

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme

epau

Laboratoire Architecture et Environnement



Mémoire
Pour l'obtention du diplôme de
MASTER EN ARCHITECTURE
Option: Architecture et Environnement

Thème

**Influence du facteur anthropique sur
la consommation énergétique d'un bâtiment
résidentiel dans un milieu urbain
Cas d'étude : Maison individuelle à Hydra**

Présenté et soutenu par
KHORCHI Aissa

Mémoire dirigé par :
M^{me} MEHAOUED Karima

Jury :

Président de jury : M^{me} BOUSSOUALIM Aicha
Examineur : M^{me} CHABANE Leila
Examineur : M^{me} CHEBALAH Hassina

Mars 2013

TABLE DES MATIÈRES

Remercîments	4
Résumé	5
<u>INTRODUCTION</u> 6	
1. Introduction générale.....	7
2. Problématique.....	9
3. Objectifs de la recherche.....	9
4. Hypothèses de travail.....	9
5. Méthodologie de la recherche	10
6. La structure du mémoire.....	12
7. Conclusion	15
<u>CHAPITRE I : FONDEMENTS THEORIQUES</u> 16	
1. Introduction:.....	17
2. Consommation énergétique :.....	18
2.1. Définition de l'énergie	18
2.2. Consommation mondiale de l'énergie	18
1.3. Consommation nationale de l'énergie	19
3. Climats et échelles climatiques	20
3.1. Définition du climat	20
3.2. Échelles du climat.....	21
3.3. L'échelle climatique urbaine	22
4. Îlot de chaleur urbain (ICU)	23
4.1. Définition de l'îlot de chaleur urbain	24
4.2. Caractéristiques et effets de l'ICU.....	25
4.3. Les impacts de l'ICU.....	26
4.3.1. Impacts sur la santé.....	26
4.3.2. Impact sur l'environnement.....	27
4.3.3. Impact sur la consommation d'eau et d'énergie	28
4.4. Facteurs de L'îlot thermique de chaleur	29
4.5. Solutions alternatives pour la réduction des facteurs anthropiques.....	31
5. Conclusion	32

CHAPITRE II : DÉMARCHES ET OUTILS 34

1. Introduction.....	35
2. Présentation du cas d'étude	36
2.1. Situation	37
2.2. Descriptif du cas d'étude.....	37
3. Modélisation du cas d'étude.....	45
3.1. Présentation du logiciel de modélisation.....	45
3.2. Le choix du logiciel	45
4. Mesures in-situ	45
4.1. Protocole	45
4.2. Présentation de l'outil de mesure (Testo 635).....	47
5. Préparation pour la simulation	49
5.1. Protocole	49
5.2. Présentation de l'outil de simulation	50
5.3. Le choix du logiciel	51
6. Conclusion	51

CHAPITRE III : SIMULATION ET INTERPRETATION 52

1. Introduction.....	53
2. Protocole de simulation	54
3. Résultats obtenus.....	61
4. Interprétation des résultats	63
5. Conclusion	64

CONCLUSION GÉNÉRALE 65

Conclusion générale	66
ANNEXES	68
BIBLIOGRAPHIE	69
LISTE DES FIGURES	71
LISTE DES TABLEAUX	72

Remercîments

Nous remercions Dieu le tout puissant pour sa bénédiction pour aboutir à ce résultat, pour la force et la patience qui nous a donner. Je désire aussi remercier ma mère, mon père et toute ma famille qui ma soutenue lors de mon travail.

J'aimerais adresser un remerciement particulier à mon encadreur M^{me} MEHAOUED Karima, pour sa patience, sa disponibilité et surtout pour ses judicieux conseils et son formidable encadrement, qui ont contribué à perfectionner ma méthodologie et mon travail.

J'exprime ma gratitude au chef de l'axe ambiance et qualité architecturale M^{me} BOUSSOUALIM Aicha,

Je remercie également messieurs ATTIK Tarik, KHALIL Farid et MIMECHE Azziz pour leur aide et sympathie.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel : Mon cher ami Chenah Wahid, ainsi qu'à Zouaoui Abdeslam, Narimène Abdeslam, Housseem Melakhssou, Chaib Amine, Zaida Lina, Daoudi Sara, Bentalhi Assia, et toute personne ayant apportée un aide à ce modeste travail.

Résumé

La climatologie urbaine est une science où interviennent plusieurs paramètres et facteurs, dans notre recherche nous nous focalisons sur la plus petite échelle climatique urbaine « le microclimat ». En effet il existe de multiples interactions entre le bâti et son environnement immédiat. Qui sont le résultat ou cause d'un phénomène largement répandu dans les grandes métropoles mondiales connu par le phénomène d'îlot de chaleur urbain (l'ICU). Plusieurs facteurs causent ce dernier mais nous intéresserons aux facteurs anthropiques sur lesquels nous pouvons intervenir et proposer des solutions qui peuvent avoir un changement significatif sur la consommation énergétique d'un bâtiment.

A l'aide de simulations informatiques faites sur un cas d'étude nous avons pu estimer la différence entre la consommation énergétique de ce dernier dans deux cas différents avec ou sans chaleur anthropique provoqué essentiellement par les voitures de l'environnement immédiat.

Mots clés : îlot de chaleur urbain, microclimat, consommation énergétique, facteurs anthropiques, Simulation informatique.

INTRODUCTION

1. Introduction générale

De nos jours le monde connaît des évènements assez inquiétants. En effet la situation environnementales et économiques alarmantes qu'en témoigne notre époque (catastrophes naturelles, perspectives de modifications climatiques, épuisement des ressources fossiles...) a amené à une prise de conscience mondiale. Cette dernière s'est concrétisée par l'adhésion de plus en plus de pays au « développement durable » et le respect de l'environnement dès l'organisation du sommet de la terre à Rio de Janeiro au Brésil en 1992. Cette politique veut établir des principes, un engagement des pouvoirs politiques afin de mettre en place une stratégie qui permet la continuité d'un développement économique mieux partagé avec une meilleure estime des équilibres écologiques et sociaux. Ce déséquilibre que connaît la terre à travers ce changement environnemental est notamment observée au niveau des villes et ce en terme de chaleur, de pollution et d'autres nuisances qui diminue le confort de l'utilisateur.¹

Cette situation alarmante tient son origine de l'explosion urbaine du dernier siècle. Ainsi vers 1900, 14% de la population était citadine, soit environ 200 millions de personnes, alors qu'au début du 21^e siècle 50% de la population est concentrée dans les villes, ce qui est une croissance remarquable et sans précédent dans l'histoire de l'humanité.²

La ville donc se densifie, s'étend et s'élargie de plus en plus, ce qui résulte en un urbanisme très minéral avec ses larges avenues, un bâti très élancé avec de larges baies vitrées, des rues asphaltées et un tissu fortement construit au détriment de la végétation. Ce développement important des villes a eu en conséquent l'augmentation de la consommation énergétique ce qui engendre une élévation de la production du CO₂ par le secteur du bâtiment sur ses deux niveaux ; tertiaire et le résidentiel. En Algérie, selon l'APRUE, ce secteur consomme à lui seul plus de 32% de l'électricité produite au niveau national. Cette augmentation de la consommation a des effets néfastes sur

¹ ATTIK, T. (2011) « *Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen* » Mémoire de magistère .p13.

² GAUZIN-MÜLLER D. (2002) « *L'architecture écologique d'aujourd'hui, 29 exemples Européens* », Edition Le Moniteur 285p.

l'environnement, en terme de chaleur dégagée, de production de CO₂ pour produire cette énergie ou lors de sa consommation (climatisation, chauffage,...etc.) De même que la circulation automobile vient aggraver fortement la surchauffe des villes, d'autant plus que le parc automobile n'a pas cessé d'augmenter grâce l'évolution remarquable du secteur automobile.

Effectivement en Algérie, le secteur du bâtiment ne fait pas d'exception et consomme une grande partie des énergies produites (jusqu'à maintenant fossiles) : «la consommation moyenne annuelle d'énergie dans ce secteur est aujourd'hui proche de 400 kWh d'énergie primaire par m² chauffé. Cette énergie consommée entraîne l'émission de 120 millions de tonnes de CO₂ représentant 29 % des émissions nationales, et 32,7 millions de tonnes de carbone»³. La structure de la consommation d'électricité dans le secteur résidentiel en Algérie révèle que l'éclairage représente 33% dans les foyers, le réfrigérateur 27%, la climatisation 4% et le téléviseur 17%⁴.

Pour cela le secteur du bâtiment se positionne dorénavant comme un acteur clé pour parvenir à résoudre les inquiétants défis environnementaux auxquels nous devons faire face.

Outre, de multiples études ont démontré l'existence du phénomène d'îlot de chaleur urbain dans beaucoup de villes mondiales, qui est une modification climatique qui se manifeste en l'augmentation de température au niveau des centres villes en fin d'après-midi et d'environ 3°C entre ville et campagne. Cette modification est due à plusieurs facteurs principalement anthropiques qui à leur tour affectent la consommation énergétique des bâtiments.

³Ministère de l'Énergie et des Mines Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie, Chiffres clés Année 2005.

⁴ Idem.

2. Problématique

Les villes de l'Algérie ont connu une forte densification ces dernières années. Cela se traduit par l'accroissement du parc automobile au sein des villes, ce qui est le cas pour la ville d'Alger. Le parc automobile représente une source importante des chaleurs anthropiques. Ceci, donne naissance à des microclimats urbains avec des paramètres très différenciés de ceux des campagnes environnantes et témoigne de l'existence du phénomène d'îlot de chaleur urbain. Dans une perspective de réduire la consommation énergétique des bâtiments et face à cette situation, la problématique suivante se pose :

Quelle est le degré d'influence des chaleurs anthropiques sur la consommation énergétique du bâtiment ? Comment peut-on simuler la consommation énergétique d'un bâtiment à l'aide du logiciel Autodesk Ecotect Analysis ?

3. Objectifs de la recherche

Le bâtiment est en interactions continue avec son environnement immédiat, il influence sur le microclimat tout en subissant les actions de ce dernier. Cela résulte en modification régulière des microclimats et aussi un changement de la consommation énergétique du bâtiment.

L'objectif de ce Master est :

- Estimer la consommation énergétique d'un bâtiment résidentiel en un milieu urbain (maison d'habitation à Hydra) par rapport à son contexte microclimatique.
- Estimer le degré d'influence des chaleurs anthropiques (principalement le parc automobile) sur la consommation énergétique de ce dernier.
- Comprendre les démarches afin de réaliser une simulation informatique à l'aide d'un logiciel de simulation.

4. Hypothèses de travail

A travers la problématique de notre recherche dérivent l'hypothèse suivante :

- Ces facteurs microclimatiques anthropiques auraient des effets sur la consommation énergétique par rapport aux échanges thermiques du bâti avec son environnement.

5. Méthodologie de la recherche

Pour répondre aux objectifs fixés, nous avons organisé notre travail de recherche selon trois étapes principales :

- Appréhender les fondements théoriques relatif au sujet de rechercher à savoir ; climatologie, consommation énergétique d'un bâtiment et l'îlot de chaleur urbain.
- Un travail de terrain consistant en un relevé du cas d'étude (habitation individuelle) afin de constituer un dossier graphique et des mesures in-situ des conditions climatiques.
- Un travail de modélisation de notre cas d'étude suivi par des simulations informatiques portant sur les aspects de consommation énergétique de ce dernier suivi par des interprétations.

Pour cela nous avons opté pour certaines méthodes afin d'accomplir les démarches prévu pour cette recherche ;

✓ Méthode expérimentale

Le choix de cette méthode est dicté par la spécificité du sujet de recherche traité qui se base sur des données physiques quantifiées : densité urbaine, mesure de la température d'air, mesure du taux d'humidité de l'environnement.

✓ Modélisation et simulation

La simulation est réalisée afin d'estimer la consommation énergétique du bâtiment choisi, en tenant compte des conditions climatique selon une situation précise. Nous avons proposé deux scénarios de simulation, la différence entre

ces derniers est les données climatiques mesurées dans l'environnement immédiat du cas d'étude.

Dans cette perspective, nous avons utilisé deux logiciels pour le processus de simulation :

- Autodesk Revit Architecture v.2011 : Conçu spécifiquement pour la modélisation des données du bâtiment (BIM : Building Information Modeling), ce logiciel nous a servi à l'étape préliminaire de la simulation afin de faire la modélisation du cas d'étude et l'introduire les différentes données prises lors d'un relevé du cas d'étude.
- Autodesk Ecotect Analysis 2011 : Logiciel de conception Haute Qualité Environnementale.

Le logiciel d'analyse de conception HQE Autodesk® Ecotect™ Analysis est un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail. Ecotect Analysis offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments. Les fonctionnalités d'analyse de consommation d'énergie, d'eau et d'émission de carbone intègrent des outils qui permettent de visualiser et de simuler les performances d'un bâtiment par rapport à son environnement.

✓ Cas d'étude

Nous avons choisi une maison d'habitation individuelle située à la commune d'Hydra à Alger. Ce choix est dicté par le caractère résidentiel qui occupe une grande partie de la consommation énergétique.

Notre cas d'étude se trouve dans un quartier urbain d'Hydra, de moyenne densité, qui représente un échantillon idéale de cette typologie de bâtiment en Algérie. Ainsi la possibilité d'effectuer des mesures et un relevé du bâtiment a fait que notre choix s'arrête sur le bâtiment numéro 16, qui donne sur l'avenue Merabet Athmane.

6. La structure du mémoire

Notre travail s'organise en 3 chapitres distinctifs qui reflètent le cheminement de ce mémoire :

✓ Introduction générale

Dans ce chapitre nous avons présenté notre intention de recherche ainsi que les points d'intérêt dans ce domaine qui nous ont permis d'établir une problématique en tenant compte de la situation actuelle du sujet formulé dans la cour scientifique. La consommation énergétique d'un bâtiment est le sujet de notre recherche, en lien avec les facteurs anthropiques qui l'influencent. Nous avons développé des hypothèses autour de cette question et cité les objectifs de cette recherche. Suivis de la méthodologie de recherches que nous avons expliqué afin d'aboutir à nos buts de recherche.

✓ Chapitre I : Fondements théoriques

Ce chapitre consiste en un état de l'art sur les fondements théoriques et les principaux concepts que nous devons appréhender pour mener notre recherche. Il s'agit de la consommation énergétique du secteur du bâtiment ou nous avons analysé cette question sur le plan international et national. La climatologie pour nous permettre de comprendre les échelles climatiques pour arriver à comprendre l'échelle microclimatique et les facteurs qui l'influencent. Ensuite nous avons synthétisé le phénomène d'îlot de chaleur urbain et ses différents facteurs pour nous focaliser sur les facteurs anthropiques.

✓ Chapitre II : Démarches et outils

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes démarches et méthodes qui ont été suivie pour faire le travail de terrain. Cela comporte la présentation du cas d'étude (Dossier graphique,...etc.) ainsi que la présentation des outils

utilisés pour les mesures, modélisation, et simulation pour l'obtention de nos résultats.

✓ Chapitre III : Simulation et interprétations

Dans cette partie nous avons détaillé le processus de simulation ainsi que les différentes étapes suivies au niveau du logiciel Ecotect Analysis pour permettre la reproductibilité de cette simulation par d'autres utilisateurs. Ensuite, nous avons commenté et interprété nos résultats afin d'accomplir le but de notre recherche.

✓ Conclusion générale

Ce chapitre conclut les résultats obtenu par cette recherche et résume son intérêt. Ce qui ouvre des perspectives vers de nouveaux horizons et ambitions.

On résume la structure de notre recherche dans le schéma suivant :

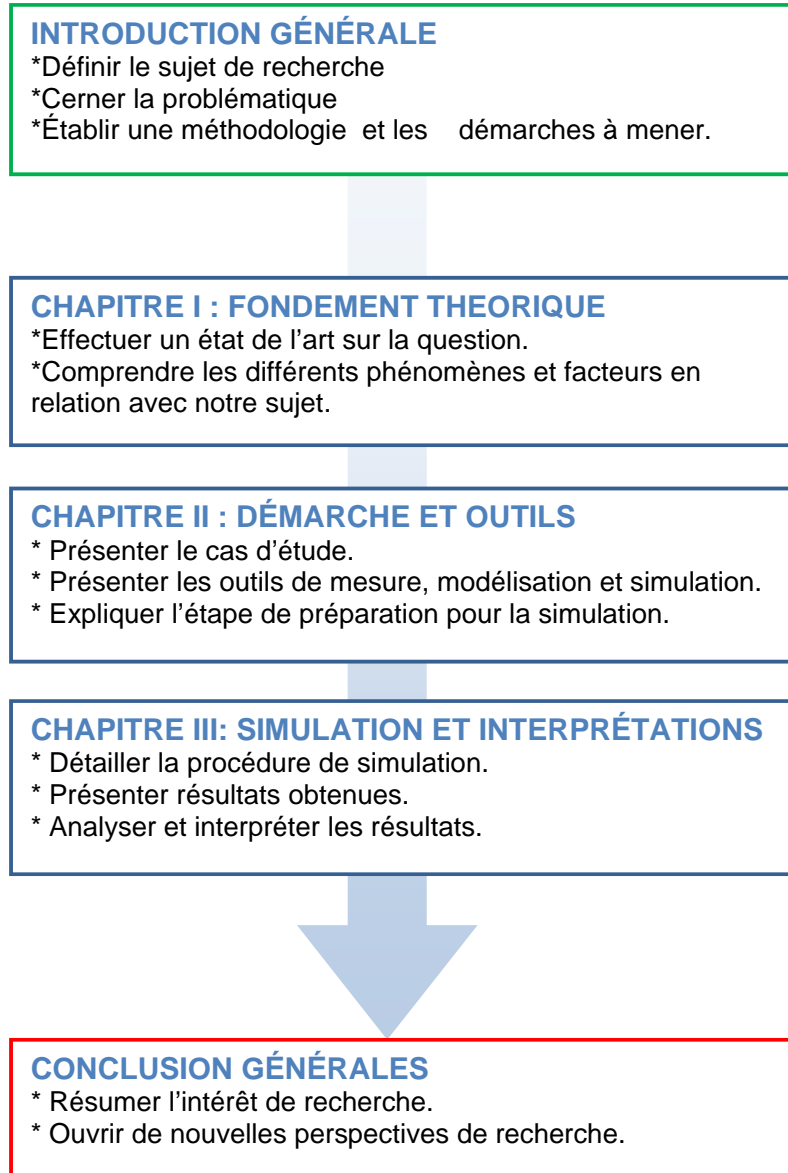


Figure 1 : Structure du mémoire

7. Conclusion

L'Algérie est un pays en voie de développement, qui témoigne d'un élargissement des villes, provoquant des phénomènes tels que : la construction excessif, la saturation des villes et la consommation des ressources, ces derniers vont augmenter de plus en plus. Le secteur du bâtiment est secteur clé pour réussir l'un des plus grands enjeux économique et environnementale de notre époque, L'énergie est une grandeur physique que l'on peut quantifier. En effet, la consommation énergétique du secteur du bâtiment peut être réduite considérablement si l'on contrôle les facteurs qui causent cette augmentation excessive causée par l'homme, ainsi nous pourrions diminuer les émissions du CO2 qui est une perspective hautement prioritaire. Afin de rendre notre environnement plus propre et sain. De ce fait, l'intervention de l'homme commence dès la plus petite échelle, le microclimat dans lequel il vit, il influence. Nous pensons que l'homme ne peut sacrifier certains confort auxquels il s'est habitué tel que la voiture, mais hélas cela cause des dommages à son environnement, à la planète qui l'héberge.

Alors nous devons améliorer ce contact Homme-nature pour minimiser les dégâts et ceux chacun a son niveau. D'où notre modeste recherche cherche à estimer le degré d'influence des chaleurs anthropiques sur la consommation énergétique en se basant sur le parc automobiles. Et d'autre part le choix de la simulation informatique constituera un corpus pour que les futurs architectes améliorent leur conception en utilisant les outils mis en place, telle que la simulation informatique pour essayer plusieurs scénarios afin de choisir le meilleur.

De cette manière nous aurons optimisé notre manière d'utiliser les ressources et l'environnement pour les préserver et notre savoir-faire pour les générations futurs.

CHAPITRE I : FONDEMENTS THEORIQUES

1. Introduction:

L'énergie en tant que concept est le centre de plusieurs préoccupations économiques et politiques, c'est un facteur crucial pour le maintien d'un confort vivable. L'énergie est générée pour maintenir les majeures activités de l'homme sous différentes formes notamment mécanique, thermique, chimique, électrique, rayonnante et nucléaire permettant chacune des utilisations différentes.

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain est très répondeu dans plusieurs métropoles et villes mondiales, en effet des recherches ont été menées afin de connaître les causes et les impacts de ce dernier.

« Les variations de température entre la ville et la campagne environnante sont un fait bien établi par de nombreux auteurs, et ce phénomène de microclimat propre aux villes est identifié sous la dénomination de « phénomène d'îlot de chaleur urbain ». Ce dernier peut être bénéfique en période hivernale eu égard aux besoins de chauffage, mais, en période estivale, il devient critique pour le confort thermique à l'intérieur des bâtiments ainsi que pour la demande énergétique exigée par la climatisation.

Différentes causes à l'origine de ce phénomène sont identifiées, dont la production anthropique de chaleur, la morphologie urbaine, la pollution atmosphérique, mais aussi le couplage de ces paramètres avec deux phénomènes climatiques principaux : l'ensoleillement et les écoulements dominants dus au vent.»⁵

En effet, il existe un lien entre la consommation énergétique et l'îlot de chaleur urbain que nous avons détaillé dans ce chapitre.

⁵ BOUZONNET E, «Impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments cas de la rue canyon», Thèse du doctorat à l'université de la Rochelle, France, 2005, p.27.

2. Consommation énergétique :

2.1. Définition de l'énergie

L'énergie est la capacité d'un système à produire un travail. L'énergie est l'un des quatre concepts prédéfinis de la physique, avec la matière, l'espace et le temps.⁶ Selon Depecker, le concept de l'énergie se manifeste au niveau de l'architecture selon deux principes :

- * le coût énergétique « initial » de l'ouvrage : qui consiste en coûts énergétique dépensé pour la fabrication des matériaux utilisés, et du coût de la construction.
- * le coût énergétique « vécu » de l'ouvrage : qui correspond à la consommation en chauffage ou climatisation, éclairage et alimentation et d'autres activités par les ménages.

2.2. Consommation mondiale de l'énergie

Les énergies fossiles alimentent une grande partie de la consommation mondiale de l'énergie principalement le pétrole et le gaz naturel. Cette consommation se partage entre différents secteurs tels que le transport, le bâtiment, l'industrie ou encore pour produire de l'électricité. Les statistiques révèlent que seul le chauffage absorbe environ les deux tiers de l'énergie mondiale. Il peut s'agir du chauffage des locaux (habitations, usines, magasins) ou du chauffage d'industrie.⁷

Nous nous focalisons sur le secteur du bâtiment car 50% de la population mondiale est urbaine, et 75% des consommations énergétiques sont consommées en ville.⁸

Bien que les villes du monde ne recouvrent que 2,8% de la surface de la planète mais elles sont responsables de 78% des émissions de carbone, de 76% de l'usage du bois et consomment 60% de l'eau.⁹

⁶ MEDJELEKH J, (2006) : «impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment », Université de Constantine, mémoire de magistère. p.09.

⁷ MAILLET. Pierre et CASSETTE CARRY. Martine, *L'énergie*, Série que sais-je? Paris: Presses Universitaires de France, 7^{ème} édition refondue, mai 1989, p17.

⁸ Présentation : « *Programme villes et bâtiments durables* » par ANR – France, p.2.

⁹ SERGE Salat dans : «*Développement urbain durable, chine*», CTSB-DRAST p.05.

Le secteur du bâtiment a connu plusieurs changements à travers le temps en terme de consommation énergétique, en effet de 1950 à 1970 c'était les années du "tout pétrole" où l'énergie est bon marché. On chauffe pour maintenir une température ambiante sans se soucier des pertes de chaleur. En 1973, date du premier choc pétrolier, c'est le début de la crise énergétique. Les prix du fuel, du gaz, du charbon, de l'électricité et du bois augmentent considérablement... Puis en 1981, on aborde de l'importance aux pertes thermiques et on renforce l'isolement, on cherche de meilleures technologie pour chauffer, au niveau architecturale les maisons sont mal conçues et inadaptées aux contraintes climatiques.¹⁰

On se retrouve face à une problématique de l'énergie dans le secteur du bâtiment, l'isolation ne suffit pas, les prix de l'énergie s'enflamment de plus en plus et la conception ne semble pas suffisamment adaptée.

Dans le secteur résidentiel et tertiaire, les bilans énergétiques montrent que les ENR* ne représentent que 4,5 % de la consommation totale (78 MTep*). Or le bois fournit à lui seul 8 MTep par an dans ce secteur, et l'hydraulique fournit 20% de notre électricité, donc ici 8 MTep. Selon une étude de la CCE, les gains solaires passifs dans les bâtiments s'élèveraient à 14 MTep par an. Au total, la contribution des ENR représente alors 30 MTep, soit près de 40% du total.¹¹

1.3. Consommation nationale de l'énergie

L'Algérie, un pays riche en ressources énergétiques fossiles tels que le gaz et le pétrole, ne s'est intéressée sérieusement à la rationalisation de l'utilisation de l'énergie qu'à la fin des années 80. Le 24 février 1971, date de la décision de nationalisation du secteur pétrolier, ainsi que la maîtrise et le contrôle des ressources pétrolières et gazières. Le gaz naturel qui constitue 60% de ses réserves en énergie fossile, alimente à hauteur de 30% de ses revenus en devises.¹²

¹⁰ TRAISNEL. Jean Pierre (LTMU-CNRS, UMR 7136), *Prospective Énergie/Habitat dans l'optique du facteur 4*, Institut français d'urbanisme ETUDE ECODEV-CNRS: HABITAT ET DEVELOPPEMENT DURABLE, ENR 13 mai 2004.

¹¹ The ECD Partnership, rapport CCE (DG XII) n° EUR 13094, 1990.

¹² S. ASSYL, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004, p30.

Notant que le niveau de consommation d'énergie finale par habitant est de 0.48 Tep en 1990 et qui passera d'après les perspectives à 1.88 Tep en 2020.¹³

En Algérie, la consommation intérieure du gaz naturel par habitant a démarré en 1961 au rythme de 156 millions de m³, atteindront 1,4 milliard de m³ en l'an de 2000.

La consommation et la production de l'électricité ont augmenté de 1980 à 1990 avec un rythme soutenu d'environ 41,5 % et de 61,5% de 1990 à 2000.¹⁴

En effet, Dans l'habitat Algérien, on trouve une grande concentration sur le gaz et l'électricité en termes de consommation énergétique. Revient essentiellement à l'utilisation intense du chauffage en hiver et de la climatisation en été. D'autres activités ménagères telles que l'éclairage, la cuisson, l'électroménager et l'eau chaude sanitaire représentent chacun un taux moins élevé.

L'Algérie se trouve alors face à un problème de dépenses énergétiques, et face aux contraintes climatiques qui aggrave la situation. Le climat en effet accentue le chauffage si l'hiver est plus froid, et la climatisation si l'été est plus chaud. Le niveau de consommation dans le secteur résidentiel en période estivale est surtout l'une des préoccupations majeures exprimées dans le cadre du modèle de consommation énergétique Algérien.¹⁵

3. Climats et échelles climatiques

3.1. Définition du climat

Le climat est un concept connu depuis la civilisation grec, les grecs ont déduit que les conditions atmosphériques changent d'un endroit à un autre et on relié ça à l'inclinaison des rayons solaires. Ainsi l'étymologie du mot climat est : Du

* ENR : Énergie Non Renouvelable.

* MTep : Mégatonne équivalent pétrole.

¹³ BENAZOUZ et BELHIRECHE, (1996), In acte du séminaire sur « *L'économie de l'énergie pour l'habitat en grand nombre* », Alger 18/19 Novembre 1997. (Cité dans : Mémoire Mme. Medjalekh, p.14)

¹⁴ MEDJELEKH J, (2006) : « impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment », Université de Constantine, mémoire de magistère. p.09.

¹⁵ Idem.

latin *clima* (génitif *climatis*) lui-même dérivé du grec ancien « κλίμα », *klima* « inclinaison de la terre vers le pôle ».¹⁶

Le climat est défini comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques: Températures, pression atmosphérique, vents, précipitations, qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné.¹⁷

Il peut donc être retenu que le climat est la succession habituelle des circonstances atmosphériques dans le cadre d'un lieu à travers un période de temps.

D'où le mot « climat » retrouve deux notions différentes : celle de climat moyen et celle de variabilité climatique.

Le climat moyen correspond à l'ensemble des conditions qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un endroit donnée.

La variabilité du climat est la dispersion statique de ses éléments caractéristiques autour de leur valeur moyenne.¹⁸

3.2. Échelles du climat

Nous devons savoir que les climats des lieux dépendent de plusieurs facteurs qui sont une sorte d'aide à leur classification, dépendent de:

- La position en latitude du lieu.
- La circulation atmosphérique générale (pôles et tropiques) du lieu.
- Les conditions de l'environnement et du site (relief, végétation, eau, ville).¹⁹

Donc climat dépend des facteurs cosmiques, géographiques et des facteurs locaux. Le climat est un concept que nous pouvons fractionner en différentes échelles selon l'élément espace selon un ordre de grandeur varié.

¹⁶ *Dictionnaire de l'Académie française, huitième édition, 1932-1935.* (Archive en ligne).

¹⁷ Péchoin, D. et Demay, F. (1988) « Petit Larousse en couleurs ». Ed. Inc., France. p.232.

¹⁸ GUYOT G. (1999), *Climatologie de l'environnement Cours et exercices corrigés* Paris: Ed. DUNOD, p287.

¹⁹ Escourrou, G. (1983) « Le climat et l'environnement, les facteurs locaux du climat ». Ed. Masson, Paris.

Ce fractionnement de l'élément espace nous donnera plusieurs échelles climatiques que nous pouvons regrouper selon ces quatre grandes échelles : « *Il y a donc un climat planétaire, quelques climats zonaux, un grand nombre de climats régionaux et une multitude de microclimats* ». ²⁰

3.3. L'échelle climatique urbaine

La classification des échelles urbaines est une opération complexe qui repose sur un grand nombre de considérations météorologiques et géographiques. La différenciation de chacune d'elles passe par l'observation des phénomènes en fonction des échelles temporelle et spatiale. ²¹

Donc, Il y a certainement une différence entre les zones climatiques urbaines et rurales, comme nous pouvons le constater dans la (Figure 1). Ces changements ont raison d'être à cause de la modification de l'équilibre radiatif.

« Comme l'échange de chaleur par convection entre la terre et les bâtiments est plus faible, l'air s'écoule au-dessus du secteur urbain sans le rafraîchir, d'où la production de chaleur dans la ville » ²².

Le rayonnement solaire incident sur les surfaces urbaines ne sera pas réfléchi mais plutôt absorbé puis transformé en chaleur sensible. Comme la perte par chaleur radiante est ralentie en milieu urbain, l'équilibre entre les gains solaires et la perte de chaleur par rayonnement dans l'infrarouge long s'établit plus haut que dans les secteurs ruraux environnants, ce qui fait que les températures urbaines soient beaucoup plus élevées.

²⁰ TABEAUD. Martine, (2000), *La climatologie*, Paris: Edition ARMAND COLIN, p 156-157.

²¹ BOUYER J., (2009) « *Modélisation et simulation des microclimats urbains : Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments* ». Thèse de doctorat, ENSA de Nantes, France. p10.

²² ATTIK T, (2011), « *Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen* », Mémoire du magistère, p12.

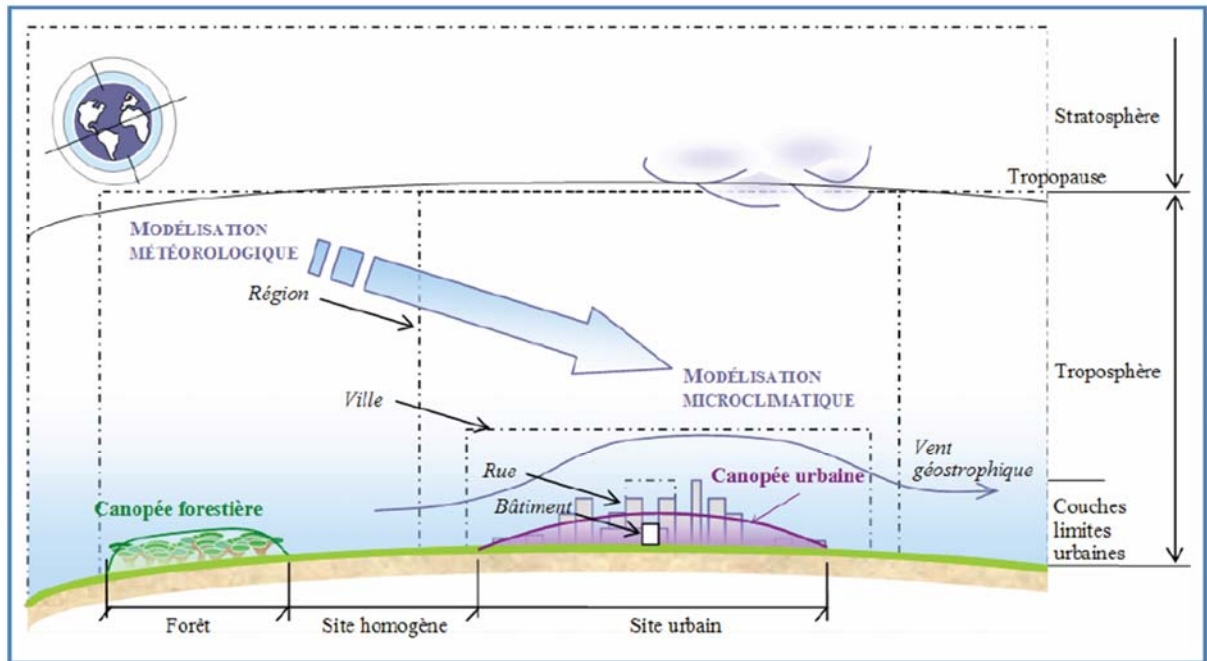


Figure 2 : De la modélisation météorologique à la modélisation microclimatique, jusqu'à l'interface entre le bâti et son environnement proche.²³

4. Îlot de chaleur urbain (ICU)

Il en est évident de nos jours que l'homme influence sur son environnement. La ville, ce mécanisme variant de par sa taille, sa grandeur et son étalement. A son propre climat, le climat urbain, dont l'influence sur le climat local n'est plus négligée. La principale manifestation du climat urbain est l'existence d'un phénomène qui préoccupe beaucoup de chercheurs et ingénieurs : « *L'îlot de chaleur urbain -ICU* ».

Les îlots de chaleur urbains (ICU) sont des phénomènes connus depuis le 19ème siècle. Ils caractérisent les gradients de températures entre les centres urbains et leur agglomération rurale proche créés par la structure même de la ville. De nombreuses études menées par exemple sur les villes d'Athènes, Montréal,

²³ Bozonnet, E. (2005) « Impacts des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments ».Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle, Franc.

Paris, Pékin, ou Chicago ont démontré le particularisme de chaque cité, que l'on appréhende par un spectre d'écart de température très étendu.²⁴

En quoi consiste ce phénomène? Quelles sont les raisons qui l'accroissent?

4.1. Définition de l'Îlot de chaleur urbain

« **ÎLOT DE CHALEUR URBAIN** » (*Urban Heat Island-UHI*) est un phénomène microclimatique relatif aux zones urbanisées qui se caractérise par une différence remarquable de la température mesurée en secteurs urbains denses (Centre-ville) et les zone péri-urbaines ou rurales aux alentours. Étant donné que la température au centre soit plus élevée qu'aux alentours surtout en période estivale, avec des différences qui varient selon les auteurs de 5 à 10°C.²⁵

Ce phénomène est le cas inverse d'un oasis, ou la température est moins élevée au centre qu'aux alentours, d'où l'appellation d'« oasis à l'envers » lui est attribuée. Cette différence de température est enregistré horizontalement sur une distance précise, allant du centre métropolitain aux zones rurales à ses alentours, comme le démontre la figure suivante :

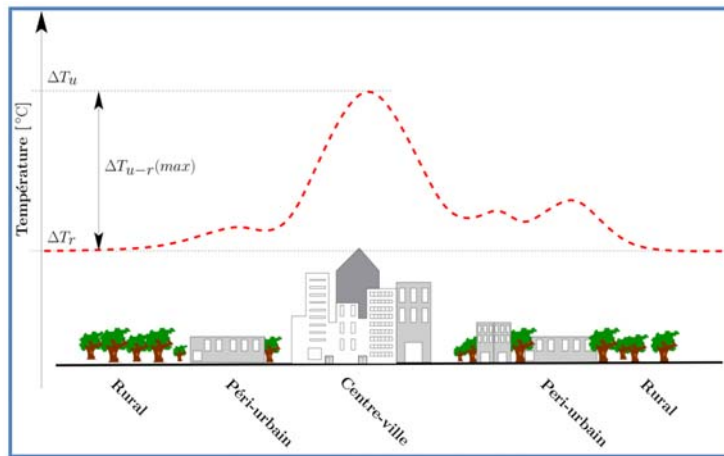


Figure 3 : Profil thermique théorique d'un îlot de chaleur urbain ²⁶

²⁴ Claverie R, Bouyer J, Durickovic I et Moutton M, 08 juillet 2011, « *Caractérisation de l'îlot de chaleur urbain par mesure dynamique embarquée : premiers résultats sur la ville de Nancy* », Article de recherche, Colloque 07 et, Université Paul Verlaine - Metz, France.

²⁵ ATTIK T, (2011), « *Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen* », Mémoire du magistère, p13.

²⁶ Claverie R, Bouyer J, Durickovic I et Moutton M, 08 juillet 2011, « *Caractérisation de l'îlot de chaleur urbain par mesure dynamique embarquée : premiers résultats sur la ville de Nancy* », Article de recherche, Colloque 07 et, Université Paul Verlaine - Metz, France.

4.2. Caractéristiques et effets de l'ICU

Parmi les principales caractéristiques de l'ICU, sur le point temporel : l'écart de température observé entre le centre-ville et ses alentours est sensiblement plus élevé la nuit, le phénomène d'ICU, commence à croître en fin d'après-midi, augmente rapidement autour et juste après le coucher du soleil, atteint l'apogée en milieu de l'après-midi.²⁷ Tandis que ce phénomène est moins prononcé au milieu de journée.

De point de vue spatial : L'ICU varie évidemment en horizontale sur la distance entre le centre urbain et les alentours de ce dernier jusqu'aux zones rurales. Mais bien aussi sur le plan vertical (en altitude), Il atteint une hauteur de 200 à 300m, soit 3 à 4 fois plus que la hauteur des immeubles.²⁸

Dans des régions froides, nous avons observé que ce réchauffement de la zone dense de la région a alors des conséquences sur le nombre de jours de gel et de couverture de neige, et fait diminuer l'humidité relative de l'air, car l'augmentation des températures limite la pression de vapeur d'eau dans l'air.²⁹

De plus, les sols en ville sont quasiment imperméables, qui engendrent l'acheminement immédiat des eaux de pluie à travers un réseau de canaux, qui seront ensuite rejetées vers les cours d'eau. Le taux de vapeur d'eau dans l'air sera très réduit puisque qu'il n'y a presque pas d'évaporation. Cette baisse de l'humidité relative des villes entraîne à son tour une baisse du nombre de jours de brouillards et de leur intensité.

L'îlot de chaleur a enfin des effets sur le régime des précipitations en multipliant les épisodes orageux ou d'averses car la chaleur au niveau de la ville fait remonter les masses d'air par convection et rend ainsi l'atmosphère instable.³⁰

Ce phénomène diffère de zone climatique à une autre, en effet nous constatons que l'intensité de l'îlot de chaleur urbain est généralement plus importante dans

²⁷ MEHAOUED K, (2009). « *Impact des bâtiments de verre sur l'environnement thermique et lumineux des espaces extérieurs environnants* ». Mémoire de magistère.

²⁸ MANSOURI O, (2008), « *L'influence de la réflectivité des matériaux (albédo) sur la modification du microclimat et le confort thermique extérieur dans un canyon urbain* ». Mémoire de magistère. p15.

²⁹ Valette E. et Cordeau E., (2010), « *Les îlots de chaleur urbains - Répertoire de fiches connaissance, Novembre 2010* », IAU Île-de-France – France. p.13.

³⁰ Idem.

les villes qui se trouvent dans des climats chauds³¹. On peut citer quelques exemples de villes qui se localisent dans un climat méditerranéen; comme le célèbre exemple de la ville de d'Athènes étudié par Santamouris³². Où il a enregistré que l'intensité de l'îlot de chaleur était de 12°C en été et 8°C en hiver. La ville de Rome aussi qui enregistre une intensité de 5°C en été et 2°C en hiver d'après Bonacquisti et al (2006).³³

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain est bénéfique en période hivernale surtout dans des villes d'où le climat est trop froid, comme la ville de Montréal (QC, Canada) ce qui diminue les besoins de chauffage³⁴.

Mais en période estivale, le confort thermique diminue considérablement à l'intérieur des bâtiments, ce qui augmente la demande énergétique exigée par la climatisation.³⁵

L'ICU peut également être cause d'évènements météorologiques puissants par convection de courants d'air chaud.

4.3. Les impacts de l'ICU

4.3.1. Impacts sur la santé

Le phénomène d'îlot de chaleur accentue la fréquence, la durée et l'intensité des vagues de chaleur accablante.³⁶

Celles-ci comportent d'importants risques de santé publique, puisqu'elles affectent le taux de morbidité et de mortalité de la population exposée en créant un stress thermique chez les individus. Le stress thermique est provoqué par l'accumulation de chaleur par le corps humain et peut s'avérer fatal.³⁷

³¹ Alexandri E., Jones P. (2006b) « Sustainable Urban Future in Southern Europe – What about the Heat Island Effect? », ERSA2006, 30/8-3/9/2006, Volos, pp.1-6.

³² SANTAMOURIS M. (2006) « Natural techniques to improve indoor and outdoor comfort during the warm period – A Review », University of Athens, 7p.

³³ ATTIK T, (2011), « *Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen* », Mémoire du magistère, p13.

³⁴ *Ressources naturelles Canada* en ligne (<http://www.rncan.gc.ca>), Archive 2007.

³⁵ LOPES C. et al (2001) « Managing the Growth of the Demand for Cooling in Urban Areas and Mitigating the Urban Heat Island Effect » (www.cenerg.ensmp.fr).

³⁶ TROTTIER A., (2008), *Toitures végétales : implantation de toits verts en milieu institutionnel. Étude de cas : UQAM*, p.80.

³⁷ Anquez P et Herlem A, (2011), « Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions ». p.06.

En effet, la chaleur accablante peut provoquer divers inconforts ou encore exacerber un état chronique jusqu'au point de causer la mort.³⁸

Parmi les cas qui ont eu de sévères répercussions sur la santé publique, nous citons l'exemple de la vague caniculaire qu'a subi la France en été 2003, Comparativement aux étés précédents (moyenne de 2000, 2001 et 2002), à la date du 20 août 2003, il a été enregistré en France près de 15000 décès supplémentaires par rapport aux années précédentes, représentant une augmentation d'environ 60% par rapport à la mortalité attendue.³⁹

D'autre part, l'augmentation des températures aggrave la pollution atmosphérique, et accroît les effets néfastes du smog sur la santé humaine.⁴⁰ Par définition, le smog est « un mélange toxique de gaz et de particules que l'on peut souvent observer dans l'air sous forme de brume sèche » qui engendre Les pluies acides dont l'eau légèrement acide (pH d'environ 5).⁴¹ Se compose principalement de deux polluants : l'ozone troposphérique (O₃) (l'ozone mesuré au sol) et les particules fines. La formation de l'ozone nécessite la présence de chaleur. Les températures qui excèdent les 30 °C sont particulièrement favorables à la formation d'ozone au sol.⁴²

4.3.2. Impact sur l'environnement

Les îlots de chaleur urbains ont des conséquences immédiates sur la qualité de l'air extérieur, car ils contribuent à la diffusion des polluants et à la formation du smog.

En effet, le smog se forme sous l'effet combiné des rayons du soleil, de la chaleur et de divers polluants qu'on trouve dans l'air.⁴³

³⁸ Giguère M., (2009), *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Institut National de Santé publique du Québec. p.09.

³⁹ Sakhy A, Madelin M et Beltrando G, Février 2011 « Les échelles d'étude de l'îlot de chaleur urbain et ses relations avec la végétation et la géométrie de la ville (exemple de Paris) » Article de recherche, Université Paris Diderot-Sorbonne, France. p2-3.

⁴⁰ Anquez P et Herlem A, (2011), « Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions ». p.06.

⁴¹ Micallef J, Perez G, Journet Y. (2007), « Pollution atmosphérique ».

⁴² Anquez P et Herlem A, (2011), « Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions ». p.07.

⁴³ Giguère M., (2009), *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Institut National de Santé publique du Québec. p.08.

Provoque également la dégradation de la qualité de l'air intérieur, puisque les hausses de température favorisent la multiplication des acariens, des moisissures et des bactéries. Les îlots de chaleur urbains peuvent également affecter les écosystèmes aquatiques environnants⁴⁴. En élevant la température des eaux de pluie qui entrent en contact avec ses surfaces. Les eaux échauffées contribuent alors à l'élévation des températures des ruisseaux, rivières, étangs et lacs avoisinants dans lesquels elles ruissellent. Une hausse de la température du milieu aquatique peut ensuite affecter négativement le métabolisme et la reproduction de nombreuses espèces.⁴⁵

4.3.3. Impact sur la consommation d'eau et d'énergie

Les îlots de chaleur urbains pratiquement augmentent la consommation d'eau potable. En effet, les aires de rafraîchissements telles que les piscines et les jeux d'eaux ou l'arrosage des zones végétalisées en milieu urbain nécessaire pour contrer les effets de la hausse de la température donnent lieu à une augmentation de la consommation en eau potable.⁴⁶

Un effet négatif très important encore, la contribution des îlots de chaleur urbains dans l'augmentation de la consommation d'énergie. En période estivale, il provoque un inconfort thermique. Pour en remédier à ça, la population se penche sur la climatisation d'où on enregistre une hausse de la demande énergétique⁴⁷. Dans le cas d'une élévation de la température de 2 °C induite par les îlots de chaleur, la consommation d'énergie peut grimper de 5 %⁴⁸.

En effet, la consommation énergétique d'un milieu urbain sera soumise à une sorte de cercle vicieux du réchauffement en ville, et donc de l'amplification du phénomène de l'îlot de chaleur urbain, cette situation s'aggrave sous l'effet de la densification urbaine et l'accroissement de la demande énergétique.⁴⁹

44 Giguère M., (2009), *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Institut National de Santé publique du Québec. p.08.

45 Environmental Protection Agency (EPA), (2011), "*Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*" p.15.

46 Giguère M., (2009), *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Institut National de Santé publique du Québec. p.09.

47 Idem, p.10.

48 Idem, p.31.

49 Bozonnet E., (2006), « *Les microclimats urbains et la demande énergétique du bâti* », XXIVème Rencontres Universitaires de Génie Civil 2006.

Causes naturelles	Causes anthropiques
<p>climatiques (ou météorologique) : saisons, couverture nuageuse, vitesse du vent;</p> <p>géographiques : emplacement de la ville, relief, exposition (versant sud/nord);</p>	<p>morphologiques : densité des bâtiments, matériaux de construction utilisés, concentration et taux de croissance des végétaux;</p> <p>politiques : pratiques d'aménagement du territoire;</p> <p>structurelles : taille de la ville, rapport de surface minéralisée/végétalisée, occupation du sol;</p> <p>énergétiques : rejet de chaleur provenant de la consommation énergétique; émission de gaz à effet de serre.</p>

Tableau 1 : Causes de la formation d'îlots de chaleur.⁵¹

La géométrie radiative de la rue (canyon étroit) : ce phénomène est dû à la géométrie et l'emplacement des bâtiments selon la rue. Dépend de l'échange complexe entre les bâtiments et de la fermeture de l'horizon, C'est la diminution de l'évacuation des rayons infrarouges qui sont émis par multiples surfaces minérales des constructions et de la rue dans les canyons urbains. Cela génère un surplus de chaleurs par rayonnement infrarouges à cause de leur emprisonnement au niveau des rues.⁵²

- **Les propriétés thermiques des matériaux :** l'implication de ce facteur varie selon les caractéristiques des matériaux utilisés, due principalement à cause de la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur le jour et la restitution après le coucher du soleil.⁵³

⁵¹ Anquez P et Herlem A, (2011), « Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions ». p.08.

⁵² ATTIK T, (2011), « Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen », Mémoire du magistère, p15.

⁵³ Idem.

- **La chaleur anthropogénique** : en définition globale, c'est toute chaleur générée par l'activité humaine, elle vient de la combustion des carburants et des combustibles des sources fixes ou mobiles d'énergie et du métabolisme humain ainsi que du secteur du bâtiment à travers son importante consommation énergétique.

De ce fait, les bâtiments dissipent de la chaleur, et donc ont une part significative au dégagement de chaleur anthropique dans la ville ce qui provoque l'amplification du réchauffement urbain en conditions estivales.

D'où nous avons établi une étroite relation entre la densification des tissus urbains et l'accroissement général des consommations énergétiques du secteur bâtiment et enfin Le phénomène de l'ICU, dont nous avons déjà expliqué par le cercle vicieux. Inconfort thermique conduit à l'utilisation massive de la climatisation ce qui produit à son tour le « réchauffement microclimatique ». ⁵⁴

- **L'effet de serre** : l'atmosphère urbaine polluée emprisonne et augmente le rayonnement infrarouge, provoque l'effet du « Smog » que nous avons déjà cité.
- **Les vents locaux** : L'effet du vent dans l'espace urbain est un facteur à considérer car son action résulte dans des flux complexes à cause de la géométrie urbaine complexe. On remarque alors que son effet est très différent par rapport qu'il est en milieu rural. ⁵⁵

4.5. Solutions alternatives pour la réduction des facteurs anthropiques

Les chaleurs anthropiques sont générées principalement par principalement par trois activités : l'activité industrielle, la consommation énergétique des bâtiments et des habitations et le secteur des transports. D'une part, la consommation d'énergie des bâtiments et des habitations se traduit principalement par la production de chaleur émise à l'intérieur des bâtiments et des habitations, elle

⁵⁴ ATTIK T, (2011), « *Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen* », Mémoire du magistère, p16.

⁵⁵ Idem.

est causée par l'utilisation des appareils électroménagers, bureautiques, les lampes ainsi que les systèmes de climatisation.⁵⁶

Les mesures que nous pouvons prendre pour réduire la consommation énergétique de ces sources et de surcroît leur production de chaleur, il faut prioriser des appareils ayant une bonne efficacité énergétique et penser à les débrancher après leurs utilisations, laisser certains appareils en veille n'évitera pas le fait de produire des gaz à effet de serre ou de chaleur. Aussi, favoriser l'utilisation de la lumière naturelle et de minimiser l'utilisation des lumières artificielles. Encore plus important, penser à remplacer les systèmes par d'autres systèmes moins énergivores et optimiser leur consommation par un contrôle constant d'où beaucoup de système offre la possibilité d'automatiser la régulation de température.⁵⁷

Le transport automobile est une source énorme pour les gaz à effet de serre, il est essentiel d'agir sur cette source anthropique qui se manifeste principalement dans la réduction du parc automobile. Ainsi, des pratiques comme la réduction de la circulation automobile par l'instauration de programmes incitatifs pour encourager l'utilisation des transports en commun, ou mettre en amont de règlements permettent de réduire les effets néfastes du parc automobile. De plus, la priorisation du covoiturage, des transports actifs (marche, vélo). Ces mesures peuvent limiter considérablement l'émission de gaz à effet de serre et par conséquent réduit le phénomène d'îlot de chaleur urbain.⁵⁸

5. Conclusion

Pour conclure ce chapitre, nous comprenons donc que parallèlement aux facteurs d'ordre cosmique (Climat et facteurs naturels) il existe parallèlement des facteurs anthropiques tel que la croissance urbaine et ses nombreuses conséquences d'ordre environnementale (pollution automobile, activités domestiques, industrie, etc.), La combinaison de tous ces facteurs font influencer sur les températures de l'air à l'échelle locale. Ces variations modifie

⁵⁶ Giguère M., (2009), *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Institut National de Santé publique du Québec. p.36.

⁵⁷ Idem, p.37.

⁵⁸ Idem . p.39.

le microclimat dans les zones urbaines en faisant en sorte de causer un phénomène répondu dans les grandes villes mondiale « L'îlot de chaleur urbain ».

Ce phénomène qui se traduit par une augmentation de température au niveau du microclimat influence à son tour sur la consommation énergétique du bâtiment. Après d'avoir appréhendé les bases théoriques faites par les recherches précédentes, nous pensons qu'afin de diminuer de l'amplitude de ce phénomène nous pouvons intervenir sur ces facteurs anthropiques. Cela dit nous devons d'abords estimer le degré de cette influence.

Il est évident que l'homme influence sur son environnement, hélas cette influence est néfaste pour la nature et donc pour l'homme en retour. Nous avons vu dans ce chapitre que les actions prises par l'homme pour améliorer le confort de son vécu participe en effet à aggraver les conditions climatique ce qui rend la situation moins confortable et donc nous sommes piégés dans ce cercle vicieux.

Ce chapitre nous a aidés à prendre conscience des différentes interactions qui se produisent à l'échelle locale entre bâtiment et microclimat, et les différents facteurs intervenant.

CHAPITRE II : DÉMARCHES ET OUTILS

1. Introduction

Après avoir appris consciences des différents facteurs et cause du phénomène d'îlot de chaleur urbain, il est indispensable de faire du travail sur terrain afin de se focaliser sur un aspect et le mettre en évidence. Nous avons choisi donc de se focaliser sur les facteurs anthropiques et leurs influences sur la température du microclimat, ce qui se traduit par la prise de mesure in-situ, mais également voir l'amplitude de leur influence sur la consommation énergétique sur un bâtiment choisi qui est notre cas d'étude.

En effet, Il est indispensable de connaître le climat de la ville dont notre cas d'étude se trouve qui est Alger. Le climat de la ville d'Alger est de type méditerranéen, c'est-à-dire, climat tempéré qui se caractérise par des étés chauds et des hivers doux et humides, le plus souvent pluvieux. La position intermédiaire des régions à climat méditerranéen entre les dépressions tempérées et les anticyclones subtropicaux explique que la saison froide soit humide et soumise à un temps variable et que la saison chaude soit sèche et soumise à un temps peu variable (pour le cas d'Alger c'est la présence de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen sur son flanc sud et de la mer méditerranée au nord qui caractérise son climat). Plus on va vers les pôles, plus la sécheresse estivale est courte et moins marquée ; plus on s'approche de l'équateur, plus la sécheresse estivale dure.⁵⁹

De ce fait, à Alger l'utilisation de la climatisation est un phénomène largement répondu en période estivale, qui demeure en croissance importante.

⁵⁹ MEHAOUED K., (2009). Annexe 03 : Le Climat d'Alger.

2. Présentation du cas d'étude

Notre cas d'étude est une maison individuelle, Une bâtisse qui s'étend sur un seul niveau. Il a une surface de 65m², se situe dans la commune de Hydra - wilaya d'Alger.

Nous avons choisi ce bâtiment pour les raisons suivantes :

- Disponibilité et possibilité d'effectuer des mesures et le relevé ainsi que la prise de photos.
- Nous l'avons choisi grâce à sa simplicité et son étalement sur le niveau du rez-de-chaussée seulement ce qui le rend maîtrisable.
- La catégorie d'immeuble résidentiel (fonction d'habitat) occupe la majeure partie du secteur du bâtiment en Algérie ce qui rend notre cas d'étude un bon échantillon à analyser.
- Il est doté d'une terrasse accessible ce qui nous a permis de prendre des mesures à ce niveau où nous considérons assez loin des facteurs anthropiques (parc automobile).

2.1. Situation

L'habitation se situe dans l'îlot entre la Rue des caves et l'Avenue Merabet Athmane. Accessible à partir de l'Avenue M.Athmane.



Figure 5 : Image satellite démontrant la situation du cas d'étude à Hydra - Alger.

2.2. Descriptif du cas d'étude

Le plan présenté est le résultat d'un relevé effectué dans le site en tenant compte des épaisseurs des parois, matériaux, dimensions des ouvertures, hauteurs sous plafonds, dimensions des pièces.

L'habitation se trouve sur un seul niveau (R.D.C), comporte un séjour et une chambre de 13m² chacune, une cuisine de 8m², des sanitaires de 4m² donnant accès à une caves aéré naturellement de 12m². Des escaliers accessibles de l'extérieur donnent accès à la terrasse.



Figure 6 : Photo de l'Avenue M.Athmane - Hydra.

Un retrait de 1m30 a été prévu à partir de l'accès principal couvert mais bénéficiant d'une aération naturelle.

Le bâtiment est mitoyen à d'autres habitations avoisinantes, du côté Ouest il y a un vide étroit dans nous pouvons voir un escalier menant à la terrasse de cette bâtisse accessible de la rue (Avenue M.Athmane).

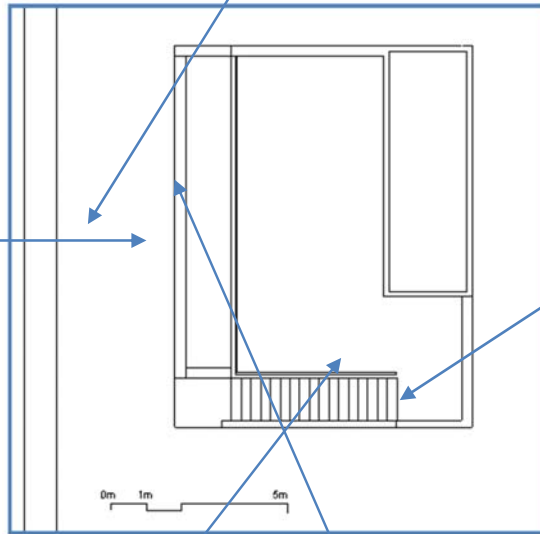
Lors du relevé que nous avons effectué, nous avons pris les dimensions et les positions des différentes ouvertures, car ce sont les points d'échange important entre le bâtiment et l'environnement extérieur.

Cela nous a permis de reproduire fidèlement les éléments architecturaux de cette bâtisse pour avoir des résultats plus précis à l'étape de simulation.

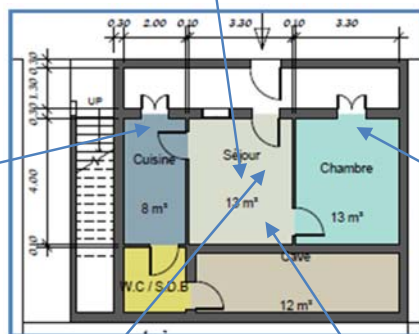
Le tableau suivant démontre les dimensions des différentes ouvertures suivi des photos de ces dernières :

Type	Hauteur (m)	Longueur (m)	Espace 1	Espace 2
Porte	2	0,85	WC / SDB	Cave
Porte	2	0,85	WC / SDB	Cuisine
Porte	2,1	0,85	Séjour	Chambre 1
Porte	2,1	0,85	Séjour	Cuisine
Porte-fenêtre	2,45	0,9	Cuisine	Cour
Fenêtre	1,7	0,9	Séjour	Cour
Porte	2,1	0,9	Séjour	Cour
Porte-fenêtre	2,45	0,9	Chambre 1	Cour
Porte	2	1	Cour	Extérieur

Tableau 2 : Dimensions des ouvertures.



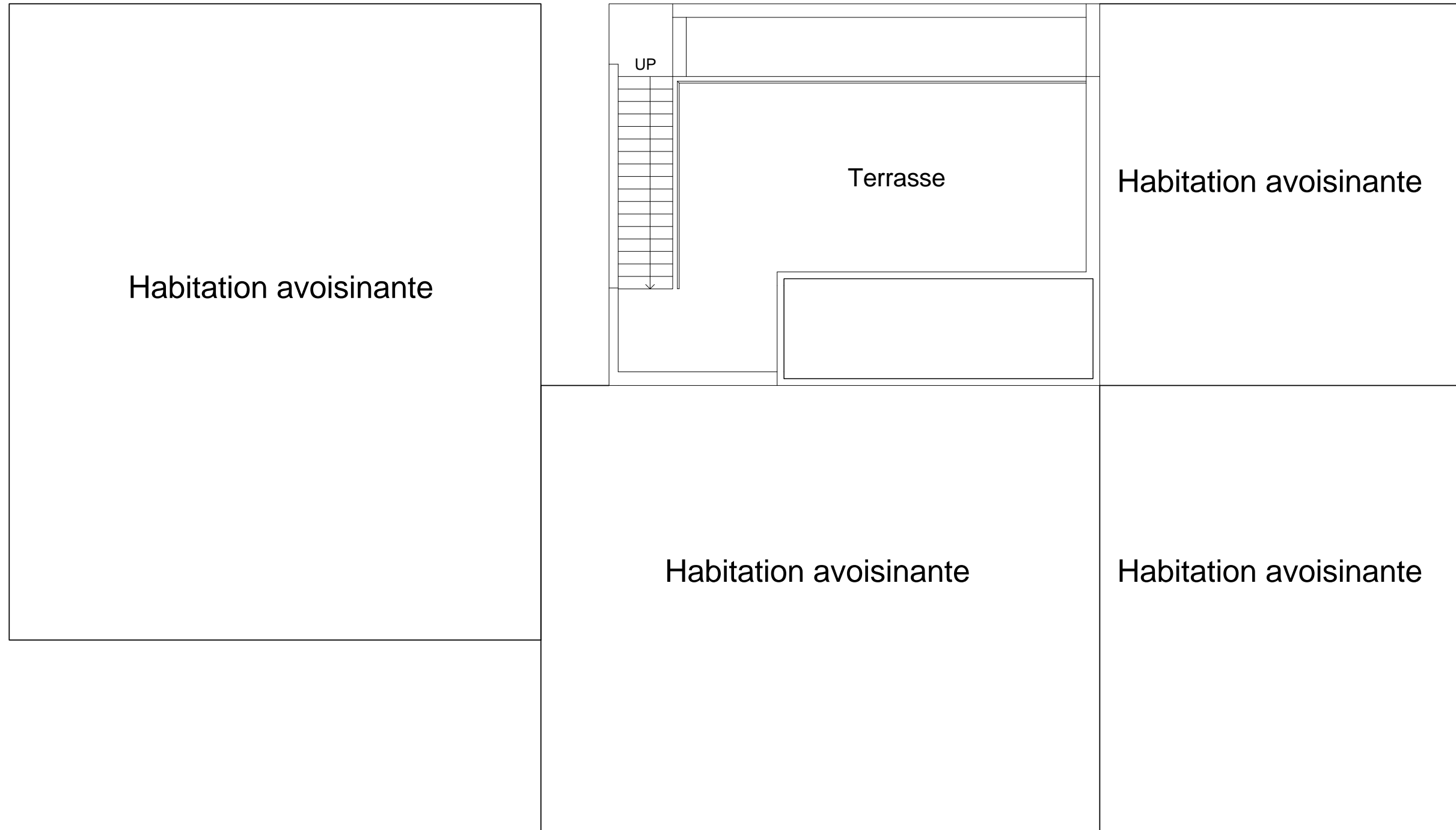
Photos extérieures des différentes ouvertures prises par l'auteur et l'endroit de la prise sur un schéma de plan.



Photos intérieures des différentes ouvertures prises par l'auteur et l'endroit de la prise sur un schéma de plan.



Rue Merabet Athmane.



Habitation avoisinante

Terrasse

Habitation avoisinante

Habitation avoisinante

Habitation avoisinante

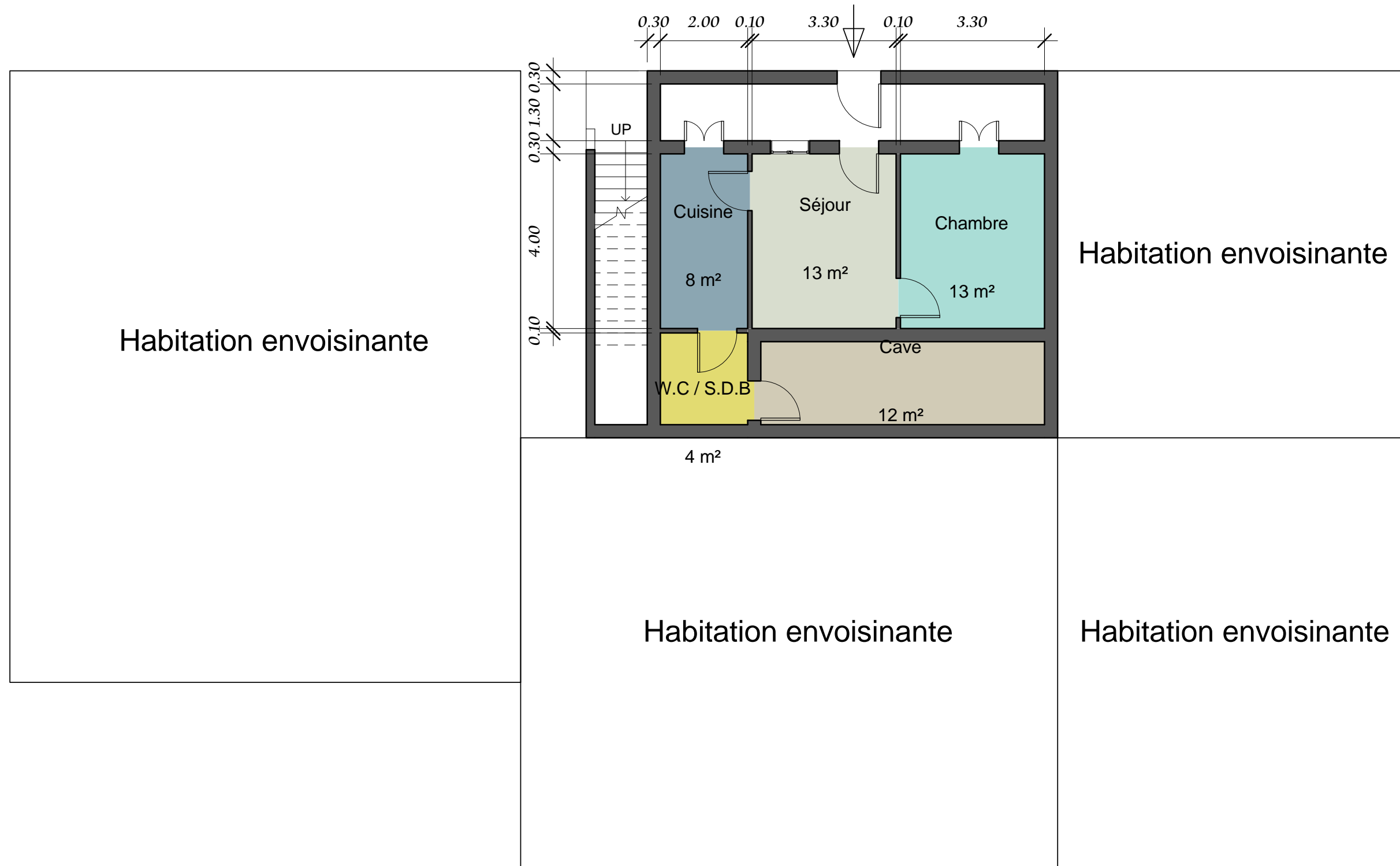
1

Site
1 : 100

Plan Masse (1/100)

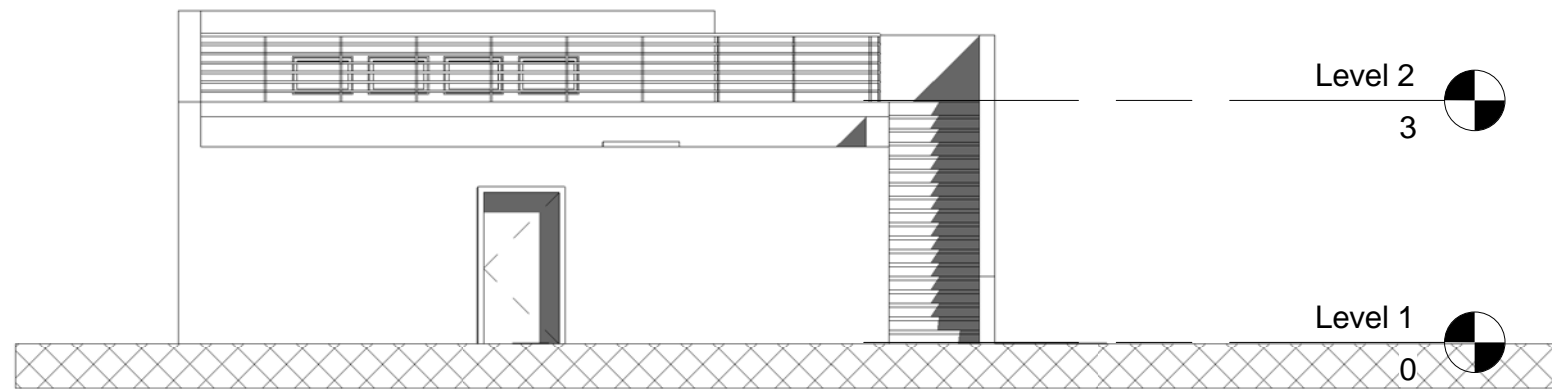


Rue Merabet Athmane.



2 Level 1
1 : 100

Plan du R.D.C (1/100)

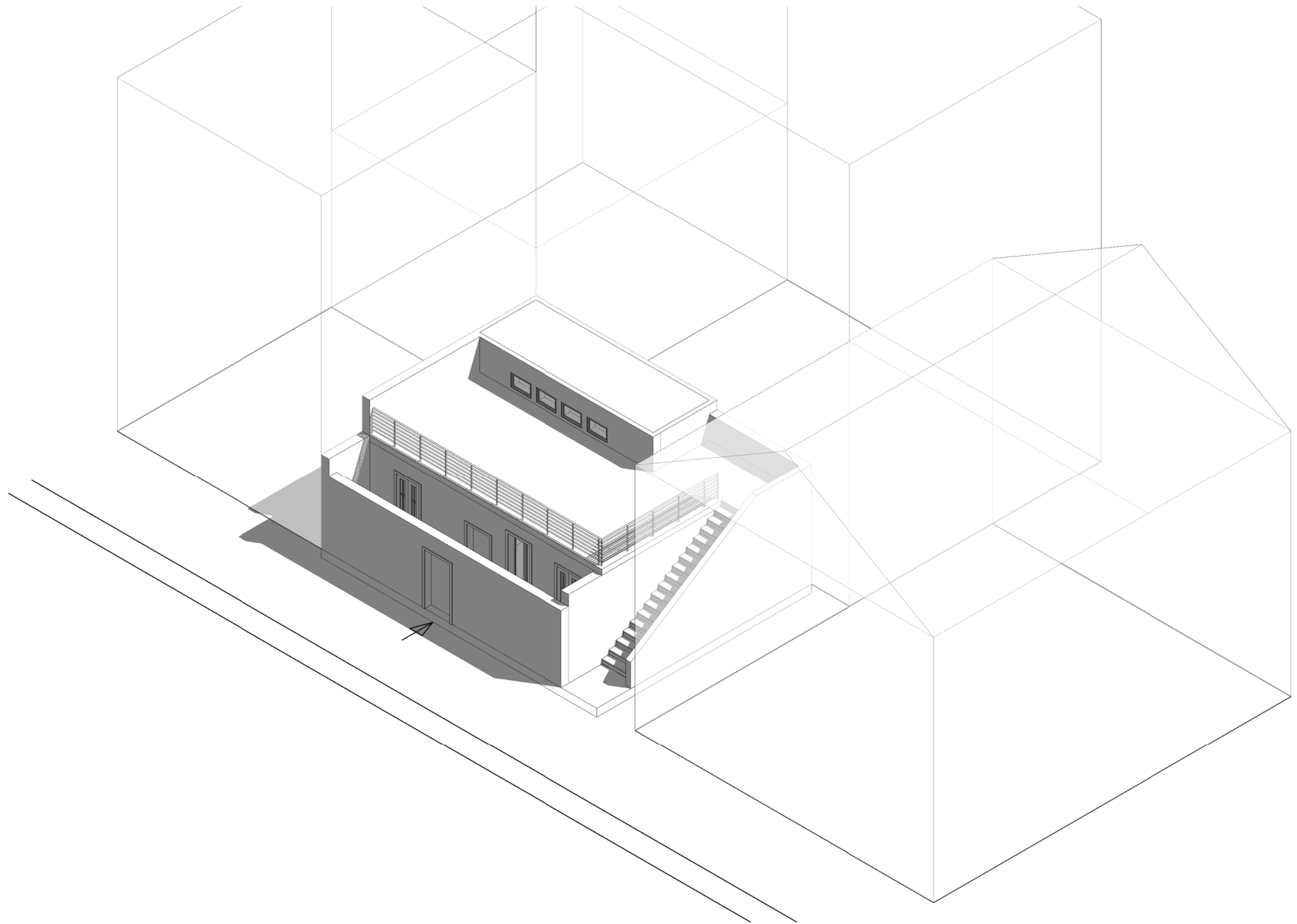


1

Façade principale

1 : 100

Elevation (1/100)



Axonométrie

3. Modélisation du cas d'étude

3.1. Présentation du logiciel de modélisation

Nous avons utilisé le logiciel Autodesk Revit Architecture, c'est un logiciel de modélisation intelligent (BIM : Building Information Modeling) qui intègre les propriétés de chaque élément de construction avec sa géométrie. Il permet en effet la modélisation en 3D ainsi que l'identification de chaque élément en tant qu'élément réel tels que : Mur, fenêtre, porte, plancher, ...etc. ⁶⁰

3.2. Le choix du logiciel

Nous avons choisi Revit Architecture pour plusieurs raisons :

- Compatibilité totale avec le logiciel de simulation Ecotect Analysis puisque les deux logiciels viennent de chez le même créateur Autodesk.
- Facilité d'utilisation.
- Création de chambre dont la surface et le volume seront calculés automatiquement et seront exportées pour la simulation en tant que zones thermique, ce qui nous donne une meilleure précision.
- Disponibilité gratuite aux étudiants, enseignants et chercheurs.

4. Mesures in-situ

4.1. Protocole

Pour les mesures sur site nous avons prévu une journée dont les prévisions météorologiques étaient représentatives d'une journée plutôt chaude, le 09 Novembre 2012, les mesures ont été prises durant 18h de 06 du matin jusqu'à 00h (Minuit) avec des intervalles de 1h entre chaque mesure.

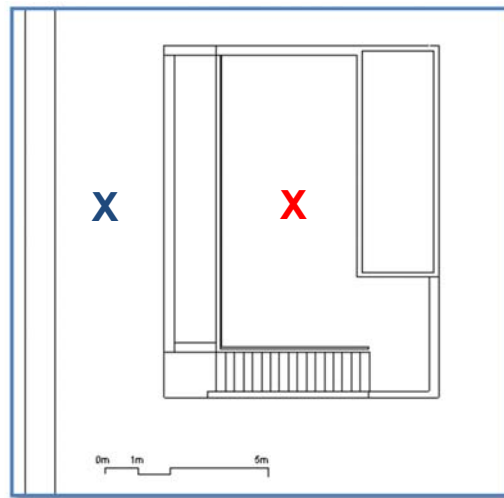
Nous avons mesuré deux paramètres : La température de l'air (exprimé en °C) et l'humidité exprimée en (%). Au niveau de deux endroits différents : La toiture-terrasse du bâtiment, où nous n'avons pas une présence de chaleurs anthropiques importante et au niveau de l'axe de la rue

⁶⁰ Site officiel du concepteur du logiciel : www.autodesk.com

avoisante à notre immeuble (L'Avenue Merabet Athmane), cette avenue est utilisée comme parking le matin et témoigne d'une circulation de voitures assez intense durant la journée.

Les données collectées seront ensuite introduites dans un logiciel de simulation (Autodesk Ecotect Analysis).

Les points de mesures sont montrés sur les 2 schémas suivants :



X : Point de mesure Terrasse.
X : Point de mesure Axe de la rue.

Figure 7 : Endroit des mesures en plan.

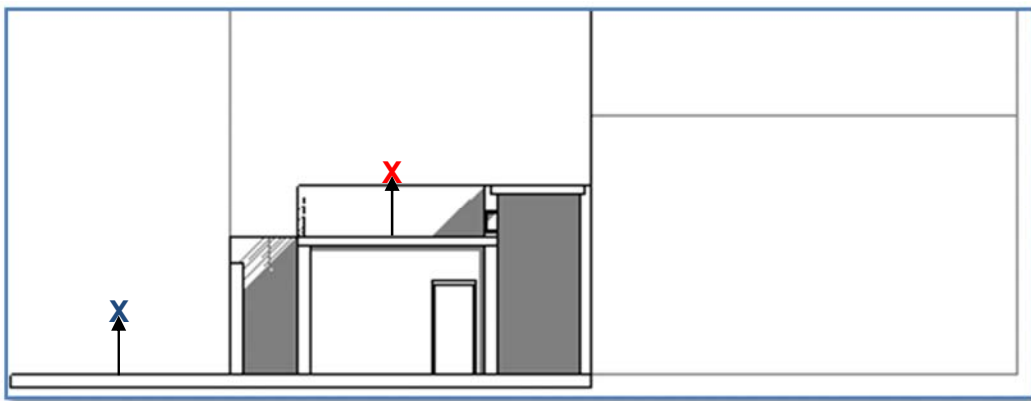


Figure 8 : Endroit de mesure sur une coupe schématique.

L'appareil de mesure était sur une hauteur de 1m50 du sol lors de la mesure.

*Ces mesures ont été prises avec l'aide d'un outil de mesure : Testo 635.⁶¹

⁶¹ Testo 635 : Disponible au laboratoire Architecture et environnement (LAE) à l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme (EPAU) d'Alger.

4.2. Présentation de l'outil de mesure (Testo 635)

Le Testo 635 est un instrument de mesure de l'humidité de l'air, de l'humidité et de point de rosée ainsi que la température d'air. Les caractéristiques d'humidité peuvent être enregistrées dans la mémoire de l'instrument et analysés ou affichés dans les graphiques et tableaux. L'appareil supporte jusqu'à 3 sondes de température ou d'humidité.



Figure 9 : Testo 635

Le choix de cette instrument s'est basé sur :

- Disponibilité de l'instrument au niveau du laboratoire LAE à l'EPAU.
- Mobilité et efficacité, en effet le Testo 635 assure des résultats assez précis et peut facilement être déplacé sur site et offre une grande facilité de maniabilité.
- Assure les deux paramètres dont nous nous basons sur notre recherche, qui sont ; la température de l'air, et l'humidité.

5. Préparation pour la simulation

5.1. Protocole

Après la modélisation de notre cas d'étude, et l'introduction des informations spatiales via Autodesk Revit Architecture.

1. Nous procédons avec l'exportation de ce modèle géométrique contenant des informations spatiale à notre outil d'analyse Autodesk Ecotect Analysis via le format (.gbxml) qui est disponible à travers (Bouton R > Export > .gbxml > sauvgarder le fichier gbxml).

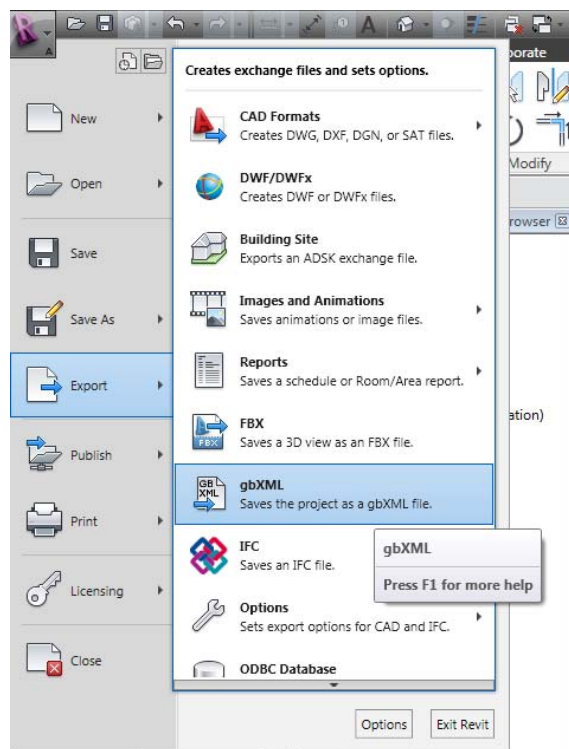


Figure 10 : Exportation d'un modèle géométrique pour l'analyse.

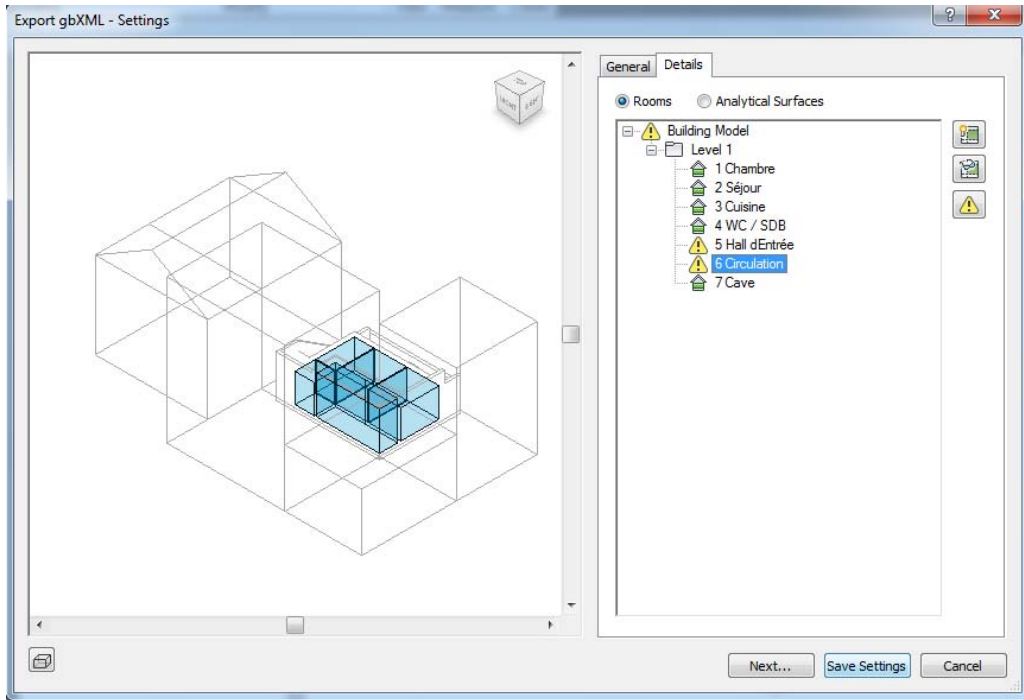


Figure 11 : Exporter un fichier Gbxml via le menu principale de Revit.

Revit Architecture va donc détecter les zones (espaces fermés) créés et les énumérer comme sur la figure, les zones avec des triangles jaunes sont des zones qui ne sont pas fermés (impossible de calculer leur volumes).

2. On clique sur le bouton « Next » (Suivant) pour enregistrer le fichier « .xml », c'est ce fichier qui va être importé dans le logiciel de simulation qui comprend toutes les données du cas d'étude.

5.2. Présentation de l'outil de simulation

Le logiciel d'analyse de conception HQE Autodesk® Ecotect™ Analysis est un outil complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail. Ce logiciel offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse de l'énergie des bâtiments qui peut améliorer les performances des bâtiments et des nouveaux projets de bâtiments. Les fonctionnalités d'analyse de consommation d'énergie, d'eau et d'émission de carbone intègrent des outils qui vous permettent de visualiser et de simuler les performances d'un bâtiment de son environnement.⁶²

⁶² Site officiel du logiciel : <http://www.autodesk.fr/adsk/servlet/pc/index?siteID=458335&id=15062033>

5.3. Le choix du logiciel

Notre choix s'est fixé sur Ecotect Analysis pour plusieurs raisons :

- Son efficacité et ergonomie d'utilisation.
- Il a été conçu pour les ingénieurs et architectes, avec des fonctions avancées et leur représentation simplifiées.
- Possibilité de représentation directe des résultats en graphes, tableaux ou graphiquement sur le cas d'étude.
- Possibilité d'accès gratuite à tous les étudiants, enseignants, et chercheurs.
- Facilité de modification des données climatiques de chaque heure pour tous les paramètres possibles (température, humidité, vitesse du vent,...etc.).
- Compatibilité avec une grande variété des logiciels de modélisation les plus courants (Autocad, 3ds max, Revit, Rhino, Sketch up,...etc).

6. Conclusion

Afin d'avoir des résultats assez proche de la réalité, il est impératif de combiner entre plusieurs méthode afin de bénéficier de la rigueur de chacune, ainsi nous avons combiné entre les mesures de température et d'humidité selon un contexte bien précis, pour des scénarios visés. Pour ensuite alimenter le processus de simulation par des données réels appliquées à un cas d'étude choisi.

De cette manière nous avons vu qu'afin de réaliser une simulation authentique nous somme passer par différentes étapes.

En effet, le développement technologique nous permet de simuler plusieurs scénarios complexes pour une situation précise pour pouvoir enfin ressortir les avantages et inconvénient de chaque option, ou de vérifier des résultats auxquels nous nous attendions ou pas. Cela se fait grâce aux multiples logiciels misent à la portée de professionnels du bâtiment (architectes et ingénieurs).

CHAPITRE III : SIMULATION ET INTERPRETATION

1. Introduction

Grâce à l'évolution technologique de l'outil informatique et sa démocratisation, il est désormais possible d'effectuer plusieurs simulations sur un modèle numérique donné. Cette simulation comporte plusieurs aspects (thermiques, visuels, acoustiques,...etc.). Cela s'applique sur un bâtiment déjà construit ou lors de la conception architecturale qui servira donc à une sorte d'aide pour les designers afin d'essayer plusieurs possibilités et choisir l'optimale d'entre elles.

Les différents logiciels de simulation pour le domaine du bâtiment disponibles sur le marché diffèrent sur plusieurs aspects, selon leur difficulté, les professionnels auxquels ils sont destinés, leurs limitations et l'ergonomie de leurs utilisations. Pour notre recherche nous avons choisi Autodesk Ecotect Analysis pour des raisons déjà citées dans le chapitre précédent mais nous soulignons bien le fait qu'il soit conçu pour les architectes afin d'introduire et communiquer des données assez complexes facilement et aisément.

Nous nous focalisons sur la consommation énergétique du bâtiment choisi, nous avons pris la température de l'air et le taux d'humidité de l'air comme paramètres principaux pour notre simulation.

2. Protocole de simulation

1. Nous devons importer le fichier « .gbxml » qu nous avons exporté de Revit Architecture (v2011), dans le menu File>Import>Model/Analysis Data...

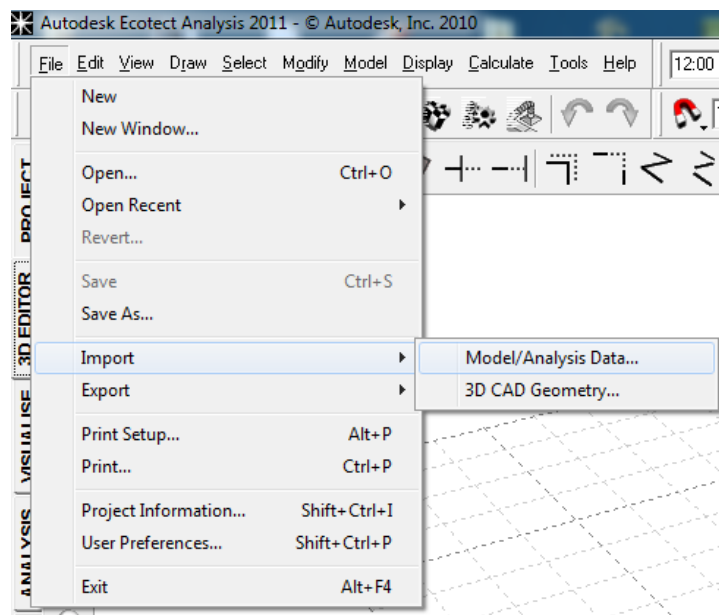


Figure 12 : Importation du fichier gbxml dans l'environnement Ecotect.

2. Dans la fenêtre qui s'affiche, changer le type de fichier à choisir vers : green building studio XML et naviguer vers le dossier ou se trouve votre fichier « .gbxml ».

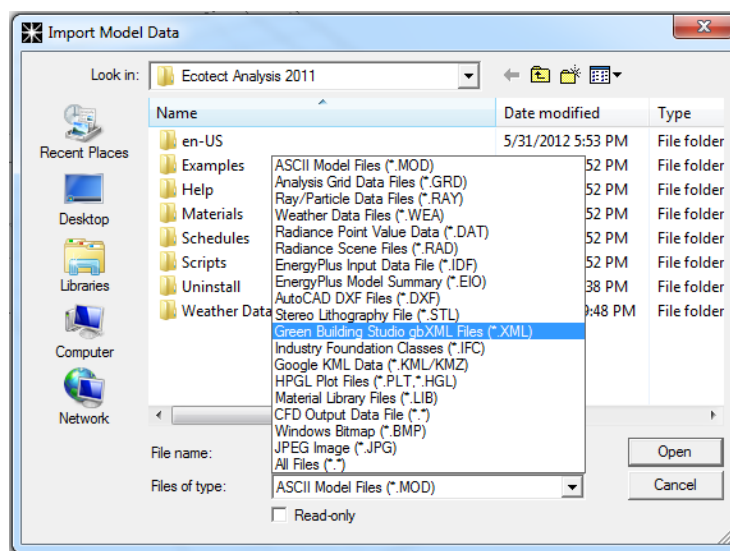


Figure 13 : Changer l'extension du type de fichier à importer vers "Gbxmli".

3. Le modèle après l'importation devient de la géométrie primitive mais garde tous ses aspects tels que l'épaisseur qui lui est attribué. Néanmoins nous avons constaté que nous avons besoin de redéfinir les matériaux des parois dans Ecotect. **(Voir : Figure -14-)**

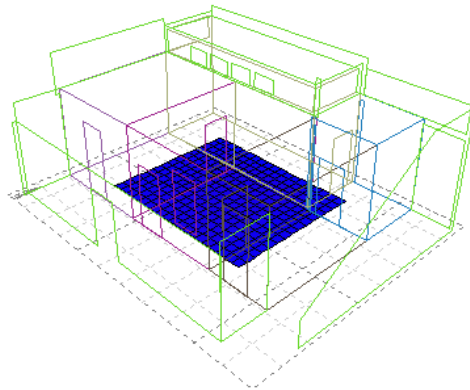


Figure 14 : Modèle des zones thermiques sur Ecotect Analysis.

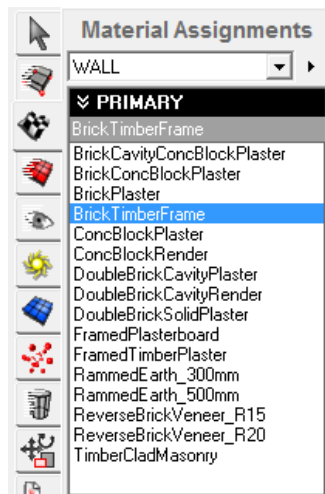


Figure 15 : Attribution des matériaux des différentes parois.

Nous avons attribué les matériaux de toutes les parois selon ce qui conviendrait, nous pouvons même créer de nouveaux matériaux si les choix proposés ne correspondent pas à notre cas. **(Voir : Figure -15-)**

4. Nous avons pu obtenir un fichier de données climatiques globales pour Alger. Ce fichier comporte la moyenne des paramètres climatique des 3 dernières années, obtenu en ligne.⁶³

L'extension du fichier de données climatiques est «DZA_Algers.603900_IWEC.epw », tandis que Ecotect reconnais le fichier « .wea » alors nous avons convertis ce fichier en « .wea » du « .epw » grâce à l'outil Weather Manager intégré avec Ecotect Analysis comme suit :

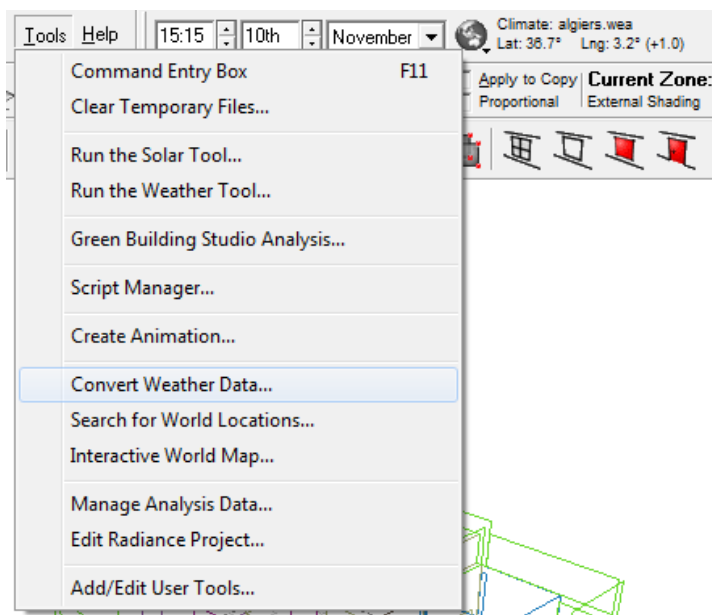


Figure 16: Accéder au Weather Manager tool pour convertir le fichier de données climatiques.

5. Dans le Weather Manager tool, dans le menu File>Open pour ouvrir un fichier de données climatiques, ensuite naviguez dans le répertoire qui contient le fichier « .epw » et l'ouvrir.

⁶³ Site officiel du "U.S Department of Energy" :
http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data2.cfm/region=1_africa_wmo_region_1

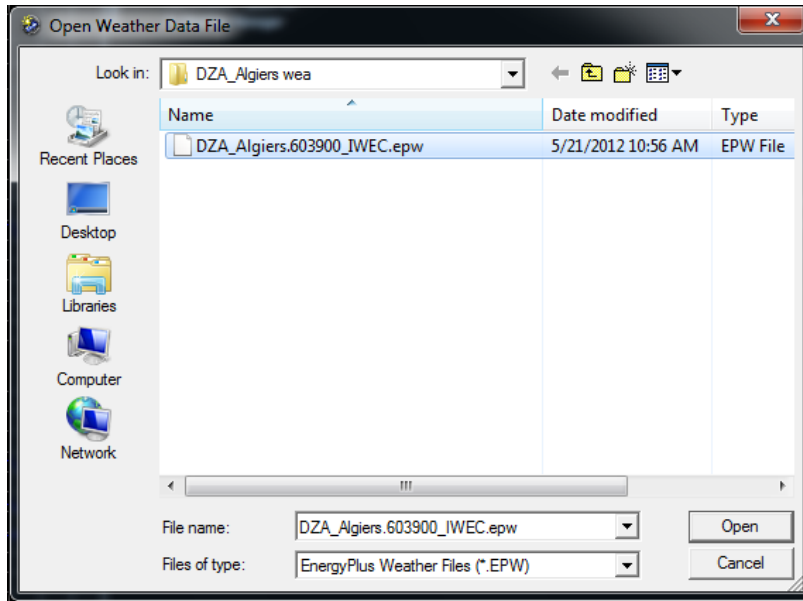


Figure 17: Importer le fichier ".epw" dans Weather Manager tool.

6. Nous avons convertis le fichier en un fichier « .wea » comptable avec Autodesk Ecotect Analysis 2011, en enregistrant le fichier « .epw » sous l'extension « .wea » en allant du menu File > Save as > et choisir le type de fichier « .wea » ensuite nommée le fichier et l'emplacement désiré, **(Voir : Figure -18-)**

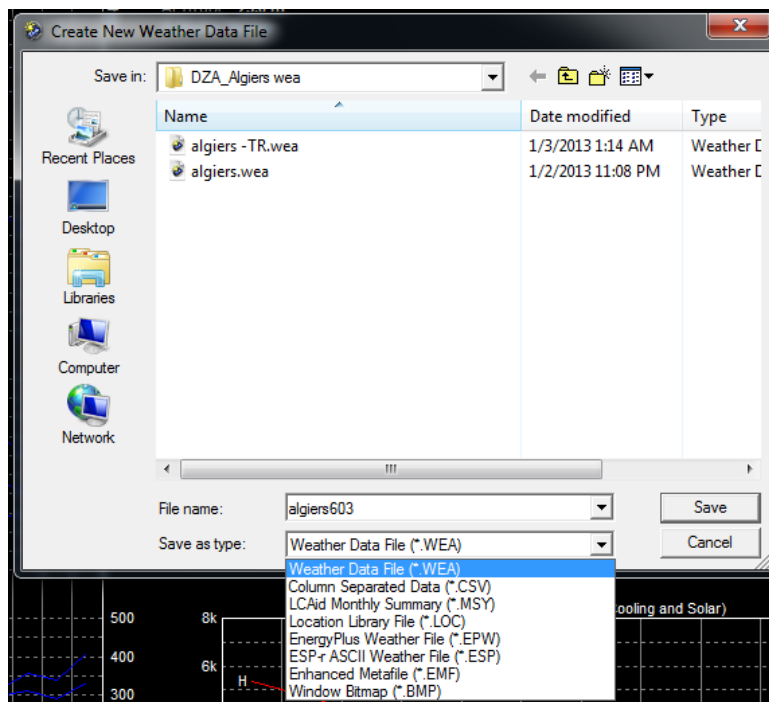


Figure 18: Enregistrement des données sous un fichier ".wea".

- Une fois que nous avons obtenu le fichier de données climatiques en « .wea » nous l'avons chargé pour qu'il soit opérationnel pour une simulation du cas d'étude.

Comme le démontre la Figure 16, Icone du Globe > Load Weather File...> naviguez vers l'emplacement du fichier « .wea » obtenues après conversion et sélectionnez-le.

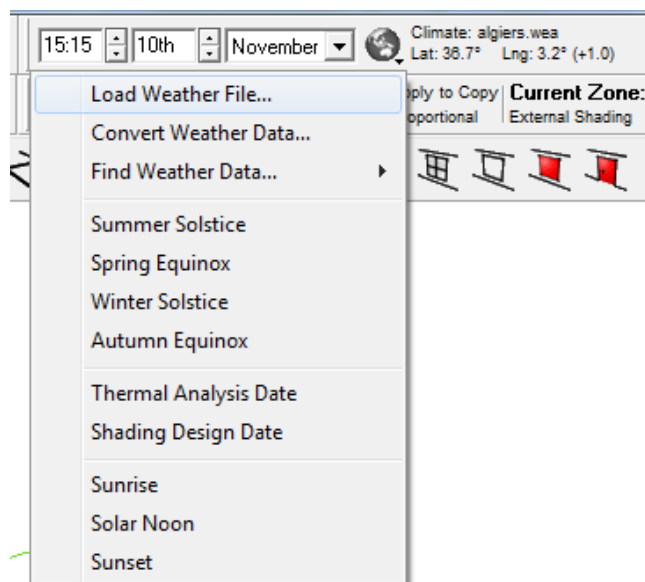


Figure 19 : Chargement d'un fichier de données climatiques.

- Modification du fichier climatique pour entrer les données de températures d'air et d'humidité obtenues lors des mesures in-situ.

Dans le Weather Manager Tool, sous l'onglet "Hourly Data" > Edit Hourly Data.

Une fenêtre avec les données de chaque heure pour une journée précise (Notre cas le 09 Novembre 2012) s'affiche donc, dans le tableau en bas nous avons modifié les valeurs prédéfinies avec celles que nous avons obtenues. (Voir : Figure -20-)

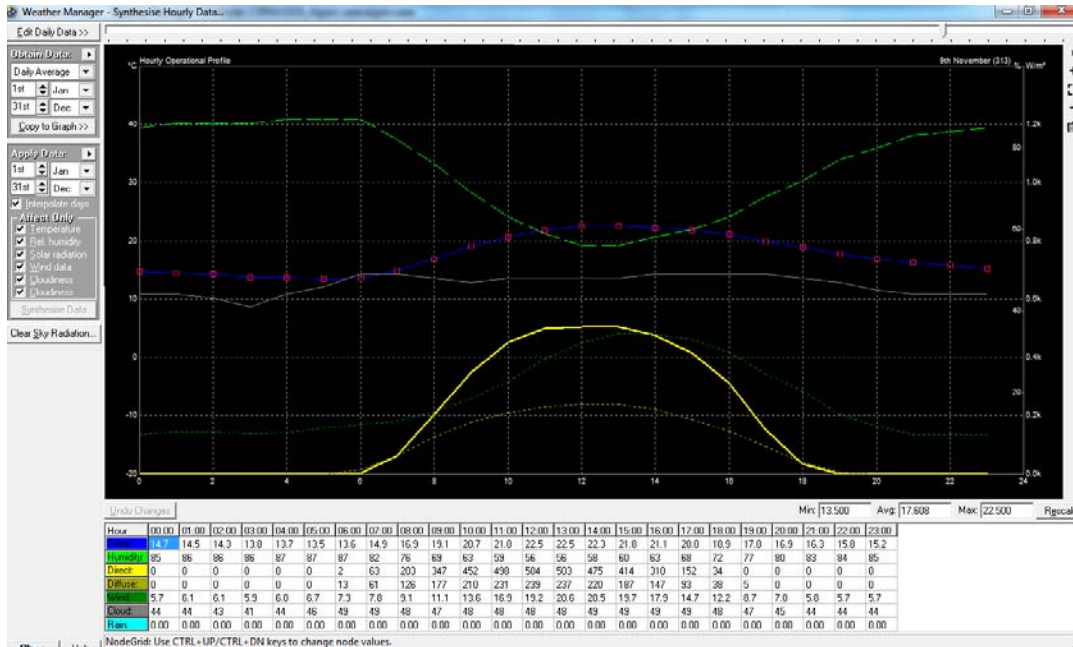


Figure 20 : Édition des données horaires du fichier climatique.

9. Nous avons sauvegardé deux fichiers de données climatiques différents, l'un avec les données obtenues au niveau de la terrasse et l'autre au niveau de l'axe de la rue M. Athmane.
10. Nous pouvons à présent attribuer les propriétés thermiques des zones, en d'autres termes leur comportement (si elles sont chauffées, climatisées, en système mixtes, ou seulement sous ventilation mécanique) afin de calculer la consommation énergétique nécessaire pour rétablir la température dans la zone de confort que nous avons fixé à être entre 18 et 22°C.

Dans l'onglet vertical « Analyse », sous l'onglet horizontal en bas de l'écran « Thermal Analysis », nous choisissons : Zone Settings pour accéder aux différents paramètres de chaque zone.

Dans la fenêtre qui s'affiche intitulé « Zone Management » sous l'onglet Thermal Analysis nous changerons les paramètres suivants :

- Active system: Full air conditioning.
- Thermostat range: Lower band: 18°C / Upper band: 22°C.
- Hours of operation : On : 0h / Off: 24h (**Voir : Figure -21**)

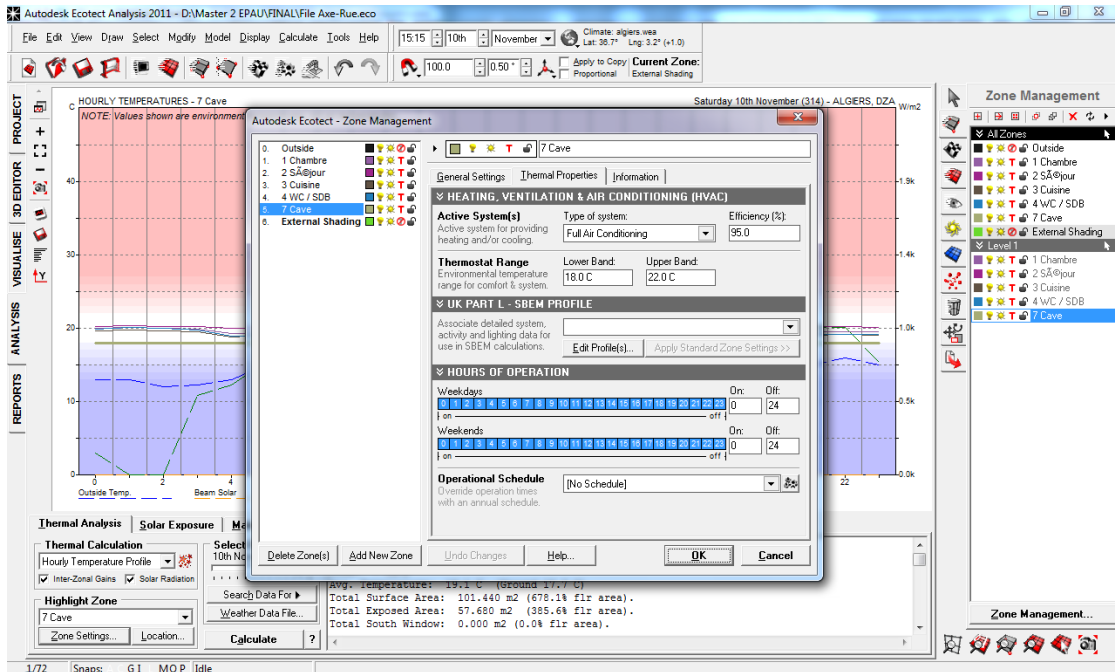


Figure 21 : Gestion de zones thermiques.

11. Nous pouvons entamer la simulation, dans l'onglet « Ressources consommation », nous avons choisi « Daily energy use » et nous sélectionnons du 09 Novembre au 10 Novembre pour afficher les résultats pour la journée du 09 Novembre seulement. Et enfin « Calculate » pour avoir les résultats. **(Voir : Figure -22-)**

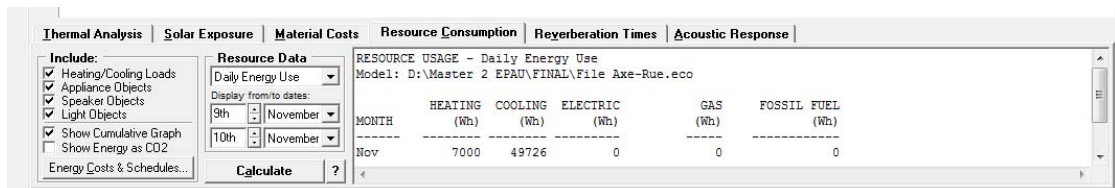


Figure 22 : Paramètre de la simulation de la consommation d'énergie.

12. Nous allons obtenir des résultats pour chaque zone thermique (Chambre), et la totalité des espaces sous climatisation.

Nous avons refait le même processus avec l'autre fichier de données climatiques (c'est-à-dire celui qui comporte les températures et humidité mesurés au niveau du toit-terrasse).

A la fin de la simulation nous avons interprété et comparé les résultats obtenus.

3. Résultats obtenus

Consommation énergétique de toute l'habitation : 20912 (Wh)
 (Mesures pris au niveau de l'Axe de la rue M. Athmane).

Consommation énergétique des différentes zones :

Zone	Séjour	Chambre -1-	Cuisine
Consommation (Wh)	6291	8138	6483

Tableau 5 : Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation.

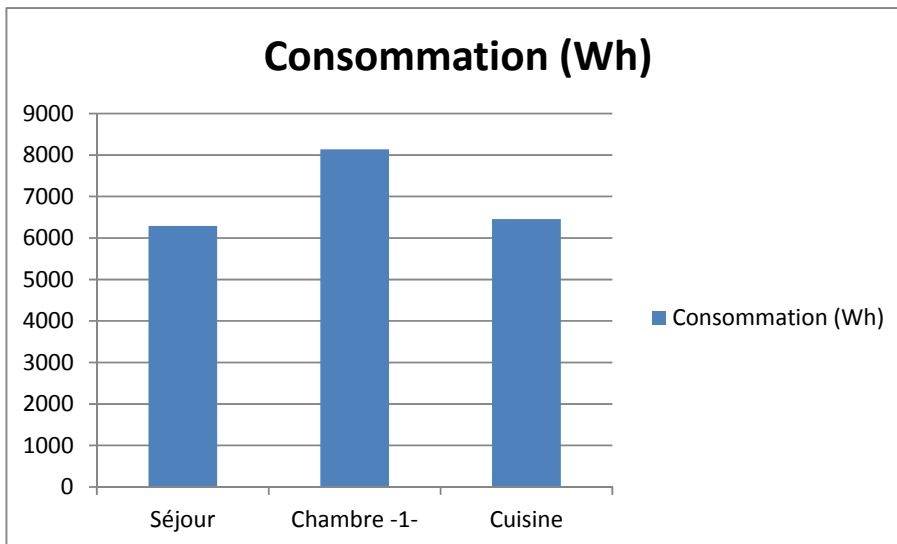


Figure 23 : Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation.

Consommation énergétique de toute l'habitation : 20827 (Wh)

(Mesures pris au niveau de la terrasse).

Consommation énergétique des différentes zones :

Zone	Séjour	Chambre -1-	Cuisine
Consommation (Wh)	6257	8113	6457

Tableau 6 : Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation.

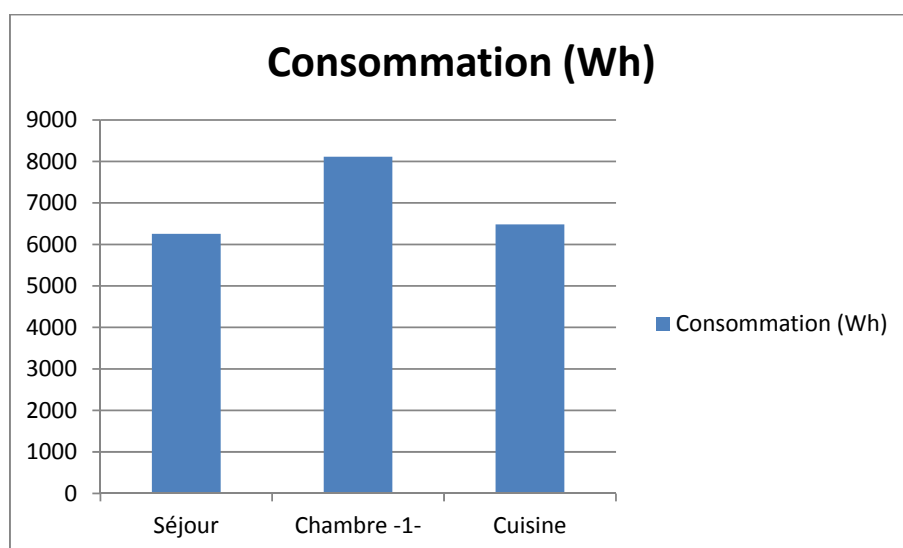


Figure 24 : Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation.

Comparaison entre les deux scénarios :

Zone	Séjour	Chambre -1-	Cuisine	Total
Consommation (Wh) -Terrasse-	6257	8113	6457	20827
Consommation (Wh) -Axe de la rue-	6291	8138	6483	20912
Δ Différence	34	25	26	85

Tableau 7 : Différence de la consommation énergétique entre les deux scénarios.

La différence totale entre la consommation par rapport aux mesures pris sur le toit-toiture et l'axe de la rue est de : 85Wh durant une journée.

4. Interprétation des résultats

Nous constatons que chaque zone thermique (Espace) a sa propre consommation énergétique pour atteindre un confort thermique optimale, cela dépend de son éloignement de la source de chaleur et son volume.

En comparant les résultats des simulations A et B nous constatons que la consommation énergétique dans la simulation A (Axe de la rue) est plus grande que celle du toit-terrasse.

Dans le premier cas (A) nous avons un total de 20912 Wh pour maintenir la température intérieure de tous les espaces dans la zone de confort prédéfinie (18 à 22°C) pour la journée du 9 Novembre 2012.

Dans le deuxième cas (B) ou nous avons pris les mesure au niveau du toit-terrasse du bâtiment, nous aurons besoin de 20827 Wh d'énergie pour maintenir toute l'habitation dans la même zone du confort thermique.

Ceci dit, les besoin énergétique sont moins élevés dans le cas où nous prenons les températures extérieures au niveau de la terrasse, cela est dû aux chaleurs anthropiques produites par les véhicules.

La présence de ces chaleurs anthropiques a eu une influence sur le microclimat environnant à notre bâtiment ce qui le rend plus gourmand en termes de consommation d'énergie.

5. Conclusion

Effectivement, les chaleurs anthropiques ont un effet direct sur le confort thermique des usagers, participent directement au réchauffement des microclimats ce qui peut mener au phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Le réchauffement du microclimat urbain provoque une hausse sensiblement élevée en consommation énergétique des bâtiments. Cette dernière nécessaire pour rétablir la température intérieure dans la zone thermique conformable aux usagers, ce qui mènera cette entité thermique à un cycle vicieux de gains de chaleur, refroidissement nécessaire, et production de chaleur à son tour.

Dans notre cas d'étude nous avons remarqué qu'il y a un surplus de chaleur généré principalement par le parc automobile présent au niveau de la rue Merabet Athmane (lieu de prise des mesures). Bien que le jour des mesures était un Vendredi (Week-end dans le système Algérien) donc un flux moins important par rapport aux autres journées de semaine, mais qui reste remarquable.

Dans ce chapitre nous avons élucidés les différentes étapes de simulation de la consommation énergétique d'un bâtiment dans un milieu urbain tout en tenant compte de son microclimat. Ainsi nous avons pu estimer le degré d'influence des facteurs anthropiques dans le réchauffement microclimatique.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

L'îlot de chaleur urbain est un phénomène qui prend rapidement de l'ampleur, peut avoir des effets négatifs sur l'homme, l'environnement et l'économie. L'être humain provoque l'un des facteurs principaux qui cause ce dernier.

Nous avons pu constater lors de cette analyse que les chaleurs anthropiques étaient assez élevées pour prendre en compte, nous pourrions principalement proposer quelques solutions, comme : Améliorer l'isolation des parois extérieures pour diminuer les déperditions de chaleur,...

De nos jours, la démocratisation de l'outil informatique et la vulgarisation de son utilisation le rend un élément très performant pour les professionnels. En effet, nous avons constaté qu'il est possible de simuler des phénomènes assez complexes par des méthodes simples.

Dans le but d'aider les futurs architectes à se familiariser avec l'un des outils disponibles afin de concevoir une meilleure architecture qui tient compte de son environnement et diminue son impact néfaste, pourquoi pas à zéro?

Nous savons que la consommation énergétique est une des préoccupations primordiales des grands mouvements politiques mondiaux, ainsi elle représente une clé du développement et un élément qui peut assurer la stabilité économique d'un pays et sa prospérité.

D'une autre part, le savoir-faire et le génie de l'homme, peut rendre cette énergie propre et respectueuse à son environnement. Si nous améliorons la manière de laquelle nous consommons, nous bâtissons. Des petits changements peuvent avoir un grand impact sur une plus grande échelle.

D'où le choix de l'échelle microclimatique et l'îlot urbain comme échelle d'étude, nous pensons qu'à partir de cette échelle si nous réduisons la consommation et l'émission de gaz carbonique nous pouvons également influencer d'autres échelles plus importantes.

L'étude faite se résume par la validation d'hypothèse de l'influence des facteurs anthropiques sur le microclimat en faisant augmenter la température d'air, et donc augmente la consommation énergétique requise pour rétablir la température intérieure dans une zone confortable.

Nous pouvons à partir de là ouvrir d'autre perspectives de recherche, dans le même sujet du microclimat et la consommation énergétique tels que : l'isolation du bâtiment, changements à opérer pour rendre un bâtiment plus performants et toutes les perspectives que peut intégrer un sujet pareil, tout en restant dans le même but d'améliorer la technologie humaine en architecture pour servir l'homme et son environnement avant tout.

On a deux voies à développer par la suite : la conception de système de simulation plus avancées pour l'architecture. Cela dans le but d'ajouter des paramètres d'analyses pour augmenter la précision des résultats et les fonctionnalités disponibles. Et la compréhension des différents facteurs intervenant et leur comportement vis-à-vis le bâtiment et comment peut-on rendre l'abri humain plus performant pour ne pas avoir recours à une consommation gourmande en énergie.

ANNEXES

Annexe -1-

When restoring or renovating old buildings, it is essential to be able to determine quickly whether windows and walls are losing heat. Only this way can energy costs be saved and restoration measures efficiently implemented.

The most important value in the thermal evaluation of components is the U-value. Previously, you had to calculate this value manually. Today this is dealt with by **the multi-function humidity and temperature measuring instrument [testo 635](#)**, in the shortest possible time directly on site.



The advantages of the humidity and temperature measuring instrument [testo 635](#):

- Evaluate restoration measures quickly and without error.
- Save time thanks to the automatic calculation of the U-value.
- Attach probes securely, even at difficult-to-access places.
- Store data in the instrument and evaluate on a PC.
- Print out reports of services provided on site.

Fast results with the humidity and temperature measuring instrument [testo 635](#):

You no longer have to estimate the thickness and consistency of a component. Simply measure the parameters relevant for the U-value – air and wall surface temperature indoors, as well as temperature outside, and **obtain the result in three steps**:

1. Position wireless probe for recording the outside temperature. The probe transfers the measurement values to the instrument in the room by radio.
2. Record the surface temperature inside using the patented U-value probe, by attaching the three wires of the probe to the inside wall with putty.
3. The air temperature is determined by a sensor in the probe plug.

[Testo 635](#) does the rest. The instrument shows the U-value directly in the display. Complicated manual calculations are unnecessary. Make old walls talk!

With the further probes available for the [testo 635](#) you test and analyze air humidity, material moisture and the pressure dew point in compressed air systems.

Source : Présentation de l'instrument : site officiel : www.testo.com

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES:

- **ESCOURROU, G.** (1983) « Le climat et l'environnement, les facteurs locaux du climat ». Ed. Masson, Paris.
- **GAUZIN-MÜLLER D.** (2002) « *L'architecture écologique d'aujourd'hui, 29 exemples Européens* », Edition Le Moniteur 285p.
- **GUYOT. Gérard,** (1999) *Climatologie de l'environnement Cours et exercices corrigés* Paris: ED DUNOD, p287
- **MAILLET. Pierre et CASSETTE CARRY.** (mai 1989), Martine, *L'énergie*, Série que sais-je? Paris: Presses Universitaires de France, 7ème édition refondue, p17.
- **MICALLEF J, PEREZ G, JOURNET Y.** (2007), « Pollution atmosphérique ».
- **PÉCHOIN, D. et DEMAY, F.** (1988) « Petit Larousse en couleurs ». Ed. Inc., France. p.232.
- **SERGE Salat,** «*Développement urbain durable, chine*», CTSB-DRAST p.05.
- **TABEAUD. Martine** (2000), *La climatologie*, Paris: Edition ARMAND COLIN, p 156-157.

THÈSES, MÉMOIRES, RAPPORTS ET ARTICLES DE RECHERCHES :

- **ALEXANDRI E., JONES P.** (2006b) « Sustainable Urban Future in Southern Europe – What about the Heat Island Effect? », ERSA2006, 30/8-3/9/2006, Volos, pp.1-6.
- **ANQUEZ P et HERLEM A,** (2011), « Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions ». p.06.
- **ATTIK, T.** (2011) « *Les toitures végétalisées à Alger : Pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen* » Mémoire de magistère .p13.
- **BENAZOUZ et BELHIRECHE,** (1996), In acte du séminaire sur « *L'économie de l'énergie pour l'habitat en grand nombre* », Alger 18/19 Novembre 1997. (Cité dans : Mémoire Mme. Medjalekh, p.14)
- **BOUYER J.,** (2009) «*Modélisation et simulation des microclimats urbains : Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments*». Thèse de doctorat, ENSA de Nantes, France. p10.
- **BOZONNET E.,** (2006), « *Les microclimats urbains et la demande énergétique du bâti* », XXIVème Rencontres Universitaires de Génie Civil 2006.
- **CLAVERIE R, BOUYER J, DURICKOVIC I et MOUTTON M,** (08 juillet 2011), « *Caractérisation de l'îlot de chaleur urbain par mesure dynamique embarquée : premiers résultats sur la ville de Nancy* », Article de recherche, Colloque 07 et, Université Paul Verlaine - Metz, France.
- **Environmental Protection Agency (EPA),** (2011), «*Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*» p.15.
- **GIGUÈRE M.,** (2009), *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Institut National de Santé publique du Québec. p.09.

- **LOPES C. et al**, (2001) « Managing the Growth of the Demand for Cooling in Urban Areas and Mitigating the Urban Heat Island Effect » (www.cenerg.ensmp.fr).
- **MANSOURI O**, (2008), « L'influence de la réflectivité des matériaux (albedo) sur la modification du microclimat et le confort thermique extérieur dans un canyon urbain ». Mémoire de magistère. p15.
- **MEDJELEKH J**, (2006) : « impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment », Université de Constantine, mémoire de magistère. p.09.
- **MEHAOUED K**, (2009). « Impact des bâtiments de verre sur l'environnement thermique et lumineux des espaces extérieurs environnants ». Mémoire de magistère.
- **Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable**, Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, Plan climat 2004.
- **Ministère de l'Energie et des Mines Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie**, Chiffres clés Année 2005.
- Présentation : « Programme villes et bâtiments durables » par ANR – France, p.2.
- **S. ASSYL**, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004, p30.
- **SAKHY A, MADELIN M et BELTRANDO G**, (Février 2011), « Les échelles d'étude de l'îlot de chaleur urbain et ses relations avec la végétation et la géométrie de la ville (exemple de Paris) » Article de recherche, Université Paris Diderot-Sorbonne, France. p2-3.
- **SANTAMOURIS M.** (2006) « Natural techniques to improve indoor and outdoor comfort during the warm period – A Review », University of Athens, 7p.
- **The ECD Partnership**, rapport CCE (DG XII) n° EUR 13094, 1990.
- **TRAISNEL. Jean Pierre** (LTMU-CNRS, UMR 7136), *Prospective Énergie/Habitat dans l'optique du facteur 4*, Institut français d'urbanisme ETUDE ECODEV-CNRS: HABITAT ET DEVELOPPEMENT DURABLE, ENR 13 mai 2004.
- **TROTTIER A.**, (2008), *Toitures végétales : implantation de toits verts en milieu institutionnel. Étude de cas : UQAM*, p.80.
- **VALETTE E. et CORDEAU E.**, (2010), « Les îlots de chaleur urbains - Répertoire de fiches connaissance, Novembre 2010 », IAU Île-de-France – France. p.13.

WEBOGRAPHIE :

- *Dictionnaire de l'Académie française, huitième édition, 1932-1935.* (Archive en ligne).
- <http://www.rncan.gc.ca>
Ressources naturelles Canada en ligne, Archive 2007.
- http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data2.cfm/region=1_africa_wmo_region_1
Site officiel du "U.S Department of Energy":
- <http://www.autodesk.fr/adsk/servlet/pc/index?siteID=458335&id=15062033>
Site officiel Autodesk ® Ecotect ® Analysis.
- www.aprue.org.dz
Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie en Algérie.

- www.universalis.fr
- Encyclopédie Universalis en ligne.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure du mémoire.....	14
Figure 2 : De la modélisation météorologique à la modélisation microclimatique, jusqu'à l'interface entre le bâti et son environnement proche (Bozonnet, 2005, p.38).....	23
Figure 3 : Profil thermique théorique d'un îlot de chaleur urbain	24
Figure 4 : Boucle d'amplification des îlots de chaleur urbains (Bozonnet, 2006)	29
Figure 5 : Image satellite démontrant la situation du cas d'étude à Hydra - Alger.	37
Figure 6 : Photo de l'Avenue M.Athmane - Hydra.....	37
Figure 7 : Endroit des mesures en plan.	46
Figure 8 : Endroit de mesure sur une coupe schématique.	46
Figure 9 : Testo 635 (Source: www.testo.com).....	47
Figure 10 : Exportation d'un modèle géométrique pour l'analyse.....	49
Figure 11 : Exporter un fichier Gbxml via le menu principale de Revit.	50
Figure 12 : Importation du fichier gbxml dans l'environnement Ecotect.	54
Figure 13 : Changer l'extension du type de fichier à importer vers "Gbxml".....	54
Figure 14 : Modèle des zones thermiques sur Ecotect Analysis.	55
Figure 15 : Attribution des matériaux des différentes parois.....	55
Figure 16: Accéder au Weather Manager tool pour convertir le fichier de données climatiques.....	56
Figure 17: Importer le fichier ".epw" dans Weather Manager tool.	57
Figure 18: Enregistrement des données sous un fichier ".wea".	57
Figure 19 : Chargement d'un fichier de données climatiques.....	58
Figure 20 : Édition des données horaires du fichier climatique.	59
Figure 21 : Gestion de zones thermiques.	60
Figure 22 : Paramètre de la simulation de la consommation d'énergie.....	60
Figure 23 : Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation..	61
Figure 24 : Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation..	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Causes de la formation d'îlots de chaleur. (Source : Adapté de Lachance et al. 2006.)	30
Tableau 2: Dimensions des ouvertures.....	38
Tableau 3: Températures et humidité au niveau de la terrasse.....	48
Tableau 4: Températures et humidité au niveau de l'axe de la rue.	48
Tableau 5: Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation. .	61
Tableau 6: Consommation énergétique des différentes zones de l'habitation. .	62
Tableau 7: Différence de la consommation énergétique entre les deux scénarios.	62