.7.3.0).....	92
Figure 86: Exporter le projet vers pléiades (auteur par Alcyon version démonstration 3.7.3.0) .....	93
Figure 87: Scénario de température (auteur par Pléiades) .....	93
Figure 88: Scénario d'occupation (auteur Pléiades) .....	93
Figure 89: Composition des parois (Pléiades).....	94
Figure 90: Résultats de calcul dynamique avec Pliéades (Pliéades version démonstration 3.3.8.1).....	94
Figure 91: Résultats de calcul Pléiades (Pliéades).....	95
Figure 92: Résultat de la conformité au DTR C3/2-4 après future mitoyenneté ( <a href="http://reta.cder.dz/">http://reta.cder.dz/</a> ).....	97
Figure 93: amélioration des menuiserie (auteur).....	98

Figure 94: Résultats de la simulation après réhabilitation des menuiseries ( <a href="http://reta.cder.dz/">http://reta.cder.dz/</a> ) .....	98
Figure 95: la composition de la toiture terrasse isolé (google image et RETA) .....	100
Figure 96: résultats après isolation de la toiture terrasse .....	100
Figure 97: diagramme des variations des besoins des chauffages annuels des quatre appartements (auteur) .....	102

## **La liste des Tableaux**

Tableau 1: Tableau récapitulatif des types d'Huisserie et caractéristique (auteur).....	26
Tableau 2: Fiche donnée climatique d'Alger (auteur sur la base des donnée du DTR) .....	67
Tableau 3: catalogue de la composition des parois d'immeuble (auteur) .....	74
Tableau 4: tableau des zones thermique de l'immeuble pernod (auteur) .....	78
Tableau 5: Besoin annuel du chauffage et puissance de climatisation et chauffage (auteur) ..	88
Tableau 6: Synthèse des résultats de la simulation initial par RETA (auteur).....	91
Tableau 7: tableau récapitulatif des résultats de F2 Sud avant et après mitoyenneté (auteur sur la base de rapport) .....	97
Tableau 8: besoin d'énergie Ch. et puissance de climatisation avant et après amélioration des menuiseries (auteur) .....	99
Tableau 9: Tableau comparatif des besoins de Ch. annuel et puissance de climatisation avant et après isolation de la toiture (auteur) .....	101

## Liste des abréviations

**APRUE** : l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie

**Aréf** : Apport de référence

**Bbio** : Besoin bioclimatique

**Bch** : Besoins en énergie en chauffage

**Belc** : Besoins en énergie pour l'éclairage artificiel

**Bfr** : Besoins en énergie pour refroidissement

**CDER** : Centre de développement des énergies renouvelables

**Cep** : Consommation d'énergie primaire

**CNERIB** : Centre national d'études et de la recherche intégrée du bâtiment

**CREG** : Commission de régulation de l'électricité et du gaz

**CTC** : Centre technique de construction

**DPE** : Diagnostic de performance énergétique

**Dréf** : Déperdition de référence

**DTR** : Document technique règlementaire

**GES** : Gaz à effet de serre

**GIZ** : Agence allemande de coopération au développement

**ITE** : Isolation thermique par l'extérieur

**ITI** : Isolation thermique par l'intérieur

**MO** : Maitre d'ouvrage

**OPGI** : Office promotionnel de gestion immobilier

**PC** : Permis de construire

**PNLCC** : Plan nationale de lutte contre les changements climatiques

**POS** : Plan d'occupation au sol

**R.F.VA** : Régie foncière de la ville d'Alger

**RETA** : Réglementation thermique algérienne

**RT** : Réglementation thermique

**RT2012** : Réglementation thermique 2012

**RText** : Règlements thermique existant

**SED** : Simulation énergétique dynamique

**STD** : Simulation thermique dynamique

**STS** : Simulation thermique statique

**Tic** : Température intérieure de confort

# INTRODUCTION GENERALE

---

- Introduction
- Intérêt du sujet
- Problématique générale
- Problématique spécifique
- Hypothèses
- Objectifs
- Méthodologie de la recherche
- Structuration du mémoire

## Introduction

Depuis de nombreux mois, le pouvoir public a entamé une politique ambitieuse en faveur d'amélioration du bâti ancien de la ville d'Alger. Des campagnes massives de réhabilitation ont été lancées pour améliorer le vieux bâti colonial et de même améliorer le cadre de vie urbain ainsi que le confort des occupants.

Ce bâti constitue un enjeu crucial en matière de développement durable. Puisque, depuis le premier choc pétrolier qui a secoué tous les pays du monde dont l'Algérie ne fait pas exception, le bâtiment se trouve dans l'obligation d'améliorer ses performances énergétiques et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dès lors, plusieurs règlements ont été publiés à cet effet car le secteur du bâtiment se trouve le plus énergivore de plus qu'il soit aussi polluant. Selon le rapport de l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE), dans le bilan des émissions de dioxyde de carbone par secteur, l'habitat résidentiel est classé troisième après les industries énergétiques et le transport, avec 6312 Teq CO<sub>2</sub> (tonnes équivalent de CO<sub>2</sub>)<sup>1</sup>

A ce titre, la rénovation énergétique des bâtiments résidentiels existants est le chantier numéro un pour lutter contre les changements climatiques. Un marché important à entreprendre qui va de soi, malgré qu'il n'est pas toujours aisée (de nombreux frein suppose que soit d'ordre social, financière, réglementaire ou technique), la rénovation énergétique du vieux bâti colonial n'est pas une contrainte mais une réelle opportunité, car elle illustre une double ambition : réduire les consommations énergétiques du bâtiment et de même réduire l'émission de gaz à effet de serre et valoriser un patrimoine.

L'effort à accomplir donc est à la mesure de la tâche. Le bâti existant est très considérable, il avoisine en Algérie les 7 755,584 unités<sup>2</sup> d'après le recensement de l'année 2013. Il constitue aussi l'une des clés de défi environnementale, offrant d'importantes possibilités d'évolution à court et moyen terme. Chose qui a eu ses fruits dans d'autre pays notamment en Europe.

Face à cette situation, des règlements ont été publiés fixant des règles et des seuils pour gérer la consommation énergétique et pour aider les concepteurs de bâtiment à faire leurs choix conceptuels. En Algérie, un outil nommé RETA est créé par des organismes spéciaux qui a pour objectif la vérification à la conformité à la réglementation algérienne.

---

<sup>1</sup> Portail des Energies Renouvelables en Algérie, <http://portail.cder.dz/> 2010

<sup>2</sup> ONS « Exploitation exhaustive du recensement général de la population et de l'habitat, Résultats 2010-2013 », 2013. [En ligne] <http://www.ons.org.dz>

Par ce modeste travail de recherche, nous avons analysé la performance d'un bâtiment résidentiel des années 50 « Immeuble Pernod » qui fera objet de travaux de réhabilitation dans les moins prochaines. Une occasion pour nous afin de contribuer à son amélioration et apporter un plus aux travaux de réhabilitation en fournissant une analyse de ses performances énergétiques et proposer des recommandations, dans le but d'amélioration de ses performances énergétiques.

### **Intérêt du sujet :**

L'enjeu de cette recherche est très ambitieux, à savoir : l'intégration dans le plan d'économie d'énergie, limitation des gaz à effets de serre et participation à la perpétuation de l'image urbaine sereine toute en assurant le confort aux ménages, ainsi qu'une vie saine avec un impact positif sur la santé humaine et environnementale. La réhabilitation du bâti existant va nous permettre de préserver et prolonger la vie du parc du bâtiment existant ainsi que son amélioration de coup préservé un patrimoine et le transmettre aux générations futures, au même temps contribué à la limitation de la crise de logement.

### **Problématique générale**

Le patrimoine résidentiel ancien n'est pas ou peu isolé. Sa dégradation a causé des déperditions importantes, ce qui le rend de plus en plus énergivore. L'intégration du volet énergétique dans les travaux de réhabilitation constitue un moyen principal efficace pour améliorer nos consommations et notre cadre de vie. La volonté d'améliorer l'efficacité énergétique en Algérie est apparu pendant cette dernière décennie, mais avec la construction massive répondant à la crise de logement, on s'intéresse peu à l'impact énergétique, l'essentiel est de construire rapide et moins chère. Cela à fait aussi abstraction aux bâtiments existants qui ne cessent pas de se dégrader. Il s'avère donc nécessaire de réduire leur impact environnemental en promouvant le concept de la réhabilitation énergétique. Ainsi, les mettre aux normes pour en maîtriser la consommation énergétique surtout en présence de travaux de réhabilitation et de ravalement qui donnent une occasion pour un chantier ambitieux.

Partant de ce dernier point qui nous a beaucoup motivés. Nous avons traité le sujet de performance énergétique du vieux bâti coloniale en ayant comme problématiques de départ :

- **La réhabilitation du bâti existant est-elle prise en charge par la réglementation thermique algérienne? Et quels sont les facteurs qui influencent leurs comportements énergétiques?**

## **Problématique spécifique**

Parmi les bâtiments coloniaux existants, nous étudions particulièrement l'immeuble Pernod à Alger, de type IGH qui est programmé pour des travaux de réhabilitation, cependant :

- **A quel point les bâtiments coloniaux sont-ils performant énergétiquement?**
- **Et est-ce que tous les appartements de l'immeuble colonial Pernod ont le même comportement énergétique et pourquoi? Comment pourrait-on le réhabiliter énergétiquement?**

## **Hypothèse**

Dans ce travail, nous focalisons sur la réhabilitation du bâti ancien tout en améliorant ses performances énergétiques. Pour cela, nous fixons les hypothèses suivantes :

- Le bâtiment existant n'est pas pris en charge par la réglementation thermique algérienne et sa réhabilitation énergétique permet une plus grande performance énergétique en contribuant à la réduction de la consommation d'énergie et en assurant un confort intérieur optimal.
- L'immeuble Pernod n'est pas conforme à la réglementation thermique algérienne.
- L'orientation, la nature du site (urbain, dense ou vide) et la nature des parois influencent le comportement thermique et énergétique d'un immeuble.

## **Objectifs**

Par ce présent document nous présentons une analyse de performance énergétique du bâtiment résidentiel colonial Pernod. Ensuite, nous allons proposer des réflexions pour l'amélioration de sa consommation énergétique. Pour le faire, nous allons procéder à la manière d'un document qui va nous permettre de toucher à tous les aspects qui peuvent influencer la consommation d'un logement que ce soit : sa nature, le type du site (voir l'impact de la mitoyenneté et les masques sur sa facture), ainsi que par rapport à la nature de ses parois et leurs contact.

Les objectifs que nous souhaitons atteindre par cette recherche sont :

- Trouver la démarche et les outils efficaces pour intervenir d'une manière cohérente sur le bâti ancien.
- Apporter des améliorations à l'immeuble Pernod afin de diminuer son impact énergétique.

- Initier à l'urgence et l'importance d'intervenir sur les performances énergétiques.

## **Méthodologie de la recherche**

Nous avons établi notre recherche selon une méthodologie tracé afin d'atteindre les objectifs visées. Notre démarche méthodologique consiste en premier lieu à une recherche sur l'état de l'art par rapport aux travaux et démarches de la réhabilitation énergétique du bâti existant pour mieux cerner le sujet et pouvoir se situé par rapport à ce qui se fait dans le monde pour répondre à cette problématique d'intérêt public. Cela nous a permet de fixer et diagnostiquer notre cas d'étude qui est l'immeuble Pernod, sur la base duquel nous avons effectué notre étude. Puis, nous avons fait une recherche sur l'aspect réglementaire et outils de vérification afin d'étudier les différentes réponses règlementaires pour la maitrise de la consommation énergétique. Dans cette partie nous avons étudié la réglementation thermique algérienne avec son outil de vérification RETA qui se base sur un calcul statique, par la suite, nous avons eu recours à la réglementation thermique française qui est très reconnu dans le monde pour son développement et les résultats obtenus, et à travers l'outil Plieades+Comfie nous avons pu faire une simulation dynamique afin de compléter et discuter les résultats ; chose qui n'était pas si facile vu l'absence de licence du logiciel Pléiades + Comfie. En dernier étapes « la simulation des besoin des besoin énergétique du bâtiment », nous avons simulé le besoin de l'immeuble à l'état actuel, pour vérifier sa conformité à la réglementation thermique algérienne à travers RETA et Pléiades+ Comfie, ensuite, nous avons établi notre analyse sur la base de laquelle nous avons pu ressortir des recommandations pour une meilleurs efficacité énergétique. Au final, par le biais de RETA nous avons simulé l'impact d'une future mitoyenneté sur le comportement thermique énergétique de l'immeuble, par la suite nous avons rajouté les différentes recommandations une par une afin d'optimiser au maximum les consommations, à savoir : l'ajoute aux résultats de l'étude de l'impact de la future mitoyenneté l'amélioration des menuiseries, puis sur ces derniers résultats nous rajoutant le facteur d'isolation de toiture. Au bout du travaille nous finissons par une discussion et analyse des résultats obtenus.

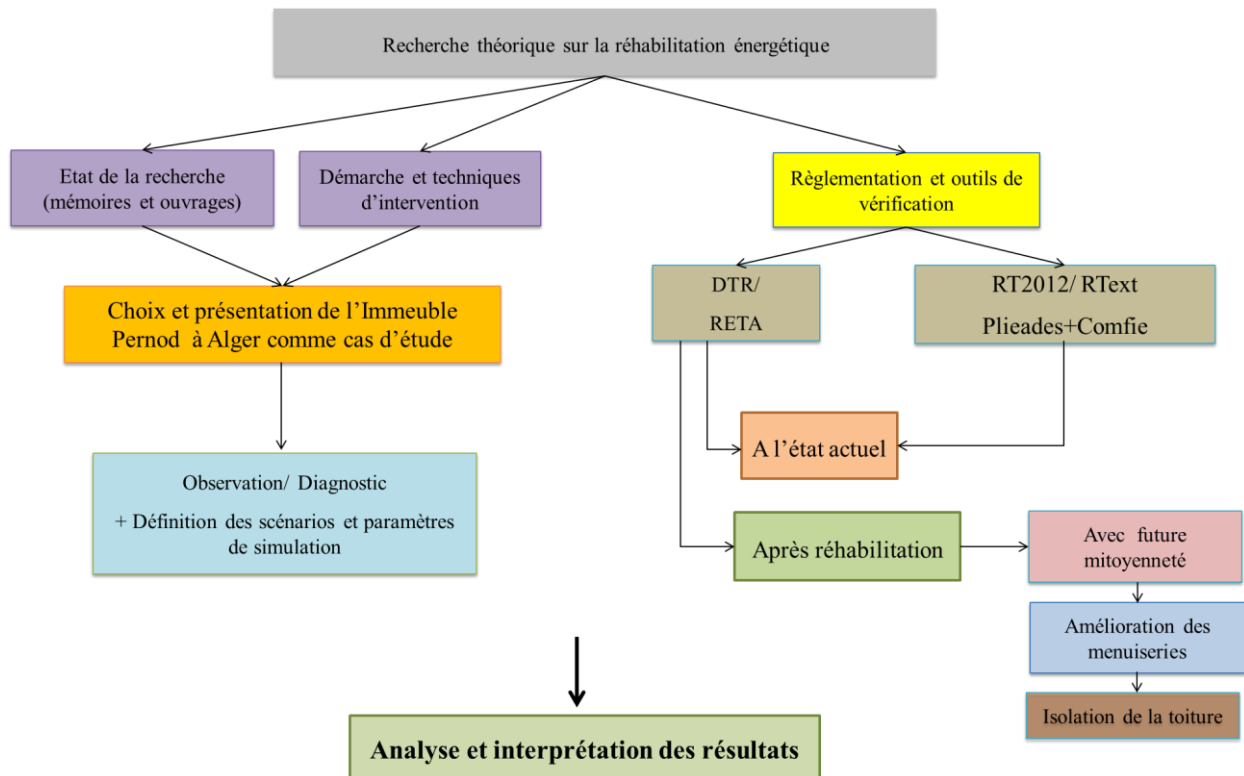


Figure 1: Schéma de la méthodologie suivie (auteur)

## Structuration du mémoire :

**Le premier chapitre :** le contexte de la réhabilitation énergétique.

Cette première partie représente la partie théorique où nous avons présenté l'état des travaux de réhabilitation à Alger. Ainsi, que l'état de la recherche sur le sujet ; pour pouvoir se situer par rapport aux recherches déjà établies. De plus, nous présentons les principales étapes et outils d'une bonne démarche de réhabilitation énergétique existante.

**Le deuxième chapitre :** la réglementation thermique.

Dans ce chapitre, nous présentons l'aspect réglementaire et la réaction des autorités par rapport à ce sujet.

**Le troisième chapitre :** outils de vérification réglementaire.

La réglementation thermique est suivie par des outils d'aide à la vérification. Ces derniers nécessitent une maîtrise pour ne pas tomber dans des faux résultats.

**Le quatrième chapitre** : Présentation de l'immeuble Pernod et définition des paramètres de simulation

Dans ce chapitre nous avons présenté l'immeuble Pernod, son environnement et caractéristique architectural, puis nous avons établi un diagnostic préliminaire de bâtiment. Ensuite nous avons fixé les paramètres de simulation.

**Le cinquième chapitre** : étude de réhabilitation énergétique de l'immeuble par simulation  
C'est la partie pratique de mémoire où nous avons fait une simulation de l'état actuel du bâtiment et vérifié sa conformité à la réglementation thermique algérienne. Puis après, nous avons suivi la démarche et les techniques adaptables présentées dans le chapitre 01, afin de réhabiliter l'immeuble énergétiquement et assurer sa remise en conformité. Nous terminons la recherche par la discussion des résultats par lesquels nous ouvrons de nouvelles pistes de recherche pour approfondir la réflexion.

# I. Chapitre 01 : LE CONTEXTE DE LA REHABILITATION ENERGETIQUE

---

## **Introduction :**

La réhabilitation énergétique : un sujet d'actualité dont ne cesse les acteurs du domaine d'en parler et dont les techniques, matériaux et règlements sont en évolution rapide vers une meilleure solution pour une rationalisation du besoin énergétique. Dans cette partie, nous allons présenter l'état d'avancement de la recherche dans le domaine d'efficacité énergétique du secteur de bâtiment. Aussi, voir l'actualité des travaux de réhabilitation en Algérie afin de la situer par rapport à ce qui se fait ailleurs dans les autres pays étrangers.

La réhabilitation est une intervention qui consiste à l'amélioration du bâti existant, elle peut être légère, moyenne ou lourde<sup>3</sup> selon l'état de la bâtisse et l'objectif des travaux. Dans notre cas on parle de la réhabilitation énergétique qu'on peut définir comme étant des travaux qui visent l'amélioration des performances énergétiques du bâtiment.

### **I.1. Etat de la recherche :**

Les ouvrages, articles, conférences ou séminaires ne manquent pas sur le sujet de l'économie d'énergie, un thème qui est en évolution rapide, à la recherche de l'optimisation maximale de besoin énergétique. Ainsi de nombreuses recherches ont été faites sur le sujet de l'énergie du secteur du bâtiment dont chacun a mis en lumière une problématique et par laquelle il a apporté un éclaircissement au sujet. Nous allons présenter quelques auteurs et recherches faites à ce propos afin de se situer par rapport à ce qu'a été fait et traité, et voir si notre cas n'as pas était étudié et essayer de compléter les données.

MAUGARD Alain et PELEGRIN François (2011)<sup>4</sup>, ont met dans leurs ouvrage « Amélioration thermique des bâtiments collectifs Construit de 1850 à 1974 », une démarche d'aide à l'amélioration de bâti en France dont ils ont présenté les différents type de bâtiment existant de la période étudié. Cela a démontré le niveau d'évolution de cette pratique en France.

Dans les travaux de mémoire recherche à l'EPAU, qui ont pris en charge le bâti existant et son comportement énergétique, nous citons le mémoire de master de Mr BOUTRAHI M. ; soutenu à l'epau ; intitulé « le patrimoine résidentiel algérois du 20eme siècle et son

---

<sup>3</sup> Intervention sur le bâti existant, Revu de l'Habitat n°1, Mars 2000

<sup>4</sup> MAUGARD Alain et PELEGRIN François (Janvier 2011), Amélioration thermique des bâtiments collectifs Construit de 1850 à 1974, Edition edipa,

comportement énergétique » cas de l'Aéro habitat<sup>5</sup>: un sujet qui nous intéresse de fait que notre cas d'étude l'immeuble Pernod est construit dans la même période et avec le même système structurel et constructive. Dans ce mémoire l'auteur après avoir confirmé la non-conformité de son cas d'étude aux limites dicté par les deux DTR thermique, il a proposé une amélioration du bâtiment qui par laquelle a réduit sa consommation de 70% par rapport à son état initial. Par cela il a initié à la nécessité d'introduire les pratiques de réhabilitation énergétique en Algérie vue le taux des économies qu'elle peut apporté sur la facture énergétique et le confort amélioré pour les usagers.

Dans le même contexte GUERITLI Rafik (octobre 2017)<sup>6</sup> dans sa recherche master s'est intéressé au bâtiment IGH de la période colonial cas de la tour de Diar El Mahçol, dont, à travers la simulation de l'appartement le plus défavorable par RETA, il a vérifié la non-conformité à la réglementation algérienne et dans il a simuler aussi le cas de remplacement de la pierre par un mur en brique double cloison pour vérifier et comparer entre les deux composition de paroi, il a débouché vers une conclusion qui incite à l'utilisation de la brique double cloison vu son comportement thermique favorable par le biseau de la lame d'air qui joue le rôle d'un régulateur thermique.

BOUALEM Ammar dans son mémoire master intitulé « la prise en charge de la réglementation thermique dans le permis de construire » à démontrer l'importance de l'intégration de la réglementation thermique dans le permis de construire pour diffuser et de même participer à l'amélioration et évolution de la réglementation, il est ressortie par une méthode théorique pour l'introduction de la réglementation dans le PC comme il a insisté sur l'introduction des mesures incitative pour impliquer les acteurs du bâtiment dans ce domaine. D'autres mémoire plus récents ont pris la question de bâti existant en utilisant l'application RETA comme outil de simulation de besoin énergétique, chacun a pris en charge un élément qu'il a développé et vérifié son impact sur le besoin énergétique du bâtiment à savoir l'isolation des parois extérieures, le remplacement du vitrage et l'isolation de la terrasse, et par cela ils ont prouvé que ses élément influence sur la facture énergétique d'une manière très positive.

---

<sup>5</sup> BOUTRAHI Mohamed (février 2013), Le patrimoine résidentiel algérois du 20eme siècle et son comportement énergétique cas de l'Aéro-habitat (1955), LVAP

<sup>6</sup> Gheriteli Rafik (octobre 2017), Proposition d'une réhabilitation thermique de tour Diar Elmahçoul pour une conformité à la réglementation thermique algérienne à l'aide de l'outil RETA et Ecoteche. LAE

En outre, deux autres mémoires masters sont intéressés à la question de la réduction de la facture énergétique mais sous un autre angle qui est la production du bâtiment de sa propre énergie par le biais des sources naturelles renouvelables dont: GHOUALEM amira ( octobre 2015)<sup>7</sup> a présenté une formule d'aide pour le calcul du nombre de panneaux solaire pour couvrir le besoin de climatisation ce qui va nous permettre de répondre au besoin de climatisation dans les saisons les plus chaudes gratuitement. Comme elle a présenté les méthode et techniques d'aide au choix de meilleurs types de panneaux qui convient au type de climatisation. En revanche Melle MOULAY Rym (octobre 2015)<sup>8</sup> s'est intéressé aux capteurs solaires mais dans son cas c'était afin de couvrir le besoin de chauffage.

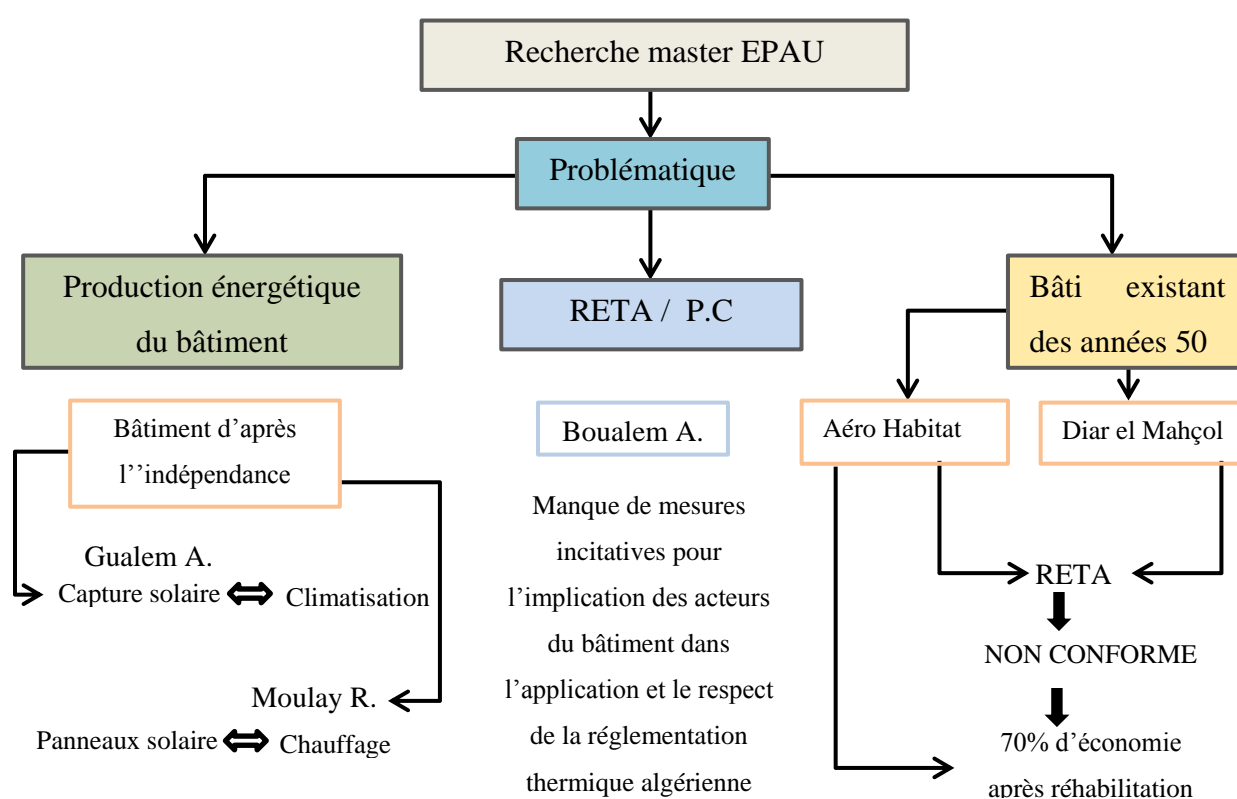


Figure 2: schémat de synthèse de l'état de la recherche (source : auteur)

<sup>7</sup> GHOUALEM Amira (octobre 2015), Proposition d'un didacticiel pour l'architecte et usagers comme outil d'aide à la décision dans les stratégies de climatisation. LAE

<sup>8</sup> Moulay Rym (Octobre 2015), Intégration des systèmes d'économie d'énergie dans l'habitat en Algérie: « cas des capteurs solaires thermiques », LAE

Par cela, nous concluons que la plupart des bâtiments étudiés sont plus récent que notre cas d'étude ainsi que les études ont démontré que les bâtiments étudiés ne sont pas conforme à la réglementation algérienne est-ce que c'est le cas de tous les bâtiments existants ? De plus, vu que la réhabilitation est une intervention particulière à chaque cas nous allons à travers l'immeuble Pernod qui est de type IGH spécifier ou généraliser les résultats obtenu pour l'aéro habitat et est-ce qu'il présente le même comportement énergétique puisque il date de la même période.

La plupart des analyses de comportement sont faites à l'aide de l'application RETA nous essayerons d'étudier un autre logiciel qui fait des calculs dynamique et voir la déférence dans le but d'évolution de cette dernière.

## **I.2. Les travaux de réhabilitation à Alger :**

Le pouvoir public a entamé une politique ambitieuse en faveur d'amélioration du bâti ancien des principales villes d'Algérie. Des campagnes massives de réhabilitation ont été lancées pour améliorer le vieux bâti colonial et de même améliorer le cadre de vie urbain ainsi que le confort des occupants.

Les immeubles de la ville d'Alger, comme est le cas dans les principales villes d'Algérie notamment Oran, Constantine et Annaba, subi durant ces dernières années des travaux de réhabilitation. Une action entreprise par la wilaya d'Alger dans le cadre du programme d'embellissement et de modernisation de la capitale<sup>9</sup> et dont les travaux ont été pris en charge par les OPGI notamment celle d'Hussein Dey, Dar Bida, Bir Mourad Raïs... Une intervention intéressante qui permet à la fois la préservation et la valorisation de ce vieux bâti délaissé, avec tous ce qui recèle comme cachet patrimonial et de coup à prolonger sa durée de vie, de plus améliorer l'image urbaine. L'opération a débuté par les immeubles situés dans les cinq axes principaux à savoir le boulevard Zighoud Youcef (la façade maritime d'Alger), l'Avenue Larbi Ben Mhidi, Didouche Mourad, Mohamed V et Colonel Amirouche. Pour rejoindre actuellement les bâtiments de la périphérie Est d'Alger (Hussein Dey, Hamma...).

El Bahia ou Alger la blanche a enfin retrouvé son charme perdu il y a très longtemps.

Durant cette année et dans le cadre de la recherche master nous avons pu avoir accès à un cahier des charges (annexe 01) établie par L'OPGI Bir Mourad Raïs dans le cadre de lancement des travaux de réhabilitation de l'axe Colonel Amirouch, et par lequel nous avons

---

<sup>9</sup> Extrait du descriptif des travaux (voir ANNEXE 01)

pu tirer les conclusions suivantes : les travaux de réhabilitations touchent principalement les façades, espace commun (hall d'entrée et cage d'escalier) et la terrasse. Les taches prescrites insiste sur la reprise à l'identique et la démolition de toutes extension illicite. En dehors du renforcement dans le cas de besoin, les travaux ne dépasse pas le ravalement de façade, peinture reprise des éléments décoration et modérateur ainsi que le changement des tuyauteries et l'étanchéité dans le cas de leurs dégradation.

Cette action est intéressante dans le sens où elle a pris en charge ce parc du bâtiment abandonné et privé d'entretien pour long temps, or elle reste superficiel vu qu'elle n'inclue pas l'intérieur des logements (faute de copropriété) ainsi que l'amélioration du confort intérieur et l'aspect énergétique des bâtiments. Une extension que nous devons rajouter au plan d'action de futures interventions.



Figure 3: Façade d'un immeuble réhabilité, avenue Larbi ben mhidi (auteur 2017)



Figure 4: Préparation de chantier de travaux boulevard colonel amirouche (auteur 2017)

### **I.3. Demarche d'intervention pour une rehabilitation energetique :**

La réhabilitation des anciennes constructions est une intervention qui semble très simple mais qui reste très complexe à mener. Selon les objectifs fixés d'un simple coup de peinture, changement des tuyauteries à la remise aux normes et l'amélioration des performances énergétiques qui est l'objectif principal de notre recherche.

En effet La réhabilitation énergétique de bâti existant, tout en préservant sa valeur patrimoniale, est complexe à cause de la spécificité de ses procédés constructifs et les

matériaux utilisés (pierre, chaux...) dont on doit tenir compte pour ne pas entraîner des sinistres plus importants qu'ils étaient. Alors cette intervention exige des techniques de réhabilitation particulières et spécifiques à chaque cas.

Avant toute intervention, nous devons établir un diagnostic très détaillé sur le bâtiment et son environnement pour rassembler le maximum d'information sur le bâtiment et de coup intervenir d'une manière cohérente par la suite. La connaissance et la prise en compte des aspects techniques, esthétiques et historiques permettent d'allier préservation de l'authenticité du patrimoine et amélioration de ses performances énergétiques.

La démarche consiste à établir un diagnostic très détaillé sur le bâtiment et son environnement: caractéristiques, valeurs, état de la structure, relevé des pathologies pour y remédier avant d'intervenir sur le plan énergétique. Cette étude permet d'intervenir d'une manière cohérente tout en alliant préservation de l'authenticité du patrimoine et amélioration des performances énergétiques. Puis, une fois on est assuré que le bâtiment est sain on passe à la première étape de réhabilitation énergétique qui consiste à réduire le besoin car il n'y a pas d'énergie qui est plus respectueuse de l'environnement que l'énergie qui n'est pas utilisé<sup>10</sup>, par cela nous voulons dire réduire le besoin d'utilisation de l'énergie est la première clé pour augmenter la performance énergétique d'une construction, l'enveloppe du bâtiment, puis améliorer les performances des équipements et diminuer leurs consommations et voir par la suite le recoures aux énergies renouvelables.

*« Une modification qui n'est pas une amélioration est une dégradation »*

*Adolf Loos*

#### **I.4. Les techniques de rehabilitation energetique du bati existant :**

Nos principales préoccupations par la réhabilitation énergétique du bâtiment ancien sont d'une part l'économie d'énergie et d'autre part, l'amélioration du confort toute en préservant le bâti et prolongeant sa durée de vie. Une bonne intervention sur le bâti permet de satisfaire à ses demandes en réduisant voir en annulant les dépenses énergétiques des techniques actives de chauffage, ventilation et rafraîchissement.

Dans ce chapitre nous présentons un ensemble de solutions permettant d'améliorer la consommation des énergies d'un bâtiment existant en hiver ainsi qu'en été, et dont chacune

---

<sup>10</sup> Guide d'amélioration des bâtiments collectifs, épïc 2011, p7

est régie par des règles de mise en œuvre selon les cas, aucune technique n'est miraculeuse, mais le meilleur choix dépend des caractéristiques d'un projet.

#### I.4.1. Isolation des toitures

L'isolation des toitures est une intervention prioritaire car elle présente les déperditions les plus importantes pouvant atteindre 30% à 50% des déperditions d'un logement.

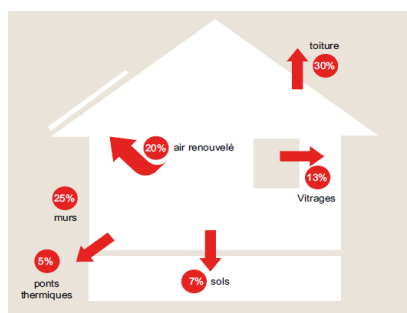


Figure 5: Déperditions dans un habitat non isolé (GIZ)

En effet la toiture terrasse est la partie la plus exposée d'un logement aux conditions climatiques. La température de l'air au plafond est plus élevée qu'au sol (l'air chaud monte). Or, la quantité de chaleur qui traverse une paroi est d'autant plus importante que la différence entre les températures de chaque côté de cette paroi est grande. Plusieurs procédés d'isolation existent et le choix de meilleure technique dépend de type et l'usage.

##### I.4.1.1. La toiture charpente (comble)

Un comble est une partie du bâtiment située sous une toiture dite légère, c'est-à-dire réalisée à l'aide d'une charpente en bois ou métallique<sup>11</sup>. Ce type de couverture est présent dans les régions de forte précipitation. L'isolation des combles peut se faire de l'intérieure sans changer l'aspect extérieur. En présence d'un comble non habitable (comble perdu) : la solution est très simple, efficace et moins coûteuse. En appliquant une isolation sur le sol soit par rouleaux ou par soufflage de laine de verre, laine de roche. Cela nous permettra de créer un espace tampon qui va jouer le rôle de régulateur thermique.

<sup>11</sup> [En Ligne] *Guide pour une construction éco énergétique en Algérie*, APRUE et GIZ, 2014.

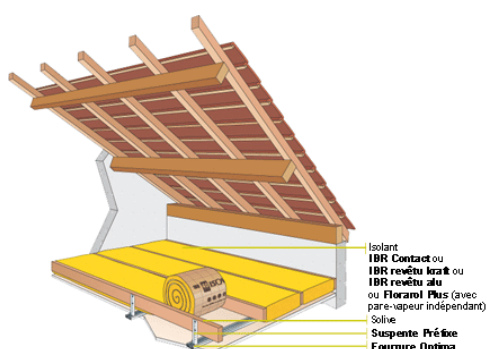


Figure 6: Isolation de comble par rouleau (<http://www.j-cherence.fr/isoler-un-grenier-amenageable-9967/>)

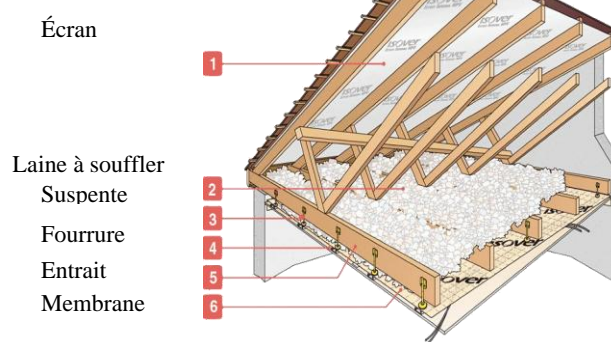


Figure 7: Isolation de comble par insufflation (<http://www.isolation-bzh.com/soufflage>)

Dans le cas d'un comble aménagé: on n'applique pas l'isolation sur le sol mais sur les murs suivant les techniques d'isolation des murs (voire p18) et sous les rampant soit entre et sous chevrons:

- Laine minérale (6 à 10 cm) agrafée entre chevrons
- Complexe de doublage (plaque de plâtre isolant) vissé ou cloué sous les chevrons avec une épaisseur des isolants limitée à 80 mm

Dans ce cas, nous devons aérer l'isolant en préservant une lame d'air entre l'isolant et les volige pour éviter tout risque de condensation et limiter les surchauffes en été.

Cette technique malgré son efficacité elle réduit la hauteur de sous plafond



Figure 8: Isolation sous rampant (<http://www.big-creek.com/lumber-and-building-supplies/sheetrock-and-insulation/>)

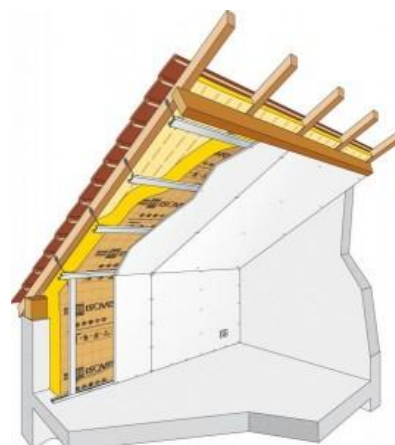


Figure 4: Isolation sous rampant (<http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Isolation-de-la-maison-murs-combles-et-toitures/L-isolation-des-combles/Isolation-simple-ou-double-couche>)

#### I.4.1.1. Toiture-terrasse

La toiture terrasse ; qui est le cas de notre cas d'étude ; est composé de bloc creux (entrevous à granulats ou en terre cuite) surmonté d'une chape en béton armé à très faible pente (moins de 5 % en général). Son isolation dans le cas de rénovation dépend de la destination, à savoir terrasse accessible, inaccessible ou végétalisée, de la nature d'isolant ainsi que de la présence d'un complexe d'étanchéité. Dans le cas où ce dernier est en bonne état on peut procéder directement à l'isolation en faisant attention au choix de la nature d'isolant.

De ce fait, on distingue deux procédés d'isolation selon la disposition de la couche d'isolant.

L'isolant est support d'étanchéité (toiture chaude) : c'est la solution courante (adaptée dans le cas du non présence d'étanchéité et même dans le cas contraire mais l'ancien couche va servir de par vapeur). Dans ce cas on pose l'isolant sur la dalle après avoir entreposé un écran par vapeur puis on recouvre l'isolant par un complexe d'étanchéité qu'on protégera par la suite soit par une forme de pente ou carreaux de carrelage. L'isolant le plus employé est le polyuréthane en plaques.

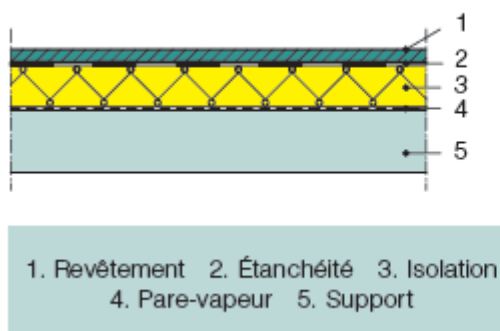
Ce type d'isolation présente plusieurs avantages :

- Isolation légère : qui ne nécessite pas une structure secondaire.
- Isolation durable : car elle est protégée par le par vapeur et l'étanchéité ce qui l'aide à rester sec et donc l'isolant va conserver ses caractéristiques thermiques plus longtemps.
- Ce type d'isolation augmente l'inertie thermique de la toiture, protège des variations de température, de l'effet de dilatation et gel et dégel.

Mais en revanche l'étanchéité qui se trouve dans la partie supérieure se trouve soumise aux variations de températures ce qui peut sa dégradation ainsi que la dégradation de l'isolant avec le temps car la durabilité de l'isolation va en paire avec celle d'étanchéité.

L'isolant est par-dessus l'étanchéité (toiture chaude inversée) : beaucoup utilisé en rénovation, dans ce cas l'isolation est placée sur l'étanchéité. L'isolation est le plus souvent composée de panneaux de polystyrène extrudé non collés au support, protégé par des carreaux de carrelage. De plus des avantages de la toiture chaude, cette technique protège la membrane d'étanchéité si elle est encore bonne et qui jouera le rôle de par vapeur au même temps. Mais, avant d'opter pour ce type d'isolation nous devons nous assurer que la structure pourra supporter le poids de ce système car dans ce cas l'isolant aura besoin d'une structure de protection. En outre son entretien est très difficile, de plus, l'eau va diminuer la capacité d'isolant d'où la nécessité d'augmenter son épaisseur de 10 %.

**Fig. 1 Toiture chaude.**



**Fig. 2 Toiture Inversée.**

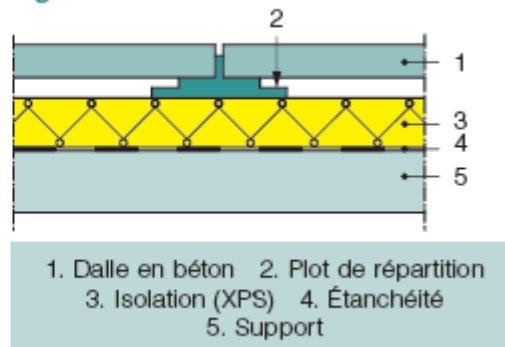


Figure 9: Isolation des toitures terrasse  
(<http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact20&art=286>)

L'isolation des toitures terrasses en sous face (de l'intérieure) est déconseillé car en effet la dalle de toiture subirait de fortes sollicitations thermiques et la dilatation induite pourrait causer la fissuration des murs au droit des appuis et une rupture d'étanchéité peut avoir lieu<sup>12</sup>. Nous devons aussi isoler l'acrotère pour assurer une isolation continue et éliminer les ponts thermiques qui peuvent être source de dégradation de complexe d'isolation.

**Fig. 3 Isolation sous le support.**

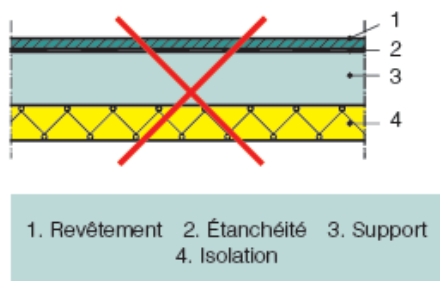


Figure 10: Type d'isolation à éviter  
(<http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact20&art=286>)

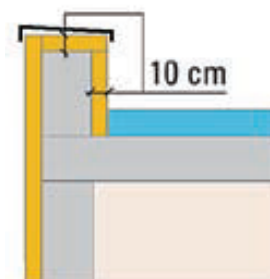


Figure 11: Isolation de l'acrotère  
(<http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact20&art=286>)

Les exigences du règlement algérien sur les travaux de réhabilitation des couvertures des bâtiments :

- Démolition de toute extension illicite sur terrasses

<sup>12</sup> Guide maghrébin des matériaux d'isolation thermique des bâtiments, page 15, [http://www.mediaplaco.com/pdf/gtz\\_reme\\_isolation%20MAGHREB.pdf](http://www.mediaplaco.com/pdf/gtz_reme_isolation%20MAGHREB.pdf)

- Reprise à l'initial de tous les éléments de la toiture: modérateur, revêtement, garde-corps, acrotère, ...
- Le profil d'origine du toit doit être conservé.
- Reprise partielle ou totale de l'étanchéité jugée endommagée par le partenaire cocontractant, en présentant des plans de reprises qui seront approuvés par le CTC.

#### **I.4.2. Isolation des murs**

Avant de procéder à l'isolation des murs nous devons s'assurer que le mur est sain de toutes pathologie à savoir trace de remonté capillaires ou infiltration d'humidité depuis l'extérieure car ces dernières entraineront des dégradations de pouvoir isolant.

L'isolation des murs en réhabilitation s'effectue suivant plusieurs manières, selon la qualité et caractéristiques des façades. Dans le cas où la façade est lisse sans décoration, une isolation thermique extérieure (ITE) est plus efficace et plus facile car elle traite les cadres des baies mais elle diminue le flux de lumière. Dans le cas contraire, ou la façade présente des valeurs architecturales singulière que nous devons préserver à tous prix, la seconde solution, isolation thermique intérieur (ITI), s'impose vu qu'elle ne touche pas à l'aspect extérieur du bâtiment. Mais dans les deux cas : façade lisse ou richement décorée, l'isolation par injection ou insufflation est y présente.

##### **I.4.2.1. Isolation thermique par l'extérieure (ITE)**

L'isolation par l'extérieur valorise l'inertie thermique des matériaux ainsi elle augmente considérablement le confort en été (murs rafraîchis la nuit qui ne se réchauffent que lentement la journée), par ailleurs elle permet de traité les ponts thermiques, notamment au niveau de la jonction des façades / plancher et les cadre des baies. De coup une ITE influence considérablement la consommation de chauffage par rapport aux autres systèmes d'isolations de parois verticales. De plus, elle nous permet de traiter à la fois l'isolation et le ravalement dans le cas de façade en mauvais état.

Cette technique est la plus adaptée aux projets de réhabilitation énergétique dont la façade n'est pas contraignante dans le sens où elle ne présente pas de valeurs architecturales à préserver, vu que cette technique s'accrole à l'extérieure de la paroi. En revanche, elle présente des coûts très élevés due à la mise en œuvre très délicate implique un chantier important, avec des problèmes liés à la tenue des isolants (décollement). Elle entraine aussi un rétrécissement des cadres des ouvertures ce qui induit à une perte de luminosité. Deux techniques de mise ne œuvre de l'ITE existent ; soit :

- Fixé au moyen du bardage : une technique composite « isolant/peau » sur une ossature secondaire et revêtu d'un parement (ardoises, céramique, bois, zinc,...) qui donne possibilité de créer une modénature de façade. Cette technique malgré son cout élevé elle nous permet de rattraper les défauts de planéité. Elle est adaptée sur façades exposées à l'eau ou à l'humidité, grâce à la présence d'une lame d'air entre l'isolant et la sous face du parement.
- Collé par vêtture une isolation thermique intégrée, constituée d'un isolant et d'un parement de dimension similaire à l'isolant posés en une seule fois sur le mur par fixation mécanique. Ou par vêtage: c'est des plaques d'isolants généralement de polystyrènes collées par plots sur support recouvert d'enduit mince d'imperméabilité et de parement<sup>13</sup>.

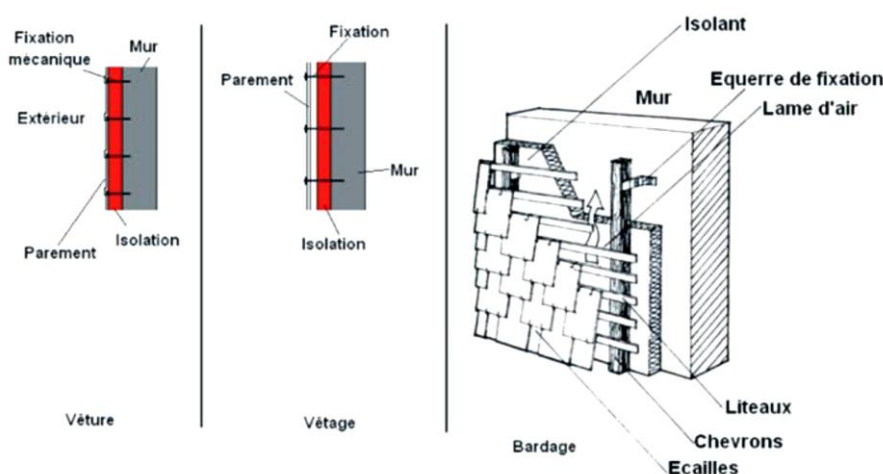


Figure 12: Techniques d'isolation par l'extérieur (GIZ)

Les deux dernières techniques de collage (vêtture et vêtage) doivent résister aux variations dimensionnelles dues à la dilatation. Elles ont l'avantage d'être faciles à poser, ils nécessitent peu d'entretien et présentent une bonne durabilité. Or elles ne permettent pas de régler les irrégularités. En cas d'isolation par l'extérieur, les appuis et les encadrements des baies doivent être traités avec le plus grand soin.

Avec les mêmes contraintes qu'un enduit mince. Ces différents systèmes bénéficient du classement « reVETIR »<sup>14</sup> dont l'évaluation se fait en fonction des points suivant :

<sup>13</sup> [En Ligne] *Guide pour une construction éco énergétique en Algérie*, APRUE et GIZ, 2014.

<sup>14</sup> Revu : Les cahiers techniques du bâtiment, N° 198 Mai 1999, p 52, Edition CIM béton

- Facilité de réparation (r)
- Facilité d'entretien (e)
- Sa résistance au vent (V)
- Son étanchéité (E)
- Sa tenue aux chocs (T)
- Son comportement au feu (I)
- Sa résistance thermique (R)
- Indique les performances des systèmes reportées en façade dont la résistance thermique est  $\geq$  à  $0.5\text{m}^2.\text{C}/\text{W}$ .

Par contre dans le cas de changement de l'aspect extérieur de la façade, une ITE peut entraîner un refus au profil d'une ITI dans la mesure de sa possibilité.

#### **I.4.2.2. Isolation thermique par l'intérieur (ITI)**

Peu utilisé dans notre pays suite ou pratique de nettoyage (eau), de plus, elle diminue la surface habitable, annule l'effet de l'inertie des matériaux et présente des difficultés de traitement de pont thermique. Mais elle se trouve exigée pour les façades richement décorée qui présentent un aspect architectural à préserver. Elle s'effectue principalement soit par création d'une deuxième cloison avec vide entre les deux suivant le principe de boîte dans la boîte. Ou par complexe d'isolants collé aux murs avec une résistance décroissante à la vapeur d'eau de ces derniers.

Lorsqu'on utilise une isolation derrière une contrecloison, il est préférable d'utiliser des briques de terre cuite, des blocs de béton ou des parpaings (5 cm minimum). L'isolant incorporé entre le mur et la cloison est en général du polystyrène, de la laine minérale en panneaux semi-rigides ou du polyuréthane expansé.

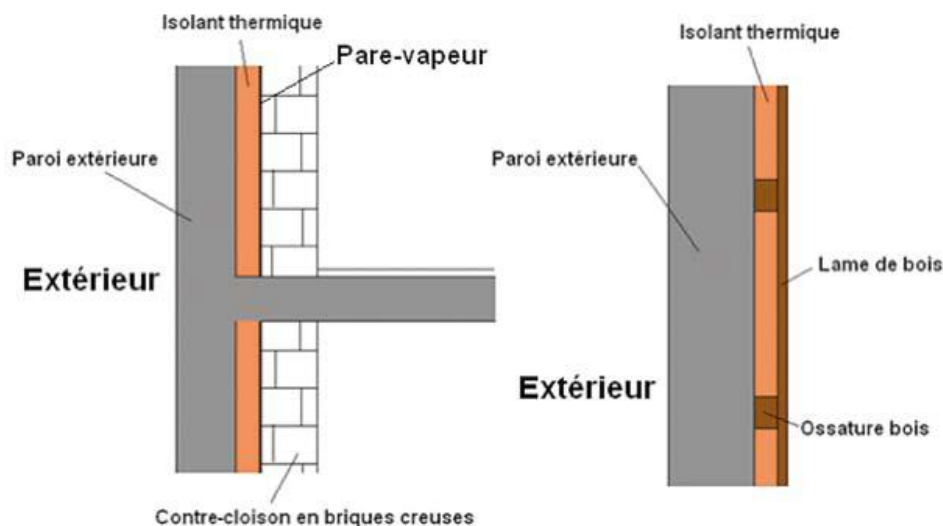


Figure 13: Illustrations d'isolation par l'intérieur (GIZ)

En zone très froide (à plus de 600 m d'altitude), il convient de placer côté intérieur de l'isolant un pare-vapeur.

Il faut faire attention aux remarques suivantes :

- Dans le cas où la façade présente de décoration à l'extérieur ainsi qu'à l'intérieure à préserver, les deux solutions précédentes sont refusées au profit d'un enduit mince à caractère d'isolant qu'on applique sur l'intérieur qu'à l'extérieur pour couper l'effet de paroi froide. L'enduit mince nous permet de préserver l'inertie des murs et de garantir une isolation équivalente à 10 cm d'isolant intérieur. Cette technique est la plus simple mais plus chère.
- Les matériaux doivent être hygroscopiques<sup>15</sup>.
- La pose d'isolant ITE /ITI doit se faire sur un mur sein.

#### I.4.2.3. Isolation des murs par remplissage

Une isolation parfaite des murs creux déjà jointés. Une technique qui s'applique au nouveau ainsi qu'à l'ancienne construction. Cette technique consiste à remplir la lame d'air par injection d'une mousse (polyuréthane) ou insufflation d'un isolant en vrac, sous pression, par une machine par le baie des trous percés dans l'une des parois composant le mur, empêchant ainsi tout courant d'air désagréable en formant un bloc compacte.

<sup>15</sup> Matériaux qui ont la capacité de stocker l'eau et laisser s'échapper la vapeur d'eau dans l'air lorsqu'il est trop sec, ainsi il participe à la régularisation de l'humidité intérieure des logements.



Figure 14: Soufflage de verre vierge (Web)

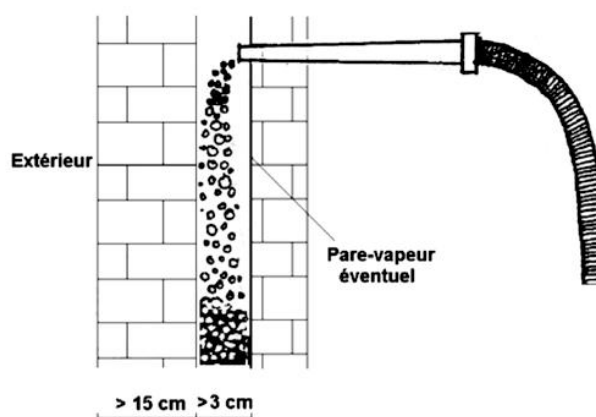


Figure 15: Technique d'insufflation d'un isolant à l'intérieure d'une lame d'air (Web)

Mais il faut respecter les conditions suivantes :

- La lame d'air doit avoir au moins 3 cm d'épaisseur.
- La paroi extérieure doit avoir une épaisseur de plus de 15 cm.
- En zone très froide (à plus de 600 m d'altitude), il convient de placer côté intérieur de l'isolant un pare-vapeur.

#### I.4.3. Isolation de la menuiserie

Fenêtre, menuiserie et garde de corps, c'est des éléments qui contribuent à l'esthétique du bâtiment, assurent la ventilation nocturne en été mais présentent des sources d'inconfort, de la non maîtrise d'énergie puisque c'est des sources de déperdition et sources d'importants apports. Ces apports qui sont intéressants en hiver, ne le sont pas en été.

L'isolation des baies participe non seulement à la réduction des consommations énergétiques mais aussi à l'amélioration de l'isolation phonique.

Pour améliorer les performances thermiques des fenêtres, plusieurs solutions existent :

- Pose d'occultation, qui en leurs présence, jouent un rôle de régulateurs de températures la nuit, limite les déperditions en hiver et protège des rayonnements directe en été.
- En cas de présence d'une grande profondeur sur l'épaisseur de mur, la pose d'une deuxième fenêtre dans l'épaisseur de mur est une bonne solution pour préserver l'aspect authentique de la façade, est efficace aussi bien sur le plan thermique qu'acoustique.
- La fermeture des parties communes (cage d'escalier, cour intérieure...) qui sont sources des déperditions thermiques de l'immeuble.

- Et essentiellement, il faut agir sur la menuiserie et la qualité des vitrages :

#### I.4.2.4. Vitrage

Plusieurs types de vitrages existe avec pour chacun ses spécificités en termes de confort thermique (conductivité et facteur solaire du vitrage), visuel (transmission lumineuse), et acoustique (indice d'affaiblissement). Afin de diminuer le facteur solaire des vitrages, plusieurs solutions existent dont nous citons l'augmentation de son épaisseur (jusqu'à 12 mm) pour qu'il absorbe d'avantage le flux solaire, traitement de la face extérieure du vitrage par application à chaud d'oxydes métalliques, pour obtenir un vitrage réfléchissants. Ou le remplacement du vitrage existant par un double vitrage qui permet de diviser à deux le coefficient K de transmission de l'ouverture (voir figure 14).

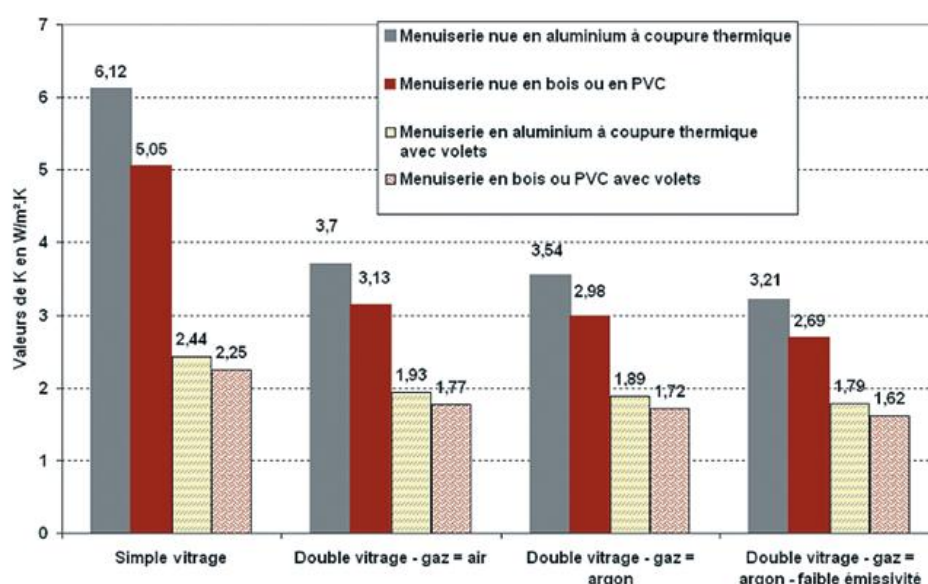


Figure 16: Facteur solaire de quelques vitrages (GIZ)

Doubles vitrages isolants<sup>16</sup>; ils sont composés de deux feuilles de verre maintenues à distance par un cadre ; l'épaisseur de ce dernier (et donc celle de la lame d'air) est habituellement égale à 6, 8, 10 et 12 mm ; au sein de la lame d'air, un matériau dessicatif est inséré (gel de silice) afin d'éliminer la vapeur d'eau contenue dans la lame d'air ; l'ensemble est scellé au moyen de mastics élastomères ; il est possible d'améliorer les performances thermiques d'un vitrage double en remplaçant l'air par un gaz moins conducteur comme l'argon , ou en réduisant le rayonnement d'un verre à l'autre, l'émissivité des vitrages est diminuée grâce au

<sup>16</sup> [En Ligne] *Guide pour une construction éco énergétique en Algérie*, APRUE et GIZ, 2014.

dépôt d'une fine pellicule d'oxydes métalliques sur les faces internes du double vitrage, on parle alors de vitrage à faible émissivité.

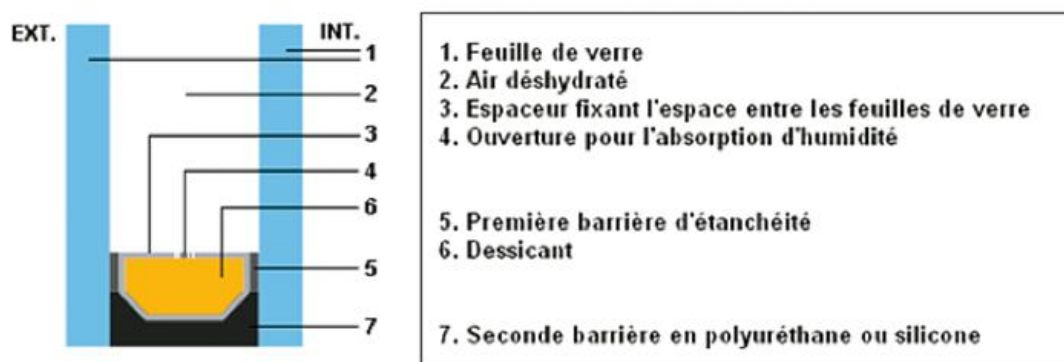


Figure 17: Principe d'un double vitrage (GIZ)

#### I.4.2.5. Huisserie :

Quatre types de huisserie utilisés pour les ouvertures à savoir le bois, PVC, aluminium et menuiserie mixte, dont chaque type présente des valeurs et caractéristiques différentes que nous pouvons résumer dans le tableau suivant en se basant sur des lectures faites sur le sujet :

Facteur d'évaluation	Type de menuiserie			
	Bois	Huisserie mixte	PVC	aluminium
Performance Thermique	Très bonne performance	Bonne performance	performant	Moins performant
Sensation de paroi froide	minimisée	minimisée	Forte/ claire de jour réduit	Très forte
durabilité	Moins durable	durable	Pas durable	Le plus durable
Entretien	Difficile	Facile	Facile	Facile

Economie	cher	Le plus cher	Moins cher /le bois	Le moins cher
Environnement	recyclable	/	Non recyclable	Non recyclable
Santé	Inflammable		néfaste	Ininflammable

Tableau 1: Tableau récapitulatif des types d'Huisserie et caractéristique (auteur)

Dans le souci de préservation du cachet architectural du bâtiment nous devons conserver le modèle d'origine des fenêtres qui veut dire utilisation de même matériaux, même découpe et même couleur et texture du vitrage.

En résumé, dans les travaux de réhabilitation énergétique sur les menuiseries nous devons agir essentiellement sur la qualité des huisseries, leurs occultations et la qualité de vitrage. Ces trois éléments influencent leurs performance thermique. Mais avant tous nous devons intervenir en premier lieux sur le contour de la baie et cela lors de l'isolation extérieure des murs, par traitement des encadrements et appuis avec des isolants à faible épaisseur car elle entraîne le rétrécissement de l'ouverture et donc diminution le flux de lumière.

#### I.4.4. Isolation des planchers

##### I.4.4.1. Cas d'un plancher bas

Isolation des plancher bas est très complexe surtout en présence de parquet mais plus efficace. Seulement nous devons traiter l'humidité pour ne pas entraîner des dommages important sur la structure et revêtement de sol.

Dans le cas d'un plancher sur vide sanitaire : le plancher se trouve en contact avec un vide non ventilé en bas et avec l'extérieur, de ce fait nous devons isoler le sous plancher de la même manière qu'un plancher sous local non conditionné (voir page 27). Et pour supprimer les ponts thermiques nous devons isoler le soubassement en prolongeant l'isolation de la façade jusqu'à 30 cm à l'intérieure du sol ainsi que le pourtour intérieure si la hauteur le permet.

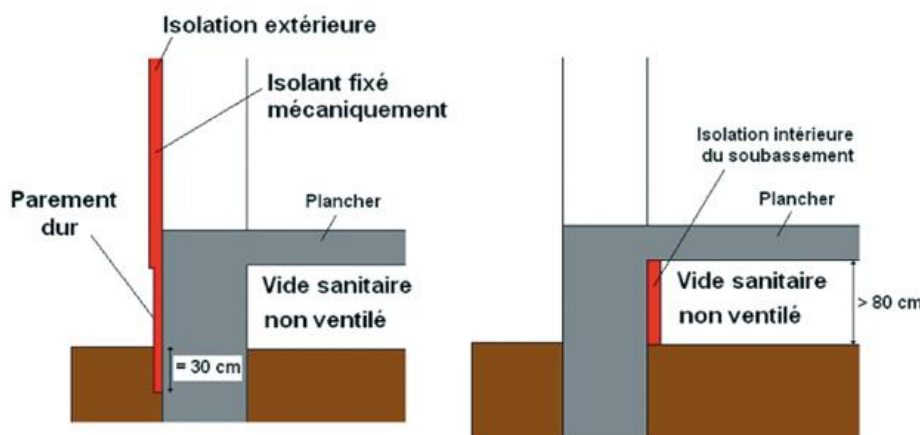


Figure 18: Isolation des planchers bas sur vide sanitaire (GIZ)

Dans le cas d'un plancher sur terre-plein, très souvent une dalle en béton armé reposant sur le hérisson. En effet, l'isolation de ce type de plancher n'est pas prioritaire car les pertes à travers le soubassement sont faibles et l'inertie apportée par le terre-plein est intéressante en été. De plus, ce type de plancher présente des difficultés dans le cas de rénovation et dont la seule solution intéressante est l'isolation du soubassement sur son pourtour en prolongement de l'isolation des murs. Afin de limiter les pertes, supprimer les ponts thermiques et bénéficier de l'inertie thermique du terre-plein.

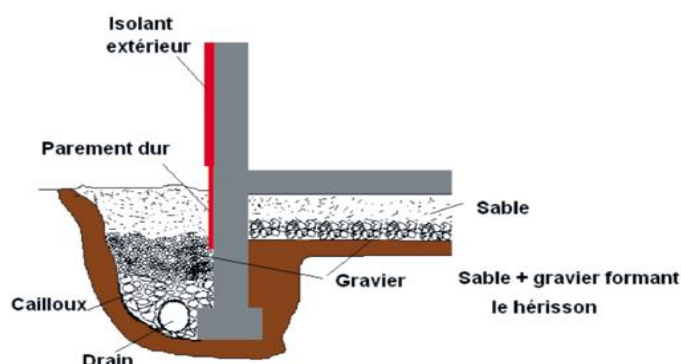


Figure 19: Isolation des planchers bas sur terre-plein (GIZ)

#### I.4.4.2. Planchers sur local non chauffé

L'isolation des plancher sur local non conditionné se fait en sous face de deux manières soit par panneaux complexe d'isolation fixé soit directement en sous le plancher ou par l'intermédiaire de lisse en bois ou métalliques. Le complexe d'isolant ne doit pas contenir un par vapeur pour éviter les risques de condensation. Soit par projection de mousse de fibres de

roche avec liant hydraulique, une technique sont traditionnelles bien adaptées à des sous faces non planes et dont le plancher doit être faiblement sollicité mécaniquement.

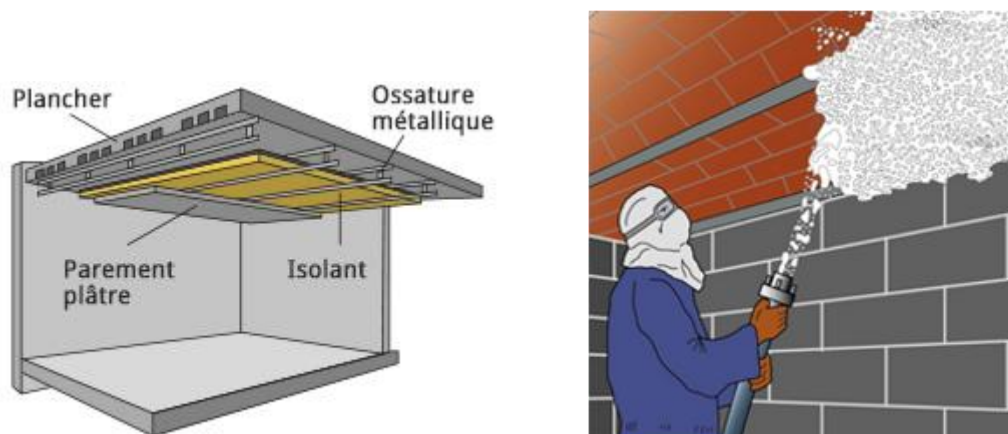


Figure 20: Isolation des planchers bas sur local non conditionné (Web)

#### I.4.5. Utilisation des équipements énergétiques

La vérification des équipements énergétiques est la deuxième étape après l'isolation de l'enveloppe. Le remplacement du système ancien du chauffage n'est envisageable qu'après avoir fini l'isolation de l'enveloppe, suivant le principe de réduire le besoin puis s'attaquer aux effets. Suite à ça, le système devient plus économe. Si non on le remplace par un système de chauffage central plus économique et rentable à savoir: une nouvelle chaudière à condensation au gaz ou fioul ou radiateurs à panneaux rayonnant ou à chaleur douce qui est le système le plus confortable et plus économique.

La mise en place d'un système de ventilation ou son amélioration est indispensable après les travaux d'isolation thermique de l'enveloppe car, certes, ce dernier réduit les pertes de chaleur en hiver ainsi que les apports de chaleur extérieurs en été. Cependant, elle freine l'évacuation de l'excédent de chaleur produit à l'intérieur des locaux en été car les murs sont devenus plus étanche, ce qui rend nécessaire la mise en place d'une ventilation mécanique (VMC). Dans le cas contraire la qualité d'air intérieure sera dégradée par l'humidité émise par l'activité des occupants.

#### I.4.6. Le recours aux énergies renouvelables

Le recours aux énergies renouvelable, par mesure de possibilité, est une bonne initiative qui influence positivement sur le plan économique qu'environnemental. Dans notre cas la zone d'Alger présente des période d'ensoleillement très importante le long de l'année ce qui va nous permettre par le biais des panneaux photovoltaïques (qui peuvent être installer sur terrasse ou sur mur pignon) de capter cette énergie naturelle et gratuite et l'utiliser dans

l'éclairage et l'eau chaude sanitaire ainsi que la climatisation. Une formule de calcul de nombre de panneaux nécessaire pour répondre à un besoin de climatisation sans changer le système existant est la suivante :

$$S_{\text{panneaux}} = (B_j / 560) \times 0.5 \text{ [m}^2\text{]}^{17}$$

Avec: 1 panneau = 0.5 m<sup>2</sup>, le nombre de panneaux =  $B_j / P_{pj}$  avec :

- $B_j$  [Wh/jour] : Besoin journalier de climatisation.
- $P_{pj}$  [Wh/jour] : Puissance journalière d'un panneau solaire en prenant en compte les pertes (20%):  $P_{pj} = P_c \times T \times 0.8$ , donc  $P_{pj} = 560$  Wh/jour, avec
- $P_c$  [Wc] : puissance du panneau photovoltaïques :  $P_c = 100$  Wc.
- Taux d'ensoleillement :  $T$  sur Alger [h/jour]=7h.

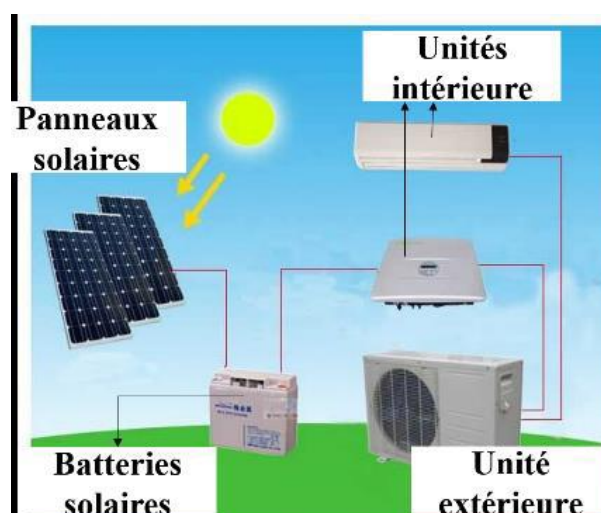


Figure 21: Schéma d'une climatisation solaire (Source: Web)

#### I.4.7. Recommandations sur les techniques d'isolation:

Ces gains énergétiques ne doivent pas nous faire oublier certains aspects essentiels, comme le traitement de l'humidité dans les murs qui risque de nuire au confort des occupants ou de

<sup>17</sup> GHOUALEM Amira (octobre 2015), Proposition d'un didacticiel pour l'architecte et usagers comme outil d'aide à la décision dans les stratégies de climatisation. LAE, page 54

provoquer des dommages sur le bâtiment<sup>18</sup>. Ainsi que sur la santé des occupants et l'environnement.

Traitement de l'humidité: l'humidité détériore le pouvoir d'isolant, en cas de manque de ventilation surtout en hiver ou le risque de condensation est très courant : si la vapeur d'eau ne se diffuse pas vers l'extérieur elle se condensera vu que la température diminue. Pour cela nous devons vérifier :

- La capacité hygroscopique des matériaux utilisée (la capacité d'un matériau à absorber le surplus de vapeur d'eau et restituer sans perdre ses propriétés).
- La résistance à la diffusion de la vapeur d'eau : plus elle est importante plus le matériau frein le passage de la vapeur d'eau (frein vapeur).

Certain matériaux sont composé de matériaux irritantes pour la peau, les yeux et les poumons. D'autre produisent des gaz toxiques très néfaste en cas d'incendie. Pour éviter tout risque sur les occupants nous devons vérifier si le matériau n'est pas inflammable dans le cas échéant nous devons prévoir des protections incendie. Comme nous devons veiller à l'utilisation des matériaux naturels plus performants, qui présentent moins d'impacts sur la santé humaine et environnementale, contrairement aux produits industriels qui consomme des énergies grises lors de fabrication, transport et traitement fin de vie, de coup ils sont à la fois nocifs pour l'environnement et à l'homme.

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'état de l'art de la réhabilitation énergétique du bâti ancien. Une intervention qui ajoute valeur au bâtiment, elle allie préservation et prolongement de la durée de vie du bâti tout en assurant le confort et améliorant l'image urbaine. Mais à condition de respecter les techniques les plus adéquates qui varient selon la situation. Cette pratique est très développée dans plusieurs pays. En Algérie, l'intervention vient juste de marquer son départ malgré la prise de conscience.

Aujourd'hui, la question de l'isolation de l'enveloppe se trouve comme étant le facteur le plus important à entamer en premier avant de passer aux systèmes de chauffage et climatisation. Or, ces dernière année, vu le développement de la recherche dans le domaine énergétique, la

---

<sup>18</sup> Le bâti ancien, le patrimoine et l'énergie cahier de recommandations techniques et architecturales, [http://energiesqy.com/fileadmin/media/professionnels/Copropri%C3%A9t%C3%A9s/renover\\_bati\\_ancien\\_grenoble.pdf](http://energiesqy.com/fileadmin/media/professionnels/Copropri%C3%A9t%C3%A9s/renover_bati_ancien_grenoble.pdf)

question des énergies renouvelable commence à prendre le relais pour une optimisation maximale des énergies fossiles néfastes pour la santé et l'environnement.

En se basant sur ces méthodes et démarches étudiées, nous allons simuler notre immeuble pour mieux appréhender la question , approfondir notre réflexion et voir les résultats qu'apporte une réhabilitation sur notre cas d'étude ;suivant les étapes présentées précédemment.

## II. Chapitre 02 : LA REGLEMENTATION THERMIQUE

---

## **Introduction :**

Après les chocs pétroliers de 1973 et de 1979, émerge une prise de conscience collective de la nécessité d'économie d'énergie et de réduction des consommations énergétiques, pour faire face à la cherté brutale du pétrole. Ces événements ont secoué financièrement pratiquement tous les pays du monde, surtout, les pays importateurs du pétrole ou dont leur économie se base sur cette richesse naturelle tel que l'Algérie. Au fil du temps, d'autres préoccupations autre que financière vient renforcer l'importance de ce besoin qui est la lutte contre les changements climatiques. Ce dernier est causé par le gaz à effet de serre qui résulte de l'utilisation des énergies non renouvelables qui polluent l'environnement. Dès lors, des règlements thermiques sont apparus puis élargis et améliorés pour inclure un autre adjectif, autre que l'économie d'énergie (la diminution de gaz à effet de serre). La RT développé principalement en Europe va nous permettre de gérer et contrôler les consommations énergétiques qui touchent pratiquement tous les secteurs ;à savoir : l'industriel, le bâtiment et le transport.

Par cette recherche nous allons se focaliser sur le secteur du bâtiment et particulièrement le bâtiment résidentiel existant. Car, ce secteur est à la fois polluant et énergivore. Il est responsable, en Algérie, de 41% des consommations énergétiques national<sup>19</sup>. Par ailleurs, vu le nombre important de ses bâtiments, ils constituent le principal gisement de progrès immédiat.

### **II.1. La réglementation thermique**

La Réglementations Thermiques du bâtiment vient gérer et répondre aux préoccupations économiques de la maîtrise des consommations énergétiques, qui ont émergé après les chocs pétroliers. Dans ce contexte. les pouvoirs public se sont focalisé sur la recherche d'une meilleure qualité architecturale du bâti notamment en prenant mieux en compte l'isolation thermique et acoustique du logement et les systèmes énergétique de chauffage, climatisation, ventilation...etc.

Dans notre cas nous allons étudier la RT 2012 et la réglementation thermique algérienne pour vérifier la conformité de notre bâtiment à cette dernière, aussi l'améliorer en s'inspirant de la réglementation française qui est très développée dans ce domaine.

---

<sup>19</sup>Bilan énergétique national 2014

[http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Bilans\\_et\\_statistiques\\_du\\_secteur/Bilan\\_Energetique\\_National/Bilan\\_Energetique\\_National\\_2014.pdf](http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Bilans_et_statistiques_du_secteur/Bilan_Energetique_National/Bilan_Energetique_National_2014.pdf)

La réglementation thermique couvre l'ensemble des points relatifs à l'enveloppe, les parois opaques et vitrées, le chauffage, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire et la climatisation. Elle préconise la rationalisation de l'utilisation de l'énergie en agissant directement sur la performance des points cités précédemment, pour éventuellement diminuer les consommations d'énergie et les émissions de GES.<sup>20</sup>

## **II.2. La réglementation thermique étrangère cas de la France :**

La France s'est engagée dans la maîtrise de consommation énergétique et la lutte contre les changements climatiques comme plusieurs pays de monde. Pour ce faire elle a adopté plusieurs mesures dont nous citons : Plan nationale de lutte contre les changements climatiques (PNLCC), Plan climat, Grenelle de l'environnement et la RT 2012 dans le but de diviser sur 4 ses émissions de 1990 d'ici 2050<sup>21</sup> à savoir le passage d'une consommation de 200KWH/m<sup>2</sup> à une consommation de 50KWH/m<sup>2</sup>. Suivant ce but très ambitieux, le gouvernement français a mis en place une réglementation thermique RT qui gère et force les acteurs de bâtiment (de concepteur aux artisans) à concevoir des bâtiments plus performants

### **II.2.1. Evolution de la RT Française:**

La RT depuis sa création en 1974 n'a jamais cessé d'évoluer. Elle s'oriente petit à petit vers les bâtiments basse consommation. Depuis 1974, date de publication de la première réglementation, jusqu'à 1988 la réglementation s'est intéressée aux bâtiments résidentiels dont l'exigence évolue sur l'isolation des parois pour réduire les déperditions thermiques arrivant à l'exigence de performance minimale des équipements afin de réduire leurs consommations. Et ce n'est qu'à partir de la RT 2000 que commence le vrai progrès avec l'intégration de bâtiment non résidentiel et l'intégration du concept du confort d'été. Qui sera complété par la suite par la RT2005 qui vient fixer le premier seuil de limite à 150KWH/m<sup>2</sup>, puis après la RT2007 qui intègre le bâti existant à l'occasion de travaux de réhabilitation ce qui donne la chance à l'ensemble du bâtiment d'honorer son objectif de lutte contre les changements climatiques, réduire les consommations et l'émission de GES, vu que le parc de bâtiment existant est le plus présent ce qui implique l'importance de son intégration à son plan

---

<sup>20</sup> Cité par : Nait Nadia, la réhabilitation énergétique dans les logements collectifs existants cas du climat semi-aride de Constantine, mémoire magister, université mentouri de Constantine, 2011.

<sup>21</sup> RT 2012 et RT Existant Réglementation thermique et efficacité énergétique, Dimitri Molle, Pierre-Manuel Party, édition EYROLLES, France 2012

d'action. Un véritable saut énergétique<sup>22</sup> est marqué par La RT 2012 qui est la dernière version publiée jusqu'aujourd'hui; rédigé dans la continuité des lois Grenelle I et II. Elle s'applique à tous les bâtiments résidentiels ou tertiaire, nouveau ou en rénovation. La RT2012 elle a permis de diviser les consommations en trois par rapport à la RT2005 arrivant à un niveau de consommation de 50KWH/m<sup>2</sup>.an.

### II.2.2. Les exigences de la RT 2012

La RT 2012 s'articule autour de trois exigences de résultat en termes de performance énergétique globale soit une conception bioclimatique, une faible consommation d'énergie primaire, un bon confort d'été :

Une conception bioclimatique: est l'innovation majeure de la RT 2012 qui assure l'efficacité énergétique du bâti dans son ensemble et non uniquement au niveau d'isolation de l'enveloppe. Ce qui va nous permettre de voir l'impact d'une conception bioclimatique sur la performance énergétique du bâti. Cette exigence est caractérisée par un coefficient Bbio qui permet de mesurer la capacité d'un bâti à limiter simultanément les besoins en énergie en chauffage (Bch), le refroidissement (Bfr) et l'éclairage artificiel (Belc) dont la valeur doit être inférieure à la valeur limite Bbiomax. Soit :  $B_{bio} = 2 \cdot B_{ch} + 2 \cdot B_{fr} + 5 \cdot B_{elc}$  Avec  $B_{bio} < B_{biomax}$

Une faible consommation d'énergie primaire du bâtiment doit vérifier  $C_{ep} < C_{ep \text{ max}}$ .

Un bon confort d'été assuré par une température intérieure inférieure à une valeur de référence  $T_{ic} < T_{ic \text{ réf}}$

La RT 2012 exige alors une forme bioclimatique, une isolation de l'enveloppe qui assure une meilleure résistance, moins de déperditions et d'apport et de coup moins de besoin énergétique. Par ailleurs, en plus de ces trois exigences, la RT 2012 comprend d'autres exigences moyennes à satisfaire dont nous citons le recours aux énergies renouvelables, bonne étanchéité de l'enveloppe afin de garantir une bonne qualité d'air, traitement des ponts thermiques pour réduire les déperditions, assurer un éclairage naturel des locaux et la protection des ouvertures par des occultations mobiles afin de limiter leurs apports de coup de soleil et de surchauffe d'été...etc.

<sup>22</sup> Zakaria moukit, La réglementation thermique 2012, édition territoriale, 2011

### II.2.3. La RText en cas de travaux de rénovation :

Le bâti existant présente des particularités dont nous citons la préservation de cachet architectural des façades dont le cas où le bâti est préservé par les autorités. De plus, il faut faire attention aux choix de matériaux car le mauvais choix peut causer des sinistres désastreux au bâtiment.

Deux types de travaux de RT existant existent soit « globale » ou « élément par élément ». Une réhabilitation « globale » est exigée pour les bâtiments existants préservés dont la surface dépasse 1000 m<sup>2</sup> et le cout des travaux de réhabilitations dépasse 25%<sup>23</sup> de la valeur de bâtiment, dans ce cas le bâtiment doit faire objet d'étude de faisabilité des travaux de rénovation, avec un niveau de performance fixé et qui est allégé dans le cas de travaux d'extension. La rénovation « élément par élément » est prescrites dans le cas échéant, bâtiment dont la surface inférieure à 1000m<sup>2</sup> et le cout des travaux est aussi inférieure à 25% de la valeur de bâtiment, c'est le cas le plus simple dont on définit uniquement un niveau minimal de performance pour les élément remplacé ou traité à savoir la ventilation mécanique, l'isolation des parois opaques, la production d'eau chaude sanitaire, l'isolation des parois vitrées, le refroidissement, l'éclairage, le chauffage, les énergies renouvelables (le bois). Dans notre cas nous allons appliquer la réhabilitation élément par élément car l'immeuble pernod n'est pas classé patrimoine de plus les travaux de rénovation ne demande pas d'extension ou renforcement.

### II.2.4. La RT2012/ RT existant et labélisation:

La RT2012 concerne tous les acteurs de bâtiment, elle est exigée sur tous les permis de construire à partir de 1<sup>er</sup> Janvier 2013 suivi par une attestation d'achèvement des travaux. Les constructions qui respectent la RT2012 seront labélisé « BBC éfenergie » pour les nouveaux bâtiments ou « BBC éfenergie rénovation » pour les bâtiments existants, et l'inverse n'est pas juste car la BBC éfenergie s'appuie sur les méthodes de calcul de la RT 2005 qui ne sont pas les même avec la méthode de calcul de la RT2012 (sont amélioré par rapport à la RT2005). Cela valorise le bâti lors d'une prochaine revente par le baie des étiquettes DPE et l'attestation d'achèvement des travaux, de plus le maitre d'ouvrage bénéficiera d'une aide financière lors de la réalisation des travaux. En revanche, le non-respect de la RT2012 engendre des sanctions et pénalités pour le maitre d'ouvrage.

<sup>23</sup> <https://www.bienchezmoi.fr/conseils/construction-renovation/maison-traditionnelle/rt-2012-ou-existant>

### II.2.5. Diagnostic de performance énergétique (DPE):

C'est un outil d'évaluation de la consommation énergétique réalisé par de spécialiste (thermicien), mis en place depuis 2002. Le DPE s'exprime sous forme de deux étiquettes : « étiquette énergie » et « climat » de 7 niveaux, dont la première décrit le niveau de la consommation et la deuxième la classe de pollution en se référant aux gaz à effet de serre qui résulte du bâti. De plus, le DPE présente au client des recommandations et conseil de bonne utilisation pour une meilleure efficacité énergétique. Qui sont obligatoire à afficher lors de mise en vente ou location d'un bâtiment à partir de 2011.

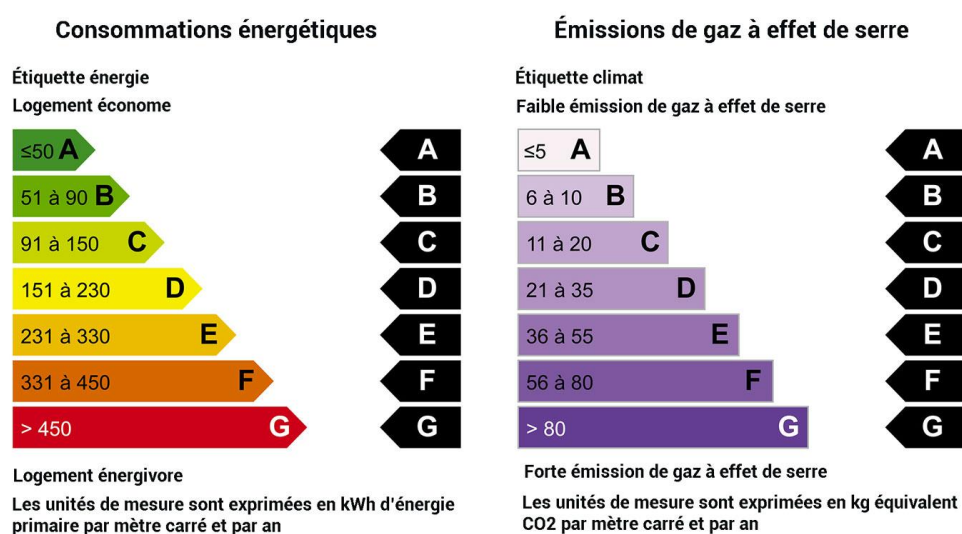


Figure 22: Etiquettes du DPE  
(<http://sciediexpertises.com/dpe.ph>)

### II.3. La réglementation thermique en Algérie :

L'Algérie a réagi à la politique énergétique par de nombreuses actions, dont la recherche des méthodes de réduction des besoins énergétique ainsi que des sources renouvelable de création de cette dernière. Sur le plan réglementaire un groupe d'experts de l'APRUE, du Centre de développement des énergies renouvelables (CDER), du Centre national des études et de la recherche en industrie de bâtiment (CNERIB), de l'agence allemande de coopération au développement (GIZ) ainsi que par la Banque d'Algérie<sup>24</sup> ont réaliser des documents techniques réglementaires (DTR) spéciales à la gestion énergétique de bâtiment, comme première réponse à la réglementation thermique de bâti. Ces documents, qui sont distribués aux différents acteurs du secteur du bâtiment (architectes, bureaux d'études, ingénieurs...),

<sup>24</sup> Copyright@2010/Portail des Energies Renouvelables en Algérie

apportent un mode d'évaluation thermique des bâtiments (hiver, été, et ventilation) dont le premier a été publié en 1997<sup>25</sup> c'est le DTRC3-2 qui gère le confort d'hiver. Le second 1998, le DTRC3-4 spéciale confort d'été et le troisième et dernier DTR C3/2-4<sup>26</sup> validé en Juillet 2016 et qui constitue une mise à jour des deux premiers DTR (DTR C-2 et DTR C3-4). La recherche réglementaire est en cours d'évolution. Des études sont en cours par tous les organismes concernés pour améliorer et perfectionner la RT algérienne et à la recherche des modes de calcul qui intègre les locaux à usage autre que d'habitation, la migration de vapeur d'eau et à sa condensation, et par rapport aux problèmes d'hiver, l'introduction non seulement les déperditions calorifiques, mais également les apports solaires et internes.

### II.3.1. Réglementation thermique des bâtiments DTRC3.2-4 :

C'est le dernier règlement publié en Juillet 2016 portant une mise à jour des deux fascicules publiés respectivement en 1997 sur le calcul des déperditions DTR C3.2 et en 1998 pour le calcul des apports calorifiques DTR C3/2.4. Le DTR C3/2.4 introduit les nouveaux zonages climatiques avec les techniques développées actualisées et assure un usage plus pratique de la réglementation. De plus des deux DTR publiés en amont, le DTR C3/2-4 permet de dimensionner les systèmes de climatisation, introduit les déperditions de base et les apports totaux pour le dimensionnement du système de chauffage. Aussi, il fixe des seuils à ne pas dépasser pour les locaux à usage spécifique afin d'économiser leurs consommations. Comme il calcule les apports et déperditions pour tous les locaux et vérifie la conformité à la réglementation thermique algérienne pour les locaux à usage d'habitation, bureau et hébergement

Les apports dus à l'inertie des parois et les occupants ne sont pas pris en considération dans les calculs.

---

<sup>25</sup> [En Ligne] *Guide pour une construction éco énergétique en Algérie*, APRUE et GIZ, 2014.

<sup>26</sup> **CNERIB**, document technique réglementaire, "Règlement Thermique des Bâtiments d'Habitation DTR C3/2-4", Centre National d'Etude et de Recherche Intégrées du bâtiment CNERIB, Alger, 2016 .

### II.3.1.1. Règles de calcul de déperdition calorifique des bâtiments d'habitation « chauffage »:

Le calcul des déperditions calorifique à était présenté dans le DTRC 3-2 ; le premier document technique règlementaire publié en Algérie en 1997<sup>27</sup>, qui traite de la thermique et de la gestion des consommations énergétiques. Ce règlement nous permet de calculer les déperditions calorifiques des logements, la vérification à la conformité de ses bâtiments à la réglementation thermique algérienne, en les comparant à une valeur limite à ne pas dépasser dite déperdition de référence (Dref), le respect de ce seuil permettra des économies de 20 à 30% des consommations d'énergie de chauffage. Comme il présente des méthodes de dimensionnement rationnel des installations de chauffage des bâtiments. De plus, il nous propose des recommandations pour une bonne Conception thermique des bâtiments.

Le principe de calcul est simple, il suit des étapes clés pour répondre un par un aux objectifs fixés :

- définir les volumes thermiques : un volume/zone thermique est un volume d'air dont la température est considéré uniforme. A cet effet, on considère un local, un logement par exemple, comme un seul volume thermique si il est chauffé par une seule source de chaleur (chauffage centralisé). Mais dans le cas où chaque pièce du local est chauffé par des sources individuelles, on divise le local en plusieurs volume thermique donc on effectue le calcul de « pièce par pièce » qui est le cas de notre cas d'étude.
- Calcule des déperditions de tout le volume thermique défini en amont : c'est la somme de toutes les déperditions de volume ( $D = \sum D_i$ ) que soit par transmission\* (Dt) ou par renouvellement d'air\*(Dr).
- vérifier la conformité de bâti à la réglementation: en vérifiant que les déperditions par transmission du logement sont inférieures ou égale aux déperditions de référence. La vérification à la conformité ne prend pas en compte les déperditions par renouvellement d'air

$$Dt \leq 1.05 D_{réf}$$

<sup>27</sup> CNERIB, document technique règlementaire, "Règlement Thermique des Bâtiments d'Habitation - Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques", DTR C3-2', Fascicule 1, Centre National d'Etude et de Recherche Intégrées du bâtiment CNERIB, Alger, 1998.

Avec :  $D_{ref}$  varie selon la surface des parois de volume thermique et la zone climatique et aussi selon le type de logement (individuelle ou dans un bâtiment collectif)

- Calcule des déperditions de bases : ce sont les déperditions calculé par rapport à l'écart entre les températures de base des ambiances intérieur et extérieur (confort de base selon la région climatique) soit :  $(D_b)_i = D_i * (T_{bi} - T_{be})$  W
- Dimensionner le système de chauffage : la puissance de chauffage doit être supérieure ou égale aux déperditions de base, elle est calculer par la formule de puissance présente dans le document (Q). Pour des résultats plus fiable, une règle de calcule de besoin dynamique est fixé. Le calcule ce fait selon le type de chauffage utilisé à savoir : individuel<sup>28</sup> ou central<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> **Chauffage est dit individuel** : lorsque chaque pièce de la zone ou de volume thermique est chauffée par une source de chaleur indépendante (radiateur électrique).

<sup>29</sup> **Un chauffage est dit central** : lorsqu'une seule source de chaleur (chaudière) chauffe tous le volume thermique, ou toutes les pièces de volume thermique, par l'intermédiaire d'un transmetteur de chaleur (eau, vapeur, air..).

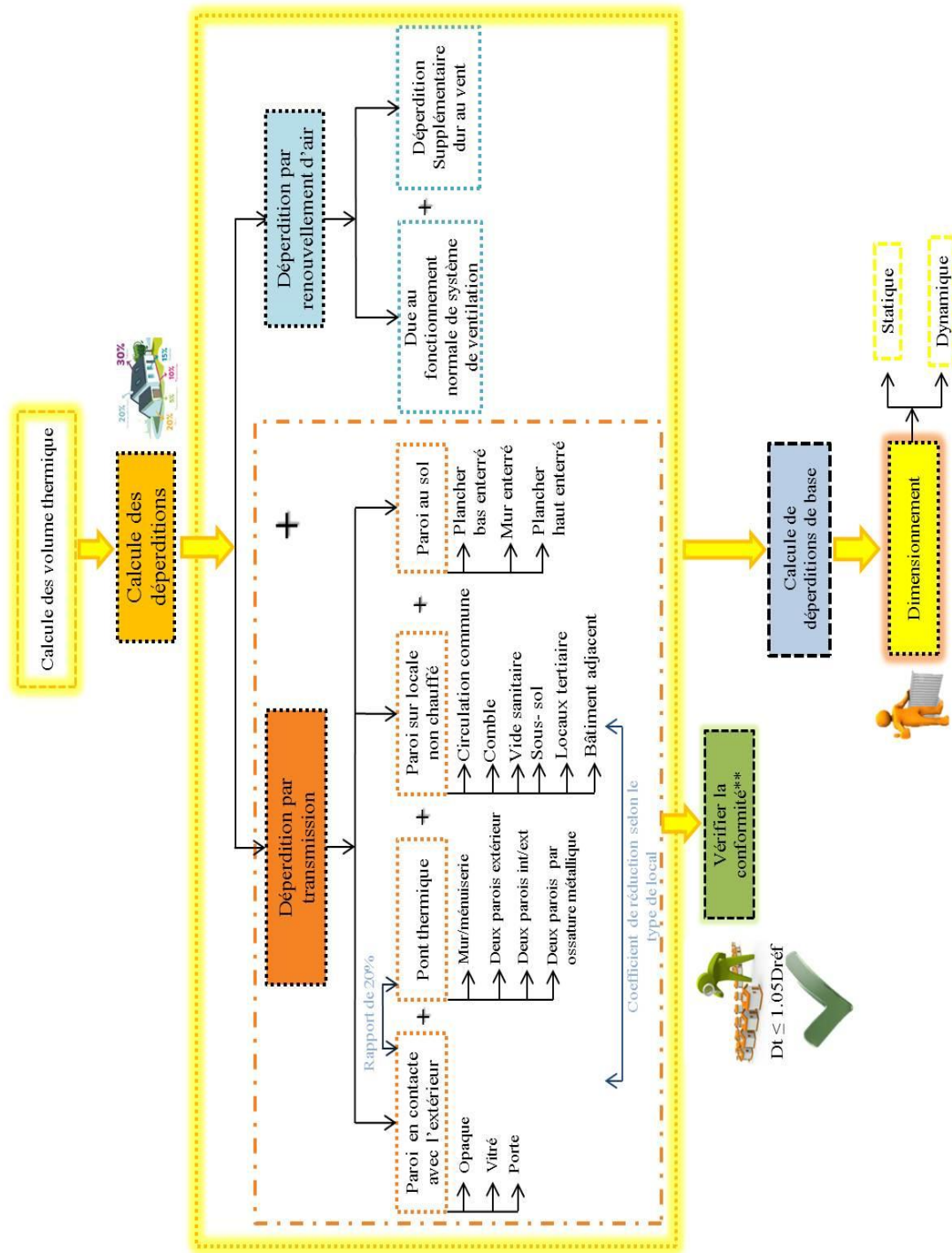


Figure 23: Schéma de la méthodologie de calcul des déperditions (auteur)

**II.3.1.2. Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments « climatisation » :**

Les règles de calcul des apports calorifiques (ou gains thermiques) ont pour objectif d'assurer le confort d'été en les minimisant les apports calorifique ainsi minimiser le besoin de climatisation. Comme il présente une méthode de vérification à la conformité au règlement

thermique d'été uniquement des locaux à usage d'habitation, de bureaux et d'hébergement.<sup>30</sup> De plus, il permet de dimensionner le système de climatisation adéquat, chose qui n'a pas été traité dans le DTRC3-4.

Comme le calcul des pertes de chaleurs pendant l'hiver, le calcul des apports calorifique d'été commencé par la définition des zones thermiques sur laquelle s'effectuera le calcul.

Ensuite, on détermine l'heure ou l'intervalle de temps de réfrigération<sup>31</sup> max pendant lequel se fait le calcul vu que les apports sont max. Puis on commence les calculs :

- Des apports calorifiques qui sont la somme des apports ou charges sensibles et latentes. Provenant d'une source intérieure ou extérieure du local. Ce calcul, qui est en relation directe avec le local ne tient pas compte des apports dus à l'installation, va nous permettre de calculer le débit d'air à éliminer.

Les apports sensibles: ce sont les apports de chaleur sensible dans le local, dus à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur et qui affectent directement la température sèche de l'air du local considéré. **Charges latentes** : ce sont les apports d'humidité sous forme de vapeur d'eau qui affectent le local considéré dus à la différence de quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air extérieur et intérieur.

- Des apports calorifiques **effectifs**<sup>32</sup> et **les apports totaux** (frigorigènes) qui sont en relation avec le système de climatisation et qui vont nous servir successivement pour le calcul de débit d'air nécessaire pour éliminer les apports et au choix de la puissance de système de climatisation.

Le calcul doit s'effectuer pour les trois mois d'été Juillet Aout et septembre mais obligatoirement le mois de Juillet car c'est le mois le plus chaud qui représente le maximum de déperditions

La vérification à la réglementation thermique d'été en vérifiant que la somme des apports à travers les parois opaque et vitré à 15h de mois de Juillet (mois le plus chaud) doivent être inférieur à la limite dite apports de référence : suivant la formule suivante :  

$$APO+APV \leq 1.05 A_{ref}$$

<sup>30</sup> CNERIB, Document technique réglementaire des bâtiments d'habitation « DTR. C 3-4, Règles de calcul des apports calorifiques 'Climatisation', Fascicule 2, ISBN : 9961-845-19-6, 2005.

<sup>31</sup> Le temps de réfrigération : C'est l'intervalle entre la petite heure et le grand heur (en TSV) d'exposition des parois du local qui coïncide avec le temps des apports solaires max.

<sup>32</sup> Ahmed dekkiche, conception d'un logiciel de climatisation fonctionnant sous Windows, mémoire magister, université des sciences de Chlef 2000 source : [http://bu.univ.chlef.dz/doc\\_num.php?explnum\\_id=435](http://bu.univ.chlef.dz/doc_num.php?explnum_id=435) (mémoire magistère)

Le calcul de tous les apports calorifiques, effectifs et totaux des locaux sont fait pour des conditions de base extérieures et intérieures déterminées considéré constants pour éviter un sous dimensionnement des installations. Que nous avons résumé dans le schéma ci-après.

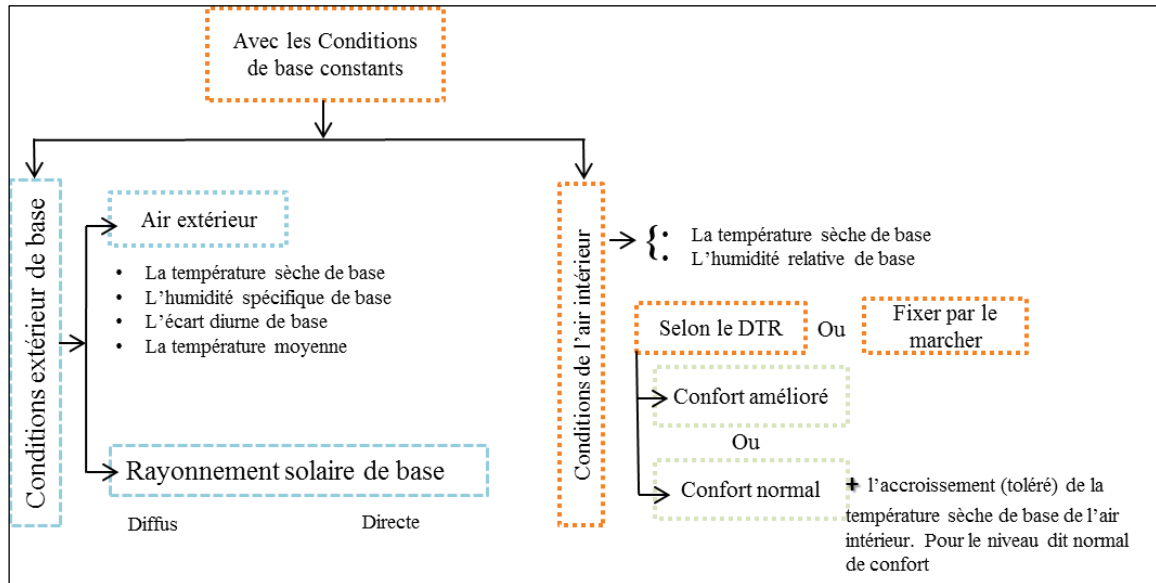


Figure 24: Schéma des conditions intérieures et extérieures de base (auteur)

- Calcul de la puissance frigorifique : on calcule les apports calorifiques pour déterminer le débit d'air soufflé. Les apports calorifiques effectifs utilisés pour déterminer le débit d'air nécessaire. Puis on détermine les apports totaux pour choisir l'équipement le plus adéquat.
- Adoption d'un système de conditionnement d'air : **aspect non traité dans la réglementation.**

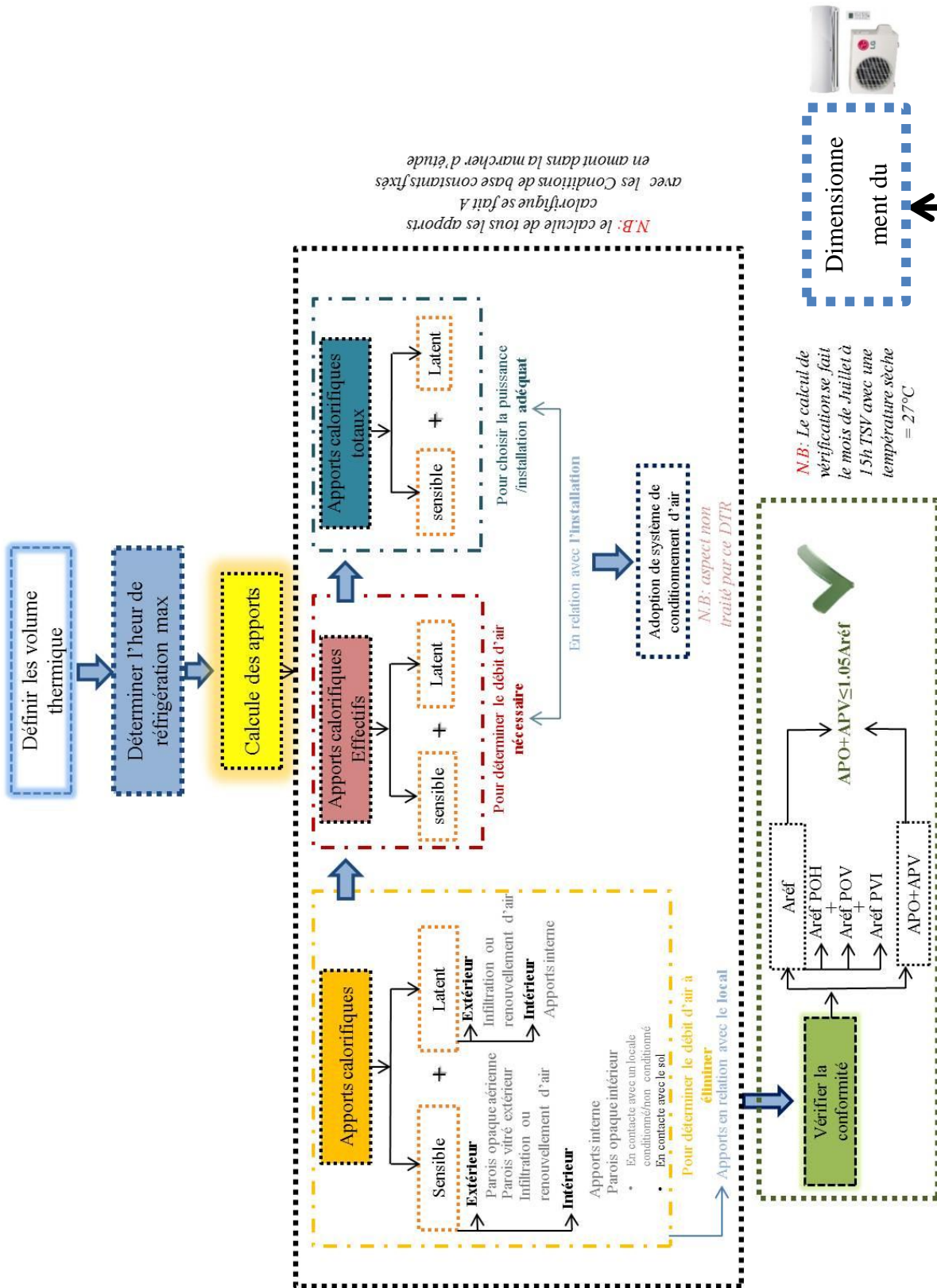


Figure 25: méthode de calcul des apports calorifique et dimensionnement de la climatisation (auteur)

## Conclusion :

La RT est un sujet d'actualité qui ne cesse d'évoluer avec accélération vu les nombreux progrès techniques qui améliorent la RT mais dont cette dernière n'est jamais mise à jour à temps. Ce qui rend difficile l'intégration aux nouveaux enjeux.

Par cette étude réglementaire, nous avons vu des différences entre les deux règlements dont nous citons : la RT 2012 est beaucoup plus ancienne et développée par rapport à la réglementation algérienne. Cette dernière a publié ses deux règlements respectivement en 1997 et 1998 et attendus jusqu'à 2016, (20 ans après), pour mettre à jour les deux documents et les fusionner en un seul fichier. Par contre la RT 2012 présente une succession de travail qui n'a jamais cessé d'évoluer depuis le premier choc pétrolier et dont nous avons remarqué une accélération de rythme vers les années 2000 jusqu'à 2012. En un peu de 10 ans, ils ont publié 5 règlements qui touchent tous les secteurs du bâtiment, à savoir : le résidentiel tertiaire, le nouveau et l'ancien. Par contre en Algérie, la réglementation ne s'est pas encore intéressée à la question du bâti existant or qu'il constitue la majorité du parc bâti.

La réglementation française est suivie par des bénéfices pour aider les MO à la respecter aussi, par des lois de pénalités dans le cas de non-respect. Chose qui n'existe pas en Algérie : ce qui rend ces règlements non obligatoires ainsi leur application ne se diffuse pas que dans des projets hautement destinés.

La première réglementation en Algérie a été publiée en 1997 ce qui confirme que les bâtiments construits avant cette date dont notre cas d'étude n'a pas été soumis à aucune réglementation thermique.

Vu que la réglementation algérienne ne prend pas en charge le bâti existant, nous allons aussi simuler notre cas d'étude pour voir sa conformité à la réglementation française, étant donné que ce dernier est construit pendant la période coloniale (1954-1956) avec le même système structurel adopté en France dans les années 50.

### III. Chapitre 03 : LES OUTILS DE VEREFICATION REGLEMENTAIRE

---

Introduction:

La réglementation présente des calculs de besoin énergétique nécessaire ; que ce soit pour le chauffage, climatisation et même pour l'éclairage, eau chaude sanitaire, ventilation ...etc. Pour faciliter les calculs, les spécialistes ont suivi la publication réglementaire par la création d'outil d'aide aux calculs réglementaires dont nous allons présenter les deux applications Pléiades+ Comfie qui travaillent avec la RT2012 et qui assurent des calculs dynamiques, et RETA qui est une application de calcul statique basée sur la réglementation thermique algérienne. Cela, dans le but de complémentarité et d'amélioration des synthèses et élargissement de la réflexion beaucoup plus étant donné que RETA nous permet de faire une analyse statique basé sur des données inscrites par ligne par contre Pléiades avec son moteur de calcul Comfie nous permet de faire un calcul dynamique qui prend en charge les changements dans le temps que nous verrons en détail dans la suite de ce chapitre.

### **III.1. La simulation thermique dynamique et statique**

La simulation thermique dynamique (STD) est une étude thermique qui permet de modéliser l'évolution temporaire de comportement thermique d'un bâtiment nouveau ou en rénovation. La STD ne nous permet pas uniquement de calculer le comportement thermique mais aussi d'estimer les besoins thermiques (énergie utile en chaud et froid) du bâtiment en exploitation pour assurer le confort thermique, de plus elle nous aide à optimiser le concept architectural d'un bâtiment (optimisation des épaisseurs d'isolant, dimensionnement des protections solaires, ...) et à choisir l'orientation optimale d'un projet

Pour ce faire, les logiciels de type STD, dont Pleiades+COMFIE, tiennent en compte :

- De la position géographique
- De l'enveloppe du bâtiment, de son inertie et de ses caractéristiques thermiques.
- Des masques intégrés du bâtiment aussi des masques lointains ou proches de son environnement
- Des divers apports thermiques et du comportement des occupants suivant les différents scénarios.

Par ailleurs, Dans le cas où la simulation vise à estimer les consommations réelles d'énergie (énergie finale), le calcul tient alors compte aussi des systèmes énergétiques (y compris les

appareils électriques non thermiques) et l'on parle alors de simulation énergétique dynamique<sup>33</sup>(SED).

La simulation thermique dynamique calcule le besoin de chauffage et de refroidissement par contre la simulation énergétique dynamique calcule la consommation d'équipements de chauffage, climatisation et eau chaude sanitaire.

La simulation thermique statique calcule le besoin de chauffage et de refroidissement pour un moment constant dont nous considérons toutes les valeurs à savoir la température, le nombre d'occupant, le climat, le besoin, l'occupation, sont constantes et dont les résultats ne prennent pas en charge les changements dans le temps. De plus, les masque proche et lointaine qui peuvent influencé considérablement le comportement thermique d'un bâtiment ne sont pas pris en considération chose que nous allons découvrir plus dans la partie pratique de ce mémoire.

### III.2. PLIADES + COMFIE :

Est un logiciel de simulation énergétique dynamique, conçu et développé par IZUBA énergies<sup>34</sup>. Il n'a pas été aussi reconnu qu'en 2012 avec l'intégration de la RT2012 à son mode de calcul. Il nous permet de vérifier la conformité de projet à la RT 2012 ou RText en cas de rénovation. C'est un logiciel téléchargeable payant, pour notre cas, vu le manque de licence de logiciel, nous avons travaillé avec la version démonstration téléchargeable sur le site D'EZUBA mais qui présente des limites.



Figure 26: Logo d'IZUBA Energies (WEB)

<sup>33</sup> Plan Bâtiment Durable, « *Les logiciels de simulation énergétique dynamique passés en revue* » [archive], sur [www.planbatimentdurable.fr](http://www.planbatimentdurable.fr), 17 juillet 2015 (consulté le 16 octobre 2017)

<sup>34</sup> <http://www.izuba.fr>

**III.2.1. Présentation de l'interface PLEIADES+ Comfie (les fonctionnalités de pléiades) :** Pléiades + Comfie est composé de deux modules principaux : ALCYONE et PLEIADES.



Figure 27: Icône Alcyone (Web)



Figure 28: Pléiades (Web)

ALCYONE est un module de saisie graphique qui permet de dessiner aisément le bâtiment à partir d'un plan 2D (format DWG ou JPEG), le décrire en lui associant ses parois et leurs compositions, vitrages et ses masques proches. De coup une 3d de projet se créer et permet de visualiser sa géométrie et de simuler les ombres portées sur toute l'année. Ainsi que les calculs d'éclairement naturel et évalue la validation des exigences des labels HQE et BREEAM sur cette cible35.

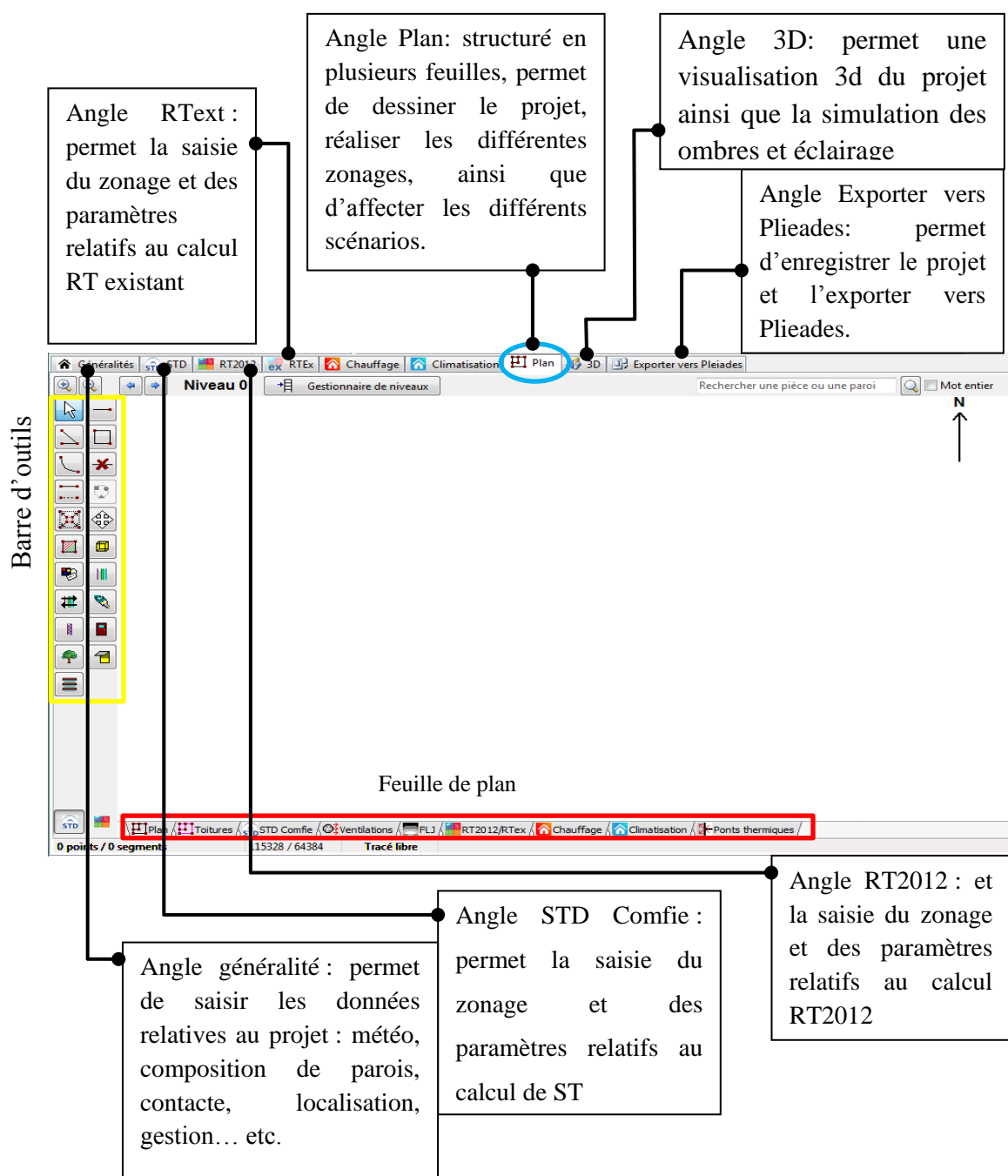


Figure 29: Interface 3d Alcyon (<http://docs.izuba.fr>, traité par auteur)

PLIEADES : analyse les résultats, en se reposant sur le moteur de calcul COMFIE. Comme on peut l'utiliser pour la création / modification des données (composition des parois, les différents scénarii) dimensionnement de système de chauffage et climatisation... etc. Ses différentes tâches sont résumées dans la figure suivante :

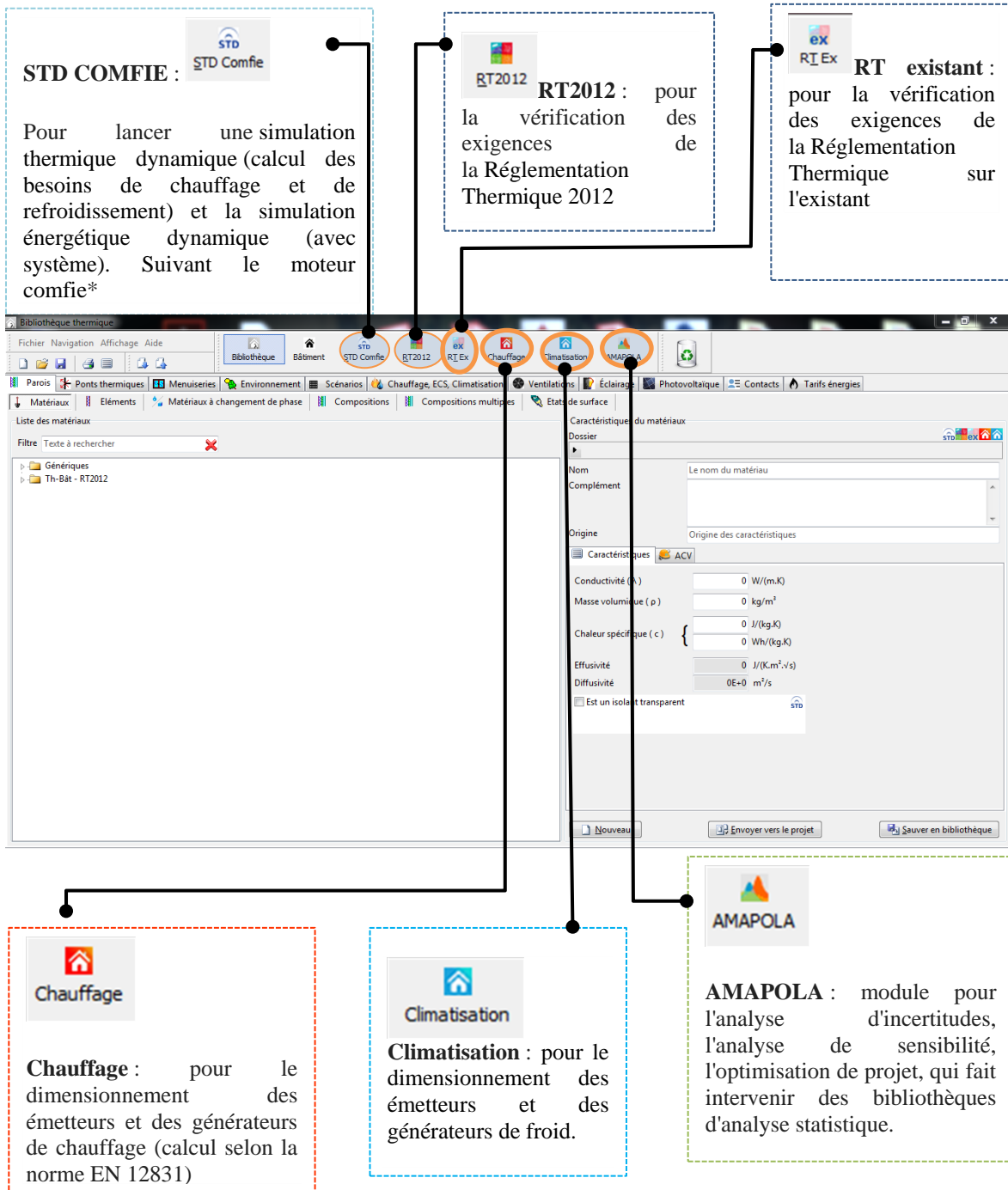
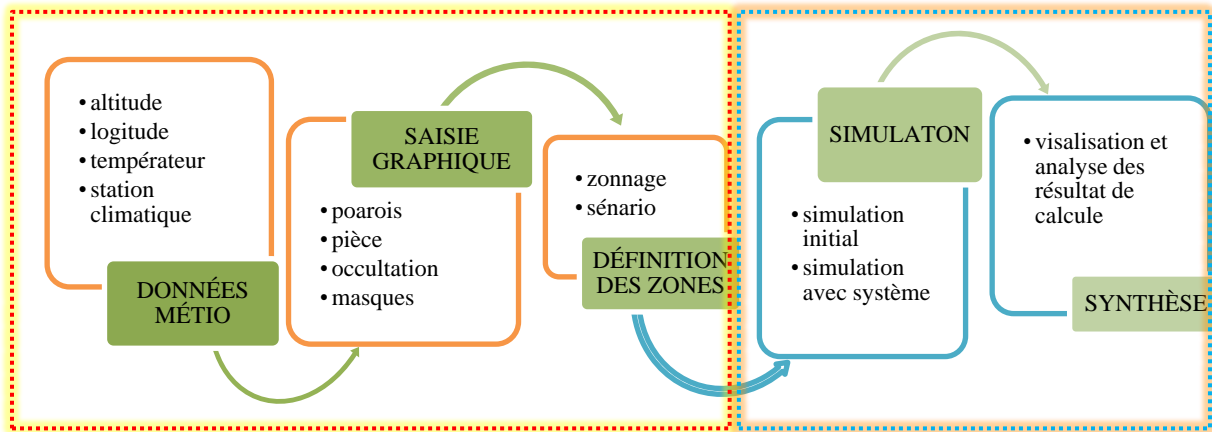


Figure 30: Interface Pléiades traité par l'auteur

### III.2.2. Les étapes de modélisation et simulation dynamique

La modélisation est très simple mais qui nécessite une attention pour introduire les bonnes données afin d'assurer des résultats juste, dans le cas de manque de donnée la simulation ne pourra pas se lancer ce qui va obliger l'utilisateur dans certain cas à tous refaire. La modélisation se fait par Alcyone puis Pléiades pour le lancement des calculs suivant les étapes suivantes :



Taches qui s'effectuent sur Alcyone

Taches qui s'effectuent sur Pléiades

Figure 31: Schéma des étapes de simulation par Pléiades + Comfie (auteur)

Une fois Alcyone est lancé on commence la saisie graphique par

- L'introduction des données météo : dans l'angle généralité/ météo : altitude, température, vitesse du vent, type de zone, le département climatique qui est très important à bien choisir car les calculs seront faits à la base de ce dernier.

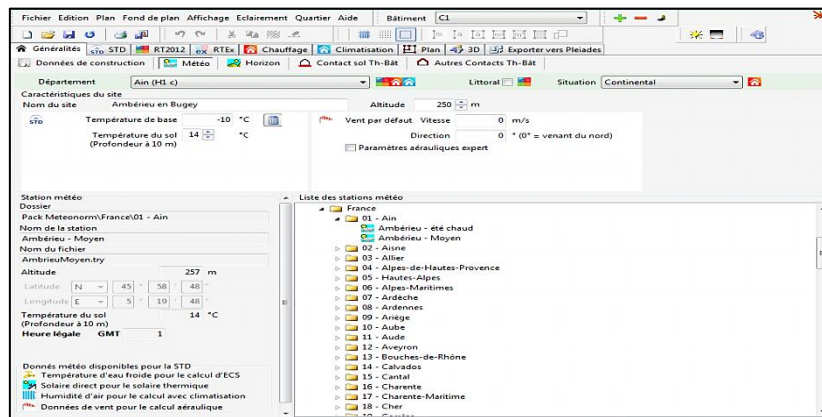


Figure 32: Angle météo (Web)

- La saisie graphique: dans l'angle plan nous modélisons le projet, nous définissons la composition de ses parois composantes le projet puis nous définissons son environnement média (masque proche). En parallèle une 3d se crée que nous pouvons visualiser dans l'angle 3d. Dont ce dernier, nous pouvons simuler les ombres portés sur le projet ainsi que l'éclairage. Les vidéos de simulation d'éclairage ainsi que celle des ombres porté peuvent t'être enregistrées.

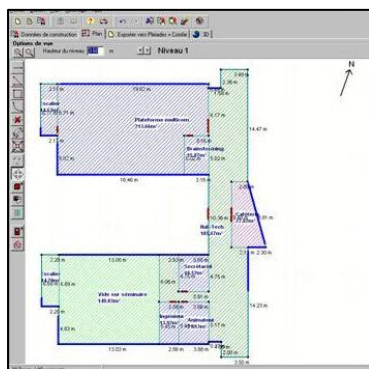


Figure 33: Interface plan Alcyon  
(<http://slideplayer.fr/slide/518107/>)

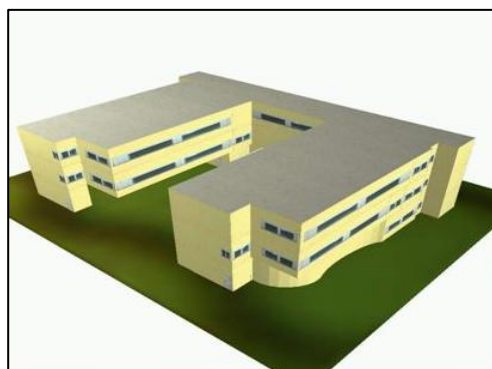


Figure 34: Interface 3d  
(<http://slideplayer.fr/slide/518107/>)

- Zonage thermique : Dans l'angle RT2012 /RText pour le calcul relatif à la RT2012 ou RT ext, et dans le menu STD pour le calcul dynamique, nous créons puis nous définissons les différentes zones composant le bâtiment, auxquelles nous associons les différents scénarios d'occupation sur la base desquelles s'effectuera le calcul.

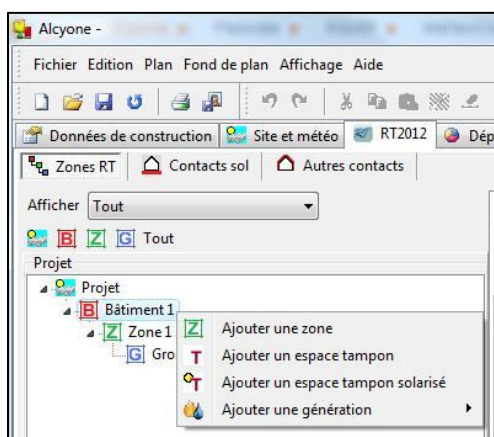


Figure 35: Création des zones thermiques RT2012 (Web)

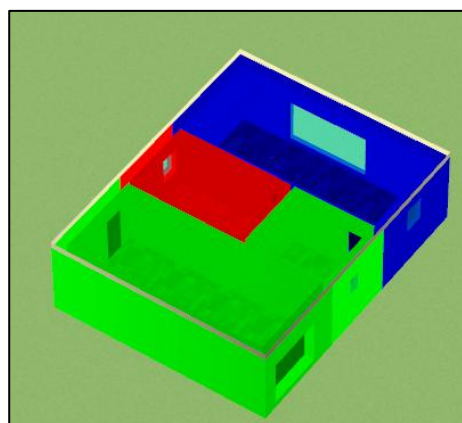


Figure 36: Zonage RT 2012 3D (Web)

- Exportation de projet vers Pléiades : une fois la saisie des données du projet terminée nous l'exportons, par le menu Exporter vers Pléiades, et l'ouvrons.

Dans PLIEADES : une fois ouvert le projet exporté nous pourrions reprendre directement les paramètres fixés dans Alcyon et lancer le calcul comme nous pouvons les reprendre et les modifier lors de l'étude dans Pléiades.

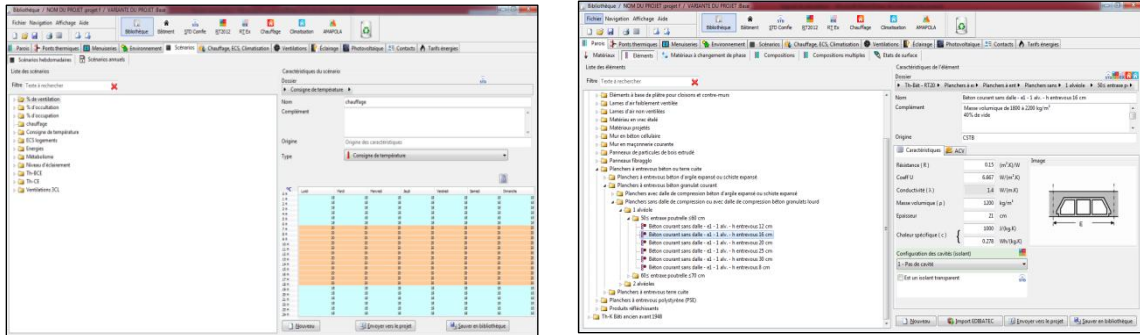


Figure 37: Création des scénarios et composition des matériaux dans Pleiades

- Modifié les Scénarios et composition des parois: Avant le lancement des simulations sur Pléiades, nous devons vérifier les différents scénarios et compositions des parois et les modifié selon le besoin pour avoir plus d'exactitude, ensuite nous les exportons vers le projet et les remplaçons. Par exemple, pour la création d'un scénario de température nous affectons la température désirée par volume horaire chose que nous ne pouvons pas effectuer dans alcyne. Et pour un scénario d'occupation nous approprions le pourcentage d'occupation de logement par volume horaire et cela selon la typologie des appartements et donc le nombre d'occupants. De même pour la composition des matériaux et parois.
- Lancement de la simulation : une fois la vérification est assuré nous lançons une simulation initiale de besoin. Par ailleurs, Dans le cas où la simulation vise à estimer les consommations réelles d'énergie (énergie finale), le calcul tient alors compte aussi des systèmes énergétiques (afin d'estimer leurs consommations). Comme nous pouvons lancer la simulation par plusieurs variations au même temps. Et enfin, nous finissons notre étude par l'analyse des différents résultats obtenus et tirer des conclusions.

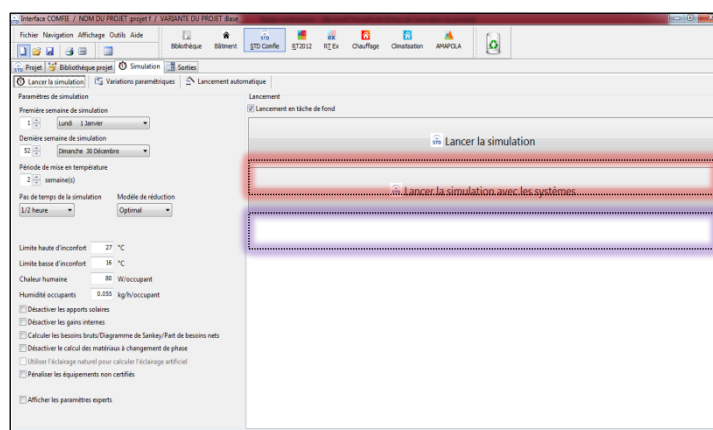


Figure 38: Angle simulation STD Comfie

Dans notre cas, compte tenu de la non présence de la licence de logiciel, nous avons travaillé par la version démonstration téléchargeable sur le site EZUBA. La version démonstration permet de faire une simulation limitée à uniquement deux zones thermiques.

### III.3. Réglementation thermique algérienne (RETA) :

RETA est une application développée par le CNERIB, APRUE, Ministère de l'Énergie, CREG...) en collaboration avec l'agence allemande de coopération au développement (GIZ) et mise en ligne pour aider les concepteurs de bâtiment à vérifier la conformité de leurs projets à la réglementation thermique algérienne. Un outil simplifié des calculs manuels dictés dans les DTR, sur lesquels il se base. Il a été mis à jour en 2016 pour intégrer la version finale de règlement thermique algérien publié sous forme de DTR C3/2-4.

Ainsi, le projet sera conforme à la réglementation d'hiver dans le cas où les déperditions de volume est inférieure à une valeur dite de référence:  $DT \leq 1.05 \text{ Dréf}$ .

Pareil, pour la conformité au DTR C3-4 est validé dans le cas où les apports sont inférieurs à une valeur limite avec un rapport de 1.5 :  $APO (15 \text{ h}) + AV (15 \text{ h}) \leq 1.05 \cdot Aréf (15 \text{ h})$

#### III.2.1. Présentation de l'application RETA :

Reta un outil facile et très rapide qui nous simplifie les calculs, il présente un menu riche qui nous permet de décrire aisément les parois de projet avec un choix de création de nouveaux matériaux et parois facile. L'application nous permet de vérifier la conformité d'un bati à la réglementation thermique algérienne et de dimensionner les système de chauffage et de climatisation . RETA est le seul outil qui se base sur la réglementation algérienne ce qui le

rend le plus fiable pour vérifier la conformité des projet en Algérie. Cependant, il présente des lacunes qui peuvent être rattrapées pour assurer des résultats plus proches de la réalité et plus fiables, dont nous citons :

- Le manque de type de contact d'une paroi avec un local conditionnée.
- Manque de la visualisation 3d qui va nous permettre de mieux cerner le projet.
- Ne prend pas en charge les déperdition par le baie des pont thermique.
- Ne prend pas en charge la forme de projet, qui influence son comportement thermique et énergétique.
- Vu que l'application suit la réglementation thermique algérienne alors elle ne permet pas de calculer le besoin énergétique d'un bâtiment existant.

### III.3.1. Etape de simulation par RETA:

La simulation par RETA suit quatre étapes essentielles : création du projet, création des volumes thermiques et leurs compositions, introduction des données relatives au système de chauffage et ventilation et troisièmes lancement des calculs

- Création de projet :

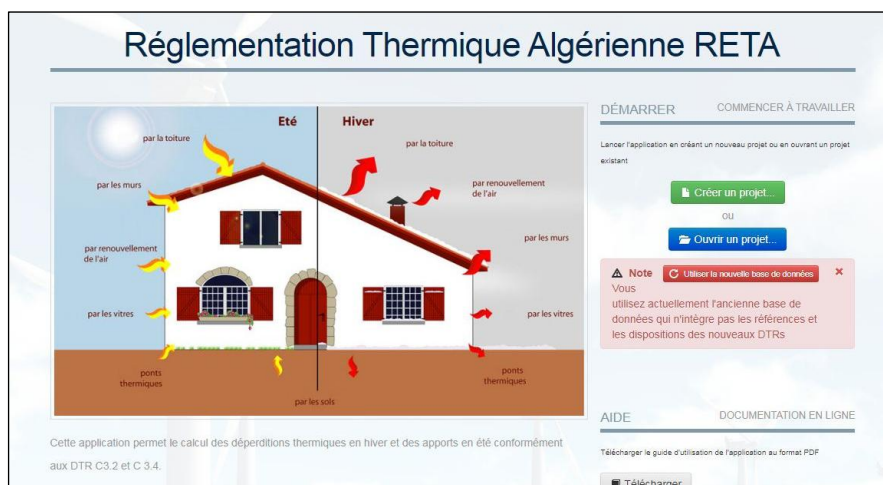


Figure 39: Page d'accueil Reta  
(<http://reta.cder.dz/>)

La création et ouverture de projet se fait sur le site <http://reta.cder.dz/>. Puis, on introduit les données relative au projet à savoir sa localisation les donnée climatique et géographiques, la

nature de projet : son usage, la qualité de confort exigé. Une fenêtre projet sera ouverte (voir figure 40). Dans cette dernière, s'affiche trois angles principaux :

1. Menu projet : nous permet d'ouvrir, modifier, supprimer ou dupliquer un projet.
2. Menu enveloppe : dans lequel on crée les enveloppes de projet, on supprime, duplique ou on modifier. C'est dans ce Menu aussi on introduit les données de climatisation, chauffage et ventilation relatives à chaque volume thermique.
3. Menu Outil : il sert au lancement des calculs de vérification à la conformité, dimensionnements des systèmes pour extraire le rapport final, ainsi pour la création de nouveau modèle de parois et matériaux.

Et deux fenêtres: fenêtre liste de parois l'autre affiche les caractéristiques des parois.

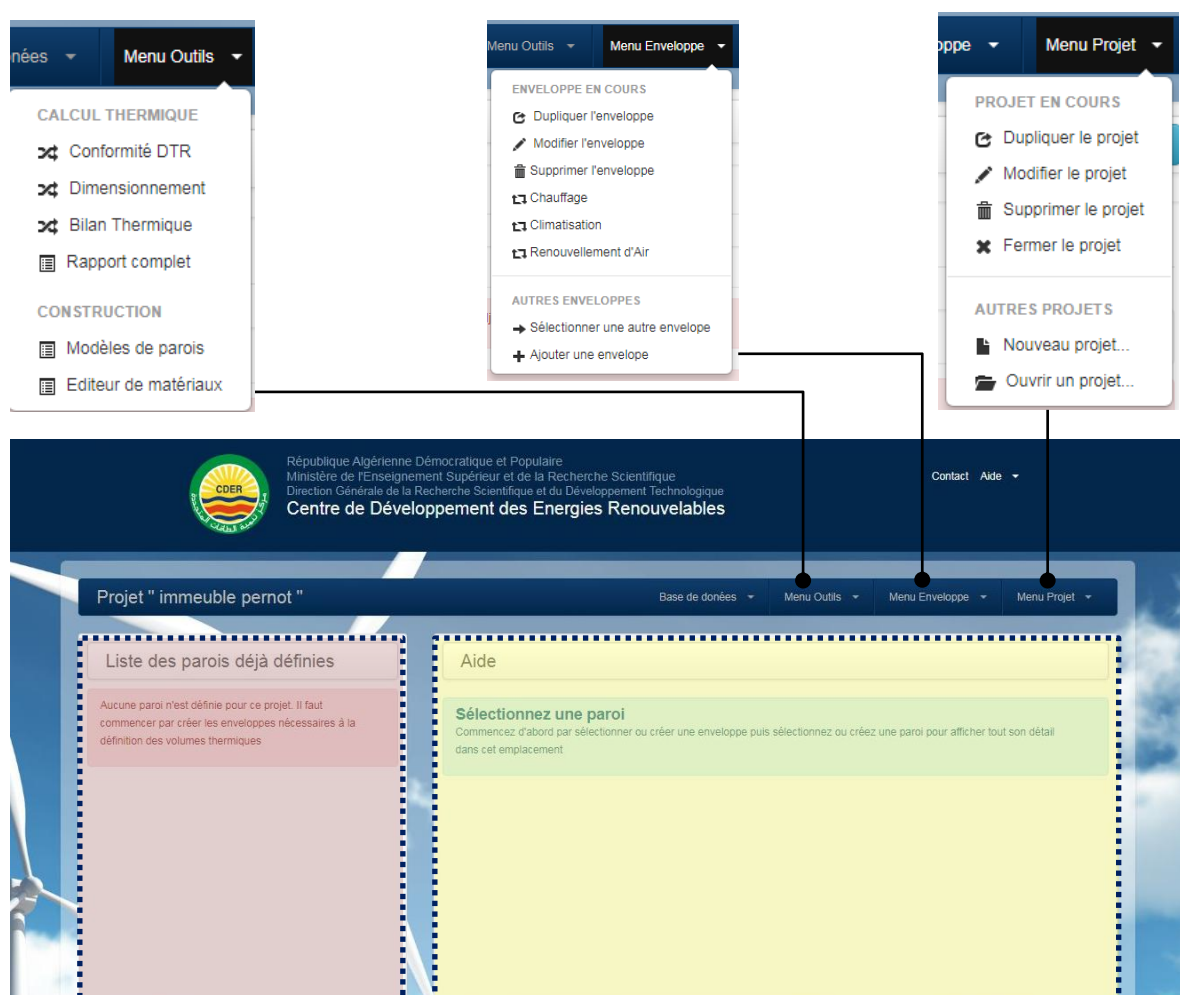


Figure 40: Fenêtre nouveau projet (<http://reta.cder.dz/>)

– Définir les volumes thermiques :

Dans l'angle « menu enveloppe » nous définissons les volumes thermiques composant le projet et nous complétons leurs fiches descriptives. Une fois les volumes ont été créés nous

complétons leurs descriptions par la création de leurs parois (parois, vitrage, porte..) et l'introduction des données relatives à la composition de ces dernières.

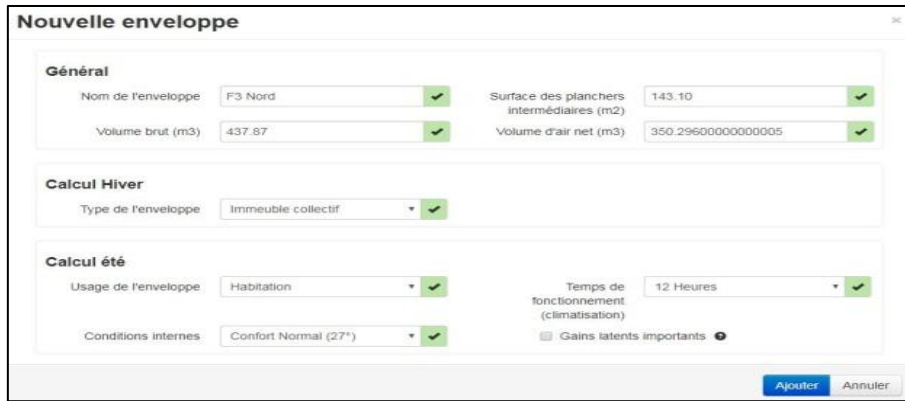


Figure 41: nouvelle enveloppe (<http://reta.cder.dz/>)

Dans le cas de paroi opaque nous l'ajoutons, nous définissons sa surface, son orientation et le type de contact qu'elle présente. Lorsque la paroi est ajoutée à l'enveloppe, nous définissons sa composition et le type de local adjacent.

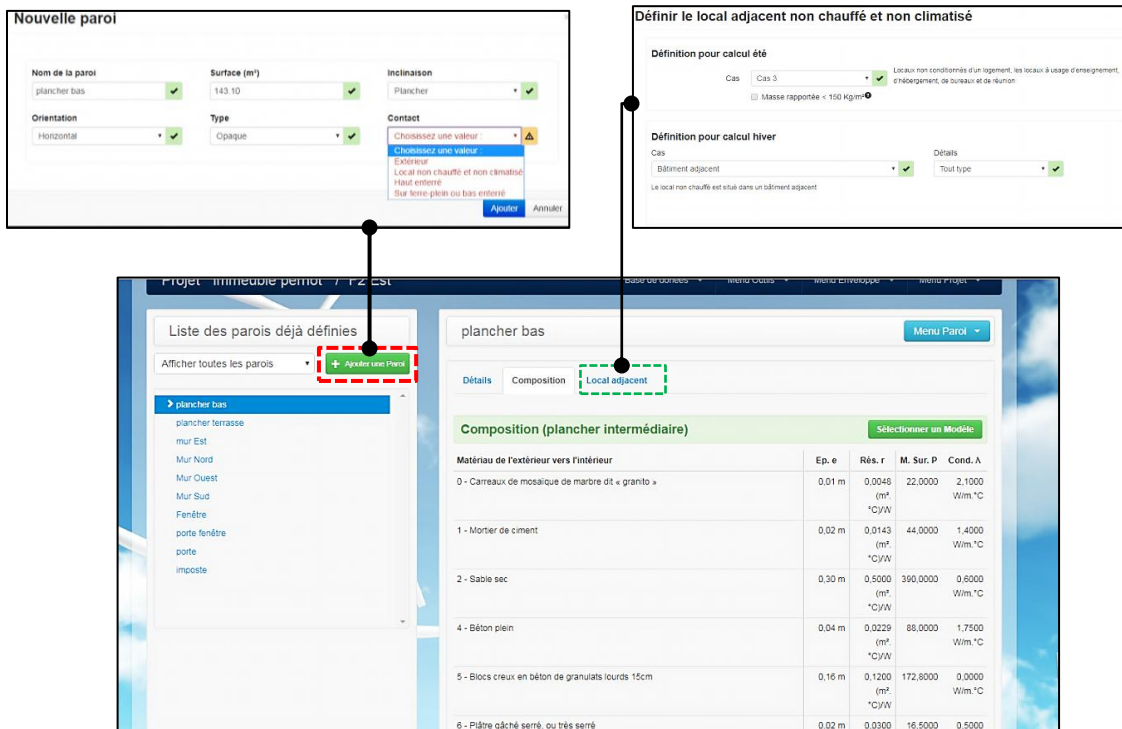


Figure 42: Création d'une paroi (Auteur par RETA)

Dans le cas où la composition d'une paroi n'existe pas dans le menu, l'utilisateur doit la créer et l'enregistrer dans sa bibliothèque personnelle. Cela s'effectuera dans l'angle « menu outil », fenêtre « éditeur des modèles ». La même procédure pour la création des matériaux :

Pour les parois vitrées, il y aura lieu de définir la composition du vitrage, ainsi que le type de protection d'été et d'hiver dans le cas où elles existent.

Figure 43: Définir la composition du vitrage (Auteur sur RETA)

Figure 44: Définir la protection d'été (Auteur par RETA)

Figure 45: Surface ensoleillée (Auteur par RETA)

Définir les systèmes de chauffage climatisation et ventilation :

Une fois les volumes thermiques ont été créés ainsi que leurs compositions, nous passons aux données relatives au chauffage, climatisation et renouvellement d'air :

Figure 46: Définir les paramètres de renouvellement d'air

Figure 47: Paramètres de chauffage (Auteur par RETA)

(Auteur par RETA)

Figure 48: Paramètres de climatisation (Auteur par RETA)

Présentation des résultats :

Reta effectuera les calculs et affiche les résultats de vérification à la conformité vis-à-vis de la réglementation thermique algérienne. Elle nous permet aussi de définir le besoin de chauffage ainsi que le dimensionnement de système du chauffage et de climatisation.

## Conclusion

RETA est une application de calcul réglementaire thermique statique qui permet la vérification à la conformité à la réglementation thermique algérienne. C'est un outil développé en Algérie et qui est en cours d'évolution et d'amélioration. Il se base sur la réglementation thermique algérienne à savoir les 3 DTR thermiques étudiés dans le chapitre précédent. Il nous permet après avoir introduit des données de donnée les résultats de calculs. En Outre, Plieades+ Comfie un logiciel de calcul thermique dynamique qui se base sur la réglementation thermique Française et qui permet d'étudier les bâtiments de tous les pays limitrophes à la méditerranée, cela en se basant sur les deux moteurs principaux Alcyone pour la saisie graphique et Plieades pour le calcul et simulation.

Après l'étude des deux logiciels, nous sortons par une comparaison entre les deux outils : RETA est un outil de calcul statique qui permet la vérification de la conformité d'un bati à la réglementation thermique algérienne en se basant sur les DTR. Elle s'active en étant en ligne. Plieades est un logiciel de calcul de besoin dynamique. il permet la vérification à la conformité à la RT2012 et la RText. La simulation par Plieades se base sur une saisie graphique, 3d et l'introduction des données ce qui permet de mieux visualiser le projet. Contrairement à RETA qui se base uniquement sur des données prescrites.

Dans notre cas, nous choisissons de travailler avec les deux logiciels, car les résultats ne peuvent pas être considérés comme des estimations exactes de la consommation du bâtiment. Dans ce cas, la comparaison des résultats variables est plus pertinente et plus enrichissantes

que de se baser sur des données en valeurs absolue. De ce fait, nous allons étudier l'immeuble Pernod par RETA pour définir son besoin énergétique ainsi que sa conformité à la réglementation Algérienne puis, nous allons simuler une zone thermique du bâtiment par pleiades+comfie afin de définir son besoin dynamique.

Notre objectif est en premier : d'avoir des résultats discutables et qui peuvent déboucher vers de nouvelles pistes de recherche. De plus, nous voulons proposer des améliorations à RETA en s'inspirant de model de calcul dynamique notamment Pleiades qui est très développé dans le domaine.

#### IV. CHAPITRE 04 :

Présentation de l'immeuble Pernod et définition des paramètres de simulation

---

## **Introduction :**

L'Algérie s'est lancée dans l'efficacité énergétique comme elle s'est lancée dans les projets de réhabilitation qui sont en cours de finalisation au niveau d'Alger centre. Nous espérons voir dans de bref délais des compagnes de réhabilitation énergétique des bâtiments qui apporteront sans doute leurs fruits, à savoir : la préservation de l'image du bâtiment et sa pérennité ainsi qu'économiser son impact énergétique.

### **IV.1. Choix et présentation de l'immeuble Pernod pour une réhabilitation énergétique:**

Notre étude sera portée sur l'immeuble Pernod : un bâtiment résidentiel colonial existant. Le choix du bâti résidentiel renvoie au fait qu'il soit le secteur le plus énergivore de plus qu'il soit aussi polluant. Un bâti existant représente un gisement important en matière de développement durable vu qu'il soit le plus présent, il occupe une grande partie de nos villes. Nous avons penché notre intérêt aux immeubles de la période colonial suite aux travaux de réhabilitation qu'ils sont entraine de subir et qui peuvent être amélioré et intégré le facteur énergétique ce qui va nous permettre de réaliser un chantier à double objectif.

Le choix de l'immeuble Pernod parmi tout le secteur de bâtiments colonial renvoie en premier lieu, au faite qu'il répond aux trois critères cités au amont à savoir un bâtiment résidentiel existant de la période coloniale. En deuxième lieu, l'immeuble Pernod fera objet de travaux de ravalement de façade dont les travaux non pas était encore lancés<sup>36</sup>, d'après les orientations d'aménagement (POS U31 Hamma- Hussein Dey), de coup un chantier pour deux, apportera bel et bien des rendements économiques et aussi un gain de temps. En outre, le bâtiment est construit par le même système que les bâtiments d'après-guerre (après l'indépendance) qui constituent la plus grande partie de nos villes ce qui va nous permettre d'apporter des recommandations au parc de bâtiment d'après-guerre. De surcroît, la forme de bâtiment et les multiples orientations dont il bénéficie vont nous permettre de toucher à plusieurs aspects.

Aussi, un bâti de la période colonial est plus convenable pour la vérification à la RT2012, car il est construit par le même système constructif que les bâtiments des années 50 en France.

---

<sup>36</sup> POS POS U31 Hamma- Hussein Dey OFARES

Ce qui va nous permettre de vérifier ou de comparer les résultats des deux applications à savoir : RETA et Pléiades + Comfie.

Etant donné que la version démonstration de Plieades+ Comfie travaille uniquement avec les départements climatiques Français, nous avons opté pour le département climatique du sud H3 qui présente un climat méditerranéen proche de climat d'Alger, car cela va nous permettre de rapprocher les résultats de la réalité.

On note que la dernière version de Plieades+ Comfie à intégrer tous les pays limitrophe à la méditerranée dont l'Algérie fait partie. Ce qui permet d'avoir des résultats plus justes.

## IV.2. Présentation de l'immeuble Pernod :

L'immeuble Pernod est un bâtiment résidentiel construit entre 1954<sup>37</sup> et 1956 ; vers la fin de la période coloniale ; par l'architecte Roger LEGENDRE<sup>38</sup> au compte de la société Pernod de la distribution du vins sur lequel il détient son appellation.

Un bel immeuble qui marque l'entrée de la ville d'Alger, avec son architecture et sa grande hauteur qui se veut à l'image de la marque « VINS PERNOD » qui voulait conquérir ciel et terre à l'époque mais dont, aujourd'hui, il ne demeure que le grillage qui servi du support au logo sauvagement détaché par la salinité marine.

Le bâtiment se développe en R+15, comportant 70 logements, dont l'aile principale est orientée Nord - Sud, avec un sous-sol semi-enterré utilisé comme parking.

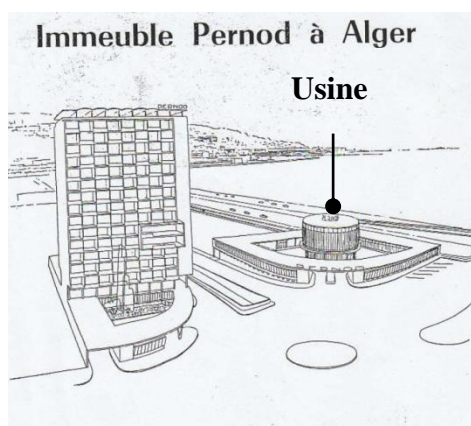


Figure 49:Image de synthèse du l'immeuble pernod avant sa réalisation (Revue Chantier N°15- 1954)

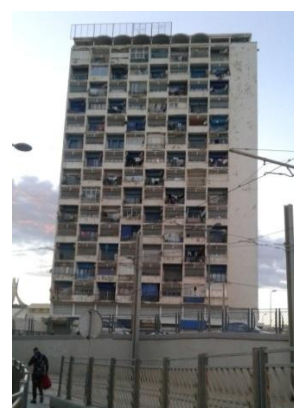


Figure 50: L'immeuble Pernod aujourd'hui (auteur)

<sup>37</sup> Revu Chantier N°15- 1954, page 21

<sup>38</sup> edem

Comme nous le remarquons sur les figures 49 et 50 l'immeuble n'a pas été construit exactement comme il a été conçu, les duplexe au niveau du R+6 et R+7 n'ont pas été construit ainsi que l'aménagement extérieur. La société voulais construire aussi une usine du coté droit du carfour mais le projet n'a pas abouti.



Figure 51: prise de vues sur l'immeuble (auteur 2017)

### IV.3. Situation de l'immeuble Pernod :

L'immeuble Pernod, se trouve à l'entrée Est de la ville d'Alger au carrefour Lafarge formé par l'intersection de la rue Hassiba (ex rue de Constantine) et la rue des fusillés.

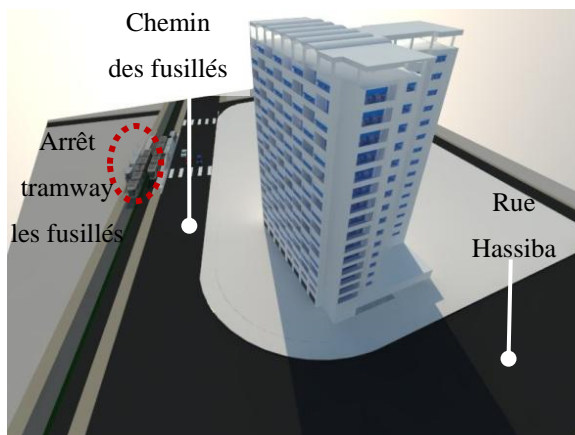


Figure 52 : Perspective sur le bâtiment réalisé par sketch UP (auteur 2017)

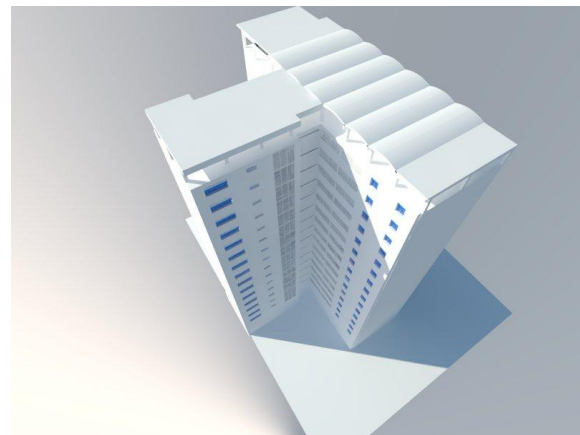


Figure 53: Perspective arrière de l'immeuble réalisé par sketch up (auteur)

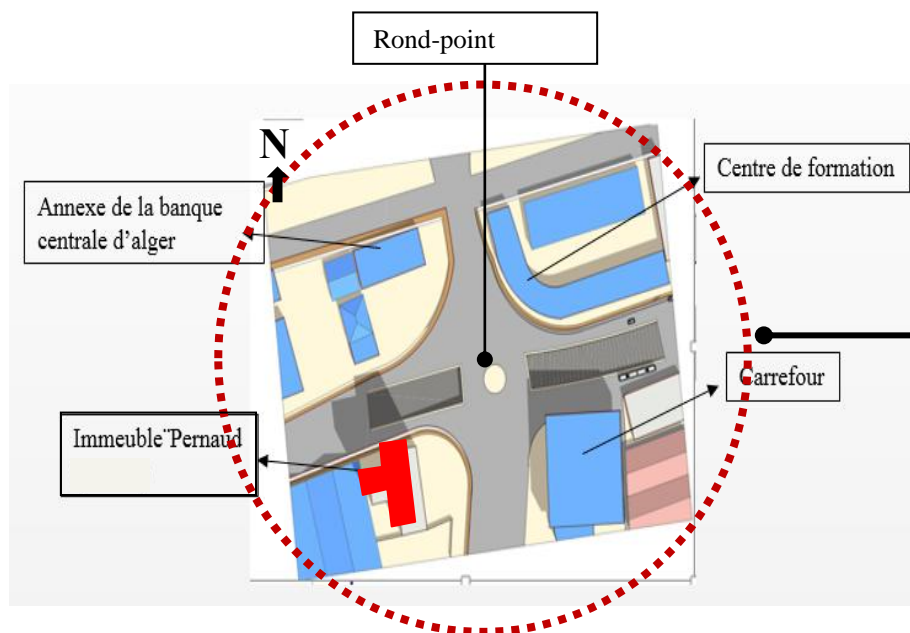


Figure 54: Image Google earth traitée par l'auteur (Google earth)

Figure 55: Vue en plan réalisée par l'auteur par archiCad

### IV.1. Données climatiques et géographiques :

Le cas d'étude se situe dans la commune d'Alger appartenant à la zone A suivant le découpage climatique en Algérie. Cette zone profite des vents marins rafraichissant Nord-Est mais très exposé au vent nord-Ouest pendant l'hiver ce qui constituera un danger sur les façades et une source d'inconfort qui résulte (courant d'air). En outre, cette zone, se trouve bien exposé au soleil ce qui va permettre de bénéficier de cette énergie naturelle pour l'utiliser dans l'éclairage et le chauffage (voir figure 56).

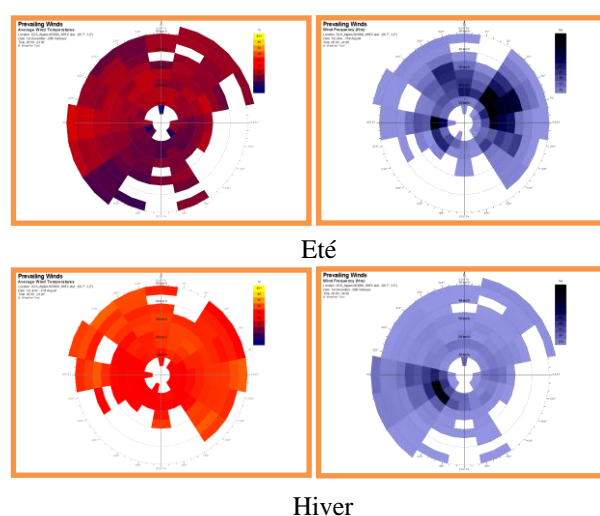


Figure 56: Simulation du vent sur la zone par écotect

Fiche technique de site d'Alger
Zone climatique : zone A.
Altitude : 25.
Bordure de mer : moins de 100 km.
Station climatique : Dar El Beida
Température extérieure de base en hiver 3°C

Tableau 2: Fiche donnée climatique d'Alger (auteur sur la base des donnée du DTR)

## IV.2. Description architecturale:

Un bâtiment emblématique marquant par sa hauteur, construit fin des années cinquante (en 1954)<sup>39</sup>. Il Occupe un angle du carrefour de Lafarge de 1060 m<sup>2</sup>. Avec une forme de T excentré. Il présente quatre façades reprenant la trie partite avec un soubassement composé de rez de chaussée et un étage (R +1) abritant des bureaux. Un corps comportant 14 niveaux de logements, 05 logements par étage dont 04 F2 et un F3 avec une organisation inversée des livings room et chambre, par étage, pour éviter une très grande rigidité (voir figure 57 et 58).

Les ouvertures sont en bois protégées du soleil par des stores vénitiens et brise soleil en ciment prés fabriqué de côté Est et Sud. De côté Ouest une coursive qui distribue les logements est protégée par des panneaux verticaux en ciment formant ainsi un écran de protection contre la chaleur en été, et les coups de vent en hiver.

L'ensemble est coiffé par un couronnement, un niveau terrasse abritant des séchoirs couverts et quatre buanderies

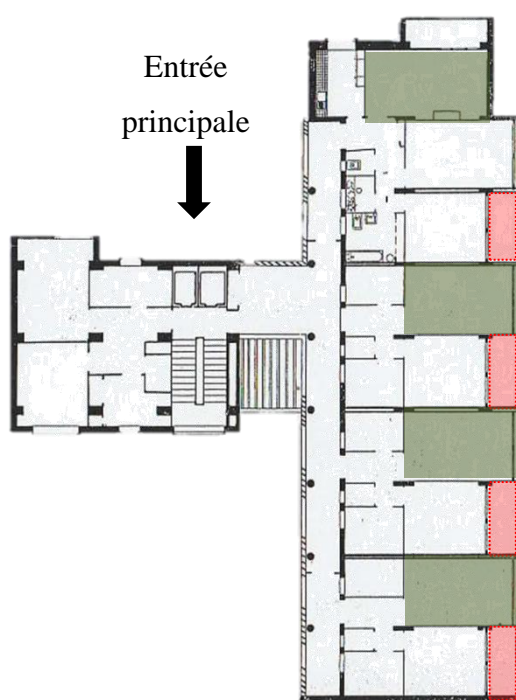


Figure 57: Extraie du plan d'étage courant (Revu Chantier N°23- 1954 p 21)

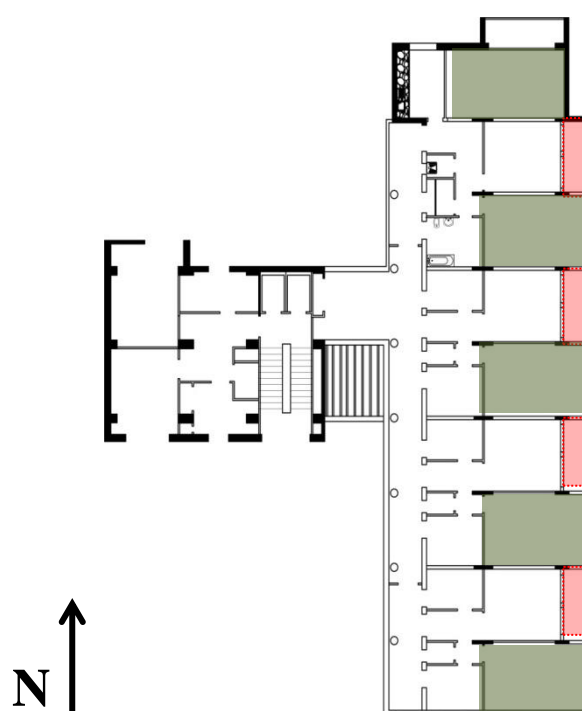


Figure 58: Plan étage courant N°2 (dessiné par l'auteur)

<sup>39</sup> Revu Chantier N°23- 1954

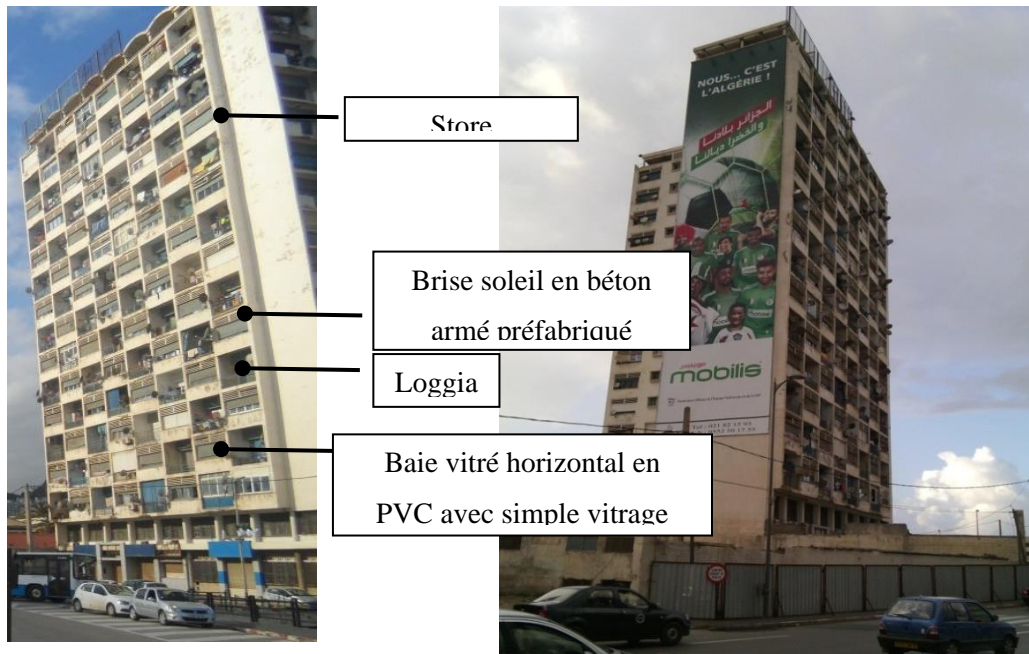


Figure 59: Photos du bâtiment (prise par l'auteur)

#### IV.1. . Description de l'environnement immédiat :

Le bâtiment d'étude est implanté dans une zone industrielle ou le gabarit ne dépasse pas le R+1, de ce fait la tour présente un élément d'appel par sa hauteur et sa morphologie isolé. Cependant, le bâtiment se trouve exposé aux attaques climatiques et environnementales vue qu'il présente 4 façades libres sans aucune protection d'une mitoyenneté que par l'ombre propre du batiments. En outre aucune ombre n'est portée sur le bâtiment du côté sud, ouest et nord que son ombre vu sa forme en T, mais par contre du coté Est les niveaux inférieure du RDC au R+5 subi de l'ombre de l'immeuble du bureau Samsung ex supermarché le carrefour (voir figure 60).

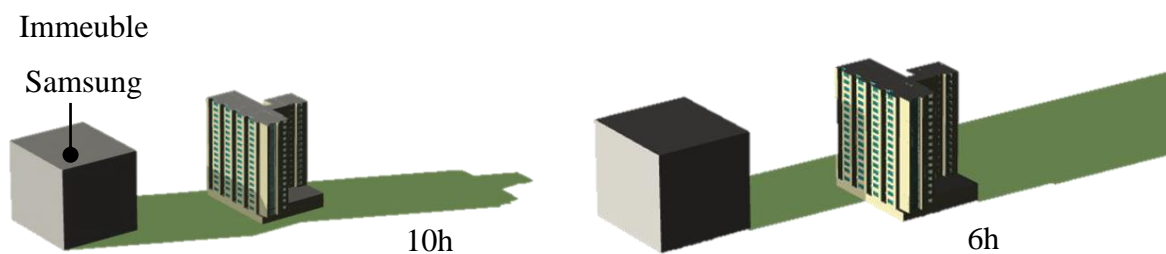


Figure 60: l'ombre portée sur l'immeuble Pernod 6h et 10h du mmatin (auteur par Alcyone)

Du côté sud, un nouveau bâtiment d'une hauteur de R+15, est en cours de réalisation (voir figure 61,62), il viendra s'accoler à la façade sud. Cela constituera un futur masque sur cette façade. Un point que nous allons traiter pour voir son impact sur le comportement énergétique de bâtiment.

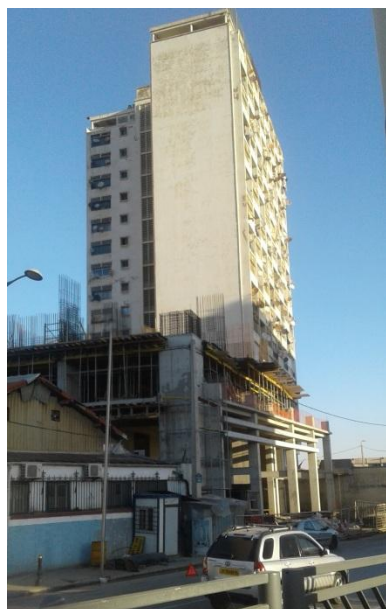


Figure 61: Vue sur le chantier de la nouvelle construction (auteur 2018)



Figure 62: Panneau du nouveau projet (auteur 2018)

## IV.2. Diagnostic préliminaire (état des lieux) :

Suite à plusieurs visites et observation du site, nous avons constaté que l'immeuble Pernod souffre de plusieurs pathologies dont la plupart sont dues, d'un côté, à son vieillissement (63ans) et aux agents climatiques essentiellement le vent marin et le soleil. Ainsi, une dégradation des revêtements de façade est constatée, des pathologies au niveau des balcons dus aux chutes d'eau... D'un autre côté nous avons observé des modifications portés par les usagers principalement des modifications de fenêtre en aluminium fermeture des balcons, installation des climatiseurs, antennes parabolique, des sèche linges et autres éléments métallique, participant à la fragilité de la paroi extérieure et qui enlaidit les façades de ce bâtiment.

De l'intérieur nous avons pu accéder à la partie commune et coursive mais malheureusement nous n'avons pas pu les visités (faute de temps et la sensation d'insécurité), pour la partie

commune nous avons constaté qu'elle était en travaux dont la cage d'escalier ont été finalisé par contre nous avons remarqué des travaux de peinture au niveau de la coursive.

Le bâtiment n'a pas encore fait objet de travaux de réhabilitation malgré son état de vétustés marqué sur sa façade très marquante comme étant un élément d'appel.

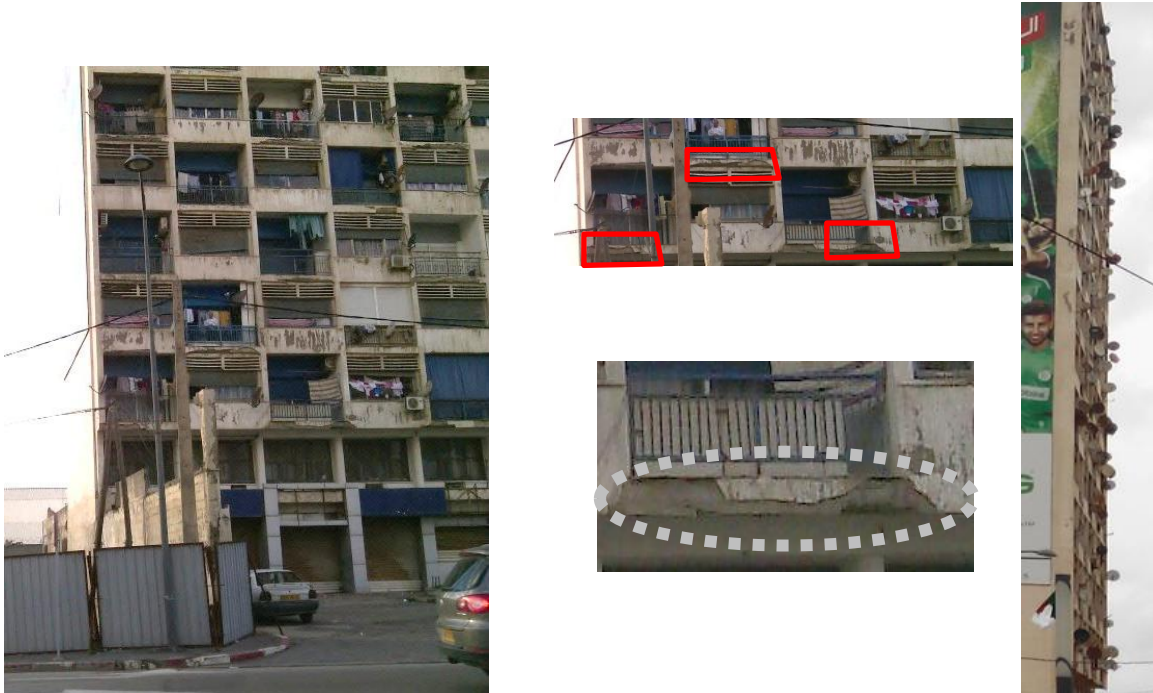


Figure 63: Pathologies de la façade principale (auteur)



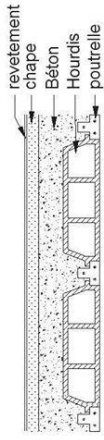

Figure 64: La coursive (auteur 2017)




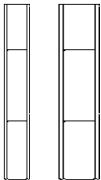

Figure 65: Cage d'escalier (auteur 2017)

### IV.3. Catalogue de la composition des parois de bâtiment d'étude :

En se référant au descriptif détaillé de la revue Chantier<sup>40</sup> élaboré lors de la réalisation du projet, et suite à nos constats sur site, l'ensemble des planchers des bâtiments sont de type traditionnel (plancher en corps creux) excepte le plancher bas du sous-sol, les mur extérieurs sont en brique double cloison avec lame d'air ou des voile en béton armé, les murs intérieur en simple cloison en brique de 10 cm la menuiserie est en bois . Ci bas nous présentons un catalogue de la composition des parois en détail filtré en 02 catégories : paroi opaque, menuiserie.

Catalogue de la composition des parois de l'immeuble							
Type		Composition		Densité Kg/m <sup>3</sup>	Conductivité thermique W/m°C	Illustration	
Parois opaques	Plancher	Plancher bas	/	/	/	/	
		Plancher intermédiaire	Dalle en corps creux	Carrelage (carreaux de ciment) (02cm)	1900	1.0	
				Chape mortier de ciment (03cm)	2200	1.4	
				Couche de Sable (3cm)	1800	1.2	
				Dalle de compression en béton armé (4cm)	2500	1,750	
				Agglomérés (16cm)	1185	0.952	
	Enduit de plâtre (2cm)	750 à 1000	0.35				
	Plancher terrasse		Carrelage (carreaux de ciment) (02cm)	1900	1.0		
			Chape mortier de ciment (03cm)	2200	1.4		
			Couche de sable	1800	1.2		
Etanchéité			1000 à 1650	0.40			
		Parre vapeur					

<sup>40</sup> Revu Chantier 1954-1956 P21

Mur			Dalle de compression en béton armé (4cm)	2500	1,750		
			Agglomérés (16cm)	1185	0.952		
			Enduit de plâtre	750 à 1000	0.35		
	Mur extérieur	Voile en béton armé	Enduit de plâtre (1.5cm)	1100 à 1300	0.50		
			Béton armé (30cm)	2500	1,750		
			Enduit de plâtre (1.5cm)	750 à 1000	0.35		
		Mur en double cloison en brique	Enduit de plâtre (1.5cm)	1100 à 1300	0.50		
			Brique creuse (10cm)	1200 à 1400	0.56		
			Lame d'air (10cm)	1	0.071		
			Brique creuse (10cm)	1200 à 1400	0.56		
		Mur intérieur	Cloison en brique	Enduit de plâtre int. (1.5cm)	750 à 1000	0.35	
				Brique creuse (10cm)	1200 à 1400	0.56	
				Enduit de plâtre int. (1.5cm)	750 à 1000	0.35	
	Menuiserie	Fenêtre	Fenêtre en PVC simple vitrage Allège 1m Hauteur 1.4m Protection par des store vinciens en PVC Brise soleil en béton		4,72W/mK		
		Porte fenêtre	en PVC simple vitrage Allège 0m Hauteur 2.4m				
Imposte		en PVC simple vitrage 2700, 1.10 Allège 1.8m Hauteur 0.6m					

	Porte	En bois Hauteur 2.4 m	300-450	0.12	
--	-------	--------------------------	---------	------	--

Tableau 3: catalogue de la composition des parois d'immeuble (auteur)

#### IV.4. Définition des zones thermiques :

Notre objectif par cette recherche est de définir la consommation énergétique des appartements afin d'améliorer leurs comportements, si cela s'avère nécessaire. Pour cela, nous allons commencer par la décomposition du bâtiment en volume thermique selon la définition donnée dans le DTR, qui correspond à un groupe de volumes qui peuvent être chauffé par un seul corps. Nous définissons alors six zones thermiques par étage qui correspondent aux cinq appartements et l'espace de circulation (cage d'escalier + coursière). Vu que les étages sont répétitifs nous combinons les volumes qui représentent les mêmes caractéristiques : orientation, disposition dans le bâtiment et la typologie (même scénarios) ainsi ils représentent les mêmes besoins énergétiques.

De ce fait, on se retrouve avec cinq zones thermiques à étudier par étage : car les deux appartements F2 Est et F2 Est', qui ont une position centrale, présentent le même cas donc il suffit d'étudier un et le multiplier par deux.

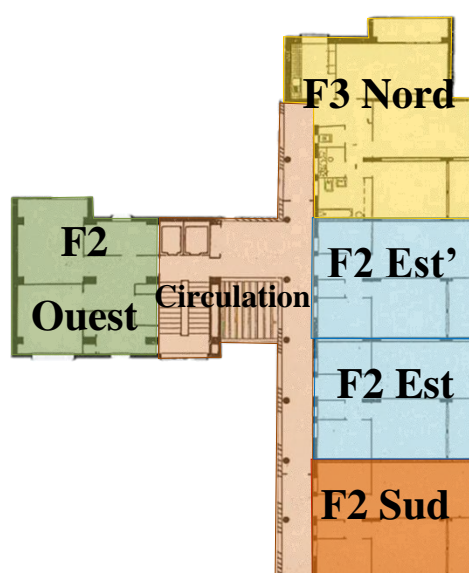


Figure 66: Extraie du plan d'étage courant avec zone thermique appliqué

Sur le plan général, pour étudier les besoins de tout le bâtiment nous devons étudier seize zones thermiques qui correspondent: une au sous-sol, cinq aux RDC, cinq au niveau du corps du bâtiment (multiplier par les 14 niveaux) voir figure 66, et cinq au niveau du dernier étage. (Voir figure 67 et 68)

Au totale le bâtiment se compose de 97 zones thermiques : une au sous-sol, six au RDC, six \*14 au corps + six du dernier niveau=  $1+6+6*14+6= 97$ .

Les appellations utilisé pour les volumes thermiques sont les même qui vont être utilisé dans la simulation.

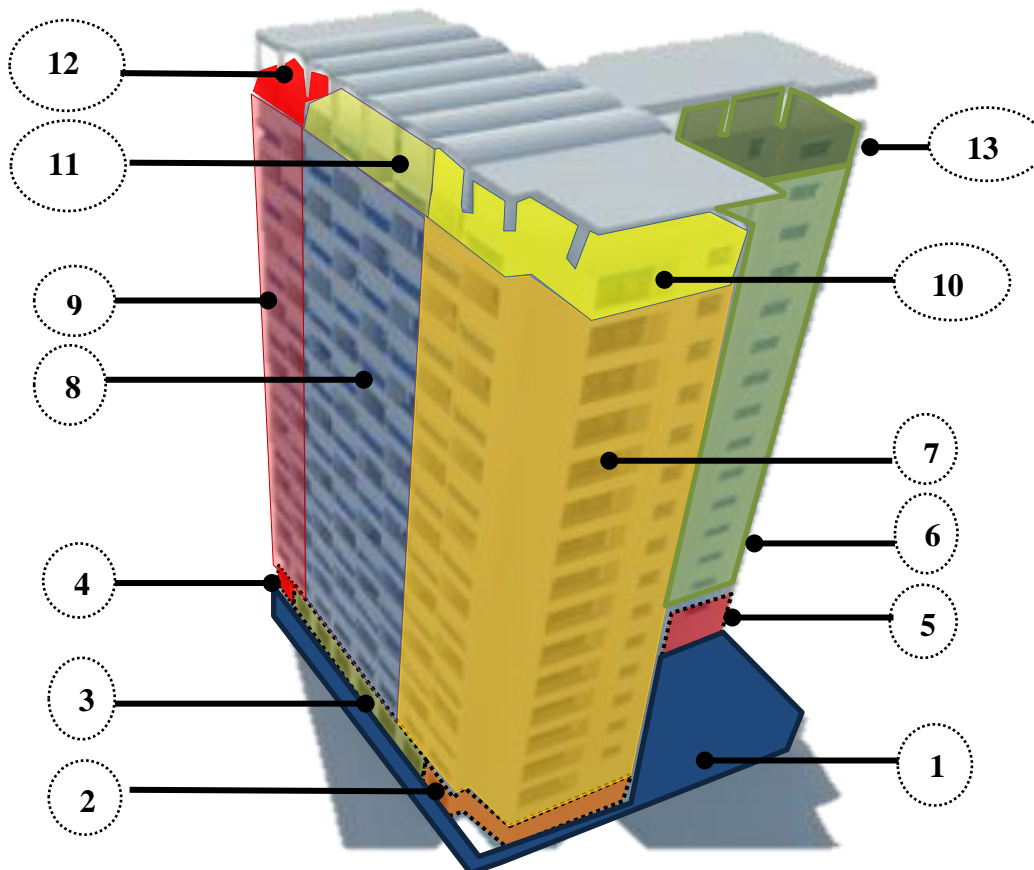


Figure 67: vue en perspective avec zone thermique appliqués (auteur )

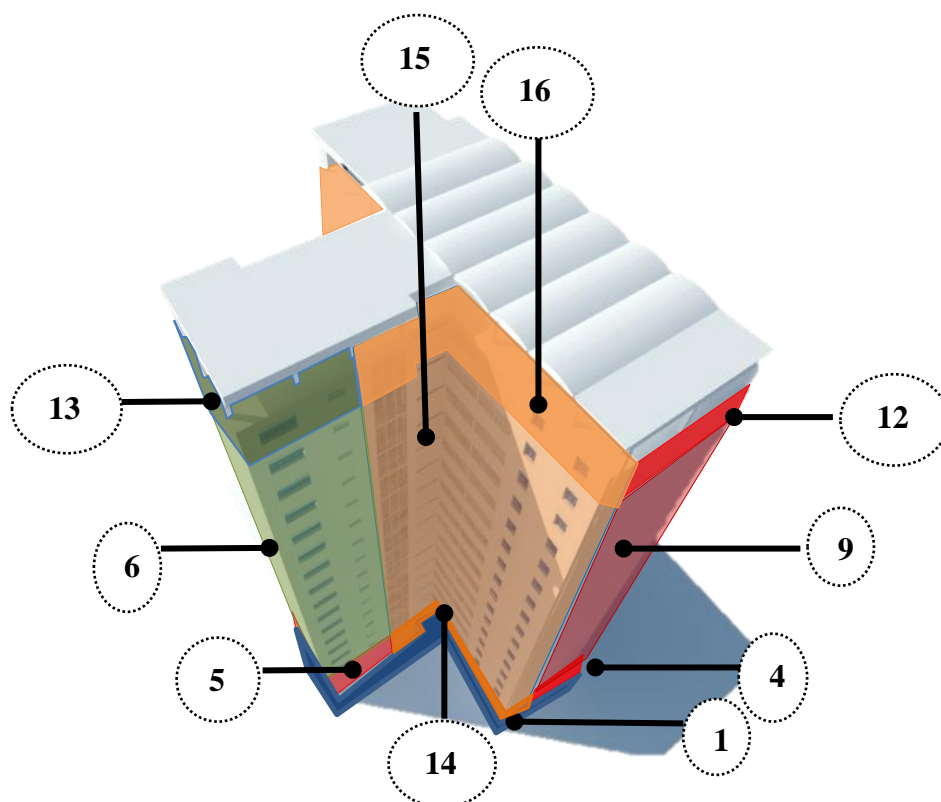


Figure 68: Vue arrière en perspective avec zone thermique appliqué (auteur)

Tableau récapitulatif des zones thermique de l'immeuble pernod :

Zone	Localisati on/ orientation		Description
01	Sous-sol	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>Local non conditionné</li> <li>Semi enterré utilisé comme parking</li> </ul>
02	01 local	RDC Nord	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plancher haut en contact avec un local conditionné</li> <li>Plancher bas en contact avec</li> <li>2 parois en contact avec l'extérieur (nord, est), une avec un local non conditionné (zone 14) et la quatrième en contact avec un local conditionné (zone 07).</li> </ul>
03	06 locaux	RDC Est	<ul style="list-style-type: none"> <li>01 paroi en contact avec l'extérieur (nord), une avec un local non conditionné (zone 14) et deux autres sur locaux conditionnés (zones 04 et 02)</li> </ul>

04	01 local	Du R+1 au R+14	Est/Ouest	<p>Local conditionné à usage résidentiel.</p> <p>Plancher haut et plancher bas en contact avec des locaux conditionnés</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>02 paroi en contact avec l'extérieur (nord et Sud), une avec un local non conditionné (zone 14) et une, en contact avec un local conditionné (zone 03).</li> <li>2.1 futur mitoyenneté en cour de réalisation de côté sud</li> </ul>
05	01 ap.F2		Nord-Sud		<ul style="list-style-type: none"> <li>03 parois en contact avec l'extérieur (nord, Sud et Ouest), une avec un local non conditionné (zone 14).</li> </ul>
06	14 ap.F2	Nord-sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>03 parois en contact avec l'extérieur (nord, Sud et ouest), une avec un local non conditionné (circulation zone 15).</li> </ul>		
07	14 ap.F3	Est/Nord / Ouest	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 parois en contact avec l'extérieur (nord et est), une avec une un local non conditionné (zone 15) et la quatrième en contact avec un local conditionné (zone 08).</li> </ul>		
08	28 ap.F2	Est	<ul style="list-style-type: none"> <li>01 paroi en contact avec l'extérieur (nord-est), une avec un local non conditionné (zone 15) et deux autres sur locaux conditionnés (zone 07 et 09).</li> </ul>		
09	14 ap.F2	Est/Ouest	<ul style="list-style-type: none"> <li>02 paroi en contact avec l'extérieur (est et Sud), une avec un local non conditionné (zone 15) et une autre en contact avec un local conditionné (zone 08).</li> </ul> <p>Présence d'une future mitoyenneté en cour d réalisation de côté sud</p>		
10	01 ap.F3	Dernier niveau	Est/No rd / Ouest		<ul style="list-style-type: none"> <li>2 parois en contact avec l'extérieur (nord et est), une avec une un local non conditionné (zone 15) et la quatrième en contact avec un local conditionné (zone 11).</li> </ul>
11	01 ap.F2		Est		<ul style="list-style-type: none"> <li>01 paroi en contact avec l'extérieur (nord-est), une avec un local non conditionné (zone 16) et deux autres sur locaux conditionnés (zone 10 et 12).</li> </ul>

12	01 ap.F2	Est - Ouest	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 02 paroi en contact avec l'extérieur (est et Sud), une avec un local non conditionné (zone 16) et une autre en contact avec un local conditionné (zone 11).</li> </ul> <p>Présence d'une future mitoyenneté en cour d réalisation de côté sud</p>
13	01 ap.F2	Nord- Sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 03 parois en contact avec l'extérieur (nord, Sud et ouest), une avec un local <b>non conditionné</b> (zone 16).</li> </ul>
14	Cage d'escalier et la coursive de distribution		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Local non conditionné (usage circulation).</li> </ul>
15			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deux parois en contact avec locaux conditionné et deux donnent sur l'extérieur.</li> </ul>
16			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plancher bas en contact avec local non conditionné.</li> <li>– Plancher haut en contact avec la terrasse</li> </ul>
Totale		97 zones thermiques	

Tableau 4: tableau des zones thermique de l'immeuble pernod (auteur)

A titre récapitulatif nous avons différencié le RDC des étages courant et de dernier niveau :

- Les appartements du RDC, sont en contact avec l'extérieur avec leur enveloppe (les façades) et ils sont aussi en contact avec un espace chauffé qui est l'étage d'au-dessus et d'un espace non chauffé qui est le sous-sol.
- Les appartements des étages courant sont en contact avec l'extérieur avec leur enveloppe (les façades) et ils sont aussi en contact avec des espaces chauffés qui sont le Rez-de-chaussée et le 15<sup>ème</sup> étage.
- Les appartements du dernier étage, sont en contact avec l'extérieur par le biais leur enveloppe (les façades) et le plancher haut (la terrasse) cependant ils sont en contact avec un espace chauffé qui est l'étage d'au-dessous

#### IV.5. Scenarios des paramètres de confort :

Les différentes zones thermiques ne sont pas composées uniquement de parois verticale et horizontale mais aussi composé d'occupants dont le nombre et les activités diffèrent d'une typologie à l'autre pour cela nous définissons les scénarios de température, ventilation, occupation, chauffage et climatisation:

#### IV.5.1. Les consignes de température :

L'occupation du bâtiment est résidentielle, du coup en ce qui concerne les consignes de température, nous appliquons le scénario suivant selon les normes dictées par le DTR C3/2-4 page 103-104. Une température moyenne de 27 °C pour les espaces chauffés pendant 12h durant toute journée (par un chauffage individuelle) pour un confort dit normal en été et une température de 21°C en hiver. Cependant pour les espaces non chauffés (sous-sol et cage d'escaliers) aucune consigne ne sera appliquée pour ce premier diagnostic.

#### IV.5.2. La ventilation :

En se référant au descriptif de l'article de la revue chantier et suite à la visite effectuée, les appartements sont ventilés naturellement, il ne bénéficie pas d'une ventilation mécanique du coup aucun scénario ne sera appliqué pour la première phase de diagnostic

#### IV.5.3. Les scénarios d'occupation :

Le bâtiment en question est constitué de plusieurs appartements et de typologies différentes, ce qui nous obligera de proposer des scénarios différents selon la typologie des appartements.

En revanche notre immeuble est composé de deux typologie de type F2 et F3 dont le premier est occupé par trois personnes, composé de deux pièces principales, une cuisine, une salle de bain et un WC. La deuxième typologie (F3) est occupée par 4 personnes, composé de trois pièces principales, une cuisine, une salle de bain et un WC. Et ce suivant les normes du règlement thermique.

#### IV.5.4. Le chauffage :

L'occupation des volumes est résidentiel avec un système de chauffage individuelle pour chaque volume ainsi pour tous le bâtiment.

#### IV.5.5. La climatisation :

Les appartements ne bénéficient pas d'un système de climatisation mécanique, du coup aucun scénario ne sera appliqué pour la première phase du diagnostic.

### **Conclusion :**

L'immeuble Pernod présente une forme intéressante de point de vue étude énergétique car elle présente des décrochements, des orientations et des contacts différents par lesquels nous pourrions toucher à plusieurs aspects qui peuvent influencer le comportement thermique énergétique d'un bâtiment, sans avoir recours à l'étude de plusieurs bâtiments dans différentes situations.

## V. CHAPITRE 05 :

ETUDE DE REHABILITATION ENERGETIQUE

DE L'IMMEUBLE PAR SIMULATION

---

## **Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons essayer de concrétiser à travers un cas réel la partie théorique présentée en amont. Donc, nous allons vérifier la conformité du bâtiment à la réglementation thermique algérienne et proposer des recommandations pour sa réhabilitation énergétique dans le cas échéant. Ainsi, à travers les différents résultats, nous allons pouvoir définir l'impact de l'environnement, le contact et l'orientation sur la consommation énergétique.

### **V.1. Simulation des besoins de l'immeuble à l'état actuel :**

Par la simulation initiale nous voulons étudier le besoin de bâtiment à l'état actuel, puis vérifier sa conformité ou non-conformité à la réglementation algérienne et aussi le taux de consommation. Ensuite, nous proposerons des recommandations pour voir l'apport de ces dernières sur le comportement du bâtiment. Et cela en étudiant le dernier niveau renvoie car il présente le plus en contact avec l'extérieur ce qui constituera le cas le plus contraignant de bâtiment disant la limite maximal.

Nous simulerons par l'application RETA et par Pléiades+Comfie pour pouvoir discuter de leurs résultats. Mais vu les limites que présente l'application RETA, et la version démonstration de Pléiades+ Comfie nous contentons de l'étude de dernier étage uniquement par l'application RETA, et une seule zones thermique du dernier étage par Pléiades Comfie (que nous choisirons selon les résultats obtenu par RETA et qui coïncidera avec la zone qui présente le maximum de consommation.

#### **V.1.1. Simulation par RETA :**

##### **V.1.1.1. Présentation de la simulation :**

Après avoir créé le projet comme cité dans le chapitre précédant, nous définissons la composition des enveloppes thermiques dans le menu enveloppe. Dans notre cas nous avons créé quatre volumes thermiques qui correspondent aux quatre appartements de dernier niveau que nous voulons étudier.

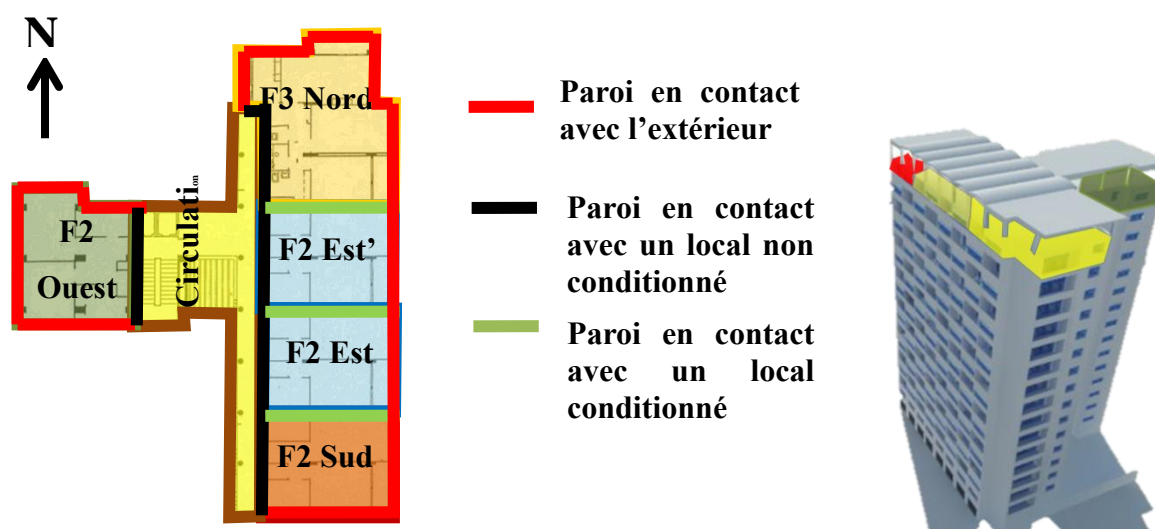


Figure 69: Le découpage du dernier étage en 6 volumes thermique (auteur)

A titre de rappel les deux logements centraux « F2 Est » ont les mêmes caractéristique : même orientation, même composition, même usage et même typologie, ce qui nous permet de faire le calcul pour un seul et multiplier par deux.

Une fois les différentes enveloppes sont créés nous complétons leurs descriptions par la création de leurs parois (parois, vitrage, porte..) et l'introduction des données relatives à la composition de ces dernières.

Mais lors de l'introduction de type de contact nous avons constaté que le contact des parois peut être soit avec l'extérieur, avec un local non conditionnée, ou bien avec un niveau enterré ou sur terre plein. Le menu contact ne présente pas la possibilité de contact d'une parois avec un local conditionné, ce qui nous obligé à considérer les étages en dessous comme étant un volume non conditionnée à usage tertiaire (voir figure 70), lors de la définition de type de local adjacent, ce qui constitue le cas limite en supposant que l'appartement n'est pas occupé et il n'est pas chauffé.

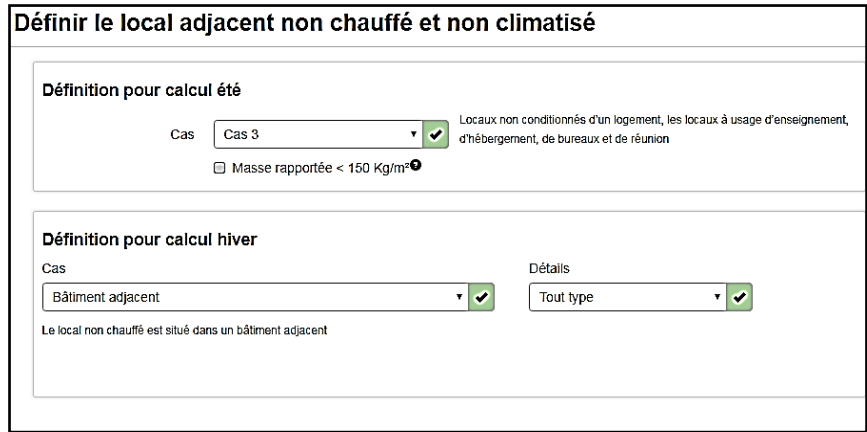


Figure 70: Fenêtre définir le local adjacent (Auteur sur RETA)

Vu le manque des données par rapport au composition du parois et matériaux, nous avons crée le matériau béton armé (voir figure71), les parois suivantes : voil en béton armé, mur en double cloison (voir figure72), le plancher terrasse et le plancher intermédiaire. Que nous avons enregistré dans la bibliothèque personnelle. Cela s'effectuera dans l'angle « menu outil » éditeur des modèles. La même procédure pour la création des matériaux

:

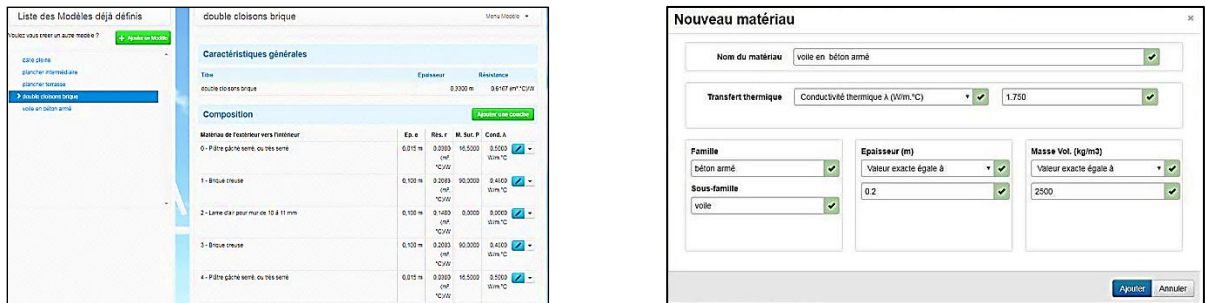


Figure 71: Figure 71: Création du matériau béton armé (Auteur RETA)

Figure 72: Création de la composition d'un mur double cloison (Auteur par RETA)

Aussi dans les parois vitré, nous avons créé ces parois puis nous avons défini la composition du la huisserie, vitrage ainsi que leurs occultation d'été et d'hiver si cette dernière existe.

Figure 73: Fenêtre composition du vitrage (Auteur par RETA)

Figure 74: Fenêtre surface ensoleillée (Auteur par RETA)

Figure 75: Fenêtre de définition de la protection du vitrage d'été (Auteur par RETA)

Nous avons suivi la même procédure jusqu'à l'introduction de toutes les données relatives à toutes les parois de tous les volumes thermiques créés.

Avant de passer à la simulation, Nous avons défini les différents scénarios comme prévu (voir page 75

76, 77, 78). Nous présentons les scénarios du « F3 Nord » dont le chauffage est individuel, le nombre d'occupant est de 4 personnes. L'appartement est composé de 3 pièces principales, une cuisine, une SDB et un WC

**Chauffage de l'enveloppe**

Cin : Coefficient de surpuissance  
 Chauffage continu ✓

Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel  
 Chauffage individuel ✓

Figure 76: Fenêtre chauffage de l'enveloppe (Auteur par RETA)

**Chauffage de l'enveloppe**

Nombre d'occupants"  
 4 ✓

Puissance d'éclairage (W)"  
 0.0 ✓

Autres puissances dégagées (W)"  
 0.0 ✓

Figure 77: Fenêtre climatisation (Auteur par RETA)

**Renouvellement d'air**

**Volume d'air net de l'enveloppe**  
 350.296 ✓

**Nombre de "Pièce principale"**  
 3 ✓

**Nombre de "Cuisine"**  
 1 ✓

**Nombre de "Salle de bains"**  
 1 ✓

**Nombre de "Cabinet d'aisance"**  
 1 ✓

**Nombre de "Autre salle d'eau"**  
 0 ✓

Figure 78: Fenêtre renouvellement d'air (Auteur par RETA)

**V.1.1.2. Résultats de la simulation initiale par RETA :**

Une fois toutes les données des enveloppes sont introduites, nous lançons la vérification dans le menu outil :

**immeuble pernod** ✕

Vérification réglementaire

Conformité DTR Echanges thermiques par transmission

Enveloppe	D = Σ DT	Σ Dréf	Vérification C-3.2	A = Σ APO + Σ AV	Aréf = Σ APOréf + Σ AVréf	Vérification C-3.4
F2 Ouest	717,71	631,78	1,14 ✕ Non conforme	3 558,49	3 923,76	0,91 ✓ Conforme
F2 Sud	598,93	570,40	1,05 ✕ Non conforme	3 265,89	3 367,45	0,97 ✓ Conforme
F3 Nord	730,22	803,30	0,91 ✓ Conforme	4 327,03	4 600,72	0,94 ✓ Conforme
F2 Est	461,48	572,75	0,81 ✓ Conforme	2 909,86	3 166,59	0,92 ✓ Conforme

Figure 79: Résultats de la simulation initiale par RETA (<http://reta.cder.dz/>)

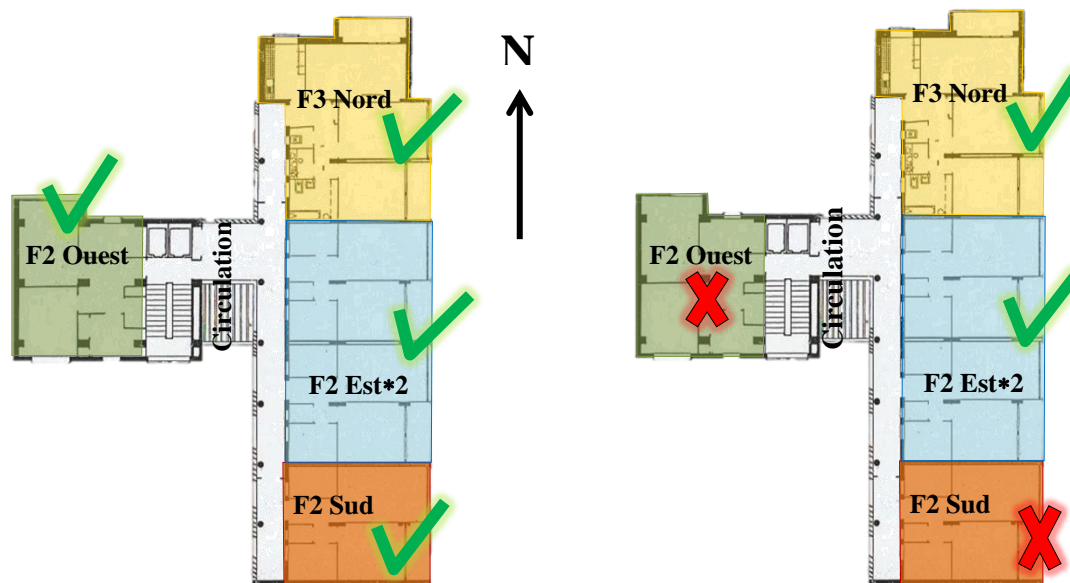


Figure 80: Vérification C3-2 confort d'été (auteur)      Figure 81: vérification C-3.4, confort d'hiver (auteur)

Les quatre logements étudiés sont conformes à la réglementation thermique d'été. En revanche deux sont conformes à la réglementation thermique d'hiver qui sont les deux appartements « F2 est » et le « F3 Nord » et deux autres ne le sont pas à savoir l'appartement « F2 sud » et le « F2 ouest ». Les valeurs diffèrent d'un appartement à l'autre à l'égard de la différence d'orientation, du contact et le type de parois.

Nous constatons que l'appartement « F2 Est » présente le moins de déperdition et le moins d'apport car il est protégé des deux cotés latéraux et le plancher bas est sur un local conditionné donc la seule source d'apport et déperdition est à travers le plancher terrasse et les ouvertures.

En revanche l'appartement « F2 Ouest » qui a trois façades extérieures, présente le plus de déperdition car il présente trois façades en contact avec l'extérieur, or ce volume ne présente pas le plus d'apport malgré qu'il est exposé au soleil presque pendant toute la journée et que les trois parois sont orienté sud, ouest et nord, car les 3 parois sont en béton armé qui présente une inertie thermique importante. De même pour l'appartement « F2 sud » qui se présente en deuxième position par rapport aux déperditions calorifiques avec deux façade en contact avec l'extérieure, une avec un local non conditionné (la coursive) et une avec un local conditionné qui est l'appartement « F2 est », de plus du contact avec l'extérieur par le biais de plancher terrasse que présente tous l'étage. L'appartement « F3 Nord » présente un taux d'apport

calorifiques important car il présente 3 façades extérieures orientées Est et Ouest et Nord en béton armé avec d'importantes surfaces vitrées mais il ne dépasse pas la valeur limite car la plus part des ouvertures sont orienté Nord et Est.

RETA nous définit aussi la consommation annuelle de chauffage ainsi que le dimensionnement de système du chauffage et de climatisation nécessaire :

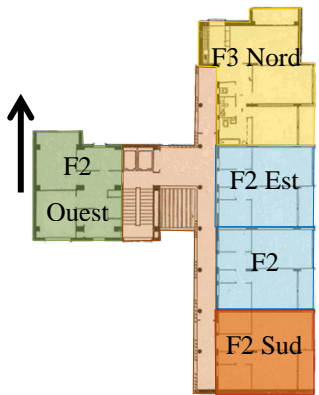
Enveloppe		Besoin annuel de chauffage KWh/an	Puissance de chauffage KW	Puissance de climatisation KW
	F2 Ouest	20 934.21	17.60	4.88
	F2 Sud	18 507.03	15.40	5.07
	F3 Nord	23 210.28	19.30	6.33
	F2 Est	17 044.27	14.00	5.97
	Totale	96 740.06	80.30	28.22

Tableau 5: Besoin annuel du chauffage et puissance de climatisation et chauffage (auteur)

A travers les résultats de besoin énergétique nous constatons que l'enveloppe F2 Est à le moins besoin de chauffage parce que effectivement d'après les premiers résultats les déperditions calorifiques sont les moins important et donc logiquement et finalement il présente le moins besoin de chauffage. Mais deuxième en terme de besoin de climatisation parce que les locaux adjacents présentent une source de chaleur par transmission bénéfique en hiver et non pas en été.

Par contre, l'appartement F2 Ouest malgré qu'il présente le plus de déperdition, il ne présente pas le plus besoin de chauffage parce que il est exposé au soleil donc il profite des apports thermique important et le moins besoin de climatisation et cela est due aux parois en béton armé qui ont une inertie thermique très importante en été.

Or l'appartement F3 Nord présente le plus besoin de chauffage même si qu'il ne présente pas le maximum de déperdition, car il présente deux parois complètement en béton armé dont l'effet de parois froides est important en hiver, de plus ses ouvertures sont orientées Nord et Est et donc il est moins exposé au soleil et se trouve aussi face au vent marin. En retour, ce même appartement qui présente le plus besoin de chauffage se trouve aussi le plus besoin de climatisation qui est estimé à 6.33 KW car il présente le plus de surface et plus d'occupants. En conclusion c'est l'appartement le plus énergivore.

L'appartement F2 Sud bien qu'il présente des déperditions importantes il est devancé par le « F3 Nord » et le « F2 Ouest » car il présente des apports de plus qu'il soit protégé par l'appartement « F2 est ». En terme de besoin de climatisation il occupe la troisième position et cela est due à son orientation Est et à la paroi sud qui est en béton armé (inertie thermique importante)

En résumé la consommation des appartements du dernier niveau est estimée à 96740.06KW/h :

$$17\ 044.27*2+ 23\ 210.28+ 18\ 507.03+ 20\ 934.21=96740.06KW/h$$

En plus des résultats de conformité et de dimensionnement des système de chauffage et climatisation, l'application nous présente une petite simulation de l'évolution de la température au niveau des parois du mur pour une température extérieure de 3 °C en hiver et 34 °C en été et pour une température intérieure de 21 °C en hiver et 27°C en été . Un détail qui nous révèle de l'état de sensation du confort qui dépend de deux facteurs à savoir la température intérieur du logement et la température intérieur de la paroi. Lorsque cette dernière est beaucoup plus basse par rapport à l'intérieur, elle engendre une sensation d'inconfort ce qui pousse les habitant à surchauffer de coup à consommer plus d'énergie qui l'on faut.

Ainsi nous constatons que pour notre cas l'effet de paroi froide est beaucoup plus ressenti sur le mur en béton armé qu'on double cloisons, avec un écart de 3° à l'extérieur arrivant directement à 21°à l'intérieure pour la paroi en béton armé. En revanche, la baisse de température est progressive, pour la paroi en double cloison, suivant les différentes couches. Pour illustrer ce point nous présentons les deux schémas extraits de rapport de l'étude thermique :

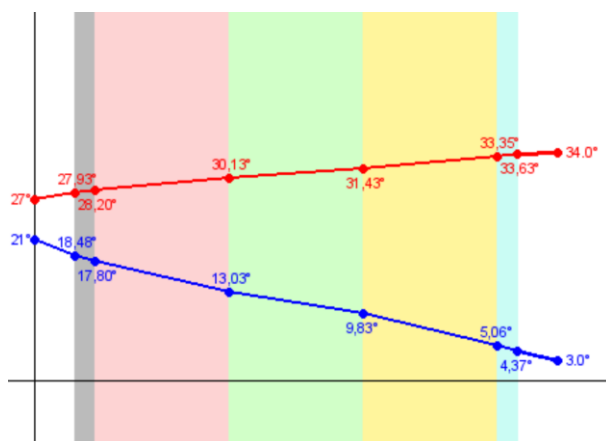


Figure 82: Mur sud double parois en brique (rapport RETA)

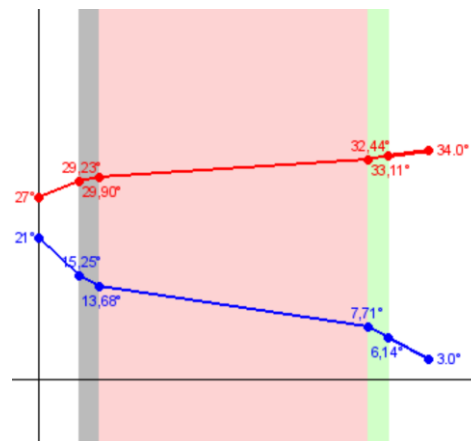


Figure 83: Mur sud en béton armé (rapport RETA)

### V.1.1.3. Synthèse des résultats de la simulation initiale:

Après la simulation thermique de dernier étage de l'immeuble Pernod, nous constatons que les quatre appartements sont conforme au confort d'été étant donné que les appartement bénéficient de l'inertie des parois en béton armé, protection solaire des ouverture ainsi que les vents marin rafraichissant en été. Pour le confort d'hiver, les deux appartements F2 est et F3 Nord sont conforme car ils sont moins exposés au soleil par contre les deux autres appartements F2 Sud et F2 Ouest ne sont pas conforme.

L'appartement F3 Nord est le plus énergivore aussi il se trouve le moins confortable pendant les deux saisons (été et hiver) même si qu'il est conforme à la réglementation thermique.

L'appartement le plus confortable en hiver est l'appartement F2 Est car il présente moins de déperditions et le moins besoin de chauffage, en été, l'appartement F2 Ouest est le plus confortable en plus de l'inertie de ses parois, il profite du vent marin dominant.

Néanmoins, ces résultats sont approximatives car l'application présente des limites à savoir la non prise en considération de la forme du bâtiment: les décrochements qui présentent des sources de déperdition et aussi des zones d'ombre, la non prise en considérations des déperditions par le biais des ponts thermiques dans le mode de calcul, la non considération de l'étage inférieur comme étant un local conditionné et danc il y aura pas de transmittion par le plancher bas des enveloppes, c'est un type de calcul qui n'existe pas dans la réglementation. De plus, RETA ne prend pas en considération l'état de vieillissement elle considère que le bâtiment est nouveau de coup tous est intacte alors qu'à l'œil nu on remarque bien sa dégradation à travers la peinture décapée, béton et parois humidifié par les infiltrations, joints

et ponts thermiques entre parois et menuiserie...etc. Le bâtiment existant n'est pas encore pris en charge par la réglementation thermique et de même l'application, et donc avec son état de vieillissement (63 ans) les résultats obtenus sont sous-estimés.

On outre, nous confirmons que le type de parois, leurs contacts ainsi que leurs orientations influencent sur le comportement thermique et énergétique des volumes thermiques.

zone	Orientation	Type de parois	Conformité au DTR C3-2	Conformité au DTR C3-4	Besoin
F2 Ouest	Nord/Sud	Béton Armé	1.14 Non conforme	0.91 Conforme	20 934.21
F2 Sud	Est/Ouest	BA/ double cloison	1.05 Non Conforme	0.97 Conforme	18 507.03
F3 Nord	Est/ Ouest/ Nord	Béton Armé	0.91 Conforme	0.94 Conforme	23 210.28
F2 Est	Est/Ouest	Double cloison en brique	0.81 Conforme	0.92 Conforme	17 044.27

Tableau 6: Synthèse des résultats de la simulation initial par RETA (auteur)

### V.1.2. Simulation dynamique par PLEIADES+COMFIE :

Vu les limites de la version démonstration nous avons étudié une seule zone thermique à savoir le logement « F2 Ouest » car il représente le moins de contacts avec les autres zones thermiques aussi c'est l'appartement qui présente les cas le plus défavorable pour la vérification.

Pour débiter la simulation nous avons commencé la saisie graphique dans le module Alcyone, ou nous avons inscrit les données météo en premier, pour des résultats proche de la réalité nous avons choisi le département H3 qui correspond à la zone sud de France qui profite d'un climat méditerranéen proche du notre car la version démonstration n'offre pas la possibilité de travailler avec d'autre département or ceux de la France.

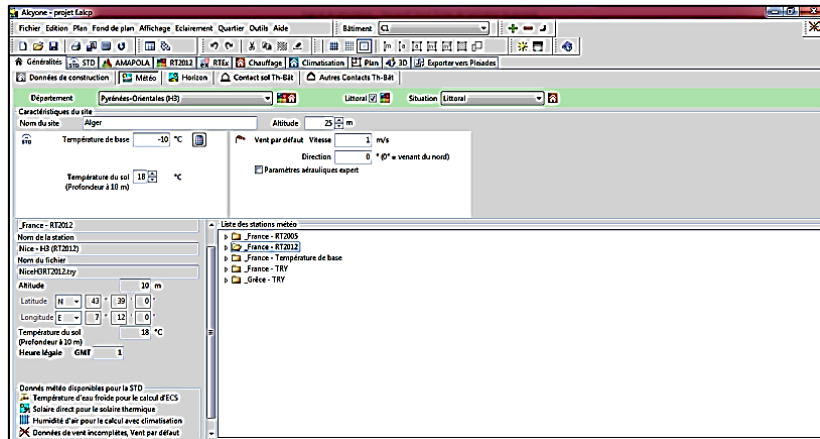


Figure 84: Donnée météo (Alcyon version démonstration)

Ensuite nous avons fait la saisie graphique de projet avec la composition des parois, menuiserie et masque proche. Par la Suite nous avons créé deux zone thermique d'étude sous l'angle STD Comfie, une qui correspond à l'appartement d'étude et une autre pour le étage inférieur et la cage d'escalier , qu'on considère comme étant une seule zone pour pouvoir effectuer les calculs. Nous avons affecté à chaque zone les scénarios d'occupation et de chauffage par la suite sur feuille STD Comfie de l'angle plan.

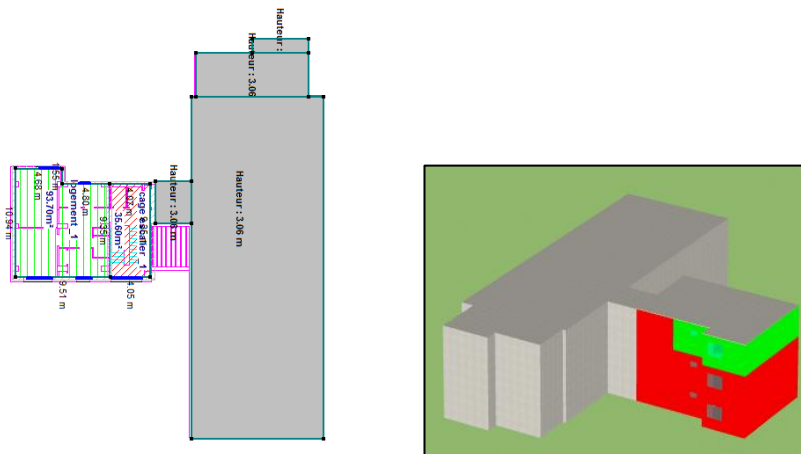


Figure 85: zone thermique pour le calcul STD en plan et 3D (auteur par Alcyon version démonstration 3.7.3.0)

Une fois que nous avons décrit le site, dessiné et défini le projet avec sa composition, et qu'on lui a affecté les zones et les différents scénarios créés, nous avons enregistré le projet et nous l'avons exporté vers pléiades afin de lancer les calculs après avoir modifié ou complété les scénarios et matériaux créés en amont dans Alcyon.

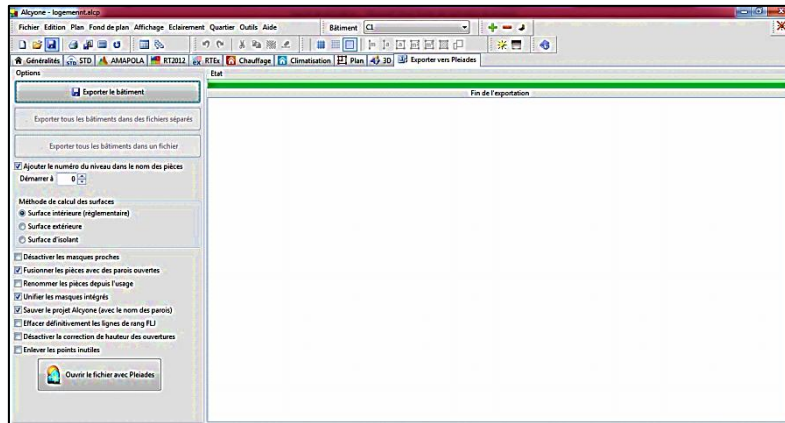


Figure 86: Exporter le projet vers pléiades (auteur par Alcyon version démonstration 3.7.3.0)

Avant le lancement des simulations sur Pléiades, nous avons vérifié les différents scénarios et compositions des parois. Et dans cette partie nous avons apporté plus de précision sur les consignes de température ainsi que l'occupation de logement. En ce qui concerne les consignes de température, nous appliquons pour les logements une température de 27°C durant la journée de (7h à 19h) durant toute la semaine et une température de 18°C durant la nuit (22 h à 7 h) durant toute la semaine. Vu que le logement en question est de types F2 nous avons créé un scénario qui consiste à lui approprier selon le volume horaire cette fois si pas le nombre mais par pourcentage d'occupation de logement par volume horaire.

Type: Consigne de température

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	18	18	18	18	18	18	18
1 H	18	18	18	18	18	18	18
2 H	18	18	18	18	18	18	18
3 H	18	18	18	18	18	18	18
4 H	18	18	18	18	18	18	18
5 H	18	18	18	18	18	18	18
6 H	18	18	18	18	18	18	18
7 H	20	20	20	20	20	20	20
8 H	20	20	20	20	20	20	20
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	20	20	20	20	20	20	20
13 H	20	20	20	20	20	20	20
14 H	20	20	20	20	20	20	20
15 H	20	20	20	20	20	20	20
16 H	20	20	20	20	20	20	20
17 H	20	20	20	20	20	20	20
18 H	20	20	20	20	20	20	20
19 H	20	20	20	20	20	20	20
20 H	18	18	18	18	18	18	18
21 H	18	18	18	18	18	18	18
22 H	18	18	18	18	18	18	18
23 H	18	18	18	18	18	18	18
24 H	18	18	18	18	18	18	18

Figure 87: Scénario de température (auteur par Pléiades)

Type: % d'occupation

Nombre d'occupants: 3 Occupants

Nombre d'occupants: Occup./m²

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	65	65	65	65	65	100	65
8 H	0	0	0	0	0	100	65
9 H	0	0	0	0	0	100	65
10 H	0	0	0	0	0	100	65
11 H	0	0	0	0	0	100	65
12 H	100	100	100	100	100	100	100
13 H	0	65	0	0	0	0	0
14 H	0	65	0	0	0	0	0
15 H	0	65	0	0	0	0	0
16 H	65	65	65	65	65	65	65
17 H	65	65	65	65	65	65	65
18 H	65	65	65	65	65	65	65
19 H	65	65	65	65	65	65	65
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 88: Scénario d'occupation (auteur par Pléiades)

Puis nous avons défini la composition des parois du bâtiment et que nous avons remplacé ainsi que les scénarios dans le projet. Et lancer la simulation.

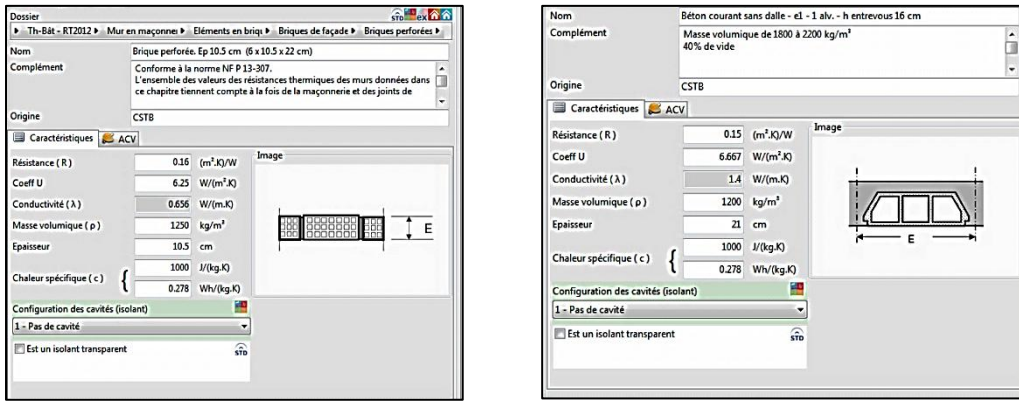


Figure 89: Composition des parois (Pléiades)

### V.1.1.1. Résultats du la simulation à l'état actuel

D'après les résultats obtenu de la simulation du besoin dynamique ci-dessous (voir figure...) le besoin annuel énergétique de logement est estimé à 29 726KWh à savoir 317 KWh/m<sup>2</sup> avec un taux d'apport 2 691 Wh . La puissance du chauffage est estimé à 17 475W une valeur proche de la valeur proposé par RETA qui est de 17 600W. de plus nous avons obtenu aussi par ce calcul les températures dont la maximale qui est de 37.87 °C dépassant largement la température de confort normal 27°C , et la plus petite 14.63 °C. Le taux d'inconfort est estimé lui aussi à 12.41%.

Nous constatons à travers les résultats de consommation qui est de 317 KWh/m<sup>2</sup> que le l'appartement n'est pas conforme à la RTextistant car le besoin de chauffage est double que la limite exigé qui ne doit pas dépassé les 150 kwh/m<sup>2</sup>.



Figure 90: Résultats de calcul dynamique avec Pléiades (Pléiades version démonstration 3.3.8.1)

F3 Ouet	Besoin Ch KWh/an	Puissance Ch	apport brute kWh	T° min °C	T° moyenne °C	T° max °C	Taux d'inconfort
Pleiades	29 726	17 475W	2 691	14.63	21.91	37.87	12.41%
RETA	20 934.21	17 600 W	3 558.49				

Figure 91: Résultats de calcul Pléiades (Pleiades)

Les résultats sont différents par rapport aux résultats obtenus par RETA : l'apport solaire est moins dans Pleiades mais le besoin est plus important dans Pleiades que RETA. Cela est dû au fait que les deux applications ne se basent pas sur les mêmes critères de calcul. Pleiades prend en considération la forme du bâtiment, et donc l'ombre portée par l'aile principale, de plus le positionnement des ouvertures dans le mur, de plus, les scénarios sont plus détaillés par volume horaire car l'appartement n'est pas toujours occupé de la même manière et même la température n'est pas tout le temps constante chose que RETA considère comme des valeurs fixes absolues qui ne changent pas.

### V.1.3. Conclusion de la simulation à l'état actuel

Les quatre appartements du dernier étage sont conformes à la réglementation thermique algérienne d'été, en revanche deux sont conformes à la réglementation thermique d'hiver et deux autres non et cela renvoie aux différentes orientations des appartements, leurs contacts et type de parois. Nous concluons aussi que l'appartement le plus énergivore est le F3 Nord. Les résultats obtenus par Pleiades et RETA par rapport à l'appartement F2 Ouest ne sont pas similaires mais pas très convergents. Ces résultats discutables ouvrent le champ de réflexion sur le sujet. Pleiades, contrairement à RETA, prend en charge la forme du bâtiment, la position des parois vitrées et prend en charge le contact avec le local conditionné qui est le logement en dessous.

Vu la non-conformité des deux appartements « F2 sud » et « F2 Ouest » et les valeurs jugées sous-estimées par rapport aux limites de calculs cités en amont, nous avons proposé une amélioration pour une mise en conformité des deux appartements non conformes ainsi qu'une optimisation des besoins des autres logements en appliquant des travaux de réhabilitation dit « élément par élément » (voir page 35, chapitre 2).

D'après les recherche effectuée présente dans le premier chapitre, les travaux de réhabilitation sur l'immeuble Penod sont multiple dont nous citons la possibilité d'isolation les murs aveugles par l'extérieur pour réduire l'effet de paroi froide, isolation des murs en double cloison par remplissage, isolation de la toiture terrasse et du plancher bas en contact avec le local non conditionné qui est le sous sol, amélioration des ouvertures par le remplacement des vitrage simple par des double vitrage isolants, amélioration des occultations, utilisation des panneau solaire pour produire de l'énergie vue que le bâtiment profite d'un taut important d'apports solaire.

Dans notre cas, pour ne pas fossé l'image du bâtiment et en vue de préservation de son cachet architectural nous allons pas toucher à la façade mais par contre nous allons intervenir sur les ouvertures et le plancher terrasse qui présentent deux sources importante d'apport et déperdition. Mais en premier lieu, nous allons simulé l'impacte de la future mitoyenneté sur le comportement énergétique de l'appartement F2 Sud.

## **V.2. Simulation après réhabilitation :**

Avant de commencer notre intervention, nous allons en premier simuler l'appartement F2 Sud après la future mitoyenneté qui est en cours de réalisation et voir l'impact de ce dernier sur son comportement énergétique et puis sur la base de cette dernière simulation nous allons simuler les différentes variations des travaux de réhabilitation proposés suivant le principe de réhabilitation de bati existant dite « élément par élément ». A savoir l'amélioration des ouvertures dégradées ( huisserie, vitrage et leurs occultation) car elle présentent des surfaces vitrées tres importantes qui peuvent beaucoup influencer le comportement énergétique des appartements puis isolation des toiture terrasse car elle représente une source important d'apport solaire vue que c'est la parois la plus exposé au soleil, et puis proposé une source d'énergie renouvelable dont pourra le bâtiment bénéficié pour créer son propre besoin énergétique.

### **V.2.1. Simulation avec RETA avec future mitoyenneté :**

Un bâtiment de R+15 est en cour de réalisation, il vient s'accoler à la façade sud de bâtiment. Il constituera un futur masque proche, de coup nous voulons étudier l'impact de ce dernier sur le comportement des logements adjacents. Pour se faire nous avons dupliqué notre projet puis nous lui avons associé le bâtiment adjacent.

immeuble pernod- après mitoyenneté							
Vérification réglementaire							
Conformité DTR		Echanges thermiques par transmission					
Enveloppe	D = Σ DT	Σ Dréf	Vérification C-3.2	A = Σ APO + Σ AV	Aréf = Σ APOréf + Σ AVréf	Vérification C-3.4	
F2 Ouest	717,71	631,78	1,14 <b>✘ Non conforme</b>	3 563,69	3 923,76	0,91	<b>✔ Conforme</b>
F2 Sud	573,93	570,40	1,01 <b>✔ Conforme</b>	3 241,43	3 175,70	1,02	<b>✔ Conforme</b>
F3 Nord	730,22	803,30	0,91 <b>✔ Conforme</b>	4 332,08	4 600,72	0,94	<b>✔ Conforme</b>
F2 Est	461,48	572,75	0,81 <b>✔ Conforme</b>	2 911,72	3 166,59	0,92	<b>✔ Conforme</b>

Figure 92: Résultat de la conformité au DTR C3/2-4 après future mitoyenneté (<http://reta.cder.dz/>)

F2 Sud	Déperdition/ Vérification C3.2	Apports/ Vérification C3.4	Besoin d'énergie KW	Puissance chauffage Wh	Puissance climatisation Wh
Avant	1.05 <b>Non conforme</b>	0.97 <b>Conforme</b>	18 507.03	13.40	4.66
Après mitoyenneté	1.01 <b>Conforme</b>	1.02 <b>Conforme</b>	17 904.14	14.90	5.04
Différence	24	3168	602.89	0.50	0.03

Tableau 7: tableau récapitulatif des résultats de F2 Sud avant et après mitoyenneté (auteur sur la base de rapport)

L'appartement « F2 Sud » est devenu conforme aux calculs d'hiver: car le taux de déperdition a diminué accompagné d'une diminution du besoin du chauffage de 602.89 KWH/an. Or même si le taux d'apports calorifique a diminué, le besoin de climatisation se trouve un petit peu augmenté de 0.08 KW car la mitoyenneté présente une source de chaleur pour l'appartement

### Synthèse de la simulation de l'impact de la mitoyenneté

Un bâtiment construit dans un milieu urbain, présente des mitoyennetés, des masques proches qui protègent le bâtiment et engendrent moins de déperdition par rapport à un bâtiment construit dans un milieu rural ou dans un site isolé. Mais en revanche ce bâtiment pourra constituer une source d'apports calorifique par transmission et donc un besoin de climatisation en période estivale.

V.2.2. Optimisation des résultats par l'amélioration de la menuiserie et vitrerie :

Les fenestres actuelles du bâtiment sont en bois colissantes protégées de l'extérieur par des stores vénitiens en bois. Nous proposons dans notre intervention de sauvegarder la huisserie existante en bois ou la remplacer par une autre de même forme couleurs et matériaux, dans le cas d'une dégradation avancée, car le bois est le matériau le plus performant, il réduit la sensation de parois froides. Or, nous allons agir sur le vitrage, en remplaçant le vitrage simple existant par un double vitrage dont la surface extérieure est réfléchissante, et sur les occultations extérieures à savoir les stores vénitiens en bois que nous allons remplacer par des stores de même couleurs et découpe mais qui seront métalliques. Du coup, nous obtiendrons des fenêtres mixtes plus performantes, pratiques, et durables (voir tableau N° 01 page 25).

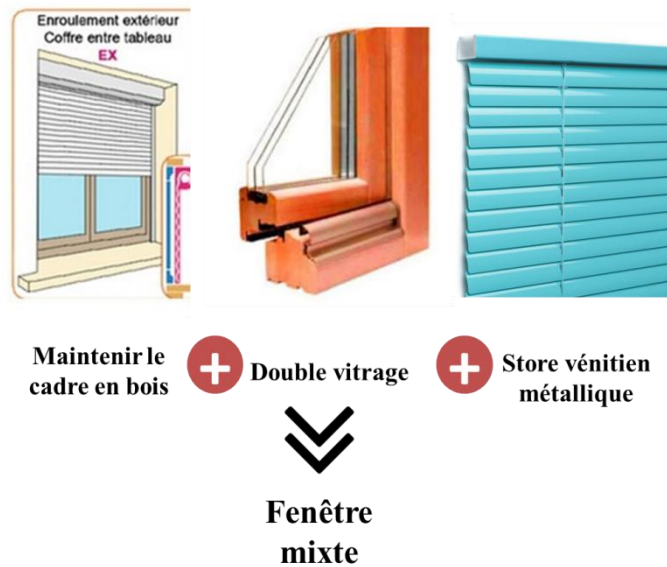


Figure 93: amélioration des menuiseries (auteur)

immeuble pernod- après mitoyenneté avec double vitrage-

Vérification réglementaire

Conformité DTR Echanges thermiques par transmission

Enveloppe	D = Σ DT	Σ Dréf	Vérification C-3.2	A = Σ APO + Σ AV	Aréf = Σ APOréf + Σ AVréf	Vérification C-3.4
F2 Ouest	696,16	631,78	1,10 <span style="color: red;">✘ Non conforme</span>	3 409,59	3 923,76	0,87 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>
F2 Sud	540,23	570,40	0,95 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>	3 005,56	3 175,70	0,95 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>
F3 Nord	685,58	803,30	0,85 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>	4 019,60	4 600,72	0,87 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>
F2 Est	434,12	572,75	0,76 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>	2 720,20	3 166,59	0,86 <span style="color: green;">✔ Conforme</span>

Figure 94: Résultats de la simulation après réhabilitation des menuiseries (<http://reta.cder.dz/>)

Le taux d'apport et déperdition calorifique a considérablement diminué mais le « F2 Ouest » reste toujours non conforme au calcul d'hiver. Le taux de déperdition est toujours supérieur à la valeur de référence.

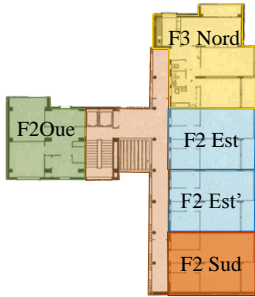
Enveloppe// besoin avant et après amélioration des ouvertures		Besoin de chauffage avant (KWh/an)	Besoin de chauffage après (KWh/an)	Puissance de climatisation avant (KW)	Puissance de climatisation Après (KW)
	F2 Ouest	20 934.21	19 093.38	4.88	3.94
	F2 Sud	17 904.14	15 954.90	5.04	4.13
	F3 Nord	23 210.28	20 410.76	6.33	4.99
	F2 Est	17 044.27	12 845.55	5.97	3.65
Totale		93 137.17	81 150.14	28.19	20.36
Gain d'énergie		11 987.03 12.87%		7.83 27.78 %	

Tableau 8: besoin d'énergie Ch. et puissance de climatisation avant et après amélioration des menuiseries (auteur)

A travers le tableau ci-dessus, dont lequel nous avons met les besoin de chauffage annuel ainsi que le puissance de climatisation nécessaire avant et après l'amélioration de menuiserie, nous constatons une amélioration dans le besoin énergétique. L'option des menuisere mixte nous a aidé à attendre un double objectif à savoir l'optimisation considérable de la facture énergétique de chauffage de 93 137.17 à 81 150.14 KWH/an, une économie de 11 987.03 KWH/an. Plus 7.83 KW de puissace de climatisation qui est réduite. L'amélioration de confort thermique ainsi que acoustique des appartements, car notre batiment et comme tous les batiments de la meme zone souffre des nuissance sonors du port, de l'usine de transformation électrique et de l'autoroute.

V.2.3. Simulation avec l'isolation de la terrasse :

Le plancher terrasse du bâtiment est en corps creux, il possède une étanchéité qui est sans doute dégradé après 62 ans de vie, mais qu'il n'est pas isolé. Nous ajoutons que le bâtiment est coiffé par une sorte d'arcade qui couvre le plancher terrasse dans la zone centrale.

Vu que la terrasse présente 25 à 30% des déperditions d'un bâtiment, son isolation est obligatoire pour réduire les déperditions et améliorer le confort. De coup, c'est une occasion pour refaire l'étanchéité. Mais pour cela nous allons garder l'étanchéité existant, elle va servir de pare-vapeur, en optant pour une isolation sous étanchéité (voir page 17, chapitre 1) en ajoutant une couche de polystyrène expansé suivie par une couche d'étanchéité puis complexe du carrelage (sable, ciment, carrelage) pour la protéger afin qu'elle ne perde pas ses pouvoirs isolant, de plus, c'est la méthode la plus économique et durable car refaire son étanchéité est moins chère que refaire l'isolation.

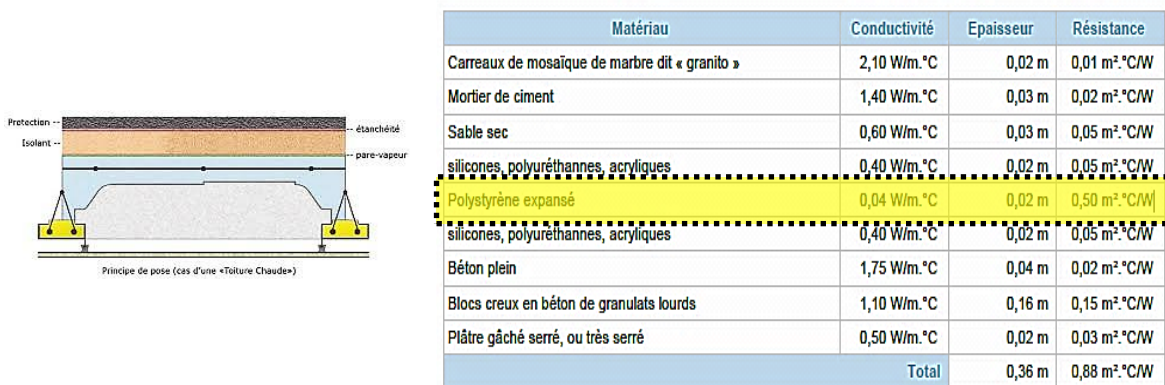


Figure 95: la composition de la toiture terrasse isolé (google image et RETA)

immeuble Pernod isolation de la toiture terrasse							
Vérification réglementaire							
Conformité DTR Echanges thermiques par transmission							
Enveloppe	D = Σ DT	Σ Dréf	Vérification C-3.2	A = Σ APO + Σ AV	Aréf = Σ APOréf + Σ AVréf	Vérification C-3.4	
F2 Ouest	576,22	631,78	0,91 <b>Conforme</b>	2 925,64	3 923,76	0,75 <b>Conforme</b>	
F2 Sud	437,04	570,40	0,77 <b>Conforme</b>	2 589,21	3 175,70	0,82 <b>Conforme</b>	
F3 Nord	529,16	803,30	0,66 <b>Conforme</b>	3 388,46	4 600,72	0,74 <b>Conforme</b>	
F2 Est	329,02	572,75	0,57 <b>Conforme</b>	2 296,13	3 166,59	0,73 <b>Conforme</b>	

Figure 96: résultats après isolation de la toiture terrasse

L'appartement F2 Ouest est devenu Conforme à la réglementation thermique d'hiver, ainsi tout le dernier étage est devenu conforme à la réglementation thermique d'été et d'hiver au même temps.

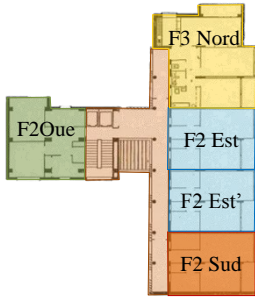
Enveloppe// besoin avant et après isolation de la terrasse		Besoin de chauffage avant (KWh/an)	Besoin de chauffage après (KWh/an)	Puissance de climatisation avant (KW)	Puissance de climatisation Après (KW)
	F2 Ouest	19 093.38	16 201.12	3.94	3.45
	F2 Sud	15 954.90	13 466.70	4.13	3.71
	F3 Nord	20 410.76	16 638.93	4.99	4.36
	F2 Est	12 845.55	10 311.23	3.65	3.23
Totale		81 150.14	66 929.21	20.36	17.98
Gain d'énergie		14 220.93		2.38	
		27.52 %		11.69 %	

Tableau 9: Tableau comparatif des besoins de Ch. annuel et puissance de climatisation avant et après isolation de la toiture (auteur)

A travers les résultats comparatif de besoin de chauffage et puissance de climatisation présentées dans le tableau 8 ci-dessus, nous constatons que l'isolation de la toiture nous a aider à réduire la facteur de chauffage de 14 220.90 KW/an par rapport au résultats obtenu après l'amélioration des ouvertures, de 81 150.14 KWH/an à 66 929.21 KWH/an. Et une économie de la puissance de climatisation de 2.38 KW.

Les résultats obtenu concerne le derniers étage uniquement donc la facteur du dernier niveau uniquement est réduite de 11 987.03 KWh/an par l'amélioration du vitrage puis arrivant à 14 220.90 KW/an avec l'isolation de la terrasse, une amélioration finale de 28 ,14% égale à 26 207.93 KW/an par rapport à l'état actuel du bâtiment (voir figure 47). Alors, imaginant si c'est tous le bâtiment qui a été réhabiliter ! combien nous économiserons sur les 15 niveaux

restant. Cela confirme l'importance et l'apport ; sur le plan économique, esthétique et confort des usager ; de la réhabilitation énergétique de bâtiment.

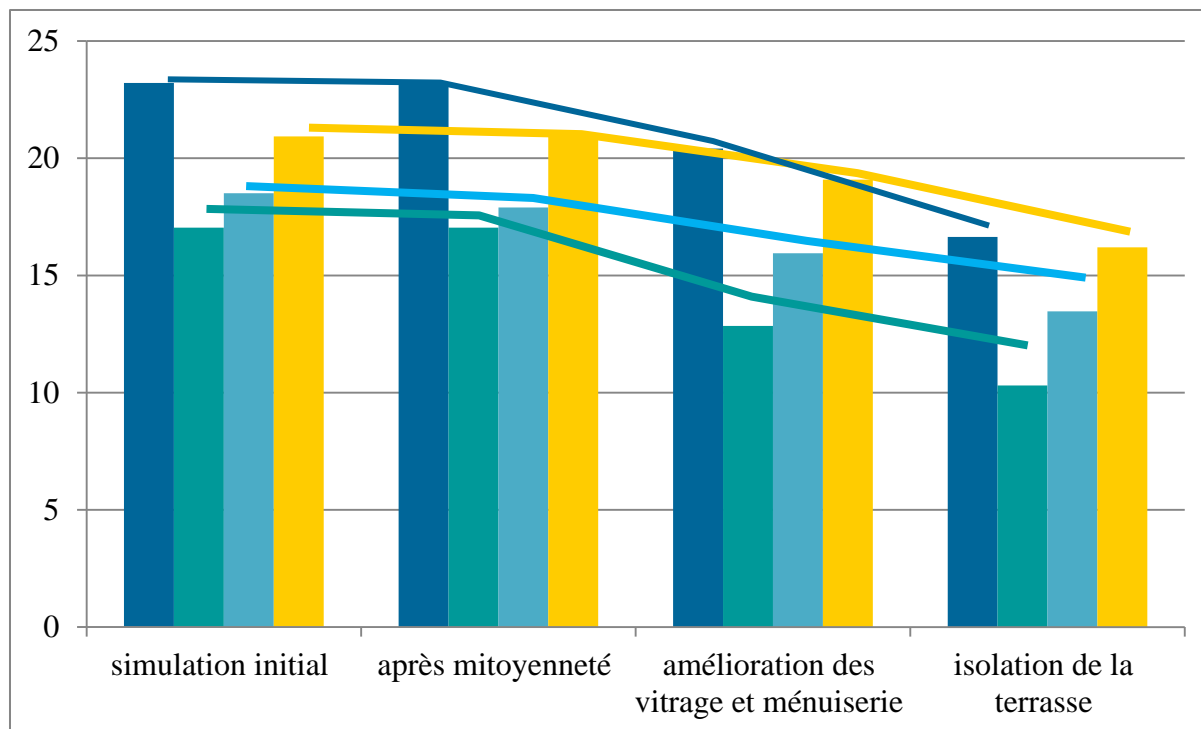


Figure 97: diagramme des variations des besoins des chauffages annuels des quatre appartements (auteur)

## Conclusion :

Dans l'étude de réhabilitation de l'immeuble Pernod nous avons appliqué les connaissances théoriques acquises et recommandations déduites lors de la recherche à savoir la démarche, les technique ainsi que la vérification réglementaire à travers l'application RETA et Pléiades+ Comfie.

Nous avons simulé les appartements de dernier étage de l'immeuble à leurs états actuels pour vérifier leurs conformités à la réglementation thermique algérienne par RETA, ainsi que par Pléiades + Comfie pour compléter les résultats obtenus et les confirmer via la simulation dynamique. La simulation initiale par RETA a démontré que l'étage est conforme à la réglementation thermique d'été. En retour pour le calcul d'hiver les deux appartements, F2 Sud et F2 Ouest, ne sont pas conformes. Car ils présentent un taux de déperdition calorifique très important qui dépasse le seuil de référence. À travers Pléiades nous avons confirmé le besoin énergétique ainsi que l'apport total de l'appartement « F2 Ouest » par une STD qui prend en charge le changement et les scénarios d'occupation et de chauffage à travers le

temps et le contact avec un local conditionné et les masques lointain. Nous confirmons à travers les résultats obtenus que le comportement thermique et énergétique d'un projet est influencé par le type de parois, leurs type de contact et leurs orientations. De plus l'utilisation de l'application RETA nous a permet de définir le besoin énergétique des logements, dont nous avons constaté que l'appartement F2 Nord est le plus énergivore malgré qu'il ne présente pas le plus d'apport ni de déperditions calorifiques, ceci est expliqué par l'orientation des parois.

Nous avons constaté aussi l'impact d'une mitoyenneté (masque proche) sur le comportement énergétique du bâtiment qui a réduit les déperditions des logements adjacents à cette mitoyenneté. Ainsi ils sont devenus conforme au calcul d'hiver, de ce fait un projet isolé consomme plus d'énergie qu'un bâtiment construit dans un milieu urbain qui présente des protections.

Enfin et à travers la réhabilitation énergétique, en portant des modifications et améliorations sur la composition des parois et les vitrages, nous avons constaté des gains très importants, avec une réduction de besoin énergétique de chauffage équivalent à 28,14%, et réduction de la puissance de climatisation de 36.21%.

## VI. CONCLUSION GENERAL :

---

La réhabilitation énergétique de bâti existant est un sujet d'actualité qui préoccupe la conscience publique, une pratique qui ajoute valeur au bâtiment. De plus, elle allie préservation et amélioration du confort et de l'image urbaine. C'est une intervention qui vise l'amélioration des performances énergétiques du bâtiment à travers l'isolation de son enveloppe (mur, plancher, couverture et menuiserie) ainsi que par l'utilisation des systèmes énergétiques économiques, de plus par le recours aux énergies renouvelable, mais cela dans les limites de la structure de bâtiment et dans le respect des recommandations car dans le cas échéant elle peut causer des sinistres plus importants qu'à l'état initial.

Dans ce présent mémoire de recherche nous avons touché au concept de la réhabilitation énergétique de bâti existant à travers l'étude de l'immeuble colonial Pernod situé à Alger. C'est un immeuble à grande hauteur des années 50, qui se développe en R+15 comportant 70 appartements. L'immeuble fera objet de travaux de réhabilitation ce qui va nous permettre d'apporter un plus à ces travaux de ravalement de façade vers une amélioration des consommations énergétiques.

En premier lieu nous avons effectué une recherche théorique sur la réhabilitation énergétique du bâti existant, sa démarche et les techniques d'intervention qui ne sont pas fixes et qui changent d'un bâtiment à l'autre selon son contexte urbain, environnemental et architectural. Ces pratiques et démarche nous ont servi par la suite comme support dans la partie pratique du mémoire. De plus, nous avons présenté un état de la recherche par rapport au sujet et l'état des travaux de réhabilitation à Alger dont nous avons remarqué la non prise de l'aspect énergétique dans les travaux d'amélioration de vieux bâti colonial en cours. Ensuite, nous avons penché l'intérêt sur l'aspect réglementaires et les outils de vérification, par l'étude de la RT 2012 française, accompagnée par l'outil de vérification à savoir l'application Pléiades + Comfie, et aussi la réglementation algérienne accompagnées par l'application RETA, développée par le centres de recherches en bâtiment de l'Algérie. Nous avons constaté que la RT 2012 est très développée dans le domaine et touche à tous les secteurs de bâtiment que ce soit nouveau ou ancien. La RT algérienne présente des méthodes de calculs de déperdition et apports calorifique et qui permet de réduire la facture de 30% en respectant les seuils. Mais en revanche cette RT algérienne ne prend pas encore en charge le bâti existant avec d'autres

limites qui sous-estime les résultats à savoir la non prise en considération de la forme de bâtiments, ses décrochements, les ponts thermiques, la position des ouvertures, ...etc.

Dans notre étude de réhabilitation de l'immeuble Pernod, nous avons élaboré des simulations à l'état actuel de l'immeuble via RETA et Pléiades+ Comfie, afin de croiser les deux résultats et arriver à une synthèse discutable. Et cela, à travers l'étude des quatre appartements de dernier niveau qui présentent les cas limite avec des orientations et contacts différents. Les résultats de cette simulation initiale par RETA ont démontré que l'étage est conforme à la réglementation d'été. Mais pour le calcul d'hiver deux appartements sont conforme et deux autres ne le sont pas. Ainsi, nous déduisons que parmi les paramètres qui influencent le comportement énergétique et thermique nous citons l'orientation, la composition de paroi et leurs contacts. le recours à Pléiades était dans le souci de vérification et de complémentarité des résultats, car Pléiades fait des calculs de besoin dynamique en prenant en charge le changement par le temps, la forme de bâtiment et le contact avec des locaux conditionnés ainsi que les masques proches et lointains, chose que RETA ne prend pas en considération dans les calculs. De plus, les deux outils présentent une estimation de besoin de chauffage annuel qui ne diffère pas beaucoup, ainsi que la puissance de chauffage. RETA nous a aussi simulé une estimation de la puissance de climatisation nécessaire pour améliorer le confort d'été.

Et enfin, nous avons proposé des recommandations pour une réhabilitation énergétique de l'immeuble via lesquels les quatre appartements sont devenus conforme à la réglementation thermique algérienne d'été et d'hiver de plus nous avons pu optimiser le besoin énergétique de chauffage de 28%. Cela par la simulation en premier lieu du l'immeuble avec la future mitoyenneté qui a influencé l'appartement adjacent par la diminution de ses déperditions thermiques, du cout il est devenu conforme à la réglementation d'hiver. Puis, nous avons intervenu sur l'enveloppe du bâtiment et en premier par les parois verticales (les murs et menuiseries) vue leurs surface importante mais pour ne pas fausser l'image de la façade en intervenant sur les murs qui présente des situation délicate au niveau des joints multiples et des risques de décollement d'isolant vue l'exposition de l'immeuble au vent surtout sur la façade principale, de ce fait nous avons proposé d'intervenir sur les ouvertures qui présentent une surface importantes sur les façades en les rendant des menuiserie mixte à double vitrage, dont la huisserie intérieure reste en bois et la protection extérieure a été remplacé par l'aluminium. L'amélioration des menuiseries (huisserie et vitrage) nous a aussi aidé à faire des gains de 11 000.00 KWh/an sur tout l'étage. Par la suite nous avons intervenu sur la

terrasse qui présente des déperditions importantes pour le dernier niveau, c'est une occasion aussi pour améliorer l'étanchéité de bâtiment. Cette dernière intervention nous a fait gagner 14000.00 KWh/an de besoin annuel de chauffage. Ce qui fera au totale un gain de 26 000.00 KWh/an de besoin de chauffage.

Nous venons, par ce modeste travail de rechercher, de répondre à des questionnements certes, mais d'autres apparaissent pour marquer un départ d'une recherche plus ciblée. En ce, sur la base des acquis retenus et limites rencontrées nous ouvrons des perspectives pour de nouvelles pistes par lesquelles il serait intéressant de compléter la vérification de tout le bâtiment pour définir sa consommation totale et l'accompagner par un questionnaire auprès des habitants pour confirmer les résultats obtenus. De plus, faire une étude pour couvrir les besoins énergétique via les sources d'énergie renouvelable à savoir les panneaux solaires.

Aussi, nous pouvons élargir la réflexion, en étudiant d'autres bâtiments dans d'autres sites urbains, pour voir leurs comportements par rapport à l'influence du site et des parois. Ceci afin de spécifier où généraliser l'impact de ces derniers ainsi que la mitoyenneté sur le comportement énergétique d'un bâtiment. Et établir un catalogue des bâtiments avec leurs consommations énergétiques et recommandations pour une réhabilitation énergétique.

Par rapport aux logiciels de simulation, il serait intéressant ainsi d'approfondir l'usage du logiciel, ainsi que de découvrir d'autres outils de calcul dynamique plus développés et utilisés dans le monde, pour voir plus précisément les opportunités et le mode de fonctionnement de chacun et les utiliser dans de future travaux.

## Références bibliographiques

### Ouvrage :

1. CREPAH (1986), Guide de réhabilitation des HLM, édition union nationale des HLM.
2. DIMITRI Molle, Pierre-Manuel Party (2012), RT 2012 et RT Existant Réglementation thermique et efficacité énergétique, édition EYROLLES.
3. EPAU, UPM (2013), Méthode de réhabilitation d'un centre historique, édition les Alternative Urbaines.
4. GALLUAZIAUX Therry et FEDULLO David (2010), Le grand livre de l'isolation, édition EYROLLES
5. GEORG GIEBELER et al (2011), Rénover le bâti, 2eme édition DETAIL
6. MAUGARD Alain et PELEGRIN François (Janvier 2011), Amélioration thermique des bâtiments collectifs Construit de 1850 à 1974, Edition edipa,
7. PHILIPPE lebland (2015), l'essentiel de la RT 2012, édition DUNOD

### Mémoires magistères :

1. BENNAI Mehdi (2010), Le processus d'intervention sur les quartiers anciens de l'époque coloniale à Alger : approche- démarche- cadre d'action, LVAP
2. NAIT Nadia (2011), la réhabilitation énergétique dans les logements collectifs existants cas du climat semi-aride de Constantine, mémoire magister, université mentouri de Constantine.

### Mémoires master :

1. BOUTRAHI Mohamed (février 2013), Le patrimoine résidentiel algérois du 20eme siècle et son comportement énergétique cas de l'Aéro-habitat (1955), LVAP
2. HABEL Ourida (Février 2013), Les immeuble à grande hauteur d'Alger de l'époque coloniale (1930-1962) : histoire, forme et structure, LVAP
3. BOUARABA Massiva (Mai 2013), Amélioration de la consommation énergétique dans le secteur résidentiel par les opérations de réhabilitation énergétique cas d'essai 1200 logements EPLF à Bâb Ezzouar, VUDD
4. MOULAY Rym (Octobre 2015), Intégration des systèmes d'économie d'énergie dans l'habitat en Algérie: « cas des capteurs solaires thermiques », LAE

5. BENLAOUER Ammar (Octobre 2015), La prise en charge de la réglementation thermique dans le permis de construire, LAE
6. FENANE Ahlam, (octobre 2015), Evaluation des impacts énergétiques dans le secteur résidentiel : cas de projet pilote d'Eco-Quartier « Diar el-Djenane » programmé à Bordj el-Kiffan Alger, VUDD
7. GHOUALEM Amira (octobre 2015), Proposition d'un didacticiel pour l'architecte et usagers comme outil d'aide à la décision dans les stratégies de climatisation. LAE
8. GHERITELI Rafik (octobre 2017), Proposition d'une réhabilitation thermique de tour Diar Elmahçoul pour une conformité à la réglementation thermique algérienne à l'aide de l'outil RETA et Ecotecte. LAE
9. AZIDANE Abd Elkhalek (octobre 2017), Evaluation de la conformité d'un bâtiment résidentiel à la réglementation thermique Algérienne et proposition de réhabilitation thermique à l'aide des outils RETA et Ecotect.

### **Reuves et Articles :**

1. Habitat et Société, Revue trimestrielle éditée par l'union sociale pour l'habitat- Mars 2011- N°61
2. Les cahiers techniques du bâtiment
  - N° 171 Mai 1996
  - N° 187 Mars 1998
  - N° 198 Mai 1999
  - N° 198 Mai 1999, p 30
  - N°15 1954, P21
  - N°23 année 1956
3. Revu chantier
4. N° 16, PP 64-67, Mai 2012
5. La réhabilitation du patrimoine colonial 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> dans le contexte du développement durable, Soukrane S. et DAHLI M., web: [http://www.ummt0.dz/IMG/pdf/communication\\_rouen\\_soukane.pdf](http://www.ummt0.dz/IMG/pdf/communication_rouen_soukane.pdf).
6. L'Habitat N°1 mars 2000
7. Vie des villes, numéro spécial hors-série n°3, Juillet 2012, P318-319

## 8. Documents techniques règlementaires

1. CNERIB (1997), Document technique règlementaire des bâtiments d'habitation « DTR. C 3-4, Règles de calcul des apports calorifiques ' Climatisation', Fascicule 2, ISBN : 9961-845-19-6.
2. CNERIB (Alger 1998), document technique règlementaire, “Règlement Thermique des Bâtiments d’Habitation - Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques”, DTR C3-2’, Fascicule 1, Centre National d’Etude et de Recherche Intégrées du bâtiment CNERIB.
3. CNERIB (Alger 2016), document technique règlementaire, “Règlement Thermique des Bâtiments d’Habitation DTR C3/2-4, Centre National d’Etude et de Recherche Intégrées du bâtiment CNERIB.

### Site web:

Guide de rénovation du bâti ancien « Grenoble », service de réhabilitation, Juin 2010

Guide pour une construction éco énergétique en Algérie, APRUE et GIZ, 2014,  
<http://www.aprue.org.dz>.

<http://portail.cder.dz/spip.php?article4969>

<http://reta.cder.dz/>

<http://www.cnerib.edu.dz>

<http://www.cnerib.edu.dz/R%C3%A9glementation.htm>

<http://www.dauchepayet.fr/wp-content/uploads/La-STD-par-Dauchez-Payet.pdf>

[http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Bilans\\_et\\_statistiques\\_du\\_secteur/Bilan\\_Energetique\\_National/Bilan\\_Energetique\\_National\\_2014.pdf](http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Bilans_et_statistiques_du_secteur/Bilan_Energetique_National/Bilan_Energetique_National_2014.pdf)

[http://www.mediplaco.com/pdf/gtz\\_reme\\_isolation%20MAGHREB.pdf](http://www.mediplaco.com/pdf/gtz_reme_isolation%20MAGHREB.pdf)

<https://algeriepart.com/2017/11/29/retrait-paraboles-climatiseurs-reparation-ascenseurs-facades-renovees-nouveau-visage-3-908-vieilles-batisses-dalger/>

<https://www.presse-dz.com/revue-de-presse/rehabilitation-des-immeubles-dalger-pourquoi-le-chantier-a-ete-abandonne>

---

LE BÂTI ANCIEN, LE PATRIMOINE ET L'ÉNERGIE Cahier de recommandations techniques et,

architecturales,[http://energiesqy.com/fileadmin/media/professionnels/Copropri%C3%A9t%C3%A9s/renover\\_bati\\_ancien\\_grenoble.pdf](http://energiesqy.com/fileadmin/media/professionnels/Copropri%C3%A9t%C3%A9s/renover_bati_ancien_grenoble.pdf)

PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DES

LOGEMENTS,[http://www.solener.fr/sites/default/files/publications/guide\\_-\\_guide\\_de\\_la\\_performance\\_environnementale\\_des\\_logements\\_-\\_epa\\_senart.pdf](http://www.solener.fr/sites/default/files/publications/guide_-_guide_de_la_performance_environnementale_des_logements_-_epa_senart.pdf)

Rénovation énergétique de bati ancien, état de l'art [http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/HAA\\_Etat\\_de\\_lart\\_renovation\\_bati\\_ancien.pdf](http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/HAA_Etat_de_lart_renovation_bati_ancien.pdf)

[www.aprue.org.dz](http://www.aprue.org.dz)

---

## ANNEXE

---

- Annexe 01 : **DESCRIPTIF DES TRAVAUX DE REHABILITATION**
  - Annexe 02 : Synthèse des résultats de la simulation à l'état actuel extrait du rapport d'étude RETA
  - Annexe 03 : Synthèse des résultats de la simulation avec moyenneté extrait du rapport d'étude RETA
  - Annexe 04 : Synthèse des résultats de la simulation après amélioration des ouvertures extrait du rapport d'étude RETA
  - Annexe 05 : Synthèse des résultats de la simulation après isolation de la toiture extrait du rapport d'étude RETA
-

## Annexe 01 : DESCRIPTIF DES TRAVAUX DE REHABILITATION

Extrait Cahier des charges RAR Travaux de réhabilitation Bd colonel Amirouche

Le parc immobilier de la wilaya d'Alger constitue un patrimoine de haute valeur historique, architecturale et urbanistique, et symbolique reconnue ; Cependant ce patrimoine présente un état de vétusté très avancée due essentiellement au manque d'entretien régulier et à sa surexploitation.

Pour remédier à cette situation, la wilaya d'Alger et dans le cadre du programme d'embellissement et de modernisation de la capitale, lance des opérations de réhabilitation du vieux bâti et de requalification de l'espace urbain.

Par ailleurs, l'évolution du marché du logement fait aujourd'hui de la réhabilitation, la restauration et l'entretien du bâti ancien des opérations aussi importantes et nécessaires que la réalisation de bâtiments neufs.

Dans ce sens, l'intérêt de la réhabilitation et de la sauvegarde des bâtiments à usage d'habitation ou mixte présente un objectif double à savoir :

- **Un objectif immobilier et une considération économique ou valeur d'usage**
- **Un objectif architectural ou valeur historique**

### **Ces opérations de réhabilitation**

- Une remise à l'identique des immeubles concernés,
  - Une revalorisation du patrimoine bâti,
  - Une amélioration du cadre de vie des usagers
  - Une amélioration de la sécurité des biens et des personnes,
  - Un prolongement de la durée de vie des bâtisses pour diminuer la pression sur la demande en logement et en équipement.
-

## **I - ACTIONS A MENER**

La concrétisation de ces opérations se fait en premier lieu par des études de diagnostic approfondies et la proposition de solutions appropriées; les dites opérations sont définies comme suit :

### **1- INTERVENTIONS SUR LE BATI**

#### **1-1 REHABILITATION DES FACADES :**

- Démolition de toute extension sur façades
- Consolidation des portes à faux des balcons et des encorbellements
- Traitement des fissures selon leur profondeur
- Bouchage des réserves des climatiseurs avec maçonnerie
- Reprise ou réhabilitation des garde-corps selon type existant
- Traitement des menuiseries bois et métallique (garde-corps, balustrades, rambardes, etc.....)
- Reproduction selon modèle existant de différents types de décoration en plâtre manquants ou détériorés, par la conception de moules conformes
- Suppression de tout rajout sur façades, à savoir barreaudages, auvents, climatiseurs, paraboles, citernes, etc....)
- Enlèvement de tout type de câbles greffés aux façades et suspendus anarchiquement (travaux d'enfouissement)
- Reprise des enduits et application des peintures sur maçonnerie, boiserie et ferronnerie selon les couleurs requises.

#### **2-2 REHABILITATION DES HALLS ET CAGES D'ESCALIERS :**

- Remise en état ou remplacement des portes d'entrées d'immeubles selon état initial, y compris les motifs décoratifs en ferronnerie, vitrés ou autres
  - Remise en état ou reprise des éléments décoratifs des halls selon état initial,
-

- Reprise partielle ou complète des revêtements des sols, murs, marches et contres marches, selon état initial,
- Remise en état ou reprise des tableaux boîtes aux lettres selon état initial,
- Vérification, confortement ou remplacement des garde-corps avec utilisation des mêmes types de ferronnerie ou boiserie pour les éléments verticaux et main-courante,
- Vérification de la stabilité des paliers et paillasses,
- Réhabilitation de menuiserie et vitrerie des fenêtres,
- Reprise des enduits et application des peintures sur maçonnerie, boiserie et ferronnerie selon couleurs requises,
- Traitement des fissures selon leurs profondeurs,
- Mise en marche du système d'éclairage avec minuterie,
- Uniformiser en nature, type et dimensions, les portes d'accès aux logements,
- Vérification, changement des pièces défectueuses ou manquantes, ou remplacement complet des équipements d'ascenseurs,
- Nettoyage des cours intérieures, réserves d'ascenseurs et caves y compris épuisement des eaux de toute nature.

### **3-3 REHABILITATION DES TOITURES ET / OU TERRASSES :**

- Démolition de toute extension illicite sur terrasses,
- Reprise partielle ou totale de l'étanchéité jugée endommagée par le partenaire cocontractant, en présentant des plans de reprises qui seront approuvés par le CTC,
- Reprise à l'état initial de tout élément décoratif sur les acrotères, les corniches, de cheminée ou autres,
- Reprise des revêtements des terrasses, dégradés à l'état initial,
- Réfection des garde-corps et acrotères à l'état initial,
- Réfection des verrières à l'état initial,
- Reprise des souches et chapeaux de cheminées avec matériaux initiaux,
- Dans le cas de la toiture en pente :
  - Reprise des tuiles endommagées si la charpente est saine, avec nettoyage des tuiles non endommagées,
  - Reprise de la gouttière endommagée en tôle galvanisée,

- Reprise des chéneaux en tôle galvanisée,
- Reprise de la toiture entière si la charpente est recouverte partiellement ou entièrement de paxallumin avec reprise des tuiles endommagées.

## **2- INTERVENTIONS SUR LES RESEAUX**

Les façades des immeubles doivent être nettoyées et soulagées de toute la câblerie de toute nature fixée de manière anarchique et suspendue dans tous les sens.

## **3. MISE EN LUMIERE DES FAÇADES ET ESPACES EXTERIEURS**

Rehausser la qualité des constructions et la valeur architectonique de certains bâtiments tels que monuments, bâtiments officiels, ouvrages d'art et tout autre espace intéressant par un éclairage artistique et de mise en valeur.

Pour ce volet, le partenaire cocontractant doit faire appel à des spécialistes en éclairage artistique pour présenter des études appropriées à faire approuver par le service contractant.

## **II CADRE OPERATIONNEL**

L'intervention en milieu urbain et sites occupés, exige impérativement l'identification et la précision de l'organisation, la nature du matériel et des équipements nécessaires (types d'échafaudage, filet de protection, aire de stockage des matériaux, panneaux d'indications et d'orientation etc., en d'autres termes bien réfléchir avant l'installation de chantier.

En effet au démarrage de l'opération, une stratégie d'intervention doit être mise en place qui consiste en particulier à :

- Cibler une aire qui servira pour l'installation de chantier / base de vie et stockage qui rayonnera sur plusieurs sites,
  - Ouvertures et fermetures de voies d'accès évolutives en fonction de l'avancement des travaux des immeubles à réhabiliter ;
  - Protection des accès des immeubles ;
-

- Création de passages sécurisés pour la circulation des personnes ;
- Protection des immeubles en travaux par des filets, palissades et bâches ;
- Clôture et signalisation appropriées du chantier ;
- Installation adaptée pour la fabrication du béton ;
- Atelier de préfabrication, de moulage de façonnage (s'il ya lieu) ;
- Installation appropriées pour stockage des matériaux et outillage ;
- Matériel de chantier adapté au site (échafaudages modulaires ; pompes ; machines à air comprimé, dumpers, petites pelles mécaniques, camion petit tonnage, bacs pour déblais, etc.) ;
- La bonne tenue et le nettoyage quotidien du chantier et de ses abords ainsi que l'évacuation quasi quotidienne par les moyens de l'entreprise des déblais, gravats et autres vers les décharges de la wilaya d'Alger ;
- Les raccordements aux services publics en eau, électricité, eaux usées, téléphone feront l'objet de demandes spéciales à qui de droit ;
- Aucune publicité n'est autorisée dans le chantier;
- Fixer les modalités d'intervention depuis les premières installations, montage des échafaudages, filets de protection, indication et signalisation ;
- Campagne d'information et de vulgarisation à l'endroit des riverains et des occupants des lieux en impliquant les associations et comités de quartiers ;
- Enquêter auprès des communes, associations, comités de quartiers pour recensement des jeunes désireux de participer à cette opération- chantier/école-, idem au niveau des centres de formation, écoles spécialisées et universités ;
- Solliciter les concessionnaires et gestionnaires des réseaux/SONELGAZ/ ONA, ADE, SEAAL, ALGERIE TELECOM, ...etc.
- Bureau équipé mis à la disposition du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre chargé du suivi.

**Les travaux de réhabilitation s'inscrivent dans le descriptif suivant :**

**1/ Démolition**

S'agissant de travaux de confortement et de réhabilitation, les démolitions doivent concerner les parties d'ouvrage qui présentent des désordres, des défauts d'aspect, des cloquages, des

---

fissurations...etc., elles doivent être exécutées à la pioche, au burin ciseau, à la massue ou au marteau piqueur.

La démolition mécanique n'est pas autorisée sur les immeubles.

Utilisation, éventuelle, d'échaudage modulaire, bâche, filet de protection ou palissade avec création de passage sécurisé.

## **2/ Terrassement**

Les fouilles sont exécutées manuellement ou à l'aide d'engins agréés.

Les remblais au droits des bâtiments sont réalisés avec des terres de déblai compacté et arrosé par couche successive de 30cm maximum d'épaisseur à l'aide d'engin agréé. Le maître de l'œuvre chargé du suivi pourra imposer le damage manuel là où il n'est pas possible de réaliser le compactage à l'aide d'engin mécanique

Les terres utilisées ou réutilisées pour les remblais de fouilles aux droits des bâtiments ne doivent pas être de type agressif (marne, argile, gonflante).

## **3/ Maçonnerie**

La maçonnerie de briques pleines ou creuses est mise en œuvre conformément aux indications des plans et au besoin, aux instructions du maître de l'œuvre chargé du suivi.

Elle doit embrasser les formes et plans existant afin de restituer aux parties endommagées de l'ouvrage leur état initial

Les modifications ne sont tolérées que si elles ne touchent pas à la personnalité de l'ouvrage.

## **4/ Enduits**

### **4.1 ENDUITS AU CIMENT LISSE :**

Les enduits extérieurs sont exécutés, en remplacement au mortier chaux hydraulique, au mortier de ciment dosé à 600 Kg/m<sup>3</sup> CFA 325 de mortier frais.

---

Les enduits ne sont jamais appliqués sur fond contenant chaux, peinture, matière grasse et autres éléments affaiblissant l'adhérence.

L'utilisation d'adjuvant et de colle est recommandée.

Les enduits sont appliqués conformément aux dispositions des articles contenus dans le BPU

L'enduit fini doit être sans gerçure ni soufflure, très homogène et d'un aspect régulier

Les surfaces enduites doivent être parfaitement d'aplomb et les arrêtes très vives

Pour les enduits intérieurs le dosage de ciment peut être ramené à 400 kg de CPA 325 par m<sup>3</sup> de mortier au sable fin

Pour rattraper une importante épaisseur à enduit au ciment il faut appliquer un treillis métallique galvanisé (grillage) que l'on fixe de place en place par les pointes et enrobé par le mortier lisse.

#### 4.2 ENDUITS AU PLÂTRE LISSE SUR MURS ET PLAFONDS :

Enduit au plâtre normal, appliqué en deux couches dressées à la règle et polie à la truelle dans tous les sens :

Les surfaces enduites seront lisses, sans cloque ni creux, sans fissures et de teinte uniforme. Toute surface enduite au plâtre touchée par les eaux d'arrosage ou intempéries doit être reprise.

La reconstitution des éléments architectoniques, d'ornement, de décoration est à exécuter dans le respect de la personnalité de chaque ouvrage.

Le recours aux artisans est fortement recommandé.

### **5/ Revêtements**

#### 5.1 REVETEMENT DE SOL:

---

- Dans le cas où la cage d'escalier est revêtue de marbre : Appliquer pour l'ensemble des surfaces de la cage d'escalier en carreaux de marbre premier choix de dimensions et de couleur identiques à l'existant.
- Dans le cas où la cage d'escalier n'est pas revêtue en marbre : Restituer les matériaux initialement utilisés

Les découpes sont exécutées avec le plus grand soin avec un outil approprié. Les faces coupées sont placées au droit des murs revêtus de plinthes.

Les jointures des carreaux ne doivent pas dépasser 2mm et seront coulés avec « barbotine » en ciment blanc et nettoyé pour avoir une surface parfaitement plane et propre.

Avant tous travaux, un nettoyage manuel avec des produits et des outils appropriés est recommandé afin de rechercher d'éventuelles fresques, mosaïques cachées par des travaux de peintures exécutées auparavant.

## 5.2 REVETEMENT DES MURS DES PARTIES COMMUNES :

Les murs sont revêtus par les mêmes matériaux que l'existant,

Le remplacement des pièces cassées ou manquantes et plus qu'indiqué,

La reconstitution de mosaïque, fresques et dessins est primordiale,

Le recours aux hommes de l'art est vivement recommandé,

Le partenaire cocontractant peut recourir à la fabrication artisanale des pièces manquantes.

Les carreaux de faïence industrielle ou artisanale (couleur et dimensions selon l'existant ou au choix du maître de l'ouvrage et du maître de l'œuvre chargé du suivi) en terre cuite de premier choix, sont exempts de toutes craquelures et ébréchures, les faces sont planes et chaque pièce doit être calibrée avant la pose

La surface du support doit être préalablement striée ou décapée. La pose se fait à plein bain de mortier avec joints refluant.

---

Les découpes sont exécutées avec le plus grand soin et exécutées au bas et /ou arrêtes des murs, les carreaux en environnants de prises de courant et interrupteurs sont percés à l'aide d'un outil approprié.

### 5.3 REVETEMENT PLINTHES :

Exécuté en carreaux de plinthes vernissées ; en terre cuite de dimension et de couleur identiques à l'existant.

Le revêtement en plinthes sera exécuté au bas des murs des parties communes et des cages d'escaliers.

Lorsque les plinthes existantes sont faites en bois ou tout autre matériau les pièces manquantes ou cassées seront remplacées dans le même matériau et la même forme

## **6/ Menuiserie**

### 6.1/ Menuiserie en bois

La menuiserie en bois est confectionnée de bois sec et stabilisé de qualité menuiserie premier choix, parfaitement sain de fil droit sans aubier, les nœuds doivent être de dimensions réduites peu nombreux isolés adhérents et sains. Les bois ne peuvent présenter de traces d'insectes, ni fentes, ils doivent être traité au moyen d'un produit fongicide et insecticide. Le bois tordu ou courbe est à proscrire, les nœuds vicieux doivent être remplacés par des bouchons de bois collés.

#### A) PORTES D'ENTREE D'IMMEUBLE

Les portes d'entrée d'immeubles sont remises à l'état initial.

Lorsque la remise à l'état initial s'avère impossible, une réplique de la porte initiale est à réaliser.

Le bois noble (hêtre, acajou....) est à utiliser pour tous travaux de menuiserie qui concernent les portes d'entrée des immeubles, leurs cadres, les boites à lettres et autres éléments en bois dans les parties communes.

Les cadres des portes d'entrée et les cadres des portes des gaines techniques seront réalisés en bois rouge. Les ouvrants des gaines techniques seront réalisés en contre plaqué de 5mm.

---

**B) PORTES-FENETRES ET FENETRES VITREES DES PARTIES COMMUNES :**

Même spécifications que les portes extérieures en bois plein avec surface vitrée identique.

Toutes les portes-fenêtres et fenêtres auront à leur base un reingot avec larmier pour rejet des eaux de pluies et assurer une imperméabilité à l'intérieur des parties communes. Les accessoires de fermeture seront de première qualité à faire approuver par le maître de l'œuvre chargé du suivi,

**C) MAIN COURANTE EN BOIS :**

Les mains courantes sont remplacées ou reconstituées dans le même style et avec le même bois que l'existant.

6.2/ Menuiserie métallique et ferronnerie d'art :**- PORTES D'ENTREE D'IMMEUBLES :**

Les portes d'entrée d'immeuble en ferronnerie d'art seront à reconstituer dans les mêmes conditions que celles faites en bois. Le recours à des ferronniers d'art est indiqué.

6.3/ Ferronnerie :**- GARDE- CORPS ET MAIN COURANTE :**

Les ferronneries à mettre en œuvre doivent être identiques à l'existant.

Les pièces manquantes doivent être restituées par la confection d'une copie.

Les soudures sont parfaitement exécutées et soigneusement moulées.

Les garde-corps en fer forgé sont reconstitués dans la même matière et avec les mêmes motifs.

Les parties manquantes des mains courantes sont remplacées ou reconstituées avec les mêmes motifs que l'existant.

---

**7/Plomberie sanitaire**

Les travaux comprennent les évacuations, les réseaux d'alimentation en eau potable des bâtiments. Les évacuations doivent être reprises, si possible dans les mêmes matériaux que l'existant. Les installations doivent être conformes, d'une manière générale aux règlements du conseil d'hygiène.

#### ALIMENTATION EAU :

La distribution principale de chaque bâtiment doit être munie d'un robinet d'arrêt général

Les raccordements doivent permettre un démontage facile des appareils.

L'installation doit être telle que la répartition ou la transformation d'une de ses sections apporte un minimum de trouble de fonctionnement de l'ensemble. La tuyauterie sera en acier galvanisé et en cuivre ; Elle est apparente. Il sera prévu une vanne d'arrêt en bronze ou en cuivre après son entrée au bâtiment- la colonne montante d'alimentation en eau des bâtiments sera munie d'un dispositif anti bélier au niveau le plus haut.

#### ALIMENTATION GAZ :

L'installation du réseau d'alimentation en gaz de ville est à reprendre pour sa mise à niveau avec les directives de la SONELGAZ...

Les plans techniques doivent être approuvés par les services concernés.

### **8/ Electricité**

#### Normes et prescriptions réglementaires :

Les travaux d'électricité devront être réalisés selon les règlements en vigueur à la date de leur exécution.

La reprise de la colonne montante de l'ensemble de l'immeuble est indiquée. Une mise à niveau des installations de transport de l'électricité est recommandée.

Les plans techniques doivent être approuvés par les services concernés.

### **9/ Etanchéité**

La reprise des étanchéités doit se faire en respectant l'accessibilité ou non des terrasses.

---

La proposition de solutions d'allégement des terrasses (changement du mode de réalisation de l'étanchéité) est recherchée. Le partenaire cocontractant est entièrement responsable de l'étanchéité de tous les ouvrages exécutés avec soins. Il doit remédier pendant la période de garantie décennale aux dégradations éventuelles provoquées par manque ou défaut d'étanchéité dans les travaux qui lui incombent. En cours de travaux, le partenaire cocontractant prend toutes les précautions pour préserver l'exécution d'étanchéité des effets de la pluie.

## **10/ Peinture- Vitrierie**

### 10.1 PEINTURE :

Dans le cadre des travaux de peintures et vernis, le partenaire cocontractant doit effectuer tous les travaux de préparations à faire subir aux surfaces à peindre, notamment et suivant chaque cas spécifique :

«L'engagement, le lessivage, l'imperméabilisation, le rebouchage, l'enduisage, le ponçage, le décapage» etc. L'application des peintures, vernis, enduits et préparations assimilées ne peut être effectuée.

- Dans une atmosphère humide susceptible de donner lieu à une condensation
- Sur des subjectiles surchauffés.

Les ouvrages, avant application de toute couche, doivent être débarrassés des souillures, poussières, gravats, taches de graisse ou d'huile, mortier ou plâtre.

Le partenaire cocontractant doit respecter les couleurs arrêtées pour la ville d'Alger.

A savoir :

Le ton blanc RAL 9010 pour façades en maçonnerie,

Le ton gris RAL 7040 pour la boiserie ;

Le ton noir RAL 9004 pour la ferronnerie.

---

La peinture doit être anti salissante, anti fissures et résistante à l'air marin est à garantir sur une période de dix (10) années.

### **10.2 Vitrerie :**

Les vitres doivent être de premier choix, planes, exemptes de bulles, lentilles, cardes, piqûres, miroitement et tout autre défaut. Les verres sont de type étire, martelé, trempé ou armé suivant l'existant.

La reconstitution des verrières doit se faire dans le respect des mesures de sécurité.

Les épaisseurs à respecter doivent être identiques à l'existant.

### **11/ Dépose et pose des paraboles, climatiseurs & citernes :**

Allègement des façades par la suppression de l'ensemble des paraboles, climatiseurs & citernes, et leurs remplacements par des solutions et systèmes appropriés.

### **12/ Eclairage artistique et mise en lumière de certains immeubles:**

L'éclairage artistique et la mise en lumière de certains immeubles doit assurer une bonne visibilité de la richesse architecturale du bâtiment traité en valorisant ses plans verticaux et horizontaux pour mettre en relief les éléments architectoniques et d'ornements qui le distinguent.

Les plans de lumière doivent garantir un confort pour les occupants ainsi que pour les piétons et les conducteurs, en évitant tout contact direct avec les sources d'éblouissement.

Les projecteurs et spots doivent être encastrés dans les pavages au niveau des sols aux pieds des immeubles ou suspendus de manière et ne pas constituer un danger.

### **13/ Travaux de confortement**

---

Certains immeubles après diagnostic, nécessitent des travaux de confortement au niveau des éléments de structure (planchers, murs porteurs, .. etc.); dans ces cas le partenaire cocontractant est tenu de présenter des plans de confortement, qui devront être approuvés par le CTC.

#### **14/ Ascenseurs**

La restauration et la remise en marche des ascenseurs existants sont à privilégier par rapport à leur remplacement par des ascenseurs neufs.

Les mécanismes et les organes vitaux peuvent être remplacés par des mécanismes et des organes modernes.

Les études du partenaire cocontractant devront être approuvées par le service contractant.

---

Annexe 02 : Synthèse des résultats de la simulation à l'état actuel extrait du rapport d'étude  
RETA

Fiche technique du projet

**immeuble pernod**

*il s'agit d'un immeuble d'habitation en R+15 construit pendant la période coloniale*

**Donnée techniques**

Localisation	Altitude	Latitude	Zone Thermique Hiver	Zone Thermique Eté
Ruissou	25,00 m	36,45 °	A	A

**Conditions externes**

Temp. externe en hiver	Temp. externe en été	Humidité spécifique	Ecart diluée
3,00°	34,00 °	14,50	9,00

**Synthèse des enveloppes**

Nom de l'enveloppe	Usage	Conformité Hiver C-3.2	Conformité Eté C-3.4
F2 Ouest	habitation	Non conforme	Conforme
F2 Sud	habitation	Non conforme	Conforme
F3 Nord	habitation	Conforme	Conforme
F2 Est	habitation	Conforme	Conforme

Annexe 03 : Synthèse des résultats de la simulation avec mitoyenneté extrait du rapport  
d'étude RETA

Fiche technique du projet

## immeuble pernod- après mitoyenneté

*il s'agit d'un immeuble d'habitation en R+15 construit pendant la période coloniale*

### Donnée techniques

Localisation	Altitude	Latitude	Zone Thermique Hiver	Zone Thermique Été
Ruissou	25,00 m	36,45 °	A	A

### Conditions externes

Temp. externe en hiver	Temp. externe en été	Humidité spécifique	Ecart diurne
3,00°	34,00 °	14,50	9,00

### Synthèse des enveloppes

Nom de l'enveloppe	Usage	Conformité Hiver C-3.2	Conformité Été C-3.4
F2 Ouest	habitation	Non conforme	Conforme
F2 Sud	habitation	Conforme	Conforme
F3 Nord	habitation	Conforme	Conforme
F2 Est	habitation	Conforme	Conforme

Annexe 04 : Synthèse des résultats de la simulation après amélioration des ouvertures extrait  
du rapport d'étude RETA

Fiche technique du projet

**immeuble pernod- après mitoyenneté avec double vitrage-**

*il s'agit d'un immeuble d'habitation en R+15 construit pendant la période coloniale*

**Donnée techniques**

Localisation	Altitude	Latitude	Zone Thermique Hiver	Zone Thermique Eté
Rulssou	25,00 m	36,45 °	A	A

**Conditions externes**

Temp. externe en hiver	Temp. externe en été	Humidité spécifique	Ecart diurne
3,00°	34,00 °	14,50	9,00

**Synthèse des enveloppes**

Nom de l'enveloppe	Usage	Conformité Hiver C-3.2	Conformité Eté C-3.4
F2 Ouest	habitation	Non conforme	Conforme
F2 Sud	habitation	Conforme	Conforme
F3 Nord	habitation	Conforme	Conforme
F2 Est	habitation	Conforme	Conforme

Annexe 05 : Synthèse des résultats de la simulation après isolation de la toiture extrait du rapport d'étude RETA

Fiche technique du projet

## immeuble Pernod isolation de la toiture terrasse

*il s'agit d'un immeuble d'habitation en R+15 construit pendant la période coloniale*

### Donnée techniques

Localisation	Altitude	Latitude	Zone Thermique Hiver	Zone Thermique Été
Ruissou	25,00 m	38,45 °	A	A

### Conditions externes

Temp. externe en hiver	Temp. externe en été	Humidité spécifique	Ecart diurne
3,00°	34,00 °	14,50	9,00

### Synthèse des enveloppes

Nom de l'enveloppe	Usage	Conformité Hiver C-3.2	Conformité Été C-3.4
F2 Ouest	habitation	Conforme	Conforme
F2 Sud	habitation	Conforme	Conforme
F3 Nord	habitation	Conforme	Conforme
F2 Est	habitation	Conforme	Conforme