

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Faculté de Technologie  
Département d'Architecture et d'Urbanisme

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Architecture  
« Architecture, Ville et Territoire »

**Thème**

**Essai d'évaluation de l'efficacité énergétique passive  
d'un immeuble de rapport à Alger  
Cas : Immeuble de rapport sur la rue Larbi BEN M'HIDI**

**Préparé par :**

Mlle TABOURI	Hanane
Mlle TACHOUGAFT	Karima
Mlle TAIBAOU	Lilia

**Jury :**

Mme ALILI	Enseignante	Univ de Bejaia	Présidente
Mlle MECHERI	Enseignante	Univ de Bejaia	Examinatrice
Mme SOUKANE	Enseignante	Univ de Bejaia	Encadreur

Année Universitaire 2016/2017

## **Table des matière**

Résumé/ Abstract /ملخص .....	I
Liste des acronymes.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des tableaux.....	VI
Liste des annexes.....	VI
Dédicaces.....	VII
Remerciements.....	X

### **INTRODUCTION GENERALE**

Introduction générale.....	1
1. Problématique.....	1
2. Hypothèses .....	2
3. Objectifs.....	2
4. Méthodologie de recherche.....	2
5. Structure du mémoire.....	3

### **CHAPITRE I : L’MMEUBLE DE RAPPORT A ALGER 1830-1930**

<b>Introduction</b> .....	4
<b>I. Quelques définitions</b> .....	4
I.1. Habitat.....	4
I.2. Habitat colonial.....	4
I.3. Immeuble de rapport.....	4
<b>II. Evolution des immeubles de rapport</b> .....	5
II.1. Pré-Haussmannien (1830-1853).....	5
II.2. Haussmannien (1853-1902).....	6
II.3. Post-Haussmannien (1902-1930).....	7
<b>III. Caractéristiques de l’immeuble de rapport à Alger</b> .....	8
III.1. Forme du bâtiment.....	8
III.1.1. Triangulaire.....	8
III.1.2. Quadrilatère.....	9
III.1.3. Polygone régulier et irrégulier.....	10
III.2. Organisation spatiale.....	10
III.3. Matériaux.....	12
Conclusion.....	14

### **CHAPITRE II : EFFICACITE ENERGETIQUE PASSIVE DANS L’HABITAT**

<b>Introduction</b> .....	15
<b>I. Etat de l’art de la consommation énergétique</b> .....	15
I.1 La consommation énergétique dans le monde.....	15
I.2 Le contexte énergétique en Algérie.....	16
I.2.1 La consommation finale par secteur et par type d’énergie en Algérie.....	16
<b>II. Les outils et les stratégies nationales de la maitrise d’énergie</b> .....	17
<b>III. Le concept de l’efficacité énergétique dans le bâtiment</b> .....	18
III.1 Fondement et définitions du concept.....	18
III.2 L’efficacité énergétique.....	19
III.3 L’efficacité énergétique passive.....	19
<b>IV. Classification des bâtiments énergétiquement efficace</b> .....	19
<b>V. Les paramètres de la conception d’un bâtiment énergétiquement efficace</b> .....	20

V.1 Compacité.....	21
V.2 Orientation.....	21
V.3 Distribution des espaces.....	22
V.4 Ouvertures.....	23
V.4.1. Orientation et inclinaison.....	23
V.4.2. Position.....	23
V.4.3. Forme et dimension.....	24
V.5. Matériaux d'isolation thermique.....	24
V.5.1. Eléments d'isolation des parois opaques.....	25
V.5.2. Eléments d'isolation des toitures.....	26
V.5.3. Eléments d'isolation des fenêtres .....	26
V.6. Comportement de l'utilisateur.....	27
Conclusion.....	28

### CHAPITRE III : METHODOLOGIE D'APPROCHE

<b>Introduction.....</b>	<b>29</b>
<b>I. Cadre d'évaluation.....</b>	<b>29</b>
I.1. Enquête par questionnaire.....	29
I.1.1. Protocole du questionnaire .....	30
I.1.2. Présentation de l'échantillon.....	30
I.1.3. Méthode statistique d'exploitation des questionnaires.....	31
I.1.3.1 Présentation du logiciel « SPHINX ».....	31
I.1.3.2 Processus d'élaboration du questionnaire.....	31
I.2. Simulation.....	36
I.2.1. Protocole de la simulation.....	36
I.2.2. Description du logiciel ECOTECT ANALYSIS.....	36
I.2.3. Processus de simulation.....	37
Conclusion .....	43

### CHAPITRE IV : APPLICATION ET RESULTATS

<b>Introduction.....</b>	<b>44</b>
<b>I. Etude analytique de l'immeuble.....</b>	<b>44</b>
I.1. Situation du quartier.....	44
I.1.1. Situation et limite.....	45
I.2. Données climatiques.....	45
I.2.1. Température.....	45
I.2.2. Précipitations.....	45
I.2.3. Hygrométrie.....	46
I.2.4. Vents.....	46
I.2.5. Ensoleillements.....	46
I.2.6. Rayonnement.....	46
I.3. Présentation du cas d'étude.....	46
I.3.1. Forme et dimension.....	47
I.3.2. Organisation spatiale.....	48
I.3.2.1. Typologie des logements.....	48
I.3.3. Ouvertures.....	49
I.3.4. Matériaux et système constructif.....	49
<b>II. Analyse et interprétation des données de l'enquête.....</b>	<b>49</b>

<b>II.1. Résultats de l'enquête.....</b>	<b>50</b>
II.1.1. Données physiques.....	50
II.1.1.1 L'ensoleillement de logements.....	50
II.1.1.2 L'orientation des espaces de vie.....	50
II.1.1.3 La dimension des ouvertures.....	50
II.1.1.4 La grandeur des espaces.....	51
II.1.1.5 L'importance de la cour.....	51
II.1.1.6 Les matériaux utilisés.....	51
II.1.1.7 L'isolation.....	51
II.1.2. Ambiances.....	51
II.1.2.1 l'aération.....	52
II.1.2.2 La lumière artificiel.....	52
II.1.3. Energie.....	52
II.1.3.1 facture énergétique et estimation.....	52
II.1.3.2 Entre le confort et la facture.....	53
II.1.3.3 Le degré de satisfaction des occupants.....	53
<b>II.2. Résultats de la simulation.....</b>	<b>53</b>
Conclusion.....	61
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>63</b>
Bibliographie.....	65



## Résumé

Le secteur bâtiment est considéré comme l'un des facteurs principaux qui affectent la dépense énergétique. Dans ce contexte la conception et la réalisation des bâtiments énergétiquement efficaces s'imposent pour mieux cerner et freiner cette surconsommation. Elles peuvent constituer l'une des réponses aux défis énergétiques et environnementaux d'aujourd'hui. Le travail présenté ci-après, porte en premier lieu sur la connaissance des différentes caractéristiques architecturales et techniques des immeubles de rapport à Alger datant entre 1830 et 1930. En second lieu, l'entendement du concept de l'efficacité énergétique passive dans le bâtiment, ainsi que l'étude des divers concepts clés et paramètres liés à celui-ci. L'objectif visé dans le cadre de cette recherche est la compréhension du comportement énergétique d'un bâtiment vis-à-vis son environnement. Pour se faire nous avons procédé à un essai d'évaluation d'un immeuble de rapport sur le plan énergétique par une simulation à l'aide du logiciel **ECOTECTANALYSIS** et une enquête par questionnaire à l'aide du logiciel **SPHYNX**.

**Mots clés :** Efficacité énergétique, Consommation d'énergie, Immeuble de rapport, Evaluation, Simulation.

## ملخص

يعتبر قطاع البناء واحد من العوامل الرئيسية التي تؤثر على استهلاك الطاقة في هذا السياق هناك حاجة لتصميم وتشبيد المباني الموفرة للطاقة لتحديد أفضل والحد من الاستخدام المفرط للطاقة ويمكن أن تكون واحدة من الإجابات على الطاقة والتحديات البيئية الحالية. العمل الوارد أدناه يتعلق في المقام الأول على المعرفة من مختلف الخصائص المعمارية والفنية للمساكن العاصمية التي يعود تاريخها من 1830 الى 1930، الثانية فهم مفهوم كفاءة الطاقة في المبنى ودراسة مختلف المفاهيم الأساسية والمعايير المتعلقة بها. الهدف من هذا البحث هو فهم سلوك الطاقة تجاه بيئتها. للقيام بذلك أجرينا اختبار تقييم عمارة على الصعيد الطاقوي عن طريق برنامج المحاكاة **ECOTECTANALYSIS** و استطلاع بواسطة برنامج **SPHYNX**.

**كلمات المفتاحية:** كفاءة استخدام الطاقة، استهلاك الطاقة، المساكن، التقييم و المحاكاة.

## Abstract

The building sector is considered to be one of the main factors affecting energy expenditure, in this context the design and construction of efficient energy buildings is necessary in order to better identify and break this overconsumption it can also be one of the main solutions to the current environmental confrontation. The work presented here concern primarily the knowledge of the different architectural and technical characteristics of Algiers buildings dating from 1830 to 1930, secondly, the understanding of the concept of passive energy efficiency in buildings, as the study of various key concepts and settings related to it. The objective of this research is to understand the energy behavior of a building in front of its environment. In order to do so, we carried out a test of the evaluation of a building of report on the energy plan by a simulation using the **ECOTECTANALYSIS** software and a questionnaire using the **SPHYNX** software.

**Key Words:** Energy efficiency, Energy consumption, Building of report, Evaluation, Simulation.

## **Liste des acronymes**

- **APRUE** : Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.
- **BTU** : British Thermal Unit.
- **CIME** : Comité Sectoriel de la Maitrise de l'Energie.
- **CMN** : Conseil Mondial de l'Energie.
- **CFD** : Dynamique des Fluides Computationnelle.
- **EIA** : Energy Information Administration.
- **EPAU** : Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme.
- **FNME** : Fond National de la Maitrise de l'Energie.
- **GES** : Gaz à Effet de serre.
- **GPL** : Gaz de pétrole liquéfié.
- **IDDRI** : Institut du Développement Durable et de Relation Internationales.
- **IEO** : International Energy Outlook.
- **Log** : Logement.
- **MEM** : Ministère de l'Energie Mondial.
- **MHU** : Ministère de l'Habitat et d'Urbanisme.
- **Mtep** : Million de tonne équivalent pétrole.
- **OCDE** : Organisation et de Coopération et de Développement Economique.
- **OPGI** : Office de Promotion et de Gestion Immobilière.
- **PNME** : Programme National de Ministère de l'Énergie.
- **PREBAT** : Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment.
- **PRU** : Projet de Rénovation Urbaine.
- **RAC-F** : Réseau Action Climat-France.
- **UPM** : Université Polytechnique de Madrid.
- **WBCSD** : World Business Council for Sustainable Development.

## Liste des figures

Figure I. 1: Evolution de l'immeuble de rapport dans le temps. Source : Auteurs ; 2017.....	5
Figure I. 2: Maison Hôtel. Source : BERNOU.S. Repris par : Auteurs ; 2017.....	6
Figure I. 3: Immeuble de rapport de la rue Ali Boumendjel à Alger. Source : BERNOU.S; 2014.Repris par : Auteurs, 2017.....	7
Figure I. 4: Immeuble de rapport de la rue Larbi ben m'hidi. Source : Auteurs ; 2017.....	7
Figure I. 5: Immeuble post-Haussmannien de la rue d'Isly à Alger. Source : Auteurs ; 2017...	8
Figure I. 6: Immeuble de rapport dans la rue Ali Boumendjel, Alger. Source : BERNOU. S ; 2014.Repris par : Auteurs, 2017.....	9
Figure I. 7: Immeuble d'une forme régulière. Source : BERNOU. S ; 2014.Repris par : Auteurs, 2017.....	10
Figure I. 8: Immeuble d'une forme irrégulière. Source : BERNOU.S ; 2014.Repris par : Auteurs ; 2017.....	10
Figure I. 9: Immeuble de forme polygone (U). Source : BERNOU.S ; 2014.Repris par : Auteurs ; 2017.....	10
Figure I. 10: Immeuble de forme polygone. Source : BERNOU.S ; 2014.Repris par : Auteurs ; 2017.....	10
Figure I.11: La tripartie de l'immeuble de rapport. Source : <a href="http://unt.unice.fr/uoh/espaces-publics-places/lanalyse-architecturale-des-batiments-qui-bordent-la-place/0">http://unt.unice.fr/uoh/espaces-publics-places/lanalyse-architecturale-des-batiments-qui-bordent-la-place/0</a> .....	11
Figure I. 12: Organisation spatiale dans l'immeuble de rapport. Source : BERNOU.S. Repris par : Auteurs ; 2017.....	11
Figure I. 13: Vue sur la cour d'un immeuble. Source : Auteurs ; 2017.....	12
Figure I. 14: Fenêtre de l'immeuble n°4 du d'ex quartier d'Isly Alger. Source : Auteurs 2017...	13
Figure I. 15: Mur de l'immeuble n°56 s'étendant sur la rue. Source : Auteurs-; 2017.....	13
Figure I.16: Immeuble n°6 d'ex quartier d'Isly à Alger avec comble. Source : Auteurs, 2017...	13
Figure II.1 : Evolution de la consommation mondiale énergétique entre 1990 et 2040 en quadrillion Btu (prévisions).Source: The International Energy Outlook (IEO), 2013.....	15
Figure II.2: Consommation d'énergie finale par secteur d'activité en Algérie en 2013. Source : Ministère de l'énergie et des mines (MEM) ; 2014.....	16
Figure II.3: Consommation d'énergie finale par produit et secteur d'activité en Algérie en 2013.Source : Ministère de l'énergie et des mines (MEM) ; 2014.....	17
Figure II.4 : Logement IDEHA à grand charmont (25). Source : <a href="http://www.ceingenierie.fr">www.ceingenierie.fr</a> .....	20
Figure II.5: Maison contemporaine Lyon « Vilette d'anthon (club de romagne) ».Source : <a href="http://www.ocube.eu/projet/">http://www.ocube.eu/projet/</a> .....	20
Figure II. 6: L'immeuble des bureaux, MEDIACOM à Saint-Denis. Source : <a href="http://www.ceingenierie.fr">www.ceingenierie.fr</a> .....	20
Figure II.7 : Compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits. Source : LIEBARD.ALAIN. D, 2006.....	21
Figure II.8: Course du soleil en hiver et d'été. Source : Vincent BLAYAC, 2013.....	22
Figure II.9: La disposition conseillée des espaces. Source : BEGUIN. D ; 2008.....	23
Figure II.10: Eviter les ouvertures étroites et petites. Source : Auteurs, 2017.....	24
Figure II.11: Isolation avec doublage collé. Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison.neuve/isolation-murs.html">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison.neuve/isolation-murs.html</a> .....	25
Figure II.12: Isolation sous enduit. Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison.neuve/isolation-murs">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison.neuve/isolation-murs</a> .....	25
Figure II.13 : Doublage sous ossature. Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison.neuve/isolation-murs.html">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison.neuve/isolation-murs.html</a> .....	25
Figure II.14: Isolation par bardage. Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-">http://www.pointp.fr/eco/pop-</a>	

<a href="http://www.placo.fr/Solutions/Solutions-par-benefice/Isolation-thermique/murs-interieurs-solutions-d-isolation">ups/maison_neuve/isolation-murs.html</a> .....	25
Figure II.15 : Doublage sur ossature métallique. Source : <a href="http://www.placo.fr/Solutions/Solutions-par-benefice/Isolation-thermique/murs-interieurs-solutions-d-isolation">http://www.placo.fr/Solutions/Solutions-par-benefice/Isolation-thermique/murs-interieurs-solutions-d-isolation</a> .....	25
Figure II.16: Isolation par vêtture. Source : <a href="http://www.topekobat.fr/wp-content/uploads/2014/01/isolation7.png">http://www.topekobat.fr/wp-content/uploads/2014/01/isolation7.png</a> .....	25
Figure II.17: Configuration type d'isolation d'un comble perdu. Source : <a href="https://www.bricozone.fr/t/comble-perdu-chambre-etage-fermer-completement.11459/">https://www.bricozone.fr/t/comble-perdu-chambre-etage-fermer-completement.11459/</a> .....	26
Figure II.18: Configuration type d'isolation d'un comble aménagé. Source <a href="http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Isolation-de-la-maison-murs-combles-et-toitures">http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Isolation-de-la-maison-murs-combles-et-toitures</a> .....	26
Figure II.19: Configuration type d'isolation d'une toiture par l'extérieur. Source : <a href="https://www.google.dz/search?q=toiture+terrasse+isol%C3%A9+par+l%27exterieur&amp;espv=2&amp;biw=1366&amp;bih=613">https://www.google.dz/search?q=toiture+terrasse+isol%C3%A9+par+l%27exterieur&amp;espv=2&amp;biw=1366&amp;bih=613</a> .....	26
Figure II.20 : Double vitrage à ossature PVC. Source : <a href="http://isolation.durable.com/a-triple-vitrage">http://isolation.durable.com/a-triple-vitrage</a> .....	27
Figure II.21: Triple vitrage à ossature en aluminium. Source : <a href="http://conseils-thermiques.org/contenu/choisir-fenetres.ph">http://conseils-thermiques.org/contenu/choisir-fenetres.ph</a> .....	27
Figure III.1 : Répartition des locataires par tranche d'âge. Source : Auteurs ; 2017.....	30
Figure III.2 : Capture de l'interface de SPHINX ; création d'une nouvelle enquête ; Source : Auteurs, 2017.....	32
Figure III. 3: Capture de l'interface de SPHINX ; création d'un nouveau questionnaire ; source : Auteurs 2017.....	32
Figure III. 4: Capture de l'interface de SPHINX ; création d'une nouvelle enquête ; source : Auteurs, 2017.....	33
Figure III. 5: Capture de l'interface de SPHINX ; Collecte des données ; source : Auteurs ; 2017.....	33
Figure III. 6: Capture de l'interface de SPHINX ; Saisie rapide par le clavier ; source : Auteurs ; 2017.....	34
Figure III. 7: Capture de l'interface de SPHINX ; Traitement et analyse ; Source : Auteurs 2017.....	34
Figure III. 8: Capture de l'interface de SPHINX ; Résultats sous forme de tableau ; source : Auteurs ; 2017.....	35
Figure III. 9: Capture de l'interface de SPHINX ; Résultats sous forme de graphe « barre » ; Source : Auteurs ; 2017.....	35
Figure III. 10 : Résultat de simulation sous ECOTECT, ombrage (a), lumière du jour (b), efficacité thermique(c). Source :( T. MEZERDI ; 2012).....	36
Figure III. 11: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; Choix des données climatique de la ville d'Alger. Source : Auteurs ; 2017.....	38
Figure III. 12: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; confirmation du Choix des données climatiques. Source : Auteurs ; 2017.....	38
Figure III. 13: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; Affichage des données climatiques de la ville d'Alger. Source : Auteurs ; 2017.....	39
Figure III. 14: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; Affichage du plan d'insertion de la 3D. Source : Auteurs ; 2017.....	39
Figure III. 15: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; déterminer le type d'analyse. Source : Auteurs ; 2017.....	40
Figure III. 16: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; spécifier la période d'analyse. Source : Auteurs ; 2017.....	40
Figure III. 17: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; spécifier les valeurs d'ensoleillements. Source : Auteurs ; 2017.....	41
Figure III. 18: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; résultats d'analyse. Source :	

Auteurs ; 2017.....	41
Figure III. 19: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; le choix du type de la lumière à évaluer. Source : Auteurs ; 2017.....	42
Figure III. 20: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; évaluation et rendu. Source : Auteurs ; 2017.....	42
Figure III. 21: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; Déterminé les types d'analyse. Source : Auteurs ; 2017.....	43
Figure III. 22: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS ; Résultats d'analyse. Source : Auteurs ; 2017.....	43
Figure IV.1: Situation du quartier Larbi Ben M'hidi.Source : google earth, Auteurs 2017.....	44
Figure IV. 2: Limites de l'immeuble n°39.Source : google maps ; auteurs 2017.....	45
Figure IV. 3: Température mensuelle moyenne. Source : Météonorm ; 1991-2010.....	45
Figure IV. 4 : Précipitations. Source : Météonorm 1991-2010.....	45
Figure IV. 5: Humidité relative d'Alger. Source : Ecotect-Weathertool ; 2016.....	46
Figure IV. 6: Vents dominants d'hivers et d'été. Source : Ecotect-Weathertool ; 2016.....	46
Figure IV. 7 : Durée d'ensoleillement mensuelle. Source : Météonorm ; 1991-2010.....	46
Figure IV.8: Rayonnement global et diffus mensuel/annuel. Source : Météonorm ; 1991-2010.....	46
Figure IV. 9: Immeuble n°39 de la rue Larbi Ben M'hidi Source : Auteurs 2017.....	47
Figure IV. 10: Forme et dimensions de l'immeuble. Source : Auteurs 2017.....	47
Figure IV. 11: Plan des étages courants. Source : Daouidi.S. Repris par Auteurs ; 2017.....	48
Figure IV. 12: Les différentes ouvertures de la cour. Source : Auteurs ; 2017.....	49
Figure IV. 13: Les ouvertures de la façade sur rue. Source : Auteurs ; 2017.....	49
Figure IV. 14: L'ensoleillement des logements. Source : SPHINX ; 2017.....	50
Figure IV. 15: L'orientation des logements. Source : SPHINX ; 2017.....	50
Figure IV. 16: Dimension des baies. Source : SPHINX ; 2017.....	50
Figure IV. 17: Grandeur des espaces. Source : SPHINX; 2017.....	51
Figure IV. 18: Importance de la cour. Source : SPHINX; 2017.....	51
Figure IV. 19: matériaux de construction. Source : SPHINX; 2017.....	51
Figure IV. 20: L'isolation du bâtiment. Source : SPHINX ; 2017.....	51
Figure IV. 21: Qualité d'aération des logements. Source : SPHINX ; 2017.....	52
Figure IV. 22: Utilisation de l'éclairage artificiel. Source : SPHINX ; 2017.....	52
Figure IV. 23: La facture énergétique. Source : SPHINX ; 2017.....	52
Figure IV. 24: Estimation des factures énergétiques. Source : SPHINX ; 2017.....	52
Figure IV. 25: Appréciation du confort, ou de la facture énergétique. Source : SPHINX ; 2017.....	52
Figure IV. 26: Degrés de satisfaction des occupants. Source : SPHINX ; 2017.....	53
Figure IV. 27 : Schéma de trajectoire du soleil. Source : ECOTECT ; 2017.....	54
Figure IV. 28 : Schéma de trajectoire du soleil (As1). Source : ECOTECT ; 2017.....	54
Figure IV. 29 : Schéma de trajectoire du soleil (As2). Source : ECOTECT ; 2017.....	54
Figure IV. 30 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+1. Source : ECOTECT ; 2017.....	55
Figure IV. 31 : Grille d'analyse de la lumière. Niveau R+5. Source : ECOTECT ; 2017.....	55
Figure IV. 32 : Grille d'analyse de la lumière. Niveau R+1 (As1) Source : ECOTECT ; 2017...	55
Figure IV. 33 : Grille d'analyse de la lumière. Niveau R+5 (As1). Source : ECOTECT ; 2017.....	55
Figure IV. 34 : Grille d'analyse de la lumière. Niveau R+1 (As2).Source : ECOTECT ; 2017...	56
Figure IV. 35 Grille d'analyse de la lumière. Niveau R+5 (As2). Source : ECOTECT ; 2017...	56
Figure IV. 36 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+1 (As3) Source : ECOTECT ; 2017.....	56

Figure IV. 37 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+5 (As3).Source : ECOTECT ; 2017.....	56
Figure IV. 38 : Les gains et les pertes de chaleurs. Source : ECOTECT ; 2017.....	57
Figure IV. 39 : Les gains et les pertes de chaleurs (As 1). Source : ECOTECT ; 2017.....	57
Figure IV. 40 : Les gains et les pertes de chaleurs (As 2). Source : ECOTECT ; 2017.....	58
Figure IV. 41 : Les gains et les pertes de chaleurs (As 3). Source : ECOTECT ; 2017.....	58
Figure IV. 42 : le débit d'air. Source : WINAIR-4 ; 2017.....	59
Figure IV. 43 : le débit d'air (As1). Source : WINAIR-4 ; 2017.....	59
Figure IV. 44 : le débit d'air (As2). Source : WINAIR-4 ; 2017.....	60
Figure IV. 45 : le débit d'air (As3). Source : WINAIR-4 ; 2017.....	60

### **Liste des tableaux**

Tableau 1: Structure du mémoire de recherche. Source : Auteurs, 2017.....	3
Tableau I.1 : Les différents matériaux des immeubles de rapport à Alger. Source : Auteurs ; 2017.....	13
Tableau II. 1 : Classification suivant une approche purement énergétique. Source : Auteurs ; 2017.....	20
Tableau II. 2: Les types d'isolation les plus efficaces des parois opaques. Source : Auteurs ; 2017.....	25
Tableau II. 3: Les types d'isolation les plus efficaces des Toiture. Source : Auteurs ; 2017.....	26
Tableau III.1 : Processus d'élaboration d'un questionnaire à l'aide du logiciel « SPHINX ».Source : Auteurs ; 2017.....	35
Tableau III.2 : Processus du fonctionnement d'ECOTECT ANALYSIS. Source : Auteurs ; 2017.....	43
Tableau IV. 1 : Interprétation des résultats de la simulation. Source : Auteurs ; 2017.....	60
Tableau IV. 2 : Synthèse générale des résultats d'analyse de l'immeuble de rapport n°39. Source : Auteurs, 2017.....	62

### **Liste des annexes**

Annexe I: Questionnaire.....	i
Annexe II: Le processus du fonctionnement du WINAIR-4.....	iii
Annexe III: Les paramètres réels et ceux simulés de l'immeuble.....	v
Annexe IV: Dossier graphique de l'immeuble.....	vi

# Dédicace

## *Je dédie ce mémoire*

À **mes chers parents** que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments et mon éternelle gratitude, pour leur patience illimitée, leurs encouragements continus et leurs aides, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices

À **mes sœurs** : Karima, Lila, Souhila, Linda, Nadejette, Célia

À **mes frères** : Djamel, Samir, Yanis et **beaux-frères** : Amer, Chérif, Redouane et Farid pour leurs soutiens, compréhensions et qui n'ont cessé d'être présents pour moi.

À **mes chers neveux et nièces** : Nadine, Anais, Yani, Mailys, Rayan, Yasmine, Daline, Ilyas, Kamel, Lyna, Nélia, Danna.

À **mes amis et amies** exceptionnellement : **Lyes** et tous ceux qui me connaissent de loin ou de près.



Cordialement

*Hanane*

# Dédicace

*Je dédie cet humble travail*

avec grand amour, sincérité et fierté :

À **mes chers parents** source de tendresse et d'affection

À **mes frères : Housseem, Islam et Rayan** qui ont été toujours présents pour moi, avec mes souhaits de bonheur de santé et de succès et tous les membres de ma famille.

Sans oublier **ma chère grand-mère** Lwiza

À tous **mes amis et amies**, et tous ceux qui me connaissent de loin ou de près.



Corrédalement

*Lilia*



# Dédicace

*Je dédie cet humble travail*

À **mes chers parents** qui ont œuvré pour ma réussite, de par leur charité, leurs soutiens, tous les sacrifices consentis, je leur dois l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

À **mes sœurs : Linda, Samia et Kahina**

À **mes frères : Samir, Djillali, Saber et Salem**, ainsi que **mon beau-frère, Said** et **mes belles sœurs Louiza et Sabah** qui ont été toujours présents pour moi, avec mes souhaits de bonheur de santé et de succès.

À **mes chers neveux : Ilan, Adam et Rayane**

À tous **mes amis et amies** exceptionnellement : **Ali, Sarah, Amel** et tous ceux qui me connaissent de loin ou de près.



Cordialement

*Karima*

# Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements.

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté de donner le meilleur de nous-même et le courage de mener ce travail.

Nous remercions notre encadreur « **Me SOUKANE Samira** » pour le temps qu'elle nous a consacré, ses conseils et la qualité de son suivi durant toute la période de notre recherche.

Nos remerciements s'adressent aussi à « **Me OUM EL KHEIR** », pour ses orientations.

Nous voudrions exprimer notre gratitude à « **Mr YAYA Tsoufik** » pour ses conseils et sa disponibilité.

Nous aimerons remercier d'autre part « **Mr MGHERFI Sofiane** » pour ses conseils ainsi que ses orientations.

Nous adressons aussi un remerciement spécial à un ensemble d'enseignants à l'EPAU ; « **Mr Oukaci Amer** », « **Me BERNOU Semha** », « **Me DAOUDI Naima** », pour leurs documentations.

Nous avons pu aller au bout de notre recherche grâce au soutien de **nos familles** respectives.

Nous ne pouvons conclure sans avoir remercié l'ensemble des **enseignants du département d'architecture** et à tous ceux qui ont aidé de près ou de loin au succès de notre formation.



Merci

*Hanane – Karima - Lilia*

# CHAPITRE INTRODUCTIF

*Consiste à présenter l'objet de notre recherche, le contexte dans lequel il s'inscrit et son intérêt. Ainsi, elle comporte nos questionnements qui guident notre réflexion. Elle définit, également, les limites et les objectifs auxquels nous tenterons d'atteindre, tout en expliquant la démarche scientifique retenue.*

### Introduction générale

Depuis la révolution industrielle l'homme s'est mis à la découverte de nouvelles formes d'énergies afin d'améliorer son bien-être et de répondre à ses besoins à travers le recours aux ressources à haute intensité énergétique. Par conséquent le monde actuel est confronté à une surconsommation et remet en cause le model de l'énergie.

Le déséquilibre entre la production et la consommation énergétique génère l'augmentation de l'effet de serre dans l'atmosphère, qui est pris en conscience dans les différents protocoles et conseils mondiaux (Kyoto, sommet de RIO ...etc.), visant à réaliser des économies d'énergies à travers des mesures de l'efficacité énergétique. C'est ainsi que le concept de l'efficacité énergétique est né lors du conseil mondial de l'énergie (CMN) en 1998 qui prônait la sobriété énergétique.

*« Le concept de l'efficacité énergétique est rapidement devenu l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autres secteurs et contribuent dans une large mesure au changement climatique ».* (Razika Kharchi; 2014).

Le secteur bâtiment joue un rôle très important dans la dépense énergétique, selon (A. Liebard et A.De Herde ; 2006) il représente entre 30% et 40% de l'énergie mondiale consommée. Tandis qu'en Algérie il constitue une part de prêt de 50% de la consommation total, confirment les experts de l'entreprise allemande BAYER qui avaient animé une rencontre sur le thème de l'efficacité énergétique le 29mai 2011 à l'initiative de la chambre de commerce Algero-Allmande. Par ailleurs, les recherches menées par le portail algérien des énergies renouvelables estiment que plus de 60% des déperditions se font à travers les parements opaques à savoir : le toit, les murs et les sols. Ce qui nous incite à réfléchir aux procédés et paramètres qui permettront la réduction de la consommation énergétique, soit : la forme, l'orientation, les matériaux, la distribution des espaces, les ouvertures et le comportement des usagers.

### 1. Problématique

La réalisation de bâtiments énergétiquement efficaces permettra selon le ministère de l'Habitat, de réduire la consommation d'énergie des ménages de près de 40%, ainsi que d'engager les deux secteurs de l'habitat et de l'énergie à travers l'APRUE et OPGI, à encourager des stratégies conceptuelles passives d'économie d'énergie pour l'habitat. (MHU ; 2009). Dans cette optique nous allons nous intéresser à l'étude des différentes caractéristiques du bâtiment colonial à Alger (1830-1930) qui seront choisies selon les paramètres de l'efficacité énergétique. Cette évaluation sera effectuée sur un immeuble de rapport situé au sein de la rue LARBI BEN M'HIDI (ex rue d'Isly), à travers une approche analytique appuyée sur deux méthodes, la première s'agit d'une enquête par questionnaire à base d'un logiciel d'enquête SPHINX dont l'objectif est de déduire le degré de satisfaction et le comportement des occupants, la seconde est une simulation numérique à l'aide du logiciel ECOTECTANNALYSIS qui conditionne l'association d'un modeleur 3D à une analyse thermique, solaire et de l'éclairage naturel. Ce en vue d'obtenir des résultats de recherche plus pertinents.

De ce qui précède nous avons mené notre réflexion sur la base du questionnement suivant :

➤ **Quels sont les paramètres majeurs qui contribuent au conditionnement de l'efficacité énergétique passive d'un immeuble de rapport datant de la période coloniale (1830-1930) ?**

### 2. Hypothèses

Afin de répondre à la problématique posée ci-haut, nous avons établi les hypothèses suivantes :

- L'espace et ses caractéristiques peuvent conditionner l'efficacité d'un bâtiment.
- L'utilisateur et son comportement semblent être le facteur influençant cette efficacité.

### 3. Objectifs

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une évaluation de l'efficacité énergétique dans l'habitat colonial algérois. Son but est de :

- Comprendre le comportement énergétique de l'habitat colonial (immeuble de rapport) à Alger.
- Contribuer à établir des modèles simulés qui servent de comparaison, afin de vérifier les paramètres conditionnant l'efficacité énergétique passive dans les bâtiments d'habitation.

### 4. Méthodologie de recherche

Notre mémoire de recherche est structuré en deux volets. Dans le premier, nous l'avons introduit et nous avons présenté un état de l'art de la consommation énergétique à deux échelles : dans le monde et en Algérie, tout en procédant par une recherche bibliographique et documentaire afin de cerner et de comprendre tous les éléments théoriques se rapportant à notre sujet. Ainsi, nous allons aborder essentiellement les caractéristiques de l'immeuble de rapport à Alger datant de la période coloniale (1830-1930) dans le but de comprendre son comportement énergétique et d'évaluer son efficacité en fonction des paramètres passifs. Le second, constitue une évaluation expérimentale de l'efficacité énergétique d'un immeuble de rapport situé au sein du quartier LARBI BEN M'HIDI à Alger, à travers un questionnaire et une simulation numérique en se basant sur les données collectées dans le précédent volet et des outils informatiques.

## 5. Structure du mémoire

Notre travail de recherche est composé de :

Chapitres	Intitulé	Contenu	Objectifs
	<b>Introduction générale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionnement qui guide la réflexion de la recherche.</li> <li>• Définition des objectifs auxquels nous tenterons d'atteindre.</li> <li>• Explication de la méthodologie de recherche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présenter l'objet de la recherche, le contexte dans lequel il s'inscrit et son intérêt.</li> </ul>
<b>Chapitre I</b>	<b>L'immeuble de rapport à Alger (1830-1930)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation de l'immeuble de rapport situé à Alger, entre définitions et caractéristiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les caractéristiques architecturales de l'immeuble de rapport à Alger.</li> </ul>
<b>Chapitre II</b>	<b>L'efficacité énergétique passive dans le bâtiment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situation de la consommation énergétique dans le bâtiment.</li> <li>• Identifier le concept de l'efficacité énergétique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixer les paramètres de l'efficacité énergétique passive dans le bâtiment.</li> </ul>
<b>Chapitre III</b>	<b>Méthodologie de l'approche analytique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présenter la démarche méthodologique.</li> <li>• Identifier les outils d'analyse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explication du processus de l'approche et son application.</li> </ul>
<b>Chapitre VI</b>	<b>Application et résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation du cas d'étude.</li> <li>• élaboration d'un bilan énergétique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluation de l'efficacité énergétique dans l'immeuble de rapport.</li> </ul>
<b>Conclusion générale</b>		Recommandation et limites de la recherche	

Tableau 1: Structure du mémoire de recherche. Source : Auteurs; 2017

# **CHAPITRE I :**

## **L'IMMEUBLE DE RAPPORT**

### **A ALGER (1830 – 1930)**

*Vu la particularité de l'organisation spatiale des immeubles de rapports à Alger (1830-1930), nous sommes menées dans ce chapitre à identifier les caractéristiques architecturales (formelles, techniques et spatiales) de ce type d'habitat.*

## Introduction

La période coloniale française a laissé une empreinte importante dans le cadre bâti des villes Algériennes et a légué un patrimoine architectural riche et varié qui se présente sous plusieurs formes: équipements, habitation, espace libres...etc. De même, l'habitat désigne le lieu de vie des hommes. Cela correspond à la maison, mais aussi à l'espace autour, où les hommes circulent, travaillent, se divertissent...etc. L'habitat semble être l'un des plus anciens concepts de l'humanité.

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons particulièrement à l'immeuble de rapport datant entre 1830 et 1930 considéré comme une composante essentielle de l'habitat colonial à Alger. Ce dernier se distingue par son organisation spatiale particulière et par ses deux façades dont une donne sur la rue et l'autre introvertie côté de la cour. Dans cette perspective, notre première question est liée directement à la définition du concept et ses dérivations ainsi qu'à son évolution historique et ses différentes phases. La seconde, compte à elle, sert à identifier les caractéristiques architecturales (formelles, techniques et spatiales) diversifiées de l'immeuble de rapport.

## I. Quelques définitions

Il s'agit de certaines définitions préliminaires du concept de l'habitat est de ses différentes dérivations à savoir : habitat, logement, habitat colonial et immeuble de rapport.

### I.1. Habitat

Ce concept a pris plusieurs définitions parmi :

- « *Mode de peuplement par l'homme des lieux où il vit : habitat rural, habitat urbain* ». (Dictionnaire Encyclopédie, 2000).
- « *l'habitat ne peut se réduire aux seules exigences fonctionnelles mais dépend essentiellement des modes culturels des habitants. C'est l'expression spatiale des modes de vie d'une société donné* ». (Nicole HAUMONT; 1968).
- « *l'habitat est toute l'aire que fréquente un individu, qu'il y circule, y travaille, s'y divertisse, y mange, s'y repose ou y dorme* ». (J.E HAVEL; 1959).

### I.2. Habitat colonial

Selon les définitions anciennes, « *l'habitat colonial est un bien possédé par un particulier aux colonies* ». (Chatillon Marcel. Petit Jean-Roget (Jacques); 1982). L'habitat ne se résume donc pas simplement à une maison ou à un édifice spécifique, mais il comprend à la fois l'ensemble des bâtiments domestiques et industriels ainsi que les terres ustensiles nécessaires à la vie sur l'exploitation.

### I.3. Immeuble de rapport

L'immeuble de rapport est un immeuble à un ou plusieurs escaliers collectifs offrant des appartements superposés à grandes surfaces qui se développent en hauteur.

L'immeuble de rapport est un immeuble abritant plusieurs logements loués par un ou plusieurs propriétaires situé à l'alignement des rues comme les immeubles collectifs plus anciens. Il



est souvent constitué d'une organisation spatiale spécifique allant du modèle des pièces à enfilades, d'un atrium et d'un gabarit qui ne dépasse pas les cinq ou six étages (R+5 / R+6). Ses façades s'organisent généralement en trois parties : le soubassement (comprenant le rez-de-chaussée et parfois un entresol), les étages courants et le couronnement formé par un dernier étage souligné par un balcon, une corniche ou un décor particulier des parties haute. De même, elles sont ordonnancées grâce aux percements respectant les alignements verticaux et horizontaux.

Ces constructions ont profité des nouvelles techniques et de l'industrialisation des éléments constructifs (tuiles techniques, briques, moellons, céramiques...etc.) d'où l'agrandissement des ouvertures et leur spécialisation (grandes fenêtres pour les pièces principales, petites fenêtres pour les pièces de service) ainsi que les éléments décoratifs concentrant au pourtour des ouvertures en créant souvent un contraste de couleurs et de matériaux soulignent cette évolution.

## II. Evolution des immeubles de rapport

Apparu dans la seconde moitié du XVIII<sup>ème</sup> siècle à Paris depuis le règne de Louis XIV (BERTRAND, 1980), l'immeuble de rapport appelé aussi immeuble locatif d'une production privée favorise une densification verticale et non pas la juxtaposition tout en répondant à la démographie croissante de l'époque. Cette architecture très disciplinée se diversifie et s'enrichit au fil du temps tout en constituant trois périodes phares: **pré-Haussmannienne**, **Haussmannienne** et **post-Haussmannienne**.

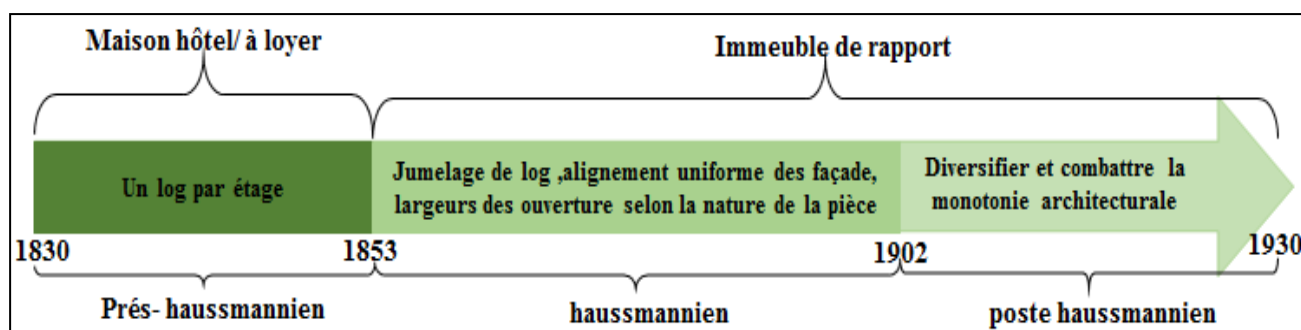


Figure I. 1: Evolution de l'immeuble de rapport dans le temps. Source : Auteurs ; 2017.

### II.1. Pré-Haussmannien (1830-1853)

Le pré-Haussmannien s'étend entre 1830 et 1853 (BOWIE Karen ; 2001). Ce type d'habitation est qualifié de « maison à loyer » (MOLEY Christian ; 1999) ou encore « maison-hôtel » (DES CARS Jean, PINON Pierre ; 2005) résultante de la superposition verticale de l'hôtel sur rue, à programme mixte entre location et copropriété. De même l'immeuble se situe souvent à l'alignement de la rue et se compose de six étages dont deux à trois sont réservés au propriétaire et sa famille. En maintenant les dimensions de l'ancien parcellaire étroit, cette catégorie comprend un rez-de-chaussée individuel (boutiques), un escalier en commun desservant des appartements (salon, salle à manger, chambres, cuisine ...etc.) organisés chacun sur un seul niveau (collectif) et une façade qui ne comportait ni balcons, ni saillies, ni auvents.



Figure I. 2: Maison Hôtel. Source : S.BERNOU. Repris par : auteurs ; 2017.

## II.2. Haussmannien (1853-1902)

Les premiers immeubles haussmanniens sont apparus en **1853** et continuerons jusqu'à **1902** d'où on estime une production en masse importante durant cette période (BERNOU Semha ; 2014). Cela après avoir élu le baron Haussmann préfet de la seine en juin 1853 par Napoléon III, qui engage paris dans des travaux de restructuration.

Au niveau architectural, ce changement s'agissait d'agrandir petit à petit l'immeuble parisien à travers un jumelage horizontal de deux appartements ou plus, l'allongement du plan bordant la rue ainsi que l'utilisation des matériaux locaux (pierre de taille, tuile, céramique ...etc). En effet, ce type est d'un gabarit qui ne dépasse pas les quatre à six étages et il est organisé selon une hiérarchie sociale (verticale et horizontale) qui classe les locataires par étages. Ainsi, les appartements du rez-de-chaussée sont à caractère commercial, ceux du premier et du deuxième étage « étage noble » abritent les bourgeois et les notables. Les petits fonctionnaires s'installaient dans les étages courants, alors que les domestiques et les bonnes se logeaient sous les combles « étage d'attique ».

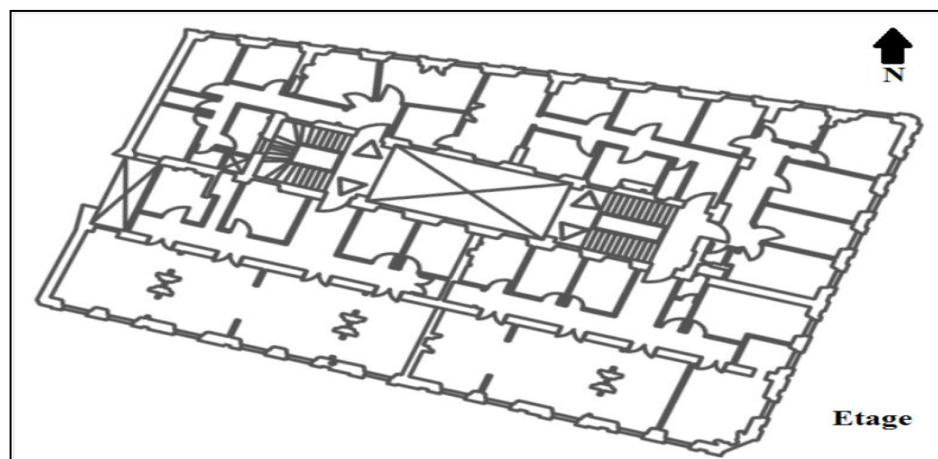


Figure I. 3: Immeuble de rapport de la rue Ali Boumendjel à Alger.

Source : BERNOU ; 2014.Repris par auteurs, 2017.

De même la personnalisation se manifeste au niveau des ouvertures par un changement dans le rythme des fenêtres, ce qui permettait d'afficher la distribution intérieure en changeant le type d'ouverture selon la nature de la pièce. Cela va permettre l'apparition des balcons à larges ouvertures sur la rue notamment dans les pièces de réception et les chambres principales, tandis que les cuisines et les pièces secondaires attribuées aux domestiques donnent sur les cours et les puits qui étaient souvent gênés par la hauteur des constructions.



Figure I. 4: Immeuble de rapport de la rue Larbi ben M'hidi à Alger. Source : Auteurs ; 2017

À cette époque, l'immeuble de rapport encourage la reproduction d'un plan type et présente une source d'homogénéité architecturale à partir des traitements d'angles, l'utilisation des éléments de sculpture figurée qui permettait plus ou moins de donner un peu de relief à la façade, et l'emploi de la mosaïque décorative dans le remplissage des linteaux ou dans les allèges.( Icheboudène; 2007).

### II.3. Post-Haussmannien (1902-1930)

A travers le temps, l'immeuble de rapport a évolué et a offert un bond vers la modernité de l'architecture en introduisant de nouveaux matériaux (béton substitué aux structures métalliques) et en donnant, par ordonnance, plus de fantaisie aux toits et aux façades à partir de 1902 (NEDJARI; 2013). De même, la généralisation des ascenseurs a transformé le statut des étages de couronnement qui étaient inaccessibles jusque-là, pour lesquels ils ont pu ajouter des corniches et des combles élevés en diverses formes au sommet des immeubles tout en leurs offrant une vue dégagée, une aération et un ensoleillement meilleur. Quant aux façades, elles sont constituées de sculptures et des saillies qui se prolongent au-delà de la corniche, en accord avec les conceptions esthétiques de l'époque et en particulier celles de l'art-déco et de l'art-nouveau tendaient vers une conception en reliefs.



De ce fait, le post-Haussmannien est venu conforter l'abandon de l'alignement uniforme des immeubles, caractéristique de l'époque Haussmannienne, créer la diversité et combattre la monotonie architecturale.



Figure I. 5: Immeuble post-haussmannien de la rue Larbi ben M'hidi à Alger. Source : Auteurs ; 2017.

### III. Caractéristiques de l'immeuble de rapport à Alger

L'identification de ces caractéristiques sera en mesure de mesurer des paramètres qui nous serviront dans notre corpus d'étude, à savoir : forme (compacité), organisation spatiale, orientation, matériaux et techniques de construction.

#### III.1. Forme du bâtiment

Les concepteurs ont adopté une meilleure utilisation du terrain pendant la période Haussmannienne. Cela à partir de la construction des immeubles qui se développent en hauteur et qui prennent en considération la morphologie de la parcelle sur laquelle ils sont conçus et dont ils reçoivent les caractéristiques suivantes (situation et mitoyenneté, forme et dimension et topographie). En effet la forme des immeubles varie entre : Triangulaire, quadrilatère, polygone régulier et irrégulier.

##### III.1.1. Triangulaire

L'immeuble est à l'échelle de l'îlot et se situe souvent à l'angle de la rue, avec des activités de service ou de commerce occupant l'avancée. Ainsi, sa forme triangulaire est accentuée par un axe de symétrie matérialisé en façade par un pan coupé ou un bow-window. Des courettes sont aménagées afin de compléter l'ensoleillement des logements.

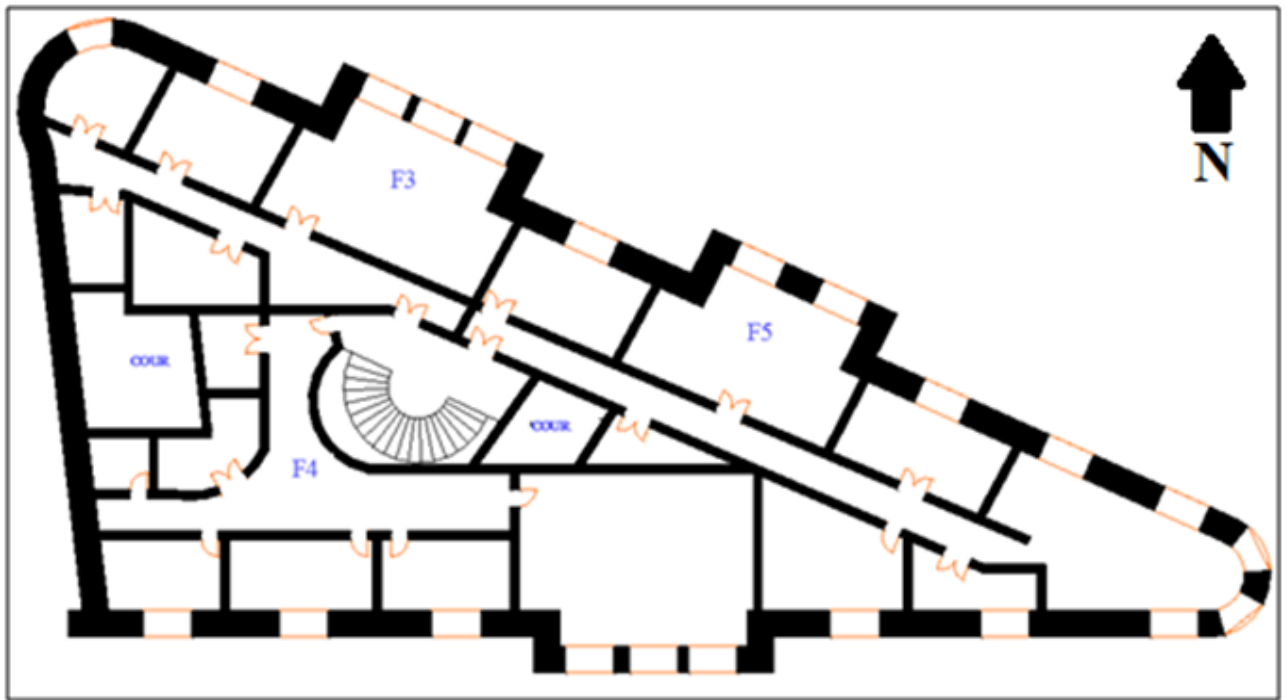


Figure I. 6: Immeuble de rapport dans la rue Ali Boumendjel, Alger. Source : BERNOU. S ; 2014.Repris par auteurs, 2017.

### III.1.2. Quadrilatère

Ce type se distingue entre quadrilatère régulier caractérisé par une forme géométrique compacte carrée ou rectangulaire et quadrilatère irrégulier subit des déformations au niveau des fronts des immeubles, dans lesquels les cours et les courettes corrigent les déformations en adoptant des formes plus au moins régulières.

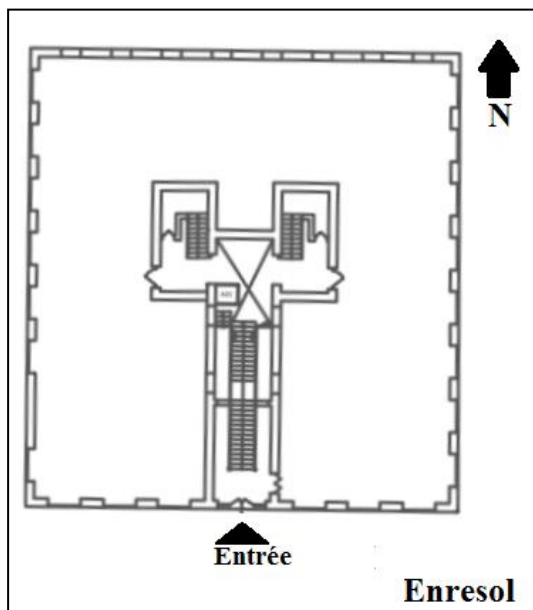


Figure I.7: Immeuble d'une forme régulière. Source : BERNOU.S ; 2014.Repris par : auteurs ; 2017

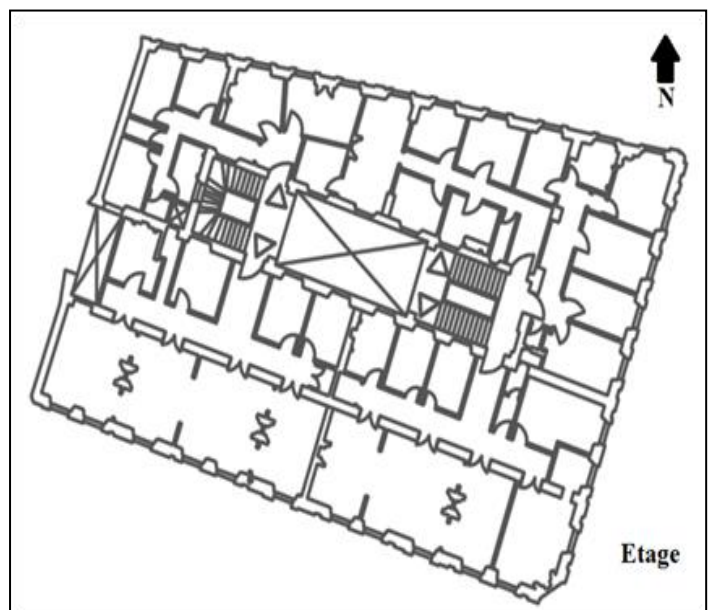


Figure I.8: Immeuble d'une forme irrégulière. Source : BERNOU.S; 2014.Repris par : auteurs ; 2017.

### III.1.3. Polygone régulier et irrégulier

Se traduisent par une variété de formes en **L**, **T**, **H** et en **U** résultante de l'occupation optimale de la parcelle, ces formes peuvent subir des déformations qui entraînent des irrégularités arbitraires et elles sont creusées dans sa partie interne par des cours/courettes d'aération.



Figure I.9: Immeuble de forme polygonale (U).  
Source : BERNOU.S ; 2014.Repris par : auteurs ; 2017.

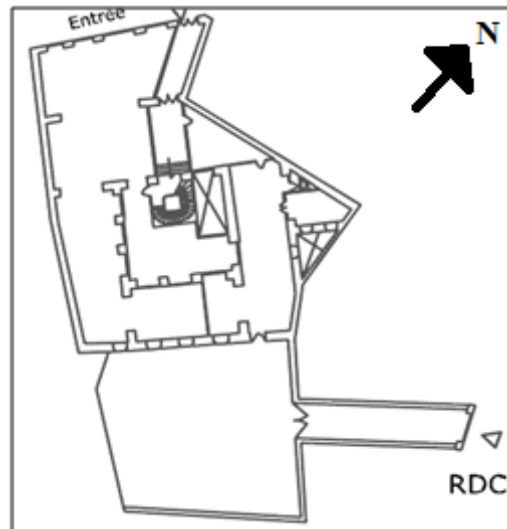


Figure I.10:immeuble de forme polygonale. Source : BERNOU.S ; 2014.Repris par : auteurs ; 2017.

### III.2. Organisation spatiale

L'immeuble de rapport est inscrit dans une hiérarchie verticale tripartite comportant un soubassement à boutiques, des étages courants destinés à usage résidentiel et un couronnement qui sert d'un étage d'attique.



Figure I.11: la tripartie de l'immeuble de rapport. Source : <https://www.google.fr/search?q=http://unt.unice.fr/uoh/espaces-publics-places/analyse-architecturale-des-batiments-qui-bordent>.

Concernant la hiérarchie horizontale, tous les étages supérieurs de l'immeuble présentent une organisation spatiale identique à l'exception de l'étage d'attique mis en retrait par rapport au plan verticale de la façade. Le plan de l'appartement s'organise comme suit :

- Une enfilade en façade composée de pièces de réceptions : salon carrée et salle à manger plus long que large ouverts directement l'un sur l'autre, et chambres dotées ou non de balcons filants.
- Un couloir secondaire derrière cette enfilade ou bien autour de la cour, formant en plus des dégagements doublés et des antichambres (hall) ainsi qu'une circulation périphérique desservant tous les appartements. Le couloir est directement accessible par l'escalier de l'immeuble depuis le RDC jusqu'au dernier étage.
- Les espaces de services (cuisine, salle de bain, et WC) sont restitués dans la façade arrière de l'immeuble donnant sur la cour.

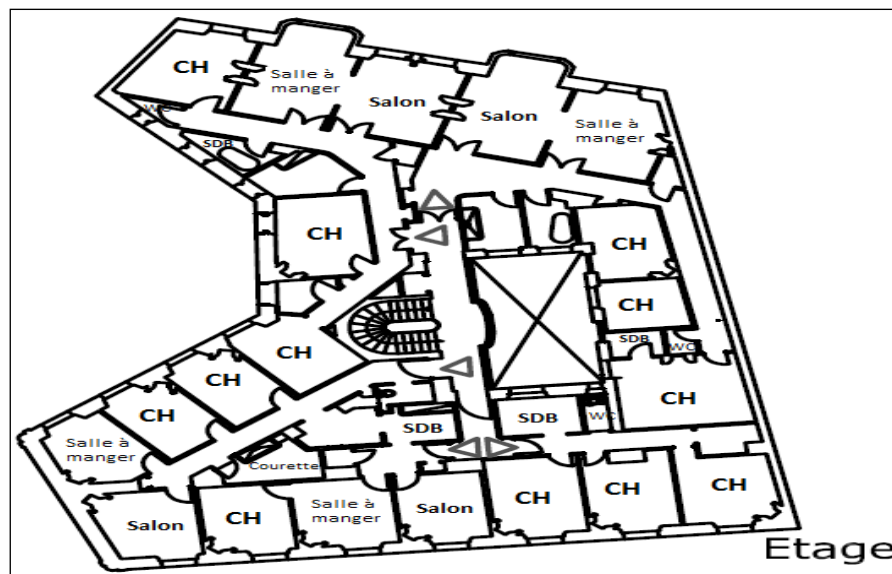


Figure I.12: organisation spatiale dans l'immeuble de rapport.  
Source : BIRNOU. Repris par auteurs ; 2017

Dans l'immeuble Haussmannien, l'organisation spatiale est en rapport avec une distribution par cour et par cage d'escalier (unique, double ou multiple) dont le nombre et l'éclairage dépendaient de la profondeur de la parcelle. D'ailleurs, la cour centrale est réalisée à partir d'une corrélation de plusieurs immeubles et elle suppose une prise en charge commune des servitudes et des distributions. Cette mise en commun de la cour permet l'agrandissement de ses dimensions afin de s'éloigner des cours-puits insalubres qui ont été tant décriés par les hygiénistes. Sur le plan morphologique, la configuration et le dimensionnement de ces vides d'îlots sont tributaire non seulement du prospect mais aussi de la distribution des espaces ouvrants sur eux. Par ailleurs, au niveau des courettes, le problème posé concerne l'exiguïté de ces espaces de services, mais du point de vue hygiénique, ces puits de lumière assurent aussi la ventilation des espaces contigus et un tirage d'air, de même que les cours.



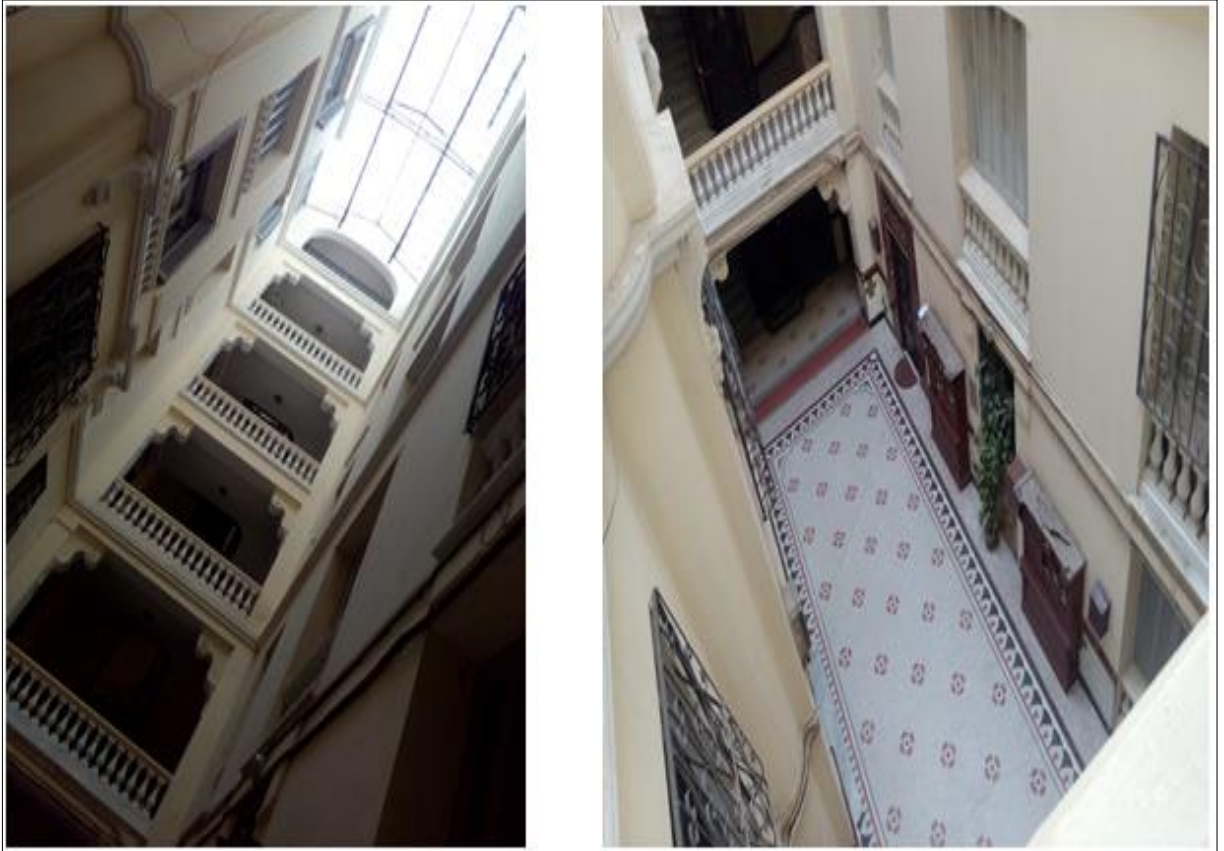





Figure I.13: Vue sur la cour d'un immeuble. Source : auteurs ; 2017.

### **III.3. Matériaux**

L'immeuble de rapport à Alger, constitue une variété des matériaux de construction qui sont utilisés selon le prestige de l'immeuble ou du quartier au sein de lequel il se situe. La façade de l'immeuble est en pierre de taille présentée sous forme de blocs, pierre calcaire et moellon (de 40cm à 50cm d'épaisseur environ), qui sera abandonnée par la suite pour un large usage de la brique (environ 25cm à 30cm d'épaisseur) recouverte d'un parement en plâtre ou en ciment peint. Cependant, les éléments de structures sont constitués à base de métal ou de béton. Concernant les ouvertures, elles sont réalisées à partir des menuiseries en bois, ou en PVC dans le cas des bâtiments rénovés et d'un simple ou double vitrage. Tandis qu'au niveau des couvertures, les matériaux se diffèrent selon le type de toiture construit. Zinc ou tuile pour les toitures à double-pente et ardoise pour celles des combles à la Mansart.

La pierre, la brique, le fer et le béton sont utilisés avec une économie qui n'exclut pas le décor d'un certain goût, et le recours aux nouveaux revêtements modelables (céramique, grés flammé, brique industrielle,...etc.) offre une grande variété chromatique et une meilleure qualité des immeubles.



Matériaux	illustrations
<p>- Menuiserie en bois et vitrage</p>	 <p align="center"><b>Figure I. 14:</b> Fenêtre de l'immeuble n°4 du d'ex quartier d'IslyAlger</p> <p align="center">Source : auteurs 2017</p>
<p>- Pierre et enduit</p>	 <p align="center"><b>Figure I.15:</b> Mur de l'immeuble n°56 s'étendant sur la rue HacinaAbd El Kader ; Alger.Source : auteurs 2017</p>
<p>- Tuile</p>	 <p align="center"><b>Figure I.16:</b> Immeuble n°6 d'ex quartier d'Isly à Alger avec comble. Source : Auteurs : 2017</p>

**Tableau I. 1 : Les différents matériaux des immeubles de rapport à Alger. Source : auteurs 2017**

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le contexte dans lequel l'immeuble de rapport est apparu pour la première fois et son évolution dans le temps qui s'étendaient de 1830 jusqu'à 1930, passant par trois périodes phares de l'époque coloniale française (prés-Haussmannienne, Haussmannienne et post –Haussmannienne), où il a connu de différentes transformations au niveau de son appellation ainsi que son architecture (plan et façade).

Nous avons également développé les différentes caractéristiques de l'immeuble de rapport à Alger suivant des paramètres qui nous serviront dans le second chapitre. A cet égard, nous avons constaté que les concepteurs ont adopté une meilleure utilisation du terrain pendant cette période grâce à leur adaptation à la morphologie de la parcelle à travers des formes variées (entre triangulaire, quadrilatère et polygone). L'immeuble de rapport se distingue par son modèle d'organisation spatiale en enfilade et sa tripartite verticale composée d'un soubassement destiné au commerce, des étages courants pour habitation et enfin d'un couronnement qui sert d'un étage d'attique. Aussi, cet immeuble se spécifie par l'existence des cours et courettes de grande importance du point de vue d'hygiène, salubrité et distribution.

Par ailleurs, ce chapitre nous a permis de soulever les différents matériaux utilisés dans l'immeuble de rapport à Alger (pierre, brique, céramique, fer ...etc.).

# **CHAPITRE II : EFFICACITE ENERGETIQUE PASSIVE DANS L'HABIT**

*Ce chapitre se concentre sur l'identification des paramètres et concepts clés liés à l'efficacité énergétique passive dans le bâtiment.*

### Introduction

Dans ce chapitre nous allons procéder à la présentation d'un état de l'art qui situe la consommation énergétique au sein du secteur bâtiment dans le monde et en Algérie et les différents enjeux (sommet de Rio, protocole de Kyoto...etc.) qui ont participé à la naissance d'un nouveau concept mondial qui est celui de l'efficacité énergétique. Ce dernier cherche la maîtrise et la réduction de cette consommation dans une optique passive. De ce fait une grande partie sera consacrée à l'identification des différents paramètres clés (orientation, compacité, organisation spatiale, matériaux, et ouvertures) suivant lesquels le concept de l'efficacité énergétique sera mesuré dans un bâtiment d'habitation.

Nous allons conclure par la déduction du comportement habituel de l'individu au sein du bâtiment afin de contribuer à sa passivité.

### I. Etat de l'art de la consommation énergétique

L'identification du constat de la consommation énergétique à deux échelles différentes :

#### I.1. La consommation énergétique dans le monde

Le bâtiment est le premier consommateur de l'énergie dans le monde. Il représente entre 30% et 40% de l'énergie globale consommée et plus de 40% des émissions de CO<sub>2</sub>. (A. Liebard et A. De Herden; 2006). Selon le (S.SEOUD; 2005), 36% de ces énergies consommées sont fossiles et répartis entre 27,5% dans le résidentiel et 8,7% dans le tertiaire.

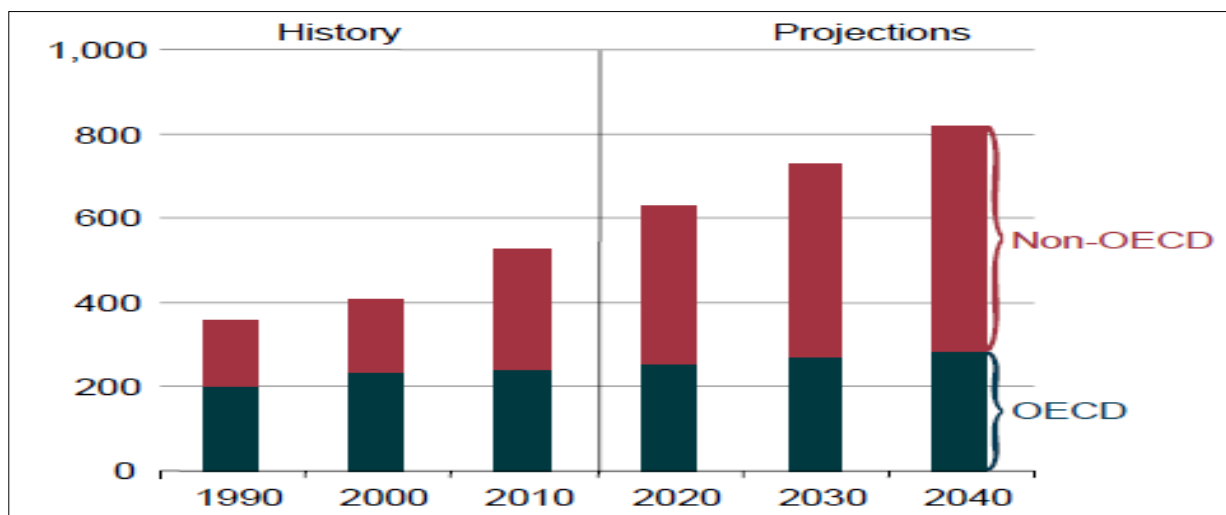


Figure II. 1 : Evolution de la consommation mondiale énergétique entre 1990 et 2040 en quadrillion Btu (prévisions). Source: (The International Energy Outlook (IEO), 2013)

La consommation mondiale d'énergie augmentera à 56% entre 2010 et 2040. Elle passe de 524 quadrillions d'unité thermiques britanniques (Btu) en 2010 à 630 quadrillions de Btu en 2020 et enfin à 820 quadrillions de Btu en 2040 (fig. II-1). Une grande partie de cette croissance énergétique se produit dans les pays en dehors de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), due à la croissance économique. Tandis que dans des pays

non- OCDE, l'utilisation de l'énergie augmente de 90% par rapport à une augmentation de 17% pour les économies d'OCDE (IEO; 2013).

Il est aussi responsable d'une large part des impacts environnementaux : 50% des ressources naturelles sont exploitées, 45% de la consommation totale d'énergie, 40% des déchets produits (hors déchets ménagers), 30% des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et 16% de la consommation d'eau. (A.Liebard et A.De Herden; 2006).

Conscients de l'importance du bâtiment, tous les acteurs se sont mobilisés pour réduire ses charges sur l'environnement et ceux sur tous les cycles du bâtiment : fabrication des produits de construction, exploitation et maintenance, construction, réhabilitation ou adaptation et déconstruction.

### I.2. Le contexte énergétique en Algérie

La politique économique en Algérie s'appuie essentiellement sur les ressources fossiles, Où la consommation nationale d'énergie a atteint 53.3 million de tonne équivalent pétrole (Mtep) en 2013, elle a connu une croissance de 5.4% par rapport à l'année 2012. (MEM; 2014). En effet, cette consommation n'a pas cessé de s'accroître reflétant l'augmentation du niveau de vie de la population et du confort qui en découle ainsi que la modernisation des activités et la croissance des industries.

Cette ressource est épuisable et non renouvelable et elle ne peut pas assurer l'avenir énergétique et économique d'un pays. « *Au rythme de production actuelle, les réserves seraient consommées approximativement en vingt-cinq ans, soit à l'horizon 2040, s'il n'y a pas de nouvelles découvertes d'hydrocarbures et si les gisements sont exploités dans les mêmes conditions que celles prévalant actuellement* ». (Abdelatif Rebah; 2014). Par ailleurs les prévisions énergétiques établies à l'horizon 2020 montrent que la production d'énergie primaire suffira à peine à couvrir la demande nationale et la croissance en matière d'exportation. Cette double contrainte remet en question le modèle actuel de la consommation de l'énergie.

#### I.2.1 La consommation finale par secteur et type d'énergie en Algérie

Le bilan de la consommation énergétique nationale de l'année 2013 signale une prédominance du secteur des ménages et autre (y compris agriculture et tertiaire), dont la part est passée de 41% en 2012 à 43% en 2013 (MEM; 2014). Cependant, le secteur des transports vient en deuxième position avec 36% et celui de l'industrie en dernier lieu avec 21%. (Fig. II-2)

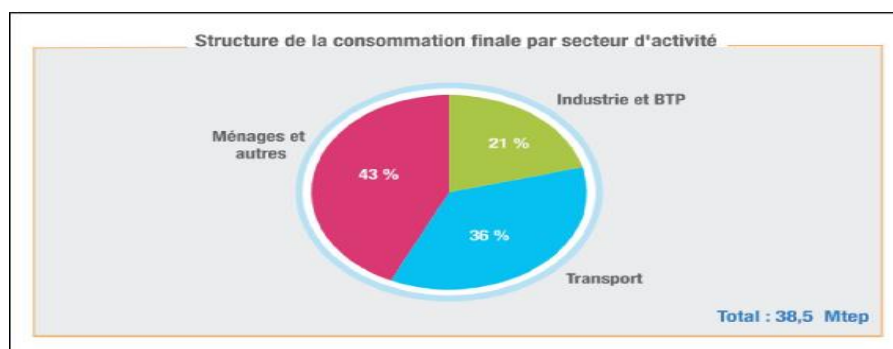


Figure II. 2: Consommation d'énergie finale par secteur d'activité en Algérie en 2013.  
Source : (Ministère de l'énergie et des mines (MEM) ; 2014).

La consommation énergétique dans le secteur ménages et autres est dominée par le gaz naturel à 35% qui a connu une augmentation de 6% par rapport à l'an 2012, suivi par les produits pétroliers à 30% et en dernier lieu l'électricité à 28%. La répartition de la consommation finale par produit et par secteur d'activité montre que le secteur bâtiment est à l'origine de la consommation de 77% du GPL, 67% du gaz naturel et de 62% l'électricité. (Fig. III-3).

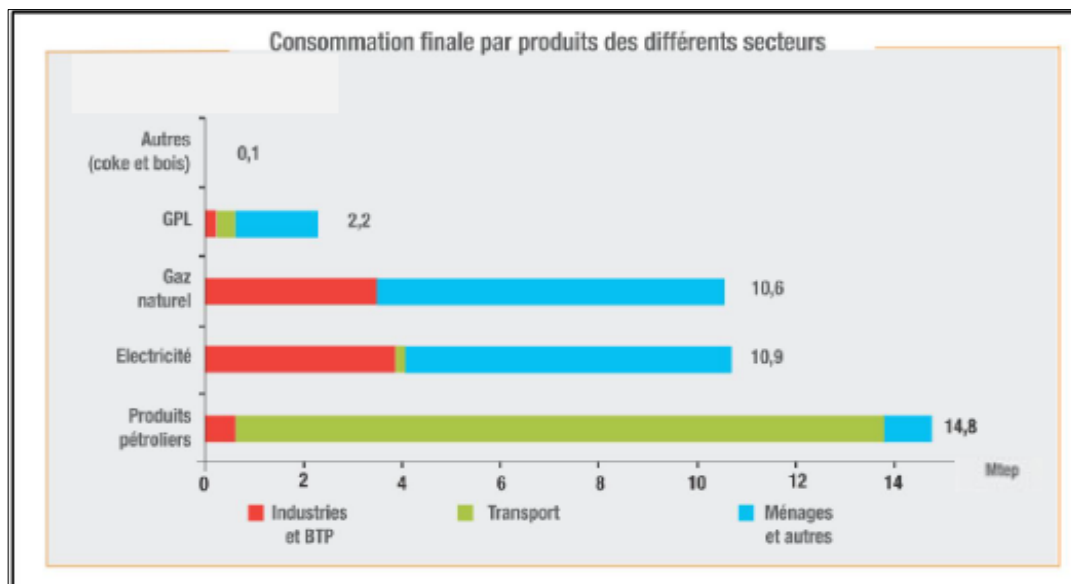


Figure II. 3: Consommation d'énergie finale par produit et secteur d'activité en Algérie en 2013. Source : (Ministère de l'énergie et des mines (MEM) ; 2014).

### Synthèse

De ce qui précède, la relation entre la construction et son environnement climatique a été négligée en Algérie et dans le monde. L'augmentation illimitée de l'offre d'énergie relativement à la demande et les faibles coûts ont entraîné des gaspillages énormes de ces ressources. Ainsi, l'utilisation non maîtrisée de l'énergie par les constructions a engendré une consommation très importante.

A cet effet, il est important de replacer l'architecture dans une autre dimension de durabilité afin de maintenir l'intérêt des générations actuelles, de sauvegarder celle des générations futures et de garantir des bâtiments énergétiquement efficaces.

## II. Les outils et les stratégies nationales de la maîtrise d'énergie

L'Algérie a pris conscience de la nécessité de définir une politique de l'efficacité énergétique, suivant un arsenal juridique important en matière de l'utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment : (Semahi.S ;2013)

- **La loi N°99-09 du 28 juillet 1999**, relative à la maîtrise de l'énergie.
- **La loi 04-09 du 14 aout 2004**, relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.
- **Le décret exécutif 04-149 du 19 Mai 2004**, fixant les modalités de l'élaboration du programme national de maîtrise d'énergie.

Pour mettre en œuvre ces orientations le ministère de l'énergie et des mines (MEM ; 2009) adopte des instruments (APRUE; 2005) :

- **Agence nationale pour la promotion de la rationalisation et de l'utilisation de l'énergie (APRUE)** : représente l'élément centrale des instruments, elle a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie à travers :
  - La coordination et l'animation de la politique nationale de maîtrise de l'énergie ;
  - La mise en œuvre et le suivi du Programme National de Maîtrise de l'Énergie (PNME) ;
  - La sensibilisation et la diffusion de l'information sur la maîtrise de l'énergie en direction des différentes cibles (grand public, professionnels, milieu scolaire...).
- **Le comité sectoriel de la maîtrise de l'énergie (CIME)** : s'occupe de l'organisation des concertations, de favoriser le partenariat public/privé et traite toutes les questions relatives aux domaines de la maîtrise de l'énergie.
- **Le fond national de la maîtrise de l'énergie (FNME)** : est l'instrument public spécifique d'incitation de la politique de maîtrise de l'énergie. Il a pour objet de contribuer à l'impulsion et au développement, à terme, d'un marché de la maîtrise de l'énergie.
- **Le programme national de maîtrise de l'énergie (PNME)** : Son contenu, en tant que programme quinquennal de l'action gouvernementale, est défini par le décret exécutif n°04-149 à travers :
  - La définition du cadre et des perspectives de la maîtrise de l'énergie.
  - L'évaluation des potentiels et la définition des objectifs à atteindre en matière de maîtrise de l'énergie.
  - Les actions à réaliser dans le cadre de ces objectifs à court, moyen et long termes.

### III. Le concept de l'efficacité énergétique dans le bâtiment

Dans ce passage, nous tenterons de détailler le concept de l'efficacité énergétique et de présenter ses différents paramètres et aspects afin de le mieux cerner :

#### III.1. Fondement et définitions du concept

Depuis toujours l'homme n'a pas cessé d'évoluer, d'augmenter son confort et de progresser technologiquement. Cette marche en avant ininterrompue de ce progrès s'est vue accompagner par des problèmes environnementaux liés à l'accroissement de la consommation énergétique. À cet égard plusieurs efforts ont été fournis en vue de remédier à ces ennuis. Ceux-ci marqués par les différents protocoles dont : le sommet de la terre à RIO en 1992, signé par 175 états dans le but de limiter l'élévation des températures, de traiter les problèmes énergétiques et de déterminer des quotas de CO<sub>2</sub> rejetés dans l'atmosphère. (RAC-F, s.d). Suivi du protocole de Kyoto le 10 décembre 1997 qui cherche à renforcer la convention de RIO et lutter contre le réchauffement climatique ainsi que la réduction des gaz à effet de serre de 5.2% par rapport à celle de 1990, dans la période allant de 2008 jusqu'à 2012 (Protocol de Kyoto). Enfin le conseil mondial de l'énergie en 1998 qui occupe le devant de la scène du débat énergétique près d'un siècle, avait comme ambition de parvenir à une situation énergétique durable pour tous et partout dans le monde, en construisant



des stratégies à différentes échelles : mondiale, nationale et régionale, prônant la sobriété énergétique ce qui émane à la naissance du concept de l'efficacité énergétique.

### III.2. L'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique se réfère à la réduction de la consommation de l'énergie sans provoquer celle du niveau de confort ou bien de la qualité de service dans les bâtiments. (Carole-Anne Sénit; 2008).

La maîtrise de l'efficacité énergétique dans le bâtiment, doit être prise en considération dès la phase de la conception et tout au long de son cycle de vie. Selon le rapport de (PREBAT; 2007) : « *En construction neuve ou en réhabilitation, un bâtiment efficace énergétiquement est avant tout un concept d'ensemble saisissant dans un même mouvement l'architecture, le climat, l'enveloppe et les équipements* ». Ceci relève deux types d'efficacité énergétique complémentaire : active/passive. (Bourssas.A; 2013). Durant notre recherche nous intéresserons seulement à l'efficacité énergétique passive.

### III.3 L'efficacité énergétique passive

Elle fait référence à l'exploitation directe des énergies naturelles. Elle se caractérise par une conception architecturale adaptée à son environnement, notamment à travers une orientation optimale permettant d'optimiser les apports solaires en hiver et de les réduire en été, par le choix de la forme et de la composition de son enveloppe afin d'assurer le moins de déperditions et un éclairage naturelle suffisant. Son objectif est celui de réduire les besoins en énergie minimum, en suivant la hiérarchie des propriétés :

- **Réduction des pertes de chaleur** : en assurant une isolation supplémentaire, une meilleure étanchéité et une ventilation efficace dans la récupération de chaleur.
- **Utilisation de l'énergie solaire** : à travers le positionnement des bâtiments et l'utilisation de collecteurs ;
- **Gestion de la consommation** : suivant une utilisation et un contrôle adéquats.

## IV. Classification des bâtiments énergétiquement efficace

Les bâtiments énergétiquement efficaces sont classés en trois catégories, souvent définis dans le cadre des certifications, de labels ou de règlements. A savoir : Bâtiment à basse consommation, bâtiment passive et bâtiment à énergie positive « zéro énergie ».



Type du bâtiment	Définition	Exemple
<b>Bâtiment à basse consommation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'efficacité énergétique est obtenue en améliorant l'isolation et les fenêtres et en utilisant un système de ventilation à récupération de chaleur.</li> <li>- La consommation énergétique est de l'ordre de 50 à 60 kWh/m<sup>2</sup>.</li> </ul>	 <p align="center"><b>Figure II. 4 : Logement IDEHA à grand charmont (25). Source : <a href="http://www.ceingenierie.fr">www.ceingenierie.fr</a></b></p>
<b>Bâtiment passif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Caractérisé par une faible consommation d'énergie, ne nécessite pas d'équipements technique compensés par les gains solaires internes et la ventilation naturelle.</li> <li>- Cet objectif peut être atteint grâce à une forte isolation thermique, une forte réduction de ponts thermiques et une très bonne étanchéité à l'air.</li> </ul>	 <p align="center"><b>Figure II. 5: Maison contemporaine Lyon « Vilette d'anthon (club de romagne) ».Source <a href="http://www.ocub.eu/projet/">http://www.ocub.eu/projet/</a>.</b></p>
<b>Bâtiment à énergie positive « zéro énergie »</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce type de bâtiment est doté de moyens de production d'énergie locaux (autonome), il représente une combinaison de bâtiment passif avec des systèmes d'énergies renouvelables adaptés aux sites isolés. La consommation est nulle.</li> </ul>	 <p align="center"><b>Figure II. 6: L'immeuble des bureaux, MEDIACOM à Saint-Denis. Source : <a href="http://www.ceingenierie.fr">www.ceingenierie.fr</a></b></p>

**Tableau II. 1: Classification suivant une approche purement énergétique. Source : Auteurs; 2017.**

## **V. Les paramètres de la conception d'un bâtiment énergétiquement efficace**

Un bâtiment énergétiquement efficace réclame un bon équilibre entre les mesures en faveur des économies d'énergie et celles mises en œuvre, afin de produire une énergie passive. (R.Gonzalo et Karel J.Haberman; 2008). En matière de conception ce sont surtout les proportions d'un bâtiment et son orientation qui sont concernées. On peut classer ces paramètres comme suite :

### V.1. Compacité

La compacité d'un bâtiment est mesurée suivant le coefficient de forme ( $C_f$ ) (Saddok.A ; 2016), qui est le rapport entre la surface des parois extérieures (surfaces déperditives : mur, toits...), et le volume habitable : ratio  $S/V$ . Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact. Cette compacité permet de qualifier les volumes construits en indiquant leur degré d'exposition aux conditions climatiques ambiantes.

La figure ci-dessous propose, à partir d'une analyse purement géométrique, de comparer la variation de la compacité par rapport à : la forme, la taille, et au mode de contact :

- Plus la forme du bâtiment est proche d'une sphère et sans décrochements, plus le rapport surface/volume est optimisé ce qui résulte moins de pertes.
- La taille influence aussi directement la compacité.
- Le mode de contact entre volumes détermine également la compacité. Pour le même volume, la compacité des maisons mitoyennes est inférieure à celle d'un pavillon car les deux murs mitoyens sont disposés entre deux espaces chauffés et ils ne sont donc plus considérés comme surfaces déperditives.

En effet, la mitoyenneté et l'habitat collectif favoriseront la réduction des surfaces de déperditions et une très bonne compacité.

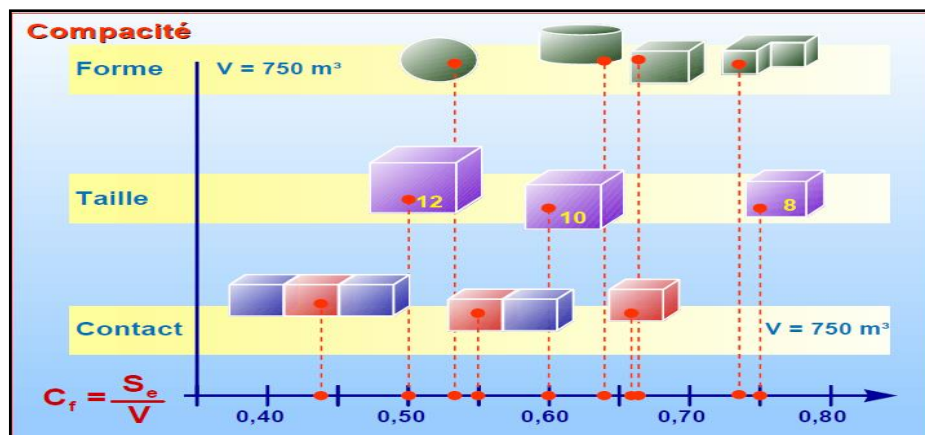


Figure II. 7 : Compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes Construits. Source : (A. Liebard et A. De Herden ; 2006).

### V.2. Orientation

L'orientation d'un bâtiment s'opère en relation avec les points cardinaux et les données du terrain à bâtir (topographie, végétation, voisinage...etc). Ainsi, les orientations selon les situations cardinales sont très significatives pour la conception du plan. (Jean-Michel Hoyet; 2014).

En effet, l'orientation d'un édifice prend aussi en considération les besoins en lumière naturelle et l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment, ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe. De même l'existence des vents qui peuvent rafraîchir le bâtiment en été.

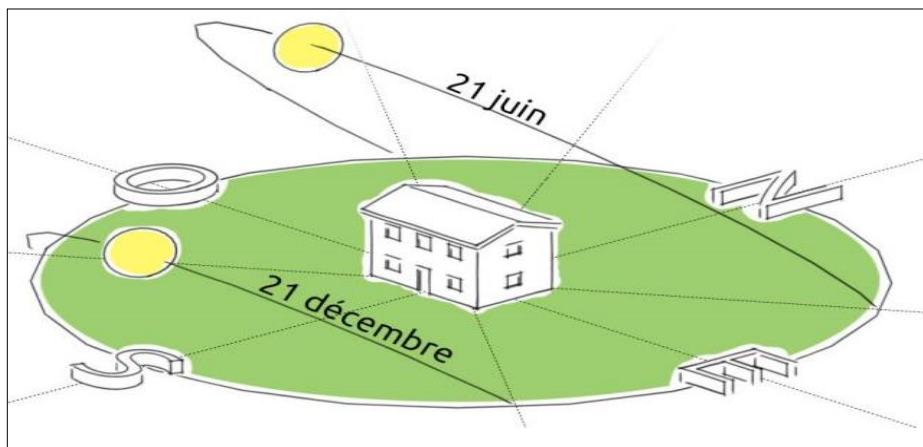


Figure II.8. Course du soleil en hiver et d'été. Source : Vincent BLAYAC ; 2013

La course du soleil diffère d'une saison à une autre (Fig. II- 8) :

- **L'hiver**, la course du soleil est limitée et seules les façades orientées au Sud apportent un complément solaire significatif par rapport aux besoins de chauffage.
- **L'été**, la course du soleil est beaucoup plus longue et plus haute. Les façades Est et Ouest font l'objet de surchauffe et devront être équipées de dispositifs de protection. Durant cette saison, le vent ne satisfait pas les besoins de l'occupant par conséquent, protéger la façade des vents froids est toujours souhaitable afin de pouvoir minimiser la consommation de chauffage.

### V.3. Distribution des espaces

L'organisation spatiale est la manière dont les pièces sont réparties, permet d'avoir des gains énergétiques dans le bâtiment et le cloisonnement de ses espaces autorise la création des espaces protecteurs ou espaces tampons au nord du bâtiment, pour une meilleure conservation de la chaleur. La répartition la plus bénéfique est la suivante: (Salomon; 2000)

- « Les pièces occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud car nous pouvons bénéficier facilement de la lumière et facile à contrôler aussi d'un ensoleillement maximal en hiver et minimal en été ».
- « Les chambres seront plutôt situées au sud et à l'est, profitant du lever du soleil. Afin de garder ainsi leur fraîcheur en fin de journée ».
- « La véranda placée au sud permet tout en apportant de la chaleur en hiver, de créer un espace intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur ».
- « Les espaces peu ou non chauffés (entrée, atelier, garage) seront plutôt disposés à l'ouest ou au nord. Si le vent est souvent violent, un sas d'entrée sera nécessaire pour éviter que l'air froid ne s'infilte dans la maison ».

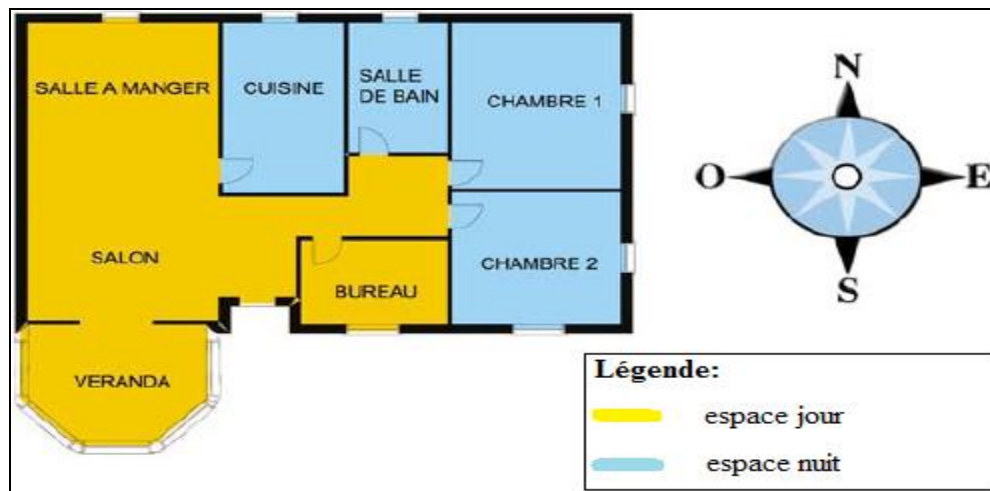


Figure II. 9: La disposition conseillée des espaces. Source : BEGUIN. D; 2008.

A côtés de l'organisation des espaces nous allons parler également de leurs proportions qui doivent être défini en fonction de leurs usages et ameublements, leurs étroitesse ou bien grandeurs. A cet effet plus les pièces sont étroites plus l'efficacité est assurée et le bilan énergétique du bâtiment sera plus favorable.

### V.4. Ouvertures

Les ouvertures et les fenêtres jouent un rôle important dans les relations entre le bâtiment et son environnement immédiat. D'autre part, la fenêtre, en tant qu'élément de construction du mur, elle assume à côté de la fonction de clôture, deux fonctions essentielles. Elle règle l'importance de l'éclairage par lumière naturelle et le renouvellement de l'air de la pièce. Les ouvertures sont donc, l'interface entre l'intérieur et l'extérieur, entre le chaud et le froid, l'obscurité et la clarté, le vu et le caché (Ahier; 2009).

En hiver, la pénétration du soleil par les ouvertures assure une économie d'énergie, tandis qu'en été elle a un effet contraire lors du besoin de refroidissement. A cet effet, le concepteur doit prendre en compte : l'orientation et l'inclinaison (entre 45° et 90°), l'agencement, la forme et la dimension des ouvertures.

#### V.4.1. Orientation et inclinaison

La variabilité des répartitions du rayon solaire sur la voûte céleste implique que l'orientation et l'inclinaison d'une baie, à taille identique, auront un impact sur le flux de la lumière naturelle qui la traverse ainsi que les déperditions.

Les ouvertures en toiture sont celles qui peuvent apporter le plus de lumière naturelle pour une même surface tout en évitant l'éblouissement. Les orientations Nord sont les plus défavorisées.

#### V.4.2. Position

La répartition de la lumière naturelle dans le local est en fonction de la position des ouvertures sur la façade :

- La présence d'impostes permet l'entrée de la lumière en profondeur.
- La création de zones d'ombre dans le cas d'ouvertures très hautes.

- La configuration efficace de l'éclairage naturel, recommande la combinaison d'une fenêtre en imposte et une à hauteur d'œil.

### V.4.3. Forme et dimension

La forme et la dimension d'une ouverture optimisée, peuvent augmenter la qualité de l'éclairage naturel en limitant les effets de contrastes et les zones d'ombres ainsi que le degré de déperditions. Nous opterons donc pour des ouvertures :

- Grandes au lieu de plusieurs petites et étroites afin de limiter les successions de contrastes.
- À surface vitrée égale.
- À grande dimension avec des menuiseries de dimensions moins importantes afin de limiter les déperditions thermiques et d'augmenter l'apport de la lumière naturelle.
- Au niveau de la toiture, afin d'obtenir un éclairage uniforme durant toute la journée et de donner une lumière aux zones d'ombres tout en évitant le recours à l'éclairage artificiel.

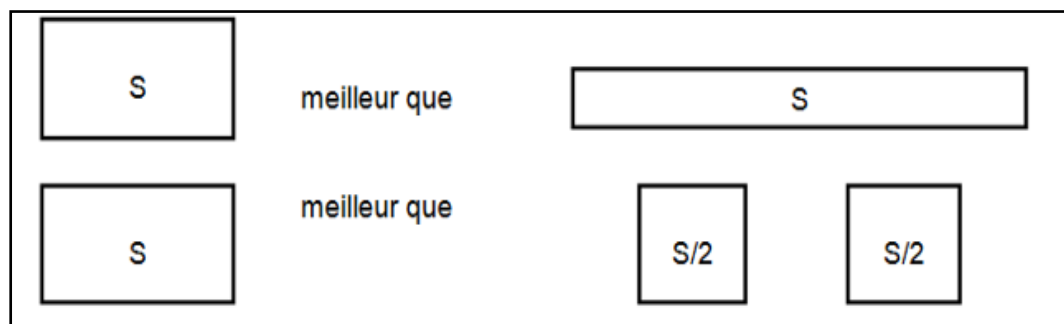


Figure II. 10: Eviter les ouvertures étroites et petites. Source : (Auteurs, 2017).

### V.5. Matériaux d'isolation thermique

Un emploi pertinent des matériaux de construction, par rapport à leur comportement thermique connu et mesuré :

- Le bois est connu pour sa faible conductivité thermique qui limite les ponts thermiques.
- Les matériaux lourds (brique, pierre, béton) pour leur capacité de stockage et d'inertie thermique. Ce qui leur permet de mettre du temps à se réchauffer et à se refroidir.

Un isolant thermique est un matériau qui permet d'empêcher le transfert de la chaleur entre deux ambiances thermiques différentes. Son contraire est un conducteur thermique. Il permet de minimiser la consommation d'énergie nécessaire pour maintenir la température requise et éviter les déperditions ainsi que le phénomène de ponts thermiques.

De ce fait, un matériau peut être considéré comme un isolant lorsque son coefficient de conductivité thermique est inférieur à  $0.12 \text{ W/m} \cdot \text{C}^\circ$ . Les ordres de grandeur des épaisseurs d'isolation à mettre en place dans une construction passive sont les suivants :



- 20 à 30 centimètres d'isolant pour le plancher bas.
- 25 à 35 centimètres pour les murs verticaux.
- 35 à 40 centimètres sous la toiture.

### V.5.1. Eléments d'isolation des parois opaques

Les types de l'isolation thermique ainsi que ses techniques constructives ont un impact sur le degré de l'efficacité énergétique dans le bâtiment. A savoir : avec doublage collé, doublage sur ossature indépendant, doublage sur ossature dépendant, isolation par enduit, par bardage et enfin par vêtture.

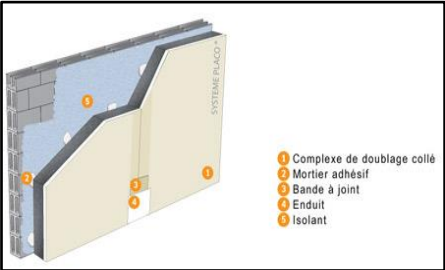
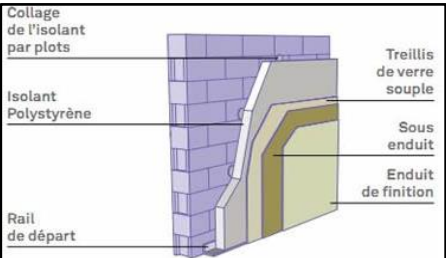
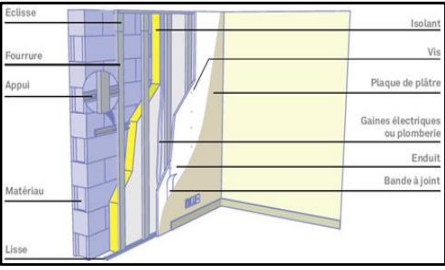
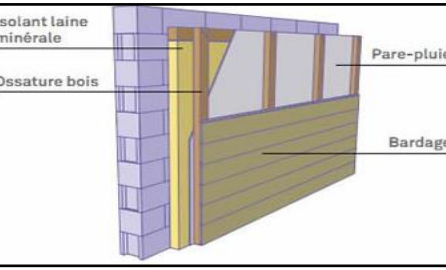
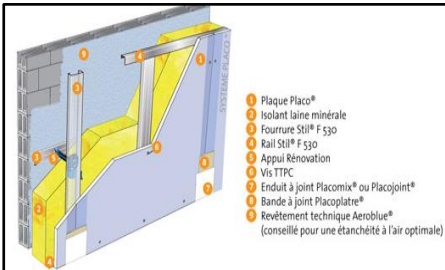
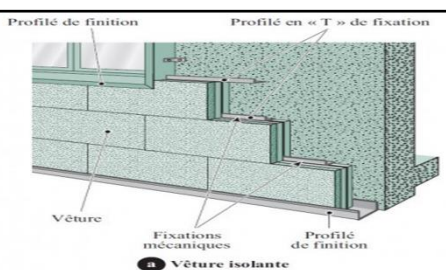
Isolation des parois opaques	Types d'isolations	L'efficacité d'isolation par l'intérieur	L'efficacité d'isolation par l'extérieur
	Schémas du système d'isolation	 <p><b>Figure II. 11: Isolation avec doublage collé.</b> Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html</a></p>	 <p><b>Figure II. 12: isolation sous enduit.</b> Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html</a></p>
		 <p><b>Figure II. 13: Doublage sous ossature.</b> Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html</a></p>	 <p><b>Figure II. 14: Isolation par bardage.</b> Source : <a href="http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html">http://www.pointp.fr/eco/pop-ups/maison_neuve/isolation-murs.html</a></p>
		 <p><b>Figure II. 15: Doublage sur ossature Métallique.</b> Source : <a href="http://www.placo.fr/Solutions/Solutions-par">http://www.placo.fr/Solutions/Solutions-par-</a></p>	 <p><b>Figure II. 16: isolation par vêtture.</b> Source : <a href="http://www.topekobat.fr/wp-content/uploads/2014/01/isolation7.png">http://www.topekobat.fr/wp-content/uploads/2014/01/isolation7.png</a></p>
	Rôles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de ponts thermiques intégrés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protection des murs des variations climatiques.</li> </ul>

Tableau II. 2: Les types d'isolation le plus efficace des parois opaques. Source : (Auteurs, 2017)

### V.5.2. Eléments d'isolation des toitures

Les ponts thermiques doivent être limités en conception, en s'attachant à avoir une frontière d'isolant autour du bâtiment. Notamment au niveau de la toiture :


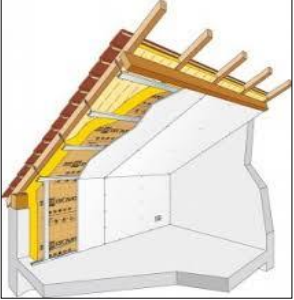
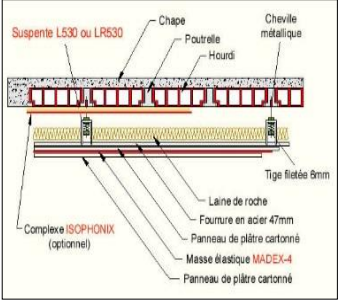
	Types de toitures	Charpentes		Plates
		Comble perdu	Comble Aménagé	
<b>Isolation des toitures</b>	<b>Schémas d'isolation</b>	 <p>Figure II. 17: configuration type d'isolation d'un comble perdu. Source : <a href="https://www.bricozone.fr/t/c-omble-perdu-chambre-etage-">https://www.bricozone.fr/t/c-omble-perdu-chambre-etage-</a></p>	 <p>Figure II. 18: configuration type d'isolation d'un comble aménagé. Source : <a href="http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Isolation-de-la-maison-murs-combles-et-toitures.">http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Isolation-de-la-maison-murs-combles-et-toitures.</a></p>	 <p>Figure II. 19: Configuration type d'isolation d'une toiture par l'extérieur. Source : <a href="https://www.google.dz/search?q=toi+ture+terrasse+isol%C3%A9+par+l%27exterieur&amp;espv=2&amp;biw=1366&amp;bih=613.">https://www.google.dz/search?q=toi+ture+terrasse+isol%C3%A9+par+l%27exterieur&amp;espv=2&amp;biw=1366&amp;bih=613.</a></p>
	<b>Le fonctionnement</b>	Isolation disposée sur le plancher entre chevron.	Isolation disposée sous les pentes du toit.	Isolation par-dessus de la structure porteuse
	<b>Le rôle</b>	Evité de chauffer les combles non occupés.	Eviter les déperditions thermiques.	Garantir une bonne étanchéité à l'air.

Tableau II.3 : Types d'isolation le plus efficace des toitures. Source : Auteurs ; 2017.

### V.5.3. Eléments d'isolation des fenêtres

Comme l'efficacité des fenêtres dépend de plusieurs critères, à savoir : les types des matériaux, la conception, l'étanchéité et l'isolation ...etc. ces derniers sont à prendre en considération. Il existe plusieurs modes d'ouverture, on distingue deux catégories :

- Fenêtres avec menuiserie à frappe (ouverture à la française) ;
- Fenêtres avec menuiserie coulissante.

La menuiserie à frappe présente en général une efficacité d'étanchéité à l'air et à l'eau meilleure que celles coulissantes.

D'autre part, on distingue aussi de différents matériaux pour la fabrication des profilés efficaces, les principales matières utilisées sont le PVC, l'aluminium et le bois mais il existe aussi des profilés mixtes. Tandis que les vitrages isolants peuvent être soit, des doubles ou des triples vitrages comportant une couche peu émissive disposée en lame d'air entre les vitrages.



Figure II. 20: Double vitrage à ossature PVC  
Source : [http://conseils-thermiques.org/contenu/choisir\\_fenetres.ph](http://conseils-thermiques.org/contenu/choisir_fenetres.ph)



Figure II. 21: Triple vitrage à ossature en aluminium.  
Source : <http://isolation.durable.com/a-triple-vitrage>.

### V.6. Comportement de l'usager

Le progrès de l'efficacité énergétique ne pourra être fait sans mobilisation des usagers. Leurs rôles se résument dans l'attitude à travers l'utilisation du bâtiment lui-même. Dans ce cas l'homme doit prendre une série de mesures:

- Procéder à la ventilation naturelle du bâtiment en ouvrant d'une manière à privilégier les pénétrations d'air par les entrées principales, les lamelles ouvertes aideront également à une aération optimale ainsi que la circulation de ce dernier assure une bonne ventilation.
- Prévoir des gaines d'aération dans les espaces humides.
- Profiter des apports solaires en hiver afin de les utiliser pour le chauffage.
- Opter pour un système d'ombrage pour se protéger des surchauffes pendant les journées d'été, permettant de stopper le rayonnement tout en réduisant l'énergie utilisée.
- La disposition des espaces d'activités (cuisine, sanitaire...), et la favorisation des ameublements d'une manière à profiter de l'éclairage naturel, dans le but de minimiser l'éclairage artificiel.
- Eviter l'utilisation du sèche linge car il est considéré comme un grand consommateur d'énergie, il est donc préférable d'employer le sèche-linge libre à l'air.
- Consommer ce qui est nécessaire, quand et où c'est nécessaire.



### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le contexte énergétique algérien par rapport à celui du niveau mondial en ciblant le secteur bâtiment jugé comme étant le plus grand consommateur et le plus énergivore. Ce qui montre qu'il est important de replacer l'architecture dans une autre dimension de durabilité, afin de maintenir l'intérêt des générations actuelles et de sauvegarder celui des générations futures. Cela, en comprenant les deux concepts : efficacité énergétique et secteur bâtiment.

À cet égard, il apparaît que le secteur bâtiment est l'un des producteurs majeurs de la surconsommation et que l'efficacité énergétique représente l'un des acteurs majeurs du monde actuel visant l'économie de l'énergie, tout en élaborant des techniques architecturales passives lors de la conception, à savoir : compacité du bâtiment qui dépend de son coefficient de forme, orientation du bâtiment et de ses espaces d'une manière à bénéficier des apports thermiques, dimension et forme des ouvertures et le type des matériaux de construction. Ainsi qu'en sensibilisant le comportement des usagers au sein du bâtiment.

### Introduction

Le chapitre présent constitue des explications claires et enchainées sur l'approche analytique et les deux méthodes expérimentales (enquête par questionnaire et simulation numérique), pour lesquelles nous avons opté afin d'aboutir à des conclusions recherchés. Ces méthodes se basent sur les divers résultats qualitatifs (subjectifs) et quantitatifs (objectifs) obtenu, grâce à l'utilisation des logiciels de simulation et d'enquêtes comme outils d'évaluation dans le cadre des paramètres de l'efficacité énergétique passive.

### I. Cadre d'évaluation

L'évaluation de l'efficacité énergétique passive dans l'immeuble d'habitation choisi dans la rue LARBI BEN M'HIDI, sera effectuée en appuyant sur deux méthodes à savoir : enquête par questionnaire, et simulation.

#### I.1. Enquête par questionnaire

*« Par définition le questionnaire comporte un nombre de questions, l'ensemble des questions ne doit pas être trop long. Le sondage, qui s'adresse à des milliers de personnes, tend à être le plus bref possible ».* (MAURICE Angers). Cette méthode est utilisée pour comprendre et expliquer les divers faits, tout en recueillant des informations.

Notre questionnaire est composé de 13 questions (Annexe I), qui se succèdent d'une manière logique suivant des paramètres, introduisant des aspects généraux de l'efficacité énergétique passive du bâtiment afin d'aboutir à des réponses bien précises. Ses objectifs sont comme suit :

- Définir une base de données concernant l'évaluation de l'efficacité énergétique passive dans le bâtiment d'habitation à climat méditerranéen, perçus et vécus par les occupants.
- Déterminer si les aspects architecturaux du bâtiment d'habitation agissent sur le degré de l'efficacité énergétique de ce dernier, ainsi que le comportement des usagers. Ces aspects seront analysés suivant les paramètres de l'efficacité énergétique passive, à savoir : l'orientation, l'enveloppe, les proportions, la compacité ...etc.
- Identifier les propriétés passives (techniques, formelles et spatiales) du bâtiment, qui paraissent la plus confortable aux usagers, suivant des indicateurs comportementaux et environnementaux.

Il constitue une variété de questions : questions fermées (oui/non), ou, à choix multiples (deux à trois choix), jugées simples et facilitent la rédaction d'un questionnaire ainsi que son traitement. Egalement une question ouverte qui permet aux questionnés de s'exprimer, notamment de faire apparaître des informations auxquelles on n'aurait pas pensé.

### I.1.1. Protocole du questionnaire

L'évaluation réalisée à base d'un questionnaire a été figé par la photographie et l'observation durant la visite sur site, afin de mieux visualiser l'aspect architectural du bâtiment d'habitation ainsi que le comportement des occupants.

### I.1.2. Présentation de l'échantillon

Le siège de l'évaluation est un immeuble d'habitation de la période coloniale comprenant des activités du tertiaire au niveau de certains appartements. Lors de l'enquête la participation des locataires s'est faite à travers une communication directe devant leur domicile. Où, nous avons dénombré 25 locataires des logements variant entre bi-orienté et mono-orienté.

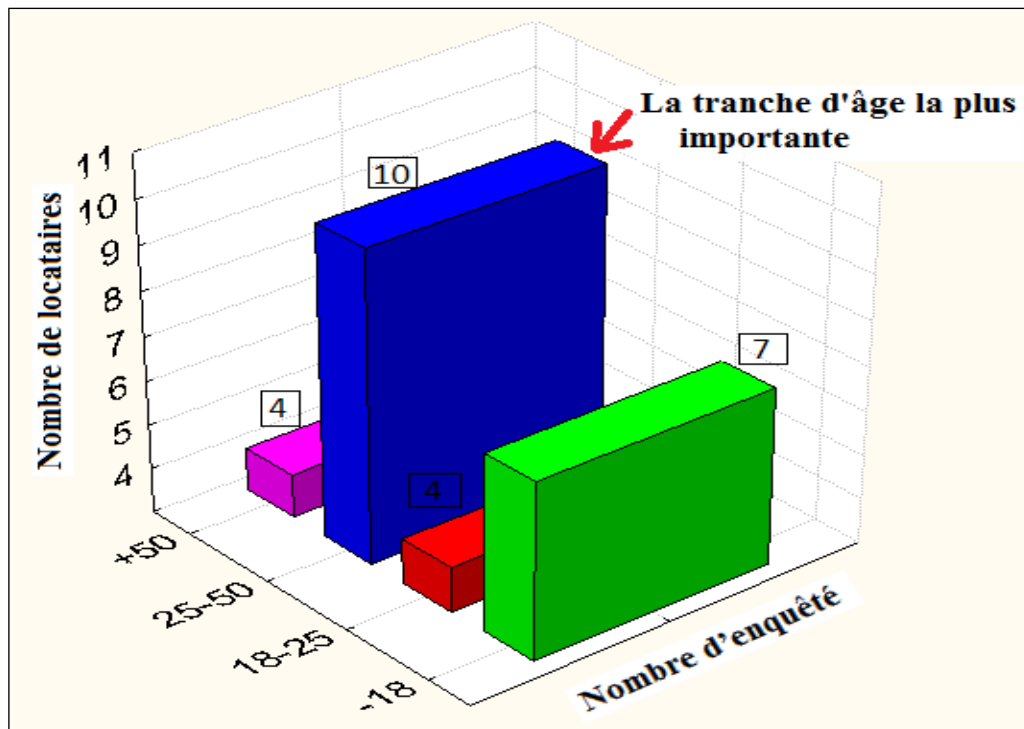


Figure III. 1: Répartition des locataires par tranche d'âge. Source : Auteurs ; 2017.

L'échantillon est imposé car les logements n'ont pas été tous occupés. Il est déterminé par le nombre de locataires questionnés suivant la tranche d'âge, où, celle comprise entre 25 et 50 ans représente le plus grand nombre.

### I.1.3. Méthode statistique d'exploitation des questionnaires

La saisie du questionnaire a été réalisée à l'aide d'un logiciel appelé **SPHINX**. Le traitement et l'analyse des résultats ont été exécutés par des tableaux, puis synthétisés et visualisés sous forme de graphes. Nous commencerons ainsi notre évaluation par le traitement des qualités extrinsèque puis intrinsèque de notre objet de recherche.

### I.1.3.1 Présentation du logiciel « SPHINX »

Le logiciel de traitement d'enquêtes **SPHINX** permet de gérer l'enquête et d'analyser les données, quel que soit leur nature : quantitative ou qualitative. (S. PERLOT, 2014). Il a été créé pour la première fois en 1985 suivant l'évolution de la micro-informatique et développé en parallèle avec les milieux de l'enseignement et de la recherche. **Le SPHINX** est également de plus en plus utilisé pour les travaux de mémoires de recherches ainsi que dans toutes les disciplines des sciences (médecine, agronomie, science humaine, architecture...etc.), dès la conception du questionnaire jusqu'à la présentation des résultats de l'étude.

### I.1.3.2 Processus d'élaboration du questionnaire

Il est organisé en trois grandes parties qui correspondent aux trois stades de réalisation de toute enquête à savoir :

- Elaboration du questionnaire.
- Collecte des réponses.
- Traitements et analyses.

Processus d'élaboration du questionnaire	
Etape 1 : Elaboration du questionnaire	
Processus	Illustrations
<p>Cette étape consiste à rédiger un questionnaire, pour se faire nous procédons comme tel :</p> <p>➤ Dans la page d'accueil de SPHINX, choisir « <b>Nouvelle enquête</b> ».</p>	<div data-bbox="1095 417 2507 993"></div> <p>Figure III. 2 : Capture de l'interface de SPHINX; création d'une nouvelle enquête. Source : Auteurs 2017.</p>

- Ensuite cliquer sur :
- « **Titre** » = titre du questionnaire « **commentaire** » = introduction du questionnaire
  - « **Organisme** » = celui à l'origine de l'enquête (lycée, classe, etc.)
  - « **Période** » = date ou année de réalisation de l'enquête.
  - Enfin « **terminer** ».

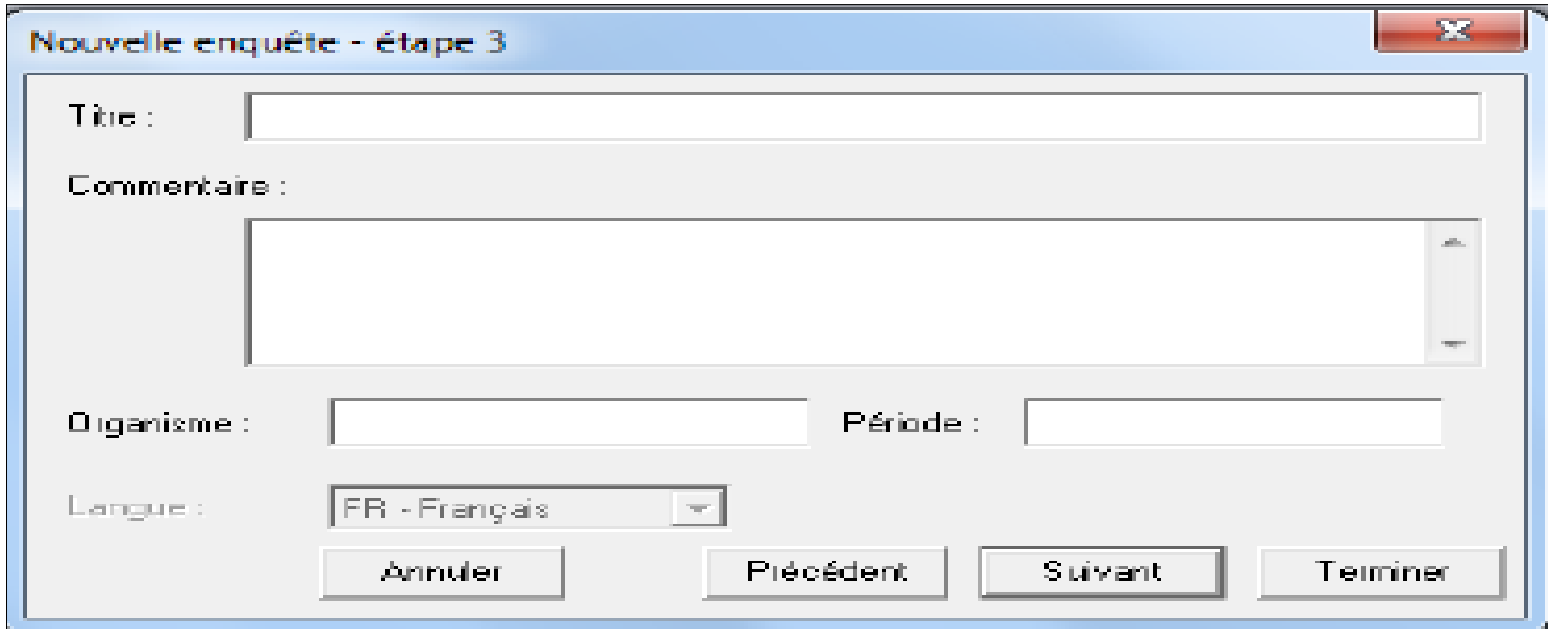


Figure III. 4: Capture de l'interface de SPHINX ; création d'une nouvelle enquête. Source : Auteurs; 2017.

Etape 2 : collecte de données

- Une fois que le questionnaire soit rédigé, nous allons passer aux saisis des réponses.



Figure III. 5: Capture de l'interface de SPHINX; Collecte des données. Source :Auteurs; 2017.

➤ Une fois que la saisie des réponses est achevée Sphinx automatise le dépouillement du questionnaire. D'où le passage d'une question à une autre se fait automatiquement.

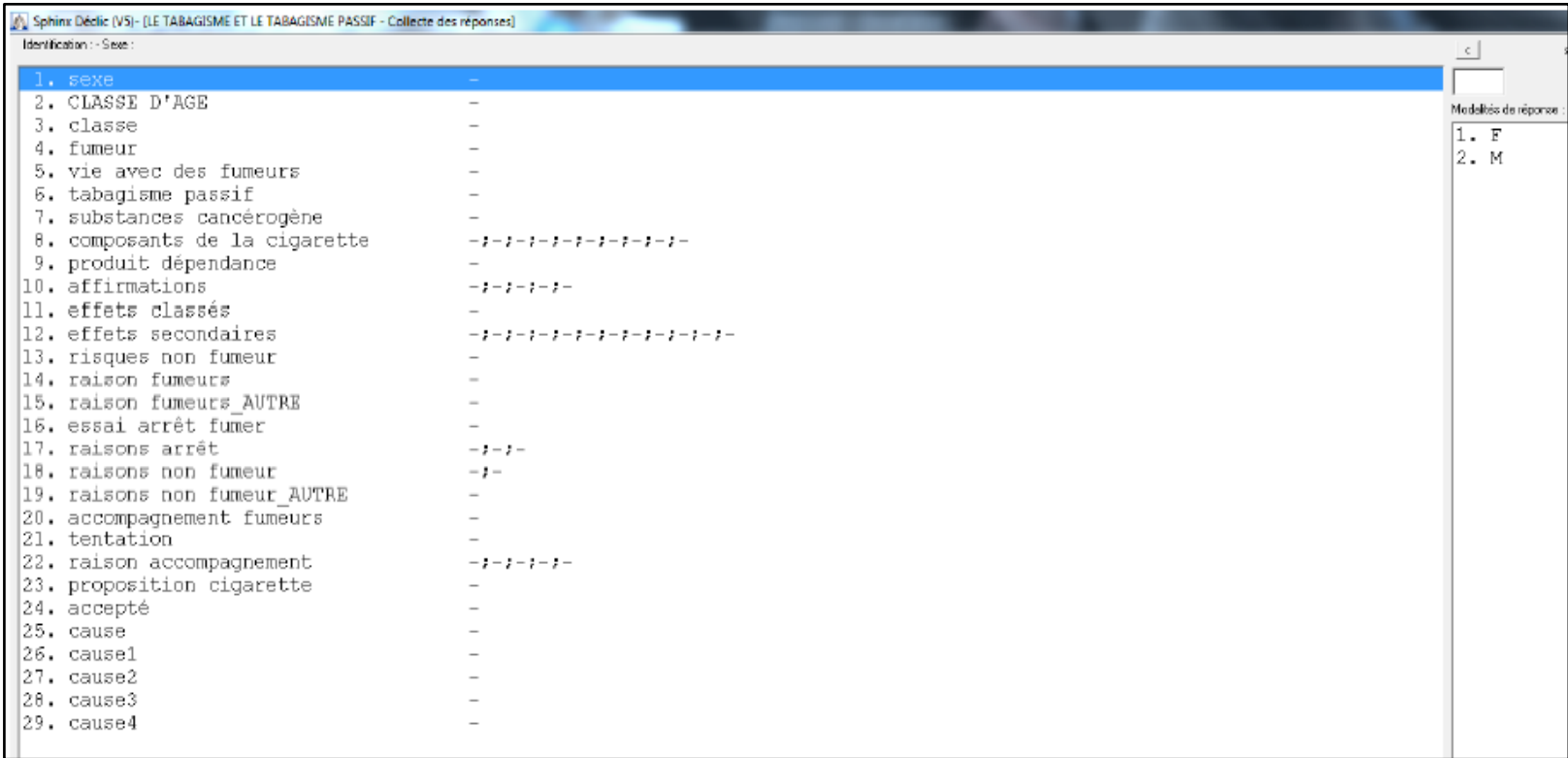


Figure III.6: Capture de l'interface de SPHINX; Saisie rapide par le clavier. Source : Auteurs; 2017.

Etape 03 : Traitement et analyse

➤ Cette étape permet de « **faire parler** » les données, de les rendre lisibles et compréhensibles. Elle constitue en :

- Un dépouillement automatique des résultats.
- Une analyse de données.
- Une préparation de tableaux de bord et des graphes.

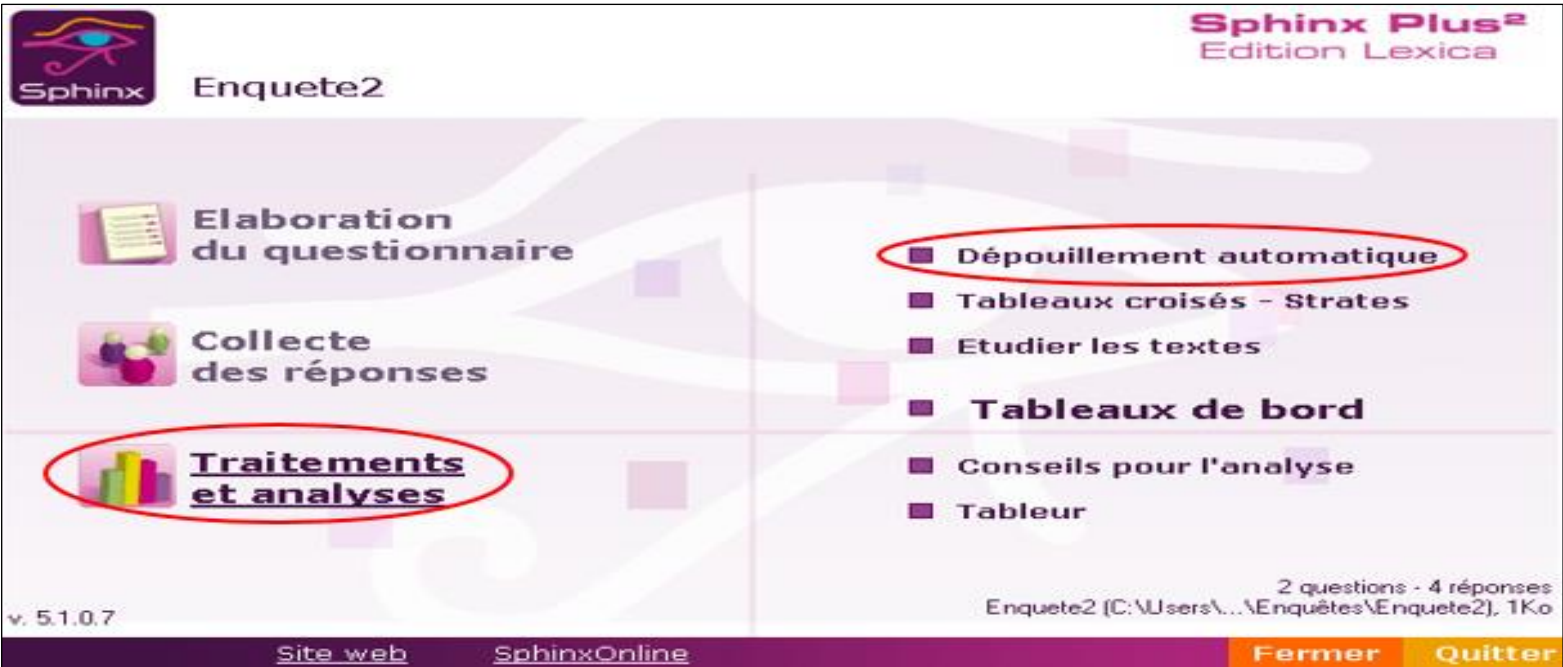


Figure III. 7: Capture de l'interface de SPHINX; Traitement et analyse. Source : Auteurs; 2017.



➤ Cliquer sur la commande  
« **Dépouillement automatique** », et nous aurions directement les résultats sous forme de tableau

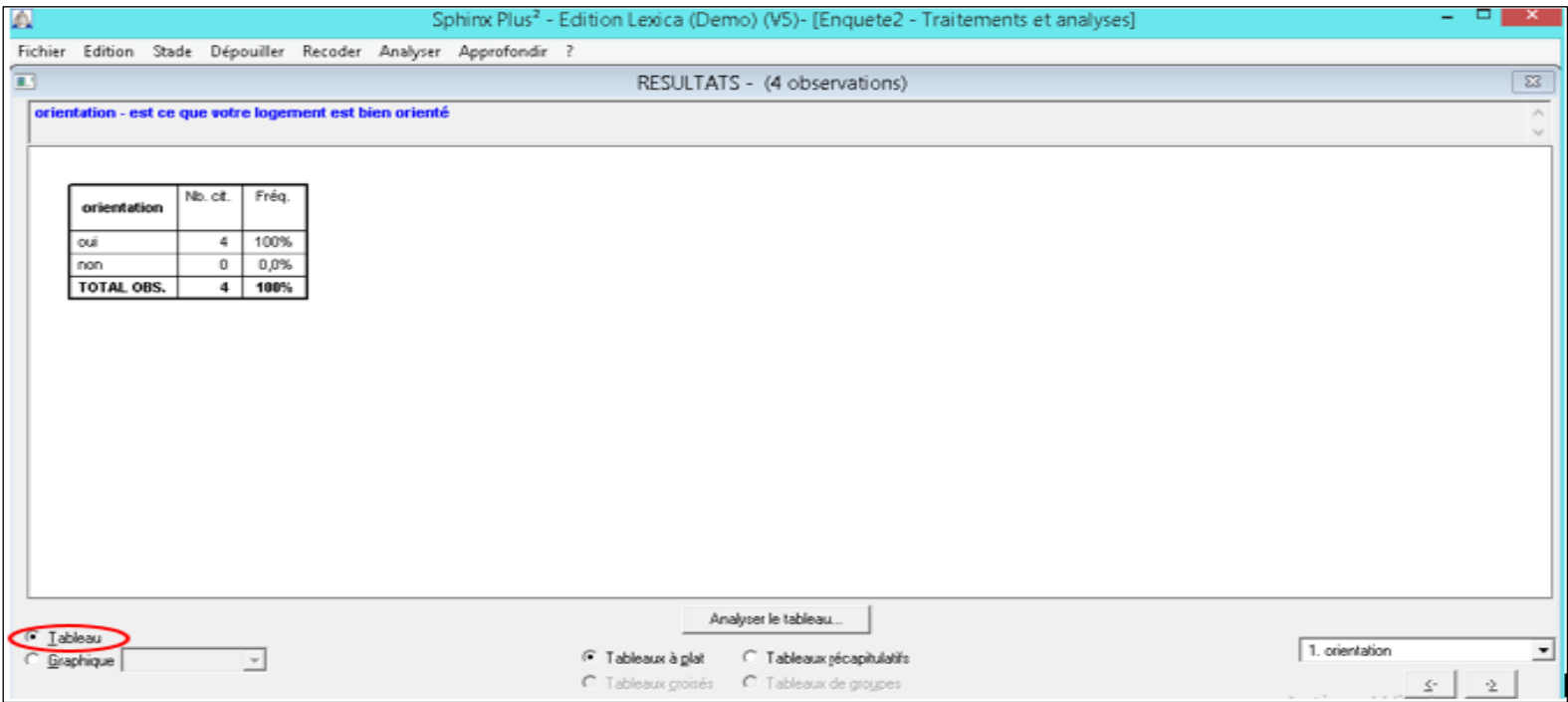


Figure III. 8: Capture de l'interface de SPHINX ; Résultats sous forme de tableau. Source : Auteurs; 2017.

➤ Nous pourrions notamment les convertir en graphe en cochant sur « **graphe** », ou nous pourrions choisir les types graphes : barres, secteur, air, profil, radar, anneau, histogrammes.

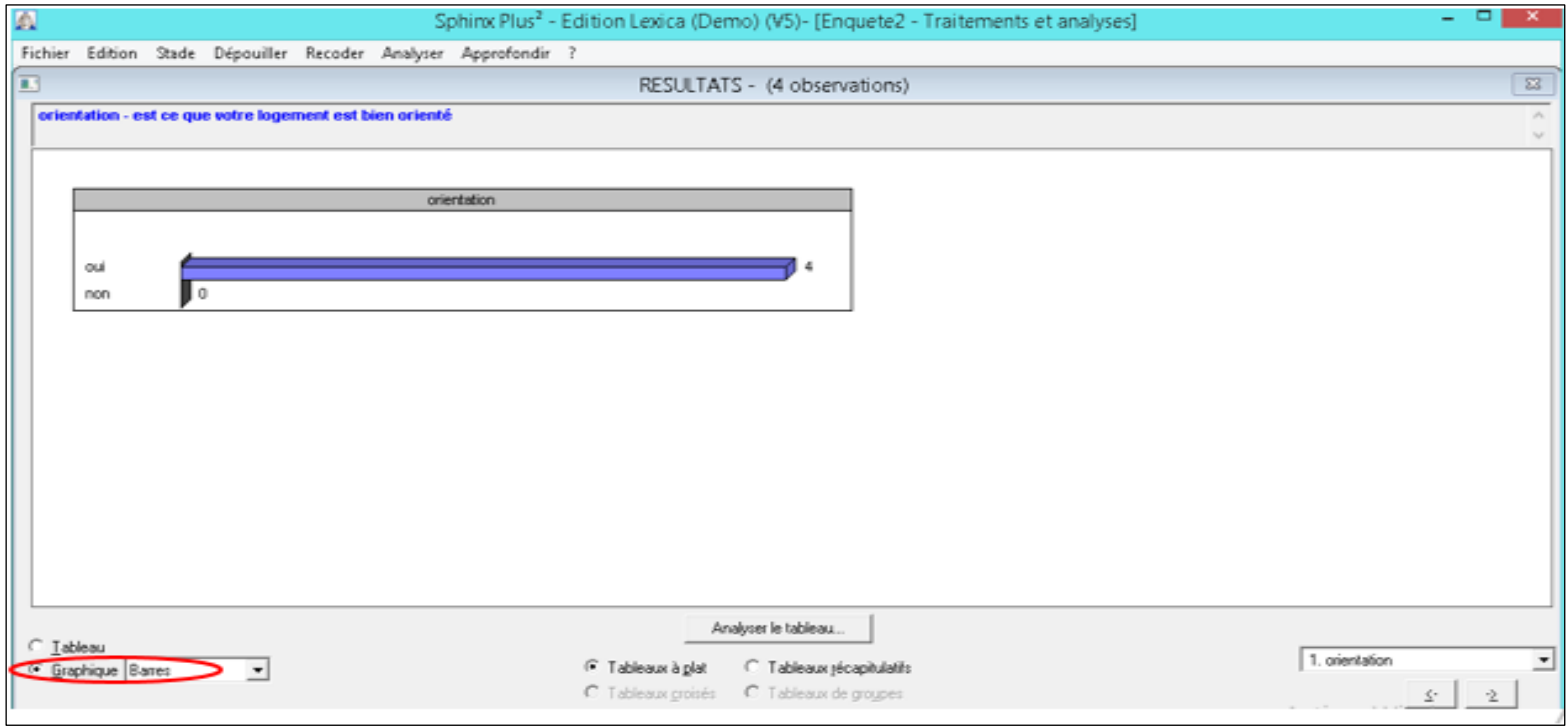


Figure III.9: Capture de l'interface de SPHINX; Résultats sous forme graphe « barre ». Source : Auteurs; 2017.

Tableau III. 1 : Processus d'élaboration d'un questionnaire à l'aide du logiciel « SPHINX ». Source : Auteurs, 2017.



### I.2. Simulation

« La simulation permet de valider rapidement des options fondamentales (implantations, structure, ouvertures...etc.), d'explorer et de commencer à optimiser certains choix pour un meilleur confort ». (CHATELET.A – FERNANDEZ.P- LAVIGNE.P ; 1998).

L'évaluation par simulation est modulable, elle offre un champ libre tout en agissant à volonté sur les éléments de la construction afin d'évaluer l'efficacité énergétique de celle-ci. Pour évaluer notre bâtiment, le recours à l'utilisation des logiciels de simulation est imposé.

#### I.2.1. Protocole de simulation

La simulation de l'état énergétique consiste à une analyse solaire, thermique ainsi qu'une étude de l'éclairage naturel de l'immeuble de rapport (n° 39) situé sur la rue LARBI BEN M'HIDI, à base du logiciel **ECOTECTANALYSIS**. Cela, en injectant les différents paramètres (orientation, matériaux, dimensions...etc.) tout en prenant en compte la forme (compacité) et l'organisation spatiale du bâtiment.

L'évaluation s'est effectuée pendant le cycle hivernal de l'année 2016 qui coïncide avec notre période de recherche. Où, Le choix de la journée d'étude était le 21 décembre qui correspond au solstice d'hiver, jugé comme la plus représentative de cette période.

#### I.2.2. Description du logiciel ECOTECT ANALYSIS

Logiciel de simulation complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail qui associe un modeleur 3D avec des analyses solaires, thermiques, acoustiques et de coût.

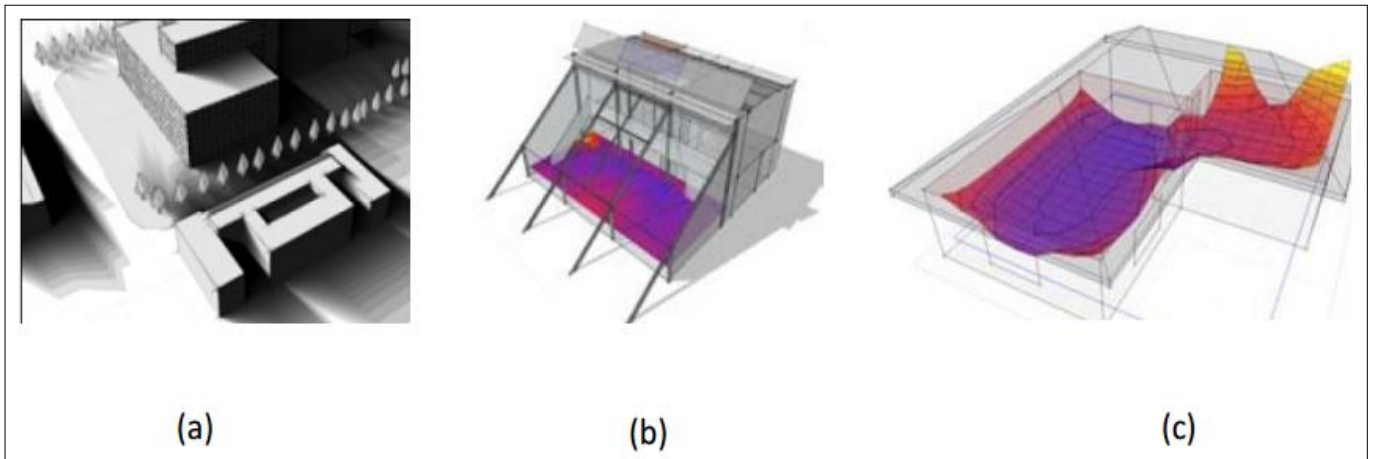


Figure III. 10 : résultat de simulation sous ECOTECT, ombrage (a), lumière du jour (b), efficacité thermique(c).  
Source :( T. MEZERDI; 2012).

**ECOTECTANALYSIS** (version 2011) comprend une série d'outils d'analyse et de traitement de données à savoir :

- **Weathermanager (gestionnaire météo) :** un outil libre de logiciel pour la création, la conversion et la gestion des fichiers de données, étroitement composés utilisés par **ECOTECTANALYSIS** et autre logiciel.

- **Sun tool (outil solaire) :** étudie les positions du soleil, ombrageant et éclipsant tout au long de l'année. Il commande fondamentalement l'affichage de diagramme du chemin de soleil dans la toile principale de graphiques.
- **Weathertool (outil météo) :** permet de visualiser, analyser et éditer des données horaires de temps. Il fournit également un éventail d'options d'affichage, y compris des 2D et les graphiques 3D aussi bien que des roses de vents et des diagrammes du parcours solaire.

Les faiblesses de l'outil concernent principalement le temps nécessaire à l'intégration du projet dans l'outil. **ECOTECTANALYSIS** permet d'importer des fichiers DXF (Autocad) pour l'importation d'objet mais seule la géométrie 2D est reconnue dans l'outil. L'utilisateur doit par la suite modéliser en 3D l'ensemble de son projet. Il doit également définir un ensemble de zones en fonction de l'étude menée : zone thermique, zone acoustique...etc. Les données d'entrées sont fastidieuses à mettre en place et elles nécessitent d'y accorder un temps non négligeable. Il nous semble également indispensable de suivre une formation afin d'utiliser correctement cet outil.

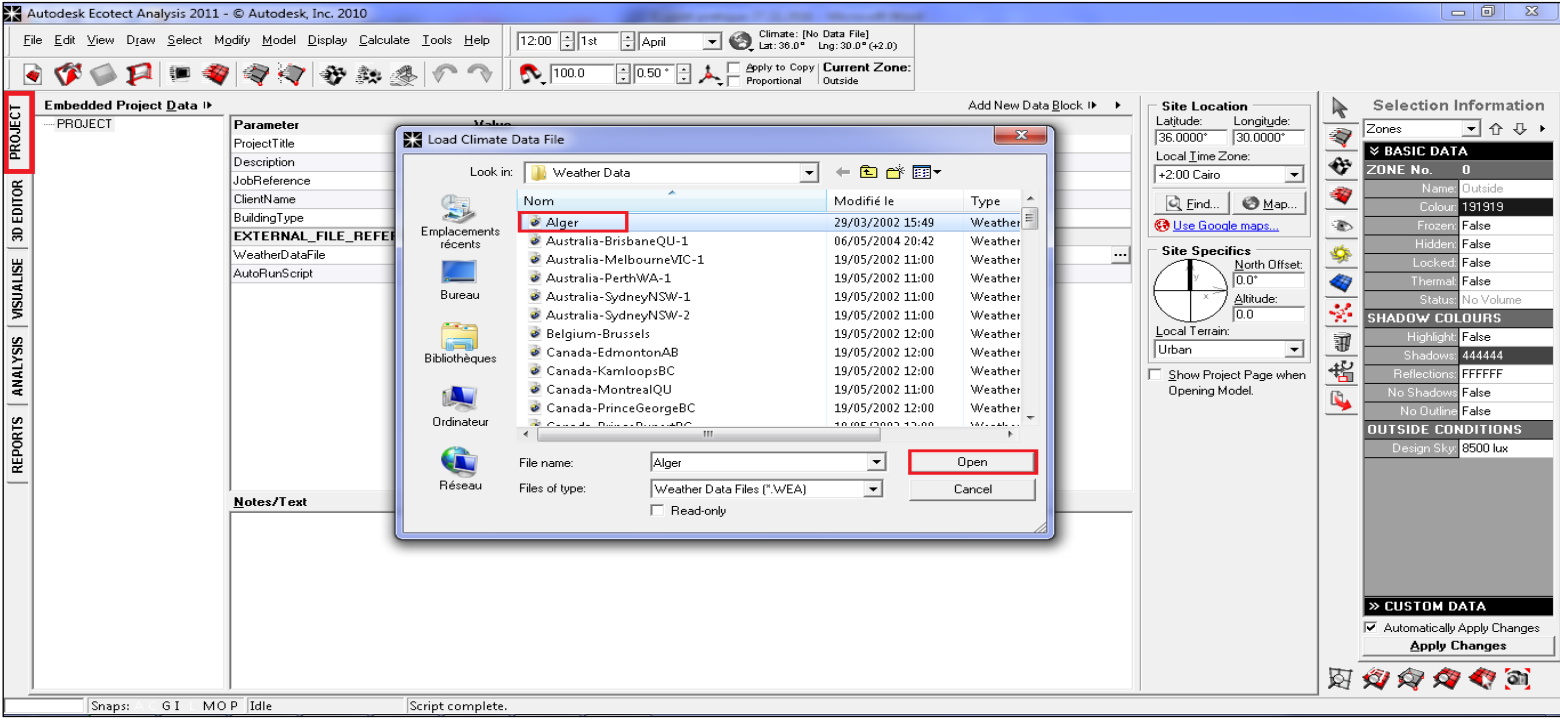
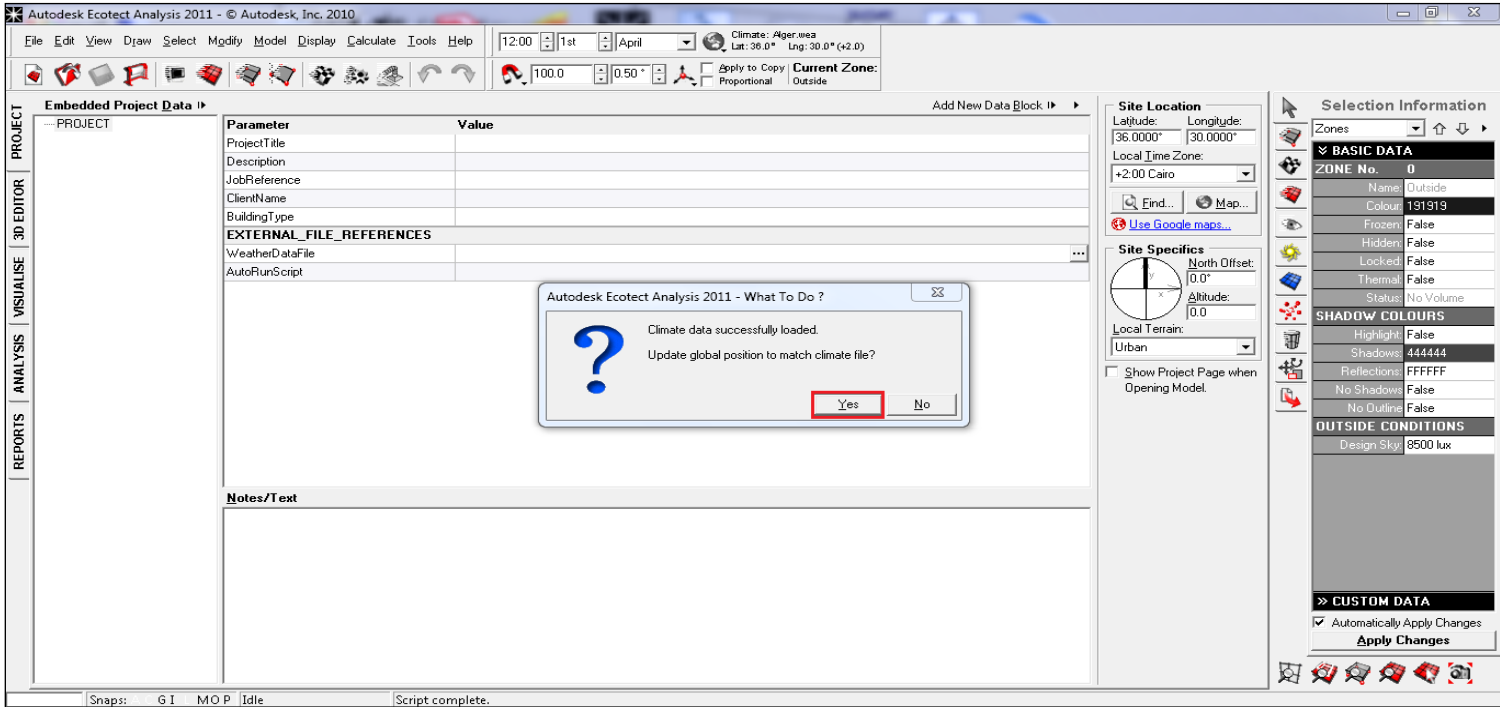
Il représente à la fois, un mécanisme unique pour évaluer le potentiel relatif de différents systèmes de conception passifs, c'est un outil nécessaire pour tous les architectes, concepteurs et planificateurs urbains intéressés à la conception bioclimatique.

Cet outil est aussi rattaché à d'autres extensions (**WINAIR**) auxquelles on a fait recours afin de faciliter la lecture des résultats et de donner plus de précisions par rapport à la ventilation naturelle (Annexe II).

### I.2.3. Processus de simulation

A partir des données architecturales et des propriétés thermo-physiques du bâtiment une analyse du comportement énergétique de l'immeuble d'habitat est effectuée à l'aide du logiciel « **ECOTECTANALYSIS** ». Le déroulement de la simulation a pris comme cheminement :

- Intégration des données météorologique de la région dans laquelle se situe l'objet à évaluer.
- Modélisation 3D de l'objet d'étude.
- Analyse des paramètres énergétiques (analyse solaire et thermique, étude de l'éclairage naturel).

Procédures	Illustrations
Phase 01 : Intégration des données météorologique	
<p>➤ Intégration des données météorologique de la ville d'Alger dans le logiciel après avoir convertis le fichier a un fichier « <b>Weather data</b> ». Elle se fait comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cliquer sur la fenêtre « projet » et cherchez« <b>weather data file</b> », puis sélectionner le fichier « <b>Weather Data</b> » de la ville d'Alger sur le tableau « <b>loadClimate Data File</b> » et cliquer sur ouvrir ;</li></ul>	 <p>Figure III. 11: Capture de l'interface de ECOTECTANALYSIS; Choix des données climatique de la ville d'Alger. Source : Auteurs; 2017.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sauvegarder le nouveau changement des données climatiques en cliquant sur «oui»</li></ul>	 <p>Figure III. 12: Capture de l'interface de ECOTECTANALYSIS; confirmation du Choix des données climatiques. Source : Auteurs; 2017</p>

- Les données climatiques de la ville d'Alger vont être affichées sur le logiciel ECOTECTANALYSIS

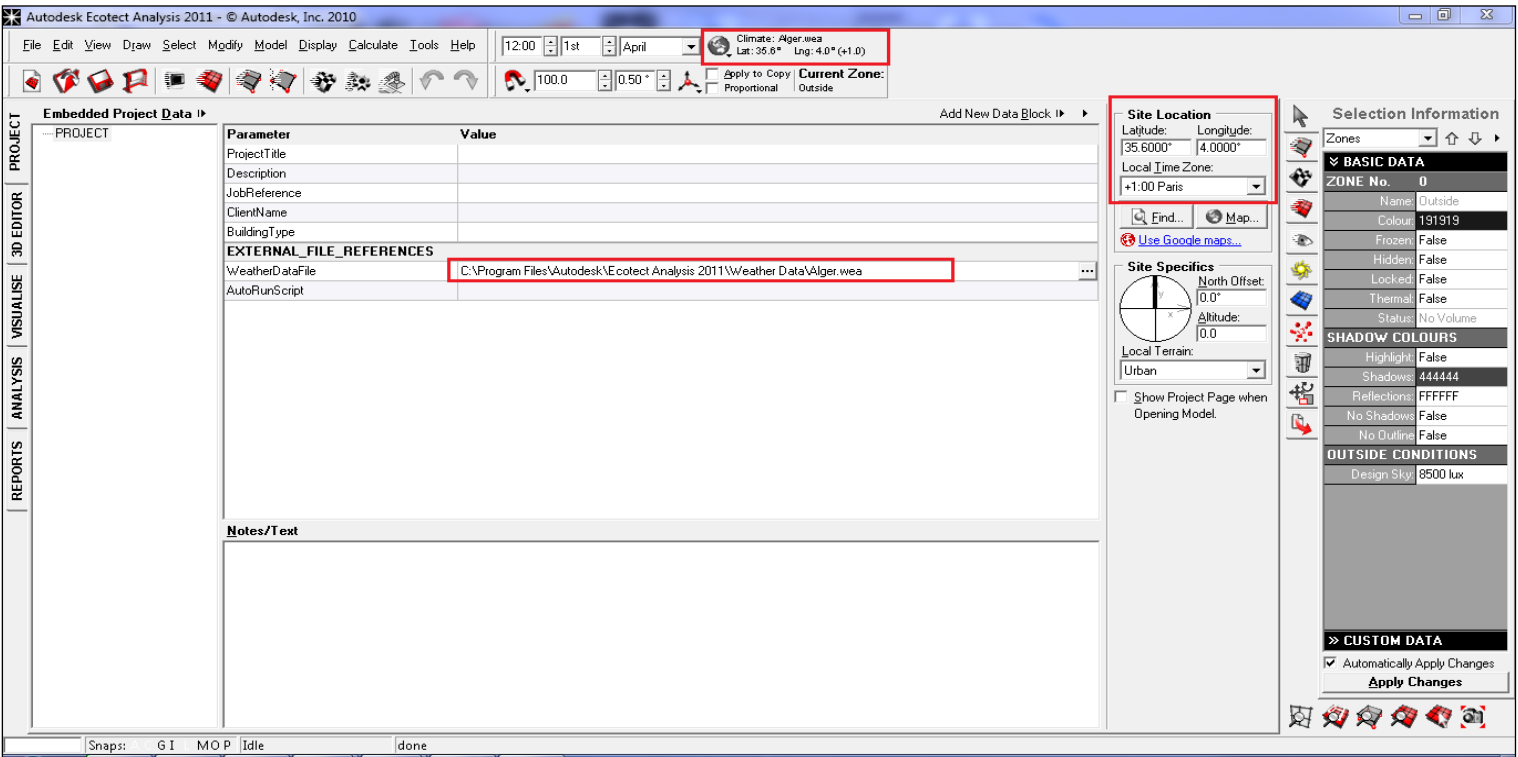


Figure III.13: Capture de l'interface de ECOTECTANALYSIS ; Affichage des donnés climatiques de la ville d'Alger. Source : Auteurs; 2017.

Phase 02 : Modélisation 3D

- La modélisation 3D du bâtiment, permet d'être en interaction avec le projet cela à partir de :
- Cliquer sur la fenêtre « **editor 3D** » pour obtenir le plan sur lequel s'insère le projet ;
  - Cliquer sur « **zone** » pour pouvoir manipuler le volume, puis injecter les différentes propriétés du bâtiment (matériaux, orientation...etc.) sur la partie de l'ongle « **des outil spécifique** »

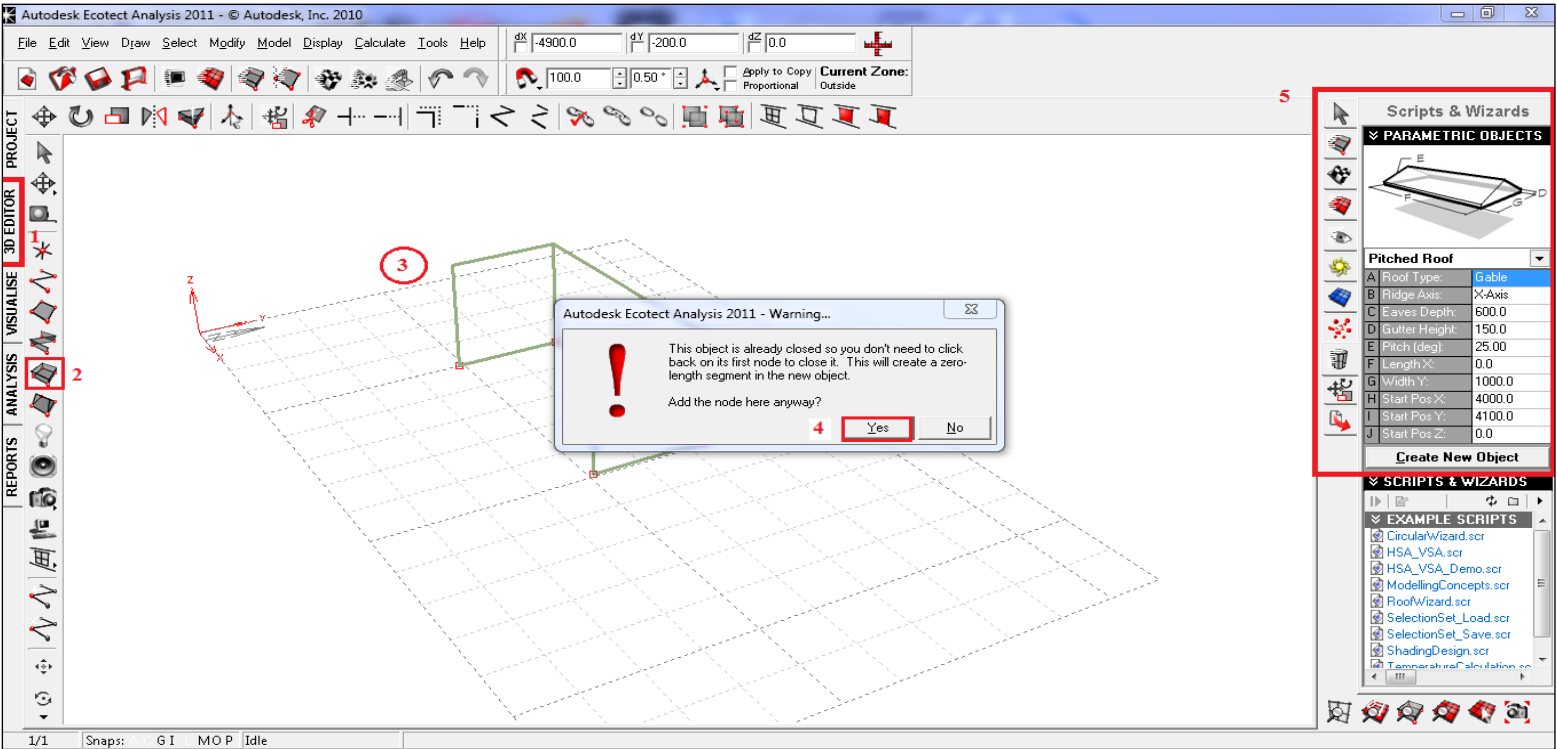


Figure III. 14: Capture de l'interface de ECOTECTANALYSIS; Affichage du plan d'insertion de la 3D. Source : Auteurs; 2017.

Phase 03 : Analyse des paramètres énergétique

➤ Analyse solaire, se fait en cliquant sur :

- La fenêtre « **calculate** », puis sur l « **Solar Access Analysis** » afin d'obtenir le panneau qui contient « **incident solar radiation** », puis cliquer sur « **Next** ».

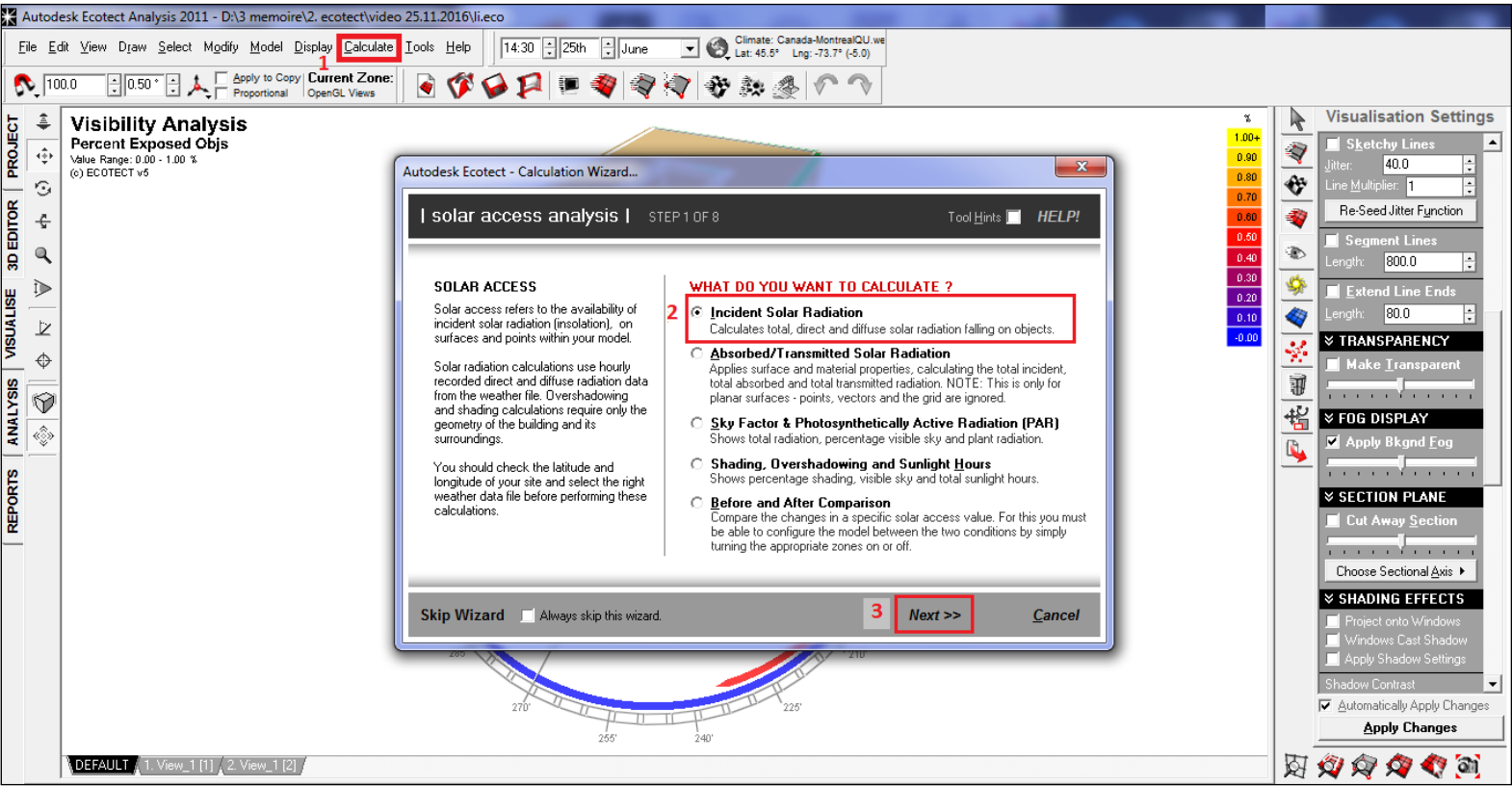


Figure III.15: Capture de l'interface d'ECOTECTANALYSIS; déterminer le type d'analyse. Source : Auteurs; 2017.

- Le panneau « **for specifiedperiod** » afin de spécifier la période de l'évaluation et enfin sur « **Next** »

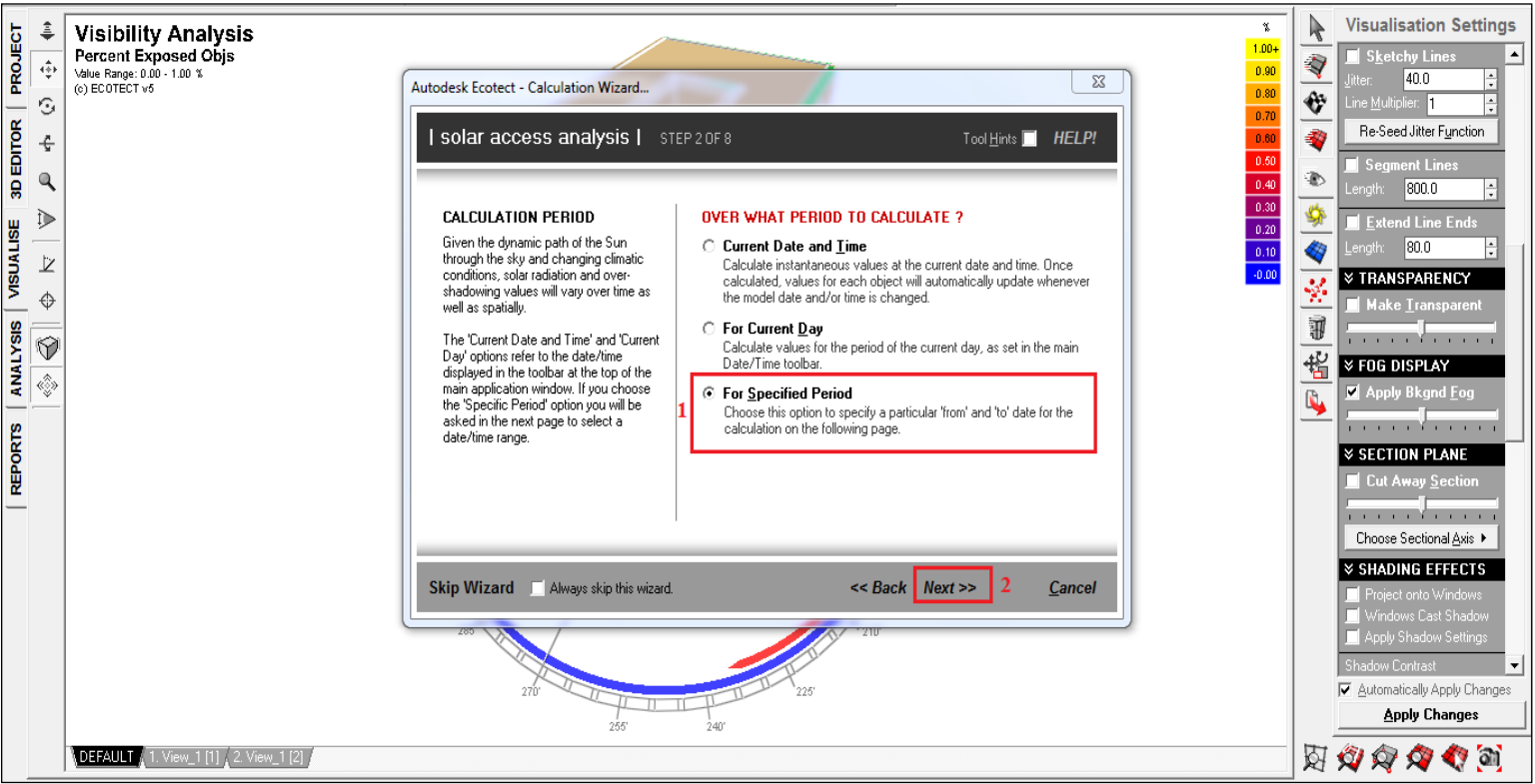


Figure III.16: Capture de l'interface d'ECOTECTANALYSIS; spécifier la période d'analyse. Source : Auteurs; 2017.



- « cumulative valeurs » afin d'obtenir la valeur total d'ensoleillement de notre objet.

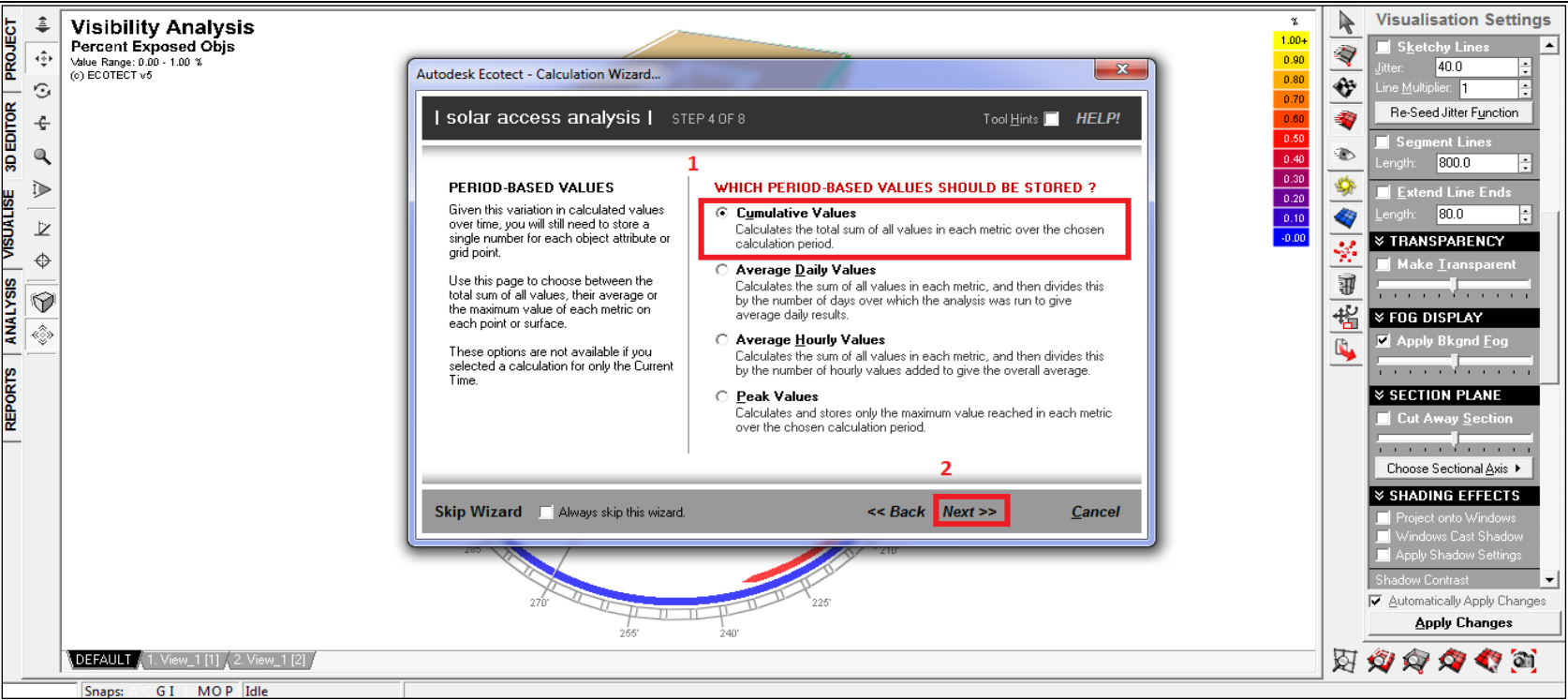


Figure III. 17: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS; spécifier les valeurs d'ensoleillements. Source : Auteurs ;2017.

- Et enfin on obtient le résultat de l'évaluation sous forme d'un rendue « fausse couleurs ».

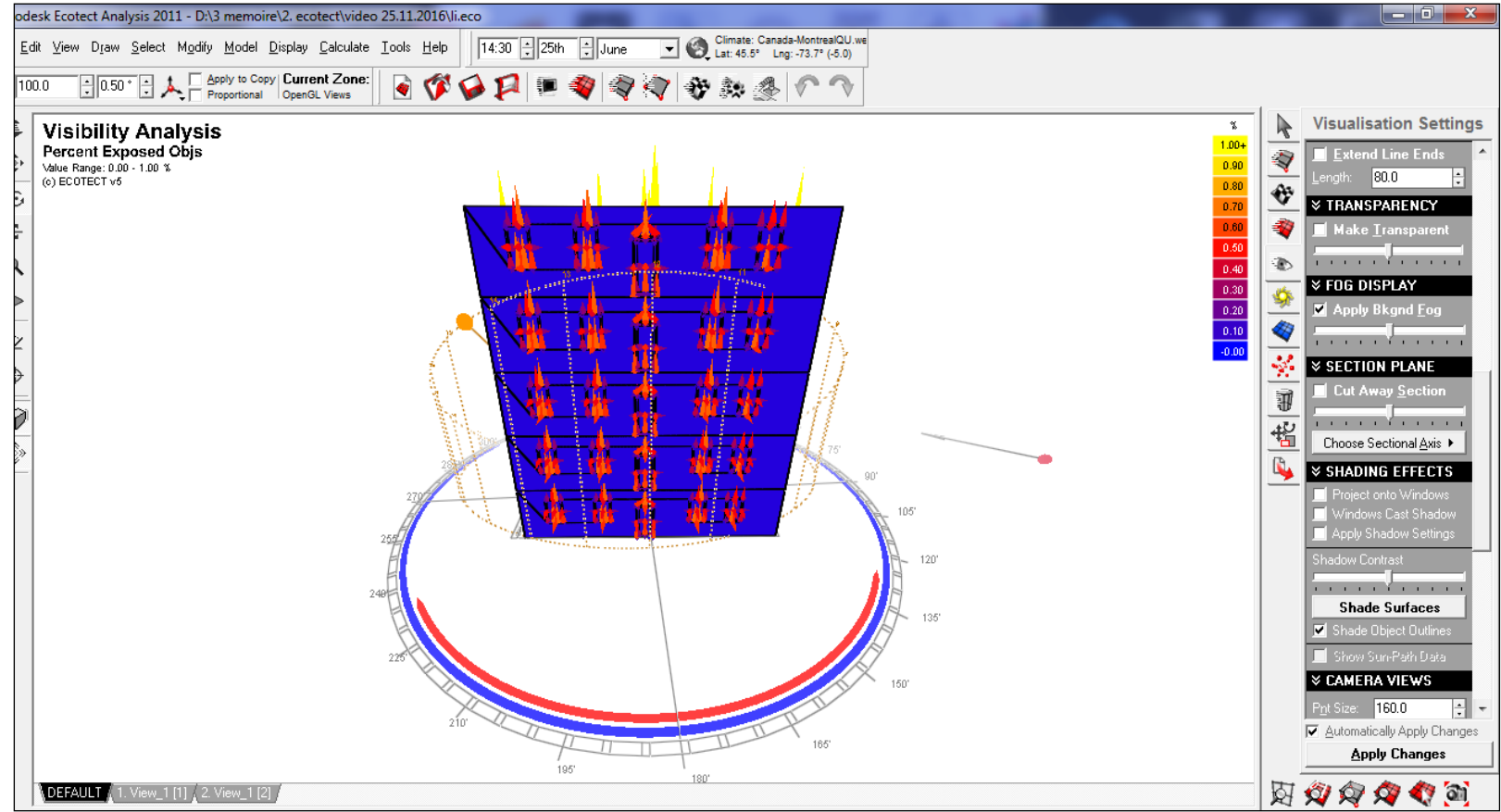


Figure III. 18: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS; résultats d'analyse. Source : Auteurs ; 2017.

➤ **Evaluation de l'éclairage naturel**, se fait en cliquant sur :

- Le panneau « **analyse Grid** », puis le menu « **lighting evels** », et en fin sur le menu « **performance calcualtion** » afin de choisir le type de lumière à étudier (naturel ou artificiel).
- « **Next** » puis « **OK** » pour validé le choix.

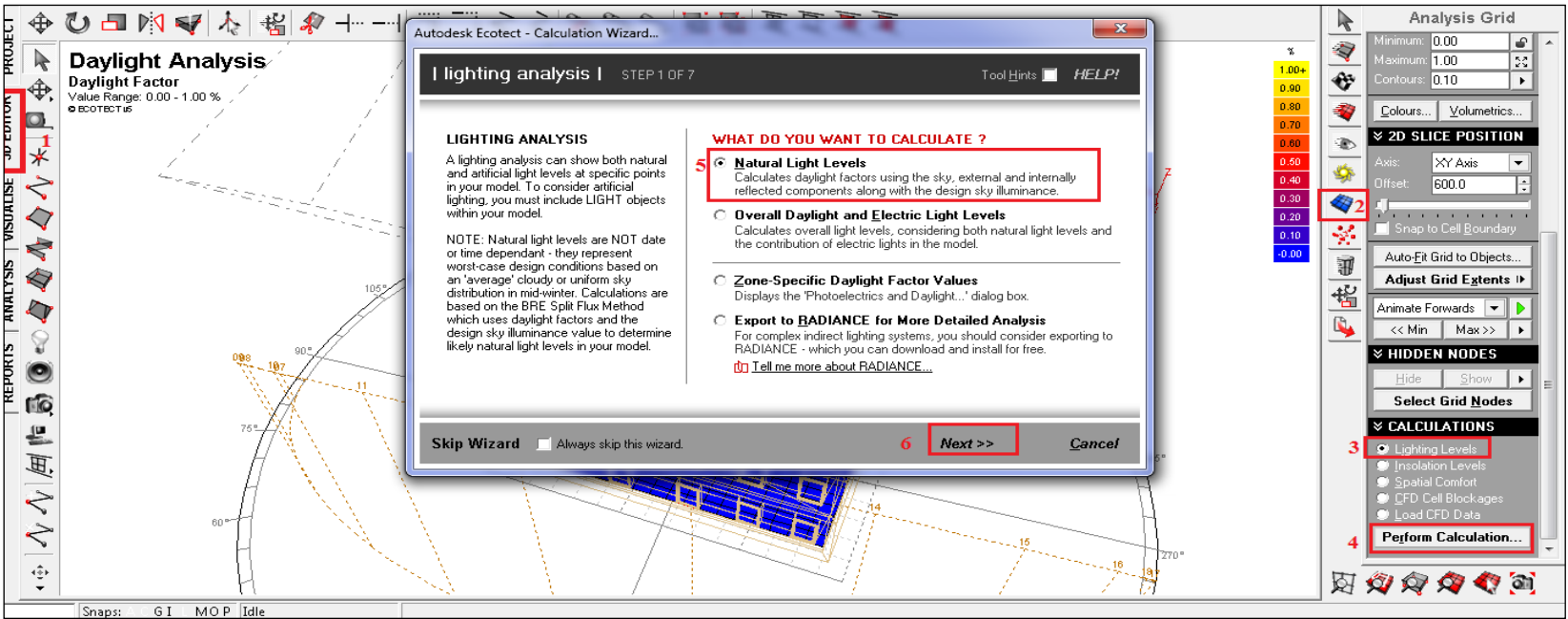


Figure III. 19: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS; Le choix du type de la lumière à évaluer. Source : Auteurs; 2016.

- le panneau « **Data & Scale** » afin de modifier les informations des données et l'échelle, puis sur commande « **copy view to clipboard** » afin d'avoir le rendu en image.

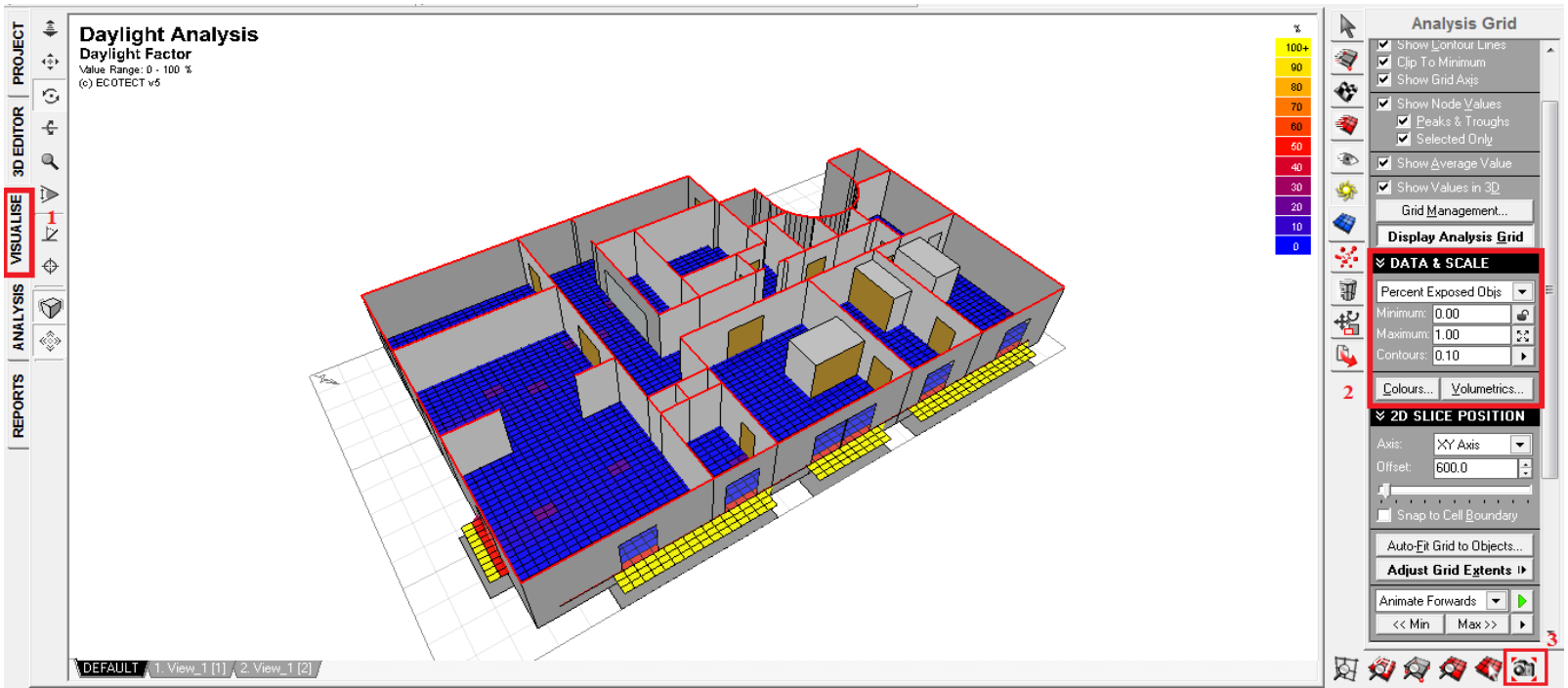


Figure III. 20: Capture de l'interface de ECOTECTANALYSIS; évaluation et rendu. Source : Auteurs; 2017.



➤ Etude de la thermique, se fait comme suit :

- Cliquez sur la fenêtre « Analysis », puis sur « thermal analysis » et enfin sur « calculate ».

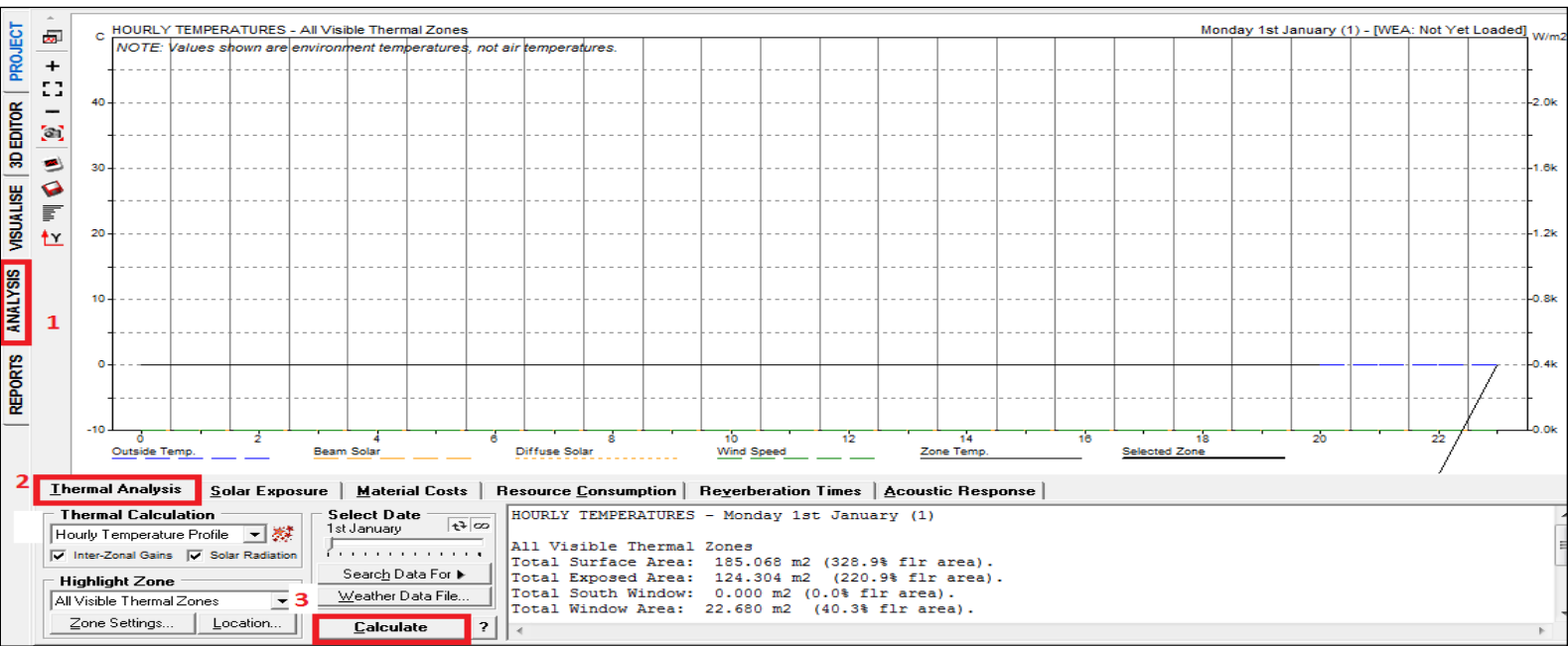


Figure III. 21: Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS; déterminer le type d'analyse. Source : Auteurs; 2017.

- l'obtention des résultats d'analyse sous forme de « diagrammes ».

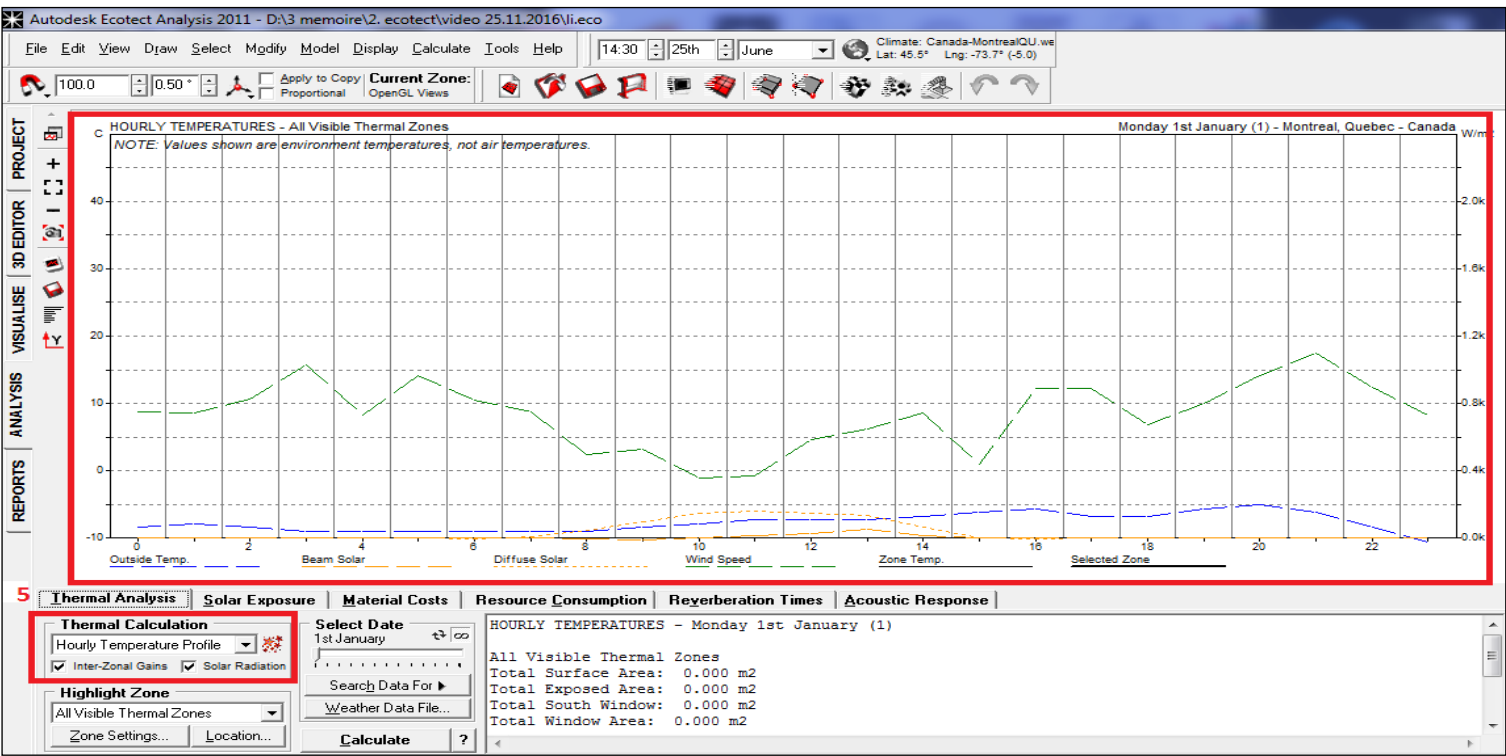


Figure III. 22: Capture de l'interface de ECOTECTANALYSIS; Résultats d'analyse. Source : Auteurs ; 2017.

Tableau III. 2 : Processus du fonctionnement d'ECOTECTANALYSIS. Source : Auteurs ; 2017.

Conclusion

À travers le présent chapitre, nous avons pu déterminer le modèle d'analyse de notre recherche qui est basé essentiellement sur la combinaison entre la méthode d'enquête par questionnaire d'un côté et de simulation numérique de l'autre côté. Où l'étude et la vérification s'appuient sur les propriétés énergétiques de l'immeuble n°39. A cet égard, les résultats des différentes évaluations seront interprétés dans le chapitre qui suit

## **CHAPITRE IV : APPLICATION ET RESULTATS**

*Ce chapitre est dédié à l'interprétation et la vérification des résultats de simulations du projet et de l'enquête par questionnaire, ainsi que, de confirmer ou d'infirmer les hypothèses posées au début de notre recherche.*

### Introduction

Le chapitre comprend une présentation de l'immeuble de rapport n°39 et de l'aspect climatique de la ville d'Alger, qui participe à la compréhension du rapport existant entre l'énergie et la conception architecturale. Il met aussi en exposition les résultats obtenus lors de la mise en œuvre des deux méthodes expliquées dans le chapitre précédent, une que fois cette étape franchis, une vérification et interprétation des résultats seront faites, à travers une fusion des résultats de l'enquête par questionnaire avec ceux de la simulation.

L'objectif est d'aboutir à un verdict définitif qui sera comme réponse aux critères de la démarche de notre recherche.

### I. Etude analytique de l'immeuble

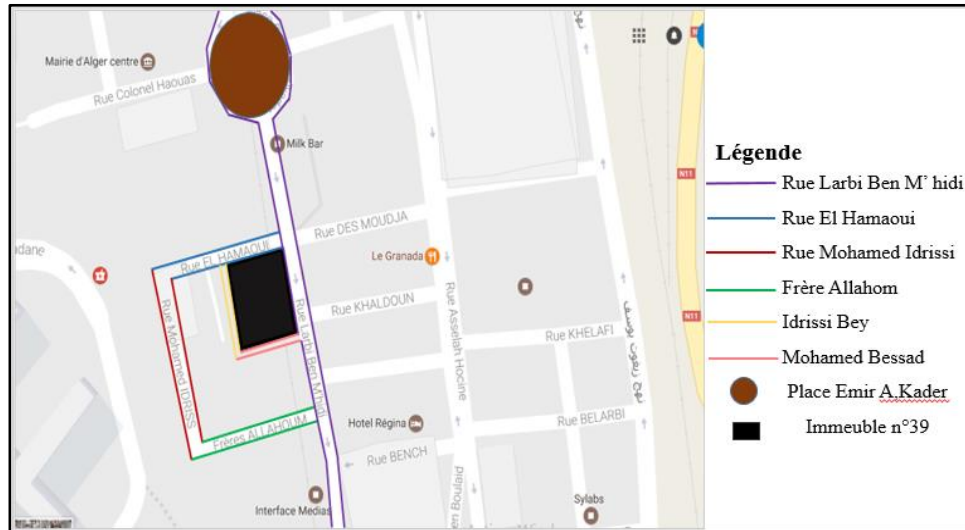
Notre objet d'étude s'agit d'un immeuble de rapport de la période coloniale Française, situé au sein du quartier LARBI BEN M'HIDI, dont le choix a été motivé par sa valeur historique, vu qu'il présente la première artère d'implantation française établie par l'architecte Pierre Auguste Guiauchain en 1846 (Laboratoire scientifique ; EPAU/UPM ; 2013) et sa richesse architecturale.

#### I.1. Situation du quartier

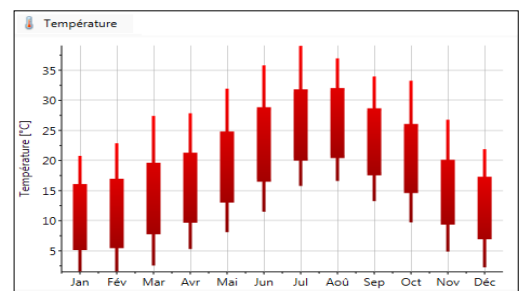
L'assiette de la zone BEN M'HIDI se situe à Alger centre, celle-ci s'étale suivant un axe Nord-sud parallèlement à la frange du littoral qui forme la baie d'Alger. En effet la grande poste d'Alger et la place de l'Emir Abd El Kader, nous facilitent de se situer dans le quartier.




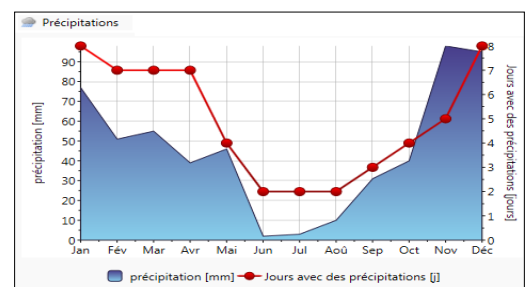
Figure IV. 1: Situation du quartier Larbi BEN M'HIDI. Source : google earth, auteurs 2017

[illegible]

Crisis	Percentage (%)
Crisis	14.5
Not a crisis	1.5



precipitation (mm)  jours avec des précipitations (j)



### I.2.3. Hygrométrie

L'hygrométrie présente une moyenne annuelle de l'humidité de l'air qui varie entre 48 et 93%, elle atteint son minimum mensuel de 40,8% en juillet et son maximum mensuel moyen de 94% en février, mars et avril.

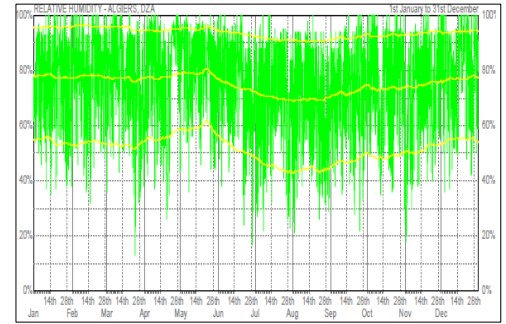


Figure IV. 5: Humidité relative d'Alger.  
Source : Ecotect-Weathertool ; 2016

### I.2.4. Vents

La région d'Alger subit l'influence des vents variant selon leur fréquence et la saison, nous notons donc la présence de trois types de vents, les vents d'hivers, dominant soufflent du côté Nord-Ouest et véhiculent de l'air froid, les vents d'été, où, les plus dominants sont les vents frais (la période allant de Juin à Aout) soufflant du côté Nord-Est et enfin les vents venant du sud, chaud moins fréquents.

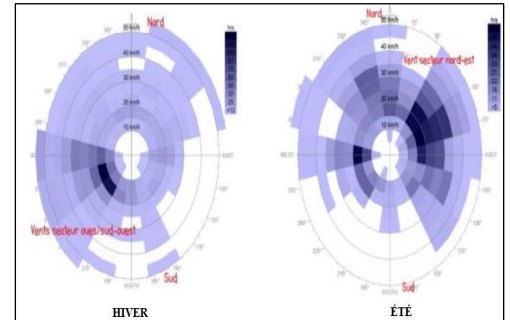


Figure IV. 6: vents dominants d'hivers et d'été. Source : Ecotect-weatherool ; 2016

### I.2.5. Ensoleillements

Les jours les plus éclairés sont enregistrés durant la période de l'été. Nous y relevons 1260 heures d'ensoleillement mensuel. Concernant la période d'hivers, le nombre d'heures d'ensoleillement est égal à 480h, avec une durée qui varie entre, le minimum de cinq heures en décembre et le maximum de onze heures en juillet.

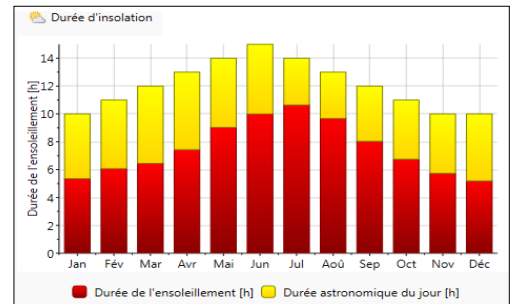


Figure IV. 7: Durée d'ensoleillement mensuelle.  
Source : Météonorm ; 1991-2010

### I.2.6. Rayonnement

Dans la ville d'Alger le rayonnement global représente 1840 kWh/m<sup>2</sup>par an, il atteint son pic pendant le mois de juillet avec une moyenne de 242 kWh/m<sup>2</sup>. Tandis que le rayonnement diffus présente 672kwh/m<sup>2</sup> par an avec une moyenne mensuelle de 80kWh/m<sup>2</sup>.

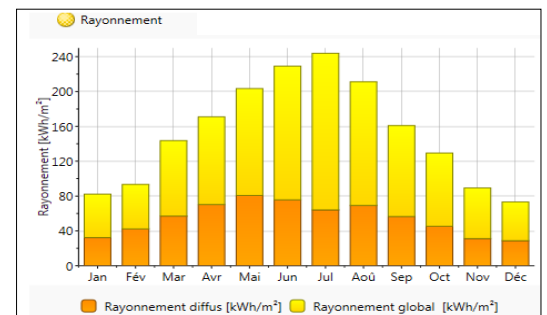


Figure IV. 8: Rayonnement global et diffus mensuel/annuel. Source : Météonorm ; 1991-2010

## I.3. Présentation du cas d'étude

L'immeuble de rapport n°39 appelé aussi immeuble ilot, est un immeuble à cour vitrée et situé à Alger centre. Il est construit entre 1901 et 1906 sous la direction de l'architecte Bougarel



(Laboratoire scientifique ; EPAU/UPM ; 2013).Celui-ci représente sur la rue BEN M'HIDI un gabarit de R+5(20m de hauteur), avec un rez-de-chaussée affecté aux commerces, des étages courants dédiés à l'habitation et surmontés par des combles du côté Ouest et des terrasses accessibles du côté Est.



Figure IV. 9: Immeuble 39 de la rue Larbi Ben M'hidi. Source : auteurs ; 2017

### I.3.1. Forme et dimension

Le bâtiment épouse la forme quadrilatère régulière de l'îlot avec une surface de 1195.7m<sup>2</sup>, répartie entre 37.73m de longueur et 31.69m de largeur. Il forme une masse bâtie compacte (plein) avec courettes (puits de lumière) et cour centrale (atrium) assurant l'aération.



Figure IV. 10: Forme et dimensions de l'immeuble. Source : auteurs 2017.

### I.3.2. Organisation spatiale

L'immeuble îlot n°39 est distribué d'une organisation en damier qui génère d'une manière patente la localisation d'une cour centrale à toiture vitrée. Cette dernière, dessert tous les logements

de l'immeuble et distribue deux escaliers, le premier au nord mène à deux logements, et le second au sud donne sur quatre logement, ceci, au niveau de chaque étage. Ainsi, deux ascenseurs sont circonscrits dans ces escaliers.

L'accès depuis la rue LARBI BEN M'HIDI se fait par un vestibule et un escalier pour rattraper le niveau de la cour, grâce à l'implantation de l'immeuble sur un ilot adapté à une topographie escarpée.

Afin de répondre à des besoins d'aménagé d'air et de lumière, nous avons compté deux courettes disposées de chaque côté des escaliers et sept courettes à l'intérieur des appartements.

### I.3.2.1. Typologie des logements

Les appartements de l'immeuble sont distribués sur cinq niveaux caractérisés par un plan type en comptant le niveau rez-d'atrium, leurs façades du côté de la rue sont entre mono-orienté et bi-orienté. Les logements d'angles ont deux façades en angle droit et donnent sur rue, ruelle et cour, alors que les appartements centraux ont deux façades opposées, l'une donnant sur cour et l'autre sur la rue.

A cet égard, tous les logements de l'immeuble n°39 s'appuient sur le même principe par rapport à la répartition des pièces, où, celles principales (chambres et séjours) sont disposées sur façade sur rue, ruelle et cour. Tandis que les espaces humides (cuisines, sanitaires et débarras) sont aménagés au centre du corps de l'appartement donnant sur des courettes.

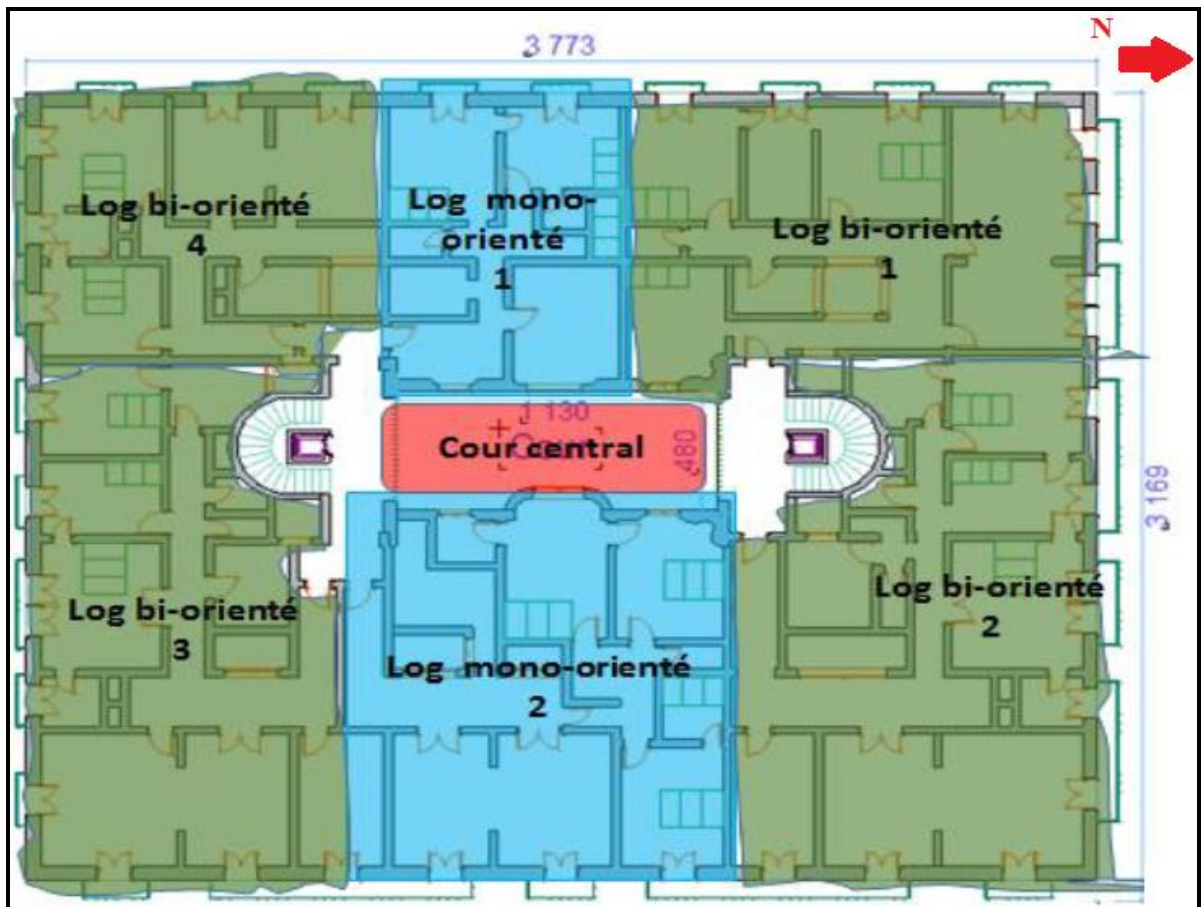


Figure IV. 11: plan des étages courants. Source : Daoudi. N.2013. repris par : auteurs ; 2017.



### I.3.3. Ouvertures

Que ce soit sur les façades donnant sur rue ou sur cour, nous trouvons que les fenêtres sont toujours accompagnées de persienne donnant sur un balcon, mais elles possèdent des distinctions suivant leurs localisations sous la couverture vitrée (fig IV.11),

- **Au niveau bas** : sur façade Ouest, des fenêtres latérales, ouvrables à l'origine mais remplacées par des carreaux de verre armés. Par contre sur la façade Nord-Est, il existe des persiennes donnant sur des buanderies, transformées en débarras(1).
- **Au niveau intermédiaire** : des ouvertures libres, réalisées sous formes des cadres métalliques. celles-ci permettent le mouvement aéraulique(2).
- **Au niveau supérieur** : sur façade Sud-Ouest et sur la façade Nord-Est, des formes de persiennes, qui permettent la circulation de l'air(3).

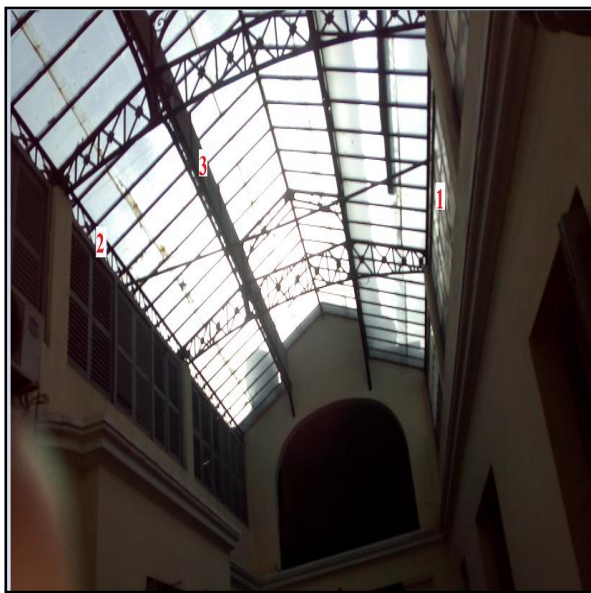


Figure IV. 13: les différentes ouvertures de la cour.  
Source : auteurs ; 20 17.



Figure IV. 12: les ouvertures de la façade sur rue.  
Source : auteurs ; 2017.

L'apport d'air au bas de cour est assuré par la porte d'entrée de l'immeuble ainsi que les différentes ouvertures qui se trouvent au niveau de la couverture vitrée, pour permettre une ventilation naturelle.

### I.3.4. Matériaux et système constructif

Notre immeuble se dispose d'un système constructif en murs porteurs, construit à base de la pierre bleue revêt d'un enduit de chaux. Les espaces intérieurs de l'immeuble comportent de la mosaïque comme revêtement au sol, des cloisons en brique et des faux plafonds en bois et plâtre. De même, une charpente métallique couverte avec la tuile et des éléments décoratifs sur la façade en pierre artificiels et enduit de mortier.

## II. Analyse et interprétation des données

Consacrée à l'interprétation des résultats de l'enquête par questionnaire.

## II.1. Résultats de l'enquête

Cette partie est consacrée à l'interprétation des résultats de l'enquête par questionnaire, destinée aux locataires de l'immeuble n°39, dans le but de porter connaissance de leurs degré de satisfaction ainsi que d'évaluer leurs comportement face à l'efficacité énergétique de leurs habitation. Cette interprétation a été effectuée à l'aide d'un tri à plat, qui est la distribution des différentes réponses obtenues à une question unique.

Le type de représentation graphique choisi est penché vers la « barre, tableau ». Tout d'abord ils sont les plus courants pour visualiser les données, ensuite ils permettent de comparer rapidement les informations (clairs et aisé à lire).

### II.1.1 Données physiques

Il s'agit des différents paramètres physiques, sur lesquels nous avons interrogé les locataires de l'immeuble de rapport n°39, à savoir : ensoleillement, orientation, dimension des ouvertures, grandeur d'espaces, importance de la cour, matériaux et isolation.

#### II.1.1.1 L'ensoleillement des logements

68% des locataires sont satisfaits de l'ensoleillement de leurs logements. Alors que le reste (32%) trouvent que leurs appartements ne sont pas ensoleillés à cause de la mauvaise orientation, ou de l'ombre portée par l'immeuble avoisinant.

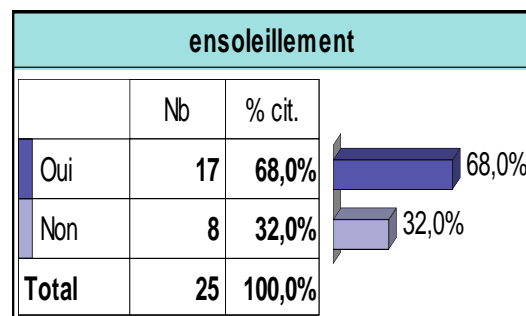


Figure IV. 14: l'ensoleillement des logements.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

#### II.1.1.2. L'orientation des espaces de vie

60% des habitants trouvent que les espaces de vies de leurs logements disposent d'une bonne orientation, grâce au bon ensoleillement et à l'éclairage naturel que leurs logements bénéficient. Tandis que 32% trouvent que cette orientation est moyenne et 8% la juge mauvaise.

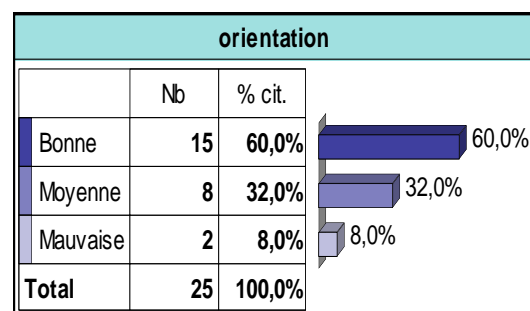


Figure IV. 15: Orientation des logements.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

#### II.1.1.3. La dimension des ouvertures

68% des occupants jugent que les baies de leurs logements sont grandes, vu le bon ensoleillement et éclairage qu'elles permettent et 32% disent qu'elles sont moyenne.

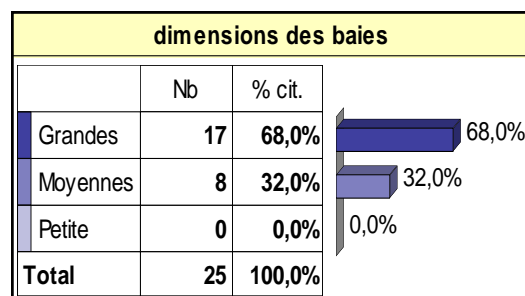


Figure IV. 16: Dimensions des baies.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

#### II.1.1.4. La grandeur des espaces

72% des occupants des appartements d'angle considèrent que leurs espaces sont grands, alors que 28% trouvent qu'ils sont de taille médiocre.

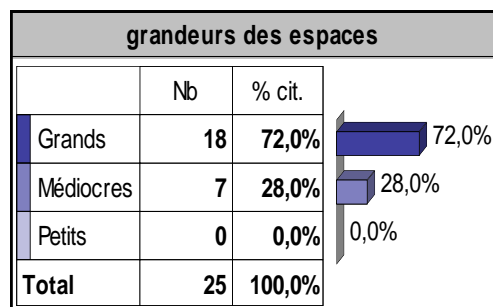


Figure IV. 17 : Grandeur des espaces.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

#### II.1.1.5. L'importance de la cour

44% des occupants jugent que la présence de la cour est très importante afin de garantir une ventilation naturelle et aérer les espaces intérieurs. Les autres réponses varient entre assez importante (36%) et peu importante (20%), nul n'a ignoré son importance.

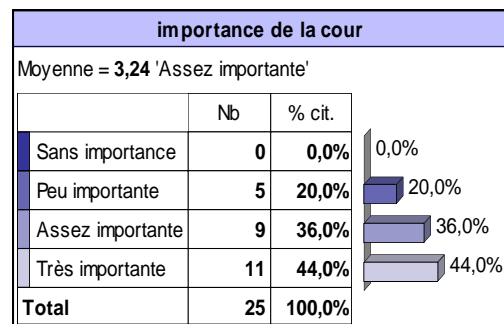


Figure IV. 18 : Importance de la cour.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

#### II.1.1.6. Les matériaux utilisés

Les matériaux de construction utilisés dans ce bâtiment diffèrent d'un occupant à l'autre et aussi d'un élément à un autre. La pluralité ont répondu, pierre bleue (100%), brique (84%), enduit de mortier (56%), la tuile (84%), tandis qu'une minorité ont dit bois (20%) et béton (12%).

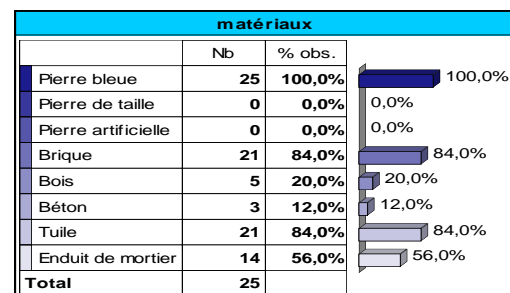


Figure IV. 19 : matériaux de constructions.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

#### II.1.1.7. L'isolation

80% des occupants jugent que leur bâtiment n'est doté d'aucune isolation, ils trouvent qu'il est construit à base de matériaux traditionnels. Tandis que 20% cogite qu'ils sont isolés.

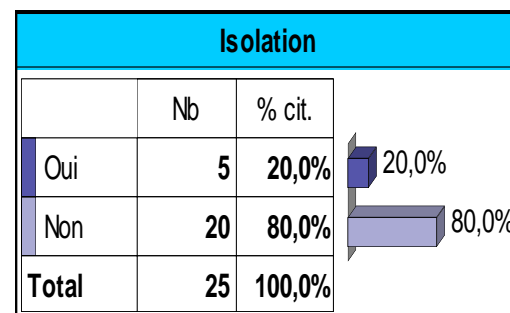


Figure IV. 20 : L'isolation du bâtiment.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

### II.1.2. Ambiances

Les ambiances traitées sont en rapport avec le concept de l'efficacité énergétique, elles se présentent en : aération des logements et la lumière artificielle.

### II.1.2.1 l'aération

Nous avons constaté que 72% des occupants trouvent que leurs logement possède une bonne aération, vu les différentes ouvertures sur les façades, cour et courettes. 24% disent qu'elle est moyenne et 4% mauvaise vu l'étroitesse des courettes et leurs profondeur.

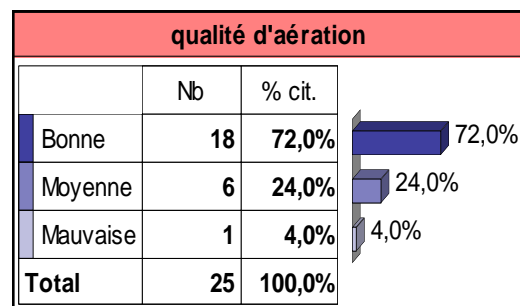


Figure IV.21 : Qualité d'aération des logements  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

### II.1.2.2 La lumière artificiel

Il s'agit du taux de l'utilisation de l'éclairage artificiel par les usagers, où, 80% des occupants ne recourent pas à l'éclairage artificiel, ce qui s'explique par la bonne orientation des logements ainsi que l'absence des décrochements au niveau de la façade, ces derniers optent pour un éclairage naturel. En revanche le reste (20%) l'utilise.

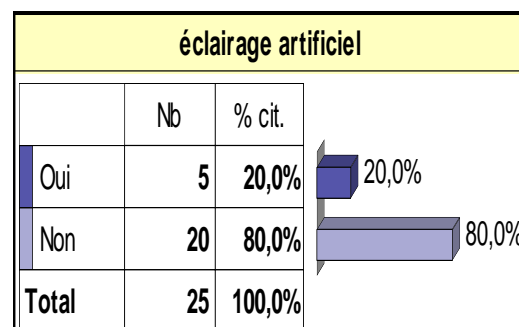


Figure IV. 22 : utilisation de l'éclairage artificiel.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

### II.1.3. Energie

C'est par rapport aux comportements de l'utilisateur face à l'énergie, en les interrogeant sur, les factures énergétiques, le rapport entre facture / confort et leurs degrés de satisfaction.

#### II.1.3.1 facture énergétique et estimation

Le montant payé de la facture énergétique varie entre 1000 et 2000DA représente 76% de la totalité des occupants, 16% paient entre 3000 et 4000 DA, 4% correspond à la fois à un montant de 6000DA et 7000DA.

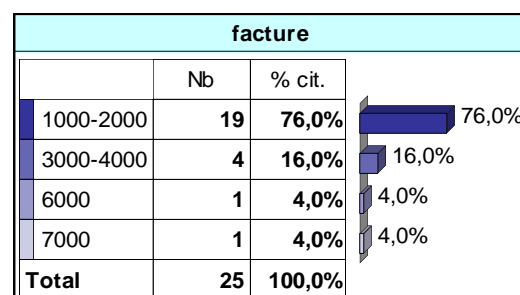


Figure IV. 23 : la facture énergétique. Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

La majorité (76%) des habitants jugent que la facture est basse vu la rareté, ou, la non utilisation des climatiseurs et des chauffages et 16% la considère moyenne. Alors qu'une minorité estime qu'elle est élevée, car ils utilisent les dispositifs d'amélioration du confort.

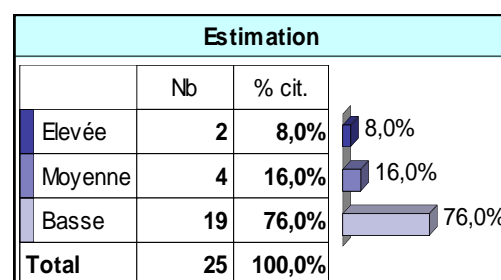


Figure IV. 24 : Estimation des factures énergétiques.  
Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

### II.1.3.2 Entre le confort et la facture

A travers cette question nous avons constaté que la majorité des locataires (78%) se préoccupe beaucoup plus de la facture que du confort, tandis qu'une minorité (28%) cherche le confort quel que soit son prix.

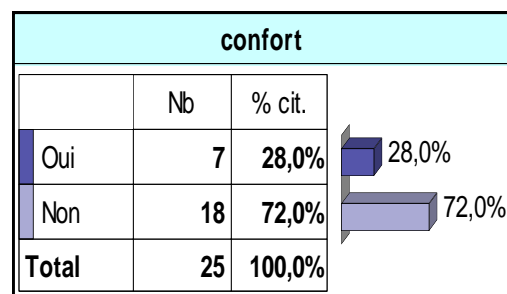


Figure IV. 25 : Appréciation du confort, ou de la facture énergétique. Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

### II.1.3.3 Le degrés de satisfaction des occupants

60% des habitants sont tout à fait satisfait de la passivité de leurs bâtiments, qui revient à leurs contentement, leur mode de vie ainsi qu'aux propriétés que le bâtiment jouit, qu'elles soient : spatiales, physique ou techniques. 40% sont plutôt satisfait et nul d'entre eux n'est satisfait.

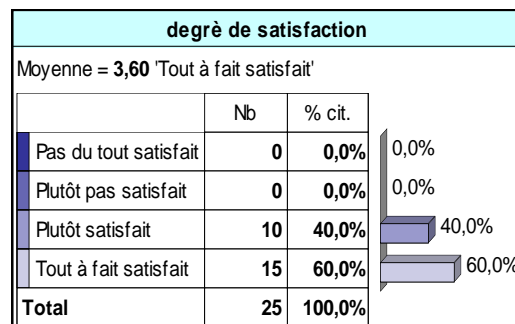


Figure IV. 26 : Degrés de satisfaction des occupants. Source : SPHINX; Auteurs ; 2017.

## Synthèse

Les résultats obtenus lors de notre enquête montrent que le bâtiment se caractérise par un ensemble de points forts, à savoir: un bon ensoleillement, une meilleure orientation des pièces de vie, des matériaux de construction passifs (pierre, brique ...) ainsi que la présence d'une cour centrale et des puits de lumières à l'intérieur des logements répond aux exigences d'aération et de l'éclairage naturel et minimise le recours à la lumière artificiel pendant la journée.

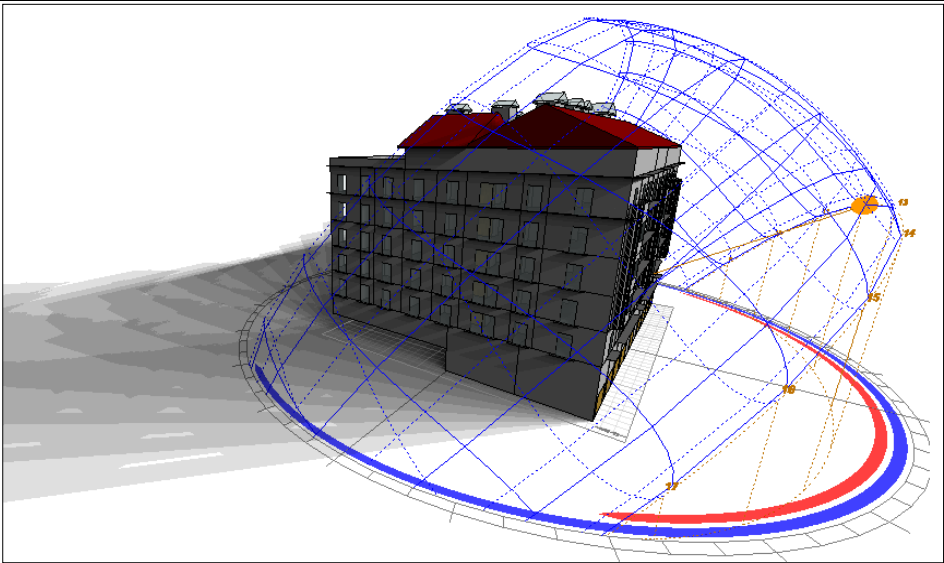
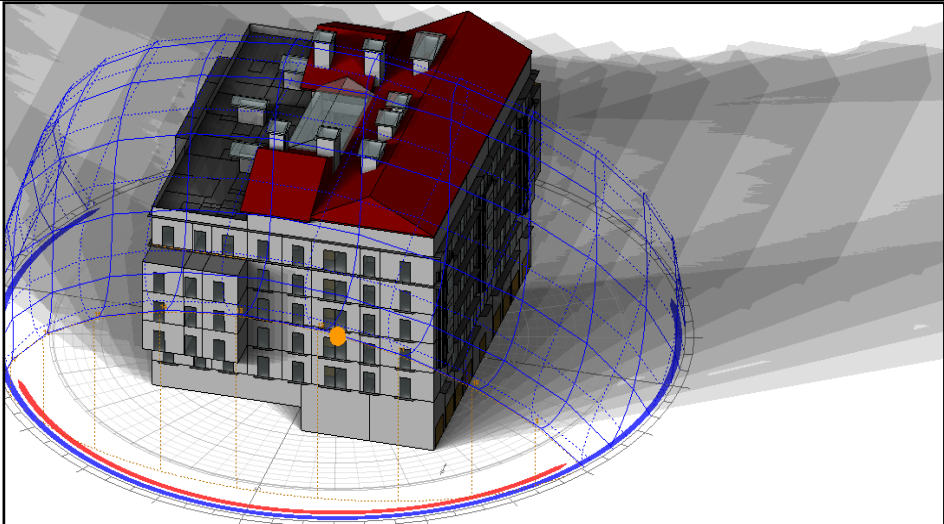
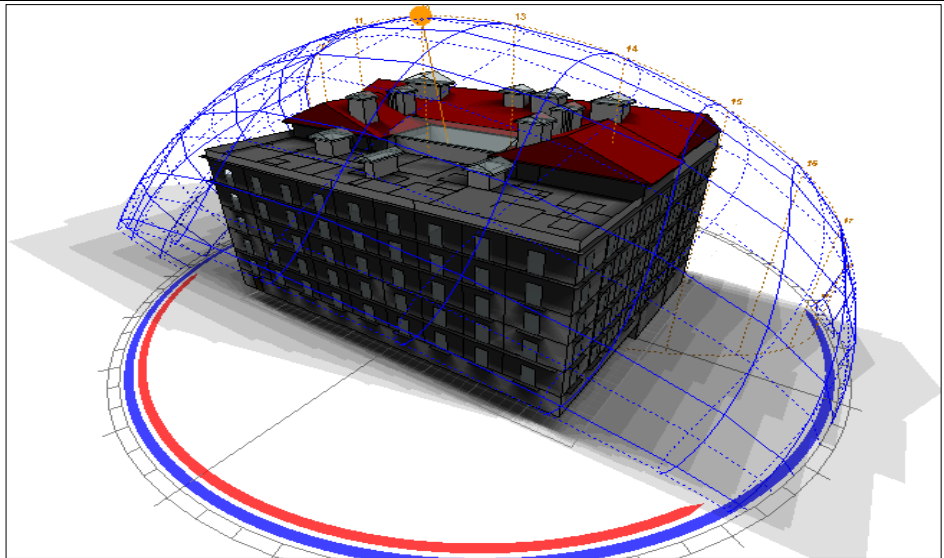
Nous constatons donc, que l'usager dans son comportement face à l'efficacité énergétique du bâtiment recours à des systèmes passifs pour tous ce qui est éclairage, ventilation, aération...etc. Tandis que l'utilisation des équipements techniques se fait rarement (climatisation et chauffage), ce qui résulte une facture énergétique très réduite et estimée par les occupants du bâtiment.

## II.2. Résultats de la simulation

Cette partie est consacrée à l'interprétation des résultats de la simulation de l'immeuble n°39, dans le but de déterminer les paramètres passifs contribuant au conditionnement de l'efficacité énergétique dans l'habitat.

L'interprétation a été effectuée selon une comparaison entre les comportements réels de l'immeuble et ceux de trois alternatives simulées (par rapport : compacité, orientation et matériaux). Les résultats ont été représenté dans un tableau (Tableau : IV.1) sous forme de graphes, de tableaux Statistiques et d'analyse fausses couleurs.



Types d'analyses	Paramètres	Résultats / Interprétations	illustrations
<p><b>I.     Analyse solaire</b></p> <p>visualiser et quantifier la distribution du rayonnement solaire.</p> <p>1. <b>Ensoleillement</b> : permet d'étudier l'impact de la lumière naturelle et les ombres sur l'extérieur et l'intérieur.</p>	Alternative réelles (Ar)	<p>Le schéma de la trajectoire montre l'exposition de l'immeuble au soleil, ou :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Le long de la journée, toutes les parois bénéficient d'un minimum d'ensoleillement, vu les façades planes.</li><li>-Les façades ensoleillées sont : Est et Sud.</li></ul>	 <p>Figure IV.27 : schéma de trajectoire du soleil. Source : ECOTECTANALYSIS, 2017</p>
	Alternative simulée 01 : par rapport à la compacité (As 01)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Un ensoleillement des façades avec un ombrage porté par les décrochements sur le bâtiment lui-même, malgré l'exposition des parois au soleil.</li></ul>	 <p>Figure IV.28 : schéma de trajectoire du soleil (As1). Source : ECOTECTANALYSIS, 2017</p>
	Alternative simulée 02 : par rapport à l'orientation (As 02)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nous avons changé l'orientation est-ouest de l'immeuble par celle Nord-Sud.</li><li>-Les parois ensoleillées sont : Sud qui comprennent les chambres et les séjours.</li></ul>	 <p>Figure IV. 29 : schéma de trajectoire du soleil (As2). Source : ECOTECTANALYSIS, 2017</p>

Synthèse 01

- La compacité permet au bâtiment de bénéficier d'un bon ensoleillement.
- Les décrochements sur la façade privent l'ensoleillement de certaines parties de la paroi.
- L'orientation Est-Ouest permet l'ensoleillement de deux parois de l'immeuble (Est et Sud) .Alors que celle Nord-Sud, permet l'ensoleillement de la façade Sud uniquement.

Ar

- La cour jouit d'un haut niveau d'éclairage (60% à 70%).
- Les façades Nord, Est et Ouest ont un niveau d'éclairage qui varie entre 20% et 30%.
- La façade Sud dispose de 50%.
- Au niveau des puits de lumière 20%.
- Les planchers procèdent un niveau de lumière entre 0% et 10%.

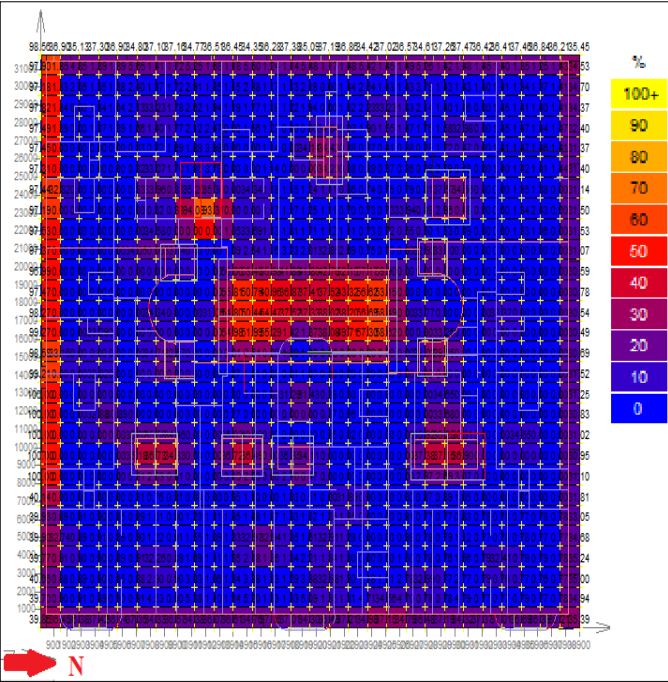


Figure IV. 30 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+1. Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

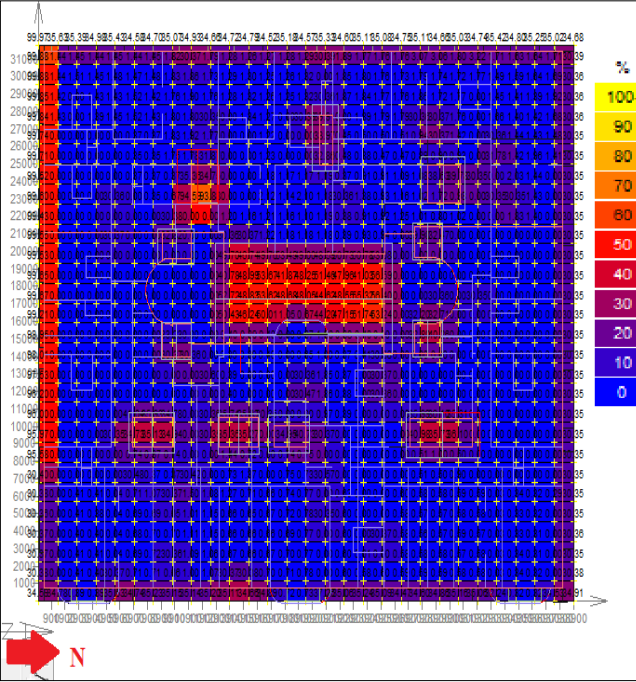


Figure IV. 31 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+5. Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

II. Etude Eclairage naturelle

Consiste à représenter sur une grille d'analyse le niveau de lumière du jour en pourcentage.

As 01

- La cour est éclairée par un niveau de lumière de +60%, tandis que ses alentours ne bénéficient que d'un niveau de lumière qui varie entre 30 et 46%.
- Les courettes disposent d'un niveau de lumière de 18%.
- Les décrochements représentent 36%.
- A l'Est, les espaces situant près des décrochements profitent de18%.

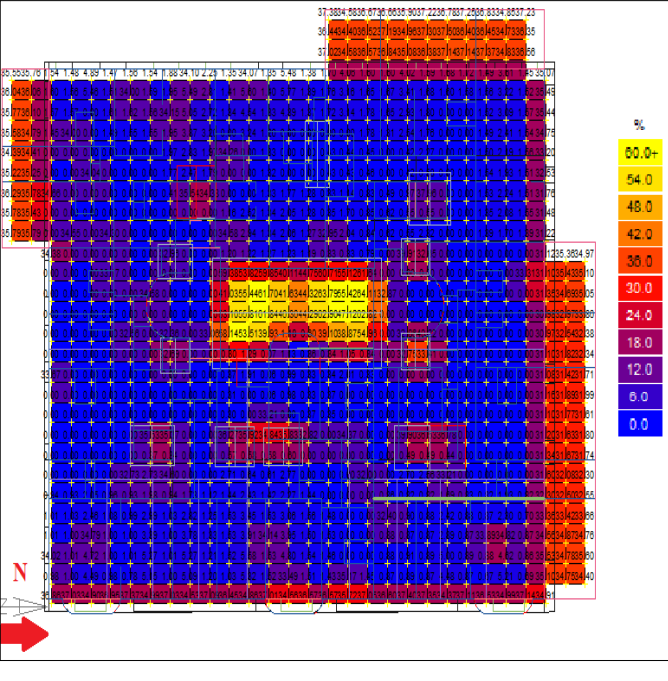


Figure IV. 32 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+1 (As1). Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

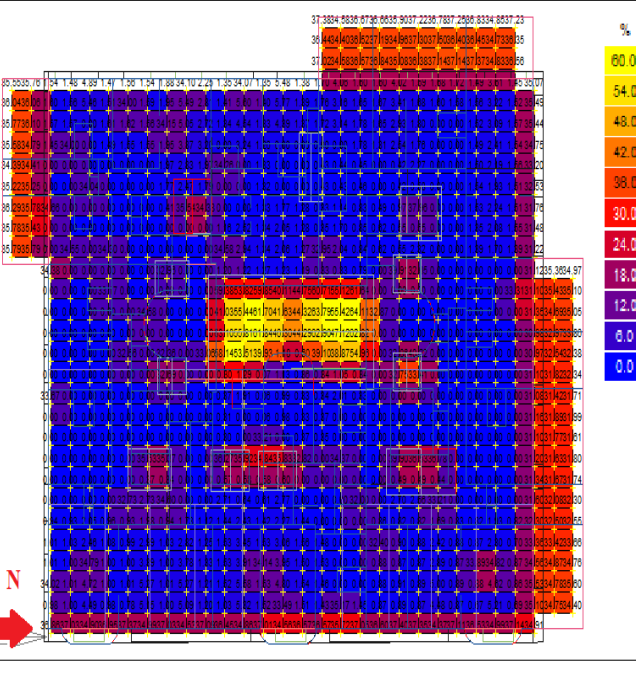


Figure IV. 33: Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+5(As1). Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.



As 02

- La cour est éclairée par un niveau de lumière entre 50 et 60%, tandis que ses alentours ne bénéficient que de 30%.
- Les courettes disposent d'un niveau de lumière de 40%.
- Les façades Nord, Est et Sud ont un niveau d'éclairage qui varie entre 20% et 30%.
- Les planchers possèdent un niveau de lumière entre 0% et 10%.

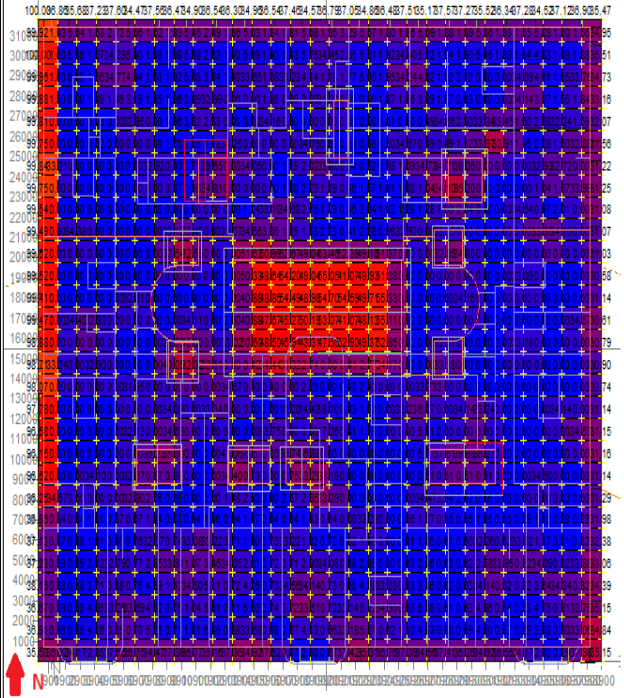


Figure IV. 34 Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+1. Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

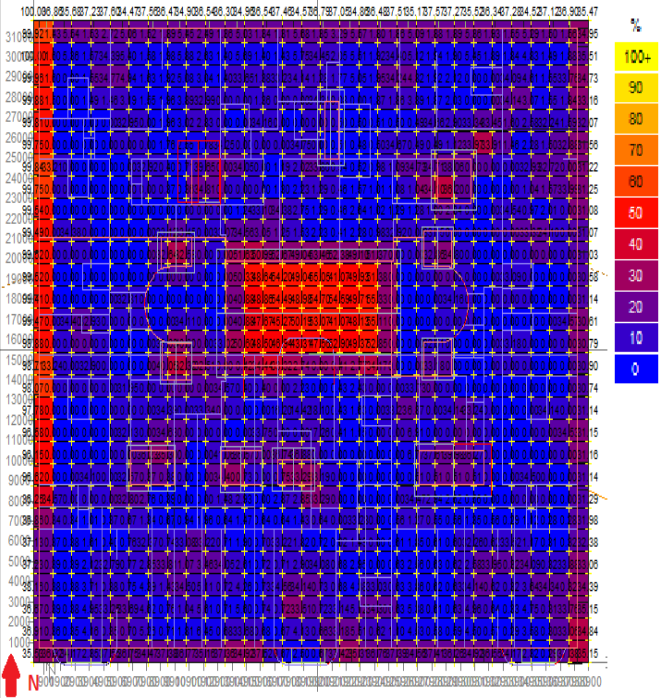


Figure IV. 35 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+5. Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

As 03  
Par rapport aux  
matériaux

- La cour jouit d'un haut niveau d'éclairage 70% – 80%, ses alentours possèdent un niveau de lumière de 30% à 40%.
- Au niveau des courettes le niveau de la lumière naturelle est de 40%.
- la façade Sud le niveau d'éclairement varie de 50%.
- Les façades Est, Ouest et Nord 20% à 30%.

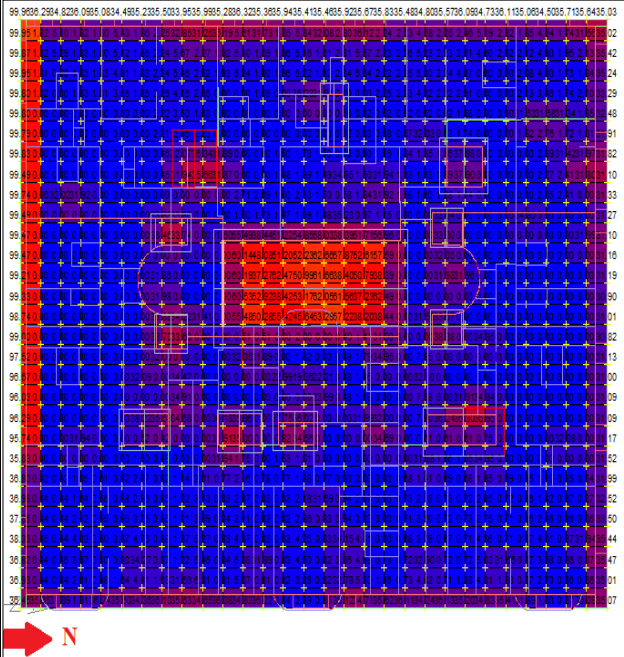


Figure IV. 36 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+1 (As03). Source : ECOTECTANALYSIS; 2017

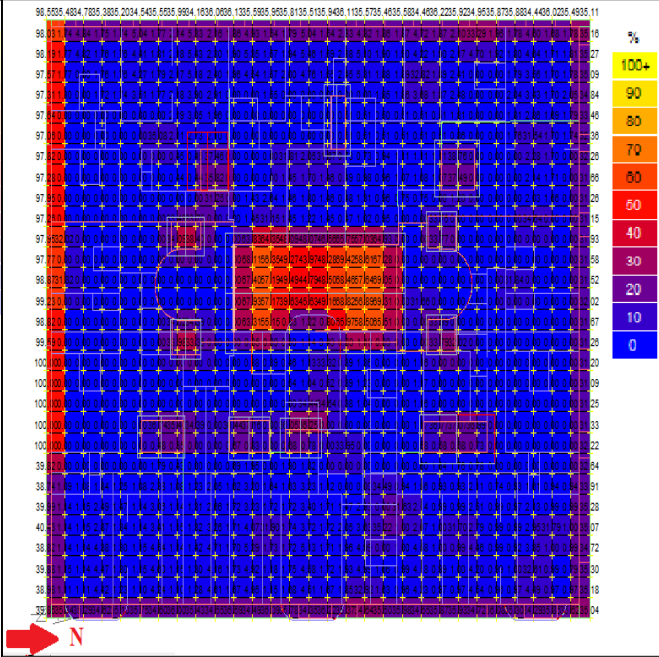


Figure IV. 37 : Grille d'analyse de la lumière du jour. Niveau R+5 (As03). Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

### Synthèse 02

- La répartition hétérogène de la lumière naturelle au niveau de l'immeuble.
- Un haut niveau de lumière naturelle au niveau de la cour centrale et les courettes.
- Les décrochements réduisent le niveau de l'éclairage ainsi que la grandeur des espaces éclairés.
- Le niveau de l'éclairage naturel dépend du type de matériaux utilisé ainsi que de l'orientation du bâtiment.

Ar

- Des gains de chaleurs acquis entre 8h et 16h ou les gains avec une valeur entre 144 et 1312Wh.
- Des gains plus importants sont acquis à 11h du matin avec une valeur de 1312Wh.
- Des pertes de chaleur entre 16h et 23h du soir avec -756 et -9017 Wh.
- Les grandes pertes se font à 23h du soir avec -9017 Wh.

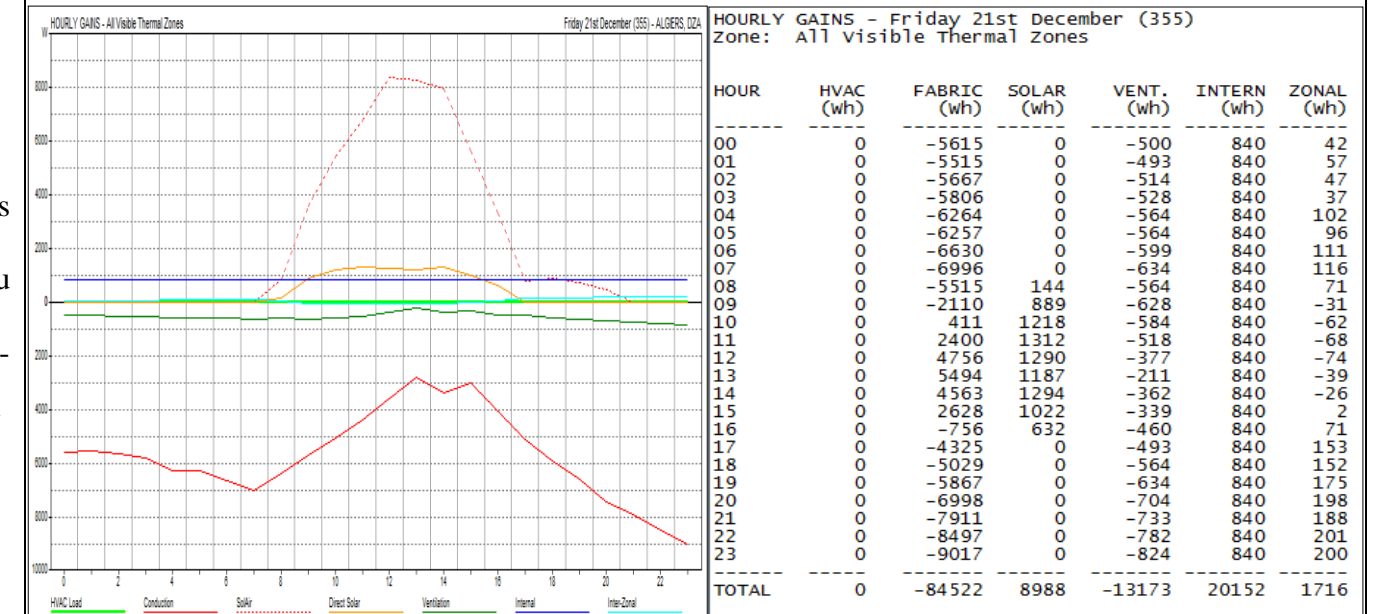


Figure IV. 38 : les gains et pertes de chaleurs. Source : ECOTECTANALYSIS; 2017

### III. Analyse thermique

#### 1. Gains et pertes de chaleurs :

Affiche l'ampleur de tous les chemins de flux de chaleur agissant sur des zones thermiques dans l'immeuble pendant 24h.

As 01

- Des gains de chaleurs acquis entre 8h et 16h avec un niveau de 110 à 979Wh.
- Des gains plus importants sont acquis à 11h du matin avec 979Wh.
- Pertes, à partir de 16h jusqu'à 23h du soir varient entre -964/-8963 Wh.
- Des grandes pertes à 23h atteignent -8588 Wh.

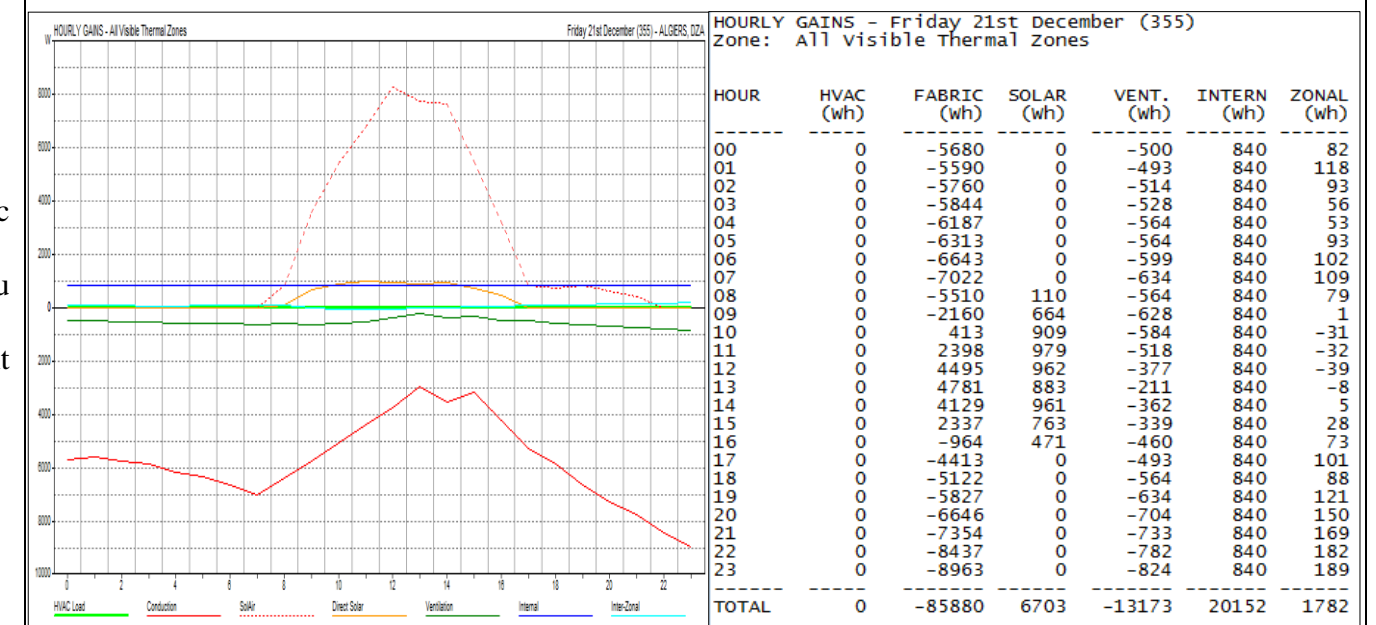


Figure IV.39 : les gains et pertes de chaleurs (As 1). Source : ECOTECTANALYSIS; 2017

**As 02**

- Des gains de chaleurs acquis entre 8h et 16h avec un niveau de 85 à 754Wh.
- Des gains plus importants sont acquis à 11h du matin avec 754Wh.
- Pertes, à partir de 16h jusqu'à 23h du soir varient entre -72 et -1918 Wh.
- Des grandes pertes à 23h atteignent -1918 Wh.

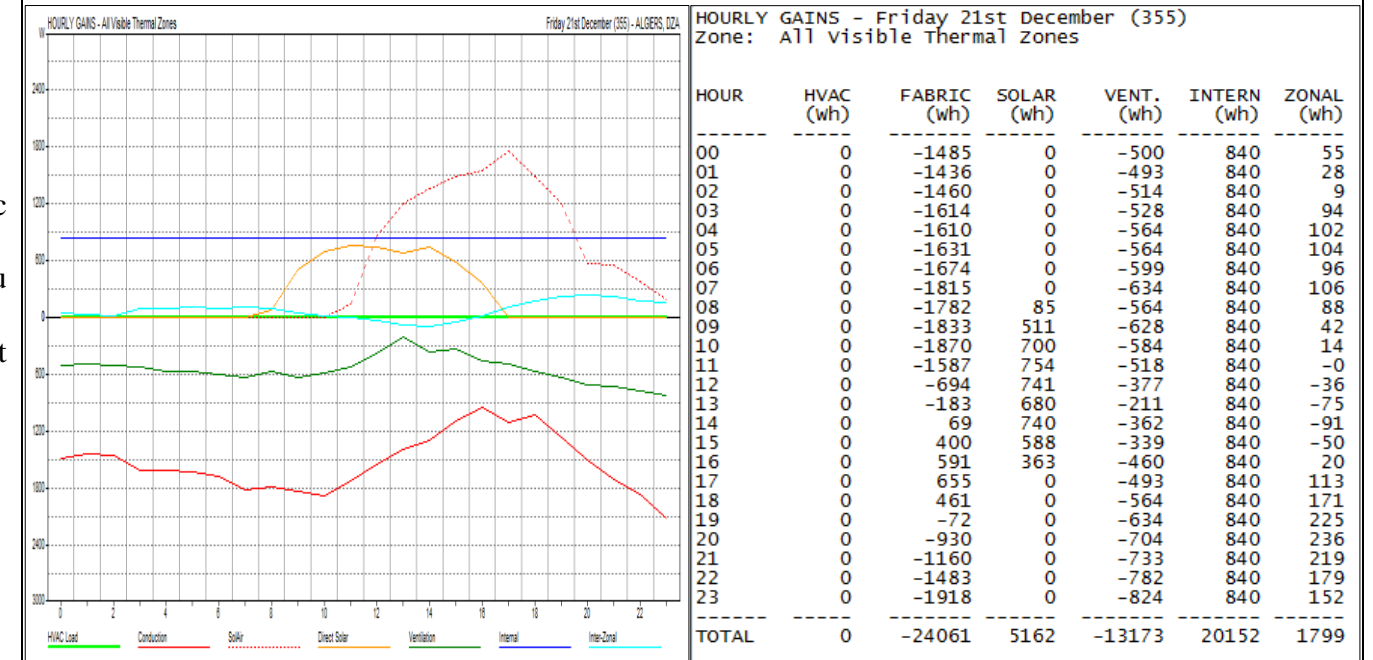


Figure IV. 40 : les gains et pertes de chaleurs (As 2). Source : ECOTECTANALYSIS; 2017.

**As 03**

- Des gains de chaleurs acquis entre 8h et 16h avec un niveau de 12 à 211Wh.
- Des gains plus importants sont acquis à 11h du matin avec 211Wh.
- Pertes, à partir de 16h jusqu'à 23h du soir varient entre -27 et -581 Wh.
- Des grandes pertes à 23h atteignent -581 Wh.

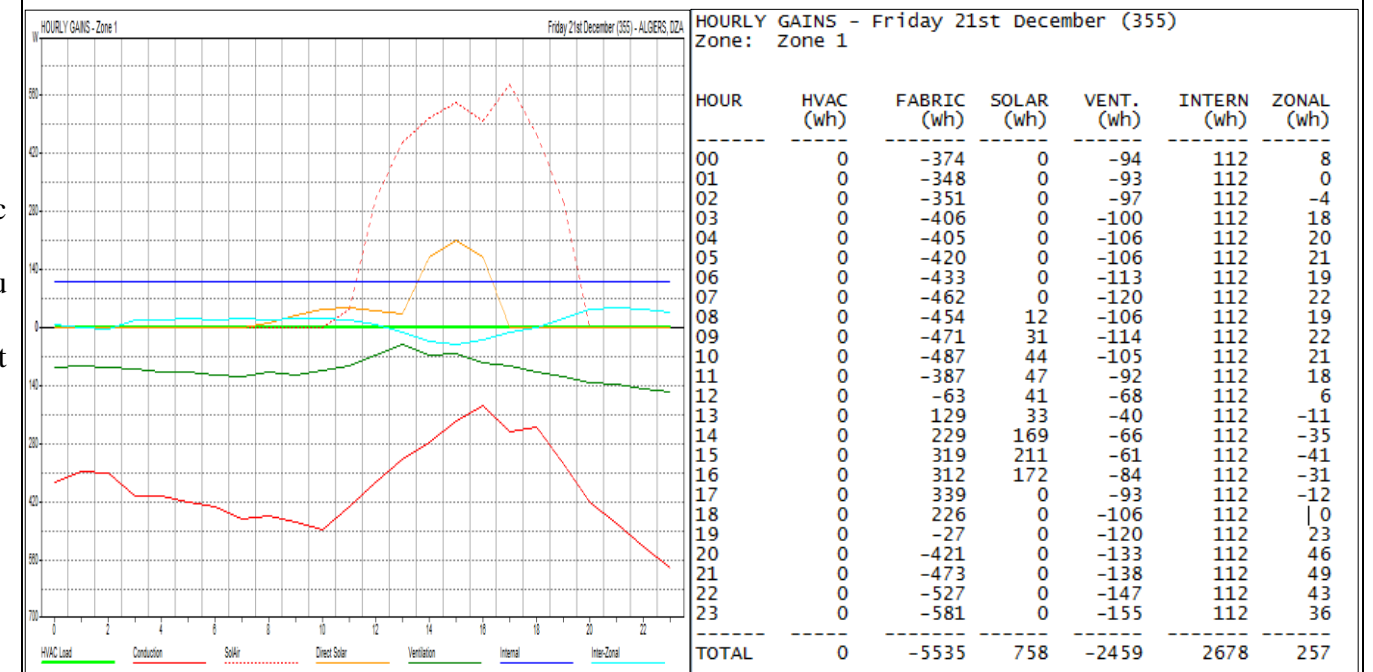
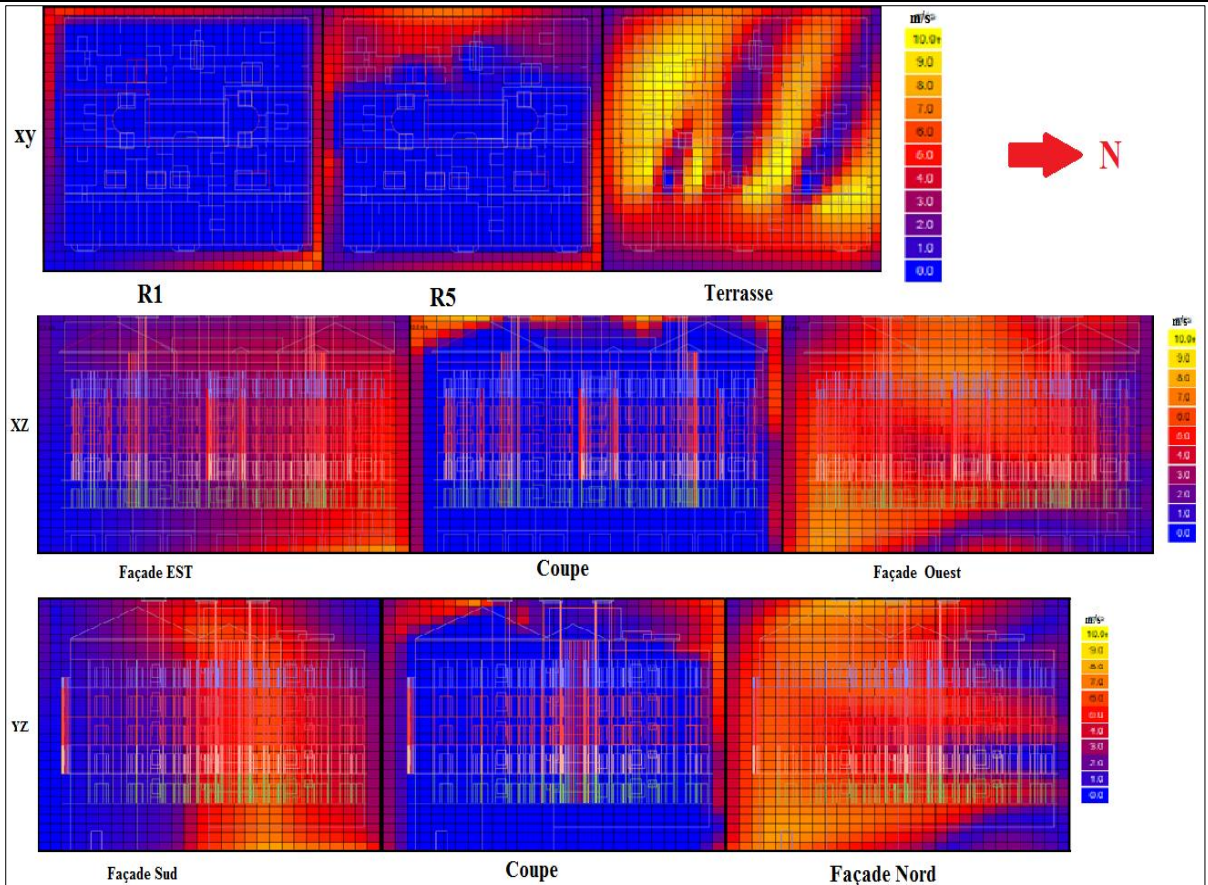
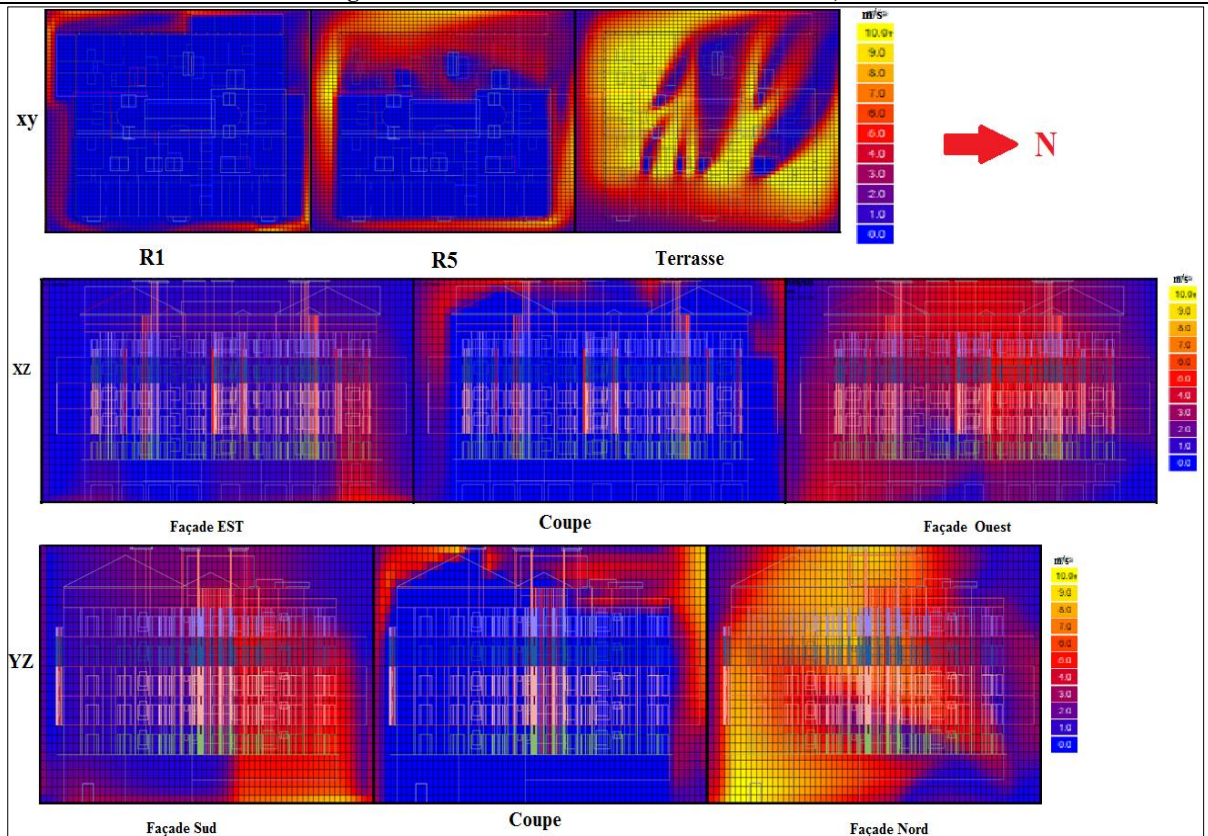


Figure IV.41: les gains et pertes de chaleurs (As 3). Source: ECOTECTANALYSIS ; 2017.



Synthèse 03

- Les décrochements au niveau des façades provoquent de grandes pertes de chaleurs, contrairement aux façades planes.
- L'orientation du bâtiment ainsi que le type de matériaux de construction utilisés jouent un rôle important par rapport aux pertes et aux gains de chaleurs.

<p><b>2. Ventilation naturelle :</b> Calculer la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment.</p>	<p><b>Ar</b></p>	<p>-R+1 ; le débit d'air occupe que les extrémités des façades d'angles Nord-Est et Sud-Ouest avec une valeur de 6 à 7m/s.</p> <p>-R+5 ; le débit d'air occupe une surface importante sur les façades d'angles Sud-Ouest avec une valeur de 4 à 8m/s.</p> <p>- Terrasse ; les débits d'air sont plus important et atteignent une valeur de 7 à 10m/s, en occupant toute la surface du palan.</p> <p>- Une forte concentration du débit d'air au niveau de la cour et des courettes 6 à 7m/s.</p>	 <p>Figure IV. 42 : le débit d'air. Source : WINAIR-4; 2017.</p>
	<p><b>As 01</b></p>	<p>-R+1 ; sur les façades d'angles Nord-Est et Sud-Ouest le débit est entre 4 et 6 m/s, uniquement aux extrémités des décrochements.</p> <p>-R+5 ; le débit d'air occupe une grande surface sur les façades d'angles Sud-Ouest et Nord avec une valeur de 5 à 9m/s.</p> <p>- Terrasse ; les débits d'air sont plus important et atteignent une valeur de 6 à 10m/s.</p> <p>- Une forte concentration du débit d'air au niveau de la cour et des courettes.</p>	 <p>Figure IV. 43 : le débit d'air (As1). Source : WINAIR-4; 2017</p>



	As 02	<p>-R+1 ; le débit d'air occupe que les extrémités des façades d'angles Sud-Ouest avec une valeur de 2 à 4m/s. tandis qu'à l'Est, il est de 6 à 9m/s.</p> <p>-R+5 ; le débit d'air occupe une surface importante sur la façade Nord avec une valeur de 8 à 9m/s. et</p> <p>- Terrasse ; les débits d'air sont plus importants et atteignent une valeur de 7 à 10m/s, en occupant toute la surface du plan.</p> <p>- Une forte concentration du débit d'air au niveau de la cour et des courettes 7 à 8m/s.</p>	<p>Figure IV.44 : le débit d'air (As2). Source : WINAIR-4; 2017.</p>
	As 03	<p>-R+1 ; un grand débit d'air de 6 à 9m/s sur les extrémités de la façade Est.</p> <p>-R+5 ; le débit d'air occupe une surface moyennement importante sur les façades d'angles Sud-Est avec une valeur de 4 à 9m/s.</p> <p>- Terrasse ; bénéficie d'un débit d'air de 6 à 9m/s dans les côtés Nord et 1 à 3m/s du côté Ouest.</p> <p>- Une légère concentration du débit d'air au niveau de la cour et des courettes.</p>	<p>Figure IV.45 : le débit d'air (As3). Source : WINAIR-4 ; 2017</p>
<p><b>Synthèse 04</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le débit d'air et la surface ventilé sont plus importants au niveau de la cour, courettes et les étages supérieurs de l'immeuble.</li><li>- Le débit d'air et la surface ventilée changent en fonction de l'orientation ainsi que du type des matériaux de construction utilisés.</li></ul>			

Tableau IV. 1 : Interprétation des résultats de la simulation. Source : Auteurs ; 2017.

## **Conclusion**

Le tableau suivant synthétise les différents résultats obtenus par la simulation et l'enquête par questionnaire exposés dans ce chapitre :

<b>Analyse de l'immeuble de rapport n°39</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Influences</b>	<b>Pourquoi ?</b>
<b>Compacité</b>	<b>Oui</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plus le volume est compact plus il réduit les surfaces déprédatives thermiques et favorise un bon ensoleillement.</li> <li>- Les décrochements privent certaines parties de la paroi de bénéficier des rayons solaires.</li> <li>- Les volumes contenant des décrochements au niveau de la façade reçoivent un niveau important de la lumière naturelle au niveau de ces derniers, contrairement aux parties ombragées par ceux-ci.</li> </ul>
<b>Orientation</b>	<b>Oui</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les gains et les pertes de chaleurs, l'éclairage naturel et la ventilation naturelle sont relatifs à la configuration de l'orientation. Cette dernière, les influences négativement ou bien positivement .Nous retenons donc : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une influence sur le nombre de parois ensoleillées.</li> <li>- Une influence sur le niveau de la lumière naturelle</li> <li>- Un changement de la quantité des gains et pertes thermiques,</li> <li>- L'orientation Est-Ouest favorise l'ensoleillement de deux parois. Tandis que celle Nord-Sud permet l'ensoleillement d'une seule paroi.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Matériaux</b>	<b>Oui</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nous avons constaté un changement de la quantité des gains et des pertes de chaleurs, ainsi que du niveau de l'éclairage naturel suivant les types des matériaux de construction utilisés.</li> </ul>
<b>Distribution des espaces</b>	<b>Oui</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La présence d'une cour centrale et des courettes permet l'aération des espaces ainsi que la pénétration de la lumière naturelle.</li> </ul>



<b>Comportement de l'utilisateur</b>	<b>Oui</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-L'utilisateur procède à la ventilation de ses espaces ainsi que leur éclairage en ouvrant, vu la caractérisation avantageuse de l'immeuble par de grandes ouvertures privilégiant des niveaux importants de l'éclairage naturel et du débit d'air.</li><li>- Le recours à l'éclairage naturel pendant la journée au lieu de l'éclairage artificiel.</li><li>- Ouvrir afin de ventiler et aérer et fermer afin de réduire les consommations du chauffage.</li><li>- Le recours à des systèmes passifs face à l'efficacité énergétique du bâtiment.</li></ul>
--------------------------------------	------------	--

**Tableau IV. 2 : Synthèse générale des résultats d'analyse de l'immeuble de rapport n°39. Source : 2017.**

Tous ces paramètres portent une influence sur l'efficacité énergétique passive du bâtiment. Cela à travers un recours à une ventilation et une aération naturelles des espaces ainsi que leurs éclairages en ouvrant, leurs chauffages en fermant. Son conditionnement exige une forme compacte, une bonne orientation, des matériaux optimisant les gains et minimisant les pertes de chaleur ainsi qu'un comportement sensibilisé.

## CONCLUSION GENERALE

*Dans cette conclusion, nous synthétisons les résultats de cette recherche et nous présenterons également les limites de cette dernière.*

### Conclusion générale

La production et la consommation d'énergie sont à l'origine des problèmes environnementaux importants reliés essentiellement à l'émission de gaz à effet de serre, principal responsable des changements climatiques. Afin de limiter cet impact, l'efficacité énergétique qui permet également d'éviter le gaspillage des ressources et la surproduction d'énergie, constitue une avenue à développer.

Le concept de l'efficacité énergétique cherche à optimiser des solutions intégrées au niveau de l'enveloppe du bâtiment, de rechercher les meilleurs moyens passifs pour un rendement positif et efficace tant sur le plan énergétique, qu'économique et environnemental. Ceci à travers une architecture passive qui conditionne, une longue durée de vie, un respect de l'environnement et une satisfaction des habitants sans recourir aux équipements technique.

A cet égard, la visée principale de ce travail consiste à comprendre le comportement énergétique d'un habitat colonial (immeuble de rapport) à Alger afin de vérifier les paramètres contribuant à son efficacité énergétique passive. Une recherche théorique a été entretenue en premier lieu dans le but de comprendre les éléments théoriques de base en rapport avec notre sujet de recherche et participant à la canalisation de la présente étude vers des objectifs ciblés.

De cette logique et dans un but d'atteindre nos objectifs, nous avons procédé suivant deux méthodes d'évaluation basées sur des techniques d'expérimentation informatisées. Une première qualitative (subjective) à travers un logiciel d'enquête, **SPHYNX**, qui vise à comprendre le comportement des usagers au sein du bâtiment ainsi que leurs degrés de satisfaction. La seconde, quantitative (objective) à l'aide d'un instrument de simulation **ECOTECTANALYSIS** qui permet une évaluation des paramètres physiques (compacité, matériaux...etc).

Les résultats obtenus lors de l'enquête par questionnaire montrent que le bâtiment se caractérise, par un ensemble de points forts (bon ensoleillement, une meilleure orientation et des matériaux de construction passifs) qui permet à l'usager de recourir à des systèmes passifs pour tout ce qui est (éclairage, ventilation, aération...etc,) dans son comportement face à l'efficacité énergétique du bâtiment.

L'analyse réalisée à base de la simulation des paramètres physiques de l'immeuble (forme, orientation, matériaux... etc), est effectuée à travers une comparaison entre le comportement réel de l'immeuble n°39 et celui de trois modèles simulés. Elle a permis de montrer que pour :

- **La compacité :** Plus le volume est compact plus il réduit les surfaces déprédatives thermiques, favorise un bon ensoleillement et un haut niveau de lumière naturelles, contrairement à ceux avec décrochement sur les façades.
- **L'orientation :** Influences d'une manière négativement ou positivement les gains et les pertes de chaleurs, l'éclairage naturel et la ventilation naturelle de l'immeuble.
- **Les matériaux :** Nous avons constaté un changement de la quantité des gains, des pertes de chaleurs ainsi que du niveau de l'éclairage naturel suivant les types des matériaux de construction utilisés.
- **La distribution des espaces :** La présence d'une cour centrale et des courettes permet l'aération des espaces ainsi que la pénétration de la lumière naturelle.

## CONCLUSION GENERALE

---

- **Le comportement de l'utilisateur :** Le recours à des systèmes passifs face à l'efficacité énergétique du bâtiment. En ouvrant afin de ventiler, aérer et éclairer ainsi qu'on fermant pour réduire la consommation du chauffage.

Enfin, nous avons synthétisé que les résultats obtenue au cours de notre analyse confirme, que les deux hypothèses lancées à propos des paramètres qui contribue à l'efficacité énergétique passive au sein d'un bâtiment d'habitation sont : les espaces et leurs caractéristique ainsi que l'utilisateur est son comportement.

### Recommandations

Nous retenons que pour pouvoir réussir à concevoir des bâtiments énergétiquement efficaces, une prise en compte d'un ensemble de paramètres est primordial :

- une bonne **orientation** du bâtiment, qui contribue à réduire les consommations de chauffage, de refroidissement, de l'éclairage artificiel et qui permet de profiter d'un ensoleillement avantageux.
- Un choix d'une **forme compacte** qui permet de limiter au plus possible l'exposition de l'enveloppe au rayonnement solaire direct et de minimiser au maximum les déperditions thermiques.
- Un choix d'une **surface d'ouvertures** plus favorable afin de satisfaire les besoins de l'éclairage, de ventilation naturelle et d'éviter les surchauffes.
- Un choix des **matériaux** favorisant l'apport des gains de chaleurs et minimisant les pertes.
- L'utilisateur contribue également à travers son comportement à assurer cette efficacité, pour cela il faudrait le sensibiliser.

### Limites de la recherche

Cette étude nous a permis d'arriver à des résultats important. Cependant comme toute recherche scientifique elle présente des limites :

- L'échantillon de l'étude est imposé, vu les difficultés rencontrés pour l'octroi des dossiers graphiques (plans, coupes, façade) ainsi que les cahiers de charges des différents bâtiments.
- Nous étions refoulés auprès de divers services et organismes : La mairie, le service des ARCHIVES de la wilaya et l'OPGI d'Alger et leurs refus de nous accorder les archives de ces immeubles.
- L'étude a été limitée pendant la période hivernale qui correspond à la période de déroulement de notre recherche.
- Les matériaux de l'enveloppe choisis de l'immeuble sont ceux des enveloppes les plus récurrentes.

L'étude n'a pas pu englober l'évaluation de tous les paramètres, vu la nécessité d'accorder au logiciel ECOTECT un temps non négligeable afin de pouvoir obtenir les résultats.

# ***BIBLIOGRAPHIES***

## **Références bibliographiques**

- **ABDELATIF. R.** "Une transition énergétique importée clés en mains est tout simplement inconcevable" econostrum.info. 9-10-2014. Consultable sur : [http://www.econostrum.info/Abdelatif-Rebah-Une-transition-energetique-importee-cles-en-mains-est-tout-simplement-inconcevable\\_a19094.html](http://www.econostrum.info/Abdelatif-Rebah-Une-transition-energetique-importee-cles-en-mains-est-tout-simplement-inconcevable_a19094.html). Consulté le 12-12-2016.
- **AHIER. P.** "Dimension écologique des fenêtres et des baies vitrées dans les bâtiments d'habitation, Certificat International d'Ecologie Humaine. CIEH". Mémoire : Universités de Bordeaux sous l'égide de l'OMS".2009.
- **APRUE.** " Maitrise d'énergie. Ses principaux acteurs et instruments ".La Lettre de l'Aprue. Bulletin trimestriel n° 08 Mai 2005.APRUE. Alger.
- **BACHAGHA.S, BENTALEB.S** "le logement à haute performance énergétique (HPE) en question. Cas de la cité Amimoune à Bejaia". Mémoire de master. Université de Bejaia. 2015.
- **BEGUIN. D.** "Guide de l'écoconstruction". Edition 2008. Consultable sur: <http://www.lorraine.ademe.fr/sites/default/files/files/Mediatheque/Publications/Batiment/guide-ecoconstruction-2008.pdf>. Consulté le : 13-10-2016.
- **BERNOU .S.** " Contribution à la lecture typologique du bâti résidentiel colonial d'Alger : Cas des immeubles de rapport à cour centrale distributive entre 1830 et 1930 ". Mémoire magister. EPAU.2014.
- **BERTRAND .M-J.** "Architecture de l'habitat urbain: la maison, la ville". Ed. dunod. paris. 1980. P. 373.
- **BLAYAC .V.** "Performance énergétique, Confort & Environnement".2013. Consultable sur : <http://consultant-energies.com/2013/03/attestation-bbio-rt2012-facile>. Consulté le 14/12/2016.
- **BOURSSAS .A.** "Étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation". Mémoire de magister: Université Constantine1.2013.
- **BOWIE .K.** "La modernité avant Haussmann: forme de l'espace urbain à paris 1801-1853". Ed. Recherche. Paris. 2001.
- **CHATELET.A – FERNANDEZ.P- LAVIGNE.P-** "Architecture Climatique -une contribution au développement durable". EDISUD 1998.
- **CHATILLON M. Petit Jean-Roget (Jacques).** "La société d'habitation à la Martinique, un demi-siècle de formation, 1635-1685". In: Revue française d'histoire d'outre-mer. Vol 69. Iss 254.1982.
- **DAMOUCHE .D.** " Etude de l'impact de l'habitat rural sur le développement territorial dans la wilaya de Tizi-Ouzou". Mémoire magistère : Université de Tizi-Ouzou. 2014.



- **DAOUDI. N-S.** "Bilan et perspective de la démarche interdisciplinaire appliquée à la caractérisation des ambiances et leur rapport au vécu. Cas : d'un édifice à atrium colonial d'Alger". Thèse de doctorat en science. EPAU.2013.
- **DES CARS.J, PINON .P.** "Paris-Haussmann, Le pari d'Hausmann", Editions A & J Picard. 5eme Edition. 2005.
- **EIA** (Energy Information Administration). The International Energy Outlook. (IEO 2013), "World energy demand and economic outlook", U.S. Energy Information Administration (EIA). Washington.2013.
- **FROMMES. B.** "Fundamental knowledge in urban and building climatology. International Federation of Housing and Planning (IFHP). The Hague. 1980.
- **GONZALO.R. et HABERMANN K. J.** "Architecture et efficacité énergétique: principes de conception et de construction". Birkhauser. Berlin.2008.
- **HAUMONT .N."** Habitat et modèles culturels". In: Revue française de sociologie. 1968. Vol 9. Iss 2. Consultable sur : [http://www.persee.fr/doc/rfsoc\\_0035-2969\\_1968\\_num\\_9\\_2\\_1379](http://www.persee.fr/doc/rfsoc_0035-2969_1968_num_9_2_1379) . Consulté le 07/11/2016.
- **HAVEL .J-E.** "Habitat et Logement". In: Revue économique. " Vol 10. n°5.1959. Consultable sur : [http://www.persee.fr/doc/reco\\_0035-2764\\_1959\\_num\\_10\\_5\\_407383\\_t1\\_0795\\_0000\\_001](http://www.persee.fr/doc/reco_0035-2764_1959_num_10_5_407383_t1_0795_0000_001) . Consulté le 07/11/2016.
- **HOYET .J-M.** "Neuferrth: les éléments des projets de construction".11eme Edition.2014.
- **ICHEBOUDENE.L, BENDANI.N, KASSAB.N, KASSAB.T, ROUANIKH, ZENBOUDJI.Z.** "PRU : L’habitat colonial algérois : Les immeubles de rapport, Statuts et carrières". EPAU, Alger, 2007.
- **KHARCHI .R.** "L'efficacité énergétique dans le bâtiment". Extrait du Portail Algérien des ENERGIES RENOUVELABLES. janvier 2014. Consultable sur : <http://portail.cder.dz/spip.php?article3746> . Consulté le 20/10/2016.
- **Laboratoire scientifique ; EPAU/UPM ;** " Méthode de réhabilitation d'un centre historique: Diagnostique du quartier Ben M'ehidi à Alger". Edition: les alternatives urbaines. 2013.
- **LIEBARD .A, DE HERDE .A.** "Traité d’architecture et d’urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable". Edition: Le Moniteur, 2006. P.776.
- **Loi N° 99-09 du 28 juillet 1999** relative à la maitrise de l’énergie. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 51.
- **Loi 04-09 du 14 Août 2004** relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 52.

- **MAURICE .A.** "Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaine". Edition. Casba université.1995-1996.Alger.
- **MEM.** "Bilan énergétique national de l'année 2013". MEM. Alger.2014.
- **MEZERDI.T.** Chapitre V:"Protocole expérimentale".2012. Consultable sur: <http://thesis.univ-biskra.dz/1609/8/CHAPITRE%205.pdf>. Consulté le 01-01-2017.
- **MHU** (Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme). "Partenariat APRUE/OPGI. Intégrer l'économie d'énergie dans l'habitat ". La Revue de l'Habitat -N°04 -Septembre 2009. MHU Alger.
- **MOLEY .C.** "Regard sur l'immeuble privé: architecture d'un habitat 1880-1970". Ed. Le moniteur. Paris. 1999.
- **NEDJARI .S.** " Essai d'identification des caractéristiques architecturales des Bow-windows dans les immeubles de rapport: cas d'Alger-centre". Mémoire de magistère EPAU. 2013.
- **PREBAT.** "Comparaison internationale bâtiment et énergie". Rapport final 2007 Consultable sur : <https://www.prebat.net/IMG/pdf/a-total-2008.pdf> . Consulté le 15-12-2016.
- **PROTOCOL DE KYOTO.** Consultable sur : [http://unfccc.int/portal\\_francophone/essential\\_background/feeling\\_the\\_heat/items/3294.php](http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/feeling_the_heat/items/3294.php) .Consulté le 12-12-2016.
- **RAC-F, s.d.** Changements climatiques Cap vers Copenhague, "focus sur la convention climat et protocole de Kyoto". Réseau Action Climat – France (RAC-F). Montreuil. Paris. Consultable sur : <http://www.rac-f.org/DocuFixes/Copenhague-RACF-bdef.pdf>. Consulté le: 13-10-2016.
- **SADDOK .A.** "Etude du confort thermique des salles de cours des établissements scolaires à différentes typologies. Cas établissement d'enseignements moyen et secondaire à Tizi-Ouzou". Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri à Tizi-Ouzou. 2016.
- **SALOMON .T.** "Architecture solaire et conception climatique des bâtiments". 2000. Consultable sur : <http://www.baumardmaisonbioclimatique.com/Architecture%20solaire%20&%20Conception%20Bioclimatique.pdf> . Consulté le 12-12-2016.
- **SENIT .C-A.** "L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel : une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée". Iddri – Idées pour le débat Vol 14. 2008. Consultable sur: [http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/Id\\_0814\\_C.A-Senit\\_efficacite-energetique-PSEM.pdf](http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/Id_0814_C.A-Senit_efficacite-energetique-PSEM.pdf) . Consulté le: 06-09-2016.

- **SEOUD .S.** "Audit énergétique de bâtiments tertiaires: cas de trois bâtiments à Alger"  
Mémoire magistère de l'ECOLE POLYTECHNIQUE D'ARCHITECTURE ET  
D'URBANISME. Alger. 2005.

# ***ANNEXES***

# ANNEXE I : QUESTIONNAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Le but de cette recherche est purement académique. Ceci est un formulaire de question élaboré dans le cadre d'une recherche de master en « Architecture et Urbanisme », option « Ville et territoire ». Il est destiné aux occupants de l'immeuble n°39 s'étendant sur la rue d'Isly. Dans le but de comprendre le comportement de l'utilisateur et de porter connaissance sur le degré de satisfaction des occupants.

**NB :** Veuillez mettre une croix dans les cases que vous jugez adéquate pour répondre s'il y'a lieu de le faire.

1. Identification du locataire	
1. Quelle est votre catégorie d'âge ?	
<input type="checkbox"/> -18ans	<input type="checkbox"/> 18/25ans <input type="checkbox"/> 25/50ans <input type="checkbox"/> +50ans
2. Quel est votre sexe ?	
<input type="checkbox"/> Homme	<input type="checkbox"/> Femme
2. Données physiques	
3. Est-ce que votre logement bénéficie d'un bon ensoleillement ?	
<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
4. Comment estimez-vous l'orientation des espaces de vie de votre logement ?	
<input type="checkbox"/> Bonne	<input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Mauvaise
5. Comment jugez-vous les dimensions de vos baies ?	
<input type="checkbox"/> Grande	<input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Petite
6. Comment considérez-vous vos espaces intérieurs ?	
<input type="checkbox"/> Grand	<input type="checkbox"/> Médiocre <input type="checkbox"/> Petit
7. Comment estimez-vous la présence de la cour dans votre bâtiment ?	
<input type="checkbox"/> Sans importance	<input type="checkbox"/> Peu importante <input type="checkbox"/> Assez importante
<input type="checkbox"/> Très importante	
8. Quels sont les matériaux utilisés pour la construction de votre bâtiment ?	
<input type="checkbox"/> Pierre bleu	<input type="checkbox"/> Pierre de taille <input type="checkbox"/> Pierre artificielle <input type="checkbox"/> Brique
<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enduit de mortier <input type="checkbox"/> Tuile
9. Est-ce que votre logement est isolé ?	
<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non

### 3. Ambiance

10. Utilisez-vous l'éclairage artificiel dans votre bâtiment pendant la journée ?

☐

Oui

☐

Non

11. Comment jugez-vous l'aération de votre logement sans recourir à la climatisation ?

☐

Bonne

☐

Moyenne

☐

Mauvaise

### 4. Energie énergie et confort

10. Quelle est votre facture énergétique par an ?

.....

11. Comment estimez-vous cette facture ?

☐

Elevée

☐

Moyenne

☐

Basse

12. Préférez-vous de payer plus et de parvenir à un meilleur confort ?

☐

Oui

☐

Non

### 5. Degrés de satisfaction

13. Quel est votre degré de satisfaction par rapport à la passivité de votre bâtiment sans le recours aux équipements techniques ?

☐

Pas du tout satisfait

☐

Plutôt pas satisfait

☐

Plutôt satisfait

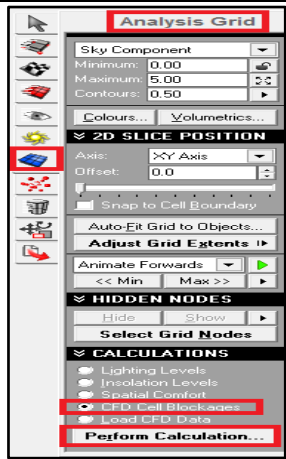
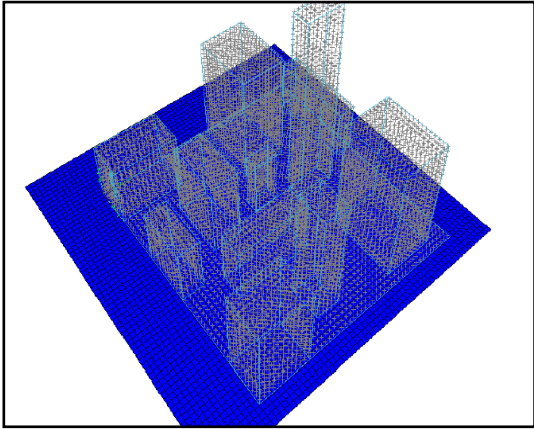
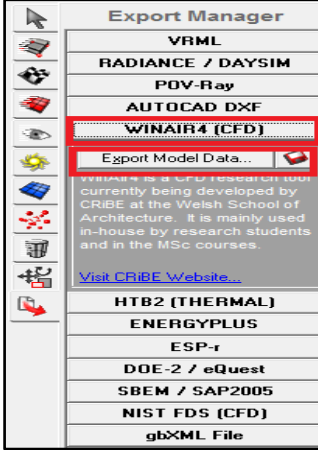
☐

Tout à fait satisfait

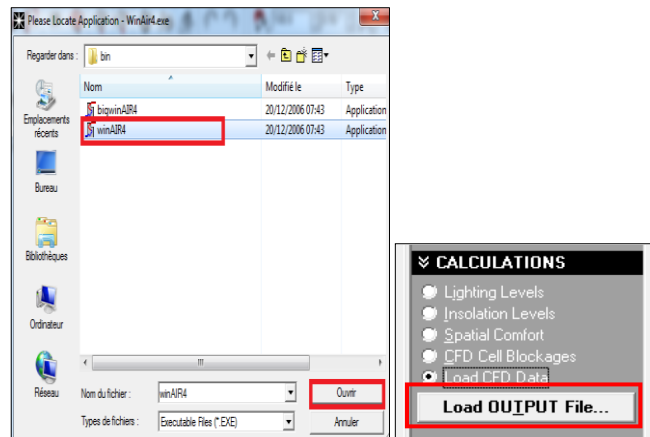


## ANNEXE II : LE PROCESSUS DU FONCTIONNEMENT DU WINAIR-4

Une extension d'**ECOTECT ANALYSIS** qui effectue une analyse **CFD** et calcule la ventilation naturelle et le découlement d'air à l'intérieur d'un bâtiment sous forme d'un maillage. Le processus du fonctionnement du **WINAIR-4** prend le cheminement suivant :

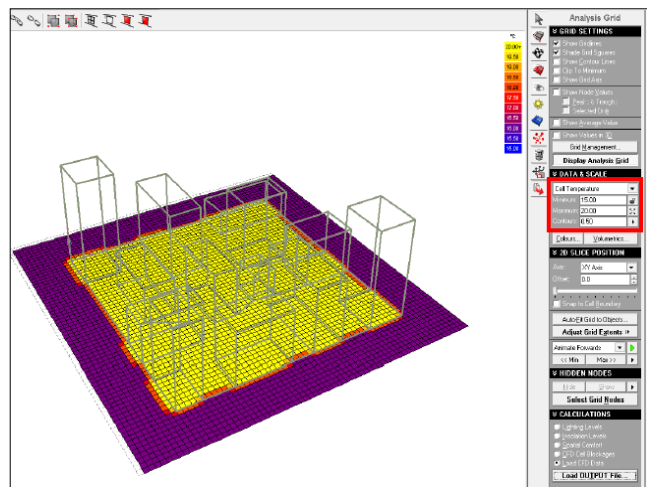
Processus	Illustrations
<p>➤ Pour commencer l'analyse avec <b>WINAIR-4</b>, appuyer sur « <b>Analysis Grid</b> » et sélectionner, <b>CFD Blockages</b>, enfin « <b>Perform Calculation</b> » sur <b>ECOTECT ANALYSIS</b>.</p>	 <p>Figure 1 : Capture de l'interface de ECOTECT ANALYSIS. Evaluation de la ventilation naturelle à l'aide de l'ECOTECT ANALYSIS. Source : auteurs ; 2017</p>
<p>➤ Une fois que l'analyse est terminée nous obtenons le résultat sous forme de <b>grilles</b> ou <b>d'analyse fausse couleur</b> sur <b>ECOTECT ANALYSIS</b>.</p>	 <p>Figure 2 : Capture de l'interface d'ECOTECT ANALYSIS. Résultat de l'analyse sur l'Ecôtect. Source : auteurs ; 2017.</p>
<p>➤ Importé le modèle analysé au niveau de l'<b>ECOTECT ANALYSIS</b> à <b>WINAIR-4</b> afin de mieux visualisé et comprendre les résultats de l'analyse.</p>	 <p>Figure 3 : Capture de l'interface d'ECOTECT ANALYSIS. L'importation du modèle sur WINAIR-4. Source : auteurs ; 2017.</p>

- Une fois le fichier est importé clique sur **WINAIR-4**, puis **ouvrir** et enfin sur **Load OUTPUT File**.



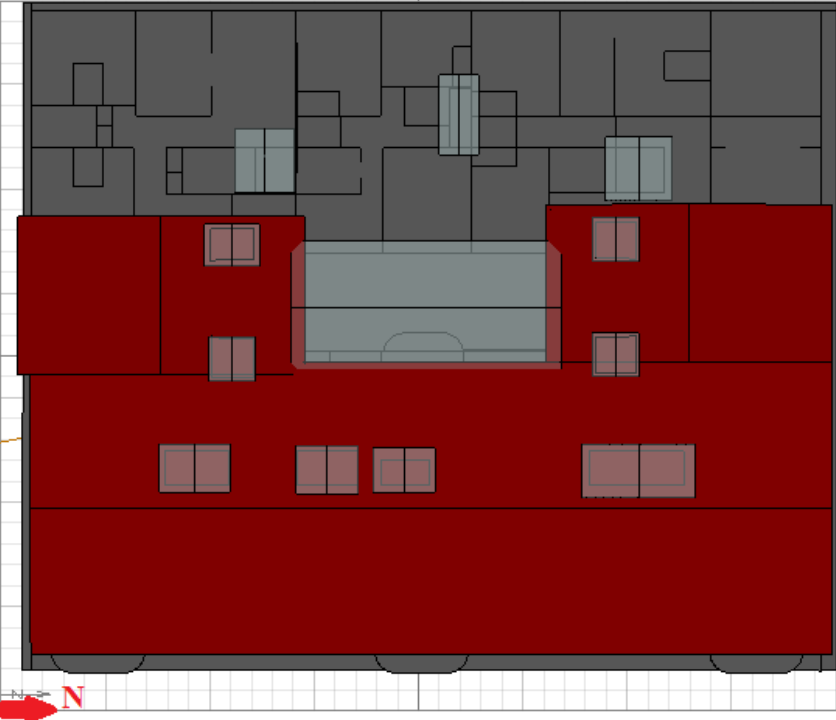
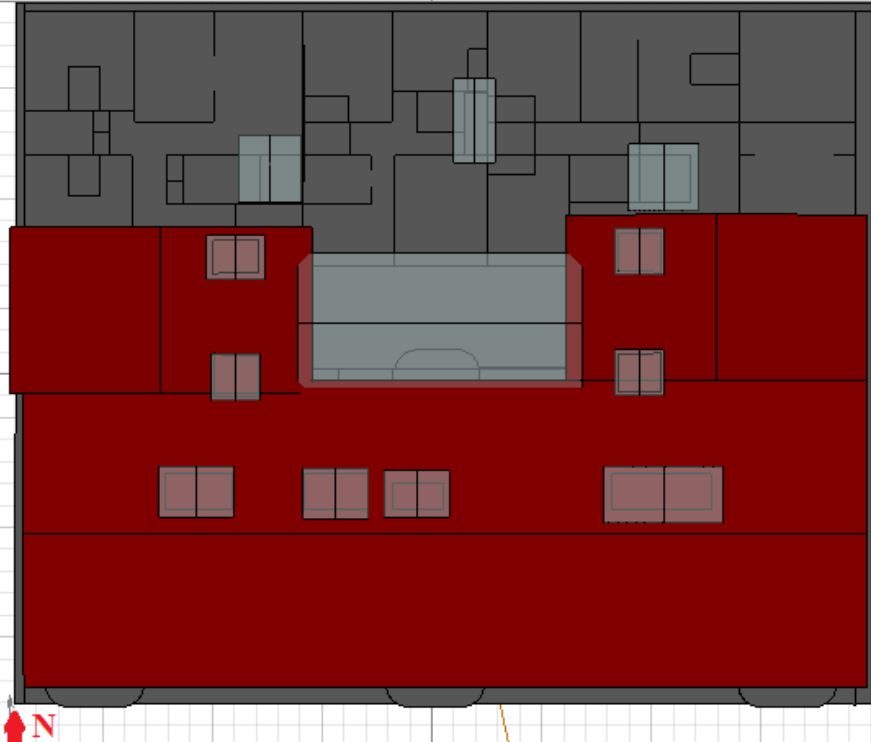
**Figure 4 : Capture de l'interface d'ECOTECTE ANALYSIS. Simulation de la ventilation naturelle sur WINAIR-4. Source : auteurs ; 2017.**

- Les résultats sont obtenus à l'aide du **WINAIR-4**.

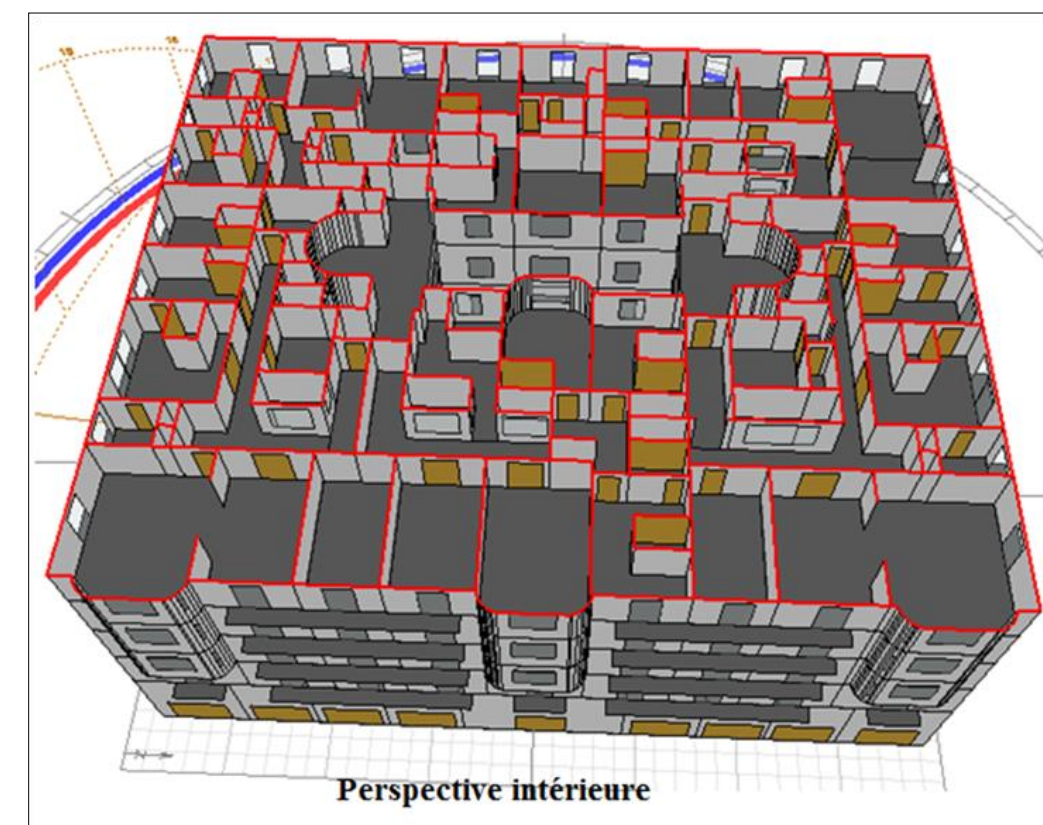
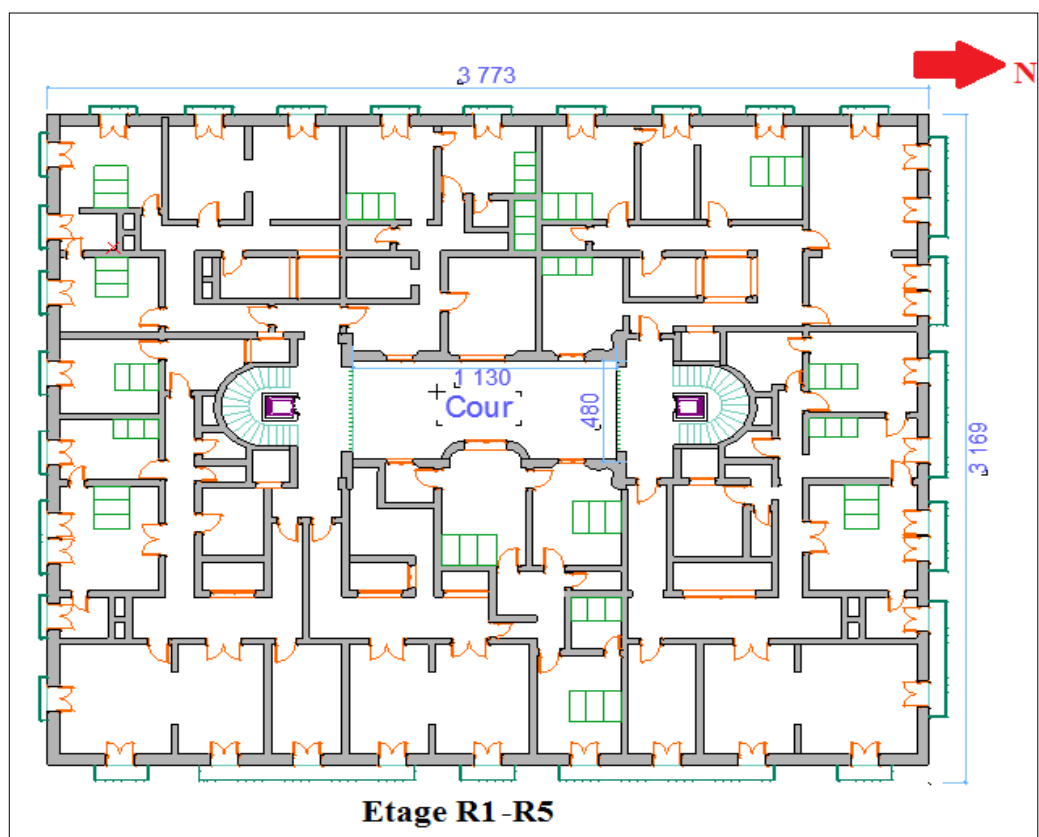
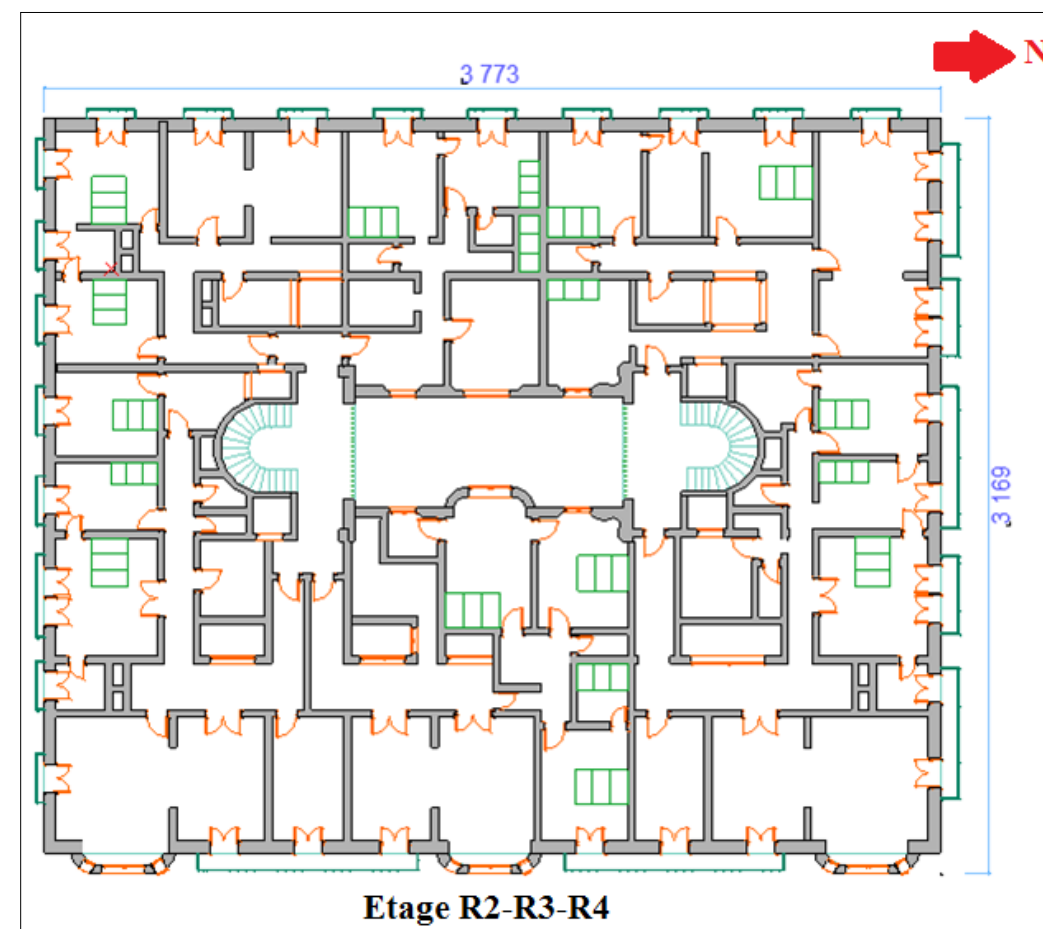
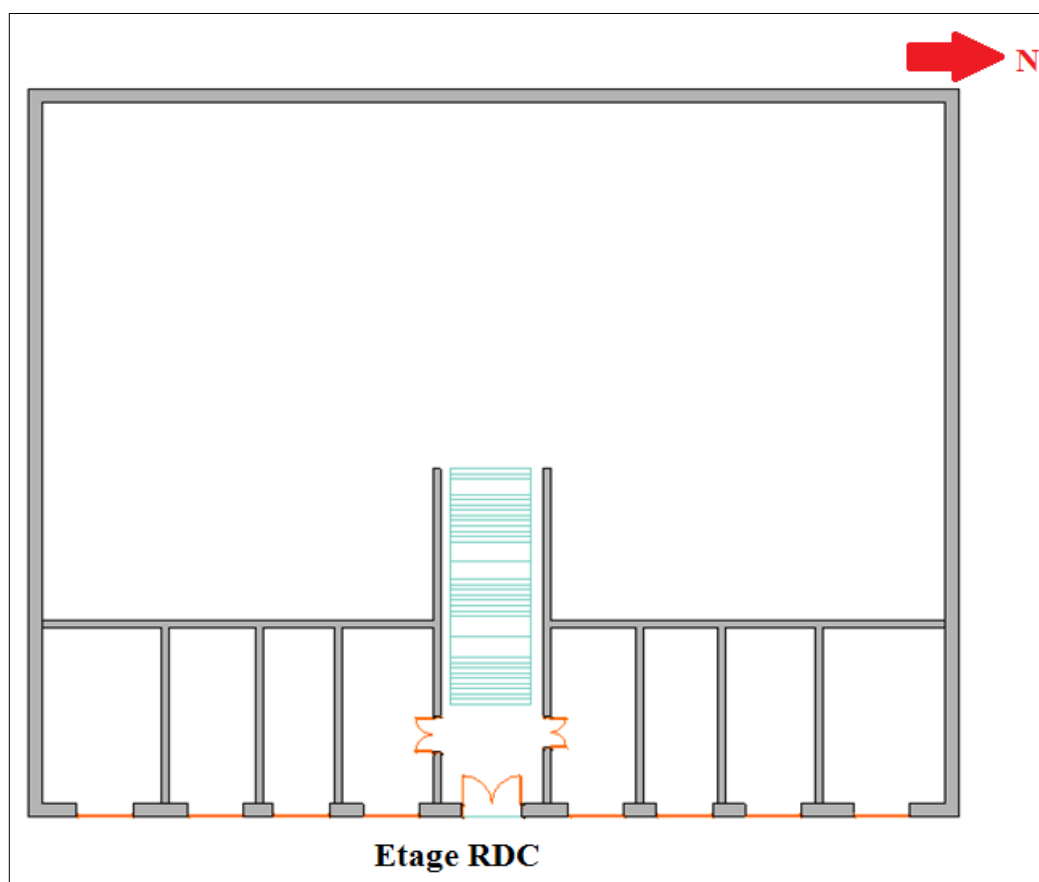


**Figure 5 : Capture de l'interface d'ECOTECTE ANALYSIS. Résultat simulation de la ventilation naturelle sur WINAIR-4. Source : auteurs ; 2017.**

ANNEXE III : LES PARAMETRES REELS ET CEUX SIMULES DE L’IMMEUBLE

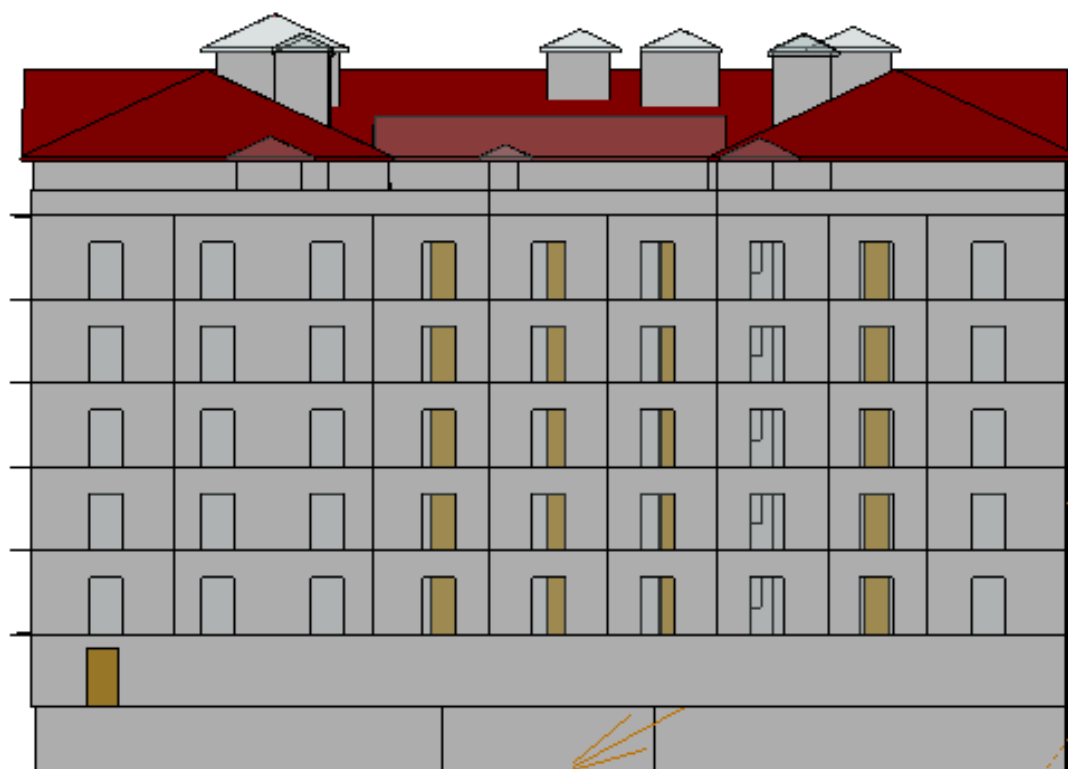
		Les paramètres réels	Les paramètres simulés (Alternatives)
<div><div>1. <u>La compacité (Cf)</u></div><div>La surface des parois extérieures « toi, mur, plancher... » / le volume habitable.</div></div>		<div><div>Alternative 01</div><div><div>- L'immeuble représente une forme compacte avec des façades planes.</div><div>- <math>Cf = S/V = 0.28\text{ m}^{-1}</math></div></div></div>	<div><div>Alternative 01</div><div><div>- L'immeuble contient des décrochements au niveau des façades Nord, Sud et Ouest.</div><div>- <math>Cf = S/V = 0.4\text{ m}^{-1}</math></div></div></div>
<div><div>2. <u>L'orientation</u></div><div>Il s'agit d'étudier le comportement du bâtiment selon son orientation.</div></div>		<div><div>- Est- Ouest</div><div></div></div>	<div><div>Alternative 02</div><div><div>- Nord-Sud</div><div></div></div></div>
<div><div>3. <u>Propriétés des composantes de l'enveloppe</u></div></div>	Murs extérieurs	<div><div>- Pierre bleu.</div><div>- Epaisseur : 55mm.</div></div>	<div><div>Alternative 03</div><div><div>- Brique.</div><div>- Epaisseur : 40mm.</div></div></div>
	Cloisons	<div><div>- Plâtre de brique.</div><div>- Epaisseur : 30mm.</div></div>	<div><div>Alternative 03</div><div><div>- Plaque de plâtre.</div><div>- Epaisseur : 25mm.</div></div></div>
	Plancher	<div><div>- Charpente métallique en IPN, voutains en brique.</div></div>	<div><div>Alternative 03</div><div><div>- Asphalte.</div></div></div>
	<div><div>Les ouvertures</div><div><div>- Porte-fenêtre</div><div>- Fenêtres</div><div>- Portes</div></div></div>	<div><div>- Simple vitrage *70mm/90mm / 150mm.</div><div>- Simple vitrage *70mm/90mm / 150mm.</div><div>- Noyau de mousse en contre-plaqué* 70mm/90mm / 150mm.</div></div>	<div><div>Alternative 03</div><div><div>- Double vitrage *70mm/90mm / 150mm.</div><div>- Double vitrage.*70mm/90mm / 150mm.</div><div>- Porte coulissante en verre. * 70mm/90mm / 150mm.</div></div></div>

## ANNEXE IV : DOSSIER GRAPHIQUE DE L'IMMEUBLE





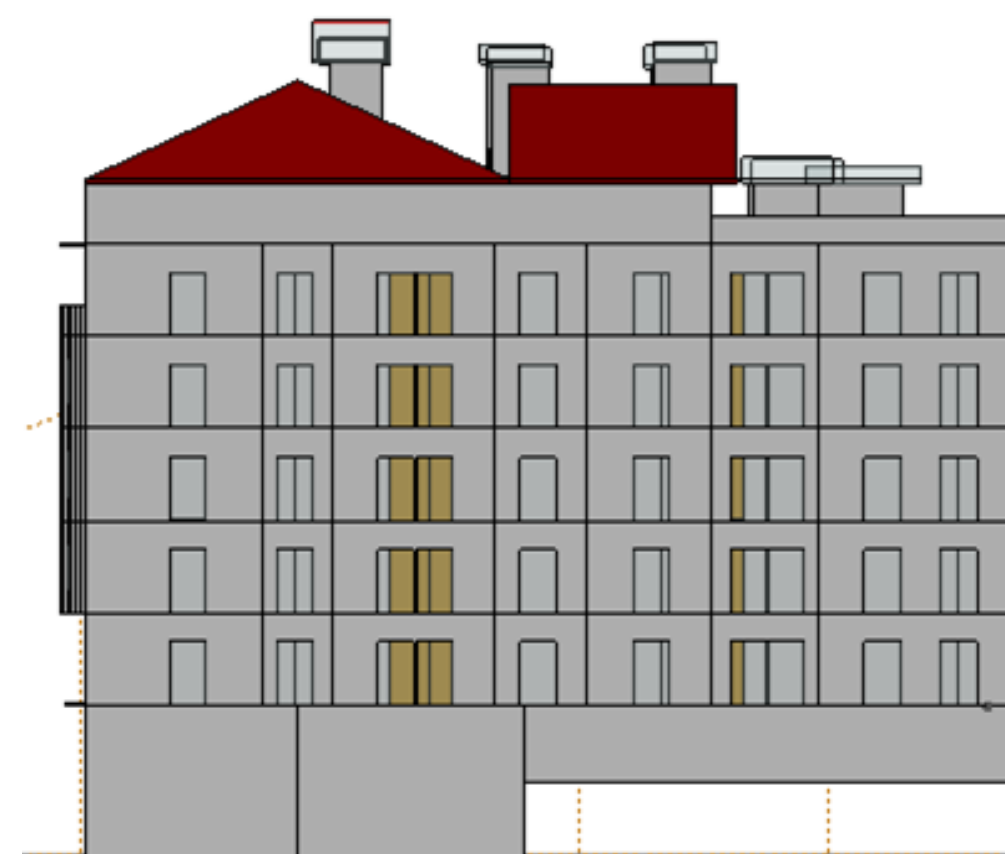
**Façade principale Est**



**Façade Ouest**



**Façade Sud**



**Façade Nord**

