République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture
Laboratoire de Génie Civil et Hydraulique (LGCH)

THÈSE

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Troisième Cycle LMD

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville. Filière : Architecture
Spécialité : Habitat et savoirs constructifs

Présentée par

MAKHLOUF Salma

Intitulé

Contribution à l'amélioration des ambiances lumineuses dans L'espace habité.
Cas d'étude : Cité d'habitat collectif Oued El-Fourcha, Annaba

Soutenue le : …24/04/2025……. Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	**Grade**		
Mr Lazri Youcef	Professeur	Univ. de Guelma	Président
Mr Cheratia Mohammed	Docteur	Univ. de Guelma	Directeur de thèse
Mr Alkama Djamel	Professeur	Univ. de Guelma	Examinateur
Mr DJOUED Fatma-Zohra	Docteur	Univ. de Guelma	Examinateur
Mr BOUCHEREB Abdelwa	Professeur	Univ. de Constantine 3	Examinateur

Année Universitaire : 2024/2025

Dédicace

Je voudrais dédier cet travail :

À mes chers parents, pour votre inspiration et votre soutien constant. Vous m'avez donné de la force dans les moments de frustration, et votre soutien moral et émotionnel illimité ainsi que vos prières constantes ont été inestimables. J'espère que vous êtes aussi fiers de moi que je le suis d'être votre enfant. Je vous aime, maman et papa. Qu'Allah vous protège et vous garde en bonne santé.

À mes sœurs,Lamia et Imene, et a mon frère Aymen pour leur soutien infaillible et leur patience.

À ma chère petite-fille, Melina , qu'Allah la protège. Je souhaite te voir atteindre les plus hauts sommets.

À tous mes amis et collègues du Département d'Architecture ainsi qu'à tous les doctorants de l'Université du 8 mai 1945 de Guelma.

À tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin et qui ont cru en moi.

À tous ceux qui étaient à mes côtés, à tous ceux qui ont partagé avec moi chaque instant, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment..

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à la réalisation de cette thèse.

En premier lieu, je remercie mon directeur de thèse Dr. Cheraitia Mohammed, A mon ex-encadreur Pr.Haridi Fatma-zohra pour ses conseils judicieux, ses observations perspicaces, la confiance qu'il m'a accordée, sa patience et son soutien pendant toutes ces années, qui ont alimenté ma réflexion et énormément enrichi mon expérience de recherche.

Un merci spécial au professeur ALKAMA DJAMEL pour son aide et son soutien tout au long de ce parcours. Aux membres du jury, d'avoir accepté d'évaluer cette thèse.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers les directions de la Wilaya d'Annaba : La DUC ,Le service techniques de la Wilaya d'Annaba et la Direction de l'environnement, qui ont apporté leur précieux soutien à l'établissement de mon travail de recherche.

Je tiens à exprimer ma gratitude spéciale à Monsieur Nouaouria Mohammed Saleh, directeur du laboratoire LGCH. Votre soutien inébranlable a instauré un cadre de travail remarquable, favorable à l'épanouissement tant scientifique que personnel..

Je suis également reconnaissant envers mes collègues et amis, pour leur collaboration, leur soutien moral, et leurs échanges constructifs. Leur aide et leurs discussions ont enrichi cette thèse de manière significative.

Un grand merci à l'université de 8 mai 1945 de Guelma pour m'avoir offert les ressources nécessaires et un environnement propice à la recherche. Je remercie également les membres du comité de lecture , pour leurs commentaires pertinents et leur regard critique sur ce travail.

Je remercie tous les participants à cette étude, pour leur précieuse contribution. Leur participation a été cruciale pour les résultats obtenus dans cette thèse.

Je n'oublie pas de remercier ma famille et mes amis pour leur soutien indéfectible, leur patience et leur compréhension tout au long de ces années. Leur présence et leurs encouragements m'ont été d'un grand réconfort.

À toutes et à tous, je vous adresse mes plus sincères remercie

Salma,M.

Résumé

Le secteur résidentiel en Algérie est connu pour sa forte demande énergétique, soulignant ainsi la nécessité d'évaluer et d'améliorer la performance énergétique des bâtiments en tenant compte de divers facteurs, y compris le comportement des occupants. Dans une situation d'inconfort, l'occupant a tendance à recourir à l'éclairage artificiel pour compenser le manque de lumière naturelle ou pour améliorer la perception de son environnement. Ce comportement génère une surconsommation énergétique

Cette recherche met en évidence l'importance d'intégrer le comportement des occupants afin de réduire la dépendance à l'éclairage artificiel et d'assurer des conditions lumineuses optimales. À cet égard, notre recherche a adopté une approche d'évaluation post-occupationnelle, pour évaluer le comportement adaptatif des occupants en matière d'éclairage naturel dans la cité d'habitat social de Oued El Fourcha à Annaba, en Algérie.

L'étude a examiné les caractéristiques physiques des espaces résidentiels, l'environnement immédiat, les propriétés des fenêtres, ainsi que les mesures in situ de la lumière naturelle à l'aide d'un luxmètre. Une enquête approfondie auprès des occupants a également été menée à l'aide du logiciel SPHINX Lexica. Toutes ces approches ont été intégrées dans un protocole d'analyse proposé.

Les résultats ont mis en lumière la préférence des occupants pour le contrôle de leur environnement, même si cela peut conduire à une utilisation excessive de l'éclairage artificiel en l'absence de conditions favorables à l'éclairage naturel. Par conséquent, il est essentiel d'adapter les systèmes d'éclairage naturel en fonction des besoins des occupants, tout en favorisant une connexion harmonieuse avec l'extérieur.

Cette recherche offre des perspectives précieuses pour les architectes, les professionnels du bâtiment, les chercheurs et les décideurs en mettant en lumière les enjeux fondamentaux de l'éclairage naturel et en encourageant le développement de solutions efficaces.

Mots clés: ambiance lumineuse , espace habité, occupant, évaluation poste occupationnelle , Oued El-fourcha (Annaba)

الملخص

يُعرف القطاع السكني في الجزائر بارتفاع الطلب على الطاقة، مما يؤكد الحاجة إلى تقييم وتحسين أداء الطاقة في المباني من خلال مراعاة عوامل مختلفة، بما في ذلك سلوك الشاغلين. في حالة عدم الراحة، يميل الشاغلون إلى استخدام الإضاءة الاصطناعية للتعويض عن نقص الضوء الطبيعي أو لتحسين إدراكهم لمحيطهم. يؤدي هذا السلوك إلى الاستهلاك المفرط للطاقة.

يسلط هذا البحث الضوء على أهمية دمج سلوكيات الشاغلين من أجل تقليل الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية وضمان توفير ظروف إضاءة مثالية. وفي هذا الصدد، اعتمد بحثنا نهج تقييم ما بعد الإشغال لتقييم سلوك الشاغلين التكيّفي في الإضاءة النهارية في عقار السكن الاجتماعي في وادي الفرشة في عنابة بالجزائر.

فحصت الدراسة الخصائص الفيزيائية للمساحات السكنية، والبيئة المباشرة، وخصائص النوافذ، بالإضافة إلى القياسات الموقعية للضوء الطبيعي باستخدام مقياس الضوء الطبيعي. كما تم إجراء مسح متعمق لشاغلي المساكن باستخدام برنامج SPHINX Lexica. تم دمج كل هذه الأساليب في بروتوكول تحليل مقترح.

وسلطت النتائج الضوء على تفضيل الشاغلين للتحكم في بيئتهم، على الرغم من أن هذا يمكن أن يؤدي إلى الاستخدام المفرط للإضاءة الاصطناعية في غياب ظروف الإضاءة النهارية المواتية. لذلك من الضروري تكييف أنظمة الإضاءة النهارية وفقًا لاحتياجات الشاغلين، مع تعزيز التواصل المتناغم مع الهواء الطلق.

يقدم هذا البحث رؤى قيّمة للمهندسين المعماريين والمتخصصين في مجال البناء والباحثين وصناع القرار من خلال تسليط الضوء على القضايا الأساسية المحيطة بضوء النهار وتشجيع تطوير حلول فعالة.

الكلمات المفتاحية: ضوء النهار، أجواء الإضاءة، استهلاك الطاقة، الشاغل، المساحة المأهولة.

Abstract

The residential sector in Algeria is known for its high energy demand, which underscores the need to assess and improve the energy performance of buildings by taking into account various factors, including occupant behavior. In a situation of discomfort, occupants tend to resort to artificial lighting to compensate for the lack of natural light or to improve their perception of their surroundings. This behavior results in excessive energy consumption.

This research highlights the importance of integrating occupant behavior to reduce dependence on artificial lighting and ensure optimal lighting conditions. In this regard, our research adopted a post-occupancy evaluation approach to assess the adaptive daylighting behavior of occupants in the Oued El Fourcha social housing estate in Annaba, Algeria.

The study examined the physical characteristics of the living spaces, the immediate environment, window characteristics, as well as in situ daylight measurements using a luxmeter. An in-depth survey of residents was also conducted using SPHINX Lexica software. All of these approaches were integrated into a proposed analysis protocol.

The results showed that occupants prefer to have control over their environment, even though this can lead to excessive use of artificial lighting in the absence of favorable daylight conditions. Consequently, it is essential to tailor daylighting systems to the needs of the occupants while promoting a harmonious connection with the outdoors.

This research provides valuable insights for architects, building professionals, researchers and decision-makers, highlighting the fundamental issues surrounding daylighting and encouraging the development of effective solutions.

Keywords: daylighting, Luminous ambience, energy consumption, occupant, inhabited space.

Sommaire

Dédicace i
Remerciements ii
Résumé iii
Abstract iv
الملخص.....v
Sommaire vi
Abréviation ix
Liste des figures xi
Liste des tableaux xv

Introduction générale

Introduction générale.....1
Problématique 6
Hypothèse 9
Objectifs principaux 9
Contexte d'étude.....9
Analyse conceptuelle 11
Méthode.....12
Structure de la thèse 14

Chapitre I: La lumière naturelle, créatrice d'ambiance lumineuse.

Introduction..... 16
I.1 L'Éclairage Naturel dans l'Architecture : De la Théorie à la Pratique 16
I.1.1 Les considérations de la variation de la lumière de jour pour une illumination optimum 18
I.1.2 La Lumière Solaire : Du Spectre Électromagnétique à son Impact sur la Surface Terrestre 21
I.1.3 Qualité de la lumière naturelle :Définition, paramètres, objectifs 24
I.1.4 L'éclairage et le bien être.....26
I.1.5 Facteurs influençant les performances à la lumière du jour 27
I.1.6 L'Éclairage Naturel, Un Pilier Fondamental de l'Architecture et du Bien-être humain 34
I.1.7 La lumière Naturelle : Un Allié pour la Santé, la Productivité et le Bien-être dans les Bâtiments 35
I.1.8 Maximiser l'Éclairage Naturel : Un Levier pour l'Économie d'Énergie et le Confort Intérieur 36
I.1.9 Optimiser l'Éclairage Naturel : Un Pas vers la Réduction des Émissions de Gaz à Effet de Serre 36
I.1.10 Planification et stratégie de la lumière du jour 37

I.1.11 Un éclairage naturel ou artificiel : qu'est-ce qui fait la différence ? 40
I.1.12 L'aspects énergétiques de la lumière du jour 40
I.1.13 Normes d'éclairage Naturel dans le bâtiment 41
I.2. Exploration des ambiances : Perspectives plurielles en urbanisme et architecture 42
I.2.1 Phénoménologique de l'ambiance dans l'architecture : Entre social, émotionnel et physique 43
I.2.2 Dualisme sujet-objet dans la recherche sur l'ambiance urbaine et architecturale 44
I.2.3 Ambiance lumineuse intérieure, une approche basée sur l'interaction personne-usage-espace 44
I.2.4 La diversité des ambiances lumineuses entre " vécu " et " conçu " 45
I.2.5 Les piliers des ambiances lumineuses intérieures 45
I.2.6 Classification des nuances des ambiances lumineuses intérieures 46
I.2.7 Qualification d'une ambiance lumineuse 47
I.2.8 Exploration des paramètres qualitatifs et quantitatifs de l'ambiance lumineuse dans les espaces intérieurs 49
I.2.9 Le confort visuel 49
I.2.10 Distribution de la lumière de jour 50
I.2.11 L'éblouissement 50
I.2.12 La direction 50
I.2.13 Agrément visuel 51
I.2.14 La vue vers l'extérieur 51
I.2.15 l'apparence 51
I.2.16 La luminosité apparente 52
I.2.17 Le rendu des couleurs « le spectre lumineux » 52
I.2.18 L'intimité 54
I.2.19 Le comportement des occupants 54
I.2.20 Le bien-être 55
Conclusion 55
Chapitre II: Les ambiances lumineuses et le comportement adaptatif des occupants.
Introduction 57
II.1 Définitions et conceptualisation du comportement des occupants dans les bâtiments : Une approche multidimensionnelle 57
II.1.1 La classification et la diversité des réactions comportementales des occupants dans les environnements bâtis 59
II.1.2 Les besoins, éléments catalyseurs de comportement des occupants 60
II.2 Les catégories de comportement des occupants : un système complexe 61
II.2.1 Comportement adaptatif : Analyse et facteurs influençant l'interaction avec l'environnement bâti 62

II.2.2 Influence des Actions Non Adaptatives sur la Performance Finale d'un Bâtiment 63
II.3 Comportement des occupants et le système du bâtiment 63
II.3.1 Comment peut-on décrire le comportement de l'occupant ? 64
II.3.2 Les facteurs déterminants 64
II.3.3 Les besoins 68
II.3.4 Les actions 69
II.3.5 Les systèmes 69
II.4 Le comportement de l'occupant entre Insuffisances et satisfaction 70
II.5 Comportement des occupants et la consommation énergétique du bâtiment 71
II.6 Facteurs influençant le comportement énergétique des occupants 71
II.6.1 Le contexte, un facteur principale de comportement de l'occupant 73
II.6.2 Activité des occupants 74
II.6.3 Présence et profil d'occupation 74
II.6.4 Interactions des occupants 75
II.7 Les besoins de l'occupant relatifs à l'espace habité 75
II.8 Comportement des occupant et l'éclairement de l'espace 76
II.8.1 Facteurs d'utilisation de l'éclairage 76
II.8.2 Comportement des occupant et les ambiance lumineuse 77
II.9 Analyse du comportement des occupants en matière d'éclairage 78
II.9.1 Actions de l'occupant sur l'éclairage dans les espaces intérieurs 78
II.9.2 Actions sur les occultations 78
II.9.3 Action relative a ouverture/fermeture des fenêtres 79
II.9.4 Actions sur les fenêtres 80
II.9.5 L'interaction occupant- fenêtres 80
II.10 L'aperçu des tendances de recherche originales dans le domaine du comportement des occupants lié à la consommation d'énergie 83
Conclusion 83

Chapitre III: L'éclairage naturel un levier clé dans l'espace habité-Revue de la littérature.

Introduction 85
III.1.Analyse systématique des études sur l'éclairage naturel dans les espaces habités : critères de sélection et objectifs de recherche 85
III.1.1 Méthodes et sélection multilingue pour une analyse complète 85
III.1.1 Analyse visuelle et approches scientométriques 88
III.2.L'éclairage naturel dans l'espace habité 88
III.2.1.Evaluation de l'éclairage naturel dans l'espace habité 88
III.2.2. Eclairage et l'économie énergie : Eclairage naturel ou artificiel? 93
III.2.3. Intégration de système d'éclairage 96

III.2.4. Qualification de confort lumineux 100
III.2.5. Satisfaction des habitants 105
III.2.6. Comportement des occupants 108
III.3. Critique des recherches antérieures 109
III.3.1. Répartition des publications scientifiques sur l'éclairage naturel 109
III.3.2. Manque de recherche dans certains contextes géographiques 110
III.3.3. Les domaines de recherche liés à l'éclairage naturel dans l'espace habité 111
III.3.4. Hétérogénéité des méthodologies utilisées 112
III.4. Focalisation de la présente étude 113
Conclusion 115

Chapitre IV: L'habitat collectif de la cité Oued El-Fourcha à Annaba: Contexte d'étude.

Introduction 116
IV.1 Exploration du contexte d'étude : Compréhension et typologie de l'habitat dans différentes perspectives 117
IV.1.1 Les dimensions complexes du concept «habitat» 117
IV.1.2 Définition et dimensions du concept «habitation» 117
IV.1.3 Exploration des dimensions de l'habitat : Confort, sécurité, fonctionnalité et esthétique dans la création d'un chez-soi" 118
IV.1.4 Typologies de l'habitat en Algérie : Deux perspectives fondamentales 119
IV.2 Présentation du contexte d'étude 120
IV.2.1 Site et cadre physique de la Wilaya d'Annaba 121
IV.2.2 Histoire de la ville d'Annaba 122
IV.2.3 Les conditions topographique de la ville d'Annaba 122
IV.2.4 Analyse bioclimatique de la ville d'Annaba 123
IV.3 La crise de logements à Annaba : Un défi pressant pour l'agglomération 126
IV.3.1 Typologie de l'habitat à Annaba 126
IV.4 Présentation du site d'étude 135
IV.4.1 Caractéristiques et situation du site 135
IV.4.2 La démographie de la cité Oued El-Fourcha 136
IV.4.3 Les problèmes observés au niveau du site 137
IV.4.3 Caractéristiques et défis de l'habitat dans la cité Oued El-Fourcha 137
IV.5 Genèse de la conception architecturale des bâtiments résidentiels collectifs 138
IV.5.1 Etat extérieur des bâtiments étudiés 138
IV.5.2 Distribution spatiale des habitations 142
Conclusion 144

Chapitre V: Matériel et méthodes.

Introduction 145
V.1 Définition, origine et importance de l'évaluation post occupationnelle 146
V.1.1 L'évaluation post occupationnelle (EPO), un examen méthodique et rigoureux des performances des bâtiments habités 146
V.2 Critères de choix de la méthode: Pourquoi une Evaluation Post Occupationnelle? ... 147
V.3 Objectifs de la recherche sur l'évaluation post occupationnelle 149
V.3.1 Feedback 149
V.3.2 Feed-forward 149
V.1.3 Lessons learned 150
V.4 Les niveaux de l'évaluation post occupationelle 150
V.4.1 Les EPO indicatifs 150
V.4.2 EPO d'investigation 151
V.4.3 EPO de diagnostic 151
V.5 Avantage de L'EPO 152
V.5.1 Avantages a court terme 152
V.5.2 Avantages à long-terme 152
V.6 Critères utilisés dans l'EPO 152
V.7 Evaluation de performance de bâtiment 153
V.8 Indicateurs de performance EPO 153
V.8.1 Qualité de conception – DQ 153
V.8.2 Qualité de l'environnement intérieur (IEQ) 154
V.9 Processus d'évaluation post occupationnelle 155
V.9.1 Collecte des données 155
V.9.2 Analyse des Données 156
V.10 Techniques existantes de l'EPO 156
V.11 Ce qui compose un EPO 160
V.12 Modéle d'évaluation post occupationnelle utilisé pour évaluer la lumière naturelle des espaces intérieurs 163
V.12.1 Protocole proposé par (Staffan Hygge and Hans Allan Löfberg, 1999) 163
V.12.2 Protocole proposé par DEROUICHE Zineb 2011 163
V.12.3 Protocole proposé par Edidiong Ukpong , Francis Uzuegbunam , Emmanuel Udomiaye 2022 164
V.12.4 Protocole proposé par Mohamed Elsayed et al. 2023 164
V.13 Conditions et protocoles proposés pour notre étude 164
V.13.1 Conception de l'évaluation au niveau indicatif 165
V.13.2 Conception de l'évaluation au niveau d'investigation 165
V.13.3 Conception de l'évaluation au niveau diagnostique 170
V.14 Le questionnaire in situ 170

V.14.1 Analyse statistique de questionnaire 174
V.14.2 Analyse factorielle de questionnaire 177
Conclusion 178

Chapitre VI: Investigation sur les ambiances lumineuses dans l'espace habité des bâtiments résidentiels à la cité de Oued el-Fourcha

Introduction 180
VI.1 Exploration des indicateurs morphologiques dans l'intégration des ouvertures architecturales 180
VI.1.1 La forme des pièces de l'espace habité 181
VI.1.2 Analyse des caractéristiques architecturales des fenêtres 181
VI.1.3 Les masques architecturaux : Entre intimité et lumière 187
VI.1.4 Les masques lointains : Impact sur l'intimité et la lumière intérieure 187
VI.1.5 Masque proche : Interface entre l'espace habité et l'environnement Extérieur 191
VI.2 Le comportement des occupants entre la diversité et l'adaptation 193
VI.2.1 Le comportement de l'occupant: Défis d'éclairage et d'aménagement 193
VI.3 Evaluation quantitative de l'éclairage naturel dans l'espace habité : Mesure in-situ . 198
VI.3.1 Étalonnage des instruments 198
VI.3.2 Condition de ciel 198
VI.3.3 Le protocole de prise des mesures 199
VI.3.4 Analyse et interprétation des résultats de la campagne de mesures in-situ ... 201
Conclusion 204

Chapitre VII: Evaluation post occupationnelle des ambiances lumineuses dans l'espace habité - Niveau diagnostique

Introduction 206
VII.1 Résultats du questionnaire auprès des occupants 206
VII.1.1 Test de fiabilité du questionnaire : Alpha Cronbach 206
VI.1.2 Test d'indépendance: Chi-deux d'indépendance 207
VII.2 Résultats de l'enquête in situ 208
VII.2.1 Analyse descriptive des résultats univariables :tableaux à plat 208
VII.3 Analyse descriptive des résultats bivariables :tableaux croisé 225
VII.4 Analyse descriptive en correspondance multiple :..... 226
VII.5 Comparaisons et discussions des résultats..... 232
Conclusion 236

Conclusion générale et perspectives de recherche

Conclusion générale 238
Recommandations 242

Limites de la recherche 244
Perspectives et pistes de recherche 244
Références bibliographiques 245

Annexes

Annexe 01 264
Annexe 02 273
Annexe 03 279
Annexe 04 290
Annexe 05 305
Annexe 06 306
Annexe 07 312
Annexe 08 318

ABREVIATION

ABREVIATIONS (FRANÇAIS)

AFE	l'Association française de l'éclairage
APRU	Agence Nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie
CDC	Centres américains pour le contrôle et la prévention des maladies
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables
CF	Coefficient de forme
CIE	La Commission internationale de l'éclairage
CNERIB	Le Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiment
DEWA	Direction de l'Environnement de la Wilaya d'Annaba
EPO	Evaluation post occupationnelle
FNME	La Fédération Nationale des Mines et de l'Energie
HQE	Haute Qualité Environnementale
HPE	Haute Performance Energétique
IO	l'indice d'ouverture
IP	l'indice de profondeur
ODD	Objectifs de développement durable
O.N.S	l'Office National des Statistiques
OMS	L'Organisation Mondiale de la Santé
PDAU	Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme
PNEE	Programme national pour l'efficacité énergétique
PNME	Programme National pluriannuel de Maîtrise d'Energie
POS	Plan d'occupation de sol
QAI	la qualité de l'air intérieur
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
T.O.L	Taux d'occupation des logements
ZHUN	La zone d'habitat urbain nouvelle

ABREVIATIONS (ANGLAIS)

ASHRAE	*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*
AUDE	*Association of University Directors of Estates*
BREEAM	*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*
EDR	*Energy Daylight Rate*
HEFCE	*The Higher Education Funding Council for England*
IES	*l'Illuminating Engineering Society*
ISO	*International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)*
LEED	*Leadership in Energy and Environmental Design*
WWR	*Wall-to-Wall Ratio*

Liste des figures

Figure. 1.Schéma de l'analyse conceptuelle de la recherche 12
Figure. 2.Processus de l'évaluation post-occupationnelle de la recherche 13
Figure. 3. Structure de la thèse 15
I. 1.Diagramme du spectre électromagnétique montrant l'emplacement du spectre visible. 17
Figure I. 2. Schéma des composantes de la lumière naturelle.....20
Figure I. 3:Rayonnement solaire global, direct et diffus. 22
Figure I. 4 Scenario des types de ciel. 24
Figure I. Facteurs influençant les performances à la lumière du jour. 27
Figure I. 6:Fréquence du temps en % pour trois villes européennes différentes 28
Figure I. 7:Variation annuelle de la course du soleil pour (a) Diagramme stéréographique du trajet solaire, (b) angles Solaires de position pour la localisation précise du soleil 29
Figure I. 8: Éclairement global dans les régions du Nord et du Sud de l'Europe 29
Figure I. 9: Un diagramme montrant la trajectoire du soleil au solstice d'hiver (jour le plus court). 30
Figure I. 10:Les facteurs déterminants de la pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur. 31
Figure I. 11:Angle d'exposition au ciel 33
Figure I. 12. Dispositifs d'ombrage, internes et externes. 34
Figure I. 13:Lumière naturelle comme générateur de rythme. 36
Figure I. 14:Stratégie d'ouverture et de contrôle d'éclairage naturel. 38
Figure I. 15: Représentation d'une « ambiance vécue ».....43
Figure I. 16: paramètre des ambiances lumineuses. 43
Figure I. 17.Structure des renvois analogiques et place de l'ambiance. 44
Figure I. 18:L'ambiance de la lumière du jour. 45
Figure I. 19:Représentation schématique de l'ambiance lumineuse. 46
Figure I. 20:Indicateurs typologiques d'éclairage naturel. 47
Figure I. 21: Indicateurs topologiques d'éclairage naturel. 48
Figure I. 22:Indicateurs morphologiques d'éclairage naturel. 48
Figure I. 23: L'évolution du spectre lumineux de la lumière naturelle modifie l'aspect d'un bâtiment (Opéra de Sydney arch. J. Utzon). 53
Figure I. 24: Diagramme de Kruithof. 54
Figure II. 1.Relation entre le comportement de l'occupant et le système du bâtiment : 58
Figure II. 2. Le pyramide de Maslow. 60
Figure II. 3. Deux catégories de comportement de l'occupant 62
Figure II. 4.Boucle de rétroaction pour l'ajustement 63
Figure II. 5. Le cadre théorique du comportement des occupants (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013)modifiée par l'auteure,2024. 65
Figure II. 6.Facteurs à l'origine du comportement des occupants en matière d'énergie. Source: (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013) modifiée par l'auteure,2024 66
Figure II. 7. Le besoins de l'occupant dans le bâtiments. 68

Figure II. 8. Actions entreprises par les occupants du bâtiment lorsque leurs besoins ne sont pas satisfaits. 68
Figure II. 9. Systèmes du bâtiment avec lesquels un occupant peut interagir, entraînant un changement dans la consommation énergétique du bâtiment. 69
Figure II. 10.Facteurs influents sur le comportement des occupants. 72
Figure II. 11.Disposition des conducteurs, des besoins et des actions comportementales des occupants. source: (Sebastian W , Davide C , John K , Henrik M , 2019). 73
Figure II. 12.Facteur de l'utilisation de l'éclairage par l'occupant. 76
Figure II. 13.phénomène mise en jeu par rapport a la sensation d'ambiance par l'individu d'après Boulet 2009. 77
Figure II. 14. facteurs influençant l'ouverture et la fermeture des fenêtres. Source: (Laaroussi Yousra, 2023) 81
Figure II. 15. les paramètres influencent les comportements des occupants liés à l'énergie. Source: (Jiang, 2015) 82
Figure II. 16. paramètres élargis du comportement des occupants liés à l'énergie. Source: (Jiang, 2015).....82
Figure III. 1 Schéma de principe de la recherche dans la littérature. 87
Figure III. 2. Statistique sur les types de documents traitant le sujet de l'éclairage naturel dans l'espace habité. 110
Figure III. 3. Les pays pionniers des recherches scientifiques sur l'éclairage naturel dans l'espace habité. 111
Figure III. 4. Statistique des domaines englobant la recherche sur l'éclairage. 112
Figure III. 5. Statistique des méthodes de recherche utilisées dans les recherches scientifiques. 113
Figure III. 6 Contribution originale de cette recherche 114
Figure IV. 1.Situation de la wilaya d'Annaba. Source: Google Earth modifiée par l' auteure,2024.....122
Figure IV. 2.Les Dairas et les communes de la wilaya d'Annaba. Source: Gifex.com consulté le 11/09/2024, modifiée par l' auteure,2024 123
Figure IV. 3.Les différents tissus composant la ville d'Annaba. Source: (Dounia LAOUAR, 2018) d'après (Archives de la ville, PDAU, 2008).....125
Figure IV. 4. Le relief de la ville d'Annaba. Source: (SAOULI Rim Amina , 2018). 126
Figure IV. 5.Carte mondiale de la classification climatique de Köppen-Geiger. Source: (Marta Gruszczynska et al., 2018) 127
Figure IV. 6.Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie. Data: 1999 - 2019: Heures de soleil. Source: fr.climate-data.org. Consulté le 09/06/2024.....127
Figure IV. 7.Disponibilité de a lumière naturelle en Algerie. Source: Zemmouri,2005. 129
Figure IV. 8. le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux, nuageux et de précipitations. Source: meteoblue.com/fr 129
Figure IV. 9 Durée d'ensoleillement dans la ville d'Annaba. Source:(climate-data , 2019)..130
Figure IV. 10.Répartition du Parc logement total des ménages ordinaires selon le statut d'occupation du logement et par Commune. Source: (Résultats exhaustifs du RGPH 2008-ONS- (Ouled Cheikh Roumaissa,, 2015) 131

Figure IV. 11. Types d'habitats dans la ville d'Annaba. Source:(CHINITI Hamza, 2014)...132
Figure IV. 12. Vue sur immeubles d'habitat collectif dans la ville d'Annaba. Source Auteure,2024.....133
Figure IV. 13.. Type d'habitat individuel en pente. 134
Figure IV. 14.Vue sur un quartier d'habitat traditionnel a la veille ville d'Annaba. Source:http://www.tripadvisor.co.za.....135
Figure IV. 15.carte de situation et de délimitation de cas d'étude. Source:PDAU Annaba, modifiée par auteure,2024. 136
Figure IV. 16.Analyse de l'environnement immédiat des bâtiments d'étude. Source: PDAU Annaba modifié par auteure,2024. 139
Figure IV. 17. Vue sur façade principale. 140
Figure IV. 18. Vue sur façade arrière 140
Figure IV. 19.Vue sur façade latérale. 140
Figure IV. 20. Etats actuels des bâtiments d'étude. 141
Figure IV. 21. Vue en plan sur les bâtiments d'étude. 142
Figure IV. 22.Plan d'ensemble des bâtiments étudiés. 143
Figure V. 1. Schéma Feedback constitué par l'EPO . Source: (Olivier,2009).. 149
Figure V. 2. Schéma Feedforward constitué par l'EPO. Source: (Olivier,2009).. 149
Figure V. 3. Modèle de processus d'évaluation post occupationnelle (EPO). source: (presier,1995).. 150
Figure V. 4. Les méthodes de collecte des données. Source: (Y Laaroussi &al., 2019)..... 158
Figure V. 5. Les principales phases du processus d'analyse des données. Source: Auteur,2023. 159
Figure V. 6. Protocole d'évaluation post occupationnelle niveau d'investigation. Source: Auteure,2023.....166
Figure V. 7.Tableau de sélection des approches de la recherche pour réaliser une EPO. Source: (Blyth A, 2006).....171
Figure V. 8. Type de question dans un questionnaire, avantages et inconvénient . Source: (HAMEL Nawel, 2014) 172
Figure V. 9 Codage des questions à choix unique. 175
Figure V. 10. Résultat de codage des questions à choix unique. 175
Figure V. 11.Codage des questions a choix multiple. 175
Figure V. 12. construction du questionnaire de l'évaluation 177
Figure V. 13.Protocole d'analyse de la recherche. 179
Figure VI. 1.Vue intérieure sur l'espace cuisine. Source: Auteure,2023.....182
Figure VI. 2.Vue intérieure sur l'espace séjour. Source: Auteure,2023.. 182
Figure VI. 3. Vue intérieure sur l'espace chambre. Source: Auteure,2023. 183
Figure VI. 4. Vue intérieure sur l'espace salle de bain et sanitaire . Source: Auteure,2023...183
Figure VI. 5. Vue sur l'aménagement extérieur des bâtiments évalués. Source: Auteure,2023. 188
Figure VI. 6. Schéma explicatif des masques lointains. Source: Auteure 2024. 190
Figure VI. 7 Vue sur l'aménagement des aires de jeux et de stationnement. Source: Auteure,2023.....191

Figure VI. 8. Rideaux épais utilisés comme des masques proches par les occupants. Sources: Auteure,2023.. 192
Figure VI. 10.Les cordes de linge utilisées comme des masques proches par les occupants. Source: Auteure,2023. 192
Figure VI. 11. Carte comportementale de l'espace habité. Source: Auteure,2023..... 193
Figure VI. 12.Vue intérieure sur l'espace séjour. Source: Auteure,2023. 194
Figure VI. 13. Schéma explicatif de la disposition de mobilier dans l'espace séjour. Source: Auteure, 2023.. 195
Figure VI. 14.Schémas explicatifs de la disposition de mobilier dans l'espace cuisine. Source: Auteure, 2023. 195
Figure VI. 15.Vue intérieure sur l'espace cuisine. Source: Auteure,2023. 196
Figure VI. 16.Vue intérieure sur l'espace chambre. Source: Auteure,2023 196
Figure VI. 17. Vue intérieure sur l'espace sanitaire et salle de bain . Source: Auteure,2023... 197
Figure VI. 18. Vue intérieure sur l'espace couloir. Source: Auteure,2023. 198
Figure VI. 19.Indice de salle K. Source: (DEROUICHE Zaineb, 2011) 199
Figure VI. 20. Schéma présentant les points de mesure. Source: Auteure,2023. 199
Figure VII. 1.Pourcentage de genre des occupants répondants. Source: Auteure, 2024 208
Figure VII. 2 Pourcentage de l'âge des occupants répondants. Source : Auteure, 2024..... 209
Figure VII. 3.Statut d'occupation de l'espace habité. Source : Auteure, 2024. 209
Figure VII. 4.Taux d'occupation des habitations. Source : Auteure, 2024. 210
Figure VII. 5.Durée d'occupation des habitations. Source : Auteure, 2024... 210
Figure VII. 8.Taux d'occupation des habitations par jour. Source : Auteure, 2024. 211
Figure VII. 9.Taux de satisfaction des occupants de leurs habitations. 212
Figure VII. 10.Type de transformation de l'espace habité. 212
Figure VII. 11.Taux de satisfaction des occupants de l'éclairement naturel dans l'espace habité. 213
Figure VII. 12.Description de la qualité de l'éclairage naturel dans l'espace habité. Source: Auteure ,2024. 213
Figure VII. 13.Taux de satisfaction des occupants de la lumière naturelle de l'espace habité. Source : Auteure 2024 214
Figure VII. 14.Satisfaction des habitants des dimensions des fenêtres. Source : Auteure, 2024. 215
Figure VII. 15. Le mode d'éclairage préféré par les occupants. Source : Auteure,2024.. 216
Figure VII. 16.Degré de satisfaction des occupants de la vue vers l'extérieur. Source : Auteure,2024. 217
Figure VII. 17. Classification des activités dans l'espace habité. 218
Figure VII. 18.Zone préférée par les occupants. Source : Auteure,2024. 219
Figure VII. 19. Type d'éclairage utilisé au cours de la journée. Source : Auteure,2024.. 219
Figure VII. 20.Mode d'ouverture/fermeture des fenêtres. Source : Auteure, 2024. 220
Figure VII. 21. Adaptation du système d'éclairage naturel. 221
Figure VII. 22.Moyen de contrôle de la lumière naturelle. 221
Figure VII. 23.Les gènes rencontrés lors de l'éclairement naturel. Source : Auteure, 2024... 222
Figure VII. 24.Taux d'utilisation de l'éclairage artificiel. Source : Auteure, 2024. 223

Figure VII. 25.La carte factorielle des variables (1- mode d'ouverture de la fenêtre -2- zone d'activité). Source: Auteure, 2024... 225
Figure VII. 26.La carte des facteurs des variables (1- niveau des habitations -2- les gènes extérieurs). Source : Auteure, 2024. 226
Figure VII. 27. La carte des facteurs des variables (1-type d'éclairage -2-qualité de la vue vers l'extérieur). Source : Auteure, 2024. 226
Figure VII. 28.La carte des facteurs de variables (1-Durée d'occupation -2-mode d'ouverture des fenêtres). Source : Auteure 2024. 227
Figure VII. 29.Analyse des correspondances multiples des variables (sexe , activités, mode d'éclairage utilisé). Source: Auteure ,2024... 228
Figure VII. 30Analyse des correspondances multiples des variables (Le mode d'éclairage préféré et la Satisfaction de la lumière naturelle dans l'espace habité). Source: Auteure ,2024. 230
Figure VII. 31.Analyse des correspondances multiples des variables (l'étage de l'habitation, les contrainte de mode d'éclairage naturel, qualité de la vue et le mode d'ouverture). Source: Auteure ,2024... 231
Figure 4:Piste de recherche proposée pour l'Intégration des considérations écologiques dans l'habitat en Algérie. 245
Figure 5.Piste de recherche proposée pour établir des corrections de la qualité d'éclairage naturel. 246
Figure 6. Proposition du cadre de recherche sur l'éclairage naturel selon le contexte culturel. 248

Liste des tableaux

Tableau V. 1. Protocole d'évaluation de la morphologie de l'espace habité. 166
Tableau V. 2.Protocole d'évaluation de système d'éclairage naturel. 167
Tableau V. 3.Protocole d'évaluation des masques solaires 167
Tableau V. 4Protocole d'évaluation des comportements des occupants 168
Tableau V. 5.Protocole des mesures in situ 169
Tableau VI. 1. Types et surfaces d'ouvertures de chaque pièce de l'espace habité. 184
Tableau VI. 2.Norme d'indice d'ouverture en fonction du type de local 185
Tableau VI. 3.Calcul d'indice d'ouverture en fonction du type de local 185
Tableau VI. 4. Indices de profondeurs recommandés par la méthode HQE 186
Tableau VI. 5. Calcul d'indices de profondeurs de l'espace habité. 186
Tableau VI. 6. Calcul de ratio mur-fenêtre (WWR) des différentes pièces. 187
Tableau VI. 8. Variation de l'éclairement moyen dans la pièce 202
Tableau VII. 1. Resultat test Alpha cronbach 207
Tableau VII. 2. Résultat test Chi2. 207

Introduction

générale

Introduction

Ces dernières années, d'importants efforts ont été déployés pour réduire la consommation d'énergie et améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Cette dernière, se réfère à la minimisation de l'énergie requise pour maintenir des conditions environnementales optimales, est essentielle dans la lutte contre le changement climatique et se traduit par une réduction significative de la consommation énergétique globale (F. Rashid et al., 2017). En réponse à ces défis croissants, les architectes et les professionnels du bâtiment adoptent de plus en plus des stratégies de conception durables et éco-énergétiques, intégrant des principes qui favorisent une utilisation plus judicieuse des ressources renouvelables (Mohammad Hakimazari et al., 2024).

La pandémie de COVID-19 a exacerbé ces enjeux, entraînant une augmentation du temps que les gens passent à l'intérieur des bâtiments, ce qui a conduit à une consommation d'énergie excessive dans les environnements clos (Tarek M. Kamel, 2024). Cette situation inédite a poussé les chercheurs à élargir les piliers du développement durable, mettant en lumière cinq grands axes : social, économique, scientifique, environnemental et sanitaire, soulignant l'interconnexion entre ces dimensions et la nécessité d'une approche holistique pour relever les défis contemporains (Berta Garcia-Fernandez & Osama Omar, 2023). Par conséquent, assurer un meilleur compromis entre la consommation énergétique et un environnement intérieur confortable est un problème qui mérite d'être exploré .

De nombreuses recherches ont mis en évidence une disparité significative entre la consommation d'énergie prévue et la consommation réelle des bâtiments. Les résultats de ces études montrent que la consommation d'énergie effective peut parfois atteindre jusqu'à trois fois la consommation anticipée, indiquant ainsi un désaccord marquant entre les prévisions théoriques et les pratiques réelles (Elham Delzendeha et al., 2017; V. Fabi et al., 2013; D. Calì et al., 2016). Cette différence s'explique en grande partie par le comportement des occupants , qui joue un rôle déterminant dans cette consommation. Dans les bâtiments résidentiels, cette influence paraît d'autant plus déterminante, en raison d'une plus grande liberté et d'un contrôle accru sur l'environnement intérieur (Urban et Gomez 2013 ; Andersen2012 ; Bahaj et James 2007 ; Saldanha et Beausoleil-Morrison 2012 ; Gram-Hanseen 2010 ; Maier et al. 2009 ; Juodis et al. 2009).

Dans ce contexte, l'amélioration de la conception des bâtiments et l'adoption de pratiques durables qui répondent aux besoins des occupants deviennent des étapes cruciales pour réduire la consommation d'énergie et minimiser l'impact environnemental du secteur de la construction (Tarek M. Kamel, 2024). Parmi ces pratiques, l'importance de la lumière naturelle émerge comme un facteur clé. De nombreux chercheurs s'accordent sur le fait qu'une des stratégies de conception durables et à faible consommation d'énergie est basée sur l'utilisation efficace de l'éclairage naturel (Mohammad Hakimazari et al., 2024). De plus, de nombreuses études montrent que les individus sont fortement influencés par la lumière dans divers contextes de conception architecturale, affectant leur bien-être, leur humeur et leur productivité (Berta Garcia-Fernandez & Osama Omar, 2023). En effet, la lumière du jour joue un rôle crucial dans notre qualité de vie, et maximiser son utilisation naturelle peut réduire la dépendance aux sources d'éclairage artificiel, ce qui conduit à une réduction significative de la consommation d'énergie (Jihad Awada & Lamia Abd-Rabo, 2020). La lumière du jour est la source principale et durable de lumière et est essentielle pour créer une ambiance confortable et saine. Elle permet de répartir uniformément les rayons du soleil dans la pièce, d'éviter l'éblouissement, de maintenir les zones sous-éclairées, d'offrir aux utilisateurs une stimulation circadienne adéquate et d'offrir des vues sur l'extérieur (Sarmadi et Mahdavinejad, 2023).

Cependant, Lorsque l'éclairage naturel devient inconfortable, les occupants adoptent généralement deux types de comportements pour maintenir leur confort visuel. Le premier consiste à l'ouverture/fermeture des fenêtres afin de réguler l'apport de lumière naturelle, le second comportement fréquent est de se tourner vers l'éclairage artificiel (Mala Endravadan, Françoise Thellier, Françoise Monchoux, 2004; Makhlouf Salma et al., 2024). Par conséquent, il est essentiel de convenir de techniques permettant d'améliorer l'intégration de la lumière naturelle (Anna Wirz-Justice et al., 2021), afin de créer des espaces de vie adéquats qui offrent à la fois un confort visuel et psychologique (Saranathan Pragati et al., 2022). Cela inclut également la nécessité de réduire les effets néfastes tels que l'éblouissement et les fluctuations de température, contribuant ainsi à améliorer le confort des occupants et leur santé (Jihad Awada & Lamia Abd-Rabo, 2020). Des économies d'énergie significatives, allant jusqu'à 30 %, peuvent être réalisées en augmentant la lumière naturelle dans les bâtiments, ce qui souligne l'importance d'une conception réfléchie et d'une planification adéquate pour optimiser cet aspect (M.S. Alrubaih et al., 2013).

Sur la base de ce qui précède, cette recherche se penche sur les ambiances lumineuses de l'espace habité en Algérie, en particulier à Annaba. Il en ressort que les conceptions architecturales actuelles manquent souvent de confort adéquat et d'une intégration réfléchie de la lumière naturelle. Ainsi, il est impératif d'évaluer non seulement le degré de satisfaction des habitants, mais aussi l'influence de l'environnement intérieur sur leur santé. L'objectif est de garantir un environnement intérieur sain et bien éclairé qui répond aux besoins des habitants tout en s'adaptant à leurs pratiques quotidiennes.

Les recherches sur l'énergie solaire ont mis en évidence un potentiel important, accompagné d'une diversification croissante des applications. Cette évolution est portée par une prise de conscience accrue des interactions complexes entre les différents éléments liés à la conception et à la construction de bâtiments durables et économes en énergie. Divers domaines tels que la législation, les normes, les organismes de réglementation et les champs de recherche témoignent de l'importance cruciale de l'éclairage naturel dans l'architecture des bâtiments.

Cette prise de conscience rejoint les préoccupations de santé publique exprimées dès 1974 par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), en proposant la création d'équipes multidisciplinaires pour examiner l'étiologie de ces interactions. L'OMS a défini « *non seulement l'absence de maladie et d'infirmité, mais un état de bien-être physique, mental et social complet* ». Ainsi, un logement sain doit permettre une capacité optimale d'exécution efficace des tâches, équivalant à un confort où l'on se sent à l'aise dans l'utilisation de l'espace, avec une qualité spatiale répondant à nos besoins. Ou elle a mentionné en 2018 qu'un éclairage inadéquat et non suffisant (c'est-à-dire des recoins sombres) constitue un danger et un risque dans l'habitat (World health organization WHO, 2018).

Le manuel de référence de l'habitat sain publié en 2006 par les Centres américains pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC)[1], en partenariat avec le secrétariat américain du logement et du développement urbain, est une ressource essentielle pour comprendre les principes fondamentaux de la création d'un environnement de vie sain. Ce document met en évidence qu'un éclairage naturel (lumière du jour) adéquat avec les risques d'éblouissement maitrisés, et un éclairement solaire direct constituent des besoins

[1] Centres américains pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC): Les centres constituent la principale agence fédérale américaine chargée de préserver la santé et la sécurité publique, de diffuser et d'actualiser des données pertinentes afin d'améliorer les choix en matière de soins de santé, et de servir de source de référence fiable et reconnue dans le monde entier.

physiologiques et psychologiques fondamentaux des individus (La Commission spécialisée sur les risques liés à l'environnement du HCSP, 2019).

l'Association française de l'éclairage (AFE [2]), alerte également sur les conséquences d'un mauvais éclairage. Elle souligne l'importance de s'exposer à la lumière naturelle et recommande des stratégies simples telles que la peinture claire des murs pour favoriser sa diffusion dans l'habitat. Lors de son assemblée générale, elle a réaffirmé la nécessité d'utiliser des solutions techniques adaptées et innovantes pour une exploitation optimale de la lumière naturelle.

Cet enjeu est par ailleurs intégré dans les normes et labels de la construction durable, tels que la norme suisse SN EN 17037:2019, le label Haute Qualité Environnementale (HQE), ainsi que les certifications internationales LEED et WELL, mettent l'accent sur l'importance de l'éclairage naturel dans les bâtiments pour favoriser le bien-être des occupants . La norme SN EN 17037 fournit des directives sur l'optimisation de la lumière naturelle tout en réduisant l'éblouissement et en contrôlant l'exposition au soleil. Le label HQE, pour sa part, fait du confort visuel une priorité, en encourageant l'accès à une lumière naturelle équilibrée. De même, les normes LEED et WELL[3] valorisent l'éclairage naturel comme un élément clé pour assurer la santé et le confort des occupants . Enfin, le label Minergie-ECO[4] impose des critères stricts pour garantir une lumière naturelle suffisante dans chaque pièce, tant pour les bâtiments neufs que pour les rénovations. (Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich,) (Claude-Alain Roulet, 2012) (Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich, 2020).

[2] L'Association française de l'éclairage (AFE), association à but non lucratif, s'efforce d'éviter les effets négatifs de la lumière sur l'environnement et la santé humaine et d'y sensibiliser le public. Elle représente la France dans les organismes de normalisation nationaux et internationaux, et ses propositions sont citées dans les documents officiels, les appels d'offres et le code du travail français

[3] LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) est un programme de normalisation pour les bâtiments qui répondent à des exigences strictes en matière de qualité environnementale. Il est similaire aux programmes HQE et BREEAM en France. LEED évalue l'impact environnemental et la performance d'un bâtiment.

Un système basé sur la performance, appelé WELL Building Standard (WELL), a été créé pour quantifier, certifier et suivre les aspects de l'environnement bâti - tels que l'air, la lumière, la forme physique, le confort et l'esprit - qui affectent la santé et le bien-être des personnes.

[4] Minergie (1998) Minergie est la référence Suisse en matière de confort, d'efficacité et de maintien de la valeur. Tous les types de bâtiments sont concernés par ce label de qualité, qu'il s'agisse de constructions neuves ou de rénovations. Les objectifs sont un confort maximal pour l'habitat et le travail, une consommation minimale de chaleur et d'électricité et la préservation de la valeur à long terme. Une enveloppe de bâtiment de grande valeur, une ventilation régulée et un approvisionnement efficace en énergie renouvelable font l'objet d'une attention particulière. https://www.minergie.ch/fr/telechargements/publications/ est la page web officielle

Ce point sera donc approfondi dans le chapitre suivant, où seront abordées en détail les différentes normes et certifications relatives à l'éclairage naturel dans la construction durable, ainsi que leur impact sur le confort des occupants et la performance énergétique des bâtiments (Chapitre 02).

Dans la continuité de ces initiatives, Les réflexions actuelles sur la lumière naturelle dans l'architecture se poursuivent aussi à travers des événements spécialisés. La conférence «Daylight in architecture (La lumière du jour en architecture)», en 2024, proposera une table ronde et une série de conférences couvrant une gamme de perspectives sur l'espace construit et la lumière naturelle, abordant à la fois des aspects techniques et sensoriels (the architect's journal , 2024). Hélène Binet, photographe d'architecture de renom et lauréate du prix AJ/AR Ada Louise Huxtable 2019, elle apportera son expertise en photographie architecturale, mettant en lumière comment l'architecture peut être perçue et interprétée à travers l'objectif d'une caméra, en particulier en ce qui concerne l'utilisation de la lumière naturelle. Richard Williams, directeur principal du développement architectural chez Velux, discutera des outils et des techniques permettant d'intégrer davantage de lumière naturelle dans les bâtiments. Son intervention se concentrera sur les solutions innovantes et les technologies de pointe utilisées pour optimiser l'éclairage naturel dans les espaces construits. John Mardaljevic, professeur émérite à l'école d'architecture de Loughborough. Il présentera ses études révolutionnaires et ses dernières recherches sur la modélisation de la lumière naturelle. en mettant en évidence l'importance de la lumière naturelle pour la planification architecturale et urbaine.

Cet événement promet d'offrir une vue d'ensemble complète et diversifiée sur le rôle crucial de la lumière naturelle dans l'architecture contemporaine, mêlant perspectives techniques et artistiques pour enrichir notre compréhension et notre appréciation de l'espace construit.

La conférence « Daylight in the service of Sustainable Development Goals : a colourful spectrum of opportunities», en 2024 à la Norvège, inspirée par les objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies, se concentrera sur l'exploration de la manière dont nos connaissances interdisciplinaires de la lumière du jour peuvent être mises à profit pour relever divers défis sociétaux. Ces défis incluent notamment : Ville durable, santé, écologie, énergie propre. Cette approche interdisciplinaire vise à intégrer des perspectives variées et à collaborer à travers différentes disciplines pour apporter des solutions innovantes et durables aux défis mondiaux (daylight.academy, 2024).

La conférence «The Bright environments: Daylight in Sustainable Building Design», en 2023 a Zurich, propose une plateforme multidisciplinaire pour explorer l'importance de l'éclairage naturel dans les bâtiments. Elle mettra l'accent sur les approches centrées sur l'homme, ainsi que sur les impacts de la lumière naturelle sur la santé, le bien-être, la productivité et la satisfaction globale des occupants des bâtiments. (ETH zurich, 2023).

Dans cette dynamique mondiale d'intégration de la lumière naturelle dans la conception architecturale durable, il devient essentiel d'examiner comment ces principes peuvent être appliqués, adaptés ou développés dans des contextes géographiques spécifiques. L'Algérie, grâce à son ensoleillement exceptionnel et à ses conditions climatiques favorables, représente un terrain particulièrement propice à la valorisation de la lumière naturelle dans le bâtiment. Toutefois, cette ressource reste encore largement sous-exploitée dans les projets architecturaux contemporains du pays. Il est donc pertinent de se pencher sur les opportunités qu'offre cette ressource gratuite et abondante, ainsi que sur les défis à relever pour intégrer de manière cohérente les exigences de confort visuel, de performance énergétique et de qualité de vie dans le contexte algérien.

Problématique

Défis de l'éclairage naturel dans les habitations collectives en Algérie.

Le secteur de la construction en Algérie est l'un des principaux consommateurs d'énergie, représentant 40 % de la consommation totale du pays. Cette situation pose des défis considérables, et l'amélioration de l'efficacité énergétique dans ce secteur est devenue une priorité stratégique (Nabil Meftah & Zine Labidine Mahri, 2021). En particulier, le secteur de la construction résidentielle, qui représente 46 % de l'énergie finale et 28 % de l'énergie primaire, est au cœur des préoccupations en matière de consommation énergétique (BENHALILOU, 2008). Il est essentiel d'intervenir sur ce segment, car la majorité des logements en Algérie, qui dépassent aujourd'hui les huit millions d'unités, sont considérés comme « obsolètes » en termes d'efficacité énergétique et de confort (Nabil Meftah & Zine Labidine Mahri, 2021).

La demande d'énergie dans le secteur résidentiel continue de croître, avec une augmentation de 6,2 % entre 2020 et 2021, passant de 22,1 Mtep à 23,4 Mtep. Cette croissance, en grande partie due à la hausse de la demande dans le secteur résidentiel, rend l'optimisation de la consommation énergétique de plus en plus urgente, en particulier en ce

qui concerne l'éclairage, qui représente plus de 32 % de la consommation d'électricité dans une habitation (Sonatrach, 2022), (APRUE, 2021).

Face à cela, l'Algérie a mis en place des agences telles que l'APRUE, le FNME, PNME, le CDER et le CNERIB[5], afin d' améliorer l'efficacité énergétique des habitations tout en assurant un confort optimal (Morsy et al., 2018). Le fondement de la vision du Gouvernement algérien pour l'efficacité énergétique repose sur un plan centré sur le développement et l'utilisation de ressources inépuisables, telles que l'énergie solaire. Ce plan vise à diversifier les sources d'énergie du pays et à préparer l'Algérie pour un avenir plus durable et résilient sur le plan énergétique (Fezzioui et al., 2008). Parmi les mesures mises en avant, la maximisation de l'éclairage naturel joue un rôle central, car elle est considérée comme l'une des caractéristiques environnementales essentielles d'un espace habité (Veitch, 2001).

Cependant, malgré l'existence d'initiatives écologiques et d'efficacité énergétique, la mise en œuvre de ces mesures reste souvent freinée par des contraintes économiques, techniques et institutionnelles (Karim Tedjani , 2021). Dans le secteur de l'habitat, les grands programmes lancés pour répondre à la croissance démographique et à la demande croissante de logements n'ont pas toujours intégré les considérations écologiques au cœur de leur conception (Le sommet des villes, 1996). En particulier, le logement collectif social, souvent conçu dans une logique de confort minimal, est régi par des cahiers des charges et des lois peu actualisés. Cela implique que des éléments cruciaux tels que l'éclairage naturel ou le bien-être à long terme des habitants ne sont pas systématiquement prioritaires, au profit de la réduction des coûts de construction, limitant ainsi les innovations dans ce domaine.

Le cas de l'habitat collectif social à Annaba illustre bien cette problématique. Les occupants se reposent largement sur l'éclairage électrique pendant la journée, en dépit de la présence de fenêtres. Celles-ci, bien qu'étant les principales sources de lumière naturelle, sont de taille, de forme et d'orientation standard. L'introduction de grandes baies vitrées, souvent vue comme une innovation, semble davantage motivée par des considérations esthétiques et d'aération plutôt que par des critères d'éclairage naturel optimaux. Ce modèle

[5] APRUE: Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
FNME: La Fédération Nationale des Mines et de l'Energie.
PNME: Programme National pluriannuel de Maîtrise d'Energie
CDER : Centre de Développement des Energies Renouvelables
CNERIB: Le Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiment

homogène d'éclairage, qui ne prend pas en compte les besoins réels des occupants , crée un décalage entre la performance attendue et la performance réelle (Hiroshi Yoshino et al., 2017). Il en résulte des espaces sombres et peu accueillants, avec une dépendance excessive à l'éclairage artificiel, augmentant ainsi les coûts énergétiques et l'impact environnemental.

En matière de confort visuel, la lumière naturelle joue un rôle primordial dans la perception de l'espace par les occupants , la constance et la stabilité de l'éclairage influençant directement leur confort (Suk, 2019). Dans un environnement mal éclairé, cette perception est altérée, ce qui affecte à la fois le bien-être et les préférences des habitants (Xuanning Qi et al., 2024).

Ainsi, la problématique de cette recherche porte sur l'étude du comportement des occupants vis-à-vis de l'éclairage naturel dans les espaces habités, en particulier à la cité d'habitat collectif social à Annaba, afin d'améliorer les ambiances lumineuses intérieures et l'efficacité énergétique, tout en garantissant un confort visuel et psychologique optimal pour les habitants.

Questionnement

Afin d'explorer les multiples dimensions de l'éclairage naturel dans le cadre de l'habitat collectif social en Algérie et d'identifier les leviers pour améliorer à la fois le confort des occupants et l'efficacité énergétique de leurs espaces habités, les questions de recherche suivantes émergent :

1- Comment pourrait-on promouvoir l'apport de l'éclairage naturel pour garantir une ambiance lumineuse intérieure optimale, tout en réduisant la dépendance à l'éclairage artificiel de l'espace habité à Annaba ?

2- **Quels sont les facteurs qui déterminent la qualité de l'éclairage intérieur dans l'espace habité à Annaba ?**

1. Hypothèse

Afin de répondre aux questions soulevées, Les hypothèses suivantes ont été proposées afin de répondre à la problématique mise en perspective:

1- L'optimisation de l’apport de l’éclairage naturel peut être réalisée par l' exploration des différents aspects du comportement des occupants et les facteurs affectant la qualité des ambiances lumineuses et l'utilisation de l'éclairage naturel.

2- Le comportement adaptatif des occupants et leurs interactions avec les systèmes d'éclairage «les fenêtres» influencent de manière significative la qualité des ambiances lumineuses, en réduisant potentiellement l'utilisation de l'éclairage artificiel.

Objectifs principaux

Cette recherche porte sur l’amélioration de l’apport de l’éclairage naturel pour optimiser les ambiances lumineuses intérieures, la réduction de la dépendance à l'éclairage artificiel de l'espace habité à Annaba et l’identification des facteurs qui déterminent la qualité d'éclairage intérieur dans l'espace habité. Dans cette optique, les objectifs de cette recherche sont les suivants :

1-Explorer les différents aspects du comportement des occupants en matière d'éclairage naturel.

2-Identifier les principaux facteurs influençant la qualité des ambiances lumineuses dans l'espace habité.

3-Etudier le taux d'ajustement du système d'éclairage par l'occupant.

4-Proposer un Protocole d'évaluation d'un système d'éclairement naturel du bâtiment.

-Spécifier des directives de construction pour les nouvelles habitations qui favorisent l'éclairage naturel en tant que mesure d'économie d'énergie.

2. Contexte d'étude

Cette recherche est menée dans la cité d'habitat collectif Oued El Fourcha, située à Annaba, au nord-est de l'Algérie. Ce choix de cas d'étude est motivé par sa représentativité, sa complexité, sa pertinence sociale et son potentiel à fournir des insights précieux pour relever les défis urbains contemporains.

a. **Choix de la ville d'Annaba:**

Cette ville est sélectionnée en raison de son importance en tant que l'une des plus grandes agglomérations algériennes, confrontée à un exode rural massif et à une crise du

logement, des problèmes illustratifs des défis rencontrés dans de nombreuses villes du pays.

De plus, il est intéressant de noter que la recherche dans le domaine de l'économie d'énergie et de l'écologie, spécifiquement dans le secteur de l'habitat à Annaba, est relativement limitée. Cependant, certaines pistes peuvent être explorées pour mieux comprendre le contexte et les possibilités de développement dans ce secteur.

b. **Choix de type d'habitat collectif :**

Nous avons choisi d'étudier le type d'habitat collectif pour notre recherche, en raison de la croissance continue du parc immobilier en Algérie, stimulée par les besoins croissants de logements, en parallèle avec l'augmentation démographique. Ce mode d'habitat offre la possibilité d'accueillir de multiples familles dans des unités résidentielles, permettant une densification optimale, qui offrent souvent moins d'espace habitable. Une étude préliminaire menée par un maître d'œuvre a souligné une certaine uniformité dans la conception des maisons, malgré une apparente variété architecturale. Il est important de noter que ce type d'habitat requiert une consommation d'énergie significative pour maintenir un niveau de confort minimal, et c'est précisément cet aspect que nous explorons dans notre recherche.

Les bâtiments sociaux sont souvent conçus selon des critères de coût minimaux, ce qui peut entraîner des compromis sur la qualité des ambiances intérieures. Étudier ces caractéristiques permet de mettre en lumière les lacunes en matière de confort et d'efficacité énergétique, et de proposer des solutions adaptées en veillant à ce que toutes les populations aient accès à des logements confortables et durables, indépendamment de leur statut économique.

c. **Choix de la cité Oued El-Fourcha**

Loin de la formule politique de ces immeubles résidentiels (ZHUN), le choix de cette localité pour l'étude est motivé par les points suivants:

- Localité représentative : La cité Oued El-Fourcha est sélectionnée pour sa représentativité des habitats collectifs en Algérie, offrant un échantillon significatif pour comprendre les tendances et les défis spécifiques rencontrés dans ce type d'habitat dans la ville.

• Exploration urbaine: Cette cité a été retenue comme cas d'investigation, compte tenu de sa taille et de son importance en tant que secteur urbain suffisamment indépendant par son infrastructure sociale et technique.

• Observation des comportements des occupants : Les changements perceptibles des façades et les adaptations effectuées par les occupants fournissent des indications sur les besoins réels et les préférences des occupants , ainsi que sur les éventuels problèmes de conception ou de performance énergétique.

• Variété des orientations des bâtiments: La variété des orientations des bâtiments avec un plan standard permet d'examiner comment la disposition spatiale influe sur l'apport en lumière naturelle, et les besoins des occupants .

• Résidence à long terme : Le fait que les occupants doivent vivre dans ces bâtiments pendant au moins dix ans par la majorité offre une perspective temporelle significative pour évaluer les changements de comportement, les ajustements et les perceptions du confort au fil du temps.

3. Analyse conceptuelle

L'analyse conceptuelle de la recherche a permis de traduire les concepts des hypothèses en événements quantifiables. En outre, les variables dépendantes et indépendantes ont été déterminées (Figure 1):

1-L'optimisation de l'apport de **l'éclairage naturel** peut être réalisé par l' exploration des différents aspects du **comportement des occupants** et les facteurs affectant la qualité des **ambiances lumineuses** et l'utilisation de l'éclairage naturel .

2-Le **comportement adaptatif des occupants** et leurs interactions avec **les systèmes d'éclairage** peuvent influencer de manière significative la qualité des **ambiances lumineuses** et peuvent amener les occupants à utiliser moins **de lumière artificielle**.

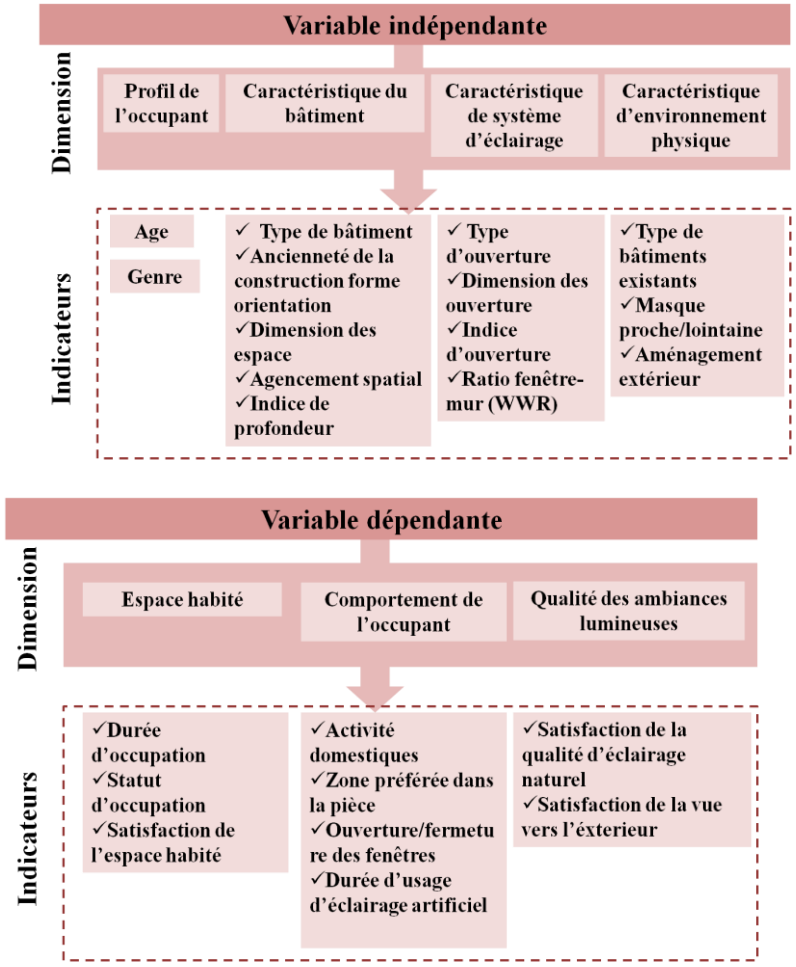


Figure. 1.Schéma de l'analyse conceptuelle de la recherche. Source: Auteure,2024.

4. Méthode

Cette recherche s'appuie sur une combinaison de techniques empruntant à différentes méthodes pour offrir une analyse approfondie et complète de l'ambiance lumineuse.

La partie théorique repose sur une analyse bibliographique exhaustive afin de déterminer l'état de l'art dans le domaine étudié. Plusieurs types de documents ont été examinés, incluant des livres, des thèses, des essais, et d'autres publications pertinentes.

L'analyse de l'ambiance lumineuse requiert la prise en compte de nombreux facteurs complexes. Face à cette complexité, une approche de triangulation méthodologique s'impose, combinant diverses méthodes de recherche afin de garantir des données à la fois complètes et fiables. L'évaluation post-occupationnelle (EPO) s'avère indispensable en tant que mécanisme de retour d'information, car elle permet une analyse approfondie de ces données. Cette approche offre la possibilité de recueillir des

informations précises sur l'utilisation effective des espaces et sur la satisfaction des occupants , constituant ainsi une base solide pour optimiser la conception et la gestion de l'éclairage dans les bâtiments.

Le travail de terrain consacré à l'évaluation post-occupationnelle de l'éclairage naturel dans les bâtiments existants offre un cadre complet pour évaluer et comprendre les différents aspects de l'ambiance lumineuse. Ce cadre comprend :

Une approche explicative (causale) : Cette approche vise à établir des liens entre le comportement des occupants et les caractéristiques de l'espace habité.

Une approche empirique : Celle-ci implique des mesures prises in situ sur des cas réels, permettant une évaluation précise des conditions lumineuses.

En plus de ces évaluations, une étude qualitative a été menée à travers un questionnaire auto-administré. Cette enquête a permis de recueillir les impressions et la satisfaction des utilisateurs concernant l'éclairage de leurs espaces de vie.

L'utilisation de techniques de recoupement et le traitement de multiples paramètres visaient à offrir une compréhension plus approfondie des aspects étudiés. Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients. En combinant les enquêtes avec le travail de terrain et les mesures, il a été possible d'obtenir des données précises tout en capturant les ressentis et la satisfaction des occupants .

Processus de l'évaluation post-occupationnelle:

Figure. 2.Processus de l'évaluation post-occupationnelle de la recherche. Source: Auteure, 2024 inspiré de (Alastair Blyth and Anthony, 2006).

5. Structure de la thèse

Apres avoir abordé l'introduction générale de notre sujet, la présente recherche est composée de deux parties (Figure.3):

A- Une partie théorique: qui inclut trois chapitres

-Le premier chapitre: Présentation des théories et des concepts qui soutiennent la recherche concernant la notion de l'éclairage naturel et les ambiances lumineuses.

-Le deuxième chapitre: nous a permis de couvrir de manière exhaustive le rapport du comportement des occupants et les ambiances lumineuses.

-Troisième chapitre: est consacré à l'état de l'art. Il s'agit d' un travail bibliographique précis et d'une analyse des publications déjà réalisées sur des stratégies d'adaptation de l'éclairage naturel dans un espace habité. À ce stade, il est effectivement crucial de positionner notre recherche en fonction de notre objet d'étude.

-Le quatrième chapitre: Ce chapitre commence par une réflexion sur le terme « habitat ». Comme il s'agit du principal domaine de notre recherche. Une description du contexte topographique et climatique d'Annaba est ensuite fournie, ainsi que les raisons pour lesquelles l'oued el Fourcha a été choisi comme étude de cas.

Le cinquième chapitre: ce chapitre détaille les méthodes et les outils utilisés dans la conduite de l'étude. Dans ce chapitre un Protocol spécifique a notre recherche est construit.

Le sixième chapitre: ce chapitre sera consacré à l'analyse des informations recueillies par l'observation exploratoire et l'approche par la mesure in situ, ce qui permet de comprendre en profondeur les comportements et les interactions dans leur contexte.

Le septième chapitre: Constitue la phase diagnostique des données, il s'agit d'un examen et d'une interprétation des informations recueillies dans chaque étude de cas à l'aide d'un questionnaire. Ce chapitre vise à analyser et interpréter les informations obtenues afin de dégager des tendances, des insights et des conclusions pertinentes pour chaque étude de cas.

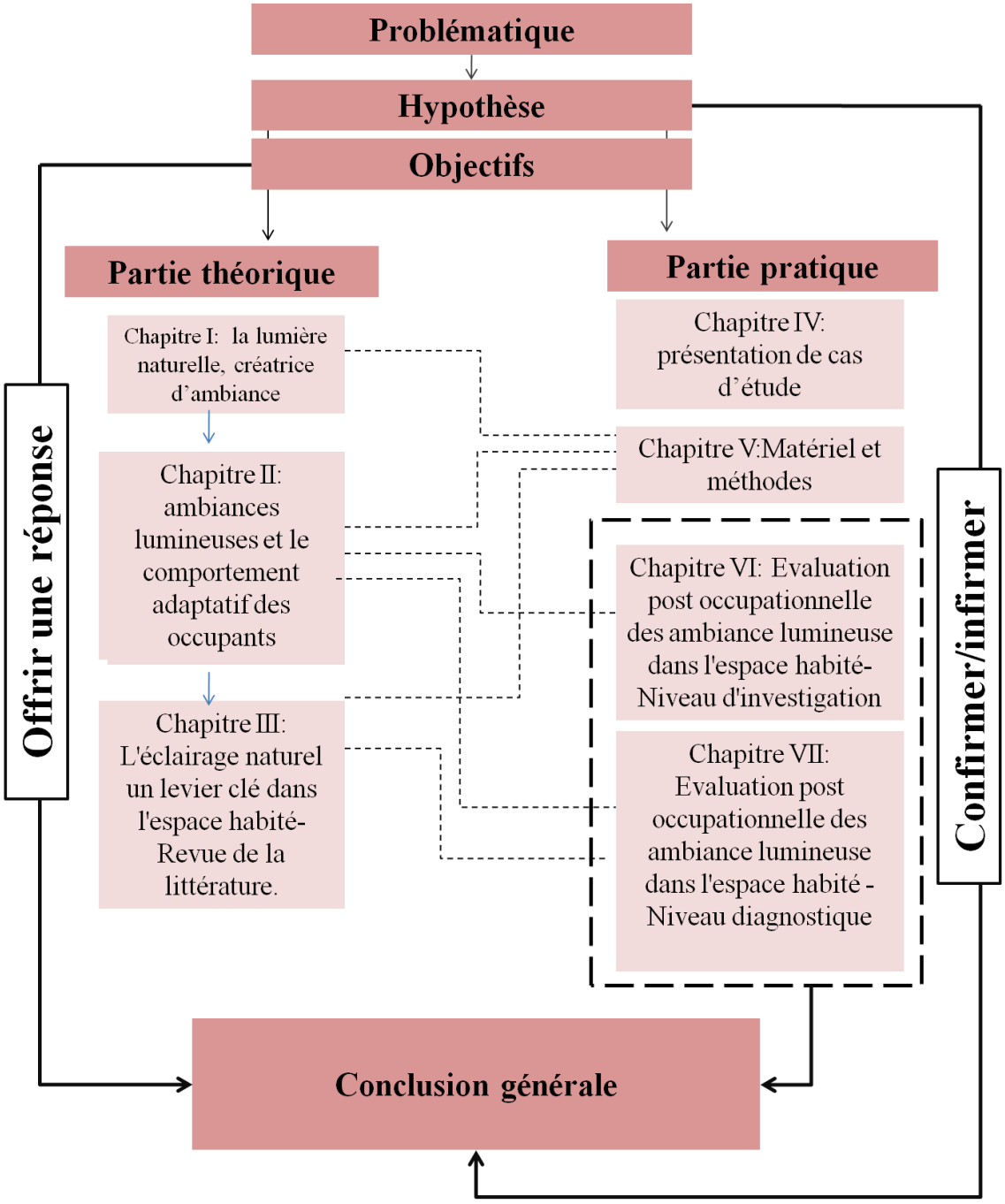


Figure. 3. Structure de la thèse. Source: Auteure, 2024.

Chapitre I:

La lumière naturelle, créatrice d'ambiance lumineuse.

Introduction

Le développement de bâtiments respectueux de l'environnement, efficaces sur le plan énergétique et confortables sur le plan lumineux s'est concentré plus récemment sur les techniques passives dans un effort pour réduire les effets négatifs de l'industrie de la construction sur l'environnement. l'éclairage naturel désigne en effet l'illumination des espaces intérieurs par la lumière du jour qui pénètre à travers les ouvertures de la peau du bâtiment ou d'autres dispositifs intégrés à la conception architecturale du bâtiment. Cette lumière naturelle diffuse peut offrir de nombreux avantages, notamment la réduction de la dépendance à l'éclairage artificiel, des économies d'énergie, une meilleure qualité de lumière pour les usagés , ainsi qu'une connexion visuelle avec l'environnement extérieur. La conception efficace de l'éclairage naturel prend en compte plusieurs des facteurs (M Knoop et al., 2019).

La lumière du jour est l'une des ressources naturelles les plus importantes que les architectes peuvent utiliser pour améliorer les ambiances lumineuses, le confort visuel et la performance du système d'éclairage dans les environnements constituant un élément fondamental des bâtiments et de leur intérieur (Yasmine Mahmoud Saad Abdelhamid et al., 2023). L'ambiance lumineuse est un élément crucial dans la conception des espaces, influençant directement leur usage, la perception des usagers et l'interaction entre eux et l'environnement (Chaabouni, 2011).

Dans cette optique, ce chapitre permet, en premier lieu, de mettre en avant les principes fondamentaux de la lumière naturelle, ses composantes, ses caractéristiques et les avantages de l'éclairage naturel. Il présente des stratégies d'éclairement naturel et leur planification, ainsi que les paramètres de performance d'un système d'éclairage naturel. En second lieu ce chapitre met en lumière le concept d'ambiance lumineuse, les types d'ambiance lumineuse et ses paramètres.

I.1 L'Éclairage naturel dans l'architecture : De la théorie à la pratique

L'éclairage naturel, tel que définie dans la dixième édition de l'Illuminating Engineering Society (IES), est un processus crucial qui consiste à distribuer et acheminer la lumière du ciel et du soleil à l'intérieur des bâtiments. Ce type d'éclairage vise à répondre à deux objectifs principaux : satisfaire les besoins biologiques et visuels des usagés (Sarith, 2018).

La lumière naturelle est défini par Jacquot, Muriel, Fagot, Philippe, & Voilley, 2011 comme: « *La lumière est* un *phénomène physique, un transport d'énergie sans transport de*

matière. Dans son acception générale de lumière visible, elle est constituée de l'ensemble des ondes électromagnétiques perçues par la vision humaine, c'est-à-dire dont les longueurs de lumière et performances visuelles 10 d'onde, dans le vide, sont comprises entre 380 nm (violet) et 780 nm (rouge). Par un effet d'adaptation des espèces vivantes à leur environnement, cette région du spectre électromagnétique recoupe celle où l'éclairement énergétique solaire est maximal à la surface de la Terre » (Saadi, 2019).

La lumière du jour est la totalité de la lumière directe et indirecte du soleil reçue au cours de la journée. Comme illustré dans la figure.I.1, le rayonnement visible représente 40 % de l'énergie solaire totale atteignant la surface de la Terre, les longueurs d'onde restantes étant constituées de rayonnements infrarouge (IR) et ultraviolet (UV). En raison des variations dans le parcours du soleil et des conditions atmosphériques au cours de la journée, de la saison et de l'année, la quantité de lumière du jour disponible à l'extérieur varie selon la localisation géographique (Boyce et al., 2003).

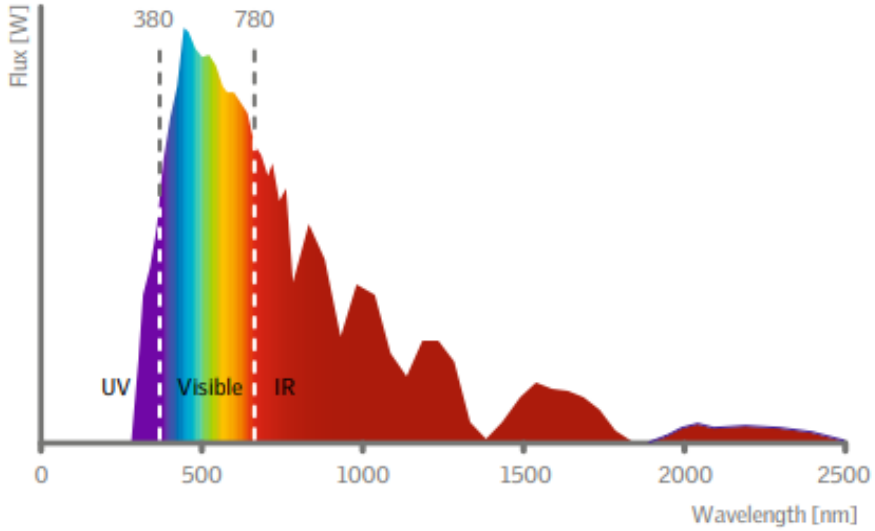


Figure I. ***1.Diagramme du spectre électromagnétique montrant l'emplacement du spectre visible. Source: (Per Arnold Andersen, & al., 2014).***

D'un point de vue architectural, Le Corbusier a décrit l'importance de la lumière naturelle dans la conception des espaces en affirmant : « *L'architecture est le jeu savant, correct et magnifique des volumes assemblés sous la lumière* ». Cette citation met en avant la relation intrinsèque entre la lumière et la forme architecturale, soulignant que la lumière naturelle joue un rôle crucial dans la révélation et l'interprétation des volumes et des espaces.

L'éclairage naturel est défini par la Commission internationale de l'éclairage (CIE Commission internationale de l'éclairage) comme une mise en place de lumières pour assurer une bonne visibilité des objets et de la zone environnante. Il s'agit d'une pratique de

disposer des fenêtres et d'autres matériaux translucides et des surfaces réfléchissantes pour permettre à la lumière naturelle d'éclairer efficacement les espaces intérieurs pendant la journée. La lumière du jour est un terme si vaste. La capacité de voir notre cosmos est attribuée à l'ensemble du spectre lumineux du soleil. La terre tourne autour du soleil, qui est la principale source de lumière, nous donnant une quantité substantielle de lumière pendant la journée. L'éclairage naturel est le résultat d'une utilisation habile de cette lumière.

Une lumière suffisante pendant la journée est garantie grâce à une bonne conception de l'éclairage naturel. Pour une mise en œuvre réussie, toutes les phases du processus de conception d'un bâtiment doivent prendre en compte l'éclairage naturel, de la planification du site à la conception architecturale, intérieure et de l'éclairage (Per Arnold Andersen, & al., 2014)

I.1.1 Les considérations de la variation de la lumière de jour pour une illumination optimum

En raison des variations de la course du soleil et de l'état du ciel au cours de la journée, de la saison et de l'année, les quantités de lumière du jour disponibles à l'extérieur varient d'un endroit à l'autre. Cette variabilité doit être prise en compte dans la conception de l'éclairage naturel pour garantir une lumière suffisante et de qualité tout au long de l'année (BENDEKKICHE, 2017).

En d'autres termes, l'élévation du soleil détermine la quantité de lumière sur la terre : plus le soleil est haut, plus il y a de lumière. Les niveaux de lumière du jour sur les surfaces horizontales et verticales diffèrent considérablement selon la saison et l'heure de la journée. Ces variations sont étroitement liées à la course du soleil et à l'état du ciel. Bien que certaines sources de lumière électrique puissent être conçues pour ressembler étroitement à un spectre particulier de lumière du jour, aucune n'a été créée pour reproduire la diversité du spectre de lumière qui se produit naturellement à différentes heures de la journée, à différentes saisons et dans différentes situations météorologiques. L'éclairage naturel présente une richesse et une variabilité spectrale qui influencent positivement la perception des couleurs, l'humeur et le bien-être des usagés (Energie +, 2007).

Lorsque l'éclairage est suffisant, les usagés peuvent travailler et voir leur environnement sans difficulté. Les objets exposés, les activités réalisées dans un lieu, les personnes qui utilisent l'espace et la durée du temps passé dans ce lieu peuvent tous changer. Cependant, afin de remplir tous les critères relatifs à l'objectif de l'action

d'éclairage et à la fonction de l'environnement, l'éclairage doit être correctement planifié en tenant compte de toutes ces variables. L'éclairage a une relation à la fois quantitative et qualitative (DURGUT, 2021).

Toutefois, un faible éclairage peut entraîner un certain nombre de problèmes physiologiques et psychologiques chez les usagés . Ces problèmes peuvent inclure la fatigue oculaire, la tension, les maux de tête, la somnolence, la fatigue, le manque de concentration, la mauvaise performance dans les tâches et activités quotidiennes, la mauvaise humeur, l'inconfort visuel et le mécontentement, entre autres choses (DURGUT, 2021).

I.1.1.1 ***Exploration des caractéristiques changeantes de la lumière du jour***

La principale caractéristique de la lumière du jour est sa capacité à changer avec les saisons en termes d'intensité, de composition spectrale et de distribution géographique en réponse aux changements dans le ciel et la position du soleil. On peut prévoir les différents éclairages de la lumière du jour en fonction de l'état du ciel et du soleil, ainsi que la manière d'utiliser les mesures de performance de la lumière du jour pour quantifier les effets de ces différences. Voici quelques caractéristiques fondamentales de la lumière du jour à l'extérieur :

- La lumière directe du soleil a une forte intensité et est toujours en mouvement. Il est possible que la surface de la terre produise plus de 100 000 lux de lumière.
- Dans les régions où l'ensoleillement est abondant, une conception architecturale délibérée est nécessaire, impliquant un contrôle minutieux de l'allocation, de la diffusion, de l'ombrage et de la réflexion.
- Une lumière douce et diffuse est produite par les fenêtres, qui sont créées lorsque la lumière du soleil est dispersée par les nuages et l'atmosphère.
- Un ciel clair et nuageux peut compter jusqu'à 10 000 lumières en hiver et jusqu'à 30 000 lumières par une journée claire et nuageuse en été. Le ciel diffus est souvent la principale source de lumière du jour utilisable dans une région brumeuse.
- La lumière (lumière du soleil et lumière du ciel) est ce qui définit la lumière réfléchie.

I.1.1.2 ***Sources de lumière du jour***

Durant la journée, le soleil émet de la lumière visible, mais les rayons infrarouges et ultraviolets demeurent invisibles à l'œil humain. Selon l'hypothèse de l'évolution de l'œil, c'est la détection de cette lumière visible qui a conduit à l'évolution de l'œil humain. La

lumière du jour est composée à la fois de la lumière directe du soleil et de la lumière diffuse provenant du ciel. La couleur du ciel est influencée par la diffusion de la lumière, résultant en une variation de longueurs d'onde qui donne aux levers et couchers de soleil une teinte orangée. Les caractéristiques atmosphériques déterminent la disponibilité de l'ensoleillement et des puits de lumière, pouvant être modélisées mathématiquement. Toutefois, étant donné l'impossibilité de prévoir précisément ces conditions, la quantité de lumière du jour qui pénètre dans un espace dépend des variations dynamiques du ciel. Ainsi, les solutions de conception pour l'éclairage naturel doivent être adaptées aux besoins spécifiques de chaque structure et à son emplacement géographique (KESKIN, 2019).

I.1.1.3 *Les composantes de l'éclairement naturel*

Trois facteurs se combinent pour créer la perception de la lumière naturelle à l'intérieur d'un bâtiment : la lumière directe du soleil et du ciel, la lumière réfléchie par les surfaces extérieures et la lumière provenant des réflexions internes (Figure. I.2).

En intégrant ces trois composantes dans la stratégie d'éclairage naturel, les concepteurs peuvent maximiser les avantages de la lumière du jour tout en minimisant les inconvénients tels que l'éblouissement et les zones sombres (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

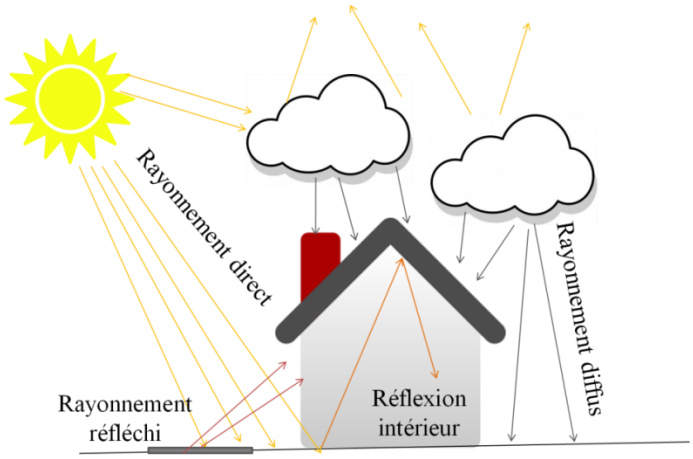


Figure I. 2.Schéma des composantes de la lumière naturelle. Source: Auteure, 2024.

1- La composante directe : Le flux solaire qui frappe directement une surface exposée au soleil est appelé "composante directe". Cette composante varie en fonction de l'heure de la journée, de la hauteur du soleil et de l'angle d'incidence.

2- La composante diffuse : Le flux provenant du ciel est représenté par la composante diffuse. Il existe quatre types de ciel normalisés en raison de la diversité des conditions météorologiques, chacun présentant une distribution unique de luminance ou d'énergie solaire :

- Un ciel uniforme : où la luminosité reste constante quel que soit l'endroit dans le ciel.
- Un ciel standardisé : région du ciel dont la luminosité varie à un endroit donné en fonction de sa position dans la voûte céleste.
- Un ciel clair : où la position et les caractéristiques géométriques du soleil déterminent les niveaux de luminosité.
- La lumière solaire avec ciel clair : qui prend en compte le rayonnement total du soleil, composé à la fois de son rayonnement direct et de son rayonnement diffus, contrairement aux trois modèles précédents qui ne considéraient que la composante diffuse du rayonnement solaire.

3- La composante réfléchie : Il s'agit de la partie du flux interceptée par une paroi en raison des réflexions solaires causées par l'environnement. Cette composante réfléchie est captée par une première approximation d'un plan horizontal reflétant une partie du flux incident global (direct et diffus). La quantité réfléchie dépend de l'albédo du plan récepteur, également connu sous le nom de coefficient de réflexion solaire, tandis que l'inclinaison du mur détermine la proportion de flux qu'il intercepte.

I.1.2 La lumière solaire : Du spectre électromagnétique à son impact sur la surface terrestre

Le spectre électromagnétique émis par le soleil couvre une large gamme de longueurs d'onde, mais seule une petite partie de ce spectre parvient à traverser l'atmosphère et atteindre la surface de la Terre. Cette énergie solaire est générée par des processus nucléaires au cœur du soleil et se propage dans l'espace sous forme de rayonnement électromagnétique (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

La quantité totale d'énergie solaire qui atteint la surface de la Terre est généralement mesurée en watts par mètre carré (W/m^2). La valeur standard de cette énergie solaire, connue sous le nom de "constante solaire", est d'environ 1353 W/m^2. Cependant, en raison de divers processus d'absorption et de diffusion dans l'atmosphère terrestre, la quantité d'énergie solaire réellement absorbée au niveau du sol est inférieure à cette valeur (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

Environ 15 % de l'énergie solaire est absorbée par l'atmosphère terrestre avant d'atteindre la surface, tandis que 6 % est renvoyée dans l'espace par l'atmosphère elle-même. Le rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre se compose à la fois de rayonnement direct, qui provient directement du soleil, et de rayonnement diffus, qui est le

résultat de la diffusion du rayonnement solaire par les molécules et les particules dans l'atmosphère (Figure. I.3) (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

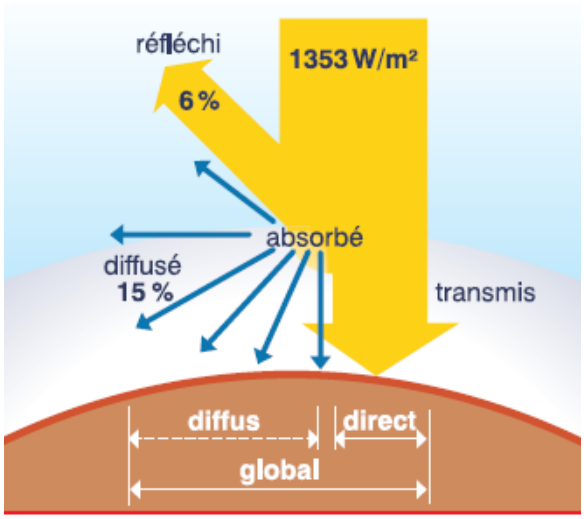


Figure I. 3:Rayonnement solaire global, direct et diffus. Source : (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005)

La combinaison du rayonnement direct et diffus au niveau du sol est ce qu'on appelle le rayonnement global. Différentes courbes peuvent être utilisées pour représenter l'irradiation disponible à différents niveaux de rayonnement, fournissant ainsi des détails sur la répartition spatiale et temporelle de l'énergie solaire sur la surface de la Terre.

I.1.2.1 *Scénarios de ciel standard : Comprendre les conditions atmosphériques et leur impact sur l'éclairement*

Ces quatre scénarios de ciel standard sont généralement utilisés dans les études d'éclairement pour représenter différentes conditions météorologiques et leurs effets sur la distribution de la luminosité dans le ciel. Chaque scénario est caractérisé par une distribution spécifique de la luminosité sur la voûte céleste, ce qui permet de simuler diverses situations atmosphériques et d'évaluer leur impact sur l'éclairement (Energie +, 2007).

I.1.2.2 *Un ciel uniforme*

Dans ce scénario :

- Le ciel est obscurci par une épaisse couche de nuages ou par une forte concentration de particules.
- La luminosité reste relativement constante sur l'ensemble du ciel, car le soleil n'est pas visible et ne contribue donc pas à l'éclairement.

- La répartition de la luminosité n'est pas affectée par des facteurs géométriques tels que l'angle d'incidence du soleil ou la position du ciel par rapport à l'observateur (Figure I.4).

I.1.2.3 *Un ciel nuageux*

Dans ce scénario :

- La Commission internationale de l'éclairage (CIE) est effectivement responsable de définir diverses conditions d'éclairage, y compris le ciel couvert. Dans ce contexte, un ciel est considéré comme couvert lorsque le soleil est complètement obscurci, généralement par des nuages denses, de la brume ou d'autres phénomènes météorologiques.
- En cas de ciel couvert, la lumière qui atteint la surface terrestre est principalement composée de lumière diffuse, c'est-à-dire de lumière qui est dispersée dans toutes les directions par les nuages ou d'autres obstacles atmosphériques. Cette lumière est généralement moins intense que celle du soleil direct et est mesurée en lux. Pour un ciel couvert, la luminosité peut varier en fonction de divers facteurs, tels que l'épaisseur et la densité des nuages, ainsi que la position du soleil derrière les nuages dans la voûte céleste (Figure I.4).

I.1.2.4 *Un ciel tranquille et clair*

Dans des conditions où il n'y a pas de nuages et aucun obstacle obstruant la vue, le ciel émet un rayonnement diffus qui varie en fonction des fluctuations de la position du soleil. Ce rayonnement diffus constitue la composante principale dans un ciel totalement dégagé, et il est reproduit par le modèle présenté dans la Figure I.4. Dans ce type de ciel, la région entourant directement le soleil est la plus lumineuse. Les variations de luminance sont déterminées par les facteurs géométriques de la position du soleil. Dans la deuxième catégorie, il n'existe qu'un seul type de ciel qui englobe le rayonnement émis par l'ensemble de la planète.

I.1.2.5 *Un ciel clair et ensoleillé*

Comme le soleil brille dans un ciel serein, on prend en compte à la fois les rayons diffus et les rayons directs (Figure I.4). L'étude de l'interaction de l'ombre et de la lumière ainsi que la possibilité d'éblouissement par le soleil pénétrant dans un bâtiment sont rendues possibles par ce ciel.

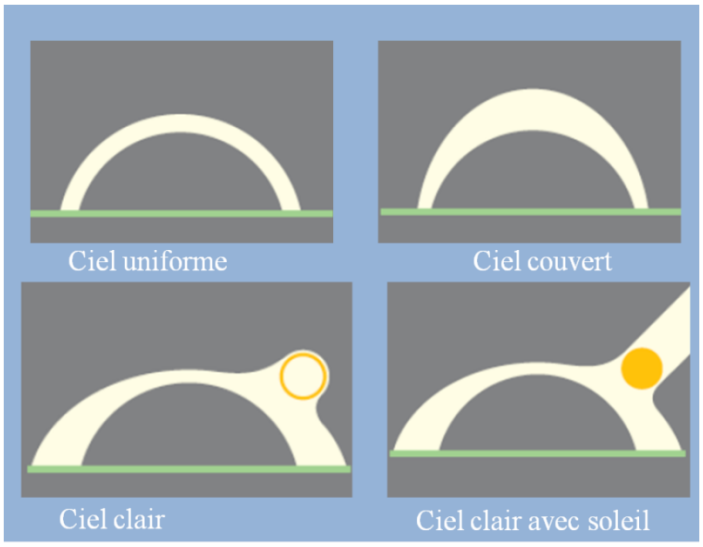


Figure I. 4 Scenario des types de ciel. Source: (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005)

I.1.3 Qualité de la lumière naturelle :Définition, paramètres, objectifs

La prévention de l'inconfort visuel est un élément crucial de la qualité de l'éclairage. Les concepteurs d'éclairage s'efforcent généralement de fournir non seulement une luminosité adéquate, mais aussi une qualité d'éclairage qui favorise le confort visuel et la productivité.

Il existe différentes méthodes pour définir et évaluer la qualité de l'éclairage. Certaines de ces méthodes sont basées sur des mesures objectives et d'autres approches prennent en compte des facteurs subjectifs (Boyce, 2014). Notamment:

- Les résultats d'un processus de conception intégré basé sur des modèles d'éclairage .
- À partir d'indices photométriques à un seul chiffre calibrés par des réponses subjectives (Bean et Bell, 1992)
- À partir de conditions d'éclairage qui ont des effets positifs sur la performance des tâches, la santé et le comportement .
- À partir d'un éclairage qui améliore la capacité à distinguer les détails, les couleurs, les formes, les textures et les finitions de surface sans causer d'inconfort .

I.1.3.1 *Synergie entre objectifs, contexte et perception dans la définition de la qualité de l'éclairage*

La qualité de l'éclairage est souvent déterminée par la manière dont l'installation répond aux objectifs et aux contraintes établis par le client et le concepteur. Ces objectifs peuvent varier en fonction de la situation et peuvent inclure la garantie du confort visuel tout en favorisant les résultats souhaités, tels que l'amélioration de la performance des

activités pertinentes, la création d'une certaine atmosphère ou impression, ainsi que le développement d'un modèle de comportement désiré. Selon (Boyce, 2014) trois arguments plaident en faveur de la définition de la qualité de l'éclairage basée sur les résultats présentés ci-dessus.

1. **Le but de l'éclairage** : L'éclairage est souvent considéré comme un moyen d'atteindre un objectif spécifique plutôt que comme une fin en soi. Par exemple, dans un contexte commercial, le succès de l'éclairage est souvent mesuré par sa capacité à augmenter les ventes, plutôt que par des critères esthétiques ou techniques. Cela souligne l'importance de définir clairement les objectifs de l'éclairage dès le départ, en tenant compte des besoins spécifiques des utilisateurs et des exigences du contexte.
2. **L'importance du contexte :** Ce qui est considéré comme un bon éclairage dans un environnement peut être perçu différemment dans un autre. Les préférences esthétiques et les besoins d'éclairage varient en fonction du contexte, ce qui souligne l'importance de concevoir des solutions d'éclairage qui s'adaptent à l'environnement dans lequel elles sont utilisées.
3. **Les facteurs physiologiques et psychologiques** : La perception de la qualité de l'éclairage peut être influencée par des processus physiologiques et psychologiques. Des facteurs tels que la luminosité, la couleur et la distribution de la lumière peuvent avoir un impact sur le confort visuel et émotionnel des utilisateurs. Il est donc important de tenir compte de ces aspects lors de la conception des systèmes d'éclairage (Veitch, 2001a,b).

En considérant ces points, il est possible de mieux comprendre comment la qualité de l'éclairage est évaluée et comment elle peut être optimisée pour répondre aux besoins et aux préférences des utilisateurs dans différents contextes. La classification des systèmes d'éclairage en fonction de leur qualité, en tenant compte de l'inconfort visuel potentiel, est une approche utile pour évaluer et améliorer les solutions d'éclairage existantes.

I.1.3.2 *Interprétation de l'échelle de qualité en fonction du confort visuel et de l'impact émotionnel*

Cette échelle de qualité de l'éclairage que vous décrivez est intéressante, car elle prend en compte à la fois le confort visuel et l'impact émotionnel de la lumière sur les individus. Voici comment elle pourrait être interprétée :

Mauvais éclairage : Il s'agit de l'éclairage qui crée une gêne pour les yeux, peut-être en raison d'une luminosité excessive, de reflets gênants ou de variations de luminosité excessives. Ce type d'éclairage peut également rendre difficile la visualisation des objets,

entraînant une fatigue oculaire accrue. Même s'il n'est pas nécessairement agréable, il permet tout de même une fonction visuelle de base.

Éclairage de qualité médiocre : Ce type d'éclairage ne crée pas nécessairement de douleur visuelle, mais il ne contribue pas non plus à améliorer l'humeur ou à créer une ambiance positive. Il permet une fonction visuelle adéquate, mais sans offrir de bénéfices supplémentaires en termes de confort ou de bien-être.

Éclairage de haute qualité : Ce type d'éclairage va au-delà de la simple fonction visuelle en contribuant à améliorer l'humeur et le bien-être des individus. Il crée une ambiance agréable et confortable tout en offrant une fonction visuelle efficace. Il peut être bien équilibré en termes de luminosité, de couleur et de distribution de la lumière, ce qui permet une perception claire et précise des objets.

Éclairage indifférent : Cette catégorie englobe de nombreuses pratiques d'éclairage modernes qui ne se distinguent pas particulièrement par leur qualité. Ils peuvent être fonctionnels, mais sans offrir de réels avantages en termes de confort visuel ou d'impact émotionnel.

I.1.4 **L'éclairage et le bien-être**

L'adéquation de l'éclairage peut grandement influencer la perception visuelle, le confort et même la productivité dans différents environnements. L'optimisation de l'éclairage implique non seulement de fournir une luminosité adéquate, mais aussi de minimiser les distractions telles que le scintillement, les ombres et l'éblouissement.

En tenant compte des normes et des règlements en matière d'éclairage, ainsi que des caractéristiques spécifiques de l'environnement et de la tâche à accomplir, on peut parvenir à un éclairage optimal. Par exemple, un éclairage neutre qui élimine les distractions visuelles peut être plus bénéfique dans de nombreux contextes. Cependant, il est important de reconnaître que ce qui fonctionne dans un environnement peut ne pas être approprié dans un autre. Les différences de contexte, de style et d'objectifs peuvent nécessiter des approches d'éclairage différentes, même si l'objectif est de garantir un confort visuel optimal.

Dans un bureau, par exemple, un éclairage uniforme et neutre peut favoriser la concentration et le bien-être des employés. En revanche, dans un restaurant, un éclairage plus tamisé et atmosphérique peut créer une ambiance accueillante pour les clients. En fin de compte, l'éclairage efficace dépend de la capacité à comprendre les besoins spécifiques de chaque environnement et à adapter l'éclairage en conséquence (Boyce, 2014).

I.1.5 Facteurs influençant les performances à la lumière du jour

Les évaluations systématiques des systèmes d'éclairage naturel impliquent des évaluations des performances de plusieurs variables: le climat, la position du soleil, l'orientation du bâtiment, la géométrie de l'espace, les caractéristiques de la fenêtre, le comportement des usagés , l'obstructions, les dispositifs d'ombrages (Figure.I.5) (Aman, 2017) (Doyle, 2022).

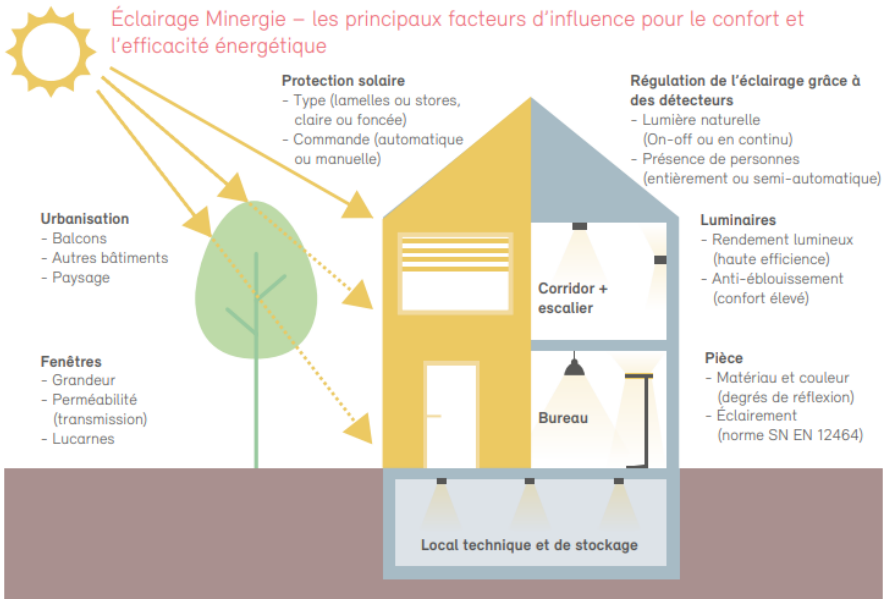


Figure I. 5. Facteurs influençant les performances à la lumière du jour. Source: (Aman, 2017)

I.1.5.1 *Le climat :*

Le climat d'une région, défini par son régime météorologique à long terme, est le fruit de divers facteurs tels que sa latitude, sa longitude, sa topographie, son altitude, sa proximité avec des étendues d'eau et les courants océaniques. Ce modèle climatique est généralement établi en moyenne sur une période de trente ans. Il joue un rôle crucial dans la détermination des conditions pour concevoir un éclairage naturel efficace. Des paramètres tels que la disponibilité de l'ensoleillement, le confort visuel, le confort thermique et l'efficacité énergétique sont utilisés pour évaluer et quantifier l'éclairage naturel. En outre, la distribution et l'intensité de la lumière dans le ciel sont fortement influencées par le climat de la région (Velux, 2014 cité par (Basnet, 2022) .

Un résumé des conditions météorologiques mensuelles pour Rome, Paris et Oslo est présenté comme exemple dans les graphiques ci-dessous. Les données cumulées sur la disponibilité de la lumière du jour de 8h a 17h indiquent que 60-85% des heures peuvent avoir un éclairement horizontal de 10 klx, et environ 30% des heures de travail peuvent

avoir un éclairement de 20 klx. En revanche, l'éclairement global (la somme de la lumière du jour et de la lumière du soleil) varie fortement en fonction de la latitude. À Rome, l'éclairement horizontal global est de 65 % du temps, alors qu'à Oslo, il est dépassé pendant 35 % des heures de travail (8h-17h), (Figure I.6) (Per Arnold Andersen, & al., 2014).

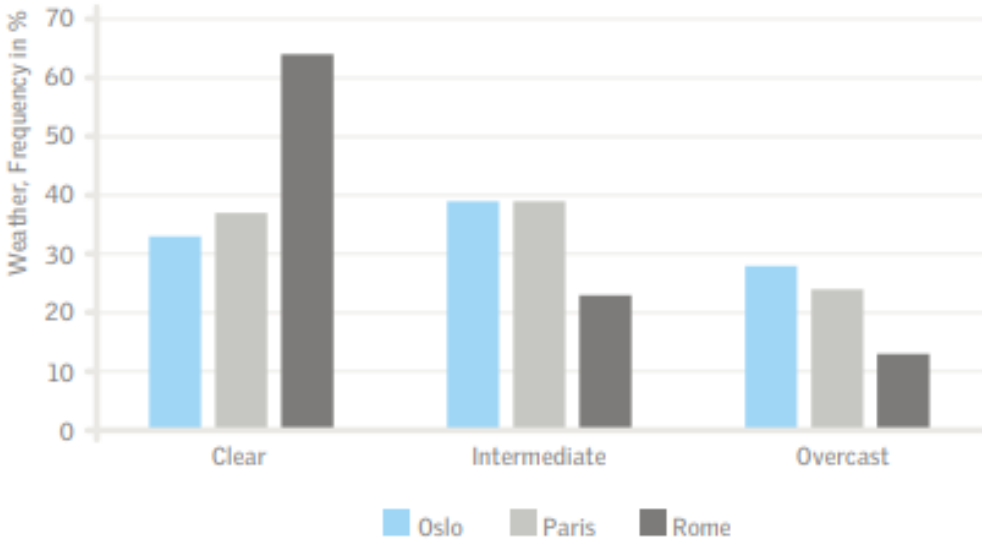


Figure I. 6:Fréquence du temps en % pour trois villes européennes différentes. Source: (Per Arnold Andersen, & al., 2014)

I.1.5.2 ***Position solaire:***

La hauteur du soleil dans le ciel varie en fonction de la latitude, de la saison et de l'heure du jour. À une latitude donnée, la hauteur du soleil atteint son maximum à midi solaire lors du solstice d'été et son minimum à midi solaire lors du solstice d'hiver. Cela signifie que la position du soleil dans le ciel influence la quantité de rayonnement solaire direct atteignant un site à différents moments de l'année. C'est crucial pour la conception architecturale et urbaine, notamment pour maximiser l'efficacité énergétique des bâtiments et l'utilisation des énergies renouvelables comme le solaire. En comprenant ces variations, les concepteurs peuvent optimiser l'orientation des bâtiments, la disposition des fenêtres et l'utilisation de dispositifs de protection solaire pour répondre aux besoins spécifiques de chaque site et saison (Per Arnold Andersen, & al., 2014). La position du soleil est prévisible et peut être représentée de manière précise sur un diagramme de la course du soleil, contrairement à la couverture nuageuse, qui est plus imprévisible. La trajectoire du soleil dans le ciel peut être visualisée sur un tel diagramme en fonction de l'heure et de la saison. Par exemple, dans un diagramme pour Sheffield, en juillet, on observe que le soleil se lève au Nord-Est peu avant 4 heures du matin et se couche au Nord-

Ouest après 8 heures du soir. Le lien géométrique entre l'observateur, l'hémisphère céleste et la position du soleil est illustré dans une figure correspondante. Comprendre ces différentes situations est essentiel lors de la planification d'une structure. Il convient de noter que les lignes temporelles indiquent uniquement l'heure solaire, sans tenir compte de l'heure d'été (Figure I.7) (KESKIN, 2019).

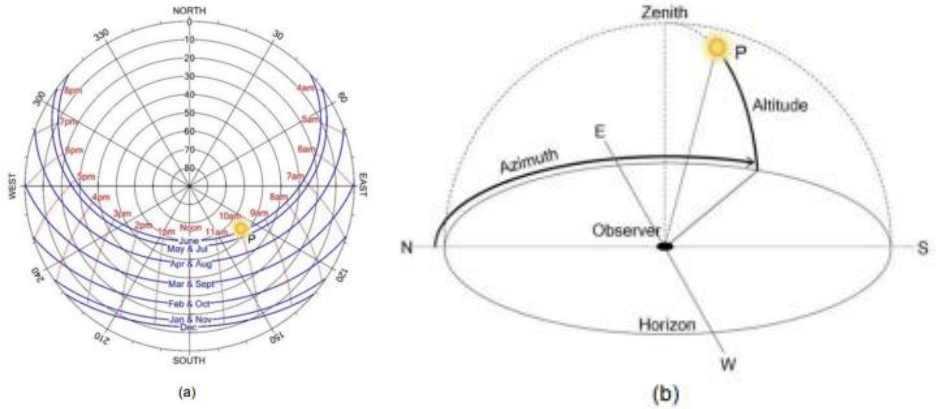


Figure I. 7:Variation annuelle de la course du soleil pour (a) Diagramme stéréographique du trajet solaire, (b) angles Solaires de position pour la localisation précise du soleil .Source: (KESKIN, 2019)

Exemple: La différence d'éclairement extérieur entre le nord et le sud de l'Europe est illustrée à la figure I.8. Lorsque le soleil est au plus haut en été, généralement dans l'hémisphère Nord, l'éclairement est également au plus haut. En revanche, lorsque le soleil est au plus bas en hiver, ce maximum est environ 2,5 fois plus élevé que le minimum. Cette variation saisonnière de l'éclairement extérieur est une caractéristique importante à considérer dans la conception de bâtiments et dans d'autres domaines liés à l'aménagement du territoire (Aman, 2017).

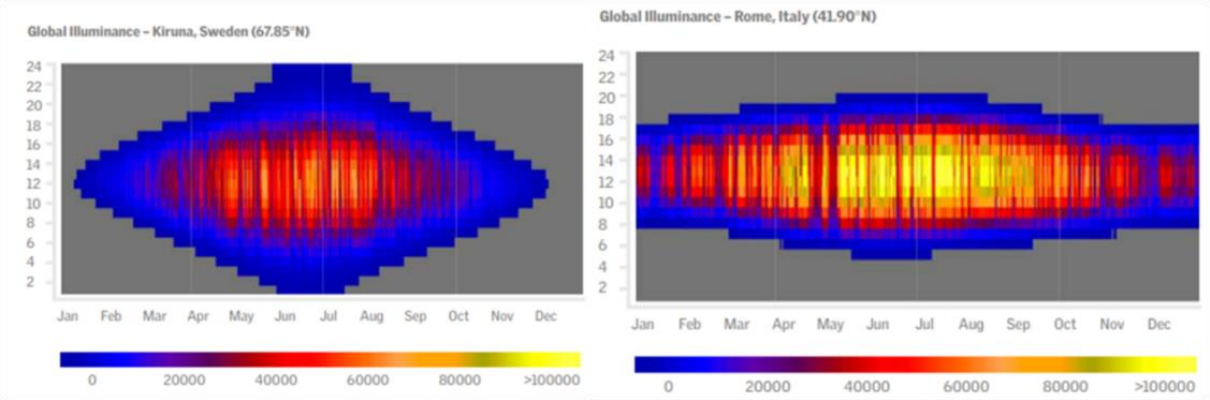


Figure I. 8: Éclairement global dans les régions du Nord et du Sud de l'Europe. Source: (Per Arnold Andersen, & al., 2014)

I.1.5.3 ***Orientation du bâtiment :***

l'orientation correcte d'un bâtiment est un facteur crucial pour maximiser la pénétration de la lumière du jour. Dans l'hémisphère nord, où la lumière du nord est principalement une lumière de ciel diffuse, l'orientation des fenêtres principales vers le nord peut fournir une source de lumière régulière et agréable tout au long de la journée.

Cependant, il est également important de noter que la lumière directe du soleil provenant du sud, de l'est et de l'ouest peut également jouer un rôle important dans l'éclairage intérieur (Figure I.9). Cela dit, une disposition est-ouest du bâtiment avec des fenêtres principales orientées vers le nord ou le sud peut être bénéfique pour maximiser l'utilisation de la lumière naturelle tout au long de la journée, en tenant compte du mouvement du soleil.

Il est judicieux de concevoir des fenêtres bien orientées pour permettre une transmission efficace de la lumière directe du soleil tout en minimisant les risques de surchauffe ou d'éblouissement excessif à l'intérieur des espaces habitables (Aman, 2017).

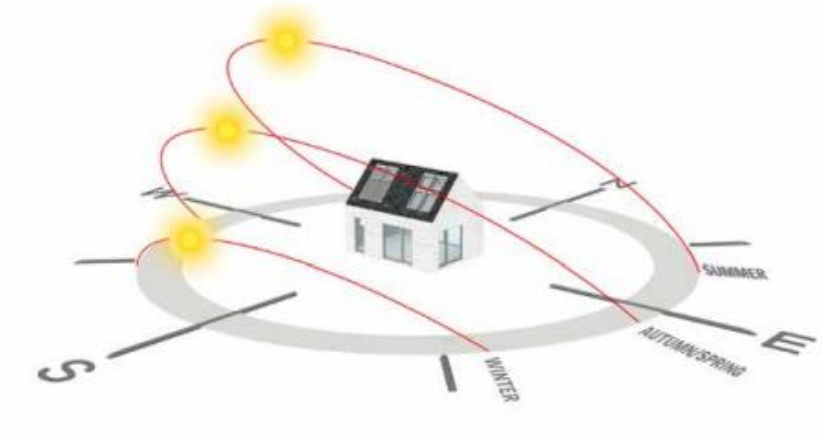


Figure I. 9: Un diagramme montrant la trajectoire du soleil au solstice d'hiver (jour le plus court), Source : (Per Arnold Andersen, & al., 2014)

I.1.5.4 ***La géométrie de l'espace***

La taille, les proportions et la géométrie d'un espace jouent un rôle crucial dans l'éclairage naturel (Figure I.10). La composante réfléchie interne (IRC), qui représente la lumière réfléchie par les surfaces internes d'une pièce, dépend fortement de la disposition des surfaces à proximité des zones de travail.

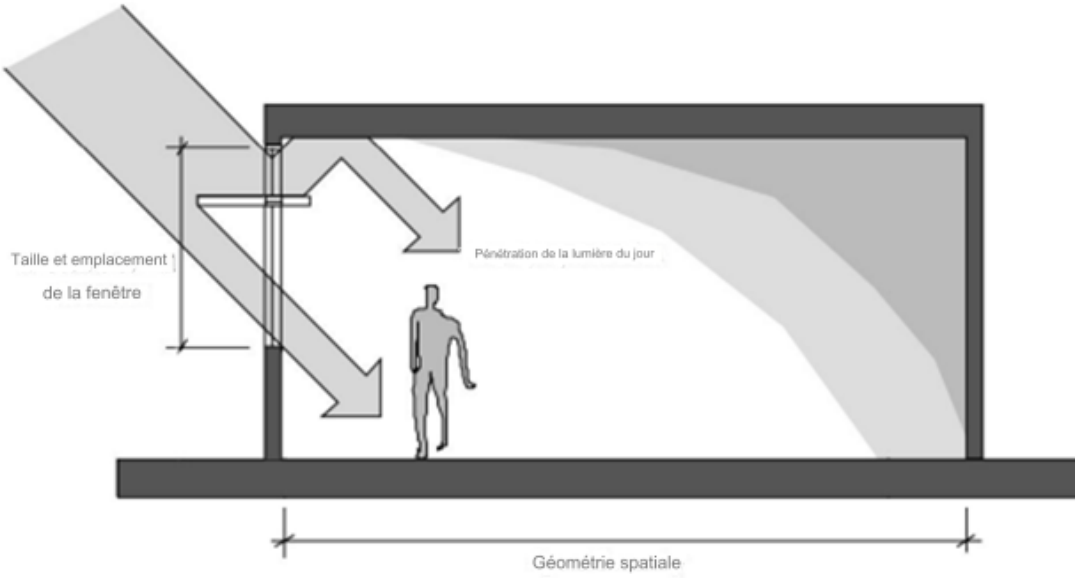


Figure I. 10:Les facteurs déterminants de la pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur. Source: Robertson,2002.

Dans les grandes pièces, le plafond devient une source significative de lumière naturelle, en particulier vers le centre de la pièce. Cela peut être dû à la manière dont la lumière naturelle entre dans la pièce et est réfléchie par les surfaces, ce qui contribue à éclairer uniformément l'espace.

D'autre part, dans les zones proches des murs, les surfaces verticales deviennent plus importantes pour la diffusion et la réflexion de la lumière naturelle. Ces surfaces peuvent jouer un rôle crucial dans la répartition de la lumière et dans la création d'un environnement éclairé de manière uniforme, en particulier dans les coins et les zones périphériques où la lumière directe du soleil peut avoir moins d'impact (Aman, 2017).

I.1.5.5 *Les caractéristiques des fenêtres*

I.1.5.5.1 **Types de fenêtres:**

Les fenêtres ont un effet plus important sur la quantité de lumière entrant dans un espace. Les fenêtres à battants et les persiennes sont les types de fenêtres les plus répandus dans les bâtiments résidentiels en Algérie. Elles sont louées pour leur capacité à permettre une ventilation efficace tout en laissant entrer la lumière naturelle, tandis que les fenêtres à persiennes offrent la possibilité de contrôler la quantité de lumière et d'air qui pénètre dans l'espace intérieur grâce à leurs lamelles inclinables.

En effet, les fenêtres jouent un rôle crucial dans la régulation de la lumière et de la ventilation à l'intérieur des bâtiments, et le choix entre différents types de fenêtres peut

dépendre des préférences personnelles, du climat local et des caractéristiques architecturales (Aman, 2017).

I.1.5.5.2 **Position et taille des fenêtres :**

Effectivement, la taille et l'emplacement des fenêtres sur un mur sont des facteurs clés qui déterminent la quantité de lumière naturelle pouvant pénétrer dans un espace donné. Ces aspects sont cruciaux pour optimiser l'éclairage naturel tout en évitant les problèmes potentiels tels que l'éblouissement (Robertson, 2002). Toutefois, pour éviter que l'espace ne reçoive trop de lumière naturelle, ce qui pourrait entraîner un éblouissement, la taille des fenêtres doit rester dans des limites raisonnables (Muneer, 2000).

I.1.5.5.3 **Type de verre:**

Le verre utilisé pour créer des fenêtres laisse passer la lumière et permet de voir. Les types de verre varient en fonction de leurs caractéristiques de performance énergétique. Ces trois facteurs sont le coefficient de gain de chaleur solaire (SHGC), la quantité de lumière qui passe à travers un matériau de vitrage (transmission visible ; VT) et la capacité à résister au transfert de chaleur (valeur U ; UV). En connaissant les niveaux d'UV, de SHGC et de VT d'une fenêtre, il est plus facile pour les utilisateurs de choisir la meilleure fenêtre pour maximiser l'efficacité de la lumière du jour et le confort des usagés (Aman, 2017).

I.1.5.5.4 **L'habitabilité des fenêtres:**

Les murs extérieurs jouent un rôle crucial dans la structure d'un bâtiment, offrant à la fois une barrière de protection contre les éléments extérieurs et une interface pour les interactions avec l'environnement, comme la lumière solaire. Les fenêtres sont des éléments clés dans ce contexte, car elles permettent la circulation de la lumière naturelle à l'intérieur de la structure, ce qui peut réduire la nécessité d'éclairage artificiel et contribuer à la régulation thermique de l'espace intérieur (Chinazzo et al., 2018). Lorsqu'une fenêtre offre plus qu'une simple vue sur l'extérieur et permet une interaction directe avec l'espace autour d'elle, elle devient un élément de l'habitat, une sorte de seuil entre les espaces intérieurs et extérieurs. Une fenêtre habitable crée une extension de l'espace de vie, permettant aux gens de s'asseoir près d'elle pour profiter de la lumière naturelle, de se détendre ou même de cultiver des plantes. Cette extension de l'espace peut transformer une pièce en un lieu de convivialité et de connexion avec l'extérieur, ajoutant une dimension supplémentaire à l'expérience habitable. (Doyle, 2022)

I.1.5.6 *Le comportement des usagés*

Lorsqu'il s'agit de concevoir des espaces intérieurs éclairés naturellement, il est crucial de considérer les usagés et leurs interactions avec l'environnement. Les comportements des usagés , tels que l'ouverture ou la fermeture des rideaux, l'utilisation des stores ou même la disposition du mobilier, peuvent avoir un impact majeur sur la façon dont la lumière naturelle pénètre et se répartit dans l'espace intérieur.

I.1.5.7 *Obstructions*

Les obstacles externes peuvent avoir un impact significatif sur la quantité de lumière naturelle qui pénètre à travers une fenêtre. Les objets tels que les bâtiments voisins, les arbres ou d'autres structures peuvent obstruer le chemin de la lumière solaire, réduisant ainsi l'éclairement naturel disponible à l'intérieur (Figure. I.11) (Aman, 2017).

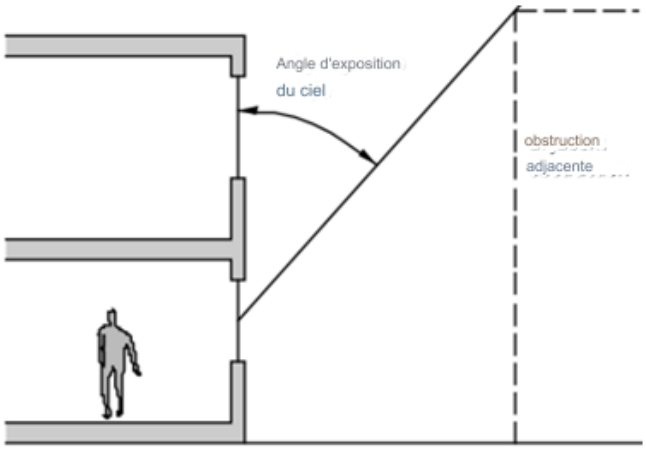


Figure I. 11:Angle d'exposition au ciel (Source : Robertson, 2002).

Afin de maximiser son potentiel et d'en prévoir les limites éventuelles, la première étape consiste à effectuer une analyse du site (Rémi Boscher, 2020) :

- Les masques solaires (relief, feuillage, structures voisines, etc.)
- L'orientation : en fonction de sa destination, chaque espace d'un bâtiment aura une orientation souhaitée.
- La forme du bâtiment : la largeur et la profondeur des pièces auront un impact important sur l'éclairement naturel.

I.1.5.8 *Dispositifs d'ombrage, internes et externes*

Les dispositifs d'ombrage pour fenêtres jouent un rôle crucial dans la gestion de la pénétration de la lumière du jour. En effet, ces dispositifs peuvent obscurcir la vue du ciel et réduire significativement l'ensoleillement à l'intérieur des bâtiments. L'ombrage

horizontal, par exemple, diminue plus l'ensoleillement que l'ombrage vertical lorsqu'il s'agit d'éliminer la vue du ciel de haute altitude (Figure I.12) (Ahmed, 2014).

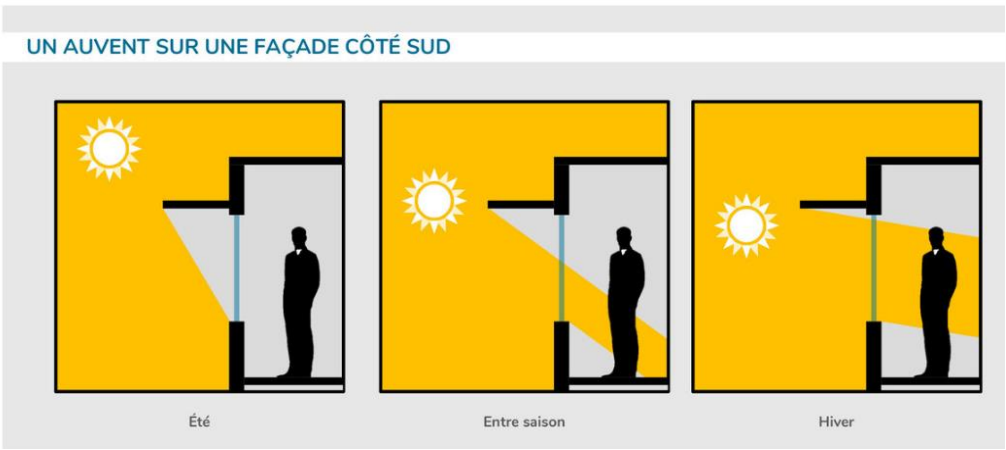


Figure I. 12. Dispositifs d'ombrage, internes et externes. Source: (Guide de batiment durable. brussels, 2020)

Malgré des calculs minutieux pour assurer une pénétration adéquate de la lumière du jour, des choix d'ombrage intérieur non anticipés peuvent entraîner une insuffisance de lumière dans une pièce. Cela inclut les rideaux et les volets, qui ne sont souvent pas pris en compte lors de la phase de prévision (Robertson, 2002). Dans de nombreuses structures, il est essentiel de gérer l'énergie solaire pour réduire l'éblouissement inconfortable causé par les fenêtres.

En ce qui concerne la planification urbaine et architecturale, il est possible de calculer la hauteur maximale des bâtiments et les marges de recul nécessaires pour les nouveaux projets afin de garantir que la lumière atteigne les structures existantes. Cela peut être réalisé en utilisant l'angle d'exposition du ciel depuis un emplacement donné dans un bâtiment existant (Robertson, 2002).

I.1.6 L'Éclairage naturel, un pilier fondamental de l'architecture et du bien-être humain

Depuis l'aube de l'humanité, l'éclairage naturel a été la principale source de lumière et un élément fondamental de la conception architecturale. Historiquement, les gens ont considéré la lumière du jour non seulement comme une commodité, mais comme un droit essentiel et un besoin fondamental. Des recherches ont démontré que l'exposition au soleil améliore l'humeur, réduit le stress, stimule la productivité, régule le rythme circadien et favorise les relations sociales entre les individus. La quantité de lumière naturelle qui pénètre dans un bâtiment dépend de plusieurs facteurs, notamment la position des ouvertures, le rapport entre les murs et les fenêtres, le type de verre utilisé et les

mécanismes d'ombrage en place. D'autres éléments à prendre en considération incluent les obstacles environnants, l'emplacement du bâtiment, l'état du ciel et les conditions climatiques (Basnet, 2022).

Les bienfaits de la lumière naturelle sur la santé et le bien-être des usagés d'un bâtiment sont bien documentés. À court et à long terme, un bon éclairage naturel améliore la santé, le bonheur et les performances des individus (Zumtobel, 2018).

À l'inverse, un éclairage inadéquat peut nuire à la productivité et présenter des risques pour la santé, tels que des maux de tête et une fatigue oculaire. Les avantages de la lumière du jour se répartissent en quatre grandes catégories : le confort visuel, l'efficacité énergétique, le bien-être et la santé des usagés , ainsi que la protection de l'environnement (Basnet, 2022).

I.1.7 Lumière Naturelle : Un allié pour la santé, la productivité et le bien-être dans les bâtiments

La lumière naturelle est bénéfique pour la santé, la productivité et la sécurité des usagés d'un bâtiment. Plusieurs aspects de la santé des usagés sont améliorés par l'optimisation de la lumière du jour et de l'accès à la vue dans les espaces intérieurs, notamment (Figure.I.13):

- **Effets biologiques et visuels :** La lumière naturelle soutient les rythmes circadiens, créant des environnements stimulants ou apaisants selon les besoins. Elle est également utilisée pour des fonctions visuelles, en respectant les normes pertinentes et en évitant l'éblouissement (Zumtobel, 2018).
- **Réduction du stress et promotion de la santé :** La lumière naturelle crée un environnement agréable qui réduit les niveaux de stress, favorise la santé et peut même traiter certaines conditions médicales (L. Edwards & P. Torcellini, 2002).
- **Satisfaction environnementale :** L'optimisation de la lumière du jour augmente la satisfaction perçue grâce à des vues dégagées, améliorant ainsi l'expérience des usagés dans leur environnement (Basnet, 2022).
- **Amélioration de la santé physique et émotionnelle :** L'accès à la lumière naturelle réduit les symptômes de fatigue oculaire et améliore le bien-être émotionnel en augmentant l'affect positif et en réduisant les sentiments de dépression (May Woo et al., 2021).
- **Amélioration de la mémoire et de la concentration :** Une exposition adéquate à la lumière naturelle sur le lieu de travail peut améliorer la mémoire à court terme de 25 % et augmenter les niveaux de concentration (Basnet, 2022).

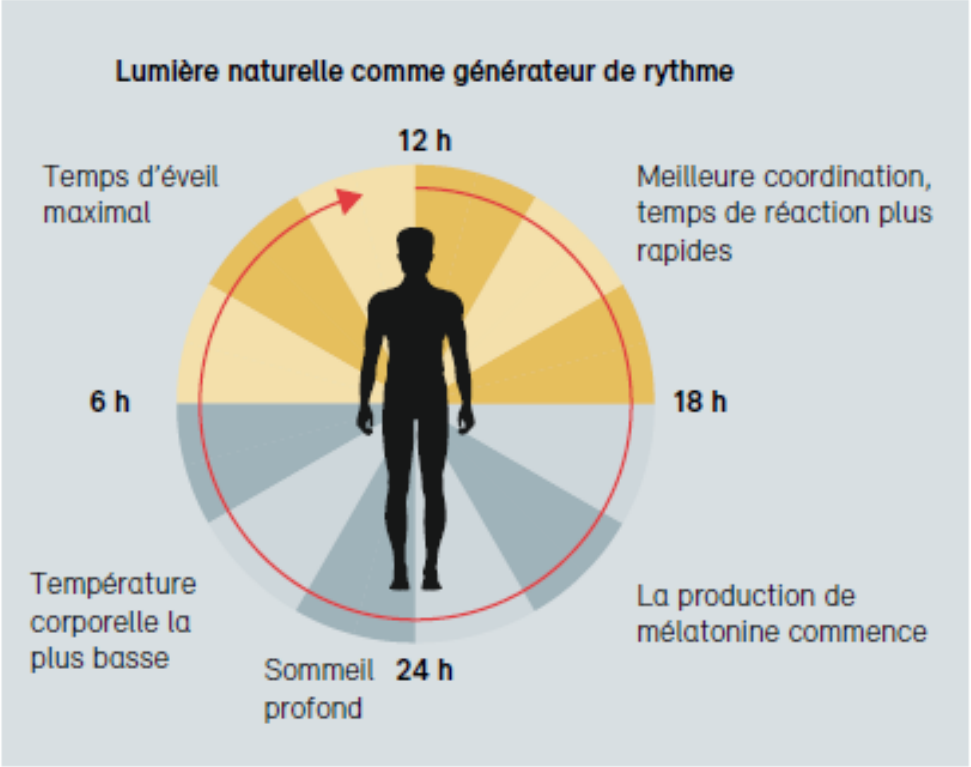


Figure I. 13:Lumière naturelle comme générateur de rythme. Source: (Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich, 2020).

I.1.8 Maximiser l'éclairage naturel : Un levier pour l'économie d'énergie et le confort intérieur

Selon des études, l'intégration efficace de la lumière naturelle peut remplacer en grande partie l'éclairage artificiel pendant la journée (Per Arnold Andersen, & al., 2014). En outre, Sunoptics note que l'éclairage naturel, associé à des technologies de contrôle de l'éclairage, peut améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment (Sunoptics, n.d.). L'éclairage artificiel des bâtiments peut être éteint pendant 6 à 10 heures par jour lorsque la lumière du jour est disponible, ce qui réduit considérablement les coûts énergétiques (Toogood, 2015). Lorsqu'il est utilisé à son plein potentiel et combiné à une conception appropriée, l'éclairage naturel peut créer une atmosphère intérieure agréable tout en permettant d'économiser sur les factures d'électricité.

I.1.9 Optimiser l'éclairage naturel : Un pas vers la réduction des émissions de gaz à effet de serre

Selon (Peter. Robert. Boyce et al., 2022), l'éclairage représente une part importante de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. En optimisant l'utilisation de l'éclairage naturel, il est possible de réduire la demande en production

d'énergie et, par conséquent, de diminuer les émissions de gaz à effet de serre ainsi que d'autres sous-produits nuisibles de la production d'électricité. L'exploitation judicieuse du soleil et d'autres ressources naturelles, notamment par le biais des ouvertures dans les toits et les façades, permet de minimiser l'utilisation de combustibles fossiles et les émissions associées. Un éclairage écologiquement neutre peut être conçu pour fonctionner sans impact continu sur l'environnement en termes de pollution ou de consommation d'énergie. Cela nécessite une planification efficace de l'éclairage naturel dans les structures (Sunoptics, n.d.).

I.1.10 **Planification et stratégie de la lumière du jour**

Les techniques de conception architecturale et les stratégies d'éclairage naturel sont intrinsèquement liées et leur combinaison permet d'optimiser l'efficacité énergétique d'un bâtiment. En plus des économies d'énergie réalisées en réduisant l'utilisation de l'éclairage artificiel, la lumière du jour influence également les besoins en chauffage et en climatisation. Une planification efficace de l'éclairage naturel doit donc prendre en compte les variations saisonnières et quotidiennes de la lumière pour maximiser les avantages thermiques et minimiser les pertes énergétiques.

Pour atteindre cet objectif, il est crucial de combiner les perspectives et les expertises de divers spécialistes, notamment des architectes, des ingénieurs en éclairage, des spécialistes en énergie et des climatologues.

I.1.10.1 ***La planification de la lumière naturelle : Du choix du site à la post-occupation***

La conception de l'éclairage naturel d'un bâtiment est une étape critique qui débute dès la sélection du site et se poursuit tout au long de son cycle de vie. Voici les principales phases de ce processus :

- Conception conceptuelle : Les décisions fondamentales concernant la forme, les dimensions et les ouvertures du bâtiment, ainsi que l'intégration et la fonction des systèmes de construction, influencent la conception de l'éclairage naturel et sont à leur tour influencées par celle-ci tout au long du processus de création du projet architectural.
- Phase de conception : Les solutions d'éclairage naturel pour les différentes parties du bâtiment doivent être développées au fur et à mesure que la conception progresse. Le plan d'éclairage naturel du bâtiment guide la finition intérieure, la conception des façades et l'intégration des services et équipements, y compris l'éclairage artificiel.

- Planification finale de la construction : La stratégie d'éclairage naturel du bâtiment oriente le choix des produits et des matériaux ; les détails finaux du système d'éclairage naturel doivent être définis lors de l'élaboration des plans de construction.
- Mise en service et post-occupation: Après la construction, les commandes d'éclairage doivent être ajustées, et la maintenance et l'exploitation du système continuent tout au long de la vie du bâtiment.

I.1.10.2 *Contrôle et stratégies pour un éclairage naturel optimal*

Un plan d'éclairage naturel efficace vise à maximiser la lumière naturelle à l'intérieur de la structure tout en assurant un éclairage confortable pour les usagés . Au-delà de simplement augmenter les niveaux de lumière, la conception de l'éclairage naturel vise à contrôler sa quantité, sa direction et sa répartition pour éviter un intérieur trop lumineux, ce qui pourrait être inconfortable. Trois sources de lumière du jour interviennent dans cet équilibre : la lumière directe du soleil, la lumière indirecte du ciel et la lumière réfléchie par les surfaces environnantes. Il est donc essentiel de tenir compte de ces éléments dans la stratégie d'éclairage naturel, (Figure I.14) (CHERIER, 2018).

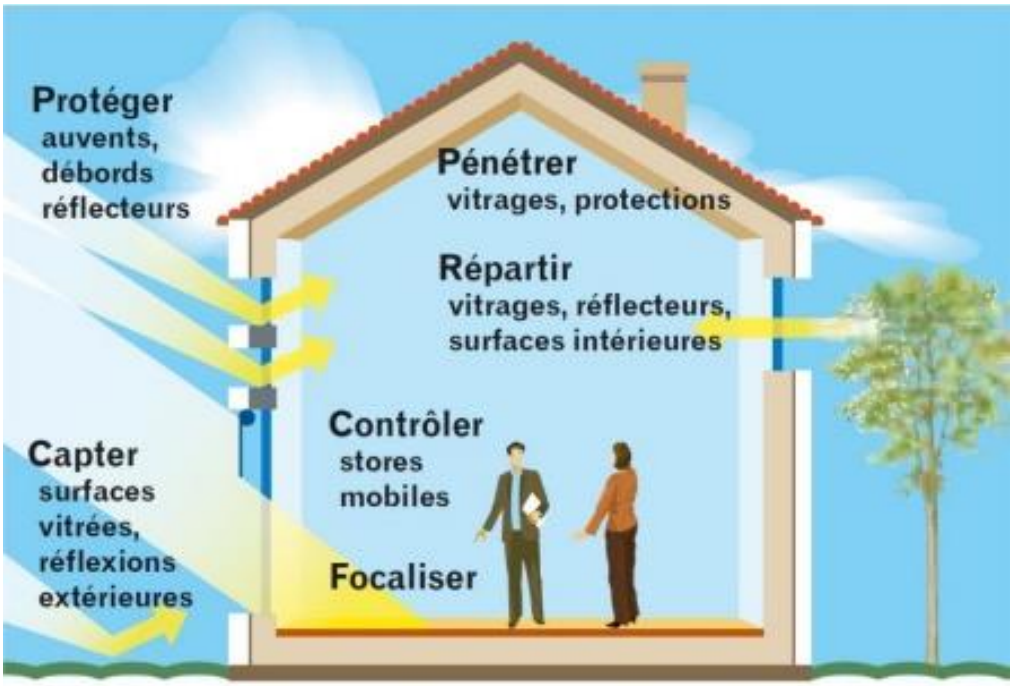


Figure I. 14:Stratégie d'ouverture et de contrôle d'éclairage naturel. Source: (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005)

L'objectif de l'éclairage naturel est d'acheminer de manière efficace la lumière naturelle après son admission dans un espace. Une gestion avisée de cette lumière naturelle

permet de diminuer la consommation énergétique nécessaire à l'éclairage artificiel (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

1. **Capter**: La quantité de lumière naturelle qui entre dans un bâtiment par les fenêtres est influencée par divers facteurs tels que le type, la texture, l'épaisseur et la propreté des parois vitrées. De plus, l'aménagement de l'environnement extérieur peut jouer un rôle important en agissant comme un écran contre l'éblouissement du soleil pendant les saisons estivales ou hivernales, tout en permettant une transmission maximale de la lumière naturelle. Par exemple, des éléments réfléchissants tels que les plans d'eau et l'asphalte peuvent augmenter l'absorption de la lumière, contribuant ainsi à l'éclairage naturel à l'intérieur du bâtiment.

2. **Pénétrer:** Les effets d'éclairage d'un bâtiment peuvent être considérablement influencés par divers facteurs externes tels que le type de ciel, les conditions atmosphériques, la saison, l'heure du jour et la configuration du site, ainsi que par des aspects architecturaux tels que l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille et le type de vitrage. Contrairement à l'éclairage zénithal, qui offre une répartition plus uniforme de la lumière, mais n'est généralement disponible qu'aux étages supérieurs des bâtiments, l'éclairage latéral fournit une lumière plus concentrée qui met souvent l'accent sur les connexions, bien que sa portée puisse être limitée en profondeur.

3. **Répartir**: Lorsque les surfaces sont mates et transparentes, et que la géométrie et l'ameublement de la pièce ne font pas obstacle au rayonnement, la lumière se réfléchit avec une grande efficacité sur les surfaces intérieures. De plus, elle peut être dispersée par l'utilisation de verre translucide ou de systèmes de réflecteurs qui permettent à la lumière de pénétrer à l'arrière de l'espace.

4. **Proteger et contrôler:** Une surexposition à la lumière naturelle peut entraîner des problèmes de vision tels que l'éblouissement et la fatigue oculaire. Pour contrôler ce phénomène, la conception d'éléments architecturaux fixes tels que les débords de toit, les façades éclairées ou les étagères, ainsi que l'utilisation éventuelle d'écrans mobiles tels que des auvents, des volets, des stores ou des marquises, est essentielle. Ces éléments permettent de moduler et de réguler la quantité de lumière naturelle entrante, garantissant un éclairage confortable et adapté aux besoins des usagés tout au long de la journée.

5. **Focaliser:** Parfois, il est nécessaire de diriger la lumière naturelle pour mettre en valeur un objet ou un lien particulier. L'utilisation d'un éclairage zénithal ou latéral élevé, combiné à un éclairage ambiant plus tamisé, crée un contraste lumineux distinctif. En plus d'améliorer la diffusion de la lumière naturelle, la présence d'un atrium au centre d'une

structure offre un espace de circulation et de détente visuellement attrayant. De plus, des conduits de lumière peuvent être utilisés pour acheminer la lumière naturelle au cœur de structures de grande hauteur et de grande profondeur.

I.1.11 **Un éclairage naturel ou artificiel : qu'est-ce qui fait la différence ?**

Le terme "éclairage naturel" fait référence au processus consistant à introduire de la lumière naturelle dans les espaces intérieurs à travers des ouvertures situées à l'extérieur des bâtiments. Contrairement à l'éclairage artificiel, la lumière du jour est beaucoup plus dynamique, fluctuant en intensité, en couleur, en diffusion et en direction tout au long de l'année, ainsi que tout au long de la journée et d'un jour à l'autre. Alors que l'éclairage électrique est une source de lumière artificielle contrôlée issue des avancées scientifiques et technologiques, l'éclairage naturel provient de sources naturelles telles que la lumière du jour, ce qui le rend plus complexe à gérer. Les variations quotidiennes, saisonnières et annuelles de la lumière du jour produisent des effets différents selon les endroits et sont également influencées par les conditions météorologiques. En raison de ces différences régionales, l'utilisation appropriée de la lumière naturelle peut varier, allant de l'exposition directe au soleil et à l'utilisation de puits de lumière à la suppression totale de la lumière solaire des structures (M Knoop et al., 2019).

Les êtres humains ont une préférence innée pour la lumière du jour en raison d'expériences qui vont au-delà des sensations physiques immédiates, souvent associées à des connaissances pertinentes contextuelles. La lumière du soleil, ainsi que les jeux d'ombre et de lumière, sont souvent perçus comme une source d'expériences spirituelles et esthétiques, en plus de contribuer à la santé et au bien-être. Le soleil a été vénéré dans de nombreuses civilisations. La gestion de la lumière naturelle dans les bâtiments prend en compte les besoins des usagés en termes de vue, de réduction de l'éblouissement, de contrôle de l'apport de chaleur solaire et de préservation de l'intimité, tout en tenant compte des objectifs spécifiques de chaque espace intérieur (M Knoop et al., 2019).

I.1.12 **L'aspects énergétique de la lumière du jour**

L'utilisation optimale de la lumière du jour peut considérablement réduire, voire éliminer, la quantité d'énergie nécessaire à l'éclairage tout au long de la journée. Selon l'Architectural Energy Corporation (AEC, 2006), l'éclairage naturel peut grandement améliorer l'efficacité énergétique d'un espace, à condition que la luminosité électrique et les gains de chaleur solaire soient adéquatement contrôlés. En remplaçant l'éclairage

électrique dans les lieux de travail, qui peut représenter jusqu'à 40 à 50 % de la consommation énergétique totale (Walitsky, 2002), d'importantes économies peuvent être réalisées. Pour estimer les économies d'énergie liées à l'éclairage électrique, il est nécessaire de déterminer pendant combien d'heures par jour le soleil fournit une source de lumière indépendante à l'intérieur. Des discussions ont eu lieu concernant les niveaux d'éclairage appropriés pour les constructions résidentielles.

Le choix des caractéristiques des fenêtres (τv, g et Uw) est crucial pour exploiter au mieux la lumière naturelle tout en assurant une performance énergétique optimale des bâtiments. La valeur de transmission lumineuse (τv) est toujours associée à un facteur de transmission de la lumière directe (g), qui est généralement supérieur ou égal à 50 % de τv selon les principes de la physique. L'orientation des fenêtres et leur ombrage jouent un rôle essentiel dans la maximisation des avantages de la lumière du jour. En général, des fenêtres avec une haute transmission lumineuse et des valeurs élevées de facteur de transmission de la lumière directe offrent les meilleurs résultats. Il est impératif que la disposition des bâtiments et l'emplacement des fenêtres soient planifiés dans le cadre d'un processus intégré où les exigences en matière d'efficacité énergétique et d'éclairage naturel sont régulièrement évaluées et utilisées comme lignes directrices de conception (Martin Moeck & Smita Anaokar, 2006).

I.1.13 **Normes d'éclairage naturel dans le bâtiment**

L’éclairage naturel a longtemps été perçu comme un élément secondaire dans la conception des bâtiments, son rôle étant limité à compléter l’éclairage artificiel pour améliorer la visibilité des tâches visuelles. Toutefois, depuis le milieu du XXe siècle, les normes internationales d’éclairage ont connu une évolution majeure, intégrant progressivement des considérations liées à la santé, au confort visuel, à l’efficacité énergétique et à la durabilité environnementale. Ces évolutions traduisent une transformation profonde de la conception architecturale, qui tend désormais à privilégier une approche holistique de la lumière naturelle, allant bien au-delà des seuls aspects fonctionnels.

Les cadres normatifs internationaux, élaborés par divers organismes tels que l’ISO, la SIA ou encore les législateurs européens et nationaux, s’attachent aujourd’hui à définir des standards qui garantissent à la fois un apport lumineux suffisant, une qualité visuelle optimale, une gestion maîtrisée de l’éblouissement et une réduction significative de la consommation énergétique. Ces normes tiennent compte non seulement de la quantité de

lumière naturelle, mais aussi de sa répartition, de sa durée d'exposition et de son intégration dans des stratégies de conception bioclimatique.

Dans cette perspective, les réglementations internationales telles que la RT 2012, la norme SN EN 17037 ou encore les labels environnementaux comme HQE, LEED, WELL ou Minergie-ECO, posent les bases d'une architecture plus respectueuse de l'environnement et centrée sur le bien-être des usagers. L'éclairage naturel n'est plus seulement une exigence technique : il devient un levier essentiel pour atteindre les objectifs de confort, de performance énergétique et de durabilité des bâtiments (Annexe 01). En Algérie, la réglementation relative à l'éclairage naturel dans l'habitat est encore en développement. Bien que certaines directives existent, elles ne sont pas toujours exhaustives ni systématiquement appliquées (Annexe 02).

I.2 Exploration des ambiances : Perspectives plurielles en urbanisme et architecture

Il est désormais largement reconnu que l'ambiance est une composante essentielle de l'étude de l'urbanisme et de l'architecture. Plusieurs définitions ont été avancées pour décrire cette notion :

1. Demers a défini l'ambiance comme "*Une qualité de l'environnement matériel, intellectuel et moral qui entoure et conditionne la vie quotidienne d'une personne est appelée ambiance* " (Demers, 2009).
2. Narboni ajoute à cela en décrivant l'ambiance comme "*Le terme ambiance désigne une atmosphère matérielle et morale qui entoure un lieu ou une personne*" (Narbori, 2006, p. 1).
3. Selon Siret (1997), les ambiances se réfèrent aux relations perçues entre les événements physiques et les formes architecturales du milieu environnant.
4. Augoyard propose une définition plus spécifique, décrivant l'ambiance comme "*un ensemble de phénomènes localisés peut exister en tant qu'ambiance lorsqu'il remplit quatre conditions*" (Figure I.16) (Salma Chaabouni et al., 2008):

-Les signaux physiques de la situation peuvent être identifiés et décomposés .

- Ces signaux interagissent avec, d'une part, la perception, les émotions et les actions des sujets et, d'autre part, les représentations sociales et culturelles.
- Ces phénomènes constituent une organisation spatiale construite.
- Le complexe signaux-percepts-représentations est exprimable.

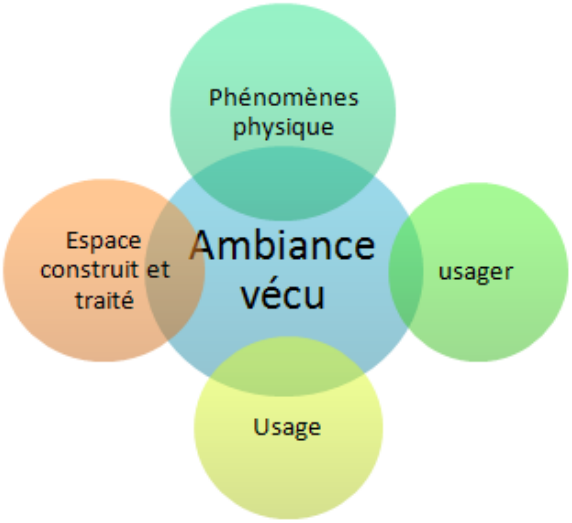


Figure I. 15: Représentation d'une « ambiance vécue ».Source: (Chaabouni, 2011).

I.1.14 Phénoménologique de l'ambiance dans l'architecture : Entre social, émotionnel et physique

Elle englobe le contexte environnant, l'espace, le décor, la température et l'atmosphère. En raison de cette multitude d'éléments, l'ambiance se présente comme une notion complexe, réunissant des aspects sociaux, émotionnels et physiques pour former une entité globale (Figure I.17). Dans le domaine de l'architecture, l'étude de l'ambiance se concentre sur son caractère phénoménologique, mettant en avant la manière dont les événements physiques interagissent avec l'espace environnant occupé par un individu. Fondamentalement, cette approche met l'accent sur la relation entre l'usagé et son environnement spatial. Par conséquent, décrire l'ambiance d'un lieu revient à visualiser une personne immergée dans cet espace et influencée par celui-ci(BENDEKKICHE, 2017).

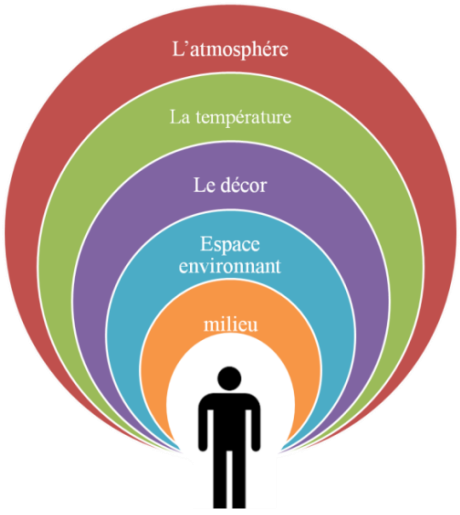


Figure I. 16: paramètre des ambiances lumineuses. Source : Auteure, 2024

I.1.1 Dualisme sujet-objet dans la recherche sur l'ambiance urbaine et architecturale

De manière paradoxale, malgré les avancées des dernières décennies, persiste un certain dualisme entre le sujet et l'objet dans les recherches. En effet, ces études se sont concentrées sur deux aspects complémentaires : l'un portant sur l'analyse de l'expérience sensorielle sur place en se basant sur la connaissance des usages et des représentations, tandis que l'autre exploite les sciences de l'ingénieur et la compréhension des formes urbaines et architecturales pour réguler les différents flux environnementaux tels que la chaleur, le son, la lumière, la climatisation et les odeurs (Figure.I.18)(Hégron et Torgue 2010 cité par (Yasmina BESBAS, 2019)).

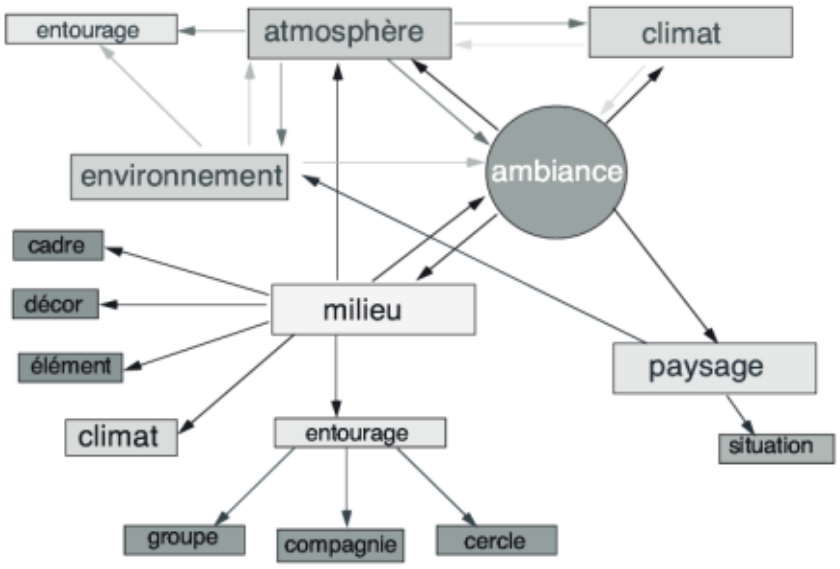


Figure I. 17.Structure des renvois analogiques et place de l'ambiance. Source: (Augoyard Jean-François, 1995)

I.1.2 Ambiance lumineuse intérieure, une approche basée sur l'interaction personne-usage-espace

Nous définissons une ambiance lumineuse comme le produit d'une interaction entre une personne, un usage reconnu ou supposé, et la lumière naturelle ainsi que l'espace représenté. Lorsque les interactions suivantes sont clairement perceptibles, nous qualifions cette ambiance lumineuse comme (Figure.I.19) :

- Lumière naturelle / Usage : il s'agit du type et de la quantité de lumière.
- Lumière naturelle / Espace : ceci concerne les effets d'éclairage.

- Espace / Usage : cela fait référence aux arrangements formels et spatiaux ainsi qu'aux appareils d'éclairage.

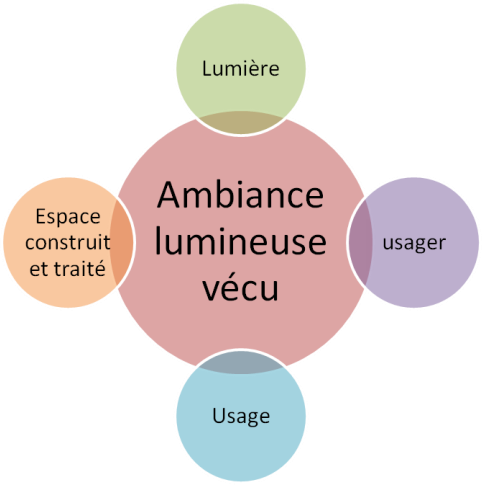


Figure I. 18:L'ambiance de la lumière du jour. Source: (Chaabouni, 2011).

Notre capacité à caractériser les ambiances lumineuses nous a permis d'établir un thésaurus composé de cinq domaines pour indexer les images du corpus. Ce thésaurus sera utilisé dans l'outil logiciel d'assistance à la conception d'ambiances lumineuses : quantité de lumière, espace (caractéristiques des surfaces intérieures), usage, effet de lumière et dispositifs d'éclairage (Salma Chaabouni et al., 2008).

De plus, l'association française de l'éclairage (AFE) définit une ambiance lumineuse comme: « *un éclairage considéré sous l'aspect de ses effets physiologiques et psychologiques*", la lumière interagit simultanément avec l'observateur et l'espace éclairé ».

I.1.3 La diversité des ambiances lumineuses entre " vécu " et " conçu "

Il est impossible de prédire ou d'évaluer d'avance l'ambiance lumineuse d'un endroit. Cela dépend de l'expérience individuelle de chaque personne. L'analyse des environnements lumineux tels qu'ils sont vécus dans la réalité et leur conception ne correspondent pas toujours à la même interprétation de l'espace. L'examen du comportement de l'utilisateur et de son parcours est essentiel dans la recherche sur les ambiances in situ (Tixier N , 2001).

I.1.4 Les piliers des ambiances lumineuses intérieures

La quantité et la qualité de la lumière naturelle à l'intérieur d'un espace sont influencées par des aspects architecturaux tels que la conception de l'éclairage de la pièce. Aujourd'hui, il est relativement simple de déterminer la quantité de lumière nécessaire pour accomplir une tâche dans des conditions d'éclairage optimales. Cependant, le confort et

l'esthétique, bien que tout aussi importants, sont des caractéristiques moins facilement définissables qui contribuent à la qualité globale de l'ambiance lumineuse. Ces trois éléments interagissent pour déterminer l'ambiance lumineuse, et le niveau de considération accordé à chacun d'eux influencera les attributs de cette ambiance. Une ambiance lumineuse sera jugée insuffisante ou insatisfaisante si l'un de ces éléments est négligé par rapport aux autres, ce qui pourrait alors nécessiter un recours à l'éclairage artificiel, entraînant ainsi une conception moins durable (Figure.I.20) (Les guides bio-tech, l'eclairage naturel, 2012).

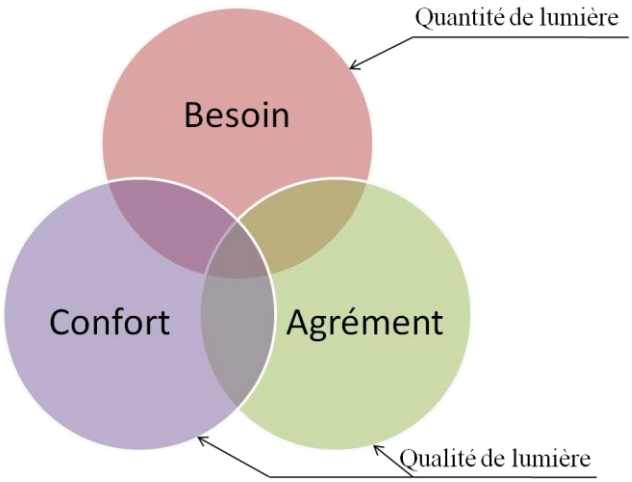


Figure I. 19:Représentation schématique de l'ambiance lumineuse. Source: (Les guides bio-tech, l'eclairage naturel, 2012)

I.1.5 **Classification des nuances des ambiances lumineuses intérieures**

Selon (Gallas, 2009), l'éclairage ambiant peut être classé en trois catégories principales :

1. La pénombre : caractérisée par une interaction sporadique entre la lumière et l'ombre, créant une atmosphère de semi-obscurité.
2. L'ambiance luminescente : se caractérise par une lumière pure et omniprésente qui semble s'évanouir doucement dans l'espace environnant.
3. L'ambiance inondée : qui envahit entièrement la pièce, créant une atmosphère intense ; elle est caractérisée par une abondance de lumière souvent écrasante et intrusive.

Ces distinctions permettent de définir diverses atmosphères, telles que dynamiques, calmes et feutrées, ou même mélancoliques, involontaires et monotones. Cependant, différentes méthodes d'éclairage et caractéristiques lumineuses sont associées à chaque type d'ambiance.

I.1.6 **Qualification d'une ambiance lumineuse**

De nombreuses recherches ont examiné la question de l'ambiance des espaces, et leurs conclusions peuvent être regroupées en trois catégories principales :

1. **La première catégorie**: Elle concerne la classification numérique, où des valeurs sont calculées à l'aide de méthodologies et d'appareils de mesure, puis exprimées sous forme d'indices. Par exemple, des indices tels que l'éblouissement, le contraste de luminosité et le facteur de lumière du jour sont utilisés.

2. **La deuxième catégorie**: comme décrite par (BELAKEHAL, A., TABET AOUL, K. and BENNADJI, A., 2003), englobe des modèles et des schémas de distribution de la lumière dans l'espace architectural, ainsi que des indices liés aux aspects de la conformation architecturale qui influent sur l'ambiance lumineuse. Cela inclut, par exemple, la proportion de surface vitrée par rapport à la surface au sol. Les modèles de propagation sont également considérés, se référant à la topologie en termes de proximité, de distance et d'autres facteurs, ainsi qu'au type de dispositif d'éclairage utilisé (latéral, zénithal), aux dispositions morphologiques et à l'emplacement des fenêtres par rapport aux murs et les unes par rapport aux autres. Toutes ces indications sont illustrées dans les schémas suivants :

a. **Indicateurs typologiques**: Le choix du type d'éclairage est influencé par l'emplacement des ouvertures sur les différents plans de configuration. Le premier type d'éclairage, appelé latéral, est déterminé par la position des ouvertures sur les parois verticales. En revanche, le second type d'éclairage, appelé zénithal, se distingue par l'entrée de la lumière à travers les ouvertures situées sur le toit ou la couverture du bâtiment, (Figure I.21).

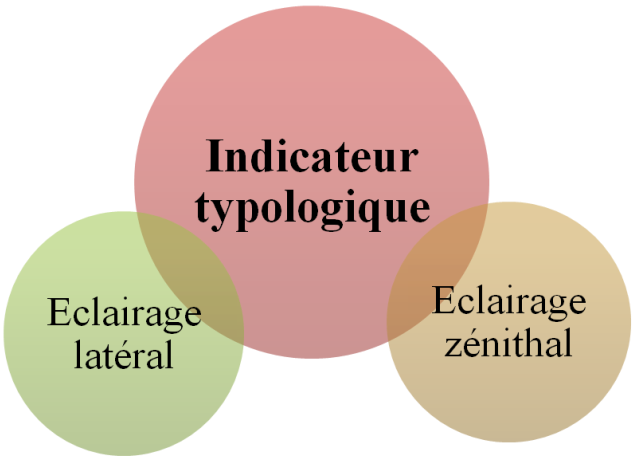


Figure I. 20:Indicateurs typologiques d'éclairage naturel. Source: Auteure,2024.

b. **Les indicateurs topologiques:** concernent la façon dont la lumière se comporte dans l'espace. Ils peuvent prendre la forme d'une polarisation non géométrique (zone, région) ou géométrique (centre, approche, périphérie) à des fins symboliques, fonctionnelles ou autres (Figure I.22) (Belakehal, 2007).

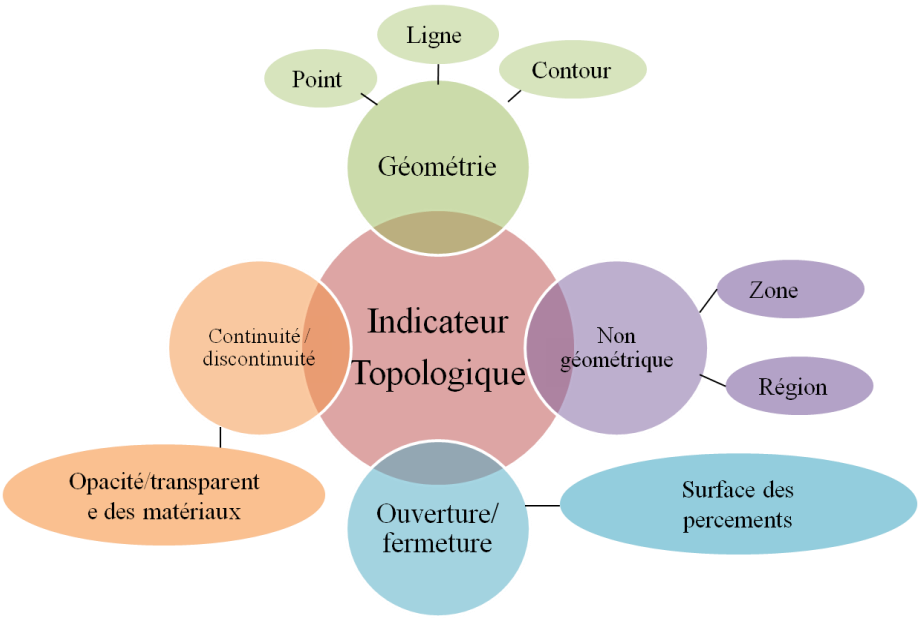


Figure I. 21: Indicateurs topologiques d'éclairage naturel. Source: Auteure,2024.

c. **Indicateurs morphologiques:** Les indicateurs morphologiques révèlent la disposition des ouvertures, ou leur syntaxe, par rapport à la forme architecturale. Le premier indicateur concerne la relation entre les ouvertures et leur configuration par rapport à la forme générale. Le second indicateur concerne la connexion entre les ouvertures elles-mêmes, (Figure.I.23).

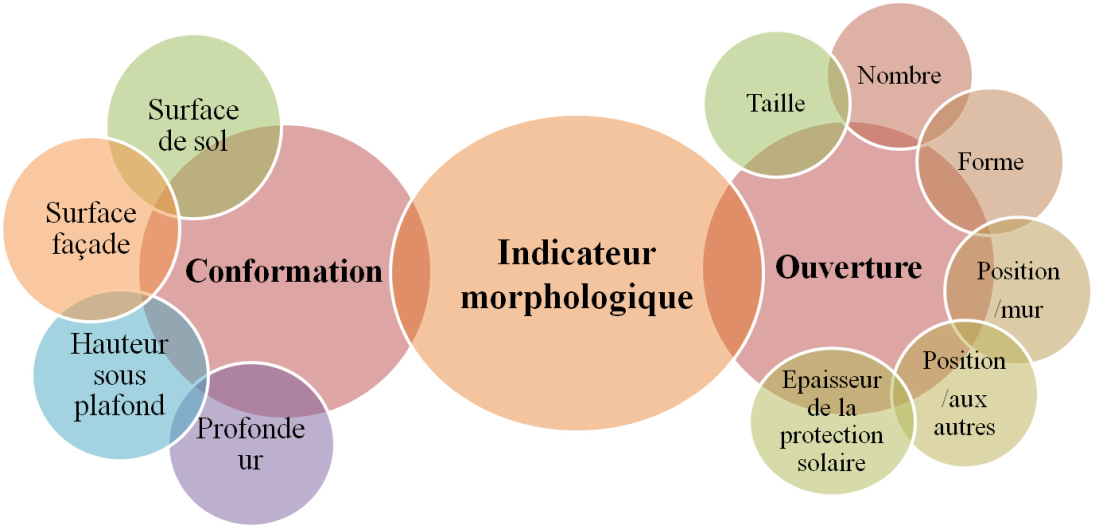


Figure I. 22:Indicateurs morphologiques d'éclairage naturel. Source: Auteure,2024.

3-Troisième catégorie: La discursivité, dérivée des discours des architectes, souligne que les caractéristiques qualitatives sont intrinsèquement subjectives. Elles s'expriment à travers les éléments techniques, perceptifs et plastiques des représentations, entre autres.

I.1.7 Exploration des paramètres qualitatifs et quantitatifs de l'ambiance lumineuse dans les espaces intérieurs

La vue est le sens le plus sensible et le plus gratifiant pour l'être humain parmi tous les sens. En plus de l'efficacité énergétique et du confort thermique, il est primordial de considérer le bien-être visuel des usagés à l'intérieur d'un bâtiment. Une ambiance visuelle réussie se manifeste par une perception nette et agréable des éléments de l'espace. Le confort et le plaisir sont des attributs qualitatifs qui caractérisent cette atmosphère lumineuse, tandis que les exigences se réfèrent aux aspects quantitatifs. Une enquête sur le terrain nous a permis de repérer les problèmes et de déterminer les meilleures méthodes pour y remédier (Rémi Boscher, 2020).

Les caractéristiques de cette atmosphère lumineuse comprennent à la fois des aspects quantitatifs, tels que les besoins, et des aspects qualitatifs, tels que le confort et l'agrément. Parmi ces facteurs qualitatifs, on retrouve le plaisir et le confort, qui jouent un rôle crucial dans la perception globale de l'éclairage. Les paramètres de performance d'une atmosphère lumineuse englobent (Øyvind Aschehoug & al., 2000) :

- Confort visuel : éclairement, répartition, éblouissement, direction de la lumière.
- Agrément visuel : Vue extérieure, apparence, luminosité apparente, couleur, intimité, comportement social.
- Consommation d'énergie du bâtiment.
- Énergie d'éclairage : énergie de conditionnement d'espace, système d'ombrage.

I.1.8 Le confort visuel

La clarté de la réception des signaux visuels provenant de l'environnement visuel doit être considérée comme le critère du "confort" visuel. Bien que Hopkinson reconnaisse la complexité structurelle de l'environnement visuel, il a simplifié à l'excès l'impact de la luminosité ambiante sur le confort visuel en affirmant que "le confort visuel est compris comme l'absence de douleur physiologique, d'irritation ou de distraction". Selon Hopkinson (1963a), cela ne devrait pas nécessairement englober la sensation esthétique de plaisir ou d'aversion à l'égard de l'environnement (Christoffersen, 1995).

I.1.9 **Distribution de la lumière de jour**

La fluctuation de la lumière sur une surface est évaluée à travers la distribution de la luminance et de l'éclairement. Un niveau d'homogénéité sur la zone de travail est nécessaire pour garantir une visibilité adéquate. Une adaptation rapide de l'œil à des conditions lumineuses changeantes peut entraîner une vision floue et un inconfort oculaire. L'homogénéité de l'éclairage est évaluée à l'aide de ratios de luminosité et d'éclairement, tels que maximum/moyen ou moyen/minimum. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte lors de l'évaluation des systèmes d'éclairage naturel, notamment la variation de la position du soleil, la luminosité insuffisante des espaces de travail et la nécessité d'évaluer tous les angles ou de choisir des sites de travail représentatifs (Øyvind Aschehoug & al., 2000)**.**

I.1.10 **L'éblouissement**

L'éblouissement résulte de la diffusion de la lumière dans les yeux, ce qui réduit le contraste de l'image rétinienne et entrave la vision. Lorsque l'on est exposé aux phares d'une voiture, cela peut être très irritant. Les experts soulignent que l'intensité globale de la source d'éblouissement influence la réduction du contraste, mais il n'existe pas de modèles fiables pour prédire et évaluer cet état. La sensation d'inconfort due à des niveaux de luminosité excessifs ou inégaux dans le champ de vision est appelée éblouissement d'inconfort. Bien que les facteurs physiologiques sous-jacents à ce type d'éblouissement soient mal compris, la taille, l'intensité et la quantité des sources d'éblouissement sont prises en compte lors de son évaluation.

I.1.11 **La direction**

Lors de l'évaluation de surfaces et d'objets, l'orientation de la lumière revêt une importance capitale. La perception de la profondeur, de la forme et de la texture d'une surface dépend en grande partie d'un équilibre adéquat entre la lumière dirigée et la lumière diffuse. Par exemple, l'éclairage naturel latéral peut être plus efficace que l'éclairage électrique venant du haut. Alors que la lumière diffuse provenant du ciel contribue à équilibrer le contraste des objets en trois dimensions, la lumière directe du soleil est souvent plus ciblée. Malgré l'absence de mesures standard pour évaluer la direction et la diffusion de la lumière, les systèmes d'éclairage naturel basés sur des lanterneaux fournissent généralement une lumière diffuse omnidirectionnelle. Cependant, certains

systèmes ont la capacité de rediriger la lumière diffuse pour créer des effets directionnels même lorsque la lumière du jour est diffuse.

I.1.12 **Agrément visuel**

L'agrément visuel englobe des aspects psychologiques et les réponses humaines à l'éclairage qui vont au-delà des simples normes de visibilité. La lumière influence le comportement des individus et leur perception de leur environnement. Cependant, peu de recherches ont été menées pour quantifier l'agrément visuel procuré par les systèmes d'éclairage naturel modernes. La capacité d'un usagé à identifier des éléments et à saisir des détails est influencée par des facteurs cognitifs tels que l'attention, les attentes et l'accoutumance (Øyvind Aschehoug & al., 2000).

I.1.13 **La vue vers l'extérieur**

Les fenêtres sont largement appréciées pour leur connexion avec l'extérieur et la perspective qu'elles offrent sur le paysage environnant. Tout au long de la journée, les mouvements et les fluctuations de luminosité peuvent avoir à la fois un effet stimulant et apaisant sur le plan psychologique. La vue de paysages ou de repères locaux peut renforcer le sentiment d'appartenance à un lieu. Un simple regard par la fenêtre peut fournir des informations sur l'heure, les conditions météorologiques et la sécurité personnelle.

La capacité à tolérer un léger éblouissement peut être directement liée à la qualité de la vision. La vue est influencée par la position de l'occupant, et lorsque la vue est une priorité, les méthodes et tactiques suivantes pour l'éclairage naturel peuvent être classées de la meilleure à la moins favorable :

a. Vue complète, sans aucune restriction ni distorsion.
b. Vue partielle : une ouverture d'éclairage naturel plus grande avec une fenêtre de vue plus petite.
c. Vue intermittente : Dans ce cas, l'utilisateur peut ajuster le système pour obtenir une image claire et non obstruée.

I.1.14 **l'apparence**

L'évaluation visuelle par l'usagé de la cohérence, de l'intelligibilité, du mystère et de la complexité spatiale de l'environnement peut être influencée par les schémas d'ensoleillement. Les architectes peuvent faire preuve d'une grande créativité en utilisant la lumière directe du soleil, soit pour évoquer des effets spirituels, soit pour accentuer des éléments spatiaux. Contrairement aux motifs aléatoires souvent rencontrés dans les

systèmes d'éclairage électrique, l'éclairage naturel produit rarement de tels motifs. En revanche, les jeux de lumière et d'ombre peuvent créer des contrastes et des ambiguïtés dans le champ visuel. Il convient d'être prudent lors de l'utilisation de dispositifs d'éclairage naturel produisant des motifs très marqués ou visibles, car ils peuvent entraîner des perturbations visuelles.

I.1.15 **La luminosité apparente**

Un aspect psychologique essentiel de l'éclairage naturel est la luminosité perçue à l'intérieur d'un espace. Cette luminosité perçue peut différer de la valeur mesurée de l'éclairement ou de la luminance. Par exemple, même avec des niveaux de lumière identiques, une pièce offrant une vue dégagée semblera plus lumineuse qu'une pièce dont la vue est obstruée par une structure. De plus, la taille de la fenêtre peut également influencer la perception de la luminosité ; les grandes fenêtres donnent l'impression d'une luminosité accrue. La perception de la luminosité peut également être modulée par les gradients de luminance ; les espaces avec un éclairage inégal sembleront plus lumineux en raison du contraste de luminance. La redirection de la lumière dans les systèmes d'éclairage naturel peut augmenter la luminosité perçue d'une pièce tout en maintenant le même niveau d'éclairage qu'un système traditionnel.

I.1.16 **Le rendu des couleurs « le spectre lumineux »**

La précision du rendu des couleurs est cruciale pour la perception et la coordination des couleurs, et elle dépend de l'utilisation d'une technique d'éclairage naturel qui altère le moins possible les couleurs par rapport à leur apparence réelle. Cela revêt une importance particulière dans des environnements tels que les musées, les magasins et les établissements de santé. La dispersion spectrale de la lumière dans les systèmes d'éclairage naturel joue un rôle déterminant dans le rendu des couleurs. L'utilisation de vitres enduites ou teintées peut modifier la perception des couleurs des deux côtés de la vitre. Les vitres à faible transmission peuvent rendre les vues extérieures floues ou sombres. De plus, certains types de vitrages peuvent provoquer un phénomène de dispersion chromatique, semblable à un arc-en-ciel, à l'intérieur, ce qui altère la précision du rendu des couleurs (Øyvind Aschehoug & al., 2000)

La sensibilité des yeux à la couleur varie d'un individu à l'autre. Une source lumineuse émettant un rayonnement d'environ 450 nm pour le bleu, 540 nm pour le vert et

610 nm pour le rouge, correspondant à la sensibilité maximale de l'œil à la couleur, offrira un rendu des couleurs acceptable (Figure. I.24) (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

Figure I. 23: L'évolution du spectre lumineux de la lumière naturelle modifie l'aspect d'un bâtiment (Opéra de Sydney arch. J. Utzon). Source : (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

I.1.16.1 ***Les effets des couleurs :***

Les couleurs influent sur le fonctionnement du système neurologique humain et altèrent notre perception de l'espace, notamment en :

1. **L'effets psychophysiologiques sur le système neurologique :** La longueur d'onde d'une couleur détermine son effet sur nous. Les couleurs avec de longues longueurs d'onde tendent à stimuler notre système, tandis que celles avec de courtes longueurs d'onde ont un effet relaxant. Par exemple, le blanc, le jaune et le vert, qui se trouvent dans une gamme intermédiaire, ont tendance à dynamiser et à améliorer la concentration. En revanche, les teintes de gris et les couleurs sombres peuvent évoquer une ambiance sombre ou déprimante.

2. **Les effets sur la perception de l'espace:**

Les couleurs jouent un rôle crucial dans la manière dont nous percevons l'espace, car elles ont le pouvoir de transformer l'apparence des surfaces et des dimensions, qu'elles soient vastes ou restreintes. Généralement, les tons froids comme le bleu ou le violet sont préférés pour les espaces réduits, tandis que les teintes chaudes telles que le rouge ou l'orange sont plus adaptées aux grands espaces.

I.1.16.2 ***Le diagramme de Kruithof :***

Lorsque l'intensité lumineuse augmente, il est nécessaire d'augmenter également la température de couleur de la lumière pour maintenir un environnement visuel confortable. Le diagramme de Kruithof est un outil qui permet de déterminer les valeurs de température de couleur recommandées pour une perception visuelle agréable en fonction de l'éclairement. Ce diagramme repose sur une classification en trois zones : A, B et C, (Figure.I.25).

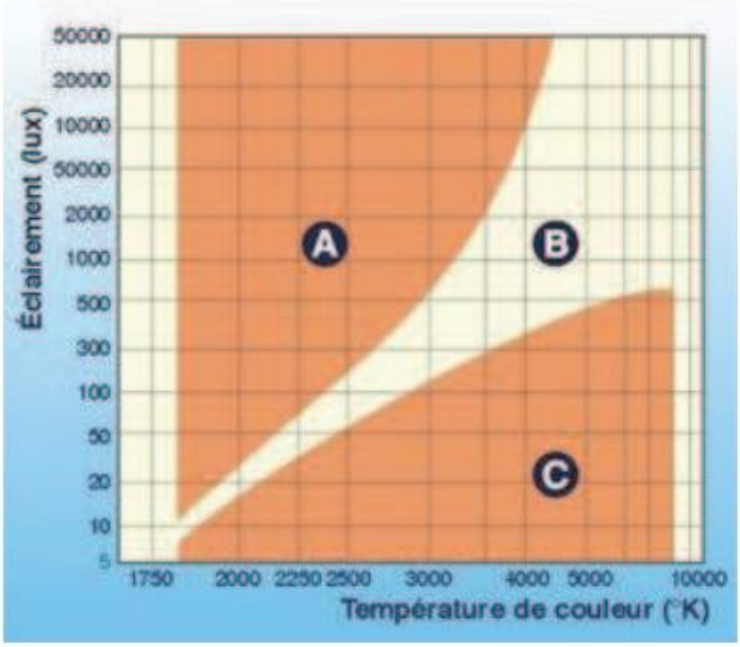


Figure I. 24: Diagramme de Kruithof.source: L'éclairage naturel des bâtiments,2004.

- Zone A : Pour l'intensité lumineuse donnée, la température de couleur est trop basse.
- Compte tenu de tous les éléments, l'impression est celle d'une ambiance lumineuse irréaliste (trop chaude).
- Zone B : concerne le niveau de confort de la personne.
- Zone C : la température de couleur de la source lumineuse est excessivement élevée par rapport à l'intensité de l'éclairage. L'éclairage crée une sensation de crépuscule et d'inconfort.

I.1.17 **L'intimité**

Évaluer le degré d'intimité fourni par un système d'éclairage naturel peut s'avérer complexe. Cela dépend de la luminosité relative à l'intérieur par rapport à l'extérieur ainsi que du sentiment d'intimité ressenti par les usagés . Par exemple, l'utilisation de verre réfléchissant peut garantir une isolation totale tout en offrant une vue claire vers l'extérieur pendant la journée. Cependant, lorsque la confidentialité devient une priorité, les concepteurs doivent prendre en considération le niveau d'isolation nécessaire pour le contexte spécifique du bâtiment et envisager l'installation de stores opaques et ajustables.

I.1.18 **Le comportement des usagés**

L'idée centrale est que l'éclairage d'un espace peut susciter une réponse émotionnelle chez ses usagés , influençant ainsi leur humeur et leurs interactions sociales. La lumière directe du soleil peut être particulièrement stimulante en raison de ses caractéristiques

telles que la répartition inégale de la luminance, sa directionnalité, ses variations et son mouvement. Ces perceptions peuvent être altérées si les propriétés fondamentales de la source lumineuse sont modifiées. Par exemple, une lumière naturelle provenant d'un tube d'éclairage muni d'un diffuseur opale peut sembler artificielle, tandis que certains systèmes d'éclairage électrique dissimulés avec correction de couleur peuvent paraître imiter la lumière du jour.

I.1.19 **Le bien-être**

La lumière du jour exerce une influence sur divers aspects physiologiques et émotionnels, y compris la régulation des hormones, les états émotionnels, la santé de la peau et la santé oculaire. Sa variation au fil du temps peut être bénéfique pour atténuer les effets du syndrome des bâtiments malsains et du décalage horaire. Pour contrer les effets du trouble affectif saisonnier, certaines régions optent pour des systèmes d'éclairage naturel qui fournissent plus de lumière en hiver et moins en été, inversant ainsi proportionnellement la disponibilité de la lumière du jour.

Conclusion

À travers ce chapitre, il nous apparaît clairement que l'éclairage naturel joue un rôle primordial dans le bâtiment, en particulier dans l'espace habité. Une conception architecturale bien pensée prend en compte l'intensité et la distribution de la lumière naturelle, car cela influe sur la quantité et la qualité de la lumière à l'intérieur des bâtiments. En réduisant la dépendance à l'éclairage artificiel et en maximisant l'utilisation de la lumière naturelle, on peut créer des espaces intérieurs plus confortables et plus économes en énergie.

Éclairage naturel désigne l'utilisation et le contrôle intentionnels de la lumière naturelle à l'intérieur des bâtiments pour minimiser le recours à l'éclairage artificiel, améliorer le confort visuel et réduire la consommation d'énergie. La conception de l'éclairage naturel implique des considérations telles que l'orientation des fenêtres, l'utilisation de dispositifs de protection solaire, le placement d'éléments intérieurs pour réfléchir et distribuer la lumière, ainsi que la sélection de matériaux qui optimisent la transmission de la lumière tout en minimisant l'éblouissement et les gains de chaleur. L'éclairage n'est pas seulement une nécessité fonctionnelle; il est également un outil puissant pour créer des ambiances spécifiques qui peuvent affecter notre comportement et le bien-être des usagers.

Ambiances lumineuses englobe l'atmosphère ou l'ambiance générale créée par la lumière à l'intérieur d'un espace. Il fait référence aux aspects qualitatifs de la lumière, tels que son intensité, sa température de couleur, sa direction et sa distribution, ainsi qu'à la manière dont ces facteurs interagissent avec les éléments de conception architecturale et intérieure d'un espace pour évoquer des sentiments spécifiques ou améliorer la fonctionnalité. La relation entre la lumière naturelle et l'ambiance lumineuse est intrinsèquement liée à la manière dont la lumière est utilisée pour influencer la perception et l'expérience d'un espace.

Parvenir à une ambiance lumineuse souhaitable implique une planification et une conception minutieuses pour équilibrer l'esthétique, la fonctionnalité et les effets psychologiques de la lumière sur les usagés . La condition humaine et les expériences vécues sont des éléments essentiels à prendre en compte lorsqu'on cherche à créer des espaces intérieurs bien éclairés et agréables à vivre, Cette question sera abordée plus en détail dans le chapitre prochain.

Chapitre II:

Les ambiances lumineuses et le comportement adaptatif des occupants

Introduction

L'occupant joue un rôle central dans la dynamique de réduction de la consommation énergétique grâce à la compréhension de ses besoins. Les recherches récentes sont devenues plus conscientes de l'interaction entre les bâtiments, l'énergie et l'occupant, car l'occupant est le premier responsable de son environnement, soit par la consommation d'énergie, soit par la recherche du confort. Concernant notre problématique, l'optimisation des performances dans la conception des bâtiments représente un double défi, nécessitant à la fois des solutions techniques avancées et une compréhension approfondie des besoins humains (Juliana Portela Vilar de Carvalho et al., 2018).

Les performances optimales d'un bâtiment ne peuvent être atteintes que si l'environnement intérieur répond aux besoins et aux préférences des occupants. Cela nécessite une compréhension approfondie de leurs comportements et habitudes, ainsi que la création d'espaces qui favorisent leur bien-être, leur productivité et leur satisfaction.

La façon dont les occupants interagissent avec le système d'éclairage a un effet important sur l'efficacité de l'éclairage naturel intérieur et la qualité des ambiances lumineuses. Un obstacle important à l'amélioration des ambiances lumineuses de l'espace habité et à la réduction de l'utilisation de l'éclairage artificiel est le manque de connaissances sur le comportement de leurs occupants. Le concept Comportement des occupants n'a pas encore été pleinement exploré dans les pays en développement, y compris l'Algérie, et en particulier dans le domaine de la recherche sur les ambiances lumineuses où l'occupant usagé est considéré comme un acteur principal de sa qualité.

Dans ce chapitre, nous examinerons en détail le concept de comportement des occupants, les facteurs qui influent sur ce comportement, ainsi que les outils d'analyse utilisés pour étudier ce phénomène. En appréhendant ces aspects, nous pourrons mieux concevoir et gérer les espaces bâtis pour répondre aux besoins et aux préférences des occupants, ce qui contribuera à créer des environnements intérieurs plus confortables, productifs et durables.

II.1 Définitions et conceptualisation du comportement des occupants dans les bâtiments : Une approche multidimensionnelle

Pour mettre en évidence la diversité des définitions existantes, nous présenterons quatre interprétations du terme "comportement":(Schweiker, 2010)

(1) Comportement : une réaction aux stimuli provenant à la fois de l'intérieur et de l'extérieur.

(2) Le comportement: Le comportement fait référence aux actions ou réactions d'un objet ou d'un organisme, souvent en lien avec leur environnement. Ces actions peuvent être évidentes ou dissimulées, conscientes ou inconscientes, volontaires ou involontaires (Schweiker, 2010).

(3) Le comportement est défini comme un ensemble de processus conscients que les individus utilisent pour ajuster leurs actions en réponse aux changements dans leur environnement (Danchin et autres, 2008).

En se basant sur les définitions précédentes du concept de "comportement", nous pouvons définir le comportement des occupants comme étant l'ensemble des réactions comportementales face à l'inconfort, ainsi que leurs présences, mouvements et interactions avec les systèmes du bâtiment qui influent sur sa performance, notamment sur les plans énergétique, thermique, visuel, auditif et de la qualité de l'air intérieur (QAI) (Habtamu Tkubet Ebuy et al., 2023).

Le comportement des occupants comprend une série intentionnelle d'actions cohérentes qui vont au-delà de simples gestes comme l'ouverture ou la fermeture des fenêtres. En fait, la plupart de ces actions se déroulent sans que l'occupant en soit conscient. Ces efforts, conscients ou inconscients, visent à modifier les aspects physiques de l'environnement bâti en fonction de l'expérience passée de l'occupant et de la comparaison avec l'environnement perçu. C'est ainsi que se définit le comportement de l'occupant. (Schweiker, 2010) (Belafi, 2018). Cette relation entre l'occupant et le système du bâtiment est expliquée dans le schéma ci-dessous (Figure II.1).

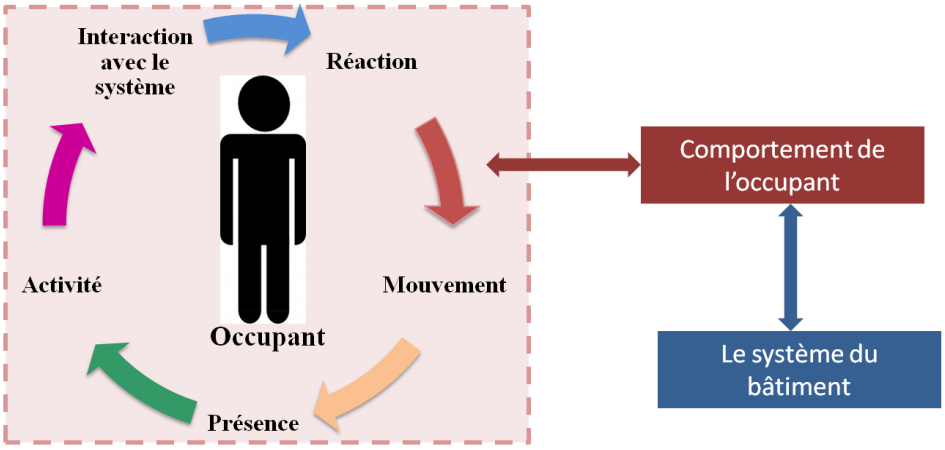


Figure II. 1.Relation entre le comportement de l'occupant et le système du bâtiment. Source: Auteure,2024.

Les comportements d'un individu ou d'un groupe au sein d'une habitation sont représentés par la manipulation des équipements intérieurs, tandis que les actions sont des événements ponctuels. Les activités, en revanche, s'étendent sur une certaine période de temps. Par exemple, les résidents peuvent ouvrir ou fermer des portes et des fenêtres, allumer des lumières, mais aussi réaliser des tâches plus complexes telles que cuisiner ou regarder la télévision. Comme mentionné précédemment, ces activités sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'efficacité énergétique résidentielle (BATIER, 2016).

Le terme "comportement de l'occupant" désigne la façon dont les occupants utilisent les systèmes de construction pour réguler l'environnement intérieur afin de préserver leur santé et d'obtenir un éclairage confortable dans les structures. Le besoin de contrôle de l'homme sur les éléments environnementaux s'étend à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des habitations. Avant de pouvoir modifier les systèmes et les composants d'un bâtiment, les occupants doivent d'abord chercher à améliorer la qualité visuelle ou la qualité de l'éclairage en ajustant les rapports de luminance, les reflets et l'éblouissement, ainsi que l'aspect esthétique.

II.1.1 La classification et la diversité des réactions comportementales des occupants dans les environnements bâtis

Cabanac a introduit le terme "alliesthésie", en fusionnant les mots "allios" (signifiant "changé") et "aisthesis" (signifiant "sensation"). Cette expression vise à expliquer comment les signaux internes du corps peuvent influencer la perception d'un stimulus externe comme agréable ou désagréable. La recherche d'environnements agréables et l'évitement des environnements désagréables sont des tendances naturelles chez l'homme, car *« les gens réagissent de manière à rétablir leur confort lorsqu'un changement se produit, par exemple lorsqu'il provoque un inconfort* » explique (Elham Delzendeh et al., 2017).

Les disparités individuelles en termes de physiologie et de psychologie, ainsi que divers autres facteurs externes tels que les considérations économiques et réglementaires, conduisent à ce que les individus ne réceptionnent, perçoivent et réagissent pas de manière uniforme.

Les chercheurs (Simona D'Oca & Valentina Fabi , 2014) ont catégorisé les occupants en consommateurs d'énergie actifs, moyens ou passifs. Par opposition, l'utilisateur passif choisit de ne pas intervenir et de tolérer un certain inconfort, tandis que l'utilisateur actif ajuste le réglage du chauffage pour se chauffer ou se rafraîchir. Une autre

classification, proposée par(Tianzhen Hong et al., 2015), décrit plus précisément le comportement des individus, allant de l'économiste en énergie au prodigue en énergie, en passant par l'indifférent à l'énergie. En utilisant une approche différente, (Shuqin Chen et al., 2015) ont segmenté les aspects comportementaux des habitations en trois niveaux de complexité : simple, modéré et complexe.

II.1.2 Les besoins, éléments catalyseurs de comportement des occupants

L'hypothèse de Maslow, fondée sur cinq besoins humains essentiels, est représentée par une structure pyramidale, comme illustré dans la figure II.2.

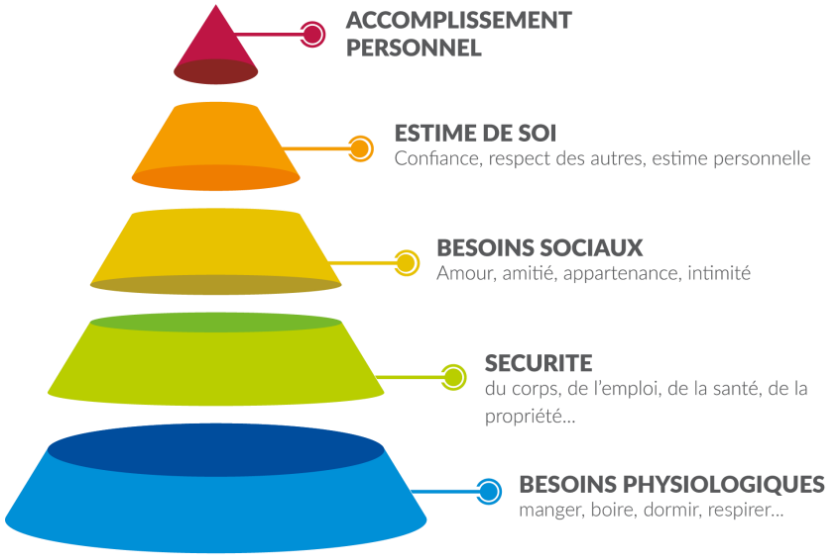


Figure II. 2.. Le pyramide de Maslow. Source: (Alexandre Cornillon , 2024).

Les besoins sont classés en cinq catégories prioritaires :

1. Les besoins physiologiques de base, tels que manger, dormir et se protéger, sont liés à l'instinct de survie.
2. Le besoin de sécurité, incluant la stabilité et l'absence de peur, est souvent associé aux niveaux 1 et 2 de la pyramide.
3. Le besoin d'amour et d'appartenance implique le désir de liens affectifs et d'intégration dans un groupe ou une famille.
4. Le besoin de respect, de reconnaissance et de réputation, surtout au sein d'un groupe social.
5. Le besoin d'accomplissement de soi, lié à la réalisation du potentiel personnel et à l'harmonie intérieure.

Dans le contexte d'un bâtiment, la priorité principale est d'assurer la protection des occupants contre les éléments. Une structure confortable garantit un environnement intérieur agréable avec une dépendance minimale aux conditions externes telles que la météo ou le bruit. Une fois les exigences de confort remplies, la gestion efficace de l'énergie, bien que cruciale pour l'impact environnemental, devient une préoccupation secondaire.

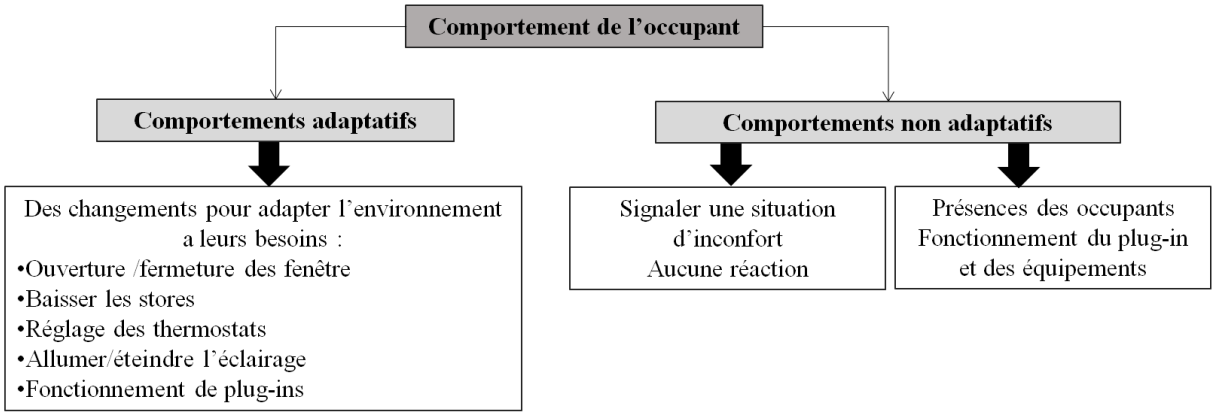
Les besoins actuels sont regroupés en plusieurs domaines interdépendants : éclairage, isolation phonique, confort thermique, qualité de l'air et efficacité énergétique. Il est primordial de souligner que les besoins des occupants prévalent sur les exigences énergétiques.

Roulet (2006) souligne que la priorité principale d'un bâtiment est d'assurer la sécurité et le bien-être de ses occupants, plutôt que de se concentrer uniquement sur l'économie d'énergie. En effet, s'il en était autrement, la meilleure façon d'économiser de l'énergie serait de ne rien construire du tout. Bien qu'il soit important de ne pas gaspiller l'énergie, il est crucial de noter qu'une consommation élevée d'énergie n'est pas toujours synonyme de confort, notamment en raison des effets néfastes de la pollution sur les occupants. Il est tout à fait envisageable d'atteindre un niveau de qualité exceptionnel de l'environnement intérieur tout en réduisant considérablement la consommation d'énergie grâce à une planification réfléchie et intégrée (Roulet, 2006).

II.2 Les catégories de comportement des occupants : un système complexe

Il est essentiel de noter en premier lieu que les interactions des occupants avec les systèmes des bâtiments ne constituent qu'un aspect du comportement humain. Les résultats de cette interaction, résultant d'une fusion constante de plusieurs éléments issus des paramètres sociaux et naturels, peuvent être utilisés pour décrire le comportement humain. Ces paramètres sont souvent désignés sous le terme de "facteurs externes" et d'autres comme "facteurs internes", comme suggéré par Schweiker.

La figure suivante illustre comment (Tianzhen Hong1 et al., 2017) ont divisé les activités des occupants en deux catégories : les comportements adaptatifs et les comportements non adaptatifs (Figure. II.3).



. Figure II. 3. Deux catégories de comportement de l'occupant . Source: (Tianzhen Hong1 et al., 2017) modifié par l'auteure ,2024.

II.2.1 Comportement adaptatif : Analyse et facteurs influençant l'interaction avec l'environnement bâti

Dans le but d'ajuster leur environnement à leurs besoins et à leur confort, les habitants adoptent des comportements adaptatifs, comme décrit par (Tianzhen Hong1 et al., 2017). Les habitants peuvent :

- Ajustent l'atmosphère intérieure en fonction de leurs exigences ou de leurs goûts en ouvrant ou en fermant les portes et les fenêtres, en allumant ou en éteignant les lumières, etc.

- La façon dont ils se comportent par rapport à leur environnement : comment ils s'habillent, comment ils naviguent dans le bâtiment, comment ils boivent, etc.

L'approche adaptative analyse le comportement humain en reconnaissant que les individus peuvent agir sur leur environnement en fonction de leurs désirs, par le biais de trois types d'adaptation : les actions comportementales, l'acclimatation et l'accoutumance. Grâce à ces adaptations, les individus peuvent contribuer activement à préserver leur propre confort (Mala Endravadan, Françoise Thellier, Françoise Monchoux, 2004).

Le degré de réaction des résidents est fortement influencé par la disponibilité de «possibilités d'adaptation » par rapport aux « contraintes » ou limites, ou par la mesure dans laquelle un bâtiment peut leur fournir des moyens d'intervention. Cela peut résulter (Mala Endravadan, Françoise Thellier, Françoise Monchoux, 2004):

(a) De caractéristiques propres au bâtiment, comme le fonctionnement des fenêtres, la distance entre les occupants et les fenêtres, ou l'aménagement intérieur (espaces ouverts ou séparés).

(b) Des caractéristiques énergétiques du bâtiment, telles que la proximité des différents contrôleurs de système ou le système de contrôle individuel.

(c) De la structure sociale des bâtiments.

Les restrictions sont définies comme l'absence de ces opportunités ou possibilités d'adaptation (c'est-à-dire l'absence de moyens pour ajuster l'environnement).

L'ajustement comportemental représente la rétroaction la plus rapide avec l'environnement thermique (Figure II.4). Cela a probablement été pris en compte comme un résultat dans le modèle statistique précédent.

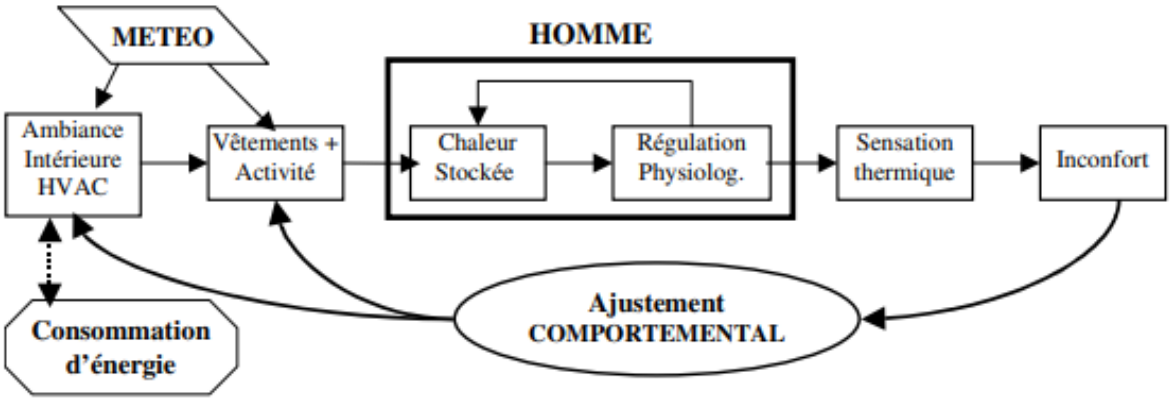


Figure II. 4. Boucle de rétroaction pour l'ajustement comportemental (Mala Endravadan, Françoise Thellier, Françoise Monchoux, 2004)

II.2.2 Influence des actions non adaptatives sur la performance finale d'un bâtiment

La performance finale d'un bâtiment peut être influencée par des actions non adaptatives telles que :

1. La présence des occupants
2. Le fonctionnement des équipements.
3. Le signalement des problèmes d'inconfort

Ces comportements sont davantage liés aux habitudes des occupants, comme les activités quotidiennes (cuisine, nettoyage, repos, etc.), qu'à l'adaptation de l'environnement à leur niveau de confort. Cependant, l'utilisation des prises inclut également l'adaptation du fonctionnement des ventilateurs, des appareils électriques et des chauffages personnels. (BATIER, 2016)

II.3 Comportement des occupants et le système du bâtiment

Avant d'examiner la recherche sur les variables influençant le comportement des occupants, il est important de prendre en compte les observations générales faites par

(Mathieu BONTE, 2014), basées sur le travail de R. J. Cole et Green (2003). Ils notent que les occupants :

- Réagissent à des événements extérieurs aléatoires.
- N'agissent qu'après avoir été incités par un événement.
- Attendent souvent un certain temps avant de réagir.
- Surcompensent souvent face à des désagréments relativement mineurs.
- Choisissent le plan d'action le plus simple et rapide plutôt que le meilleur, afin de bénéficier immédiatement des effets.
- Laissent les systèmes en place après un changement, consciemment ou inconsciemment.
- Ne réinitialisent pas les systèmes après que l'inconfort se soit dissipé.

Ces premières constatations montrent clairement que le comportement des occupants dans les bâtiments est complexe. Il est également évident que l'inconfort joue un rôle crucial dans le mécanisme d'action. L'accessibilité et la disponibilité des mécanismes d'adaptation sont des facteurs déterminants du comportement des occupants. De nombreuses recherches ont été menées sur ce paramètre..

II.3.1 Comment peut-on décrire le comportement de l'occupant ?

Quatre éléments principaux peuvent être utilisés pour décrire comment le comportement d'un occupant ou d'un groupe d'occupants affecte le système du bâtiment : les facteurs déterminants, les besoins, les actions et les systèmes (Figure II.5). Ces éléments incitent l'utilisateur à s'engager dans une activité liée à l'énergie ou à interagir avec un système (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013):

- Les facteurs déterminants sont les éléments qui motivent un occupant à s'engager dans des activités liées à l'énergie ou à interagir avec un système.
- Les besoins sont les exigences matérielles et immatérielles d'un occupant qui doivent être satisfaites pour que celui-ci soit satisfait de son environnement.
- Les actions sont les interactions qu'un occupant peut entreprendre avec des systèmes ou des activités pour obtenir un confort environnemental.
- Les systèmes sont les équipements ou les mécanismes d'un bâtiment avec lesquels un occupant peut interagir pour rétablir ou maintenir le confort environnemental.

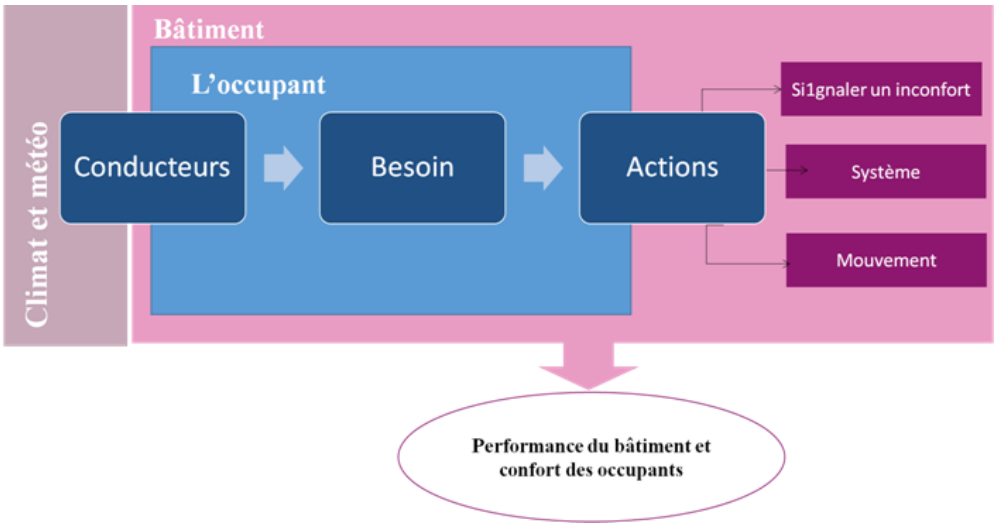


Figure II. 5. Le cadre théorique du comportement des occupants (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013).

Considérons la situation de base suivante pour illustrer les facteurs, les besoins, les actions et l'idée de système :

Pendant la journée, un habitant dispose de fenêtres mobiles et d'une ventilation naturelle. Tout au long de la matinée, le résident accomplit ses tâches ménagères habituelles. Lors de l'exécution de ces tâches, il a besoin d'un éclairage approprié. Si l'éclairage naturel ne répond pas à ses besoins, l'occupant ressent de l'inconfort. Dans ce cas, il utilise l'éclairage artificiel, ce qui entraîne une baisse de la température ambiante et une amélioration de l'environnement intérieur pour l'occupant.

Dans cet exemple :

- La quantité de lumière est le "facteur déterminant".
- La nécessité d'assurer le confort visuel de l'occupant est le "besoin".
- L'ouverture de la fenêtre par l'habitant est l'"action".
- La fenêtre est le "système".

II.3.2 **Les facteurs déterminants**

Tout ce qui incite un occupant d'un bâtiment à s'engager dans une activité ou une action avec un système de bâtiment affectant la consommation d'énergie du bâtiment est un facteur moteur (figure II.6). Des éléments environnementaux comme la température de l'air intérieur et le rayonnement solaire, ainsi que des éléments non physiques tels que l'heure de la journée ou la saison, peuvent constituer ces moteurs.

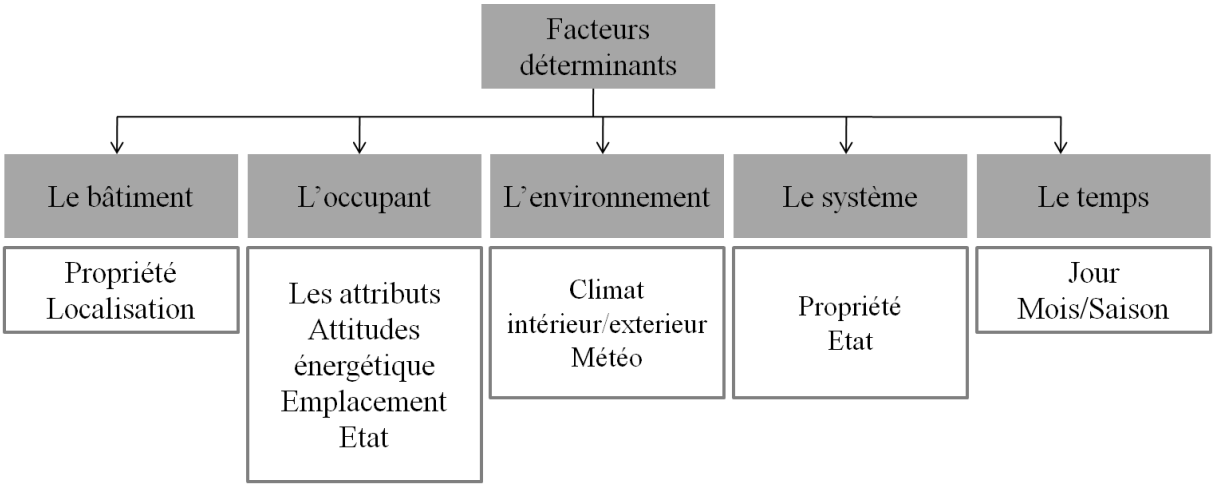


Figure II. 6.Facteurs à l'origine du comportement des occupants en matière d'énergie. Source: (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013) modifiée par l'auteure,2024.

1-1- **Le bâtiment :** Les caractéristiques physiques réelles de la structure, telles que son orientation (la quantité de rayonnement solaire que la façade reçoit) Yufan Zhang,Peter Barrett 2012,cité par (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013), son matériau de construction, son plan d'étage, etc., peuvent servir de facteurs d'influence. La façon dont un bâtiment est situé par rapport aux bâtiments voisins, aux autoroutes très fréquentées, aux champs, etc., peut également avoir un impact sur le comportement de ses résidents (Ted Johnson,Tom Long, 2005)

1-2- **L'occupant :** Les caractéristiques d'un occupant incluent son âge, son sexe, son niveau de mobilité physique et d'autres facteurs qui peuvent influencer son comportement, sa réaction aux indices environnementaux et son interaction avec les systèmes du bâtiment. La façon dont un occupant interagit avec les systèmes énergétiques du bâtiment est déterminée par son attitude envers l'énergie (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013).

Le statut de l'occupant indique son taux métabolique ainsi que ses actions lorsqu'il entre dans un lieu, le quitte ou y reste. Le taux métabolique a une influence significative sur le comportement de l'occupant. Il a été constaté que le moment où les gens entrent dans un lieu et le quittent, par opposition au moment où ils y restent, a un impact plus important sur des actions telles que l'ouverture des fenêtres, l'utilisation des stores et l'éclairage (Hunt, 1980).

1-3-**L'environnement:** Le temps, le climat ainsi que les facteurs intérieurs et extérieurs tels que l'humidité, la température de l'air, le rayonnement solaire et la qualité de l'air, jouent un rôle majeur dans la manière dont les personnes réagissent à leur environnement.

1-4-**Le système** : La recherche indique que l'état actuel du système d'un bâtiment est un indicateur statistiquement significatif de la probabilité qu'un résident s'engage dans ce système. L'état d'une fenêtre en est une illustration. Indépendamment de toute impulsion externe, une fenêtre qui a été ouverte ou fermée par un habitant le matin est susceptible de rester dans cet état (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013).

1-5- **L'heure**: L'heure de la journée joue un rôle important dans les variations quotidiennes des conditions météorologiques extérieures, ainsi que dans la présence et l'emplacement des résidents dans une structure. De même, les changements saisonniers influent sur les conditions météorologiques extérieures et les circonstances qui en découlent à l'intérieur d'une structure. Tous ces éléments ont un impact sur la manière dont les systèmes de construction et les individus interagissent (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013).

II.3.3 Les besoins

En fonction de leur degré de confort global, les occupants auront des exigences ou des attentes particulières concernant leur environnement. Leur confort est généralement considéré comme atteint lorsque ces exigences et attentes sont pleinement satisfaites, comme le montre la figure II.7. Ces besoins peuvent être de nature physique ou non physique, et les deux grandes catégories ont été choisies pour permettre l'intégration de nouvelles demandes tout en couvrant l'ensemble des besoins et en simplifiant la classification.

- Une des exigences physiques essentielles pour les occupants est le confort thermique, qui se réfère à leur satisfaction quant à la température intérieure.
- Le confort visuel : absence d'éblouissement, de contraste élevé ou de luminosité insupportable .
- Le confort acoustique : des niveaux de bruit de fond qui se situent dans une fourchette raisonnable. Une bonne qualité ou humidité de l'air intérieur est importante pour la santé de l'environnement intérieur. Ce besoin d'intimité ou l'exigence de préserver la vue sur le monde extérieur (satisfaction environnementale) sont deux exemples d'exigences non physiques. Ces deux éléments améliorent la satisfaction globale des occupants et peuvent influer sur la performance énergétique du bâtiment par la manière dont les occupants interagissent avec des systèmes tels que les stores.

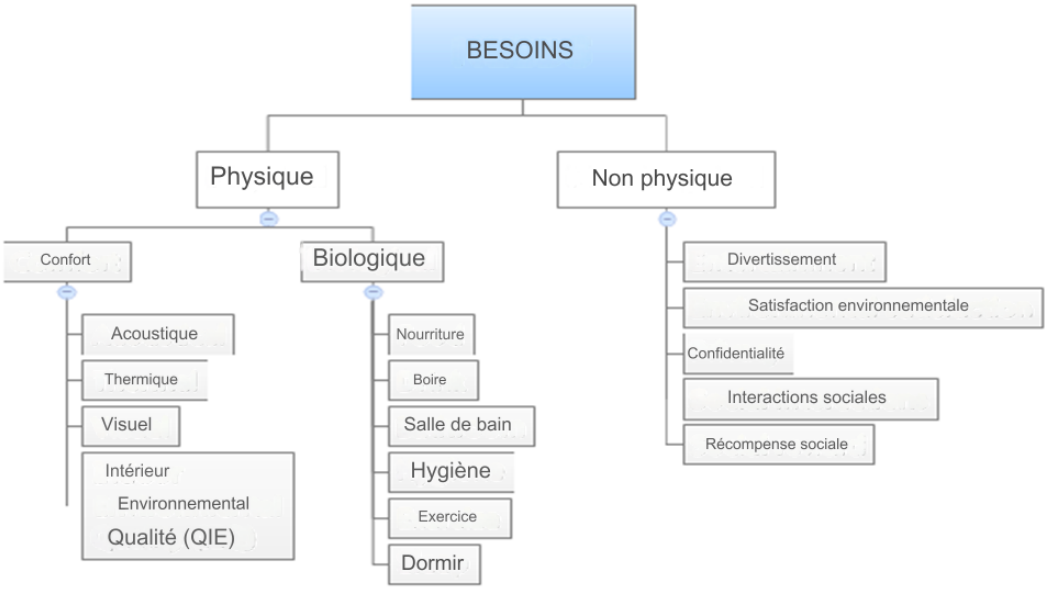


Figure II. 7. Le besoin de l'occupant dans le bâtiment. Source: (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013)

II.3.4 Les actions

Lorsqu'une ou plusieurs des attentes de l'occupant ne sont pas satisfaites, une situation de "crise de confort" se produit, comme le décrit (D. Haigh1981 cité par (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013). Ce sentiment désagréable pousse l'occupant à agir (Figure II.8).

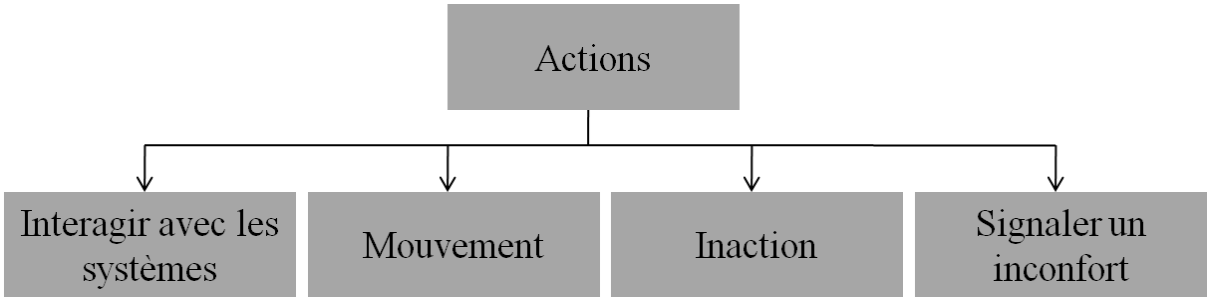


Figure II. 8. Actions entreprises par les occupants du bâtiment lorsque leurs besoins ne sont pas satisfaits. Source: Auteure,2024.

Cette action peut consister à interagir avec un système qu'il pense pouvoir lui redonner du confort. Par exemple, il peut ajuster ses vêtements, ouvrir une fenêtre ou baisser le thermostat s'il fait trop chaud. D'autres actions peuvent inclure informer le gestionnaire du bâtiment de son inconfort, changer de lieu à l'intérieur du bâtiment ou même quitter complètement le bâtiment.

De plus, l'occupant peut décider de ne rien faire et de supporter son inconfort. Cette décision peut s'expliquer par le manque d'accès à des solutions appropriées ou par la

perception que l'effort nécessaire pour soulager l'inconfort est trop important, comme le soulignent(J. F. Nicol and M. A. Humphreys, 2002). L'inaction peut également résulter de la pression sociale, où un résident modifie son intention d'agir pour soulager son inconfort parce qu'il craint que d'autres résidents soient affectés par cette action (F. Haldi and D. Robinson, 2010).

II.3.5 Les systèmes

Tout dispositif interne ou équipement pouvant influencer la performance énergétique d'un bâtiment après avoir été manipulé par un occupant est désigné comme un "système" ou un "système de bâtiment" (Figure II.9).

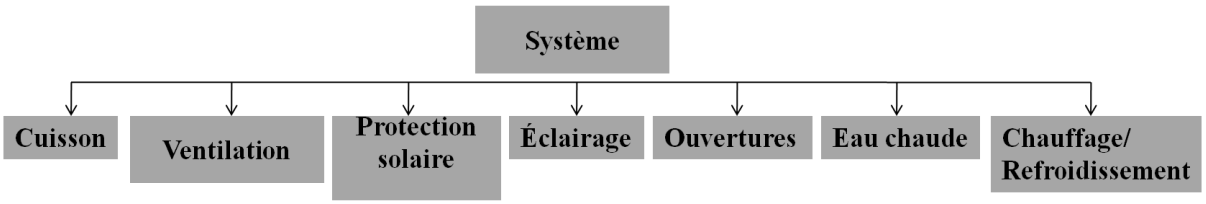


Figure II. 9. Systèmes du bâtiment avec lesquels un occupant peut interagir, entraînant un changement dans la consommation énergétique du bâtiment. Source :Auteure,2024.

Pour qu'un impact sur la performance énergétique du bâtiment soit observé, un occupant doit agir sur un système ou en prendre le contrôle. Parmi les systèmes couramment contrôlables et manipulables par les occupants, on trouve l'éclairage, les thermostats, les fenêtres, les volets et les stores. La manière dont ces systèmes sont contrôlés a une influence directe sur la performance énergétique globale du bâtiment.

L'expérience a révélé qu'une fois que l'installation est occupée, il existe souvent une importante disparité entre la demande d'énergie prévue et la consommation réelle. Cette situation peut s'expliquer par le fait que les résidents adoptent parfois des comportements contre-productifs, car leurs actions ne sont pas alignées avec une utilisation efficace de l'énergie.

II.4 Le comportement de l'occupant entre insuffisance et satisfaction

La satisfaction des occupants est influencée par la gravité des problèmes rencontrés (Ng et al., 2011). Selon Song et Yan (2006), la satisfaction est définie comme une évaluation globale découlant des interactions avec un bien ou un service spécifique. Mohit et al. (2010) restreignent cette analyse à la satisfaction de l'occupant, qui représente le niveau de contentement ressenti par les utilisateurs lorsque leurs exigences ou désirs sont comblés par leur logement. Les résidents expriment leur bonheur s'ils reçoivent ce qu'ils

attendent et ne se plaignent pas de l'état de leur logement (Salleh, 2008). De plus, Karna (2004) et Torbica et Stroh (2001) indiquent qu'un sentiment de satisfaction se manifeste lorsque le logement correspond aux attentes. Selon Zavadskas et al. (2009), les consommateurs sont satisfaits lorsqu'ils n'ont aucune inquiétude concernant l'état de leur maison (Siti Nur Fazillah Mohd Fauzi et al., 2012).

Cependant, le mécontentement survient lorsque les performances d'un système ne répondent pas aux attentes des consommateurs et révèlent un écart entre les besoins réels des occupants et la qualité de leur logement (Baum et Hassan, 1999). D'après Auchterlouny (2009), Adriaanse (2007), Barlow et Ozaki (2003), et d'autres, le contentement est lié à des conditions de vie favorables. Hyun et al. (2008) mentionnent que la présence de défauts est utilisée comme indicateur de la qualité supérieure du logement. Le mécontentement survient lorsque les propriétés des propriétaires présentent un plus grand nombre de défauts (Ng et al., 2011).

II.5 Comportement des occupants et la consommation énergétique du bâtiment

Dans le domaine de l'énergie, le terme "comportement" se réfère principalement aux actions observées d'une personne ou à ses réponses à des stimuli internes ou externes. Il peut également désigner les réactions d'une personne pour s'adapter aux conditions environnementales telles que la température, la qualité de l'air intérieur ou l'ensoleillement. En somme, il englobe les actions et les réactions des individus face à divers aspects liés à l'énergie et à l'environnement (BATIER, 2016).

Selon Page et al. (2008), les effets des occupants sur la performance énergétique d'un bâtiment peuvent être mesurés sur la base de divers facteurs, notamment :

1. Leur présence, qui entraîne la production de gains de chaleur internes, d'émissions de CO2, de vapeur d'eau, etc.
2. Leurs activités quotidiennes telles que la cuisson, l'éclairage, l'ouverture et la fermeture des portes, qui peuvent influencer la consommation d'énergie.
3. Leurs interactions avec les commandes des systèmes du bâtiment, comme l'ajustement des thermostats, des fenêtres ou des stores, qui peuvent modifier les charges énergétiques.

Selon Hong et al. (2017), il existe un double lien entre la performance énergétique des bâtiments et les activités des occupants. D'une part, les changements dans

l'environnement du bâtiment incitent les utilisateurs à interagir avec les systèmes de contrôle, ce qui entraîne des modifications des charges énergétiques. D'autre part, les comportements adaptatifs des résidents modifient l'environnement intérieur. La présence des occupants et ses effets, tels que les émissions de CO2 et les gains de chaleur, influent sur leur confort thermique et leur qualité de vie. Pour maintenir ce confort, les occupants ajustent les systèmes intérieurs, tels que les fenêtres ou les appareils de chauffage, ce qui influence à son tour la demande d'énergie du bâtiment. Ainsi, les activités des occupants jouent un rôle crucial dans la dynamique de la performance énergétique des bâtiments (BATIER, 2016).

Les occupants influencent la quantité d'énergie utilisée et la gestion du climat intérieur à travers une série d'interactions. Leur présence génère de la chaleur, de l'humidité et des émissions de CO2 liées au métabolisme. En outre, plusieurs mesures peuvent être prises pour moduler ces interactions, comme le souligne (Vorger, 2014).

- La manipulation des fenêtres permet de réguler la quantité et la qualité de la lumière naturelle, affectant ainsi la demande énergétique pour l'éclairage et la climatisation.
- Le contrôle des dispositifs d'ombrage permet de moduler les apports solaires et l'éclairage naturel, influençant ainsi la nécessité d'utiliser l'éclairage artificiel.
- L'utilisation de l'éclairage artificiel est directement liée à la consommation d'énergie, ce qui rend crucial le contrôle et la gestion efficace de son utilisation pour optimiser les performances énergétiques du bâtiment.

II.6 **Facteurs influençant le comportement énergétique des occupants**

Les occupants jouent un rôle crucial dans l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Des recherches antérieures ont révélé que le comportement des occupants en matière d'utilisation de l'énergie constitue la majeure partie de l'écart entre les prévisions d'utilisation énergétique et l'utilisation réelle. Ce comportement est influencé par divers facteurs, à la fois subjectifs et objectifs (Vivian WY Tam et al., 2018).

Parmi les facteurs subjectifs, on compte les attentes, le sexe, l'âge, les valeurs et l'interaction sociale. Les facteurs objectifs comprennent le climat, la vitesse de l'air, la température, le bruit, l'accessibilité aux éléments de contrôle du bâtiment, ainsi que le moment et le type d'activité. De plus, des influences externes telles que la politique,

l'économie et la culture peuvent également avoir un impact sur ces paramètres (Vivian WY Tam et al., 2018).

L'objectif de la Figure II.10 est de représenter visuellement chaque association discutée précédemment, offrant ainsi une vue d'ensemble des différents facteurs qui influent sur le comportement des occupants en matière d'utilisation de l'énergie dans un bâtiment (Vivian WY Tam et al., 2018).

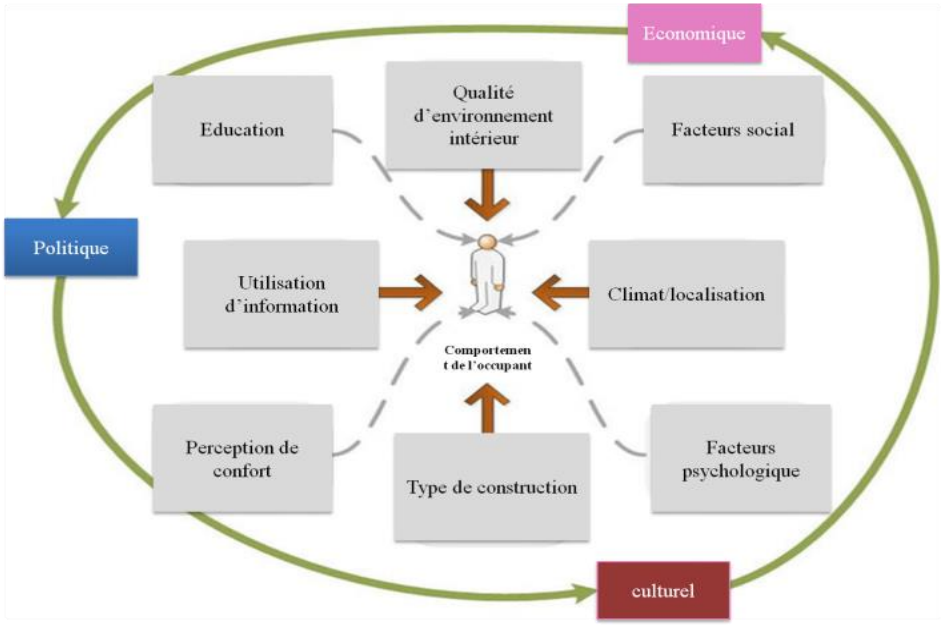


Figure II. 10. Facteurs influents sur le comportement des occupants. Source: (Vivian WY Tam et al., 2018).

Le comportement des occupants influence également la consommation d'énergie d'un bâtiment. Pour répondre à leurs besoins, les résidents doivent interagir et s'adapter à leur environnement. Trois principaux types de facteurs peuvent affecter la consommation d'énergie d'un occupant : les facteurs contextuels, les facteurs environnementaux et d'autres facteurs.

Les facteurs environnementaux incluent les aspects techniques liés au climat intérieur et extérieur, aux caractéristiques du bâtiment et à son équipement.

Les facteurs contextuels, tels que l'heure de la journée, le type d'espace et la saison, jouent un rôle clé dans les interactions et la présence des occupants dans le bâtiment (Gaetani , I., Hoes, P., & Hensen, J. L. M., 2016), (Figure II.11). Ces facteurs ont un impact sur le comportement énergétique des occupants, et leur influence est également modulée par d'autres éléments, tels que les facteurs sociaux, culturels, économiques,

physiologiques et psychologiques, qui reflètent les exigences et les préférences individuelles des occupants (Sebastian W , Davide C , John K , Henrik M , 2019).

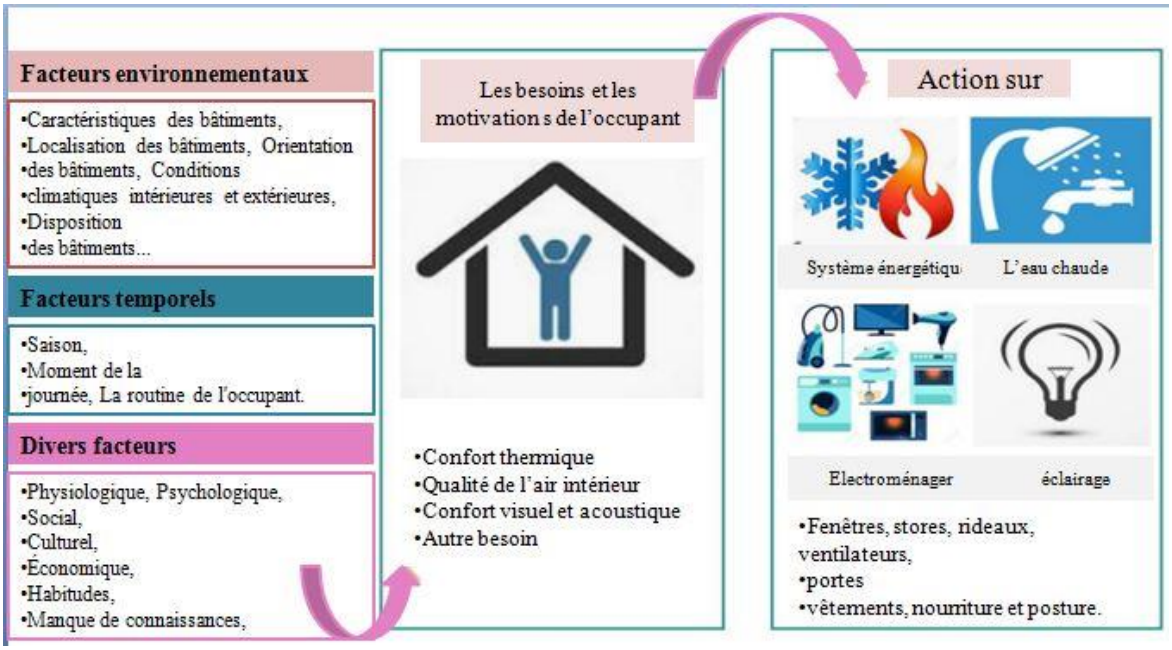


Figure II. 11.Disposition des conducteurs, des besoins et des actions comportementales des occupants. source: (Sebastian W , Davide C , John K , Henrik M , 2019).

II.6.1 Le contexte, un facteur principal de comportement de l'occupant

Entre les ménages, il existe des différences considérables dans l'activité humaine. Selon Kashif et al. (2011), le contexte joue un rôle crucial dans la formation du comportement humain. Henricksen et Indulska (2005) définissent le contexte d'une action comme "l'ensemble des circonstances qui l'entourent et qui sont potentiellement pertinentes pour sa réalisation". De même, Xuan Hoa Binh et al. (2010) décrivent le contexte comme "toute information pouvant être utilisée pour caractériser la situation d'un occupant à son domicile". Plus précisément, ils ont identifié cinq composantes principales du contexte domestique : les personnes qui y résident, le moment, le lieu, l'environnement et les objets. Les personnes vivant dans un foyer peuvent exercer des activités à divers endroits, ce qui ajoute à la complexité de comprendre et de prévoir les comportements énergétiques des occupants (BATIER, 2016).

II.6.2 Activité des occupants

Selon Milliken et Honeycutt (2004), une activité est définie comme toute tentative faite par les résidents pour satisfaire leurs besoins fondamentaux afin de survivre ou de se sentir à l'aise. De même, Kashif et al. (2013) et Xuan Hoa Binh et al. (2010) décrivent une activité comme "les actions ou réactions, généralement en relation avec l'environnement, visant à satisfaire les besoins des occupants en fonction du contexte actuel". Une activité peut ainsi impliquer des mouvements et des manipulations d'objets. Cette définition nécessite toutefois de cerner les exigences des occupants, ce qui peut être complexe dans des foyers où il se passe beaucoup de choses.

Selon Aerts et Collin (2014), il existe deux catégories d'activités : les tâches et les activités personnelles. Pour attribuer les activités les plus appropriées à chaque individu, il est nécessaire de prendre en compte la compatibilité des activités, la probabilité que les occupants soient affectés, ainsi que les probabilités de début et la distribution probable de la durée des activités. En plus des heures de début et de fin, des informations complètes sur les effets des activités sur l'environnement et la consommation d'énergie du bâtiment sont nécessaires pour envisager et évaluer des solutions potentielles de gestion de l'énergie.

Selon cette recherche, une activité localisée est définie comme quelque chose qu'un individu ou un groupe fait ou a fait pendant un certain temps dans un lieu spécifique (BATIER, 2016).

II.6.3 Présence et profil d'occupation

La présence des résidents dans leur logement est le premier facteur qui définit leur comportement. Deux critères et indicateurs principaux sont utilisés pour caractériser cette présence (Laaroussi Yousra, 2023) :

a) Le scénario de présence, La quantité de temps que les occupants passent à l'intérieur de leur logement. Cela inclut la durée totale de présence quotidienne ainsi que les moments spécifiques de la journée où les occupants sont présents.

b) Les profils des occupants, qui indiquent le nombre d'occupants, sont essentiels pour comprendre leur comportement énergétique. Dans certaines recherches, des détails supplémentaires tels que l'âge et le sexe des occupants sont également pris en compte pour une analyse plus précise. Ces informations permettent de mieux anticiper les besoins énergétiques et les habitudes de consommation, contribuant ainsi à une gestion plus efficace de l'énergie dans les bâtiments.

II.6.4 Interactions des occupants

Dans leur étude, Chen et al. définissent le comportement comme une activité ou une réaction observable visant à s'adapter aux conditions environnementales. Cette définition simplifie le concept de "comportement". L'objectif de l'étude et le contexte environnemental sont les principaux déterminants de la manière dont les occupants interagissent, ce qui peut également être caractérisé par divers degrés de complexité.

II.7 Les besoins de l'occupant relatifs à l'espace habité

Selon C. De Lauwe, les besoins dans une habitation sont culturels, psychologiques et physiologiques : nous avons des besoins d'aspiration, d'obligation et de repos. De plus, le logement doit également permettre de fonder une famille, d'acquérir de meilleures choses et de progresser intellectuellement.

Un logement doit nous permettre de nous épanouir intellectuellement et de nous satisfaire émotionnellement et spirituellement. Au fil du temps, les besoins des occupants évoluent de manière dynamique. Une fois qu'un besoin est satisfait, un nouveau besoin émerge, entraînant une modification continue des fonctions du foyer. Cette évolution dynamique des besoins incite les gens à rechercher constamment de nouvelles exigences. Ainsi, les changements dans l'environnement sont souvent déclenchés par le passage d'un niveau de besoin à un autre. La stagnation naturelle ou celle imposée par un habitat inflexible entrave cette transition fluide entre les niveaux de besoins.

Nous avons fait référence à la recherche de Rut Ledge de 1976, qui examine le lien entre l'homme et son lieu de vie, segmenté en trois catégories, afin d'expliquer plus en détail les demandes des habitants concernant leur environnement résidentiel, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur :

La relation physiologique : Cette catégorie est liée à l'environnement en termes de chaleur, de lumière et de son, et elle influe sur le confort et le bien-être des occupants.

La corrélation entre la taille et l'agencement physique de l'espace : Cela concerne la capacité de l'espace à soutenir les activités prévues et à fournir un environnement fonctionnel pour les occupants.

Les caractéristiques décrites par Claude Lamure dans son ouvrage "Adapter le logement à la vie familiale" : Ces éléments déterminent l'appréciation du cadre de vie par les familles. Ils sont représentés par neuf valeurs qui sont considérées comme des systèmes de valeurs familiales modifiés pour répondre aux problèmes de l'habitation:

1-Economique .....Coût

2-Unité familiale ..... Centrisme familial

3-Santé physique..... Effet sur santé physique

4-Esthétique..... .Ordre, harmonie et beauté

5-Loisir .....Activités diverses

6-Liberté.....Indépendance personnelle

7-Egalité.....Respect d'autrui

8-Santé mentale..... Sécurité psychologique

9-Prestige..... Considérations sociales.

II.8 Comportement des occupants et l'éclairement de l'espace

II.8.1 Facteurs d'utilisation de l'éclairage

Garantir le confort lumineux constitue un objectif subjectif qui est influencé par divers éléments tels que les normes culturelles, les considérations physiologiques et psychologiques, ainsi que les caractéristiques architecturales. Ces dernières ont des répercussions variables sur la ventilation, le thermique et l'utilisation des systèmes de chauffage.

Actuellement, la littérature scientifique sur ce sujet est lacunaire en raison du manque d'études observant les interactions des occupants dans les environnements résidentiels. Il est primordial de comprendre en premier lieu comment les individus interagissent dans leur environnement et les facteurs qui influent sur ces interactions afin de développer un modèle exhaustif du comportement des utilisateurs. Un ensemble d'éléments peut tous contribuer à l'impact sur la quantité d'éclairage utilisée (Figure.II.12).

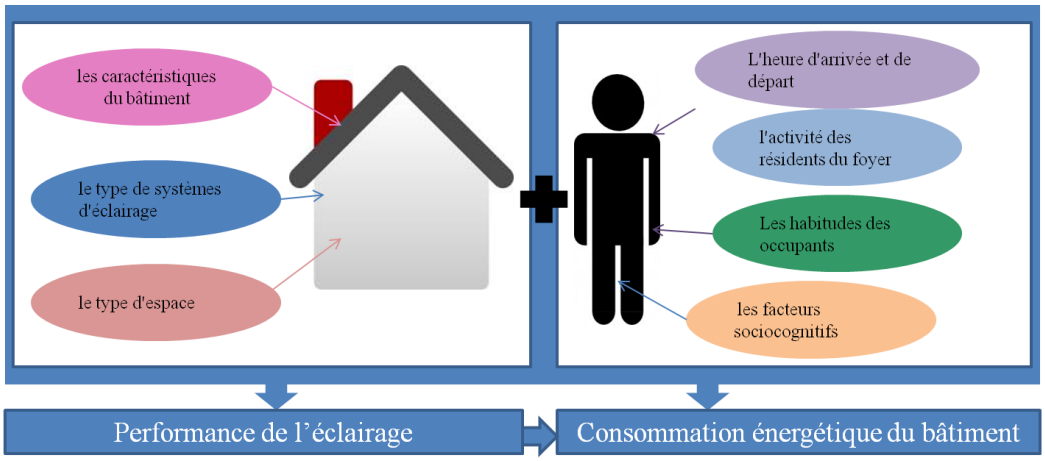


Figure II. 12. Facteur de l'utilisation de l'éclairage par l'occupant. Source: Auteure,2024.

En ce qui concerne les actions relatives à l'éclairage, aux stores et aux ombrages, les stimuli visuels jouent un rôle crucial dans ces interactions. Des recherches ont montré que des facteurs tels que l'éclairement, l'éblouissement et le rayonnement solaire sont étroitement liés aux ajustements de l'éclairage, à l'utilisation des stores et à l'ombrage.

II.8.2 Comportement des occupants et les ambiances lumineuses

D'un point de vue subjectif, l'ambiance lumineuse confortable influence les réactions psychophysiologiques des occupants, ce qui conditionne leur perception subjective du confort et du bien-être dans leur logement. Objectivement, les occupants peuvent adopter des stratégies d'adaptation qui sont étroitement liées à leurs attitudes et à leurs normes sociales. En effet, des études ont révélé que les occupants s'adaptent souvent à leur environnement jusqu'à ce qu'ils se sentent à l'aise (Figure.II.13), (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

Physique		Physiologique		Psychosociologique
Ambiances	**Gradeur principale des mécanismes physiques**	**Récepteurs**	**Voies nerveuses**	**Déclaration de confort**
Lumineuse →	Luminance →	Yeux →	→	Visuel

Figure II. 13. Phénomène mise en jeu par rapport à la sensation d'ambiance par l'individu d'après Boulet 2009.

D'autres études et évaluations des différentes techniques de simulation du comportement des occupants sont nécessaires afin de comprendre et de cartographier pleinement ce comportement, car la précision de ces techniques détermine leur fiabilité. L'intégration de mesures d'économie d'énergie sans compromettre le confort des occupants accroît la probabilité de leur engagement dans le processus. Une cartographie efficace nécessite des modèles de comportement prédictifs précis. Bien que des études antérieures se soient concentrées sur les interactions entre l'homme et le bâtiment, les théories du comportement, ainsi que sur les outils et les techniques de simulation des performances des bâtiments, il existe encore peu d'études comparatives et analytiques des méthodes de collecte de données. Cela est nécessaire pour analyser les résultats et démontrer comment améliorer la précision des simulations des performances énergétiques des bâtiments en intégrant des prédictions plus précises sur le comportement des occupants (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

Le comportement des utilisateurs dans un espace a un impact significatif sur l'apport et la répartition de la lumière naturelle dans ce lieu. L'arrangement et le type de mobilier peuvent également influencer considérablement la distribution de la lumière dans l'espace, affectant ainsi le confort des occupants.

II.9 Analyse du comportement des occupants en matière d'éclairage :

II.9.1 Actions de l'occupant sur l'éclairage dans les espaces intérieurs

Les recherches de Hunt montrent que les habitudes d'occupation des personnes influencent considérablement l'utilisation de l'éclairage. Il a démontré que les personnes ayant des horaires d'occupation irréguliers allument plus souvent les lumières, car celles-ci sont généralement activées dès qu'une personne entre dans la pièce et restent allumées jusqu'à la fin de l'occupation.

Des études menées par Boyce ont révélé trois comportements distincts :

1. Les personnes qui éteignent les lumières en quittant la pièce, souvent parce qu'elles préfèrent l'éclairage naturel.
2. Les responsables d'occupation qui éteignent les lumières lorsque cela convient à leur groupe.
3. Les autres personnes qui éteignent les lumières lorsque l'espace est inoccupé.

Ces résultats montrent qu'il existe diverses méthodes pour éteindre les lumières, sans qu'il soit nécessaire de les laisser allumées jusqu'à la fin de la période d'occupation. Toutefois, ces comportements sont spécifiques aux espaces partagés.

Les économies d'énergie potentielles en fonction du type d'activité ont été étudiées par Richman et ses collaborateurs. Ils ont calculé les "heures de lumière perdue", c'est-à-dire le temps pendant lequel les lumières restent allumées alors qu'elles ne sont pas nécessaires. Ils ont observé que, dans les espaces personnels, même pour de courtes périodes, le système d'éclairage s'éteint lorsque les occupants quittent les lieux. Ainsi, les gens éteignent les lumières en quittant ces espaces. En revanche, les espaces publics tels que les toilettes, les salles de restauration et les salles de photocopie restent toujours éclairés.

II.9.2 Actions sur les occultations

Le comportement des occupants influence la position des stores. Selon des études, les gens préfèrent généralement garder leurs stores ouverts, sauf en cas de luminosité ou de

chaleur extrêmes. Des variations quotidiennes et saisonnières dans la position des stores ont également été observées. Ces études soulignent l'importance de prendre en compte l'emplacement des stores lors de l'évaluation des performances énergétiques et environnementales d'un bâtiment.

De nombreuses recherches ont examiné l'emplacement des stores dans les bâtiments. L'orientation du bâtiment influence la position des stores, comme l'a montré une étude réalisée dans les années 1970 par Rubin et ses collègues. Les résultats ont révélé qu'au début de l'étude, 47 % des stores des façades orientées vers le Sud étaient fermés et 5 % complètement ouverts, contre 29 % et 30 % pour les façades orientées vers le Nord. Une autre étude, menée par Rea, a montré que l'emplacement des stores sur les façades Sud et ouest, où le pourcentage d'occultation était toujours de 60 %, n'était pas affecté par les conditions météorologiques. Par temps clair, 40 % des stores étaient fermés, alors que par temps nuageux, 60 % des stores de la façade est étaient fermés.

L'influence saisonnière sur la position des stores a été mise en évidence dans une étude ultérieure menée par Inoue et al. Ils ont découvert que le pourcentage de stores fermés pour des orientations spécifiques changeait en fonction de l'heure de la journée. Par exemple, le pourcentage de stores fermés était plus élevé le matin pour les orientations est-Sud-Est et est, et plus élevé le soir pour les orientations ouest et Sud-Sud-Ouest. De plus, ils ont constaté que lorsque le rayonnement direct atteignait un seuil de 60 W/m², le degré de déploiement des stores augmentait.

Les préférences des occupants en matière de position des stores ont également été étudiées. Selon des questionnaires remplis par 800 résidents, environ 70 % des occupants préfèrent généralement garder les stores ouverts, sauf en cas de chaleur intense ou de forte luminosité. Lindsay et Littlefair ont observé que les utilisateurs modifiaient rarement la position des stores pendant la journée, indiquant que leurs préférences étaient plutôt à moyen ou à long terme. Cependant, ils ont noté que les changements de position étaient plus fréquents sur la façade Sud et aux heures où le soleil se trouvait à un angle horizontal de 25 à 70°. Ils ont souligné la nécessité de poursuivre les recherches sur ce sujet pour mesurer plus précisément la performance énergétique et environnementale des bâtiments.

II.9.3 Action relative à l'ouverture/fermeture des fenêtres

L'ouverture des fenêtres est considérée comme l'une des interactions les plus importantes dans les bâtiments résidentiels, car les interactions régulières des occupants

avec leur environnement et les systèmes influencent la consommation d'énergie des bâtiments. Pour répondre efficacement à cette problématique, il est essentiel de combiner des approches quantitatives et qualitatives afin de collecter des données complètes sur les interactions des occupants avec les fenêtres. Cela permettra de mener une étude approfondie et efficace sur l'ouverture des fenêtres.

II.9.4 Actions sur les fenêtres

Selon (BRUNDRETT, 1977), les pratiques d'ouverture et de fermeture des fenêtres d'une famille sont influencées par les conditions météorologiques et la dynamique de la famille. À l'approche de l'hiver, les fenêtres sont progressivement fermées, puis rouvertes à mesure que le temps se réchauffe. Ils ont découvert que non seulement l'ouverture des fenêtres correspond à la température quotidienne moyenne, mais aussi que les foyers "actifs" ouvrent leurs fenêtres deux fois moins souvent que les foyers dont un membre est inactif.
(ANDERSEN et al., 2013) ont démontré que les comportements d'ouverture et de fermeture des fenêtres différaient en fonction du type d'habitation grâce à une analyse des mesures effectuées dans 15 résidences danoises sur une période de huit mois. Les deux principaux facteurs expliquant la probabilité d'un effet sur les fenêtres étaient la concentration de CO2 et la température extérieure.

II.9.5 L'interaction occupant- fenêtres

La configuration idéale du confort des occupants est déterminée par une combinaison de facteurs externes et internes (Chihye Bae, Chungyoon Chun, 2009).Les conclusions de l'IEA ECBCS Annexe 8 (Laaroussi Yousra, 2023) ont servi de base à l'étude bibliographique menée par Fabi et al. , qui a identifié cinq éléments clés influençant le fonctionnement des fenêtres dans les bâtiments résidentiels :

1-Les facteurs contextuels comprennent le type de logement et de pièce, l'orientation de l'espace ventilé, la saison, l'heure de la journée et le type de système ;

2-Les facteurs physiques comprennent les conditions extérieures et intérieures ;

3-Les facteurs psychologiques varient en fonction de la perception du confort .

4-Les facteurs physiologiques comprennent l'âge et le sexe.

5-Les facteurs sociaux comprennent l'horaire de présence des occupants et leurs habitudes, telles que le tabagisme.

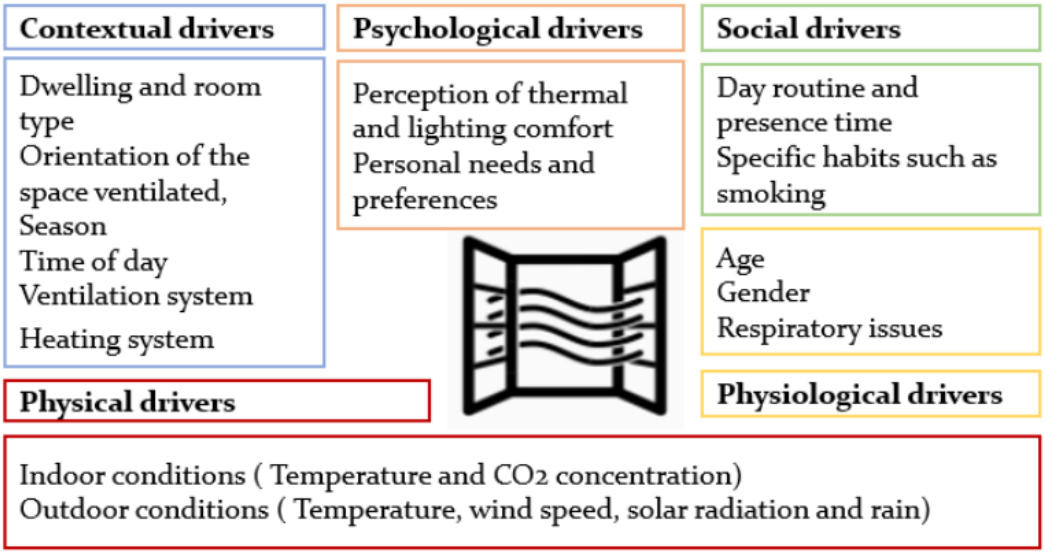


Figure 8: *Synthesis of windows opening drivers in literature.*

Figure II. 14. facteurs influençant l'ouverture et la fermeture des fenêtres. Source: (Laaroussi Yousra, 2023)

D'autres facteurs influancent le comportement des occupants: c'est l'utilisation de l'energie en général qui est influencée par des caractéristiques sociodémographiques telles que le revenu des occupants et le type d'occupation (propriétaire/locataire). Ces deux éléments modifient le comportement en réponse aux exigences et aux limites des habitants. À cet égard, les habitants ayant des revenus plus élevés peuvent choisir d'augmenter la température de consigne afin d'améliorer le confort thermique. En revanche, les locataires disposant d'un chauffage individuel et de faibles revenus préféreront abaisser la température de consigne et n'utiliser le chauffage qu'en cas d'absolue nécessité afin d'économiser de l'argent sur les factures d'énergie.

Les facteurs environnementaux, y compris la maison, les autres activités, l'ensoleillement, l'humidité et la qualité de l'air. Ce type d'activité a des effets variés sur les environnements intérieurs et la consommation d'énergie.

Des études en sciences sociales, en sciences du bâtiment et en économie ont toutes examiné la manière dont le comportement des habitants influe sur la consommation d'énergie d'une maison.

Plusieurs études se concentrent principalement sur les corrélations statistiques entre le comportement des occupants et d'autres comportements des occupants, ainsi que sur les facteurs physiques - tels que le rayonnement solaire, les températures de l'air intérieur et extérieur, qui affectent ce comportement (Anderson et al., 2011).

La décision d'ouvrir ou de fermer une fenêtre est prise par l'occupant et est influencée par une variété de facteurs, dont certains sont sociaux (par exemple, les normes de la culture, de l'économie et/ou de l'interaction entre les occupants) et d'autres sont physiques, biologiques et psychologiques. Les paramètres ayant un impact sur les occupants et leur comportement sont décrits dans la figure II.15,16 (Jiang, 2015).

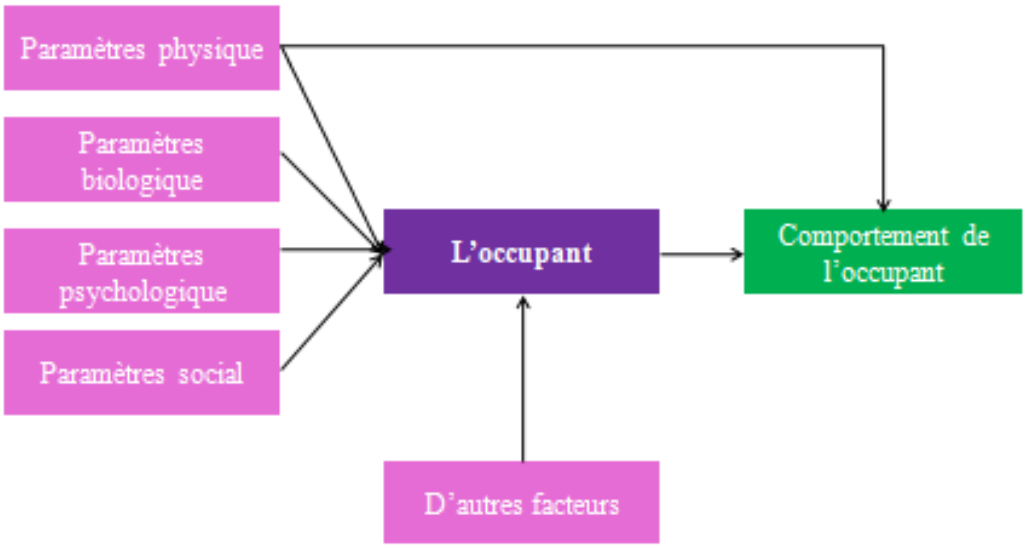


Figure II. 15. les paramètres influencent les comportements des occupants liés à l'énergie. Source: (Jiang, 2015)

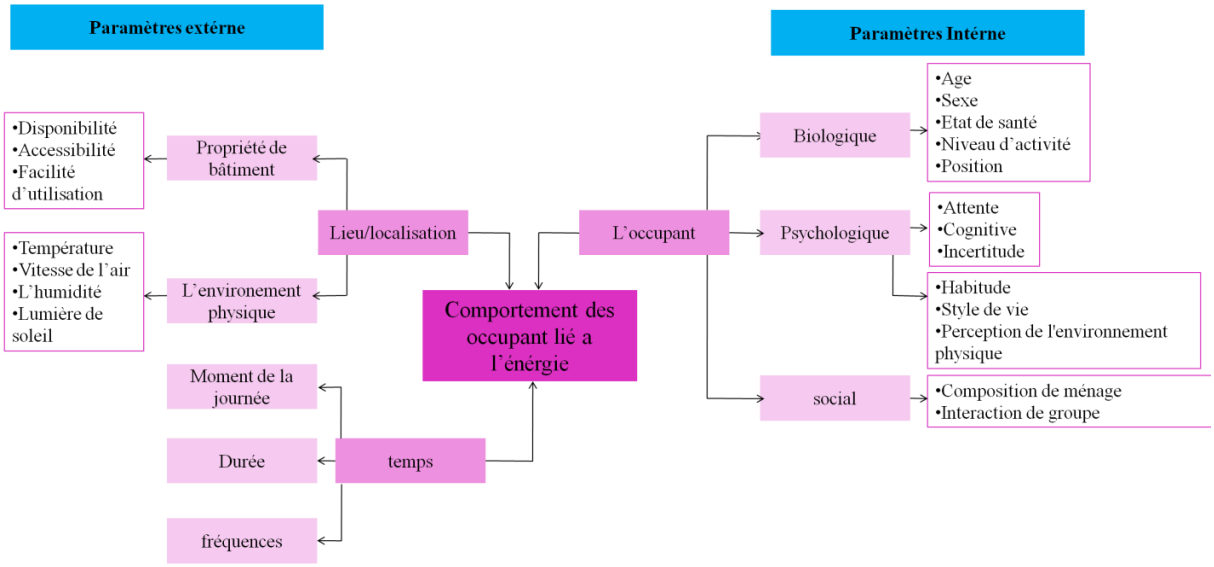


Figure II. 16. Paramètres élargis du comportement des occupants liés à l'énergie. Source: (Jiang, 2015).

Ce lien complexe entre les individus et leur environnement. Nous ne comprenons pas encore tout à fait pourquoi les locataires se comportent comme ils le font en ce qui concerne le contrôle des bâtiments (Jiang, 2015).

II.10 L'aperçu des tendances de recherche originales dans le domaine du comportement des occupants lié à la consommation d'énergie

Les recherches récentes sur le comportement des occupants en lien avec la consommation d'énergie mettent en évidence l'impact significatif des habitudes et des décisions individuelles sur la performance énergétique des bâtiments. En intégrant des données qualitatives issues de capteurs, de compteurs intelligents, d'enquêtes ou de simulations, les chercheurs cherchent à réduire l'écart entre les consommations théoriques et réelles. L'évolution des outils de modélisation permet ainsi d'améliorer la précision des simulations énergétiques, en tenant compte du confort physiologique et psychologique des occupants. Des approches expérimentales comme les chambres climatiques et les laboratoires vivants offrent un environnement contrôlé ou semi-naturel permettant d'observer les comportements de manière fine et prolongée. L'observation in situ, plus discrète et adaptée à des contextes réels, complète ces méthodes, bien qu'elle soit parfois limitée par des enjeux de confidentialité. Les enquêtes et questionnaires restent des outils clés pour saisir la perception subjective du confort et les comportements adaptatifs, malgré les limites liées à la participation. Enfin, les évaluations post-occupationnelles permettent de mesurer les changements de comportements et de perceptions après l'emménagement ou la rénovation d'un bâtiment, fournissant des informations précieuses pour améliorer les futures conceptions. L'ensemble de ces méthodes contribue à une meilleure compréhension de l'interaction entre les usagers et leur environnement bâti, dans une perspective de performance énergétique durable (Annexe 03).

Conclusion

Ce chapitre met en lumière l'importance du concept de "comportement des occupants" dans la conception et la gestion des bâtiments, en particulier en ce qui concerne l'éclairage naturel. Le concept "comportement des occupants " a différentes interprétations, allant de la réaction aux stimuli à l'ajustement conscient des actions en réponse à l'environnement. Il désigne leurs réactions face à l'inconfort et leurs interactions avec les systèmes du bâtiment, influençant sa performance. Cela inclut des actions intentionnelles, souvent inconscientes, visant à modifier l'environnement bâti en fonction de l'expérience passée.

D'un point de vue subjectif, la perception subjective qu'ont les occupants du confort et du bien-être dans leur habitation dépend de l'environnement dans lequel ils vivent, puisqu'un éclairage agréable influe sur leurs réactions psychophysiologiques. D'un point de vue objectif, il est possible que les occupants adoptent des mécanismes d'adaptation qui sont fortement associés à leurs opinions et à leurs normes sociales. les occupants d'un bâtiment jouent un rôle essentiel dans sa performance énergétique. Leurs actions, telles que leur présence, leurs activités quotidiennes et leurs interactions avec les systèmes du bâtiment, influent sur la consommation d'énergie. Ces interactions sont bidirectionnelles : Les changements dans l'environnement du bâtiment incitent les occupants à ajuster les systèmes de contrôle.

Partant de cette théorie, ce chapitre, nous a permis de définir le comportement de l'occupant par rapport à l'éclairage naturel dans les espaces intérieurs, la position des stores et l'ouverture des fenêtres dans les bâtiments. Les études montrent que les habitudes d'occupation et les préférences individuelles affectent l'extinction des lumières, la position des stores et la fréquence d'ouverture des fenêtres. Ces comportements sont influencés par des facteurs tels que les conditions météorologiques, la saison et la dynamique familiale. Comprendre ces interactions est essentiel pour optimiser les performances énergétiques et environnementales des bâtiments résidentiels.

Chapitre III:

L'éclairage naturel, un levier clé dans l'espace habité-Revue de la littérature.

Introduction

La recherche sur l'éclairage naturel dans les espaces de vie est un domaine dynamique, avec plusieurs axes d'exploration. Les tendances clés observées dans la littérature actuelle mettent en lumière l'optimisation de l'éclairage naturel pour favoriser le bien-être des occupants et réduire la consommation d'énergie. Les chercheurs explorent diverses technologies et méthodes pour maximiser l'utilisation de la lumière naturelle.

À la lumière des concepts évoqués dans les premiers chapitres, et afin de reconnaître les avancées des normes et de la recherche dans ce domaine, ainsi que de renforcer la validité et l'intégrité de notre travail, ce chapitre constitue une étape préliminaire essentielle. Il vise à contextualiser notre recherche en présentant les connaissances existantes et les travaux antérieurs sur le sujet. Cette synthèse a pour objectif de clarifier et d'approfondir l'état des connaissances sur l'éclairage naturel dans les habitations, en mettant en évidence les différents mécanismes d'adaptation à la lumière du jour développés par les chercheurs dans les environnements résidentiels.

Cette recherche systématique, menée sur diverses bases de données académiques et scientifiques, repose sur une revue exhaustive de la littérature existante. Les résultats obtenus permettent de situer notre étude dans le contexte des travaux antérieurs, facilitant ainsi l'identification des lacunes, des controverses et des questions non résolues dans ce domaine, et orientent notre recherche.

III.1 Analyse systématique des études sur l'éclairage naturel dans les espaces habités : critères de sélection, objectifs et analyse des recherches

La présente section vise à établir une analyse méthodique des études sur l'éclairage naturel dans les espaces habités, en définissant des critères de sélection précis et en formulant des objectifs clairs pour l'analyse bibliographique. Une recherche systématique a été menée dans plusieurs bases de données académiques reconnues, permettant de couvrir un large éventail de publications scientifiques pertinentes.

III.1.1 Méthodes et Sélection Multilingue pour une Analyse Complète

Cette phase de la recherche doit être structurée de manière systématique par le chercheur avant de commencer la recherche bibliographique (Aurélien Martineau & Mathilde Plard, 2016). Une approche systématique et rigoureuse est essentielle pour assurer

l'exhaustivité et la pertinence des sources collectées. Cette approche commence par la définition précise des objectifs de recherche et des critères de sélection des études pertinentes.

Pour cette étude, une recherche systématique approfondie a été menée dans plusieurs bases de données académiques reconnues, notamment Academia, ScienceDirect, ResearchGate et Google Scholar, entre 2023 et 2024. Ces bases de données ont été choisies en raison de leur couverture étendue et de leur fiabilité en matière de publications scientifiques.

Les termes de recherche spécifiquement choisis pour cette investigation sont représentés dans la figure associée (Figure III.1). Ces termes ont été sélectionnés en fonction des mots-clés pertinents pour le sujet de recherche, permettant ainsi de cibler les articles les plus en lien avec les questions posées. L'utilisation de ces termes dans les champs "titre", "résumé" et "mots-clés" des articles a permis de maximiser la pertinence des résultats obtenus.

Les critères d'inclusion ont été étendus pour couvrir les articles publiés en français, en espagnol et en anglais, afin de garantir une couverture linguistique suffisante. Cette diversité linguistique est cruciale pour obtenir une vue d'ensemble complète des recherches disponibles et pour inclure des perspectives internationales pertinentes.

La recherche a été méthodiquement filtrée pour exclure les études non pertinentes ou de qualité insuffisante, et pour inclure uniquement les articles qui répondent aux critères de rigueur scientifique requis pour cette étude. Les articles sélectionnés ont été évalués en fonction de leur pertinence, de leur contribution à la question de recherche, et de leur qualité méthodologique.

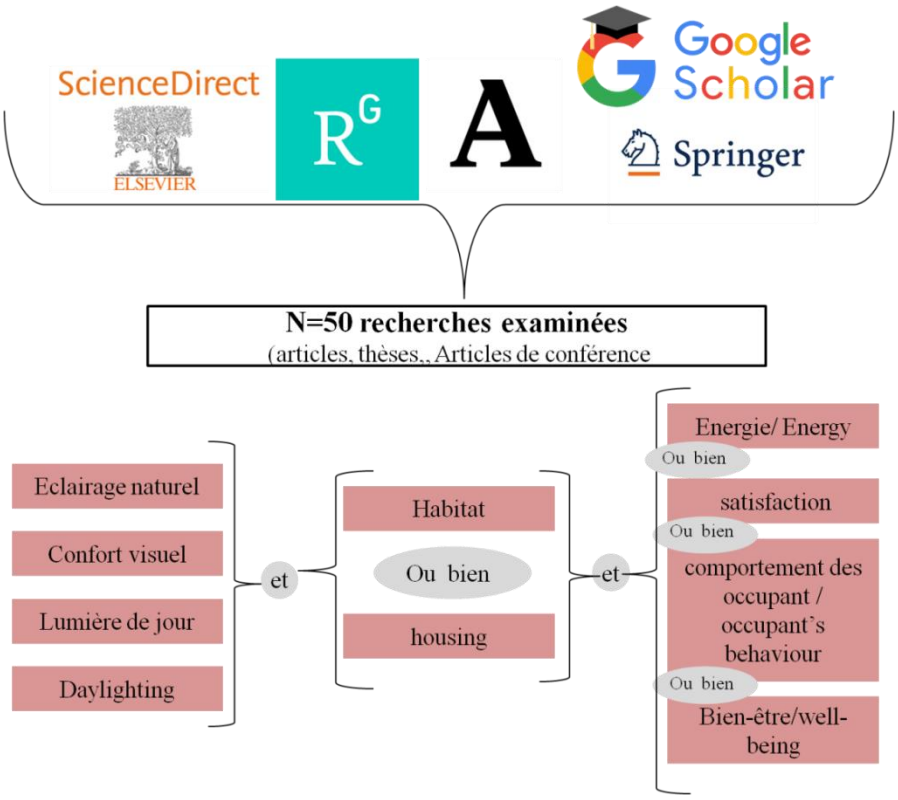


Figure III. 1 Schéma de principe de la recherche dans la littérature . Source: Auteure,2024.

Cinquante études (articles, documents de conférence, thèses) ont été retenues sur la base des paramètres suivants:

1. Les principaux critères de sélection des études étaient les suivants :

- Les rapports d'étude comprenant les réponses des participants (résultats)
- Évaluations des fenêtres, de l'éclairage naturel et de la vue vers l'exterieur (facteurs prédictifs).
- Les revues de la littérature

2. Les critères suivants ont donc été utilisés pour rejeter les articles :

- Ceux qui dépassaient le cadre de l'étude
- Les études qui traitaient d'autres caractéristiques de l'environnement intérieur, telles que les études multi-domaines
- Les documents en double
- Ceux pour lesquels le texte complet n'était pas accessible.

III.1.1.1 Objectifs

- Situer notre travail dans le contexte des études antérieures.
- Identifier les différents patterns communs et les divergences

- Orienter nos propres investigations pour contribuer de manière significative au domaine de l'éclairage naturel dans l'espace habité.
- Repérage des insuffisances et des débats relatifs à l'éclairage naturel dans les espaces habités.

III.1.2 **Analyse Visuelle et Approches Scientométriques**

Cet article s'appuie sur l'exploration des données, des mesures de diverses techniques d'analyse visuelle pour établir une cartographie des connaissances scientifiques dans le domaine des microclimats urbains. La scientométrie, en tant que théorie moderne, permet de visualiser le processus de développement des connaissances complexes, en révélant les structures et relations globales au sein de ces savoirs, en combinant des méthodes scientométriques classiques et des outils de visualisation (Chen, C., 2017). Ce domaine interdisciplinaire en plein essor prend comme objet d'étude un corpus de connaissances pour en dévoiler les réseaux de relations potentielles et le contexte de développement des savoirs en analysant, classifiant, cartographiant et structurant les données textuelles issues de la littérature scientifique. Cette approche permet ainsi de représenter le développement des connaissances et leurs relations structurelles (Liang, X , 2009). VOSviewer, un logiciel d'analyse bibliométrique développé par Nees Jan van Eck et Ludo Waltman de l'Université de Leyde, est utilisé pour la création de cartes de connaissances à travers l'analyse des co-mots, co-citations et couplage de documents. Ce logiciel se distingue par ses capacités uniques en matière de clustering et de visualisation cartographique (van Eck, NJ; Waltman, L, 2010).

III.2 **L'éclairage naturel dans l'espace habité**

Ce chapitre explore les divers aspects de l'éclairage naturel dans l'espace habité qui permettent d'optimiser l'entrée de lumière du jour dans les bâtiments. Il examine également les études existantes sur le sujet divisée en quatre rubriques.

III.2.1 **Evaluation de l'éclairage naturel dans l'espace habité**

Selon une étude réalisée par (Terri Peters & Ted Kesik, 2018) sur l'éclairage naturel dans les habitations à Montréal, les complexes résidentiels multifamiliaux doivent intégrer la lumière naturelle pour être considérés comme des habitations durables et saines. Cela nécessite un plan qui intègre le concept architectural tout en mettant l'accent sur le bien-être des résidents. Le développement de nouvelles techniques et outils doit permettre de satisfaire non seulement les exigences minimales en matière d'éclairage, mais aussi celles spécifiques à l'éclairage naturel. L'analyse du comportement des occupants et la conception axée sur

l'occupant deviennent cruciales dans le domaine de la construction durable. Des méthodes fiables, qui intègrent les perspectives des utilisateurs, l'attrait esthétique, les niveaux de lumière et les spécificités de chaque site, sont essentielles pour évaluer la quantité et la qualité de la lumière naturelle. La disposition des espaces et la géométrie du bâtiment jouent également un rôle déterminant dans la qualité de la lumière du jour.

Selon la recherche par simulation menée par (Fariha Seraj et al., 2018), l'étude examine comment la disposition des fenêtres dans les pièces adjacentes à la salle à manger influence la quantité de lumière naturelle pénétrant dans un appartement situé à Dhaka, une région tropicale. Les données statistiques indiquent que la disposition la plus efficace est une fenêtre d'angle pleine hauteur positionnée en face de l'entrée de la salle à manger. Des fenêtres plus grandes et des plafonds plus hauts permettent de faire entrer plus de lumière dans un espace. Mais avec autant d'options à prendre en compte, il peut être difficile de choisir le type de fenêtre idéal, car chacune présente des avantages et des inconvénients qui lui sont propres. Les fenêtres d'angle laissent passer plus de lumière naturelle, tandis que les fenêtres centrales peuvent être gênantes dans la chambre à coucher. À partir de ces données, les architectes peuvent créer une façade pour l'appartement qui éclairera mieux le coin repas.

Une recherche menée par (Sharifah Nor Fairuz Syed Husin & Zarina Yasmin Hanur Harith , 2018) examine divers types de fenêtres couramment utilisés dans les complexes d'appartements en Malaisie pour évaluer la quantité de lumière naturelle et la qualité de l'éclairage dans ces espaces. L'étude révèle que les fenêtres à battants et à persiennes équipées de verre clair, foncé ou teinté sont les plus populaires. En termes de pénétration de la lumière naturelle, les fenêtres à battants avec verre transparent se sont avérées efficaces pour distribuer une quantité suffisante de lumière tout en préservant le confort visuel des occupants. Les persiennes fixes avec verre clair ont permis une transmission maximale de la lumière. Cependant, la taille des fenêtres a plus d'influence sur la pénétration de la lumière que le type de verre utilisé. Les persiennes réglables avec verre teinté peuvent fournir une bonne quantité de lumière jusqu'à une distance de trois mètres. Les auteurs recommandent de choisir les fenêtres en fonction des besoins spécifiques de chaque pièce, en tenant compte de la taille et de l'emplacement des fenêtres pour optimiser l'efficacité de l'éclairage naturel. Ces mesures garantiront une utilisation efficace de la lumière naturelle et assureront un éclairage uniforme des espaces résidentiels. De plus, le choix des fenêtres et du vitrage peut influencer l'efficacité thermique de l'environnement intérieur.

L'étude de (I. Bournas, 2020) permet de tester la conformité à l'aide d'une simulation numérique dans un échantillon représentatif d'habitations en fonction de paramètres liés à la

densité urbaine, à la géométrie de la pièce et au climat dans la région métropolitaine de Stockholm à la Suède.

En Arabie Saoudite, l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels est une préoccupation majeure. Les problèmes de protection de la vie privée ont également contribué aux faibles taux d'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels. Même avec la richesse des ressources naturelles disponibles, les techniques de conception passive sont difficiles à utiliser dans ces structures. L'étude de (Ali Mohammed AL-Dossary & Daeung Danny Kim, 2020) a examiné comment l'utilisation de la lumière naturelle peut optimiser l'efficacité énergétique des maisons en Arabie saoudite. Ils ont analysé divers aspects de conception tels que la proportion fenêtres/murs, les protections solaires extérieures et les types de vitrage. Les simulations ont évalué les effets sur l'éclairage naturel et la consommation énergétique. Les résultats ont montré que l'augmentation de la proportion fenêtres/murs et l'utilisation de protections solaires adaptées amélioraient l'éclairage naturel, mais augmentaient aussi la demande en climatisation, ce qui influençait la consommation d'énergie. En résumé, l'utilisation de protections solaires extérieures a permis de réduire la consommation d'énergie, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer d'autres aspects de la conception et conduire des mesures sur le terrain.

La recherche de (Javiera Morales-Bravo & Pablo Navarrete-Hernandez , 2022) étudie le lien entre l'éclairage naturel d'une habitation et le bien-être émotionnel subjectif de ses occupants par la méthode d'essais contrôlés randomisés (ECR) basée sur l'image dans la ville de Santiago, la capitale du ChilIII. Ils cherchent à savoir si les caractéristiques de la conception de l'éclairage naturel d'une habitation sont particulièrement importantes à cet égard, et nous testons l'hypothèse selon laquelle l'amélioration de l'éclairage naturel dans les habitations contribue au bien-être émotionnel subjectif des habitants dans le cadre d'une étude de contrôle randomisée. Au total, 750 participants ont évalué une série de simulations informatiques en 3D représentant sept types différents d'améliorations de l'éclairage naturel dans l'habitation en fonction de leur degré de satisfaction ou de mécontentement. Les résultats démontrent que les jugements de plaisir et de mélancolie sont fortement influencés par les conditions d'éclairage naturel de la maison, les réglages qui permettent à la lumière du jour de pénétrer davantage dans la maison ayant le plus d'effets.

Dans l'étude de (Sehar Abidi & Priyadarsini Rajagopalan, 2020) Près d'un tiers des chambres à coucher des 12 appartements inspectés à Melbourne en Australie présentaient des niveaux d'éclairement inférieurs au strict minimum, selon des mesures ponctuelles de l'éclairement. L'absence de fenêtres dans l'espace ou de fenêtres donnant sur l'intérieur de

l'appartement en était la cause. Les lois d'urbanisme modifiées n'imposent pas de niveau minimum de lumière du jour dans les chambres à coucher, mais elles rendent obligatoire l'installation de fenêtres dans toutes les pièces habitables. Le passage empêchait la lumière du soleil de pénétrer dans la plupart des pièces, et la taille suggérée des trous était trop petite. D'après les simulations, il était difficile d'atteindre les niveaux minimaux de lumière du jour dans les chambres à coucher si les fenêtres représentaient moins de 30 % de l'espace. Ces résultats soulignent à quel point il est crucial d'intégrer des critères de lumière du jour appropriés dans les réglementations en matière de développement afin de fournir suffisamment de lumière du jour dans les chambres.

Trois facteurs clés importants dans la conception optimale de l'éclairage naturel sont étudiés par les chercheurs (Z A Kiliç , A Köknel Yener , 2021) pour une construction résidentielle de grande hauteur à Istanbul : la taille des fenêtres, le type de vitrage et la technique d'ombrage. Des résultats obtenus à l'aide de la simulation dynamique ont montré que des fenêtres plus grandes permettent d'optimiser la quantité de lumière naturelle tout en réduisant la consommation d'énergie pour l'éclairage. Le meilleur verre pour laisser entrer la lumière naturelle est le vitrage à faible émissivité, qui diminue également l'éblouissement. Les débords de toit contribuent à améliorer la luminosité et les vues extérieures, tandis que les stores vénitiens extérieurs sont utiles pour réduire l'éblouissement. La combinaison d'un vitrage à faible émissivité, de stores vénitiens extérieurs et d'un rapport fenêtre/mur élevé est préconisée. Cependant, ces résultats peuvent varier dans d'autres circonstances, et il convient de les considérer dans le contexte spécifique de l'étude de cas. Une étude plus approfondie est nécessaire pour évaluer l'impact des ombrages permanents tels que les balcons et les terrasses sur les besoins en chauffage et en climatisation. L'utilisation d'enquêtes et de mesures sur le terrain est recommandée pour valider les solutions de conception appropriées et évaluer le confort visuel dans les structures résidentielles.

Les mesures d'éclairage naturel axées sur le climat de la ville que (Timur DoganYe & Chan ParkYe , 2017) ont examinées, ne sont pas très applicables aux cas des bâtiments résidentiels et ne se focalisent pas sur les aspects clés de l'éclairage naturel dans les zones résidentielles de San Francisco (USA), comme la disponibilité de la lumière du jour tout au long de la journée et de l'année, et l'accès à la lumière directe du soleil. Trois sous-mesures constituent une simulation numérique : Residential Daylight Autonomy (RDA), Direct Light Access (DLA) et Residential Daylight Score (RDS), qui est une note synthétique. Cette recherche propose un nouveau paradigme d'évaluation annuelle basé sur le climat pour estimer l'autonomie en lumière du jour et la disponibilité de la lumière directe dans les plages

diurnes et saisonnières pour les lieux tempérés et glaciaires. Des calculs peuvent être effectués pour les scores d'appartement et les cartes géographiques. L'efficacité et la sensibilité du système mis en œuvre sont prouvées par des tests approfondis sur une large gamme de tailles architecturales.

L'impact de la lumière naturelle et de l'activité humaine sur le confort lumineux subjectif dans les habitations de Hong Kong a été étudié par (Peng Xue et al., 2014) à l'aide d'une enquête par questionnaire. La satisfaction de la lumière naturelle a le plus grand impact sur le confort lumineux. La principale composante physique influençant le confort lumineux est l'occlusion extérieure, mais le principal facteur influençant la perception de la lumière du jour par les résidents est l'homogénéité perçue. L'élément comportemental le plus important influençant le confort lumineux est l'utilisation de l'éclairage artificiel ; l'utilisation prolongée de l'éclairage artificiel tout au long de la journée indique une lumière du jour inadéquate et une diminution du confort lumineux. Ces résultats doivent contribuer à une meilleure connaissance des éléments spécifiques qui influencent l'environnement lumineux. En revanche, l'étude effectuée en Suède par (Theofanis Psomas et al., 2023) montre que, dans l'ensemble, les habitants de la ville de Örebro (la Suède) sont plutôt heureux. L'enquête a révélé que lorsqu'il s'agit de prédire le bonheur global, les aspects de satisfaction surpassent les facteurs de qualité de l'environnement intérieur (QEI) dans la plupart des cas. La précision n'est pas sensiblement accrue par le modèle d'ajustement. La conclusion précédente est confirmée par les calculs du coefficient de fiabilité interne et l'analyse factorielle confirmatoire. Ce résultat est probablement dû aux normes de la QEI relativement élevées dans les habitations suédoises, qui font que les occupants accordent moins de valeur à la qualité de l'environnement intérieur en termes de satisfaction globale. Deux ensembles de variables ont été identifiés, chacun présentant des caractéristiques démographiques et d'occupation distinctes. Les deux groupes (groupe 1: satisfaction élevée, groupe 2: satisfaction faible) représentent les niveaux de satisfaction pour l'ensemble des variables. La catégorie d'âge, le statut d'occupation, le type d'habitation et la durée du séjour ont tous montré des différences significatives dans les groupes, soulignant l'importance et l'effet des facteurs sociodémographiques.

Les chercheurs (João Pedro De Melo Souza et al., 2023) examinent comment plusieurs facteurs architecturaux influencent la quantité d'éclairage naturel dans un puits de lumière situé dans une structure résidentielle dans la ville de São Paulo, au Brésil. Les facteurs étudiés déterminent les dimensions géométriques du lanterneau, la réflectivité de ses parois et la proportion de l'ouverture de la façade. Les résultats de la simulation numérique montrent que

l'amélioration des dimensions géométriques du puits de lumière, de la réflectivité de ses parois et du pourcentage d'ouverture de la façade améliore l'éclairage naturel dans l'ensemble du bâtiment simulé, en particulier au centre du puits de lumière, en particulier ceux qui ne sont pas exposés à un ensoleillement direct. Cette amélioration est toutefois limitée aux pièces de la partie inférieure de la structure, où il n'y a pas de lumière solaire directe. Pour réduire le risque d'inconfort visuel au deuxième étage tout en augmentant la surface réfléchissante de la lumière solaire dirigée vers les étages inférieurs, il est conseillé de varier le pourcentage d'ouverture de la façade dans le bâtiment, en donnant une proportion plus faible dans la moitié supérieure et une proportion plus élevée dans la moitié inférieure.

III.2.2 **Eclairage et l'économie d'énergie : Eclairage naturel ou artificiel?**

L'étude de (Jeffrey Niemasz et al., 2011) montre que les mécanismes de zonage appropriés sont nécessaires pour construire des structures efficaces sur le plan énergétique à des densités suffisamment développables. Cependant, l'utilisation du zonage solaire pour améliorer l'accès au soleil dans les structures résidentielles aux États-Unis n'a que peu d'effets sur l'énergie, le carbone ou les coûts ; au contraire, elle réduit la densité aménageable. L'environnement bâti, les caractéristiques du site, la forme urbaine, les schémas de circulation, l'organisation des bâtiments et les technologies des composants des bâtiments doivent tous être pris en compte dans la conception durable. Les simulations multi-échelles offrent des possibilités d'économie d'énergie et de conception sans règles. Grâce aux développements futurs des simulations urbaines, l'utilisation de l'énergie peut être réduite de manière significative et coopérative en intégrant les conceptions des bâtiments, des villes et des paysages. Cet article propose une technique de simulation pour évaluer comment le zonage solaire affecte la consommation d'énergie d'une maison individuelle standard. Cette approche peut être utilisée pour trouver des solutions de zonage efficaces qui sont spécifiques au climat et au type de bâtiment.

L'étude de (Valerio R.M. Lo Verso et al., 2014) présente les résultats d'une recherche sur un projet d'éclairage naturel avancé pour la rénovation de bâtiments historiques à Turin, en Italie. Une étude en ligne a révélé que la caractéristique la plus importante de la maison idéale était la quantité de lumière naturelle qu'elle contenait. Cette recherche a utilisé une méthode ascendante, analysant d'abord les préférences des utilisateurs et les incorporant ensuite dans la conception architecturale. Les résultats les plus importants de la recherche indiquent que la technique ascendante est très prometteuse et doit être utilisée dès maintenant dans le processus de conception architecturale. Les caractéristiques les plus recherchées pour

une maison idéale, selon le sondage en ligne, étaient la quantité de lumière naturelle, la qualité de la vue sur l'extérieur et la taille des espaces. En outre, les participants ont exprimé leur volonté de payer un supplément pour des performances accrues concernant les dispositifs d'économie d'énergie ou la qualité de l'environnement intérieur. En ce qui concerne la conception "avancée" de l'éclairage naturel, les méthodes basées sur les variables climatiques et de durabilité ont donné des résultats variables. Le nombre de zones répondant aux normes a été limité par le critère basé sur le climat, qui s'est avéré plus sévère.

L'étude de (Francesco De Luca & Jarek Kurnitski, 2018) à Tallinn, la capitale de l'Estonie, montre que la lumière du jour joue un double rôle dans la conception architecturale. D'une part, elle est appréciée pour les économies d'énergie qu'elle permet de réaliser et pour la création d'un intérieur confortable et chaleureux pour les bâtiments. D'autre part, une exposition excessive au soleil peut enfreindre les règles d'efficacité énergétique en provoquant des problèmes de surchauffe pendant la saison estivale. Cet article examine le lien entre les taux d'ouverture, l'éclairage naturel et le potentiel de surchauffe à travers l'étude de 7812 variantes de conception. Il a été démontré que le potentiel de surchauffe peut être géré par l'utilisation de la ventilation et de l'ombrage. L'efficacité énergétique et les besoins en éclairage naturel peuvent ainsi être équilibrés. Cette étude souligne à quel point il est crucial de prendre en compte ces facteurs lors du développement de structures résidentielles en Estonie.

L' étude de (Iason Bournas & Marie-Claude Dubois, 2020) examine l'influence de l'orientation et de la fonction des pièces sur la quantité d'électricité consommée au cours de la journée dans les ménages. Une enquête par questionnaire a été menée dans six immeubles collectifs comprenant 75 appartements situés dans la région centrale et métropolitaine de Malmö en Suède. Les résultats indiquent que l'environnement physique a un impact négatif sur la diversité de l'utilisation de l'éclairage électrique, ce qui indique que la conception architecturale influence cette utilisation plutôt que le hasard. L'étude montre également que l'utilisation de l'éclairage électrique est liée à des aspects géométriques particuliers plutôt qu'à l'usage prévu de la pièce. En raison de leurs dimensions des fenêtres réduites, les cuisines sont les pièces où l'éclairage électrique est le plus utilisé. C'est pourquoi les critères d'augmentation de la lumière du jour devraient être inclus dans les lignes directrices de conception des cuisines afin de réduire la consommation d'énergie. En outre, les pièces orientées vers l'Ouest nécessitent moins souvent un éclairage électrique que celles orientées vers l'Est. Ces résultats impliquent que les critères basés sur le climat, par opposition aux

critères existants basés sur le facteur de lumière du jour, sont plus appropriés pour prévoir les économies d'éclairage électrique.

L'étude de (Abbas Maleki & Narges Dehghan , 2021) examine la consommation d'énergie et l'éclairage naturel. Il étudie également l'influence de l'aspect des fenêtres sur ces facteurs dans les maisons d'Ispahan. Des moteurs de calcul particuliers ont été utilisés pour obtenir les données. L'angle de la fenêtre a un impact sur la consommation d'énergie, en particulier lorsque des dispositifs d'ombrage sont appliqués. L'équilibre thermique est également affecté par les ponts thermiques linéaires à la jonction fenêtre-mur. Alors que l'angle de la fenêtre n'a pas affecté de manière significative les niveaux d'éclairage ou leur contrôle linéaire, certains angles de fenêtre ont été associés à une réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation. Les angles intérieurs-médians orientés vers l'Ouest et le Sud sont ceux qui consomment le moins d'énergie. Enfin, il est conseillé d'utiliser du verre à faible émissivité pour augmenter l'efficacité énergétique. Il est conseillé de mener d'autres études dans différents climats et d'ajuster l'angle de la fenêtre dans le mur afin de maximiser l'éclairage et les économies d'énergie.

Dans l'étude de (Ochuko K. Overen et al., 2021), la consommation d'énergie d'une maison d'habitation conventionnelle et d'une maison solaire passive en Afrique du Sud est comparée en fonction de l'éclairage naturel et des possibilités d'atténuation de l'impact sur l'environnement. Les résultats indiquent que l'éclairage intérieur est supérieur dans la maison solaire passive par rapport à la maison conventionnelle. Sous un ciel nuageux, les niveaux d'éclairage intérieur des deux maisons étaient inférieurs au seuil suggéré de 200 lux, ce qui nécessitait l'utilisation de lampes électriques. Par temps clair, la maison solaire passive a permis d'économiser 47 % d'énergie sur l'éclairage, alors que les autres maisons n'ont réalisé aucune économie d'énergie. Par conséquent, la consommation de charbon, d'eau et d'émissions de gaz à effet de serre est moindre. Les résultats indiquent que l'architecture solaire passive peut entraîner des économies d'énergie et d'eau. Toutefois, l'éclairage naturel offre davantage de possibilités de gestion de l'énergie dans les maisons en bois.

Selon la recherche de (Muhammad Syukri Talip et al., 2021), les dispositifs d'ombrage peuvent contribuer à réduire la quantité d'énergie utilisée dans les bâtiments de Bukit Tinggi à Pahang, en Malaisie pour la climatisation et l'éclairage. Des ouvertures centrales dans l'atrium ou la cour peuvent compenser la réduction de la lumière du jour causée par ces dispositifs, qui diminuent également les avantages du rayonnement solaire. L'agencement du bâtiment, l'éclairage et l'habillage des fenêtres sont des facteurs cruciaux à prendre en compte pour optimiser l'efficacité énergétique. Les meilleurs espaces pour économiser l'énergie sont les

atriums et les cours intérieurs. Dans le cas d'une salle d'audience et d'un atrium, un système d'ombrage avec un rapport surface vitrée/surface murale (WWR) de 30 % s'est avéré le plus efficace. Cela permet d'éliminer les problèmes d'éblouissement tout en maintenant une qualité de lumière du jour décente. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer d'autres éléments tels que la géométrie du bâtiment, les rapports d'aspect dans l'atrium et la cour, et le rapport entre la surface vitrée et la surface murale.

Outre l'élargissement des objectifs en matière de santé et de bien-être, le secteur de la construction est confronté à des questions telles que l'efficacité énergétique, les émissions de gaz à effet de serre et les considérations esthétiques. L'étude de (Niko Gentile et al., 2022) examine à travers les mesures et la simulation numérique vingt-cinq études de cas mondiales pour voir comment diverses approches technologiques et de conception peuvent satisfaire ces besoins complexes. Les résultats indiquent également que l'éclairage "intégratif", ou les systèmes d'éclairage qui répondent à la fois aux exigences visuelles et non visuelles, devient de plus en plus courant. La consommation d'énergie liée à l'éclairage peut être considérablement réduite en intégrant l'ensoleillement. Si la flexibilité et la mise en service automatique sont des exemples potentiels de technologie de contrôle avancée, l'éducation et la formation au fonctionnement des systèmes manuels sont tout aussi cruciales. Les objectifs des nouveaux bâtiments doivent être atteints en tenant compte de l'ensoleillement, de la gestion solaire et des perspectives dans la conception architecturale. Bien que l'éclairage intégré - qui combine l'éclairage électrique et l'éclairage naturel - devienne de plus en plus populaire, son utilisation est encore limitée en raison d'un manque de ressources et d'expertise.

III.2.3 **Intégration de système d'éclairage**

La recherche de (Sajal Chowdhury et al., 2011) montre que dans des conditions d'ensoleillement typiques, les fenêtres horizontales laissent passer beaucoup plus de lumière que les fenêtres verticales ou les fenêtres d'angle dans les bâtiments résidentiels de la ville de Dacca, la capitale du Bangladesh. Cependant, en raison de sa géométrie par rapport au soleil, la fenêtre verticale pourrait offrir une luminosité supérieure dans certaines situations. En outre, il convient de noter qu'en été, la fenêtre horizontale peut entraîner une augmentation de l'intensité de la lumière directe du soleil, ce qui nécessite l'utilisation de mécanismes d'ombrage. Pour éviter la surchauffe, il est préférable d'utiliser des dispositifs d'ombrage en été et de bénéficier de la chaleur solaire gratuite en hiver. En outre, les fenêtres d'angle peuvent produire un effet de "tunnel" pour une efficacité énergétique maximale ; néanmoins,

cela peut aussi se traduire par un espace moins lumineux et des surfaces intérieures plus sombres.

La recherche de (Almssad, A., , 2014) vise à explorer les effets de la dispersion de la lumière naturelle dans les espaces intérieurs pendant les heures de faible luminosité, l'impact de l'éblouissement dans ce secteur et l'influence de la lumière du jour dans les espaces fonctionnels intérieurs utilisant le système light shelf selon sa position intérieure ou extérieure. Les résultats de l'étude prouvent que ces dispositifs peuvent distribuer l'énergie solaire plus efficacement dans toute la maison, ce qui réduit la charge de refroidissement. Toutefois, l'orientation des fenêtres et d'autres éléments de conception influent sur leur efficacité.

L' article de (Lies Vanhoutteghem et al., 2015) s'intéresse à la manière dont les maisons à énergie quasi nulle à Copenhague (Danemark) sont influencées par la taille, l'orientation et les caractéristiques de leurs fenêtres de façade. Pour évaluer l'impact de ces caractéristiques sur le confort thermique, l'éclairage naturel et la demande de chauffage, les chercheurs ont utilisé EnergyPlus et DAYSIM. Les résultats indiquent qu'il existe une quantité maximale d'énergie pouvant être économisée et d'apports solaires pouvant être utilisés dans les pièces orientées au Sud. Cependant, de faibles valeurs U sont nécessaires pour les pièces orientées au Nord et au Sud avant que de grandes surfaces de fenêtres puissent réduire le besoin de chauffage. Pour éviter la surchauffe, les fenêtres des pièces orientées au Sud doivent également être bien construites. La protection solaire dynamique peut donc être remplacée par un vitrage doté d'un revêtement de contrôle solaire. En outre, il peut s'avérer difficile de faire entrer suffisamment de lumière naturelle dans des pièces profondes ou étroites orientées au Sud sans surchauffe.

L'étude de (Haytham Jaradat et al., 2020) porte sur l'éclairage de jour des atriums dans les immeubles résidentiels à Amman (Jordanie). Les chercheurs jugent important d'analyser ce sujet en profondeur, car la satisfaction des habitants a tendance à varier en fonction du type de construction résidentielle. Les principales variables examinées sont les types de toit, l'âge et le sexe. En outre, la recherche s'est concentrée sur trois aspects : l'aménagement intérieur, le confort thermique et le confort visuel, afin d'identifier les caractéristiques qui motivent les atriums. Les résultats montrent que la motivation varie d'une tranche d'âge (une fourchette de 25-50 ans) à l'autre et que l'âge et la motivation sont associés. En outre, l'âge semble être un élément crucial qui affecte positivement ou négativement le degré de satisfaction. Toutefois, le degré de satisfaction des répondants n'a pas été affecté par les deux autres variables: le sexe et le type de toit. La sous-échelle du confort visuel a obtenu un score moyen élevé et a été

considérée comme la plus significative de toutes les sous-échelles choisies pour l'étude. Néanmoins, les répondants ont également accordé une importance égale aux deux autres variables. De même, les réponses des répondants à la sous-échelle du confort visuel sont souvent les moins volatiles, ce qui contribue à la stabilité et à la cohérence supérieure de cette sous-échelle. On peut donc déduire des résultats globaux de la recherche que le rôle de l'éclairage diurne des atriums dans les immeubles résidentiels jordaniens est crucial pour la région.

Une protection solaire dynamique permet soit de prolonger la durée d'ensoleillement, soit de réduire la durée pendant laquelle les températures dépassent le seuil de confort thermique adaptatif. L'étude de (Gunnlaug Cecilie Jensen Skarning et al., 2016) montre que pour obtenir un éclairage naturel optimal, il faut un revêtement de contrôle solaire idéal et une transmission lumineuse de 70 %. L'étude est effectuée à Rome et à Copenhague, où le pourcentage d'heures de lumière du jour pendant lesquelles 75 % de l'espace avait des éclairements a été augmenté par l'utilisation de la protection solaire dynamique. Cependant, avec des ratios fenêtre/plancher inférieurs à 10 % à Rome et à 15 % à Copenhague, la protection solaire dynamique n'offre aucun avantage en termes d'éclairage naturel par rapport aux autres solutions de vitrage permanent. En conclusion, en prolongeant la durée d'ensoleillement et en diminuant la durée des températures trop élevées, la mise en œuvre d'un système d'ombrage dynamique peut améliorer l'efficacité énergétique, l'éclairage naturel et le confort thermique dans les greniers à énergie quasi nulle.

Il y a lieu de s'inquiéter,car le parc de construction résidentielle de la Corée du Sud continue de s'étendre et de consommer davantage d'énergie. Des recherches ont été menées sur l'utilisation de stratégies de conception passives et actives pour réduire la consommation d'énergie. Afin d'améliorer l'efficacité de l'éclairage naturel et du refroidissement dans les structures résidentielles, les dispositifs d'ombrage ont été examinés dans cette étude par (Taesub Lim et al., 2020) en utilisant la simulation numérique à l'aide d'un logiciel de calcul de la consommation d'énergie. Le store vénitien, le coquetier, la persienne horizontale et la tablette lumineuse sont les quatre types de dispositifs d'ombrage qui ont été évalués. Les résultats montrent que tous les mécanismes d'ombrage parviennent à bloquer la lumière directe du soleil. Le caillebotis et la persienne en surplomb se sont avérés les plus efficaces en termes de consommation d'énergie de refroidissement. La consommation d'énergie de refroidissement a été réduite de 51% à 54% grâce à la grille avec une hauteur de lamelle de 0,5 m et à la persienne en surplomb avec une longueur de projection de 1,9 m. En outre, l'utilisation de certains dispositifs d'ombrage a permis de réduire le besoin d'éclairage

artificiel. Ces résultats soulignent l'importance de maximiser l'éclairage naturel et l'efficacité énergétique dans la conception des bâtiments. Ce type de stratégie peut contribuer à économiser l'énergie et à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le chercheur (Erika Dolníková et al., 2021) décrit une étude visant à évaluer et à comparer la quantité de lumière naturelle disponible dans les pièces d'immeubles d'habitation dotées de balcons et de loggias. Les résultats indiquent que, par rapport aux balcons, le facteur de lumière naturelle est réduit d'environ la moitié lorsque des loggias sont construites. Ces résultats ont été obtenus sur la base de simulations de modèles de pièces avec loggias et balcons par temps couvert. Les mesures révèlent que les niveaux de lumière intérieure des deux variantes sont inférieurs à la moyenne et que la répartition de la lumière est inégale. Bien que les qualités statiques et thermiques des balcons soient améliorées, l'éclairage est aggravé. Étant donné que les loggias sont parfois les seuls endroits où les résidents peuvent interagir avec l'extérieur, les auteurs soulignent également la nécessité de tenir compte de la durabilité et de la sécurité lors de la modification des balcons. Ces résultats sont essentiels pour optimiser la quantité de lumière naturelle fournie dans les complexes d'appartements lors de la conception et de la rénovation.

Un autre dispositif d'éclairage naturel a été étudié par (Tika Hanjani et al., 2024). Un conduit de lumière a été construit expérimentalement à l'aide d'un modèle informatique afin d'étudier ses performances et son influence sur les conditions thermiques et visuelles dans les quartiers densément peuplés de Kampung Kota (Indonésie).

Pour préserver l'environnement bâti, le gouvernement de Hong Kong conseille d'inclure des balcons et des parasols dans les bâtiments nouvellement construits. Les chercheurs (Peng Xue et al., 2015) ont mené une enquête pour déterminer l'influence de ces variables sur le niveau de confort de l'éclairage dans les maisons. Les résultats montrent que les habitants aiment les pare-soleil inclinés ou horizontaux, ainsi que les balcons avec des parapets et des murs en verre. Ces caractéristiques réduisent l'éblouissement et l'échauffement, mais aussi l'uniformité de la lumière du soleil. En outre, les balcons n'offrent pas beaucoup d'intimité, de sorte que les gens sont obligés d'utiliser des lumières artificielles et de l'ombre à l'intérieur. La conception écologique influe donc sur le confort d'éclairage, qui à son tour influe de manière indirecte sur les sentiments et le comportement des occupants. Ces résultats peuvent aider les universitaires à améliorer les caractéristiques écologiques et le gouvernement à établir des règles pertinentes. Les informations peuvent être utilisées pour approfondir la recherche sur les situations d'éclairage réelles et servir de lignes directrices pour la conception de structures efficaces sur le plan énergétique.

III.2.4 **Qualification de confort lumineux**

Les résultats d'une recherche de (Haşim Altan & Jitka Mohelnikova, 2015) portant sur l'influence des fenêtres sur l'éclairage naturel dans les pièces destinées aux enfants de moins de dix-huit ans sont présentés dans cet article. La conception des fenêtres d'un immeuble résidentiel à Vijayawada en Inde a été utilisée comme exemple dans l'étude. Les résultats indiquent que les fenêtres latérales devraient être utilisées pour permettre à la lumière de pénétrer dans la profondeur de la pièce et qu'elles devraient être surélevées pour permettre à la lumière naturelle de pénétrer davantage dans la zone. A l'inverse, les appuis exceptionnellement hauts obstruent les vues directes sur la rue, tandis que les appuis très bas favorisent les apports solaires. Les fenêtres verticales permettent un contact visuel avec l'environnement extérieur, tandis que les lucarnes garantissent la cohérence et l'augmentation de la lumière. La prise en compte des apports solaires lors de la construction des fenêtres et des lucarnes permet de maximiser l'éclairage naturel. La lumière du jour dans les bâtiments est gérée par les fenêtres et autres surfaces vitrées, et les zones peuvent être planifiées en fonction des activités visuelles qui s'y déroulent. Pour obtenir un éclairage optimal sans éblouissement ni surchauffe, la conception des fenêtres doit être abordée de manière globale, en tenant compte d'un certain nombre de facteurs tels que l'éclairage électrique, le chauffage, la ventilation, etc. L'éclairage naturel est essentiel pour l'efficacité énergétique et le confort intérieur des bâtiments.

Dans l' étude de (Peng Xuea et al., 2017), une mesure dynamique de la lumière du jour, la moyenne DA300 (Daylight Autonomy), a d'abord été testée pour quantifier le confort lumineux des occupants en utilisant une analyse statistique avec les données de l'enquête par questionnaire et la simulation basée sur le climat de 108 cas d'unités à Hong Kong (Chine). La référence de l'Ave. DA300 est alors de 29,6 %. Un nouveau paramètre EDR (Energy Daylight Rate) a également été proposé pour refléter la relation entre la performance de l'éclairage diurne et la performance énergétique. Une étude de cas a été menée pour optimiser la conception des caractéristiques écologiques et valider l'utilisation de l'EDR (Énergie Taux de lumière du jour). Les résultats ont montré que l'EDR pouvait aider à optimiser la conception de l'enveloppe dès le début.

Les variations dans la configuration et l'orientation des champs translucides dans les projets de construction en plein air à Surabaya (Indonésie) sont étudiées dans le travail de (M.L. Hendrik et al., 2017). Les résultats de la simulation numérique montrent comment le zonage, les liens spatiaux et les endroits qui ont le plus besoin de lumière influencent la diversité et la transparence d'une façade. Par exemple, dans les appartements comportant deux

chambres à coucher, celles-ci peuvent être réparties dans l'ensemble de l'espace ou placées d'un côté de la pièce avec une zone translucide. Ces différences affectent la distribution et l'éclairement moyen, ce qui a un impact sur la performance de l'éclairage naturel. L'éclairement moyen est plus faible que dans la condition de référence, mais certains écarts répondent aux exigences. Cependant, lorsqu'un espace est divisé par une cloison, la proportion de surface conforme à l'exigence diminue. Par conséquent, le pourcentage de surface conforme aux normes diminue avec le nombre de divisions.

L'étude de (Seyed Mohammad Mousavi et al., 2018) examine la manière dont les différentes dispositions du mobilier influencent l'efficacité de l'éclairage naturel dans les espaces habités à Johor (Malaisie). L'étude utilise des mesures sur le terrain pour confirmer les résultats du logiciel de calcul. Les résultats de la simulation numérique montrent que l'éclairage intérieur a un effet plus important que l'éclairage extérieur et qu'un éclairage intérieur excessif, en particulier dans les pièces orientées à l'Est et à l'Ouest, peut entraîner une perte importante de lumière du jour. L'étude a révélé que les différentes configurations de mobilier peuvent réduire la quantité de soleil accessible à l'intérieur d'environ 11 %, en particulier si le mobilier est organisé de manière à réduire la profondeur de la zone de lumière du jour. L'homogénéité de la dispersion de la lumière du jour est également influencée par la disposition des meubles. Par conséquent, bien que la réorganisation du mobilier puisse réduire marginalement l'intensité de l'ensoleillement, elle peut également diminuer la qualité de la lumière du jour à l'intérieur. Des recherches supplémentaires peuvent être menées pour examiner l'impact d'autres éléments d'aménagement intérieur sur l'éclairage intérieur.

Une méthode de recherche en trois étapes a été développée dans l'article de (Nataša Šprah & andMitja Košir , 2019) pour étudier la relation entre des paramètres d'urbanisme spécifiques et l'éclairage naturel d'une pièce typique définie par des restrictions législatives à Ljubljana (Slovénie) spécifiques sur sa géométrie et le rapport minimum requis entre la surface des fenêtres et la surface au sol, afin de déterminer les densités maximales des développements résidentiels qui respectent encore les normes minimales d'éclairage naturel de la norme EN 17037[1]. Les résultats montrent qu'une densité urbaine relativement faible est nécessaire pour respecter les critères minimaux d'éclairage naturel pour la pièce la plus

[1] La norme EN 17037 intitulée "Lumière naturelle dans les bâtiments", est une norme européenne qui fournit des recommandations sur l'utilisation de la lumière naturelle dans les espaces intérieurs. Selon quatre critères : l'apport de lumière naturelle, la vue extérieure, l'exposition au soleil et la maîtrise de l'éblouissement. Bien que cette norme fournisse des directives détaillées pour évaluer des conceptions spécifiques, elle est moins pertinente aux premières étapes de la conception, où l'optimisation du plan d'urbanisme pour maximiser l'éclairage naturel et la gestion de l'ombrage des bâtiments voisins est cruciale. Cette norme incite les concepteurs de bâtiments à concevoir, évaluer et garantir des espaces bénéficiant d'une lumière naturelle adéquate (Nataša Šprah & andMitja Košir , 2019).

profonde autorisée par la législation slovène. Étant donné que la conception d'une construction résidentielle est étroitement liée aux conditions de l'environnement intérieur de la lumière du jour dès le début du projet, l'approche méthodologique établie a également un grand potentiel d'application dans la planification urbaine.

Dans l'architecture résidentielle, l'accès à la lumière directe est souvent considéré comme une caractéristique souhaitable. Pour les régions froides et tempérées, un nouvel indicateur de performance de l'éclairage naturel, connu sous le nom de Residential Daylight Score (RDS), a été suggéré dans la recherche de (Dogan Ye Chan Park & Timur, 2019) pour surveiller les changements dans la lumière du jour et l'accès à la lumière directe sur une base quotidienne et saisonnière. Des recherches supplémentaires sur le lien entre la lumière directe et ses contributions thermiques sont nécessaires pour donner des recommandations en matière d'éclairage naturel pour les zones plus chaudes. La lumière directe peut toutefois modifier considérablement les besoins en chauffage et en climatisation. L'évaluation de l'éclairage naturel résidentiel reste un défi dans des conditions chaudes, humides et sèches, où la lumière directe du soleil a le plus grand impact sur les charges de refroidissement. Les auteurs comparent les contributions thermiques et d'éclairage naturel dans 14 zones climatiques distinctes avec accès à la lumière directe. Ils proposent ensuite un schéma basé sur le climat pour modifier le RDS en tenant compte des effets thermiques de l'ensoleillement dans la construction résidentielle.

Dans l'étude suivante, de (Mehmet Sait Cengiz, 2022), a examiné l'impact de la lumière du jour sur l'architecture des maisons dans l'étude qui suit. Cette étude, qui s'est intéressée à l'influence de la lumière du jour sur l'architecture résidentielle, a sélectionné des architectes contemporains renommés qui ont intégré la lumière du jour comme élément architectural dans leurs structures. Ils ont choisi des matériaux en tenant compte de l'impact de la lumière naturelle et ont découvert des moyens d'atténuer les effets négatifs du soleil. Parce que la lumière naturelle fonctionne désormais comme un élément architectural indépendant et qu'elle améliore l'esthétique et la convivialité des bâtiments, il a été constaté que les utilisateurs apprécient certains types de villas-résidences. Le Corbusier a utilisé la lumière du jour dans ses maisons de manière à la fois symbolique et utile. En introduisant la lumière dans l'espace par des fenêtres orientées vers le Sud, des fenêtres d'angle ou des fenêtres continues, il a établi un lien entre la structure du bâtiment et la lumière. Ensuite, afin d'établir un contraste, il a utilisé des surfaces transparentes et discrètes. En revanche, Tadao Ando a utilisé la lumière naturelle de manière métaphorique dans ses projets architecturaux pour les maisons et les lieux de culte. Il a apprécié le contraste saisissant entre les surfaces en béton et les grandes

baies vitrées, qui soulignent les différents niveaux de lumière et d'ombre. Il a également incorporé des pièces d'eau pour contrôler la lumière réfléchie et renvoyer la lumière du soleil dans le bâtiment. Steven Holl fait un usage judicieux de la lumière naturelle dans ses bâtiments résidentiels. Il calcule la réflexion et la réfraction de la lumière du jour en se servant de la lumière qui est soit horizontale, soit verticale, soit linéaire, soit réfléchie, en fonction de la direction qu'il entend donner à son projet. Il a également utilisé des jeux d'eau et des fenêtres modulaires de la taille d'un être humain pour réfléchir la lumière. Les architectes ont dû trouver des moyens de bloquer les effets gênants du soleil d'été dans les endroits où la lumière est intense. Ils ont disposé des cages avec des mécanismes d'ombrage dans les cours, les avant-toits et les fenêtres afin de fournir de la lumière naturelle tout en protégeant les zones intérieures.

La recherche de (Nanet Mathiasen et al., 2021) a procédé à l'examen de 14 codes de construction danois et a constaté que notre perception de la lumière du jour et de son lien avec l'environnement bâti a évolué au fil du temps. Les premières réglementations affectant la quantité de lumière du jour qui pénètre dans les habitations étaient celles du Danemark, qui régissaient les hauteurs de plafond et les distances entre les maisons. En raison de la corrélation entre la lumière du jour et les bienfaits du soleil sur la santé, la santé a été liée à la lumière du jour. Grâce aux normes architecturales, des facteurs tels que l'éclairage naturel, la ventilation naturelle et les vues panoramiques ont été considérés comme bénéfiques pour la santé publique. À la suite de la crise énergétique, les lois danoises sur l'énergie ont également été renforcées, ce qui a entraîné des restrictions strictes sur les ouvertures qui permettent à la lumière naturelle de pénétrer dans un bâtiment en raison des pertes de chaleur. Aujourd'hui, des simulations sont utilisées pour calculer techniquement la lumière du jour afin de tenir compte des problèmes énergétiques. Il pourrait être avantageux de jeter un regard neuf sur le changement climatique et la durabilité alors que la discussion sur l'éclairage naturel fait rage dans le secteur de l'énergie. Une stratégie plus approfondie centrée sur les besoins humains peut susciter une nouvelle discussion sur l'éclairage naturel et promouvoir une planification globale qui tienne compte de ce facteur.

Une étude a été menée par (Kristýna Schulzová & Daniela Bošová, 2019) pour évaluer les conditions d'éclairage naturel de différents types de structures résidentielles à Prague (capitale de la République tchèque). Les appartements ont été évalués dans des conditions idéales, c'est-à-dire sans ombrage extérieur, ainsi que dans des conditions réelles, en tenant compte de l'environnement urbain. Les résultats ont montré que les valeurs du facteur de lumière du jour étaient souvent inférieures aux valeurs de référence établies. Le quartier

urbain est très petit, mais la façade des bâtiments du 19e siècle ne comporte pas de balcons ou d'autres éléments architecturaux qui couvriraient les fenêtres. Lors de la construction des anciennes structures, les besoins en lumière du jour n'ont pas été pris en compte. En revanche, dans des conditions idéales et réelles, les appartements situés dans un quartier de maisons en panneaux préfabriqués présentent les meilleures propriétés d'éclairage naturel, avec une variation minime entre les deux. Les fenêtres ont été considérées comme la principale caractéristique architecturale. Les fenêtres sont l'élément architectural qui a le plus d'impact sur les niveaux de lumière naturelle d'une pièce. En raison de l'ombre projetée par le bâtiment voisin et des balcons couvrant les fenêtres, les valeurs du facteur de lumière du jour dans le bâtiment moderne évalué étaient inférieures aux limites acceptables.

La modélisation des données du bâtiment (BIM) est utilisée pour identifier et améliorer les performances des bâtiments, notamment en ce qui concerne la lumière naturelle dans les espaces intérieurs. La disposition des bâtiments influe à la fois sur la quantité et la qualité de la lumière naturelle. L' étude de (Mohammed Nadhim Majeed, 2019)examine le lien entre la lumière du jour et la typologie des plans des bâtiments résidentiels à plusieurs étages. Cinq immeubles résidentiels d'Irak reflétant différentes typologies de plans ont fait l'objet de simulations. Les résultats démontrent que, parce que les appartements sont ouverts sur tous les côtés, la typologie en pointe offre la meilleure performance en termes de lumière naturelle. À l'inverse, en raison de leur conception longitudinale qui réduit l'exposition au soleil, les couloirs à double charge présentent les moins bons résultats. Cette étude met en évidence les insuffisances en matière de lumière naturelle dans les structures résidentielles et fournit des lignes directrices pour la meilleure conception possible de la lumière naturelle.

La recherche de (Lishu Hong et al., 2024) explore la mise en œuvre de critères de planification pour la disponibilité de la lumière du jour dans les quartiers résidentiels denses réalisée dans quatre villes en Chine (Kunming, Tianjin, Changsha, Chongqing), offrant des perspectives pour l'optimisation des approches de conception. Cette étude montre, par le biais d'une simulation numérique, qu'en analysant des lotissements réels, il a été constaté que la quantité de lumière du jour disponible pour les résidences variait en fonction du climat local et des règles de construction en vigueur. Cependant, la plupart des unités de lotissement ne satisfaisaient pas aux exigences en matière d'éclairage naturel. La lumière naturelle au dernier étage était la plus conforme aux conditions locales, même si de nombreux appartements bénéficiant d'une grande quantité de lumière naturelle ont eu du mal à remplir les critères. En plus de cela, la plupart des unités ont atteint des fréquences d'ensoleillement supérieures à 60 %, mais les niveaux inférieurs des grands immeubles ont eu du mal à obtenir un éclairage

naturel supplémentaire avantageux. L'amélioration de l'agencement du site permet d'atténuer les disparités d'éclairage entre les étages. En ce qui concerne l'éclairage naturel, les structures de moyenne hauteur s'en sortent bien, tandis que les structures de grande hauteur rencontrent des difficultés, en particulier par temps nuageux. Lors de la conception d'améliorations de l'éclairage naturel pour les bâtiments résidentiels, les effets combinés du climat local, de l'aménagement du site et de la conception des unités doivent être pris en compte.

Dans l'étude de (Guanzhou Ji, 2020) et grâce à la simulation numérique, un certain nombre de lignes directrices conceptuelles pour les unités d'habitation multifamiliales de Seattle sont finalisées. La hauteur recommandée entre le sol et le plafond, ainsi que la hauteur maximale du plafond et de la structure, sont toutes spécifiées dans ces règles. Pour améliorer la distribution de la lumière naturelle, il est également préférable de réduire la profondeur des unités orientées vers le Nord et d'augmenter la profondeur des unités orientées vers le Sud. L'élévation de la tête de la fenêtre jusqu'au plafond est une manière intelligente de maximiser la lumière naturelle en termes de fenestration. Les parties orientées au Sud et à l'Est ont besoin de dispositifs d'ombrage, tels que des magasins ou des fixations horizontales à l'extérieur.

L'étude de (Nikhil Kumar & Ronita Bardhan, 2021) optimise la disposition et la conception des fenêtres dans de minuscules bâtiments résidentiels. Au sein d'un même bâtiment, les résultats des simulations numériques montrent une variabilité réduite de la lumière du jour entre les différents niveaux ; cependant, lorsque les considérations contextuelles sont prises en compte, ce n'est pas le cas. Plus les bâtiments sont éloignés les uns des autres, plus les unités résidentielles bénéficient de la lumière du jour. Dans les complexes résidentiels, les niveaux d'éclairage naturel sont généralement constants, souvent inférieurs à 25 % jusqu'au troisième étage ; cependant, la conception des fenêtres influe sur l'emplacement de la zone à fort éclairage naturel. Le rapport idéal entre la surface vitrée et le mur (The Window-to-Wall Ratio WWR) et la position de la fenêtre peuvent maintenant être trouvés grâce à l'optimisation, mais d'autres considérations importantes incluent la ventilation, le confort thermique, l'efficacité énergétique et la vue de la fenêtre. Malgré ses lacunes, cette étude offre un nouveau point de vue sur la conception des fenêtres dans les bâtiments résidentiels.

III.2.5 **Satisfaction des habitants**

Les préférences des habitants en matière d'accès au soleil dans les habitations collectives à forte densité à Hong Kong, ont été étudiées dans le cadre d'une recherche de (KL

Lau et al., 2012). Les données proviennent d'une simulation informatique et d'une enquête par questionnaire. La majorité des habitants, selon les données de la simulation, préfèrent avoir accès à la lumière du soleil le matin, mais ce choix n'est pas aussi fort pour les cuisines et les chambres à coucher. Selon leurs préférences, moins de 40 % des appartements des occupants ont vu le soleil. En ce qui concerne la quantité d'énergie solaire prévue, il n'y a pas de choix. Dans le salon, environ un tiers des habitations bénéficiaient d'un accès solaire d'une à deux heures, et un quart de plus de quatre heures. Les chambres à coucher et les cuisines avaient moins d'accès au soleil, et l'ensoleillement hivernal était réduit. Le rapport propose d'élaborer des recommandations pour améliorer l'accès au soleil dans les maisons et de mener des recherches plus approfondies sur les activités des ménages. Ces connaissances sont indispensables aux architectes, aux concepteurs et aux planificateurs pour renforcer les ambiances intérieures des futurs appartements.

Selon les résultats de l'étude de (Alaa Shatwan, 2017), pour les femmes, la lumière naturelle était insuffisante dans leur appartement, en particulier dans le salon. On peut donc se demander dans quelle mesure les préférences personnelles, culturelles et de genre sont prises en compte dans la conception des appartements locatifs en Arabie Saoudite. Une technique de boule de neige et les médias sociaux ont été utilisés pour choisir les participants. Étant donné que les femmes saoudiennes, en particulier celles qui n'ont pas d'emploi, préfèrent passer leurs journées à la maison, la recherche s'est concentrée sur les femmes. En outre, certains hommes mariés ne sont toujours pas favorables à ce que les femmes travaillent. Selon l'étude, les fenêtres de toit ne permettent pas de faire entrer suffisamment de lumière naturelle et peuvent même avoir une influence négative sur les niveaux de bruit. Les femmes qui passent beaucoup de temps dans ces espaces souffrent d'une mauvaise santé physique et mentale en raison de l'absence de lumière naturelle. La majorité des femmes interrogées ont recommandé, pour résoudre ce problème, une alternative aux fenêtres Roshan qui offre suffisamment de lumière et d'intimité dans un design moderne. Les normes actuelles n'abordent pas ce problème, il est donc nécessaire de réexaminer les règles de construction relatives à la conception des fenêtres et à la lumière naturelle. Il est également mentionné que les besoins quotidiens des femmes ne sont pas satisfaits par la section du Conseil saoudien des ingénieurs qui se concentre exclusivement sur le service aux femmes. Des échantillons plus importants et plus variés devraient être utilisés dans les études futures afin de mieux comprendre les exigences des différents groupes sociaux de la société saoudienne.

L'étude de (TECHIO, L. M.et al., 2021) a évalué la disponibilité de la lumière naturelle dans les habitations au Brésil selon deux approches : la simulation et l'avis humain. Sur la

base des critères définis par les normes, les résultats ont montré que la grande majorité des utilisateurs étaient satisfaits de la quantité de lumière naturelle accessible dans leurs habitations. Des niveaux d'éclairement plus élevés semblent toutefois empêcher la plupart des situations de répondre à ces exigences. L'étude a également montré que la perception de la lumière naturelle était influencée par les couleurs des meubles et des surfaces intérieures. Une quantité importante de données annuelles a pu être analysée grâce à l'approche de simulation. Enfin, afin de s'assurer que la lumière naturelle est fournie de manière uniforme et suffisante, la dernière modification des normes suggère d'inclure une étude spatiale et temporelle de la luminosité.

Dans le contexte de la pandémie de COVID-19,la recherche de (B. Sakina1 & D. Setiawan , 2022) étudie la qualité d'espace intérieur des habitations à l'Indonésie, en particulier en termes de facteurs environnementaux . Dans cette étude, l'éclairage naturel est évalué comme un facteur primordial pour la qualité des espaces intérieurs , connu pour avoir un lien avec les habitations saines et écologiques. La méthode de collecte des données à l'aide d'une méthode d'échantillonnage aléatoire par le biais d'un questionnaire en ligne sur les médias sociaux (par exemple, WhatsApp, Line et Instagram) ont montré que la qualité de la lumière du jour, la vue vers l'extérieur étaient les priorités les plus importantes à prendre en compte pour les futures habitations, et pour maximiser ces indicateurs, il est essentiel de bien concevoir l'ouverture des futurs habitations. Cette recherche est confirmée par l'étude de (Zarrabi M et al., 2021) visait à déterminer les préférences et les priorités des gens pour choisir des habitations sains après la crise du COVID-19 à Téhéran. À l'aide d'une enquête par questionnaire comme étant une technique pour recueillir des opinions/attitudes des 385 personnes , les résultats ont révélé que les priorités les plus critiques pour les résidents étaient la lumière naturelle. Notamment, la taille et l'orientation des fenêtres favorisant la lumière naturelle et la qualité de la vue.

Une étude de (Carlo Volf et al., 2024) comparant les effets de deux types de verre distincts sur la lumière du jour, la santé et la satisfaction des résidents a été menée dans deux immeubles résidentiels similaires à Haderslev, au Danemark. Les résultats ont démontré que le verre à basse énergie était plus performant que le verre à haute transmission dans le spectre spectral du système circadien. En outre, la lumière UV-B a été entièrement bloquée par le verre à basse énergie, alors que le verre à haute transmission n'en a transféré que 4,5 %. Les propriétaires d'appartements équipés de verre à basse énergie se sont plaints de douleurs lorsqu'ils essayaient de dormir, tandis que ceux équipés de verre à double couche à basse énergie se sont plaints d'inconfort physique. Les propriétaires d'appartements équipés de verre

à basse énergie se sont déclarés plus satisfaits de la lumière du jour. En outre, les appartements équipés de deux couches de verre à faible teneur en fer ont vu leur consommation d'énergie de chauffage diminuer de 11 %. Ces résultats soulignent à quel point il est crucial de prendre en compte la qualité de la lumière du jour lors du choix du verre.

III.2.6 **Comportement des occupants**

Les résultats d'une évaluation post occupationnelle effectuée par (Wael Seddik Moustafa et al., 2018) montrent comment le comportement de l'utilisateur améliore l'efficacité de la lumière du jour. Le comportement de l'utilisateur affecte l'efficacité du bâtiment et peut avoir un impact positif sur ses performances. Il est recommandé de développer les projets en tenant compte du comportement des utilisateurs et d'utiliser des logiciels de simulation dès les premières phases de la conception. En outre, le comportement post occupationnel des utilisateurs est suggéré comme une technique d'apprentissage en retour précieuse pour créer des concepteurs efficaces. Cette technique est essentielle pour les prototypes d'unités d'habitation, car elle permettra d'améliorer les unités actuelles et de faire progresser les idées futures dès les premières étapes.

L'article de (Iason Bournas et al.,, 2019) présente une étude sur la façon dont la lumière du jour est perçue dans les résidences collectives de Malmö. Les propriétés géométriques de ces habitations sont mises en contraste avec les évaluations subjectives des occupants. Les résultats démontrent la validité et l'utilité d'une évaluation basée sur l'observation pour évaluer la luminosité et la dispersion de la lumière du jour. Même dans les environnements métropolitains densément peuplés, la taille de la fenêtre est le facteur le plus important dans la façon dont la luminosité est perçue. La présence de balcons peut entraîner une perte de lumière du jour, mais un plus grand nombre d'ouvertures peut compenser cette perte. La vue extérieure a une plus grande influence sur la perception de la luminosité que la partie verticale du ciel. La répartition de la lumière du jour est principalement influencée par le nombre de murs dotés de fenêtres. Ces résultats peuvent être utilisés pour créer des codes de construction et des directives de conception plus simples peuvent être élaborées à partir de ces conclusions. Cependant, pour compléter l'étude, des données supplémentaires sur l'éclairage des appartements sont nécessaires.

Les chercheurs (Hana M. Aljawder & Hala A. El-Wakeel, 2020) ont utilisé un questionnaire distribué à Bahreïn pour étudier l'importance de l'ensoleillement et de l'intimité visuelle dans les habitations. Les résultats indiquent que, bien que les préférences culturelles et personnelles puissent également jouer un rôle, les croyances religieuses sont le principal

moteur de la demande d'intimité visuelle. L'appartenance religieuse semble avoir un impact sur la culture et les préférences personnelles, car certaines personnes ne donnent pas la priorité à l'intimité visuelle parce qu'elles suivent une religion particulière. Les volets amovibles ou le verre réfléchissant sont souvent considérés comme les meilleures options, car ils préservent l'intimité visuelle tout en permettant à la lumière du soleil de pénétrer dans la pièce. Il est également essentiel de souligner que, malgré leur besoin d'intimité visuelle, les individus veulent toujours être en contact avec leur environnement.

III.3 **Critique des recherches antérieures**

La littérature existante sur l'éclairage naturel montre des progrès considérables dans certains aspects, mais des lacunes persistent.

III.3.1 **Répartition des Publications Scientifiques sur l'Éclairage Naturel**

D'après notre lecture, les recherches sur l'éclairage naturel sont principalement publiées sous forme d'articles scientifiques, ce qui favorise une diffusion rapide et continue des nouvelles découvertes et avancées technologiques. Ce format est particulièrement adapté pour partager des résultats récents et des innovations techniques, en permettant aux chercheurs de publier leurs travaux en temps réel et de les soumettre à l'évaluation par les pairs. Les articles scientifiques permettent également une grande flexibilité en termes de longueur et de détail, ce qui est crucial pour les études qui évoluent rapidement dans le domaine de l'éclairage naturel (Figure III.2).

Cependant, cette prédominance des articles scientifiques a aussi ses limites. La nature fragmentée de ces publications peut entraîner une difficulté pour les chercheurs et les praticiens à avoir une vue d'ensemble cohérente des développements dans le domaine. En effet, les articles peuvent se concentrer sur des aspects très spécifiques, rendant parfois difficile la synthèse des connaissances globales.

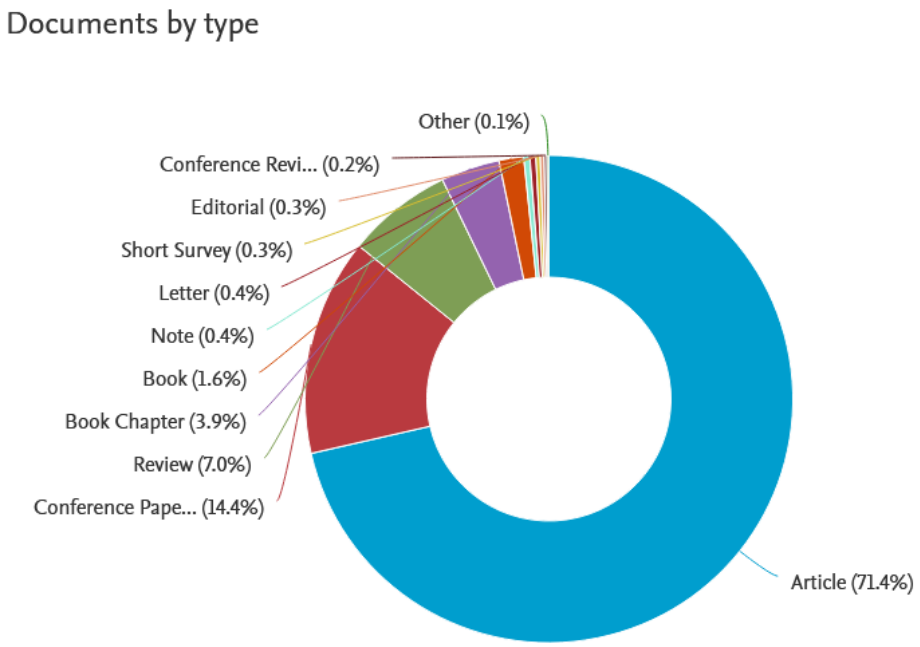


Figure III. 2. Statistique sur les types de documents traitant le sujet de l'éclairage naturel dans l'espace habité. Source: Scopus par auteur, 2024.

Les études examinées ont été classées en quatre rubriques en fonction des principaux domaines de recherche. Nous soutenons la recherche sur les effets et l'utilisation de la lumière du jour selon quarte rubriques: l'évaluation de l'éclairage naturel, l'économie de l'énergie, la satisfaction des occupants, la qualification de l'éclairement naturel dans les espaces intérieurs.

III.3.2 **Manque de Recherche dans Certains Contextes Géographiques**

Bien que de nombreuses études aient examiné l'intégration de l'éclairage naturel et sa qualité dans l'espace habité, notamment en Europe, en Amérique et en Asie, il existe une nette limitation en termes de recherches menées sur ce sujet en Afrique, et plus spécifiquement en Algérie. D'après notre recherche bibliographique, on constate que les recherches en Algérie n'ont pas étudié l'éclairage dans les habitations, et que peu de travaux effectués portent sur l'éclairage dans les équipements, les ecoles et les milieux de travail, citant: FERCHA Nessma et al. (2022), Saadi Mohamed Yacine, (2019), BAROUD Djamal Eddine (2018), Guedouh Marouane Samir (2018), BENDEKKICHE Selma (2017).

Cette carence rend difficile la généralisation des résultats obtenus dans d'autres régions, en raison des particularités climatiques, architecturales et socio-économiques propres à l'Algérie. Donc, il est essentiel de mener des recherches spécifiques dans ces régions pour combler ce vide et produire des résultats adaptés aux particularités locales, en tenant compte des conditions climatiques et des pratiques culturelles. (Figure III.3).

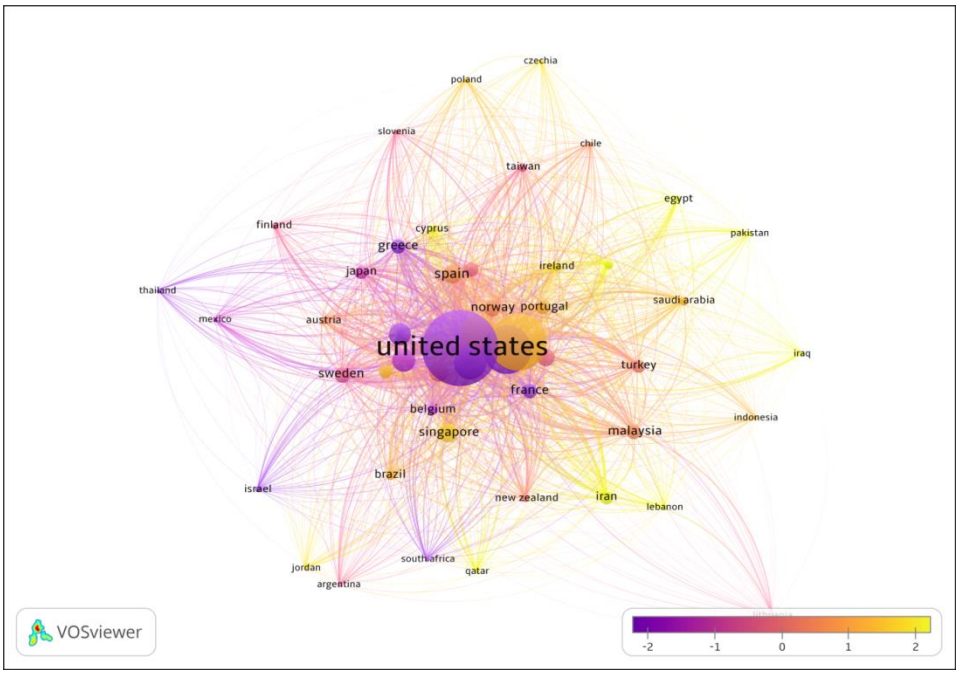


Figure III. 3. Les pays pionniers des recherches scientifiques sur l'éclairage naturel dans l'espace habité. Source: auteur, 2024.

III.3.3 **Les domaines de recherche liés à l'éclairage naturel dans l'espace habité**

Le sujet de recherche lié à l'éclairage naturel dans les espaces intérieurs occupe une place importante dans des domaines tels que les énergies renouvelables et l'interaction entre l'énergie, les bâtiments et l'environnement extérieur. En effet, l'optimisation de l'éclairage naturel permet de réduire la consommation d'énergie électrique, particulièrement en journée, ce qui s'inscrit directement dans les objectifs d'efficacité énergétique des bâtiments. Ces domaines couvrent une gamme étendue d'applications et d'impacts de l'éclairage, allant de l'amélioration du confort intérieur à la réduction de l'empreinte environnementale des bâtiments.

En outre, ce sujet croise d'autres disciplines, notamment le développement durable et l'énergie solaire, car il favorise l'exploitation de ressources naturelles comme la lumière du jour pour améliorer le confort des occupants tout en minimisant l'empreinte environnementale. L'intégration de l'éclairage naturel s'avère essentielle pour atteindre des standards élevés en matière de durabilité et de performance énergétique des bâtiments.

Le sujet de recherche sur l'éclairage naturel dans les espaces intérieurs est également pertinent dans le domaine de l'ingénierie, notamment dans l'ingénierie des bâtiments et l'ingénierie énergétique. Il s'agit de concevoir des solutions techniques permettant de maximiser l'utilisation de la lumière naturelle tout en respectant les exigences de performance énergétique. Les travaux scientifiques sont majoritairement axés sur l'évaluation de l'éclairage

et la correction d'éclairement naturel intérieur. Plusieurs études tentent de renouveler et d'améliorer le système d'éclairage à travers des dispositifs d'éclairages passifs.

La recherche de l'éclairage naturel dans l'espace habité a commencé à susciter de plus en plus d'intérêt après l'épidémie COVID-19, où il devenait de plus en plus possible de travailler et d'étudier à domicile. Avant les recherches étaient concentrées sur l'éclairage naturel des lieux de travail, les écoles, les hôpitaux (Figure III.4).

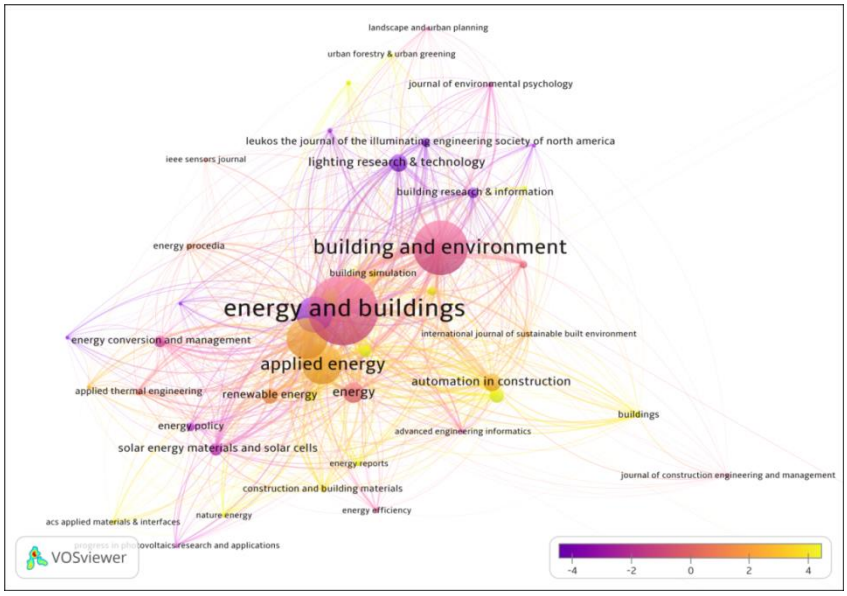


Figure III. 4. Statistique des domaines englobant la recherche sur l'éclairage. Source: auteur, 2024.

On peut constater que le débat sur la question de l'éclairage a été abordé d'un point de vue technique, mais les occupants qui sont les premiers responsables de la réussite de toute technologie par leurs actions, leurs comportements et les interactions établies avec leur environnement ont été moins étudiés. Les travaux de recherche analysés sont centrés sur l'espace et non pas sur l'usager, c'est-à-dire la conservation de l'éclairage pour l'espace de travail en utilisant des mesures horizontales basées sur une grille et non par des mesures verticales au niveau de l'œil de l'occupant usagé.

III.3.4 **Hétérogénéité des Méthodologies Utilisées**

A travers cette analyse documentaire, nous avons identifié quatre méthodes de recherche dans ce domaine: La simulation numérique qui constitue la technique la plus courante dans les recherches analysées ainsi que le questionnaire considéré comme une méthode commune dans la plupart des recherches, L'évaluation post occupationnelle, l'enquête par boule de neige par les réseaux sociaux sont des méthodes moins présentes dans les recherches étudiées (Figure III.5).

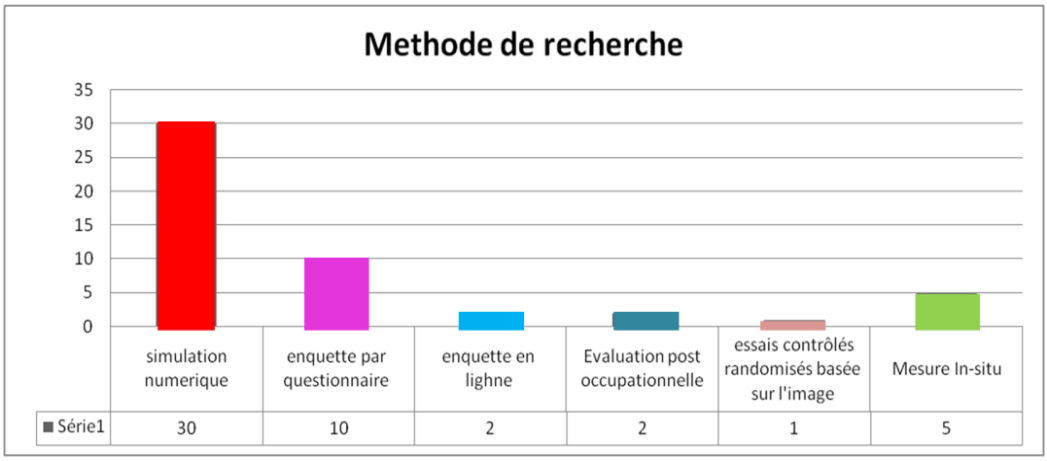


Figure III. 5. Statistique des méthodes de recherche utilisées dans les recherches scientifiques. Source: Auteure,2024.

La majorité des recherches mettent l'accent sur les aspects techniques de l'éclairage naturel (quantité, intensité, orientation), mais peu d'études s'intéressent à la dimension psychologique et culturelle du rapport à la lumière. Les futures recherches devraient inclure ces aspects pour évaluer comment les perceptions de la lumière naturelle influencent le bien-être et les comportements des occupants, particulièrement dans des contextes culturels variés. De plus, des études longitudinales devraient être menées pour mieux comprendre les bénéfices durables de l'intégration de la lumière naturelle, notamment en matière de santé et de réduction des coûts énergétiques.

III.4 **Focalisation de la présente étude**

En définissant clairement l'orientation épistémologique de notre étude, cela nous permet de fournir un cadre cohérent et transparent qui guide l'ensemble de notre démarche de recherche . Outre la présentation des différentes connaissances acquises, la littérature relative à la recherche de la lumière naturelle dans l'espace habité, qui a été exposée dans les recherches précédentes de ce chapitre, a également permis d'orienter la présente étude vers des objectifs spécifiques et de sélectionner la méthode de recherche la plus appropriée, qui est présentée dans la deuxième partie pratique.

Étant donné que les recherches sur l'éclairage naturel dans l'espace habité sont rares en Algérie, notre étude vise à combler cette lacune. En se concentrant sur le contexte algérien, notre recherche apportera une contribution originale en offrant des perspectives nouvelles adaptées aux réalités sociales et architecturales locales. Elle permettra de mieux comprendre l'impact du comportement des occupants sur l'utilisation de l'éclairage naturel, ainsi que sur le confort et l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel, en particulier dans l'habitat collectif.

L'aspect novateur et la particularité de cette recherche est d'intégrer l'occupant et son comportement dans le domaine de l'éclairage naturel afin d'aborder une autre dimension de la recherche de l'éclairement naturel intérieur, à savoir la relation entre l'occupant, l'éclairage naturel et l'espace intérieur, connue sous les ambiances lumineuses (Figure III.6). Vue que les technologies d'analyse énergétique disponibles aujourd'hui ne tiennent pas suffisamment compte du comportement énergétique actif et passif des occupants, comme l'ouverture des fenêtres, la fermeture des stores, il semble donc logique que les modèles énergétiques et les chercheurs travaillent ensemble pour améliorer la façon dont la consommation d'énergie des bâtiments est calculée en tenant compte du comportement énergétique des occupants. Ainsi, l'espace intérieur tire le meilleur parti de la lumière et réduit au minimum la consommation d'énergie. l'impact du comportement des occupants sur les bâtiments est un sujet de recherche important compte tenu de la nécessité de relever les défis concernant l'économie d'énergie et la promotion des ambiances lumineuses.

Cette revue de la littérature permet de situer notre étude dans le cadre méthodologique de l'évaluation post-occupationnelle, qui constitue la méthode principale de notre recherche. Dans ce sens, notre recherche se distingue en intégrant l'évaluation post-occupationnelle (EPO), une méthode encore peu exploitée dans le contexte des recherches sur l'éclairage naturel dans les espaces habités. Cette méthode permet d'évaluer la performance du système de l'éclairage naturel après des année d'occupation et d'identifier les éventuels écarts entre la conception théorique et la performance réelle.

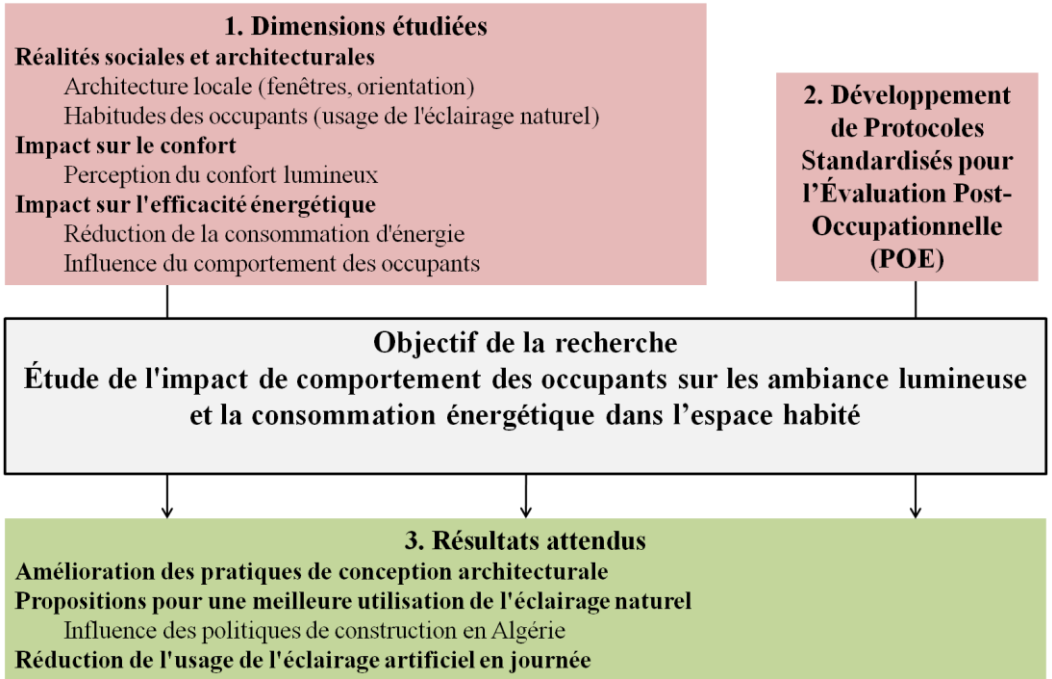


Figure III. 6. Contribution originale de cette recherche .Source: Auteure,2024.

Le recours aux nouvelles technologies d'éclairement naturel est très important pour résoudre les problèmes d'éclairage, mais même si nous nous appuyons sur la correction de l'éclairage, le rôle de la recherche sur les occupants est toujours aussi important dans l'identification et la sélection de la technique la plus appropriée à leurs besoins dans les futures recherches. Le comportement des occupants influence directement la manière dont ces technologies sont utilisées et acceptées. Même la solution la plus avancée pourrait échouer si elle ne tient pas compte des préférences, habitudes, et besoins spécifiques des habitants en matière de lumière naturelle. Cela montre l'importance de la recherche sur les occupants, notamment dans l'analyse de leur comportement face aux solutions d'éclairage proposées.

Conclusion

Ce chapitre de recherche fournit une base solide pour notre recherche, dédiée à l'identification des domaines de recherche et des stratégies d'optimisation de l'éclairage naturel dans l'espace habité. Ce domaine de recherche, hautement interdisciplinaire, varie entre l'évaluation de l'éclairage naturel intérieur, l'utilisation des moyens de correction, et l'étude de la satisfaction des occupants dans le but d'assurer leur bien-être, et de réduire la consommation énergétique. Les méthodes employées pour déterminer et évaluer l'éclairage naturel, ainsi que les variables associées à cette thématique de recherche, ont permis à cette thèse de se positionner solidement sur le plan méthodologique.

L'évaluation de l'éclairage naturel intérieur est cruciale, car elle permet de comprendre comment la lumière du jour interagit avec les espaces intérieurs et influence la perception des occupants. Des outils tels que les simulations informatiques, les mesures et les enquêtes in situ , les enquêtes en ligne...etc. sont souvent utilisés pour cette évaluation.

La recherche sur le comportement des occupants dans le domaine de l'éclairage naturel est un autre axe essentiel. Elle vise à prendre en compte la lumière naturelle en relation avec l'usage et l'espace, permettant de créer une ambiance lumineuse qui non seulement éclaire l'espace, mais aussi de répondre aux défis actuels en matière d'économie d'énergie et de qualité de vie. Une compréhension approfondie du comportement des occupants, offre des solutions optimales pour maximiser les avantages de la lumière naturelle. Cette approche holistique favorise la création d'environnements intérieurs plus efficaces, confortables et durables.

En conclusion, une recherche approfondie est nécessaire pour concevoir des environnements éclairés naturellement qui répondent pleinement aux exigences des occupants

tout en contribuant à la durabilité énergétique. Dans ce contexte, cette thèse examine comment le comportement des occupants varie en fonction de l'éclairage naturel et de la norme des ambiances lumineuses dans les espaces occupés, en mettant particulièrement l'accent sur l'évaluation du comportement et la satisfaction des occupants, ainsi que sur les conséquences environnementales. Elle cherche à fournir des solutions créatives et durables qui améliorent la qualité de vie des habitants tout en adhérant aux principes de durabilité environnementale à l'aide d'une approche interdisciplinaire et méthodique. Ensuite, des suggestions et des propositions de mise à jour des normes régissant l'éclairement et l'éclairage pour la conception des bâtiments sont élaborées à partir de ces données.

Chapitre IV

L'habitat collectif de la cité Oued El-Fourcha à Annaba:

Contexte d'étude

Introduction

L'éclairage naturel dans les bâtiments généralement et dans l'habitat spécifiquement nécessite une étude approfondie en situation réelle pour être maîtrisé. La lumière du jour est définie comme le mélange de la lumière directe du soleil et de la lumière diffuse du ciel. La latitude, la saison, les conditions météorologiques locales, l'état du ciel et la géométrie du bâtiment influencent la qualité et l'intensité de la lumière du jour (Ing Liang Wong, 2017). C'est pourquoi l'analyse des bâtiments dans leurs contextes réels est la méthode la plus efficace pour approfondir l'appréhension de leurs performances. Cette approche permet non seulement d'identifier et de corriger les problèmes éventuels, mais aussi de mieux comprendre le fonctionnement global d'un système d'éclairage naturel des bâtiments.

Le chapitre qui suit est une réflexion sur le contexte d'étude, avec une clarification du concept d'habitat. L'objectif premier de ce chapitre est d'énumérer les facteurs qui affectent directement le champ de la recherche. Pour cette raison, notre réflexion se poursuit avec la présentation de notre aire d'étude, d'où il nous a semblé important de donner une vue d'ensemble de la ville d'Annaba, en abordant son contexte socio-économique ainsi que les conditions géographiques, environnementales, architecturales ...etc., de l'habitat qui y prévalent.

IV.1 Exploration du contexte d'étude : Compréhension et typologie de l'habitat dans différentes perspectives

La notion d'habitat est intrinsèquement liée à l'être humain et a évolué au fil du temps, prenant des formes diverses sous l'influence de facteurs environnementaux, sociaux et culturels. En raison de sa complexité, de nombreuses théories ont été développées pour éclairer les multiples dimensions de ce phénomène et mieux comprendre les processus qui le façonnent (Adad Mohamed Chérif, 2012).

IV.1.1 **Les dimensions complexes du concept «habitat»**

Selon (ABDELKRIM HERAOU, 2012), l'habitat est un concept complexe qui embrasse des aspects politiques, économiques, sociaux et juridiques, permettant ainsi à de nombreux chercheurs de le définir de différentes manières, sous des angles variés, tels que symbolique, géographique et anthropologique.

Le terme "habitat" dérive du latin "habitus", signifiant habitude, sous-entendant une notion de stabilité, un lieu nécessitant du temps pour développer des routines. En 1958,

HEIDEGGER a introduit le terme "habitat" pour englober diverses activités au-delà du simple logement, telles que la construction, la culture et l'habitation (Benzaoui Amel , 2013).

Aussi, J.E. HAVEL (1989) définit l'habitat comme l'espace que fréquente un individu, où il circule, travaille, se divertit, mange, se repose ou dort. CLAIR et MICHEL DUPLAY (1982) précisent: «*D'un point de vue fonctionnel, l'habitat est l'ensemble formé par le logement, ses prolongements extérieurs, les équipements, les lieux de travail secondaires ou tertiaires*».

La vision du Bachelard, montre que l'habitat ne se résume pas à un lieu physique, mais englobe également des significations symboliques, des souvenirs et des sensations, incarnant ainsi une intimité et un sentiment de sécurité (Gaston Bachelard, 1994).

Michel Lussault (2003) et Yvonne Bernard (1998) offrent des perspectives similaires, définissant l'habitat respectivement comme le cadre de vie des individus en société et en termes de "chez-soi". Bernard souligne la relation entre un lieu et une identité, soulignant le processus d'appropriation d'un espace par un individu (Lussault M, 2003) (Bernard Y., 1998). De plus, le terme "habitat" a été utilisé pour désigner les liens entre le logement et son environnement, incluant les relations entre une communauté et son territoire (MEHALLAINE Nabila, 2015).

L'habitat est un concept différent de celui de l'habitation, il s'agit d'occuper les espaces de vie, et les lieux environnants, pas seulement physiquement, mais aussi émotionnellement et socialement, c'est-à-dire l'habitat constitue une dimension essentielle dans l'évolution de l'individu et des groupes sociaux.

IV.1.2 **Définition et dimensions du concept «habitation»**

Heidegger distingue l'habitation comme un mode d'être au monde, une manière d'exister et d'interagir avec son environnement qui va bien au-delà de la simple construction physique de logements. Pour lui, « habiter » implique une relation plus intime et intégrée avec la nature et la culture, incluant des activités telles que la construction, la culture , et l'interaction harmonieuse avec l'espace environnant (Malpas Jeff, 2006).

Heidegger considère que bâtir et habiter sont intrinsèquement liés. Bâtir, dans son sens le plus fondamental, est un moyen de préparer un espace où les êtres humains peuvent habiter. Cette habitation, à son tour, n'est pas seulement une occupation physique d'un espace, mais un engagement existentiel avec le monde. C'est dans cette perspective qu'il introduit la notion d' « habitat » ou plutôt d'habitation comme un concept philosophique

englobant une variété d'activités humaines et non seulement la simple fourniture de logements (Malpas Jeff, 2006).

Sous le terme "habitation", on englobe une diversité de types de logements tels que maison, appartement, villa, demeure ou abri (A. Zucchelli, 1984). Le concept de "machine à habiter", tel que décrit par Le Corbusier, désigne une résidence offrant diverses commodités telles qu'un bain, la lumière naturelle, l'eau chaude et froide, le contrôle de la température et des standards d'hygiène (1923, Le Corbusier). Après avoir conceptualisé l'habitation comme une "machine à habiter", Le Corbusier propose une organisation rationnelle et pratique, associant les activités de circulation, de travail et de loisirs à la fonction d'"habiter" (Charte d'Athènes, 1933).

selon Lefebvre, l'habitation distingue l'habitat en soulignant que l'habitation est une pratique sociale, une manière de vivre et d'occuper l'espace. Il insiste sur le fait que l'habitation est une activité quotidienne qui englobe les interactions complexes entre les individus, la société et l'espace construit. Ainsi, l'habitation n'est pas simplement résider dans un lieu physique, mais implique également des significations symboliques, des pratiques culturelles et des relations de pouvoir (HENRI LEFEBVRE, 1991).

IV.1.3 **Exploration des dimensions de l'habitat : Confort, sécurité, fonctionnalité et esthétique dans la création d'un chez-soi"**

Rybczynski explore l'habitat en tant que complexité allant au-delà de sa dimension physique. Il le considère comme une fusion d'éléments variés visant à instaurer un sentiment de confort et de sécurité. Ces composants incluent (Clare Cooper Marcus, 1995):

- **Confort physique:** L'habitat doit fournir un espace où les individus se sentent à l'aise physiquement, grâce à des meubles appropriés, une température adéquate et un environnement propre et sain.
- **Intimité et sécurité:** Un habitat assure un sentiment de protection et d'intimité, offrant aux résidents un abri contre les menaces extérieures et les intrusions.
- **Fonctionnalité et organisation:** L'habitat est conçu pour être fonctionnel, répondant aux besoins quotidiens tels que cuisiner, dormir, se divertir ou travailler de manière efficace et organisée.
- **Esthétique et personnalisation**: L'aspect esthétique et la capacité de personnalisation dans la conception de l'habitat permettent aux individus d'exprimer leur identité et leurs préférences personnelles.

IV.1.4 **Typologies de l'habitat en Algérie : Deux perspectives fondamentales**

En effet, l'habitat peut être classé selon différentes catégories en fonction de divers critères. selon (Dafri Ibtissem, 2021) deux grandes catégories souvent utilisées sont :

IV.1.4.1 Selon la situation

1-L'habitat urbain : Localisé au centre d'une région ou d'une ville, un habitat urbain propose des conditions de vie adaptées en termes de diversité sociale, d'espaces extérieurs et de proximité des services. Par conséquent, l'habitat urbain diffère de l'habitat rural.

2-L'habitat suburbain: Le processus d'extension des banlieues aux dépens des régions rurales périurbaines est connu sous le nom de suburbanisation. Situé à la périphérie des villes, l'habitat suburbain se trouve à proximité d'une région métropolitaine. Bien qu'il offre un mode de vie propre aux banlieues, il manque de certains équipements sociaux.

3-L'habitat rural : Situé sur les hauts plateaux, l'habitat rural est immédiatement identifiable par sa vocation agricole (H. Cavaillès, 1936). Ce type d'habitat se trouve dans les zones rurales et se développe de manière dispersée dans des zones urbanisées, se caractérisant par l'absence d'infrastructures. Il se distingue par le manque d'équipements et de services.

IV.1.4.2 Selon l'aspect physique

1-L'habitat collectif

L'habitat collectif est défini par Laborde Pierre comme «*les immeubles divisés en plusieurs logements, ce qui donne une plus forte densité de population par hectare que l'habitat individuel. Il est aussi d'une grande variété de formes et de dimensions qui proviennent de sa constitution, de sa destination et de sa disposition* » (Laborde Pierre, 1989, P.91). L'habitat collectif, selon Tarek Rouidi, est défini comme un type de logement qui comprend plusieurs appartements, qu'ils soient locatifs ou en accession à la propriété, situés dans un même immeuble. La taille de ces immeubles peut varier considérablement, allant de grandes tours et barres d'immeubles à des immeubles de petite taille (Rouidi Tarek, 2011, p.19).

L'habitat collectif se trouve généralement dans les villes et s'élève à des hauteurs supérieures à R+4. Les lieux communs utilisés par tous les habitants, tels que les parkings, les espaces verts autour des bâtiments, les cages d'escaliers, les ascenseurs, etc. lui confèrent un caractère unique. Dans ce cas, l'entrée de l'appartement sert de point de départ à la personnalisation des espaces. En réalité, ce type de logement n'est pas nouveau. Depuis

le début de l'histoire de l'humanité, lorsque les hommes ont dû vivre en groupe pour se protéger des menaces extérieures, ce mode d'habitation a bel et bien existé (MEHALLAINE Nabila, 2015).

Un lieu où de nombreuses entités (familles ou personnes) coexistent avec des espaces communs privés et autogérés, il comporte plusieurs dimensions qui le définissent (MEHALLAINE Nabila, 2015) :

1. La dimension spatiale : l'habitat collectif est composé de deux types de lieux: Les lieux communs (comme les parkings et les jardins) sont définis par l'ensemble du groupe, les lieux privés, comme les maisons ou les appartements.
2. La composante sociale est complémentaire de la première puisqu'elle favorise le développement de la vie sociale (via les espaces publics) sans interférer avec l'épanouissement personnel de l'individu (via son domaine privé).
3. La dimension volontariste : l'habitat communautaire a la particularité de nécessiter un désir partagé de vivre ensemble.
4. La dimension autogestionnaire : les occupants d'un tel habitat sont responsables de leur environnement et de leur mode de vie, qui évolue en fonction du public de l'habitat collectif.

2-L'habitat individuel

Ce type de logement existe depuis l'époque coloniale. Les premiers projets de logements urbains planifiés ont été initiés par le gouvernement français sous la forme de lotissements ou de logements promotionnels pour les nouveaux arrivants européens, qui ont été financés par l'État et peuplés plus tard par des ménages ruraux algériens. Ces derniers ont eu beaucoup de mal à s'adapter. Pour la majorité des gens, l'habitat collectif algérien est un produit de l'évolution historique (la fin du colonialisme) et non un changement social issu du processus de modification de l'habitat algérien pour l'adapter aux besoins de la famille (ADEL GOUBAA, 2018).

3-**habitat intermédiaire**

Le terme "habitat intermédiaire" est apparu dans les années 1970, bien que les premières réalisations remontent à la décennie précédente. L'idée d'habitat intermédiaire est née de la volonté de combiner les avantages de l'habitat collectif avec ceux de la maison individuelle, ou inversement, dans le but d'atteindre des densités urbaines plus élevées tout en préservant une certaine qualité de vie. En somme, l'habitat intermédiaire représente une vision idéale d'harmonie entre la nature et l'habitat, se rapprochant de l'image traditionnelle

de la maison dans son jardin (Monique Eleb-Vidal ،Thierry Mandoul, 1988). Ce type d'habitat se caractérise par les points suivants (Champenois, 2020):

- Un accès individuel extérieur par logement.
- Un espace privé extérieur = 1 / 4 la surface de logement.
- Une hauteur limitée de 3 étages maximum.
- Deux logements superposés minimum.
- Des espaces collectifs de qualité.
- Des vis-à-vis limités.

IV.2 Présentation du contexte d'étude

IV.2.1 **Site et cadre physique de la Wilaya d'Annaba**

La Wilaya d'Annaba, située au nord-est de l'Algérie, à environ 70 km des frontières algéro-tunisiennes (Figure IV.1). La population estimée de la région était de 793 172 habitants (Carte des Monographies des wilayat, 2021), avec une superficie de 1 393,20 km², en 2008. Parmi ces habitants, 72,56 % vivaient dans des zones urbaines, avec une densité moyenne d'environ 437 personnes par km² et un taux de croissance annuel moyen d'environ 0,90 % (DEWA[1], 2017).

Figure IV. 1. Situation de la wilaya d'Annaba. Source: Google Earth modifiée par l' auteure,2024.

Cette population est répartie sur 12 communes et 06 dairas. La wilaya est bordée par: Sur le côté Nord par la mer Méditerranée, la wilaya de Skikda à l'Ouest, la wilaya de Guelma au Sud et la wilaya d'El Tarf à l'Est (Figure IV.2).

[1] DEWA : Direction de l'Environnement de la Wilaya d'Annaba, Bilan annuel 2017

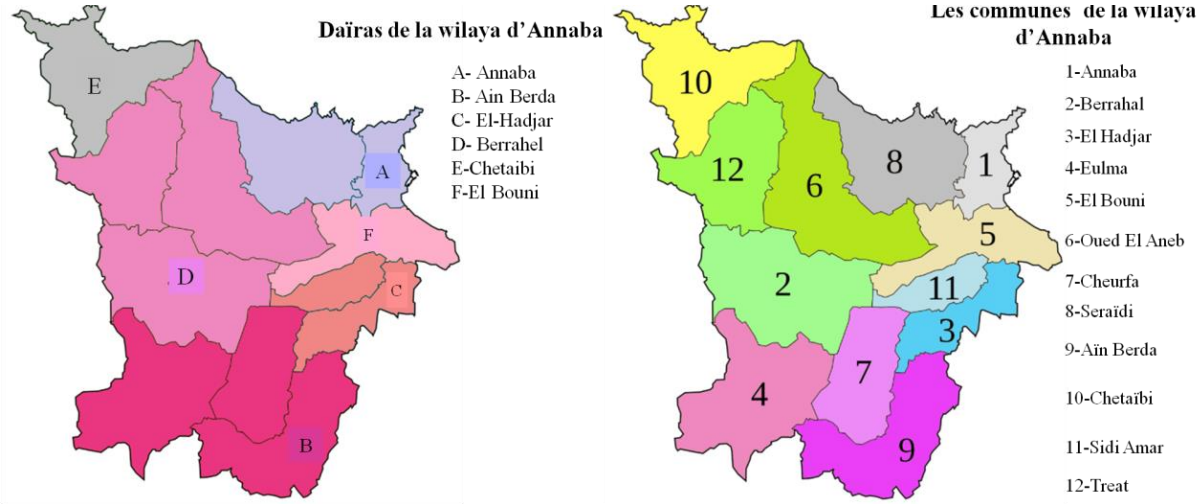


Figure IV. 2. Les Dairas et les communes de la wilaya d'Annaba. Source: Gifex.com consulté le 11/09/2024, modifiée par l' auteure,2024

Annaba, le chef-lieu de la commune, se trouve sur la côte méditerranéenne et est la quatrième plus grande ville d'Algérie après Alger, Oran et Constantine (CHENITI hamza et al., 2020). Le centre de l'agglomération est situé à environ 36°53'N et 7°45'E. La ville est établie sur une plaine côtière avec une altitude moyenne d'environ 5 mètres, légèrement inclinée vers la mer. Elle est adossée au massif de l'Edough, atteignant environ 1000 mètres d'altitude au nord, tandis que la Méditerranée borde les côtés nord-est et est de la ville (Salem DAHECH & Abdallah SAIHIA, 2019). En 1998, la population était estimée à 249 716 habitants, avec un taux de croissance de 1,84 %. En 2008, selon le RGPH, la population d'Annaba avait augmenté pour atteindre 257 359 habitants sur une superficie de 50 km², avec une densité de population de 5 147 habitants par km², représentant 42,22 % de la population totale de la wilaya (Chaoui Saleh, 2018).

IV.2.2 **Histoire de la ville d'Annaba**

Dans sa thèse de 2018, Chaoui Saleh propose un résumé détaillé de l'histoire de la ville d'Annaba. Il retrace l'évolution de cette ville, en mettant en lumière les principales étapes de son développement au fil des siècles. Chaoui décrit Annaba comme l'une des villes les plus importantes de la rive Sud de la Méditerranée. Fondée au 12e siècle avant J.-C. comme résidence favorite des rois numides, Annaba est devenue romaine à la suite de la victoire romaine et de l'annexion de la Numidie en 46 av. J.-C. Également connue sous les noms d'Hippo-Regius. Annaba fut habitée par divers peuples dont les Numides, les Phéniciens, les Carthaginois, les Romains (Saint Augustin en fut l'évêque de 395 à 430),

les Vandales, les Fatimides, les Zirides et les Hamadites, bien que les vestiges de ces civilisations soient mal conservés.

Avec l'avènement de l'islam en Afrique du Nord, les Arabes occupèrent le même site jusqu'en 1034, date à laquelle il fut décidé de transférer la ville de la partie basse à la rive du fleuve Seybouse vers la partie haute, donnant naissance à une nouvelle ville arabo-musulmane, Bouna El Haditha.

En 1522, la ville passe sous domination ottomane et, de 1535 à 1540, elle est occupée par les Espagnols. En 1832, Bône est occupée par les Français, une occupation qui durera jusqu'à l'indépendance en 1962.

Annaba est une mosaïque culturelle, religieuse, urbaine et architecturale. Du Cour de la Révolution à la ville arabe fondée par les Sanhadja au XIe siècle, dont le cœur est la Place d'Armes, en passant par la ville coloniale, Annaba présente une diversité de styles. La place d'Armes se trouve juste derrière le Cours de la Révolution (Figure. IV.3).

En effet, en raison de son histoire et de sa situation uniques, Annaba constitue une étude de cas qui mérite d'être approfondie. Voici quelques données (BENZERARA Amine, 2021) :

- **Données culturelles :** Le profil sociodémographique et la variété culturelle ne sont que le résultat de la mise en relation d'un certain nombre de variables. Les caractéristiques suivantes permettent principalement d'identifier ces mutations :
  - L'histoire, qui est un mélange de cultures orientales et occidentales apportées par les occupants antérieurs (Arabes, Turcs, puis Français). La foi islamique a une emprise totale sur la vie quotidienne et les coutumes sociales.
  - L'offre d'équipements et de services à vocation régionale fait que la situation économique et démographique d'Annaba se traduit par une migration quotidienne importante d'individus en provenance des communes voisines et d'autres wilayas limitrophes.
- **Données urbaines** :

Le tissu de la ville d'Annaba est composé de: la médina, le centre ville colonial l'extension du centre ville et l'extension post indépendance .

Annaba s'est construite sur plus de 500 ans. Du point de vue morphologique, la ville d'Annaba est divisée en deux parties : la partie orientale, qui fait face à la mer, et la partie occidentale, qui est située dans la plaine. Un ensemble de lieux publics et d'équipements se trouve entre ces deux villes. Le style architectural et la forme urbaine d'aujourd'hui

reflètent encore cette contradiction. Cette situation s'explique par un certain nombre de facteurs historiques, politiques, économiques et même démographiques (BENZERARA Amine, 2021).

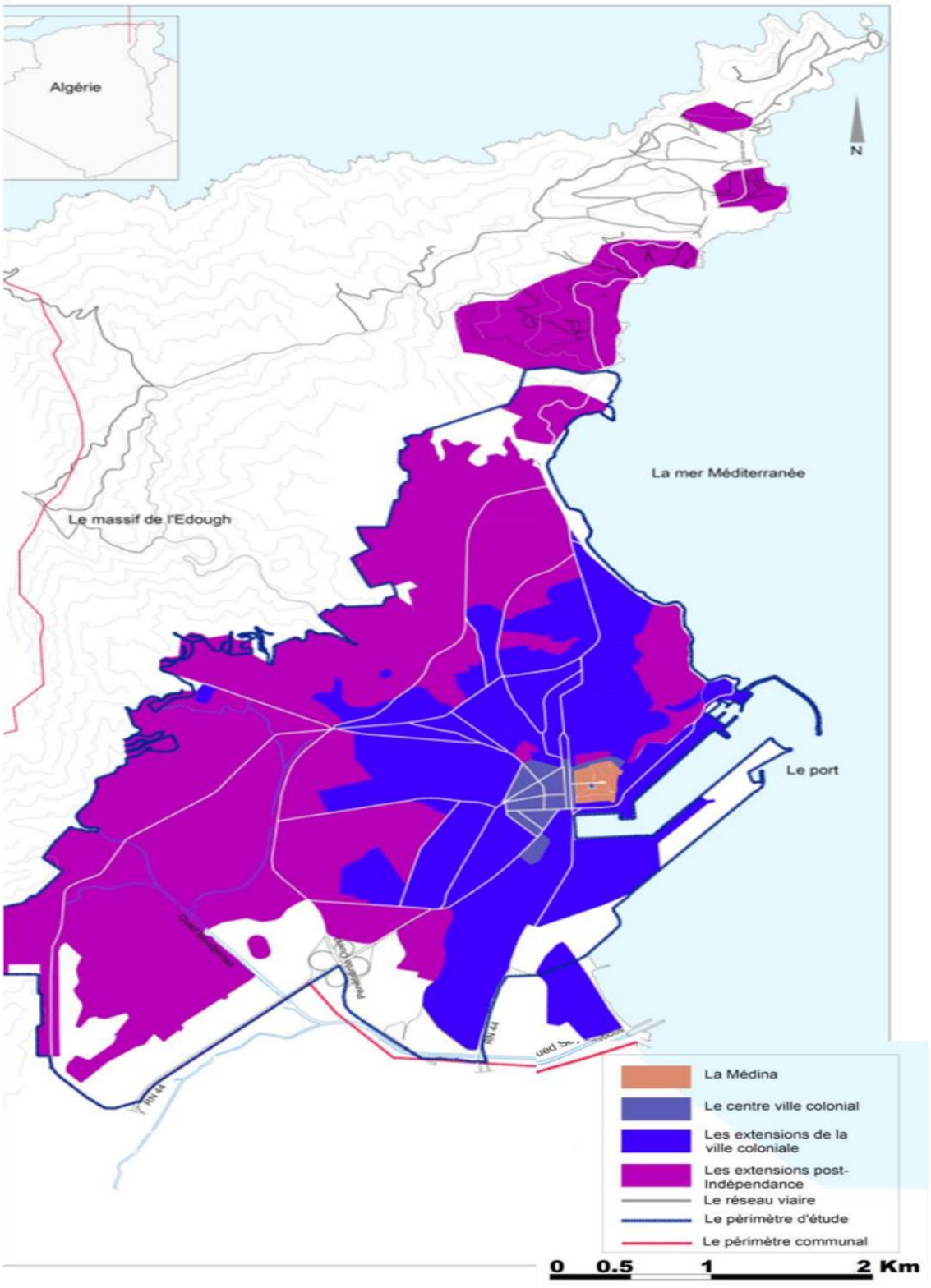


Figure IV. 1.Les différents tissus composant la ville d'Annaba. Source: (Dounia LAOUAR, 2018) d'après (Archives de la ville, PDAU, 2008).

IV.2.3 **Les conditions topographique de la ville d'Annaba**

La topographie d'Annaba révèle une alternance de phénomènes météorologiques tels que les brises thermiques, comprenant les brises de mer/brises de terre et les brises de montagne/brises de vallée, ainsi que la présence d'une barrière orographique, une chaîne de montagnes qui altère la circulation et la vitesse des vents venant du nord (Salem Dahech & Saihia Abdallah, 2019).Son relief est constitué principalement de (Figure IV.4):

- Montagnes à vocation forestière : 52,16 %
- Collines et Piémonts : 25,82 %
- Plaines : 18,08 %

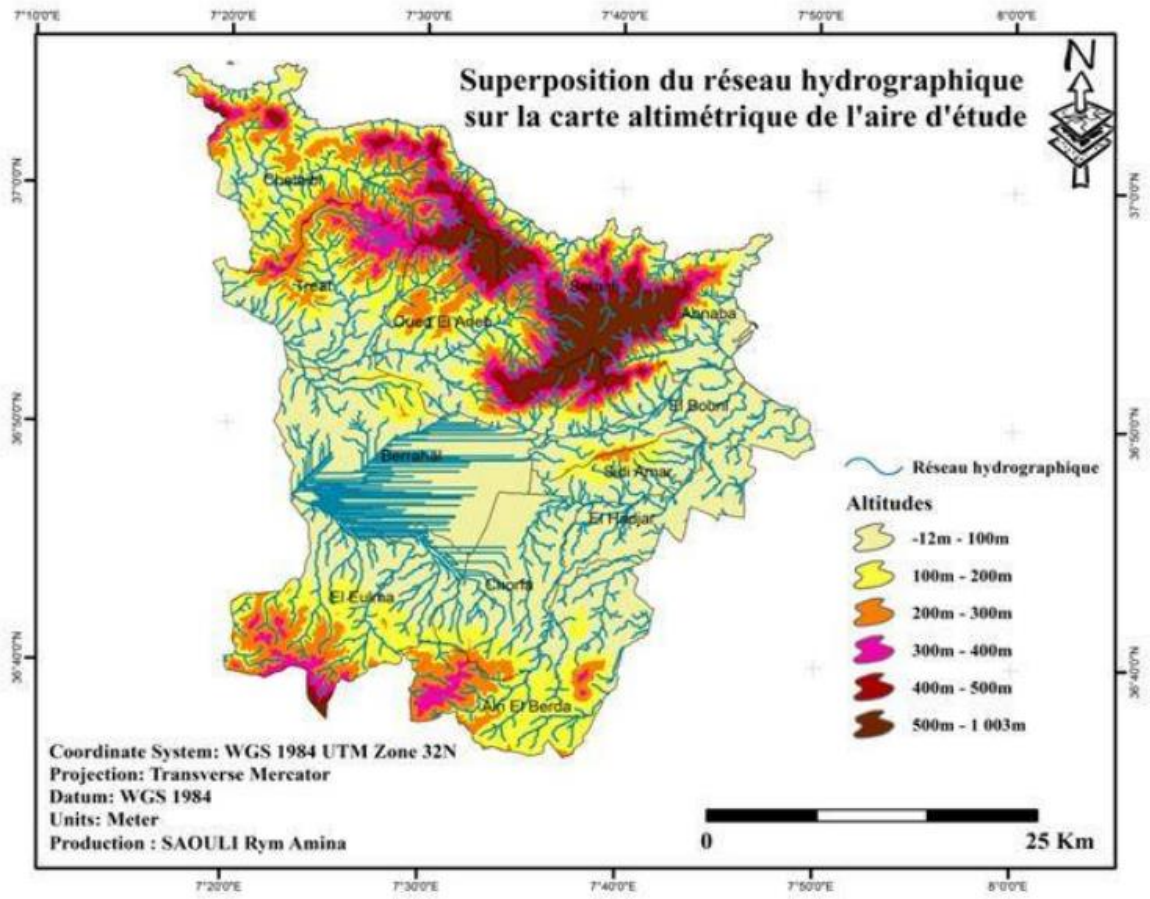


Figure IV. 2. Le relief de la ville d'Annaba. Source: (SAOULI Rim Amina , 2018).

IV.2.4 **Analyse bioclimatique de la wilaya d'Annaba**

IV.2.4.1 Classification du climat

Le climat d'Annaba est influencé à la fois par sa proximité avec la mer Méditerranée et par la présence du massif montagneux de l'Edough. Selon la classification de Köppen-Geiger, la ville est caractérisée par un climat tempéré (méditerranéen), avec des variations saisonnières bien marquées. Les étés sont chauds, tandis que les hivers sont froids et

humides, avec des précipitations modérées et des températures tempérées. Les principaux vents soufflent généralement du nord au nord-est (Figure IV.5). Cette combinaison de facteurs crée un climat relativement modéré et agréable, bien que les saisons chaudes et froides soient bien définies, offrant ainsi une diversité climatique appréciable.

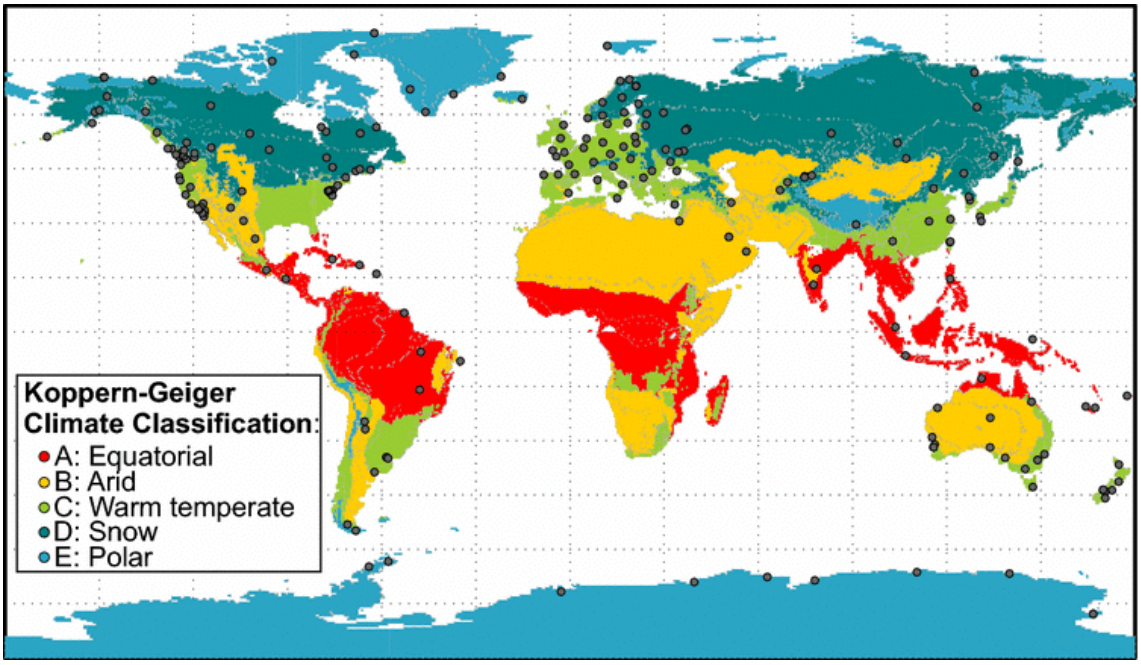


Figure IV. 3.Carte mondiale de la classification climatique de Köppen-Geiger. Source: (Marta Gruszczynska et al., 2018)

IV.2.4.2 Analyse climatique de la ville d'Annaba

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep-tembre	Octobre	No-vembre	Dé-cembre
Température moyenne (°C)	10.2	10.3	12.6	15.3	18.8	23.4	26.6	26.8	23.6	20.3	14.8	11.5
Température minimale moyenne (°C)	6.6	6.5	8.2	10.6	14	18	21.1	21.8	19.5	16.2	11.2	8
Température maximale (°C)	14.1	14.4	17.3	20.1	24	29	32.5	32.6	28.5	25.2	18.9	15.3
Précipitations (mm)	95	80	68	61	40	11	2	12	43	64	97	98
Humidité(%)	77%	76%	75%	73%	68%	59%	55%	57%	65%	69%	73%	76%
Jours de pluie (jrée)	9	9	8	7	5	2	0	2	5	7	10	9

Figure IV. 4.Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie. Data: 1999 - 2019: Heures de soleil. Source: fr.climate-data.org. Consulté le 09/06/2024.

Les données présentées dans le tableau mettent en évidence les éléments suivants :

1. **Températures**

- Mois le plus chaud : Août, avec une température moyenne de 26,8°C.
- Mois le plus froid : Janvier, avec une température moyenne de 10,2°C.

- Écart de température annuel : 16,6°C entre le point le plus bas (janvier) et le point le plus haut (août).

2. Précipitations

- Mois le plus sec : Juillet, avec 2 mm de pluie en moyenne.
- Mois le plus pluvieux : Décembre, avec 98 mm de précipitations en moyenne.
- Écart de précipitations mensuelles : 96 mm entre le mois le plus sec (juillet) et le mois le plus humide (décembre).

3. Humidité

- Humidité relative la plus élevée : Janvier, avec 77,46 %.
- Humidité relative la plus faible : Juillet, avec 55,32 %.

4. Jours de précipitation

- Mois avec le plus de jours de précipitations : Novembre, avec 0,63 jour.
- Mois avec le moins de jours de précipitations : Juillet, avec 12,67 jours.

5. Le vent

La vitesse moyenne du vent, calculée à partir des données horaires enregistrées à l'aérodrome de 1970 à 2017 est d'environ 3 m/s entre juin et septembre. Ce vent faible s'explique par la prédominance des situations de marais barométriques en surface (1016 hPa en moyenne) et un haut géopotentiel au niveau de l'altitude 500 hPa, conformément à ce qui se passe sur la rive sud de la Méditerranée occidentale (Hénia, 1998). La faible ventilation s'ajoute à un fort ensoleillement pour favoriser le contraste thermique entre la terre et la mer.

IV.2.4.3 Type de ciel

Le type de ciel que connaît Annaba tout au long de l'année nous permettra de décrire le climat, le gisement solaire et l'illumination de la ville dans son ensemble. ZEMMOURI (2005),dans sa thèse, a proposé un schéma de zonage lumineux pour l'Algérie dans sa thèse de doctorat (Figure IV.6). Ce schéma est basé sur la base de données de la couverture nuageuse de la NASA ainsi que sur le calcul des éclairements horizontaux à l'aide du logiciel « Matlight ».

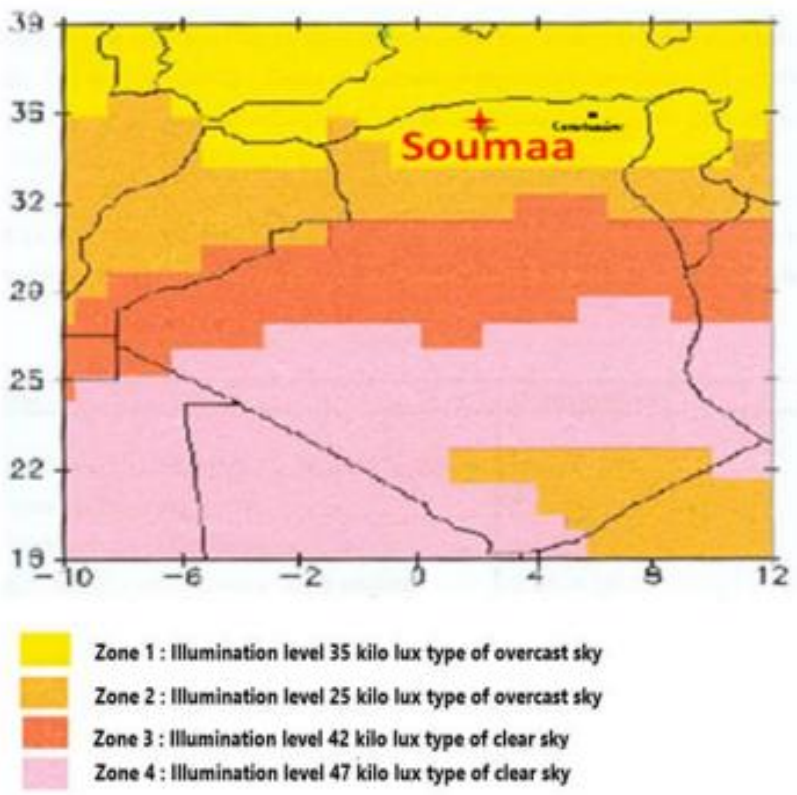


Figure IV. 5.Disponibilité de a lumière naturelle en Algerie. Source: Zemmouri,2005.

Annaba se trouve au niveau de la première zone, qui se situe entre les latitudes 34° et 36°, se caractérise par un ciel partiellement nuageux et un éclairement horizontal moyen de 35 Kilolux. En effet, 70 % des observations horaires indiquent une proportion de ciel couvert à moins de 3 octas par les nuages au-dessus de la station météorologique de l'aérodrome entre 1970 et 2017, de juin à septembre .

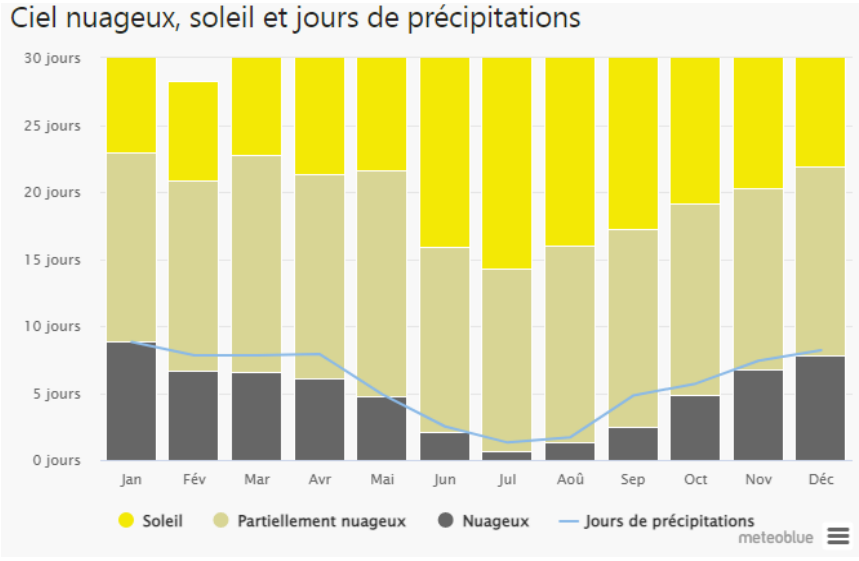


Figure IV. 6. le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux, nuageux et de précipitations. Source: meteoblue.com/fr

Le graphique montre le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux, nuageux et de précipitations. Les jours avec moins de 20% de la couverture nuageuse sont considérés comme des jours ensoleillés, avec 20-80% de la couverture nuageuse, comme partiellement ensoleillés et plus de 80% comme nuageux. On enregistre en moyenne 2675 heures de soleil par an.

IV.2.4.4 Durée d'ensoleillement :

En juillet, Annaba bénéficie en moyenne de 12,43 heures d'ensoleillement par jour, ce qui en fait le mois le plus ensoleillé avec un total de 385,46 heures d'ensoleillement.

En janvier, avec seulement 6,41 heures d'ensoleillement par jour en moyenne, c'est le mois le moins ensoleillé, totalisant environ 198,62 heures d'ensoleillement.

Annuellement, Annaba reçoit en moyenne 3325,56 heures d'ensoleillement, soit une moyenne mensuelle de 109,18 heures.

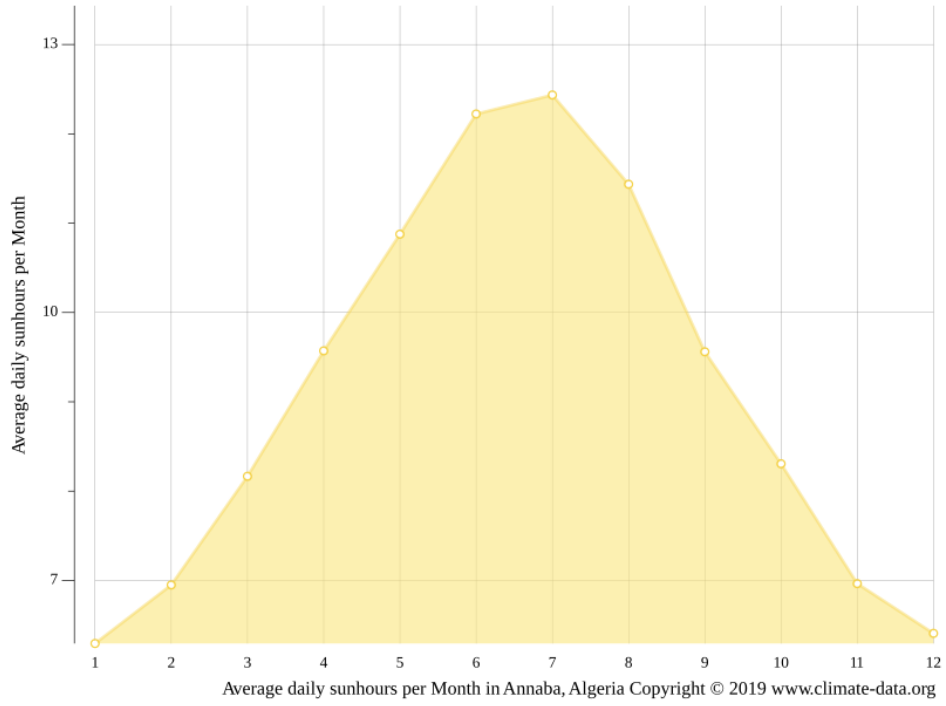


Figure IV. 7 Durée d'ensoleillement dans la ville d'Annaba. Source: (climate-data , 2019).

IV.3 La crise de logements à Annaba : Un défi pressant pour l'agglomération

Le manque de logements affecte inévitablement le nombre de personnes vivant dans une zone donnée ainsi que la qualité de l'entretien, des réparations et de la longévité des

logements existants. De nombreuses autres villes du pays sont conscientes de la grave pénurie de logements qui existe dans l'agglomération d'Annaba.

Les statistiques présentées dans le rapport intercommunal 2004 du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) mettent en évidence la gravité de la crise du logement à Annaba. L'insuffisance de logements y est flagrante : le déficit, calculé sur la base d'un seul ménage par unité, est de 17 550 unités, ce qui signifie que l'ensemble de la Wilaya a un taux d'occupation d'environ 6, avec une taille moyenne des ménages d'environ 5,33 personnes (Ouled Cheikh Roumaissa,, 2015).

Les maisons d'une seule pièce constituent le seul lieu de résidence pour 68 240 personnes, dont 56 % vivent dans la commune d'Annaba. Le rapport entre la population totale de la commune et le nombre de logements occupés donne le taux d'occupation des logements, calculé par l'Office National des Statistiques (O.N.S.) (figure. IV.10)

Communes	Habité	Inhabité	Logement secondaire	A usage professionnel	TOTAL
Annaba	51503	6947	3324	937	62711
Seraidi	1590	179	326	0	2095
El-Bouni	23302	1683	445	50	25480
El-Hadjar	6689	772	398	54	7913
Sidi Amar	14469	2744	531	55	17799
Berrahal	3839	963	136	16	4954
Oued Aneb	3707	684	90	0	4481
Treat	963	169	2	00	1134
Ain Berda	3643	655	72	7	4377
Cheurfa	1533	255	25	1	1814
Eulma	1823	298	5	0	2126
Chetaibi	1634	194	243	0	2071
Total Wilaya	**114695**	**15543**	**5597**	**1120**	**136955**

Figure IV. 8.Répartition du Parc logement total des ménages ordinaires selon le statut d'occupation du logement et par Commune. Source: (Résultats exhaustifs du RGPH 2008-ONS- (Ouled Cheikh Roumaissa,, 2015)

Ce calcul n'inclut pas les résidences secondaires, les biens à usage professionnel et les logements vacants. Sur la base des résultats exhaustifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2008, les tableaux ci-dessous examinent la répartition du parc total de logements par statut d'occupation et la restitution du taux d'occupation des logements (T.O.L.) pour les wilayas d'Annapolis et d'Annaba.

Le RGPH (2008) indique un taux moyen d'occupation du parc urbain de 2.0 personnes par pièce à l'échelle intercommunale. Selon le RGPH (2008), plus de 30% des ménages urbains vivent dans un logement d'une ou deux pièces, alors que le taux d'occupation moyen du parc de logements urbains au niveau intercommunal est de 2,0 personnes par pièce. Les familles urbaines sont généralement composées de 4,9 personnes. Si l'on tient compte de tous les éléments, 12 % des ménages urbains vivent ensemble, un chiffre qui est en augmentation, surtout parmi les populations de classe inférieure.

IV.3.1 **Typologie de l'habitat à Annaba**

Les différents styles d'habitation qui composent l'agglomération urbaine d'Annaba (Figure IV.11) peuvent être résumés comme suit :

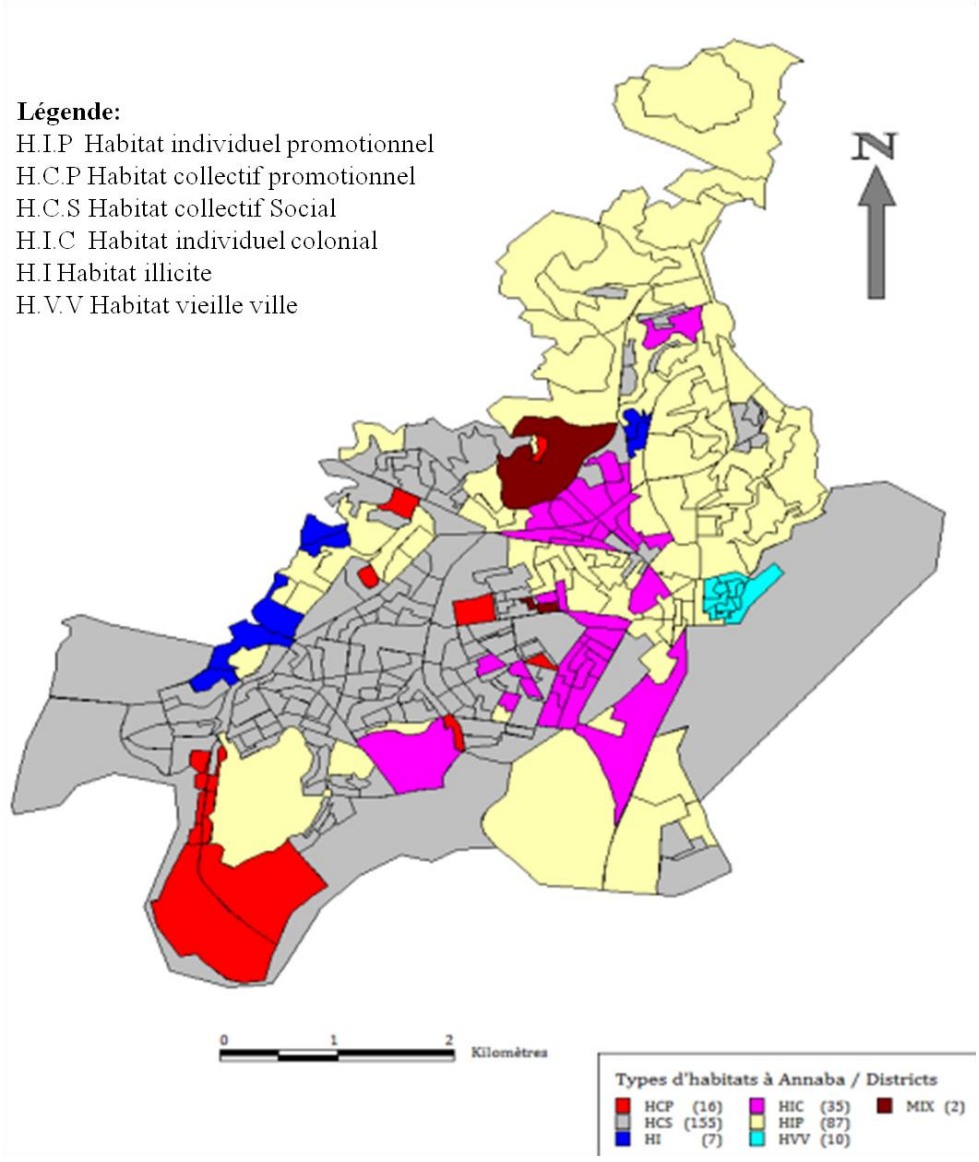


Figure IV. 9. Types d'habitats dans la ville d'Annaba. Source: (CHINITI Hamza, 2014).

IV.3.1.1 L'habitat collectif

Dans le tissu urbain, l'habitat collectif est identifié par la hauteur des structures. Les tours et les bâtiments en sont la représentation dans la ville. Chacune d'entre elles compte un minimum de quatre et un maximum de vingt étages. La majorité de ce type de construction est relativement récente, résultat des tendances et des politiques en matière de logement. Bien intégrés dans le paysage métropolitain, ils constituent une part importante de l'ensemble et sont facilement reconnaissables. En général, une route large et praticable permet d'accéder à ce type d'habitation (Figure IV.12). Mais parfois, ces structures sont situées au pied de collines escarpées, ce qui les rend moins accessibles, d'autant plus que le quartier n'est pas toujours bien aménagé.

Figure IV. 10. Vue sur immeubles d'habitat collectif dans la ville d'Annaba. Source Auteure,2024.

IV.3.1.2 L'habitat individuel

1. **Habitat individuel sur terrain plat**

Il s'agit souvent de quartiers résidentiels constitués de structures de type villa à deux étages au maximum. Leur environnement est généralement calme et inoccupé. Ce type d'habitat dispose d'un réseau bien établi et a été construit relativement récemment, avec des voiries assez larges et bien entretenues.

en bon état.

2. Habitat individuel sur terrain en pente

Il s'agit de maisons construites au hasard ou de villas séparées qui ont été érigées sur un terrain accidenté et en pente, ce qui les rend difficiles d'accès (Figure.IV.13). De nombreuses images expliquent ce type d'habitat urbain.

Figure IV. 11. Type d'habitat individuel en pente. Source: Auteure,2024.

IV.3.1.3 Habitat semi-collectif

Ce type d'habitat se situe entre l'habitat individuel et l'habitat collectif. Il se compose généralement de structures de deux à trois étages. Il s'agit de structures assez anciennes, les commerçants occupant le premier niveau pour diverses activités. Généralement situé dans le centre ville, ce type d'habitat est desservi par une voie raisonnablement large et très fréquentée dans la journée.

IV.3.1.4 Habitat traditionnel

Il s'agit de structures historiques dont l'architecture date de l'époque turque. Généralement hautes de deux à trois étages, elles sont reliées par un réseau de petites routes particulièrement hygiénique. Ce style ancien de la Médina préserve encore les spécificités historiques et urbaines de la ville arabo-musulmane, qui se caractérisent par un réseau routier sinueux et tortueux, une contiguïté des bâtiments combinée à une forte densité de population et une prolifération des activités commerciales (Figure IV.14). Ces changements sont dus à des actes de négation, aux caprices du temps et aux modifications coloniales. Malheureusement, plusieurs modifications horizontales et verticales ont été

apportées à ce tissu délicat. Il est important de garder à l'esprit qu'une grande partie des résidences sont utilisées comme lieux de transit pour l'achat d'une nouvelle résidence, une tendance qui a eu un impact négatif sur les conditions environnementales de la médina (Place d'Arme).

Figure IV. 12.Vue sur un quartier d'habitat traditionnel a la veille ville d'Annaba.
Source:http://www.tripadvisor.co.za

IV.4 Présentation du site d'étude

IV.4.1 **Caractéristiques et situation du site**

La cité Oued El-Fourcha est situé a l'ouest de la ville d'Annaba, dans la zone de la pleine ouest . C'est une cité à caractère d'habitat, de commerce et de services. Elle se caractérise par une dominance de l'habitat collectif et la présence d'équipements d'intérêt général. Elle couvre une situation de 124.20 Ha. Elle se limite par (Figure IV.15):

- Au nord par : le massif de l'Edough
- À l'Est par : cité Zaafrania
- À l'Ouest : cité El -Moukawam
- Au sud : cité Elisa

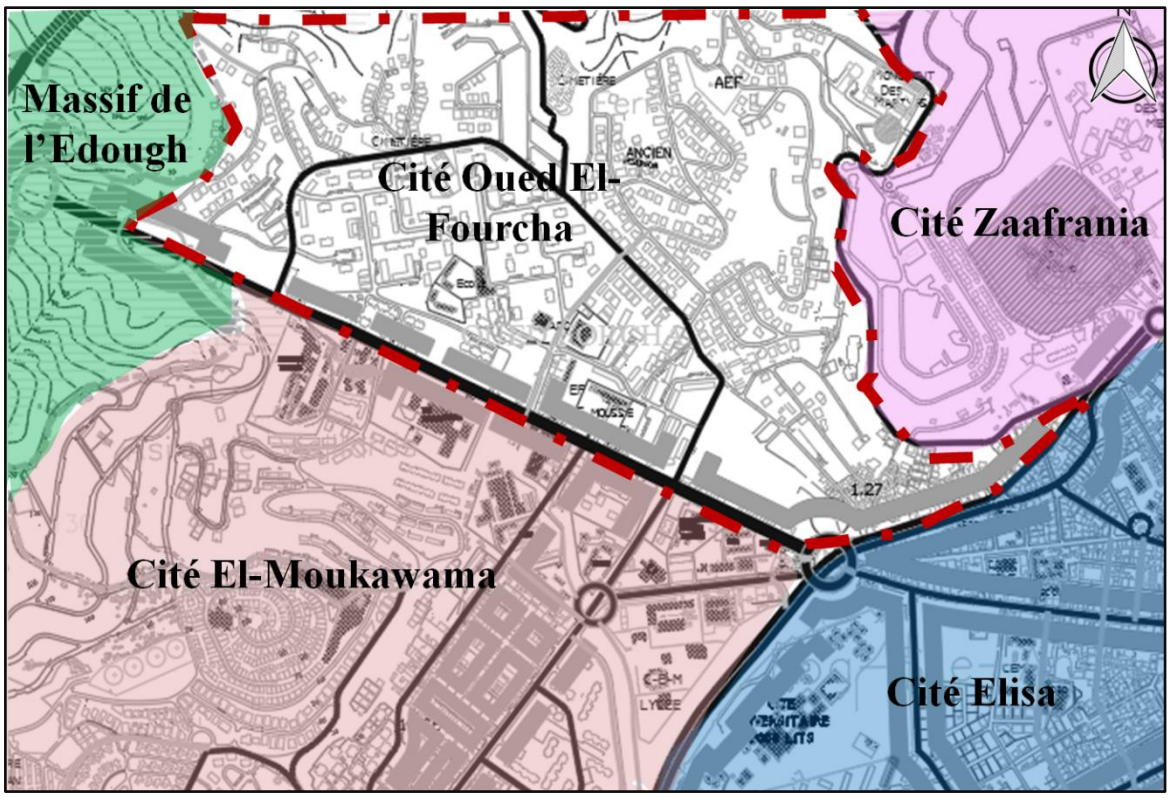


Figure IV. 13.carte de situation et de délimitation de cas d'étude. Source:PDAU Annaba, modifiée par auteure,2024.

IV.4.2 **La démographie de la cité Oued El-Fourcha**

Le plan d'occupation du sol (POS) de la cité Oued El-Fourcha présente les chiffres suivants:

Évolution de la population

- **1987 :** 9 126 personnes
- **1994 :** 11 156 personnes
- **1998 :** 12 510 personnes

Taux de Croissance

- **1987-1994 :** 2,81 % par an
- **1994-1998 :** 2,32 % par an

Taille moyenne des ménages

- **Cité Oued El-Fourcha :** 6,14 personnes par ménage
- **Moyenne nationale :** 7,2 personnes par ménage

Ces chiffres montrent une croissance démographique continue dans la cité, bien que le taux de croissance ait légèrement diminué entre les deux périodes analysées. La taille moyenne des ménages dans la cité est inférieure à la moyenne nationale.

IV.4.3 **Les problèmes observés au niveau du site**

Parmi les nombreux problèmes recensés, nous mettons en exergue le plus important et susceptible d'être pris en charge sérieusement : (POS cité Oued El-Fourcha):

- La juxtaposition de programme lotissement sans liaison aucune avec la partie existante.
- Un déficit important d'équipements.
- L'absence de structuration au niveau de l'ensemble de tissus.
- Absence des liaisons directes et indirects du plan de l'organisation générale notamment l'implantation des bâtiments... etc.
- Absence du centre de quartier.
- Absence de hiérarchie viaire.
- L'absence d'espaces verts.
- L'instabilité du sol en certains endroits.

Les sites d'habitat informels sont diffusés dans les tissus urbains et constituent par ce fait, un obstacle à toute action urbanistique.

Les équipements existants Ces derniers sont totalement en dessins du besoin du quartier et ils se limitent à deux écoles primaires, une école de formation technique de pêche, une salle de soins intégrée, une antenne APC intégrée, une mosquée et quelques activités commerciales et de services.

IV.4.4 **Caractéristiques et défis de l'habitat dans la cité Oued El-Fourcha**

1. **Types d'habitat**

- **Habitat collectif :** Représente 35 % de la superficie globale du quartier et est principalement constitué de zones d'habitat urbain nouveau (ZHUN).
- **Habitat individuel type lotissement :** Comprend les lotissements Oued El-Fourcha III et IV.
- **Habitat individuel précaire et dense :** Inclut des zones comme Moukawama.
- **Habitat informel :** Présent dans diverses parties du quartier.

2. **Parc de logements**

- **Nombre total de logements :** 1 851 logements
- **Logements en bon état :** 1 601 logements
- **Logements à rue structurés :** 777 logements
- **Logements vétustes :** 173 logements

3. **Densité de population:** Taux brut d'occupation : 6,76 personnes par logement

Ces informations soulignent la diversité des types d'habitat dans la cité Oued El-Fourcha, avec une prédominance de l'habitat collectif et des lotissements individuels, ainsi que des problèmes de vétusté et d'occupation élevée des logements.

IV.5 Genèse de la conception architecturale des bâtiments résidentiels collectifs

IV.5.1 **Etat extérieur des bâtiments étudiés**

1. **Analyse de plan de masse**

Dans cette étude, les immeubles résidentiels en barres prédominent dans la configuration architecturale du site. Cependant, leurs agencements non planifiés et parfois mal orientés défient les principes de l'urbanisme, ce qui entraîne des problèmes de confort intérieur en raison du manque de lumière naturelle. Il s'agit d'un quartier habitable, il contient (Figure.IV.16):

- Des immeubles d'habitation collective de type R+4 et R+5. La majorité de ces immeubles sont du type ZHUN, auxquels s'ajoutent des logements promotionnels.
- Des habitations individuelles, composées de maisonnettes d'un seul étage.

Le quartier contient également des aires de jeux pour les enfants, mais on remarque que ces aires ne sont pas bien pensées, puisqu'on les trouve très près des fenêtres du sous-sol des immeubles, tout comme les aires de stationnement. Cette proximité entraîne plusieurs conséquences négatives :

- Gêne acoustique: Les bruits provenant des aires de jeux et des aires de stationnement perturbent la tranquillité des occupants, surtout ceux habitant dans les premiers étages. Cela peut entraîner une diminution générale de la qualité de vie.
- Pollution : Les émissions des voitures stationnées près des immeubles peuvent contribuer à la pollution de l'air à l'intérieur des habitations.

Côté équipements publics, le quartier compte deux écoles très proches des bâtiments, sans aucune séparation de ces équipements par rapport à la zone habitable. Cette situation engendre également des conséquences :

- Bruits scolaires : Les activités quotidiennes des écoles, y compris les récréations et les rassemblements, génèrent des bruits constants qui peuvent être dérangeants pour les résidents, surtout ceux habitant à proximité immédiate.

- Manque d'intimité : La proximité des écoles réduit l'intimité des habitants, car les activités scolaires peuvent être facilement observées depuis les résidences et vice versa.

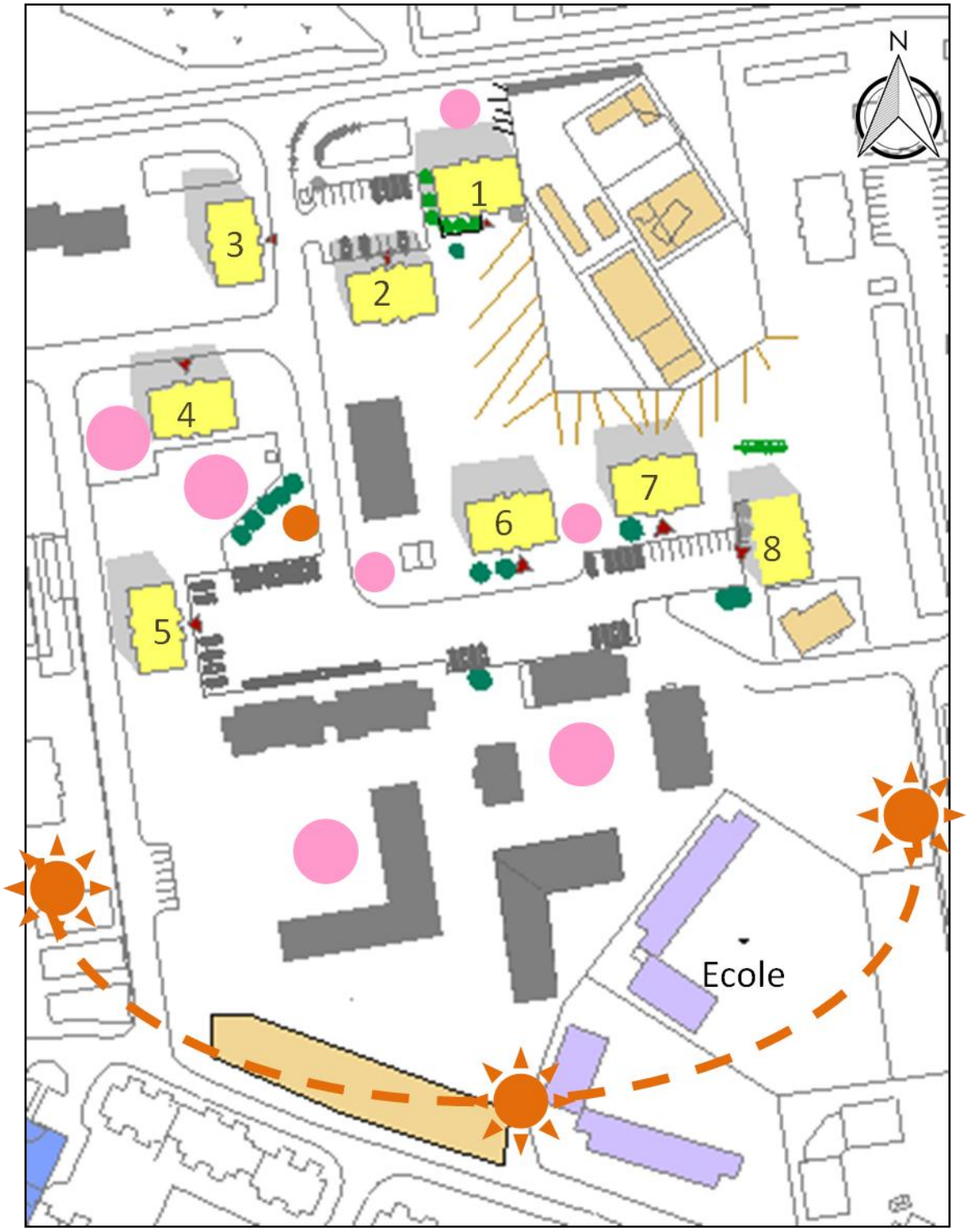


Figure IV. 14.Analyse de l'environnement immédiat des bâtiments d'étude. Source: PDAU Annaba modifié par auteure,2024.

2. Analyse des façades:

Les bâtiments étudiés sont des immeubles de R+4. La conception des façades de ces bâtiments est identique, telles qu'illustrées dans les figures IV.17, IV.18, IV.19, affichent une symétrie le long de l'axe vertical central, créant ainsi un motif répétitif rythmique.

Figure IV. 15. Vue sur façade principale. Source: Auteure,2024.

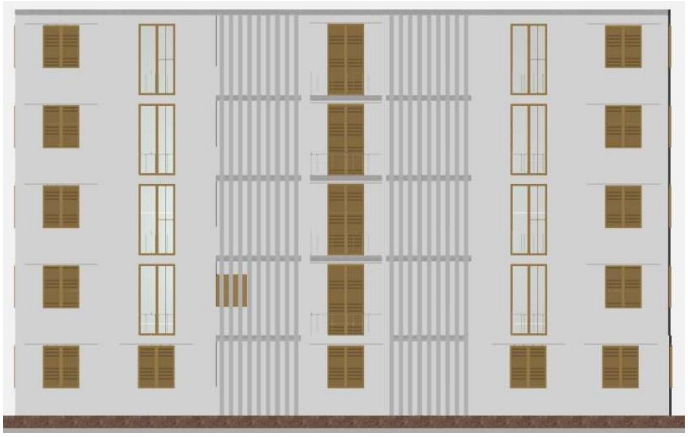


Figure IV. 16. Vue sur façade arrière . Source: Auteure,2024.

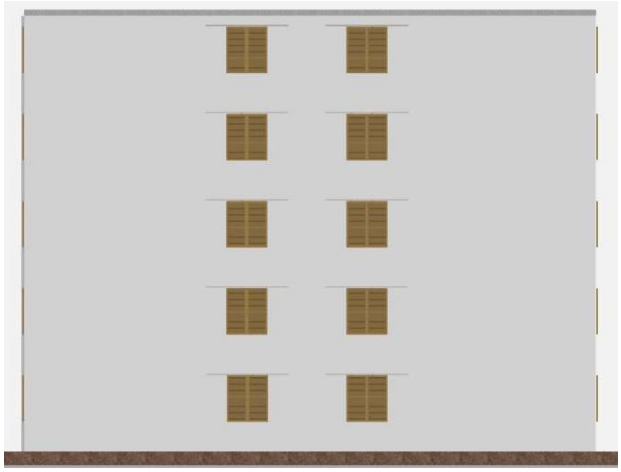


Figure IV. 17.Vue sur façade latérale. Source: Auteure,2024.

Cependant, malgré cette conception initiale, des modifications ont été apportées par les occupants, altérant la symétrie originale des façades. Ces modifications, principalement observées au niveau des ouvertures des séchoirs, ont perturbé l'harmonie visuelle et le motif répétitif des bâtiments. Ces altérations peuvent varier en termes de taille, de style des fenêtres ajoutées, créant ainsi une discontinuité visuelle et le chaos dans les façades (Figure.IV.20).

Façade avant la modification des occupants

Façade après la modification des occupants

Bâtiment 04

Figure IV. 18. Etats actuels des bâtiments d'étude. Source: Auteure,2024.

IV.5.2 **Distribution spatiale des habitations**

Chaque étage comprend quatre habitations, qui sont de type F3, F4 dans l'ensemble des bâtiments. La distribution intérieure des logements étudiés se fait selon un agencement linéaire par un long couloir, assurant ainsi la connexion et la desserte entre les différentes zones. Cependant, l'espace sanitaire, la salle de bain et le couloir de desserte souffrent d'un manque de luminosité naturelle, ce sont des espaces aveugle sans ouverture (Figure.IV.21).

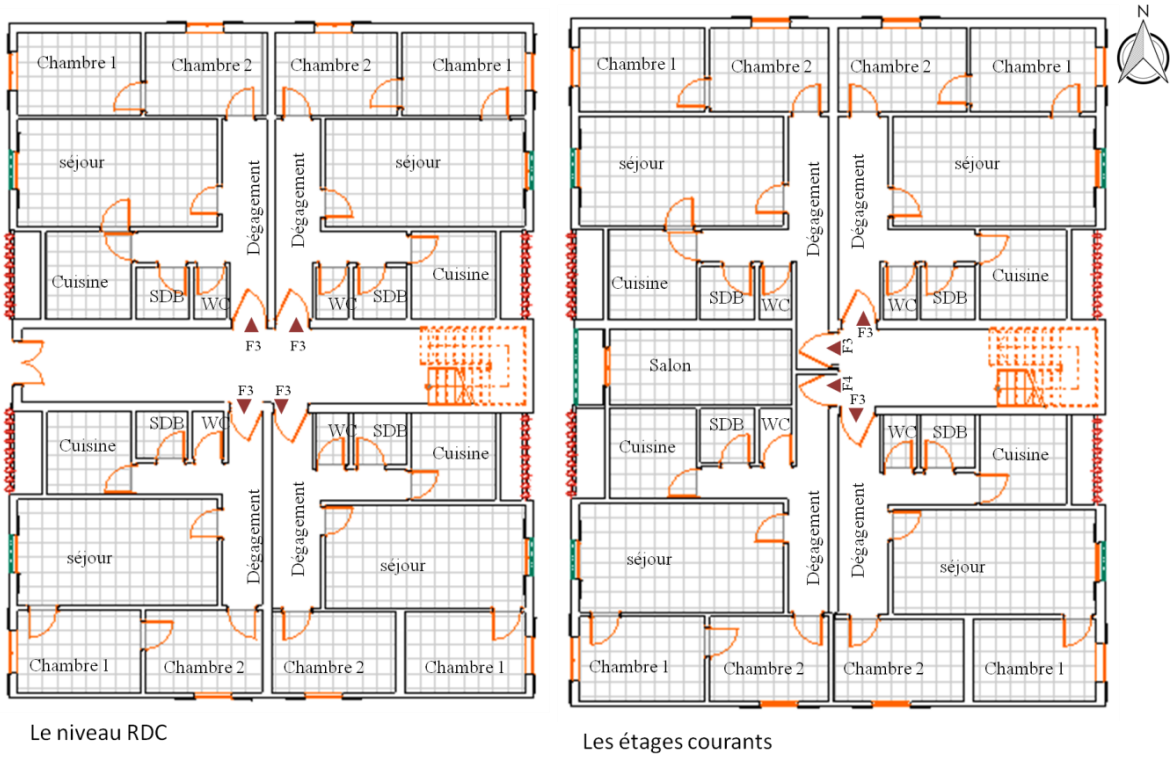


Figure IV. 19. Vue en plan sur les bâtiments d'étude. Source: Auteure,2024.

Dans ce projet, une approche consistant à reproduire le même plan architectural dans huit bâtiments distincts a été adoptée. La diversité d'orientation, bien qu'elle permette une meilleure intégration dans le paysage urbain et une utilisation plus efficace de l'espace disponible, peut également avoir des répercussions sur la qualité de vie des occupants, notamment en ce qui concerne l'exposition à la lumière naturelle et les vues extérieures. Ainsi, cette variation d'orientation peut entraîner des appartements qui ne bénéficient pas pleinement d'une orientation optimale, ce qui peut influencer leur attractivité et leur confort pour les occupants (Figure.IV.22).

Figure IV. 20.Plan d'ensemble des bâtiments étudiés. Source: Auteure,2024.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord défini les concepts d'« habitat » et d'«habitation», soulignant que l'habitat va au-delà d'un simple espace physique pour devenir un lieu de vie, d'interactions sociales et d'expression individuelle. Comprendre ses diverses dimensions et défis est crucial pour créer des environnements durables et confortables.

L'étude de l'éclairage naturel dans l'habitat nécessite une analyse approfondie du contexte réel. En examinant comment les bâtiments interagissent avec leur environnement physique et social, nous pouvons identifier les forces qui les influencent et les contraintes auxquelles ils sont soumis. Cela nous permet de mieux comprendre comment les matériaux, les systèmes de l'éclairage naturel et les conceptions architecturales s'associent pour créer un bâtiment stable et fonctionnel.

La cité Oued El-Fourcha, située à l'ouest de la ville d'Annaba, est un exemple pertinent d'habitat collectif. Elle offre un terrain d'observation pour étudier les comportements des occupants, les adaptations des façades et l'impact de l'environnement extérieur sur la lumière et les ambiances lumineuses intérieures. L'occupation à long terme des habitants offre une perspective sur les ajustements et le confort au fil du temps.

Les bâtiments, tous identiques et en forme de barre de type R+4, où chaque étage est composé de quatre appartements par palier, ont une influence directe sur la qualité et le confort intérieur. Ces caractéristiques architecturales et l'organisation des espaces influencent la distribution de la lumière naturelle, essentielle au bien-être des occupants.

Chapitre V

Matériel et méthodes

Introduction

La pertinence et la portée d'une recherche dépassent le cadre théorique et nécessitent une approche sur le terrain afin de confirmer les hypothèses sur lesquelles elle se fonde. Il est donc impératif que le chercheur sélectionne avec rigueur la méthode scientifique la plus adéquate pour l'objet de l'étude et procède avec soin à la collecte des données, lesquelles serviront de fondement final à l'analyse.

L'évaluation post occupationnelle est un outil essentiel pour améliorer l'environnement bâti. L'intégration de l'évaluation post occupationnelle (EPO) comme pratique standard dans le domaine de la construction est en effet une démarche cruciale pour garantir que les bâtiments répondent efficacement aux besoins de leurs occupants et atteignent les objectifs d'efficacité énergétique. Les décideurs peuvent optimiser la conception, la construction et la gestion des futurs bâtiments en recueillant systématiquement des données sur la consommation énergétique, la performance des bâtiments et la satisfaction des utilisateurs pendant leur utilisation (Professor Alan M Jones,RIBA President, 2019).

L'évaluation post occupationnelle fournit des informations concrètes sur la manière dont les bâtiments fonctionnent réellement dans des conditions réelles, ce qui est essentiel pour identifier les domaines qui nécessitent des améliorations et pour optimiser les performances à long terme. En incorporant cette méthode dès les phases initiales de conception et en assurant un suivi continu tout au long de la durée de vie des bâtiments, il est envisageable d'améliorer la durabilité, l'efficacité et le confort des environnements bâtis pour l'ensemble de leurs occupants.

Les « six QQOQCP » - pourquoi, quoi, où, quand, qui et comment - sont les questions traditionnelles que nous allons aborder dans ce chapitre pour décrire L'évaluation post occupationnelle (EPO). Le protocole de l'EPO représente l'élément central de notre recherche, détaillant le cadre d'étude, la sélection des échantillons, les méthodes et l'équipement requis. Il définit également les sites d'étude, les conditions d'évaluation, et assure la rigueur scientifique nécessaire pour obtenir des résultats significatifs et précis, permettant ainsi une explication approfondie du phénomène étudié.

V.1 Définition, origine et importance de l'évaluation post occupationnelle

V.1.1 L'évaluation post occupationnelle (EPO), un examen méthodique et rigoureux des performances des bâtiments habités

L'évaluation post occupationnelle (EPO), comme définie par Preiser et al. (1988), implique un processus rigoureux de collecte, d'analyse et de comparaison systématiques de données dans des environnements occupés, avec des critères de performance clairement énoncés. Cette approche est connue pour être efficace pour tous les types de bâtiments, car elle permet d'évaluer les données qualitatives et de déterminer les besoins et les préférences des occupants. L'intérêt croissant de la communauté universitaire pour l'Étude Post-Occupationnelle (EPO) est manifeste à travers la création de nombreuses bases de données dédiées à ce domaine. Bien que la qualité de l'environnement intérieur, la satisfaction des utilisateurs, la performance des bâtiments et les aspects environnementaux soient les principaux objectifs des recherches en EPO, il est essentiel de souligner que cette méthode peut être appliquée à une diversité de sujets. Les techniques de collecte de données sont adaptées spécifiquement aux objectifs de chaque étude (Ebru Günaçar, 2022). D'autres définitions fondamentales sont établies selon deux points de vue :

Un point de vue anthropologique: D'après Friedmann (Friedman et al., 1978, p. 20), l'évaluation post occupationnelle (EPO) consiste à évaluer dans quelle mesure un environnement conçu répond et soutient les besoins humains explicites et implicites ainsi que les valeurs des occupants pour qui le bâtiment est destiné. Cette approche est essentielle lors de l'évaluation d'un espace une fois qu'il est construit, occupé et expérimenté (S. MAZOUZ, H. MEZRAG, 2013).

Un point de vue anthropocentrique: (Zimring et Reizenstein, 1980 définissent l'EPO comme un examen de l'efficacité pour les utilisateurs d'environnements de conception occupés. (Ebru Günaçar, 2022) la considère comme une évaluation méthodique des choix de conception et de la performance des espaces, mettant l'accent sur les utilisateurs et permettant d'accroître la durabilité des bâtiments. L'EPO soulève des questions sur les choix architecturaux effectués pour les bâtiments et recueille des données sur les performances. Ces informations recueillies offrent des suggestions pour la conception et la production futures de bâtiments de meilleure qualité, comme le soulignent (Preiser, W.F.E et al., 1988).

L' EPO intervient dans l'identification des problèmes focaux suivants :(Alastair Blyth and Anthony, 2006)

Does the building perform as intended? (est ce que la bâtisse est performante et confortable ?)

Have the user's needs changed? (est-ce une modification est nécessaire afin de garantir l'ambiance voulue ?)

What problems need to be tackled quickly? (quels problèmes faut-il résoudre en urgence?)

How effective was the process from inception to completion? (quelle est l'efficacité du processus ?)

What can be learned for future projects? (que peut-on apprendre pour des projets futurs ?)

En résumé, l' EPO est incontestablement une procédure méthodique d'évaluation de la performance des bâtiments qui (Nigel Oseland, 2024):

Est exécutée après que l'installation a été habitée et utilisée pendant un certain temps, par opposition aux phases de mise en service, de conception, de construction ou de sélection.

Est méticuleuse et précise ; elle est basée sur des faits représentatifs et quantifiables plutôt que sur des ouï-dire, les opinions d'un petit groupe de personnes ou les propres convictions du concepteur.

Elle donne un avis sur la manière dont la construction répond aux critères de l'organisation qui l'occupe et respecte les règles de construction.

Elle intègre essentiellement les commentaires des utilisateurs, mais d'autres évaluations techniques peuvent être nécessaires ; elle peut également être utilisée pour comparer les performances de la construction aux prévisions.

Les informations recueillies dans le cadre des études EPO peuvent être utilisées par les concepteurs et les architectes comme norme de conception. En soulignant les caractéristiques positives, en identifiant les aspects négatifs et en proposant un remède, cette technique d'évaluation cherche à faire progresser les décisions et les pratiques de conception des bâtiments (Dülger, 2017 cité par (Ebru Günaçar, 2022).

V.2 Critères de choix de la méthode: Pourquoi une Evaluation Post Occupationnelle?

Notre décision de recourir à l'évaluation post occupationnelle (EPO) repose sur les recommandations formulées dans le dernier rapport du RIBA Architecture de 2019. Ce rapport souligne l'importance pour l'industrie du bâtiment d'adopter l'évaluation post-

occupationnelle si elle souhaite progresser et s'améliorer (Professor Alan M Jones, RIBA President, 2019). L'EPO est essentielle pour déterminer dans quelle mesure un bâtiment satisfait les exigences des clients, en évaluant des variables telles que l'utilisation et l'occupation du bâtiment, la consommation d'énergie, et la satisfaction des utilisateurs. Cela permet d'initier un processus d'amélioration continue dans le secteur de la construction.

L'unicité de l'EPO réside dans sa capacité à fournir des recommandations basées sur les perspectives et les expériences de toutes les parties concernées par l'impact des bâtiments sur la productivité et le bien-être. Cette méthode d'évaluation centrée sur les occupants permet de recueillir des indications précises sur la performance des conceptions acceptées et les résultats des décisions de conception antérieures. En conséquence, elle contribue à améliorer la qualité de la conception pour créer de meilleures constructions à l'avenir.

Pendant le processus d'évaluation post occupationnelle, les bâtiments sont évalués de manière approfondie selon des critères de performance. Généralement, les EPO priorisent les demandes des occupants du bâtiment. L'évaluation porte essentiellement sur l'écart entre la performance réelle du bâtiment et ses normes de performance (Pramod Kumar Sahu & Luke Judson, 2023). Cette approche permet d'examiner les résultats et de proposer des suggestions qui offrent des opportunités de transfert de connaissances pour les futures initiatives (Lackney, 2001; Zimring, 2002; Aye et al., 2004; Mastor et Ibrahim, 2010).

En d'autres termes, les services et les équipements fournis par le bâtiment doivent correspondre aux objectifs de ses utilisateurs. La performance des bâtiments est évaluée une fois qu'ils sont habités, ce qui permet d'assurer que les attentes des occupants sont satisfaites (Mustafa, 2017). L'EPO offre une méthode pour comprendre comment les demandes des occupants et les bâtiments interagissent et pour suggérer les modifications à apporter à l'environnement afin de répondre à ces besoins (Abdul Hadi Nawawi et al., 2008).

Afin d'améliorer la qualité de vie de l'occupant, l'EPO, en tant qu'outil de décision en matière de conception architecturale, utilise des informations sur la satisfaction des utilisateurs en combinaison avec des éléments environnementaux intérieurs. Cela permet de fournir des solutions de conception améliorées et optimales pour les occupants, avec des conditions spatiales spécifiquement ciblées (Joon-Ho Choi et Jehyun Moon, 2017).

En conclusion, l'évaluation post occupationnelle est un outil indispensable pour garantir que les bâtiments répondent aux attentes de leurs occupants, tout en permettant une amélioration continue des pratiques de conception et de construction.

V.3 Objectifs de la recherche sur l'évaluation post occupationnelle

Les résultats de la recherche d'un EPO peuvent alimenter les projets d'architecture, en fonction du type d'informations obtenues, et leur fournir un retour d'information. On note trois types de résultat (Bahloul, 1991):

V.3.1 Feedback

Rétroaction sur le projet la recherche d'évaluation est souvent effectuée sur un bâtiment existant qui n'a pas "fonctionné" dans le cadre du processus de retour d'information. Il incombe au chercheur d'identifier les causes profondes et de proposer une solution pour un ensemble donné de problèmes. Lorsque l'EPO est incluse dans des initiatives en cours, elle peut être considérée comme un "diagnostic " (Figure V.1).

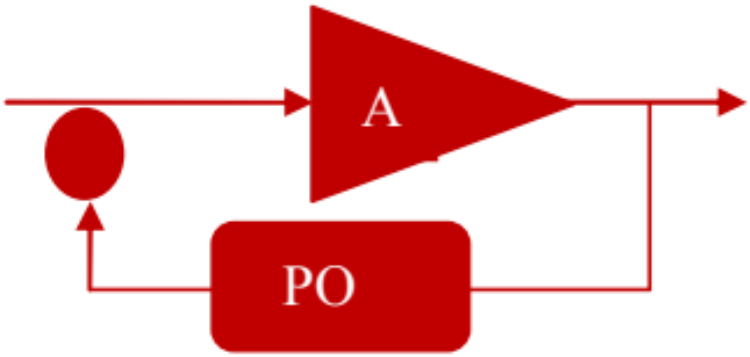


Figure V. 1. Schéma Feedback constitué par l'EPO . Source: (Olivier,2009).

V.3.2 Feed-forward

Le processus d'élaboration de nouvelles consignes pour une nouvelle construction du même type implique l'utilisation des données recueillies dans le cadre de l'enquête. Dans ce cas, les résultats de l'enquête d'une habitation sont utilisés pour guider la construction d'une autre (Figure V.2). La plupart des problèmes rencontrés lors de l'utilisation de la recherche à des fins d'évaluation doivent être résolus, et c'est là que le concept de rétroaction entre en jeu.

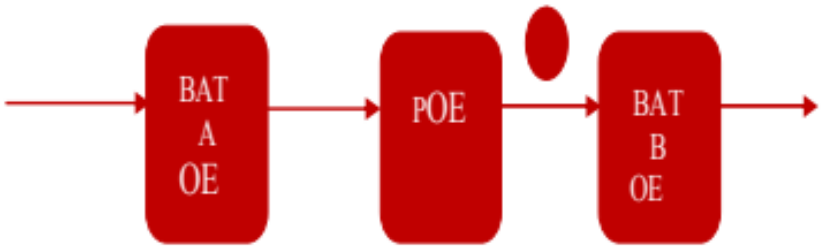


Figure V. 2. Schéma Feedforward constitué par l'EPO. Source: (Olivier,2009).

Désigne le savoir acquis par la mise en œuvre et l'évaluation d'un bâtiment qui peut être utilisé pour identifier les points forts et les points faibles de sa conception et de son exécution. Ces informations vont être utiles pour la modification et l'amélioration des fonctions du logement dans le futur (Olivier, 2009).

V.3.3 Lessons learned

Il s'agit des informations issues de la mise en pratique et de l'évaluation d'une construction ; elles peuvent être utilisées pour mettre en évidence les points forts et les points faibles de la planification et de la construction d'un bâtiment. À l'avenir, ces informations seront utiles pour modifier et améliorer les caractéristiques (Olivier, 2009).

V.4 Les niveaux de l'évaluation post occupationnelle

Preiser (1995) décrit trois méthodes qui condensent la portée de l' EPO qui peut être utilisée pour une grande variété de projets, depuis les spécificités d'un bâtiment jusqu'au programme de passation de marchés dans son ensemble (Figure V.3). Ces trois méthodes peuvent être résumées comme suit (Preiser, 1995, Preiser et al, 1988):

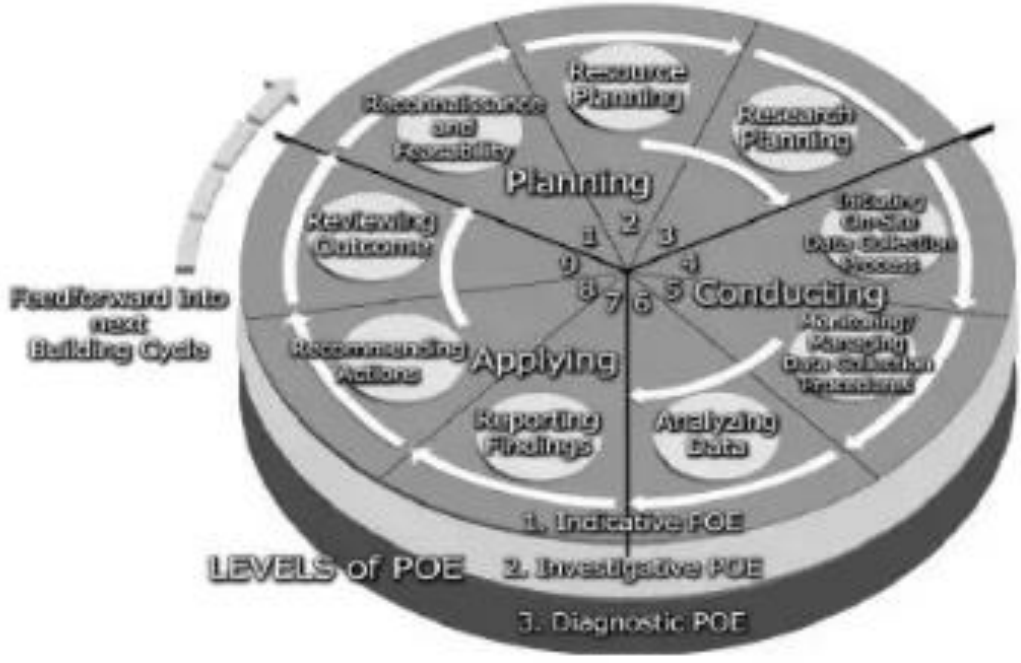


Figure V. 3. Modèle de processus d'évaluation post occupationnelle (EPO). source: (presier,1995).

V.4.1 Les EPO indicatifs

Les évaluations sont réalisées rapidement et avec peu de moyens afin de mettre en évidence les avantages, les inconvénients et les réalisations d'un projet architectural. Les réunions de groupes d'utilisateurs, les entretiens programmés avec des personnes importantes

et les inspections réalisées dans le cadre d'évaluations rapides des processus sont des exemples d'analyses sommaires.

Résultats typique:

L'information est utilisée pour éclairer les principes de conception.

identifie les questions qui nécessitent un examen plus approfondi.

souligne la nécessité de fournir des conseils pour les petits problèmes dès le début du cycle de vie d'un bâtiment.

Les projets futurs intègrent les enseignements tirés.

V.4.2 EPO d'investigation

Lorsqu'une EPO indicative suggestive identifie des difficultés nécessitant des recherches plus approfondies sur les performances physiques du bâtiment ainsi que sur les réponses des utilisateurs, une EPO investigatrice est fréquemment réalisée (S. MAZOUZ, H. MEZRAG, 2013). Il s'agit d'études plus approfondies qui font appel à des enquêtes et à des entretiens. Des normes d'évaluation claires et mesurables (indicateurs) doivent être définies avant l'enquête. L'EPO d'investigation crée des critères de recherche qui sont exprimés de manière objective et implicite avant la réalisation de l'évaluation, contrairement à une évaluation indicative, dont les critères de performance dépendent partiellement de l'expertise des concepteurs (évaluateurs).

Selon le RIBA (2017), un EPO peut être léger ou plus intense, et chacun doit être adapté au contexte spécifique du projet afin de mesurer ce que le client et le projet de l'équipe jugent important. Parallèlement, le plan de travail du RIBA (2020a) a proposé trois niveaux qui, bien qu'utilisant un langage différent, sont similaires aux trois niveaux énumérés à l'origine ci-dessus. (Oseland, 2023)

Touche légère : Une évaluation rapide, directe et significative menée après l'occupation, mais avant que le contrat de construction ne soit achevé.

Diagnostique: Une EPO légère peut indiquer la nécessité d'une évaluation plus approfondie.

Détaillées : Enquêtes approfondies visant à localiser et, si possible, à résoudre les problèmes de performance notables et durables.

Résultats typique:

Les données sont utilisées pour identifier les causes et les effets des problèmes liés aux performances des logements.

L'analyse des données est utilisée pour élaborer des plans et des actions correctives.

Les connaissances acquises sont appliquées à de nouveaux projets.

V.4.3 EPO de diagnostic

Cette approche est considérée comme la plus avancée. Elle se concentre souvent sur une grande variété de domaines d'étude et a un champ d'application large et approfondi. Selon Preiser (1995), une EPO étendue de ce type se traduit par "une validité élevée des données collectées, qui ont le potentiel d'être transformées en lignes directrices" . Le diagnostic EPO (observations objectives) consiste en des techniques complémentaires au questionnaire (réponses subjectives) qui comprennent des mesures physiques prises avec des instruments et des observations de la zone étudiée. Le EPO diagnostic devrait être plus approprié pour une évaluation des ambiances lumineuses car il combine les aspects subjectifs et objectifs de la lumière naturelle.

Résultats typique :

L'analyse des données débouche sur des recommandations visant à modifier les paramètres de conception et à améliorer les performances des maisons multiples.

Meilleure compréhension des performances pour faciliter les comparaisons entre maisons.

Les aspects du logement devraient inclure, sans s'y limiter, la fonctionnalité, la sécurité et le confort, l'esthétique, l'efficacité et la satisfaction du client, en fonction du type d'EPO employé.

V.5 Avantage de L'EPO

Étant donné que la réalisation d'un EPO permet d'éviter les problèmes susceptibles d'entraver la productivité des occupants, les avantages humains figurent parmi les conséquences les plus recherchées. Grâce aux résultats de l'enquête, les concepteurs sont donc mieux équipés pour créer une atmosphère, une image et un climat social adéquats qui améliorent la vie quotidienne des habitants.

Les informations de l'EPO peuvent être utilisées non seulement pour résoudre des problèmes, mais aussi pour fournir des données de référence auxquelles d'autres projets

peuvent comparer leur travail. Pour que les informations soient facilement compréhensibles par tous, il faut les organiser de manière à faciliter la comparaison et l'évaluation. (Page 3 de Oliver, 2009).

La réalisation d'une EPO présente plusieurs avantages qui peuvent être divisés en trois catégories temporelles : à court terme, à moyen terme et à long terme.

V.5.1 Avantages a court terme

La recherche de réponses aux questions sur le logement.

Une gestion proactive et morale des biens immobiliers

Une meilleure utilisation des données sur les performances des logements et de l'espace disponible.

L'attitude des usagers du logement s'est améliorée grâce à leur participation active au processus d'évaluation.

Une meilleure identification des implications de la conception et des processus de prise de décision.

La satisfaction des besoins de l'utilisateur.

V.5.2 Avantages à long-terme

Amélioration à long terme de la performance des logements.

Amélioration des normes, des critères et des bases de données de conception.

Une meilleure quantification de l'évaluation de la performance des logements.

Analyse stratégique.

V.6 Critères utilisés dans l'EPO

Bechtel déclare qu'il y a encore des désaccords sur ce qui est évalué, même s'il est évident qu'un EPO est une évaluation. Certains affirment que c'est la conception d'un bâtiment qui est véritablement évaluée. Le point de vue opposé est que le fait qu'une structure réponde ou non aux exigences de ses utilisateurs est plus important que la conception en elle-même. Un EPO qui évalue à la fois la conception et les exigences des personnes les unes par rapport aux autres se situe au milieu. Parallèlement à la satisfaction de l'utilisateur, les études d'évaluation d'impact portent sur l'efficacité du bâtiment et de son programme, sur la qualité architecturale globale, qui comprend l'attrait des espaces extérieurs et intérieurs ainsi que les dispositions spatiales, et sur les aspects fonctionnels, qui comprennent le stationnement, le bruit, l'éclairage et d'autres caractéristiques (Gifford 368) (Akman, 2002).

Six catégories principales ont été créées à partir d'un ensemble de critères basés sur la suffisance fonctionnelle (Akman, 2002):

1) Relations spatiales : aspects critiques des espaces

2) Services adaptés au rôle.

3) Aménagements : intimité, conditions de travail du personnel, perception positive du public

4) l'emplacement par rapport à d'autres services connexes et à des facteurs externes

5) Conditions environnementales : fenêtres, bruit, ventilation, éclairage et chauffage

6) Efficacité globale : l'équilibre général évalué sur la base des détails enregistrés et de la perspective globale de l'équipe.

V.7 Evaluation de performance de bâtiment

Trois niveaux de critères de performance liés aux exigences des utilisateurs peuvent être utilisés pour organiser l'évaluation de la performance des bâtiments (voir chapitre 1). Les objectifs peuvent inclure l'isolement, la stimulation sensorielle, l'espace approprié et les liens spatiaux des lieux qui sont fonctionnellement connectés, la sécurité et l'attrait esthétique à chaque niveau. Les niveaux de performance peuvent interagir et entrer en conflit les uns avec les autres pour de nombreux objectifs, ce qui nécessite leur résolution. Les niveaux de performance appropriés pour les environnements sensoriels pertinents et les exigences de performance en matière de qualité doivent être déterminés pour chaque lieu et chaque catégorie d'occupants. Les trois niveaux de performance sont décrits ci-dessous :

Niveau 1 : performances en termes de sécurité, de sûreté et de santé.

Niveau 2 : performance, efficacité et fonctionnalité du flux de travail.

Niveau 3 : performances culturelles, psychologiques et sociales

Il existe des codes, des normes et des recommandations que les concepteurs peuvent utiliser en relation avec ces trois niveaux de performance. Le niveau 1 concerne les codes de construction et les exigences auxquelles les projets doivent satisfaire en matière de sécurité des personnes. Le niveau 2 il s'agit d'une connaissance en matière de produits, de types de bâtiments et d'autres informations, et il est démontré par des guides de conception ou des ouvrages de référence spécifiques à l'agence, tels que Time-Saver Standards : Architectural Design Data (Watson, D., Crosbie, M.J., et Callender, J.H. (eds) 1997). Le niveau 3 concerne

des critères de conception moins formalisés et fondés sur la recherche, mais qui sont néanmoins cruciaux pour les concepteurs de bâtiments et les occupants.

V.8 Indicateurs de performance EPO

V.8.1 Qualité de conception – DQ

Cela inclut la qualité de tous les attributs architecturaux du bâtiment tels que la conception et la configuration de l'espace, l'emplacement du bâtiment par rapport aux autres installations du campus, l'architecture paysagère et l'apparence esthétique générale (Preiser et al., 1988, Sanni-Anibire et Hassanain). , 2016) (Mustafa, 2017).

V.8.1.1 Disposition du bâtiment

La disposition de l'espace, du mobilier et du stockage, ainsi que la circulation et l'accessibilité pratiques aux divers espaces utilisables au sein d'un bâtiment sont de la plus haute importance pour la satisfaction résidentielle. Il a été démontré que les attributs spatiaux, la séquence, l'emplacement, les relations, la forme, la taille et les détails des espaces affectent le comportement des occupants (Preiser et al., 1988). L'aménagement intérieur du bâtiment doit être efficace en termes de disposition des pièces à chaque niveau du bâtiment, de largeur des couloirs de circulation, ainsi que d'emplacement et de nombre d'escaliers (Hassanain, 2008, Sanni-Anibire et Hassanain, 2016).

V.8.1.2 Aspect intérieur et extérieur

L'apparence est l'un des aspects les plus importants de la performance d'un bâtiment. Elle concerne la perception esthétique du bâtiment par les occupants (Preiser et al., 1988). Les problèmes courants qui affectent les murs extérieurs sont la décoloration, l'infiltration d'humidité et de vent, l'effritement, le flambage, le délaminage, la fissuration, la nettoyabilité et l'érosion. La qualité de la construction et la sélection des matériaux de construction doivent être compatibles et compléter l'environnement physique existant (Hassanain, 2008, Sanni-Anibire et Hassanain, 2016) (Mustafa, 2017).

V.8.1.3 Accès aux installations

Cela fait référence à la proximité du bâtiment avec les installations du campus, généralement à une distance de marche des installations d'enseignement, de loisirs, de restauration et de stationnement. Ces installations comprennent des installations sportives, des parkings, des stations de navette sur le campus, des centres de culte, des épiceries, des aires de

restauration, des centres médicaux, des bibliothèques et des bâtiments universitaires (Hassanain, 2008). La localisation d'un immeuble et sa proximité avec des lieux d'intérêt sont des facteurs majeurs de satisfaction de ses occupants (Hassanain, 2008, Fatoye et Odusami, 2009, Sanni-Anibire et Hassanain, 2016) (Mustafa, 2017).

V.8.2 Qualité de l'environnement intérieur (IEQ)

Étant donné son impact sur la santé, le bien-être et la productivité des occupants, la qualité de l'environnementale intérieure (QEI) des bâtiments est aujourd'hui une préoccupation majeure (Fisk, 2001). La QEI englobe des aspects tels que le confort thermique, le confort acoustique, le confort visuel et la qualité de l'air intérieur (QAI) (Sanni-Anibire et Hassanain, 2016) (Mustafa, 2017).

V.9 Processus d'évaluation post occupationnelle

V.9.1 Collecte des données

La partie la plus cruciale d'un EPO est la collecte d'informations qui peuvent être subjectives ou objectives.

V.9.1.1 Méthodes subjectives et données collectées:

Afin de mesurer les différents aspects et de présenter une évaluation. Kantrowitz et Farbstein ont brièvement examiné un certain nombre de stratégies de collecte d'informations; la majorité de ces stratégies sont des approches comparables utilisées dans des études antérieures (Akman, 2002) :

Une enquête ou un questionnaire est fréquemment utilisé pour recueillir des données auprès des locataires sur leur confort thermique, leur perception, leur satisfaction et leur comportement, ainsi que pour évaluer la qualité intérieure ou la structure et ses systèmes (Mohamed Elsayed & al., 2022). Par exemple, enquêter sur les attentes, la perception et le comportement des occupants en matière de confort, et enquêter sur la perception, la satisfaction, le comportement et le confort.

Formulaires pour les visites sur place : Avant les inspections sur site, les employés ont rempli des formulaires de description détaillés comprenant des informations sur l'agencement du bâtiment, les opérations, l'historique de la construction et les évaluations de la gestion de l'installation. (Akman, 2002)

Entretiens avec les utilisateurs Les questions posées lors des entretiens avec les clients portaient sur les problèmes liés à la qualité du service, à la conception et aux modes d'utilisation. (Akman, 2002)

Entretiens avec les employés : le principal sujet de discussion était la façon dont la conception architecturale et les opérations distinctives facilitaient les opérations de vente au détail et de service à la clientèle. (Akman, 2002)

L'entretien de visite: La stratégie consistait à visiter le bâtiment lentement et à utiliser un outil de recherche. (Akman, 2002)

Entretien itinérant: La stratégie consistait à emmener un groupe de personnes qui étaient ou avaient été impliquées dans le développement, la conception, l'exploitation et l'entretien de l'installation pour une visite tranquille de celle-ci. L'animateur s'est arrêté à des endroits prévus à l'avance pour s'enquérir des impressions des participants sur l'aspect, la fonctionnalité et d'autres aspects de la zone (Akman, 2002).

V.9.1.2 Méthodes objectives et données collectées

Les approches objectives utilisées dans cette recherche sont celles qui font appel à des données recueillies par le biais d'un suivi du comportement basé sur des capteurs ou d'un suivi de la performance des bâtiments. Les quantités de données de ce type sont collectées pour être comparées aux certifications de performance énergétique, aux normes de construction, aux recommandations (Mohamed Elsayed & al., 2022), Notant:

Observations sur l'utilisation de l'espace: Nous avons méthodiquement noté les tendances d'utilisation de certains sites (Akman, 2002).

Liste de contrôle de l'environnement physique : Les spécifications telles que le type de porte et le mécanisme d'ouverture, la taille, le type et l'emplacement des panneaux, les matériaux utilisés pour les murs et les sols, l'éclairage et les dimensions des appareils critiques ont été consignées à l'aide de cette liste de contrôle (Akman, 2002).

Évaluation des systèmes et des détails : Nous avons examiné des questions techniques telles que les détails du bâtiment et de l'installation, la sélection des matériaux, des accessoires et des finitions, ainsi que la fonctionnalité des systèmes électriques, de chauffage, de ventilation et de climatisation, d'éclairage et de sécurité (Akman, 2002).

Documentation photographique : Outre les éléments de conception tels que l'éclairage, les détails, la performance des matériaux (usure), etc., des photographies ont été prises pour enregistrer les modes d'utilisation, notamment les files d'attente, les interactions et le choix des marchandises (Akman, 2002).

L'utilisation conjointe de mesures subjectives et objectives aide à comprendre parfaitement si les bâtiments fonctionnent comme prévu et si les occupants sont satisfaits de leurs performances. Cette méthode prend en compte les opinions et les commentaires des utilisateurs des bâtiments tout en fournissant une compréhension approfondie de l'impact des bâtiments sur l'environnement bâti (Mohamed Elsayed & al., 2022).

V.9.1.3 Catégorie de collecte des données dans L'EPO

L'étude EPO permet de recueillir des données dans deux catégories principales:

La première catégorie comprend des informations spécifiques sur les problèmes et la manière dont ils ont été résolus en ce qui concerne le bâtiment étudié.

La deuxième catégorie contient des informations de nature plus générale qui peuvent être appliquées à d'autres projets à l'avenir. Différentes dimensions peuvent être trouvées dans les objectifs de l'EPO en fonction du type d'application pour lequel une recherche est destinée. (Bahloul, 1991).

La collecte des données est divisée en quatre catégories, conformément à Annexe 66 (IEA), l'une des études les plus importantes sur le sujet du comportement des occupants. Ces catégories comprennent les techniques de détection des occupants et de saisie des données, la mesure des occupants, la validation de la mesure et les considérations éthiques (Figure V.4). (Y Laaroussi &al., 2019).

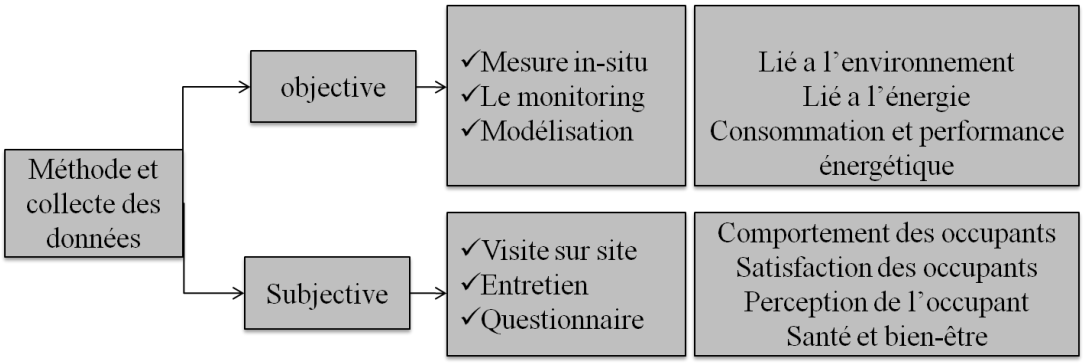


Figure V. 4. Les méthodes de collecte des données. Source: (Y Laaroussi &al., 2019).

V.9.1.4 Collecte des données pour le secteur résidentiel

Il convient de noter que les bâtiments résidentiels se distinguent par les éléments suivants (Y Laaroussi &al., 2019) :

Une variation des heures d'occupation et des activités

Les interactions entre les occupants et l'équipement se produisent dans plusieurs espaces dans les immeubles résidentiels, par opposition à un seul espace dans les immeubles de bureaux.

La complexité est plus importante lorsque l'on compare les cas d'occupant présent et actif par rapport à l'occupant présent.

V.9.2 Analyse des données

La deuxième étape après la phase de collecte de données est le fonctionnement des techniques d'analyse des données. Le processus d'analyse des données comporte quatre étapes principales (Figure V.5).

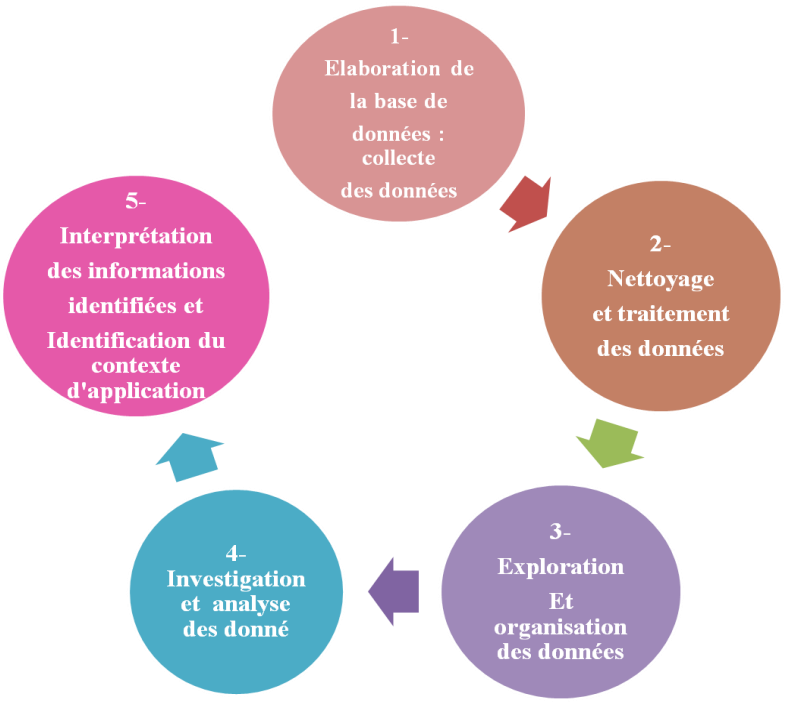


Figure V. 5. Les principales phases du processus d'analyse des données. Source: Auteur,2023.

Nettoyer les données pour préparer une base de données bien organisée et structurée.

L'identification des méthodes d'analyse des données pour analyser les données,

Conclure aux connaissances et informations pertinentes et identifier le contexte d'exploitation des résultats.

V.10 Techniques existantes de l'EPO

L'une des raisons pour lesquelles l'EPO n'a pas été largement acceptée est le nombre impressionnant de méthodes qui ont été créées au cours des quarante années d'existence de l'EPO. Étant donné que plus de 150 approches potentielles ont déjà été documentées dans le passé (Richard Holland, 2006).Seules dix stratégies, réparties en cinq étapes d'application et

en cinq catégories méthodologiques qui sont actuellement disponibles dans le portefeuille du Usable Buildings Trust (Bill Bordass & Adrian Leaman, 2005):

- L'audit
- Les discussions
- Les questionnaires
- Les paquets
- Les changements de processus

Le portefeuille comporte plusieurs éléments particulièrement remarquables. Le premier est l'accent mis sur les enquêtes et les conversations en tant que meilleurs moyens d'acquérir des informations. L'accent est mis principalement sur ce qui peut être appris de manière descriptive sur les attentes et les opinions des occupants et des personnes les plus impliquées dans le processus, à la fois avant et après la construction (Oseland, 2023).

La seule entrée dans la catégorie Audit est la CIBSE TM22 Energy Assessment and Reporting Method (EARM), qui est également intégrée dans deux des neuf autres techniques. L'absence totale de stratégie pour les habitations dans le portefeuille, alors que toutes visent les bureaux, les écoles, les établissements de vente au détail et d'autres structures commerciales, est une autre caractéristique remarquable. Des enquêtes menées directement auprès de Building Use Studies (créateurs de l'enquête BUS Occupant Survey, utilisée dans la série d'études EPO Probe) ont montré qu'il y avait eu des tentatives antérieures pour créer un questionnaire EPO standard pour les logements, mais qu'aucune d'entre elles n'avait dépassé les limites de l'entreprise qui l'avait créée. Le Conseil de l'industrie de la construction (CIC) a travaillé sur la création d'une version pour le logement de son questionnaire DQI (Design Quality Indicator: The catalyst for providing better buildings), qui est inclus dans le Portfolio, ce qui est une très bonne observation étant donné que la pratique de l'enquête auprès des ménages a été entravée par l'absence d'une méthode standard. Cela a conduit CABE à commenter : "Le fait qu'il y ait très peu de recherches post occupationnelle menées par qui que ce soit dans ce secteur est un problème auquel nous devons tous nous attaquer" (Oseland, 2023).

V.11 Ce qui compose un EPO

Le contenu d'un EPO est déterminé par les indicateurs de performance clés (KPI) qui sont importants pour l'entreprise, la quantité d'informations nécessaires et les organisations qui préconisent les approches préférées du EPO. Naturellement, les composantes du EPO

dépendent également du temps, de l'argent et des compétences disponibles pour les mener à bien. Selon l'évaluation de la littérature réalisée en 2009 par Hadjri et Crozier, "l'EPO a évolué d'un processus de retour d'information unidimensionnel à un processus multidimensionnel", avec un portefeuille de méthodologies, et utilise généralement une combinaison de méthodologies quantitatives et qualitatives, ainsi que subjectives et objectives (Oseland, 2023).

Il est essentiel de trouver et d'utiliser l'approche la plus adaptée au travail à effectuer. À la suite d'un EPO, Hadjri et Crozier (2009) ont conclu qu'"il est nécessaire de se concentrer sur les questions les plus pertinentes, plutôt que d'essayer de tout analyser et de faire face à une surcharge de données."

feedback: La majorité des EPO consistent à demander leur avis à un échantillon d'occupants de l'immeuble ou à toute autre personne susceptible d'être affectée par le projet. Les commentaires des utilisateurs peuvent être recueillis par le biais de séminaires en ligne ou en personne, de groupes de discussion, d'entretiens et d'enquêtes. L'équipe du projet et les visiteurs ne sont que deux exemples des nombreuses parties prenantes qui peuvent faire l'objet d'un retour d'information. Le retour d'information confirme à quel point le projet contribue au confort, au bien-être et à la productivité des habitants, en plus de la qualité globale du projet.

Procédure pas à pas d'experts: La majorité des EPO s'accompagnent d'un test et d'une visite guidée par un expert. Cette visite peut être effectuée par un expert impartial ou en tandem avec des membres de l'équipe de gestion des installations ou des services de conception qui voient l'installation en action. Le processus méthodique permet de confirmer et d'élucider les résultats des différentes approches de l'EPO. En outre, les professionnels participants sont plus à même de reconnaître les défauts de conception technique qui échappent aux occupants et d'évaluer la qualité générale de la conception. Les observations peuvent être étayées par des photos.

Analyse de l'espace : Les experts en immobilier se concentrent sur la planification et l'utilisation de l'espace, ainsi que sur son utilité. Des mesures telles que la densité des postes de travail et le rapport entre l'espace de bureau ouvert et les autres emplacements sont courantes. Les commentaires sur l'agencement des locaux et la variété des outils sont également importants. Les responsables s'intéressent à l'utilisation de l'espace et peuvent mener des études d'utilisation pour déterminer la fréquence à laquelle différents types d'espace sont utilisés (bureaux, bureaux privés, salles de réunion, etc.). Les déplacements des personnes à l'intérieur du bâtiment peuvent être observés, ainsi que l'analyse de la syntaxe

spatiale. Bien que l'ethnographie soit moins couramment utilisée, elle permet d'étudier le comportement des individus dans un environnement social spécifique.

Paramètres de gestion de projet: Le coût est la statistique la plus souvent utilisée et la plus essentielle pour évaluer la performance d'un projet de construction. Les dépenses opérationnelles (OpEx) peuvent être incluses dans la mesure du coût, qui correspond généralement aux dépenses d'investissement (également appelées CapEx) pour le projet. Le coût sera certainement un facteur dans les évaluations des gestionnaires de projet, et les dates d'achèvement "dans les délais et dans le budget" sont une expression populaire. Ils peuvent également utiliser un EPO pour étudier d'autres aspects de la réalisation du projet, tels que l'échange d'informations, la prise de décision, la résolution de problèmes et la procédure d'information de l'équipe de projet (Oseland, 2023).

Mesure de la performance organisationnelle: Les indicateurs de performance en ressources humaines, tels que l'attrition, le recrutement, l'absentéisme, l'utilisation du personnel, le bien-être et les dépenses de formation, peuvent être inclus dans une évaluation de la performance organisationnelle (EPO). Il est également possible d'inclure des indicateurs commerciaux tels que les ventes, les recettes et les bénéfices liés à la réussite individuelle, d'équipe et organisationnelle. Les indicateurs de santé et de sécurité tels que les taux d'accidents et l'absentéisme, sont également inclus dans l'évaluation de la performance. Cependant, les indicateurs de performance organisationnelle sont rarement utilisés dans le cadre d'un RPT en raison de leur sensibilité et de la difficulté à les obtenir. Les enquêtes de satisfaction des occupants peuvent néanmoins fournir une auto-évaluation de la performance et du bien-être (Oseland, 2023).

Évaluation de la qualité de l'environnement intérieur : Les mesures et le contrôle des facteurs environnementaux intérieurs, notamment la température, les taux de ventilation, la QAI, l'acoustique et la lumière, peuvent être nécessaires pour des EPO techniques plus approfondies. Ces mesures sont complexes et englobent plusieurs facteurs et méthodologies pour chaque paramètre.

Audit de durabilité: La surveillance environnementale s'est accrue en raison de l'importance croissante accordée à la réduction nette des émissions de carbone, à la performance d'un bâtiment par rapport aux prévisions et à l'adoption de certifications de bâtiments telles que BREEAM, LEED et WELL. Les mesures courantes comprennent les déchets produits, la consommation d'eau et les dépenses d'énergie/de services publics (tels que l'électricité, le gaz et le pétrole) (Oseland, 2023).

Mesures cognitives et physiologiques : En raison de leur nature spécialisée, ces mesures ne sont souvent incluses que dans des études de recherche plus complètes, par opposition aux EPO standard ou même approfondies. Cependant, d'autres chercheurs emploient des tâches de performance cognitive en ligne et basées sur des applications, y compris des évaluations des mathématiques, du langage, de la pensée abstraite, du rappel de mémoire et de l'attention, dans le cadre d'un EPO (Gillen, 2015). Les futures recherches sur les EPO pourraient intégrer des mesures physiologiques, notamment la pression artérielle, le pouls et la réaction galvanique de la peau, en raison des progrès réalisés dans les technologies portables (Oseland, 2023).

V.12 Modèle d'évaluation post occupationnelle utilisé pour évaluer la lumière naturelle des espaces intérieurs

V.12.1 Protocole proposé par (Staffan Hygge and Hans Allan Löfberg, 1999)

Un EPO avec questionnaire axé sur la lumière du jour a été réalisé dans le cadre du "projet Daylight Europe" et mis en œuvre dans huit bâtiments à travers l'Europe.

Le questionnaire fourni est considéré comme utilisable à l'échelle mondiale. Néanmoins, l'accent mis par le questionnaire sur les caractéristiques de l'éclairage naturel était très restrictif et ne prenait pas en compte les autres fonctions des fenêtres, telles que la ventilation, l'intimité et la vue sur l'extérieur. Cependant, selon la manière dont la fenêtre (et/ou les ouvertures supplémentaires) remplit ces fonctions, la qualité de l'éclairage naturel et son évaluation peuvent être modifiées ou changées (BELAKEHAL, A., TABET AOUL, K. and BENNADJI, A., 2003).

V.12.2 Protocole proposé par DEROUICHE Zineb 2011

L'objectif de cette recherche était d'identifier les facteurs architecturaux et sociaux qui influencent la relation entre l'utilisateur-baie-éclairage naturel et d'identifier les facteurs clés qui valorisent la consommation d'énergie dans l'habitat collectif à Mostaganem en utilisant les techniques suivantes:

Le relevé architectural : permettant de recueillir des données sur l'environnement construit immédiat et les composantes architecturales .

Mesures photométriques : des données et des mesures prises sur site selon des procédures et protocoles de mesures de l'environnement lumineux.

Cartes comportementales : une technique d'observation des comportements des occupants dans un espace .

Le questionnaire :40 questions permettant de recueillir des informations auprès des occupants concernant leur environnement lumineux.

V.12.3 Protocole proposé par Edidiong Ukpong , Francis Uzuegbunam , Emmanuel Udomiaye 2022

Une évaluation objective des stratégies d'éclairage naturel dans les salles de classe s'est déroulée en trois étapes :

Étape 1 : Utiliser un ruban à mesurer, un stylo et un bloc-notes pour prendre une mesure physique conformément à la norme d'éclairage de la salle de classe. Et évaluation des perspectives à l'aide de l'appareil photo du téléphone. À l'aide du logiciel Revit, des dessins conformes à l'exécution des exemples ont été créés. Le rapport fenêtre/plancher (WFR) a servi de base à la stratification de l'échantillon.

Etape 2: La sélection et l'étalonnage de l'appareil de mesure ont fait l'objet de la deuxième phase de cette section.

Etape 3: les portes des pièces ont été fermées et les interrupteurs électriques ont été éteints pendant que les mesures sur le terrain et la documentation des mesures et des enregistrements étaient effectuées simultanément.

V.12.4 Protocole proposé par Mohamed Elsayed et al. 2023

Cette étude propose un modèle pour réussir l'analyse EPO dans le secteur résidentiel afin de fournir des informations utiles qui conduisent à une proposition de feuille de route pour l'utilisation efficace des techniques EPO dans les bâtiments résidentiels.

Dans ce model, il est conseillé que les futures recherches sur les EPO les considérations suivantes : (1) objectif de recherche ,(2) les détails de l'étude de cas ; (3) méthodes de collecte de données ,(4) données collectées et paramètres étudiés ; (5) les détails de la surveillance ; (6) approche de recherche ; (7) analyse des données.

V.13 Conditions et protocoles proposés pour notre étude

La vérification des conditions d'éclairage à la cité Oued El-Fourcha à Annaba se fera grâce à une approche "hybride" personnalisée, adaptée aux objectifs de notre étude. Cette approche s'appuie sur une analyse de la littérature spécialisée et de nombreux modèles existants (mentionnés précédemment dans le titre V.13) pour évaluer le comportement des

occupants et les modèles d'évaluation post occupationnelle (EPO) proposés dans des études antérieures.

Pour notre étude de cas, nous avons adapté cette approche en considérant trois éléments clés de l'environnement : l'espace, l'occupant et les interactions entre l'occupant, son environnement immédiat et l'environnement global. Dans le développement de notre modèle d'évaluation, nous nous sommes concentrés sur un protocole pertinent, suivant les trois niveaux de l'évaluation post occupationnelle: le niveau indicatif, d'investigation et diagnostique.

V.13.1 Conception de l'évaluation au niveau indicatif

En vue de préparer l'enquête, une étude pilote simple et rapide a été menée en 2021 afin de finaliser les outils de mesure et le processus de collecte des données. Cette étude comprenait une série de questions d'entretien avec les occupants pour mettre en évidence les points forts et faibles de leurs habitations, fournir des informations pour une analyse plus approfondie ultérieure, et se rapprocher de leur environnement résidentiel afin de recueillir des données sociologiques et démographiques ainsi que de comprendre les besoins des occupants après leur installation.

Des questions quantitatives et qualitatives ont été posées, portant sur des sujets tels que l'âge, le sexe, le nombre de ménages, la durée et le type d'occupation, suivies d'une section sur l'utilisation de la lumière naturelle par les habitants. Cette étape a également permis de collecter des données sur l'environnement physique de l'espace habité grâce à une simple visite de l'immeuble par les occupants.

En plus de se familiariser avec les lieux et d'obtenir des données précieuses pour identifier les problèmes potentiels et adapter une éventuelle enquête ou un entretien futur, l'évaluateur a pu préparer et expliquer de manière informelle le processus actuel aux occupants intéressés. Les données collectées ont inclus l'emplacement et l'orientation du bâtiment, l'agencement de l'espace, le système d'éclairage naturel et l'aménagement de l'espace habité. Pendant que les occupants se déplaçaient dans l'immeuble, leurs avis ont été rapidement recueillis, et des photographies ont été prises pour capturer l'environnement ou enregistrer des impression.

V.13.2 Conception de l'évaluation au niveau d'investigation

Dans l'objectif d'approfondir les observations initiales et d'identifier les points spécifiques de satisfaction et d'insatisfaction, une investigation sur terrain a été établie en

combinant plusieurs approches. Le schéma suivant (Figure.V.6) aide à visualiser les différentes étapes et approches combinées dans l'étude pour obtenir une évaluation complète des conditions d'éclairage.

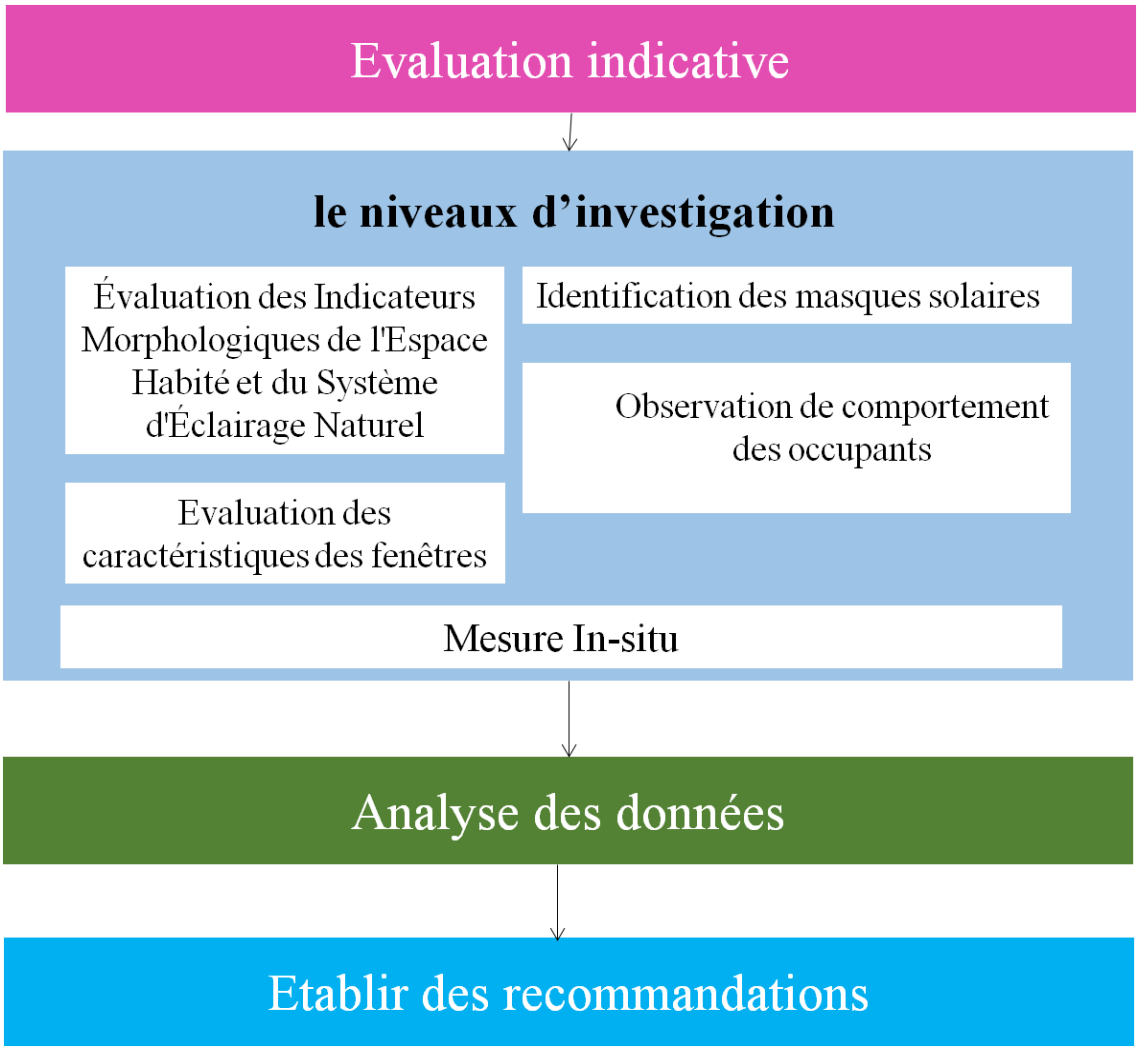


Figure V. 6. Protocole d'évaluation post occupationnelle niveau d'investigation. Source: Auteure,2023.

V.13.2.1 .Évaluation des indicateurs morphologiques de l'espace habité et du système d'éclairage naturel

Tableau V. 1. Protocole d'évaluation de la morphologie de l'espace habité. Source : Auteure,2023.

Objectif	Méthodes	Outils
Il s'agit de comprendre la configuration spatiale et les caractéristiques structurelles qui influencent l'éclairage naturel.	Cartographie des espaces habités. Analyse des plans architecturaux pour identifier la disposition des pièces et les sources de lumière naturelle.	Plans architecturaux. Logiciels de modélisation 3D

1- Mesurage physique des ouvertures et des murs

Le mesurage physique des ouvertures (fenêtres, portes) et des murs est une étape clé dans l'évaluation de l'efficacité de l'éclairage naturel dans un bâtiment. Cela permet de comprendre la manière dont la lumière entre et se diffuse dans l'espace, ainsi que d'évaluer les performances thermiques et acoustiques des parois.

Tableau V. 2.Protocole d'évaluation de système d'éclairage naturel. Source: Auteure,2023.

Objectif	Indicateur	Méthodes	Outils
Analyser les dimensions et les placements des fenêtres pour déterminer leur efficacité à fournir de la lumière naturelle.	-Indice d'ouverture : Proportion de la surface de fenêtre par rapport à la surface de mur. -Indice de profondeur : Distance entre la fenêtre et l'intérieur de la pièce. -Ratio mur-fenêtre : Proportion de la surface murale occupée par des fenêtres	Mesurage physique des fenêtres et des murs. Calcul des indices et ratios à partir des mesures collectées	Mètre ruban ou laser de mesure. Calculatrice ou logiciel de calcul.

a-Indice de profondeur/Indice d'ouverture

l'indice d'ouverture : « IO en % », qui signifie le rapport de la surface de la baie à la surface utile.

Indice de profondeur : « IP » qui décrit le rapport entre la profondeur de la pièce et la hauteur utile sous linteau (la hauteur utile étant la hauteur comprise entre le plan de travail et la sous face du linteau).

b- Le rapport mur-fenêtre «WWR»: est exprimé en pourcentage et correspond à la surface totale des fenêtres ou de toute autre surface vitrée (y compris les meneaux et les cadres) divisée par la surface du mur extérieur hors œuvre (Guide de l'utilisateur de la plateforme EDGE, 2018).

c-Identification des masques solaires

Tout ce qui entrave la pénétration du rayonnement solaire dans une zone donnée est appelé masque solaire. Tout ce qui est situé loin du bâtiment - comme un relief, des structures voisines, la zone environnante... etc, est considéré comme maque lointaine. En fonction de leur taille et de leurs dimensions, ces rayons peuvent produire des zones d'ombre lorsqu'ils sont posés sur le mur (Herde, 2005).

Tableau V. 3.Protocole d'évaluation des masques solaires . Source: Auteure,2023

Objectif	Méthodes	Outils
Identifier les éléments extérieurs qui peuvent obstruer la lumière solaire directe.	Observation visuelle et photographie des obstructions potentielles (bâtiments voisins, arbres, etc.).	Appareil photo du smart phone

2-Observation du comportement des occupants

Tableau V. 4Protocole d'évaluation des comportements des occupants . Source: Auteure,2023.

Objectif	Méthodes	Outils
Comprendre comment les occupants interagissent avec leur environnement lumineux et utilisent les sources de lumière naturelle.	Observation directe des habitudes des occupants en matière d'ouverture/fermeture des fenêtres et d'usage de l'éclairage artificiel	Appareil photo du smart phone

La cartographie comportementale repose sur le concept très simple de détermination des zones exactes où se déroulent des comportements particuliers. En localisant les comportements dans l'espace, on peut étudier leur distribution géographique et déterminer si elle est arbitraire ou sélective. L'objectif est de déterminer dans quelle mesure les attributs physiques et sociaux qui caractérisent les différentes zones composant le site de recherche favorisent, entravent ou sont pour l'essentiel indépendants de la manifestation de certains comportements. Cette approche spatialisée du comportement vise à trouver et à examiner les relations entre les caractéristiques des environnements dans lesquels les comportements émergent et sont observés. La pertinence heuristique de ce principe dans la cartographie comportementale tient sans doute à sa simplicité (lain Legendre & Sandrine Depeau, 2003).

Deux comportements sont investis grâce à cette technique : Comportement fonctionnel et Comportement vis-à-vis de l'environnement lumineux (BELEKHALE. A. 2007. P.144).

Le comportement fonctionnel : détermination des lieux les plus occupés, la position des meubles, …etc. Suivant le comportement des usagers, ces données seront prises sur plan.

Le comportement vis-à-vis de l'environnement lumineux : la lumière détermine des dispositifs de protections solaires (stores, rideaux,…..) situés soit à l'intérieur, soit à l'extérieur. Une description des zones lumineuses et ombragées. Ces dernières viennent épauler les mesures photométriques.

V.13.2.2 .Mesure in-situ de la quantité de l'éclairage

1- Critères de Sélection du Jour de Prise de Mesure

Pour le jour de prise de mesure dans le cadre d'EPO ou d'une étude sur l'éclairage naturel, il est important de considérer plusieurs critères pour assurer la pertinence et la fiabilité des données collectées.

a- **Conditions météorologiques** :Le jour de prise des mesures se caractérise par un ciel partiellement nuageux , considéré comme le type de ciel prédominant à Annaba tout au long de l'année (voir chapitre IV). Choisir un jour avec des conditions météorologiques claires et stables permet d'obtenir des données précises sur la lumière naturelle. Les jours nuageux ou très variables peuvent fausser les résultats.

b- Période de l'année : Les périodes proches des équinoxes (printemps et automne) sont souvent idéales pour des mesures car elles offrent un équilibre entre la durée du jour et l'angle d'incidence des rayons solaires, donnant une évaluation plus moyenne de l'éclairage naturel.

c- Heure de la journée: Les mesures sont prises à des moments où l'espace étudié est le plus utilisé. Généralement, les périodes de la matinée (9h-12h) et de l'après-midi (13h-17h) sont idéales pour évaluer l'éclairage naturel disponible correspondant aux périodes d'activités domestiques courantes.

2- Equipment des mesures in situ.

Dans le cadre de notre évaluation post-occupationnelle, la prise de mesure de l'éclairement naturel a été réalisée à l'aide d'un luxmètre, un instrument spécialement conçu pour quantifier l'intensité lumineuse en lux (lx). Cet outil nous a permis d'obtenir des données précises et objectives sur la qualité de l'éclairage dans les espaces intérieurs étudiés. Les caractéristiques techniques du luxmètre utilisé dans notre étude sont essentielles pour comprendre la précision et l'efficacité de l'instrument. Le tableau suivant présente les spécifications clés de l'appareil (Tableau V.5).

Tableau V. 5.Protocole des mesures in situ. Source: Auteure,2023.

Objectif	Méthodes
Quantifier la lumière naturelle reçue a l'intérieur.	Utilisation de luxmètres pour mesurer l'intensité de la lumière en lux à divers points dans les pièces.
Outils	

Luxmètre	Caractéristiques : Affichage : 2.000 points, plage de mesure : 0 à 200.000 Lux; 4 gammes, Précision : 3%. Sonde télécommandée. Correction de l'incidence. MIN. MAX. HOLD. Unités de mesure : Lux ou Fc. Dimensions (mm) : unité - 130 x 55 x 38. sonde - 125 x 86 x 35.

V.13.3 Conception de l'évaluation au niveau diagnostique

Les évaluations diagnostiques par questionnaire sont généralement utilisées pour des projets comportant de nombreuses variables. Il s'agit d'une collecte des données objectifs de l'environnement physique par des mesures instantanées, ce qui permet la comparaison des différentes variables (S. MAZOUZ & H. MEZRAG, 2013).

sur la base de l'entretien établi dans la première phase indicative, un questionnaire standard a été élaboré. Le questionnaire inclus dans l'EPO proposée dans cette recherche est basé sur celui élaboré dans le cadre du 'Daylight Europe Project' (Hygge et Löfberg, 1996 ; Hygge et Löfberg, 1997 ; Hygge et Löfberg, 1999 ; Fontoynont, 1999). Ce dernier respecte, dans sa globalité, les exigences méthodologiques requises pour la conception d'un questionnaire (Blanchet et al, 2000 ; De Singly, 1992 ; Quivy et Van Campenhoudt, 1995).

Ce questionnaire permettra de recueillir des données quantitatives et qualitatives sur les opinions des occupants concernant la lumière dans leurs espaces de vie. Les réponses pourront ensuite être analysées pour identifier les tendances générales, les points de satisfaction et d'insatisfaction, ainsi que les domaines potentiels d'amélioration.

V.14 Le questionnaire in situ

L'AUDE[1] et le HEFCE[2] ont élaboré un tableau de sélection pour la mise en œuvre des EPO, lequel est intégré dans leur boîte à outils. Ce tableau, présenté dans la Figure.V.7, offre une comparaison des approches d'évaluation analytique visant à aborder le confort à un

[1] AUDE Association of University Directors of Estates
[2] HEFCE : The Higher Education Funding Council for England

niveau stratégique. Parmi les techniques d'évaluation recommandées, on retrouve la technique de questionnaire (Ingy I. El-Darwish & Rana A. El-Gendy, 2018).

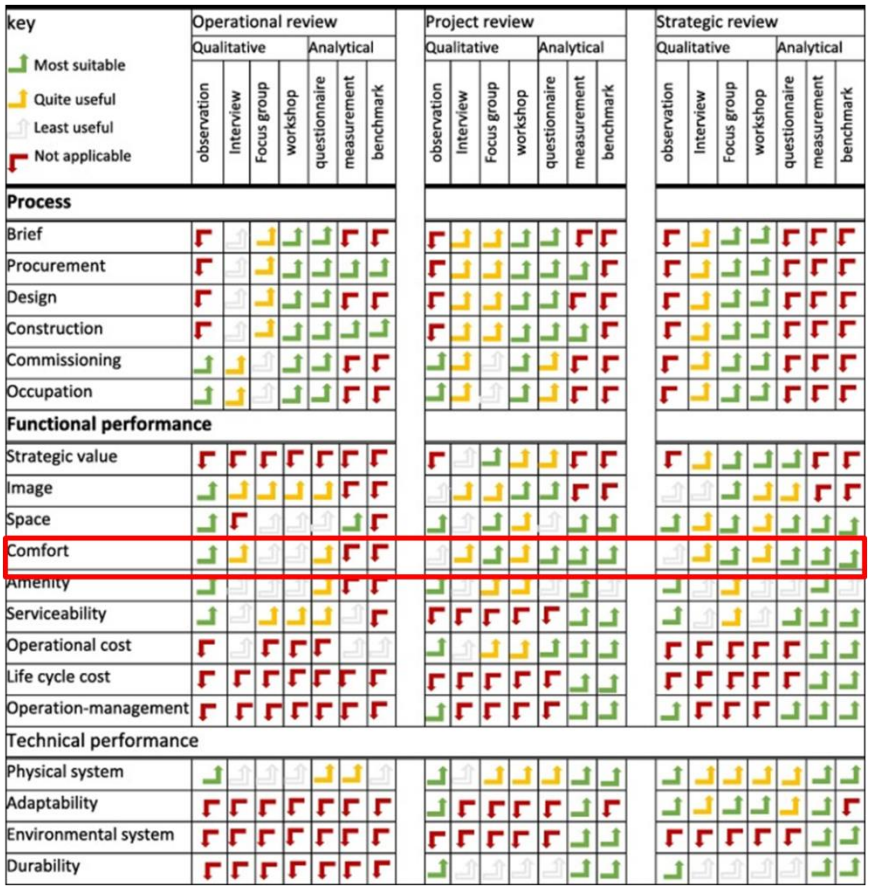


Figure V. 7.Tableau de sélection des approches de la recherche pour réaliser une EPO. Source: (Blyth A, 2006)

Le questionnaire est un moyen de recueillir des informations diversifiées de par les opinons, les gouts, le comportement …etc. L'enquête par questionnaire est définie par (Angers, 1996) Dans les enquêtes par questionnaire, les participants sont invités à répondre à une série de questions écrites sur un scénario, leur perception de la situation, leurs attentes, leur niveau de sensibilisation au problème ou tout autre sujet jugé intéressant par le chercheur. Les réponses doivent être écrites (N'Da P. , 2015).

V.14.1.1 La structuration du questionnaire :

Réaliser un questionnaire en entonnoir pour retenir rapidement l'attention du répondant et le mettre en confiance, le questionnaire va du général au particulier où les questions qui constituent le corps de l'enquête sont posées au début de l' enquête (Le sphinx , 2023). La combinaison des données de l'enquête permettra d'obtenir un taux de satisfaction/insatisfaction global du bâtiment (Kennett, 2021)(Annexe N°6).

Les contributions des arbitres ont été essentielles pour garantir que le questionnaire est rigoureux, fiable et adapté aux objectifs de l'étude. Leur retour a permis de renforcer la validité des données collectées, assurant ainsi une base solide pour l'analyse et les conclusions de la recherche (Annexe N°5).

V.14.1.2 Choisir les types de questions :

La question d'un questionnaire est le principal instrument de mesure. Il est essentiel de décider du format des questions avant de commencer à les rédiger. Dans notre recherche, les questions sont de type fermées, ouvertes ou semi-ouverte. Chacune d'entre elles présente des qualités, des avantages et des inconvénients uniques pour notre évaluation (Figure.V.8).

	Question fermée à choix unique	**Question fermée choix multiples**	**Question fermée échelle**	**Question fermée ordonnée**	**Question ouverte**
Avantages	Rapidité Simplicité de traitement	Simplicité de traitement et de dépouillement	Mesure à l'aide d'un rapport de grandeur, l'avis ou l'attente du sondé sur certains points précis	Classement des modalités par ordre de préférence, précision de réponses	Richesse de contenu Spontanéité des réponses recueillies
Inconvénient	Peu pratique pour étudier les comportements	Influence les réponses Liste parfois trop longue	Choix des critères suffisamment évocateurs	Classement non supérieur à 3 propositions	Dépouillement et analyse plus long, limiter le nombre de ces questions

***Figure V. 8. Type de question dans un questionnaire, avantages et inconvénient . Source:* (HAMEL Nawel, 2014) .**

1-Question fermée:

Dans une question à choix multiples, le répondant sélectionne la meilleure option parmi une série d'options. Nous distinguons les questions qui permettent au répondant de choisir plus d'une réponse de celles qui ne lui permettent de choisir qu'un seul type de réponse (HAMEL Nawel, 2014).

2-La question ouverte:

La personne interrogée est autorisée à dire ce qu'elle veut et à fournir n'importe quel type de réponse. MUCCHILLI R. confirme ces détails en disant : « la question dite ouverte ne prévoit pas les réponses et laisse à l'individu la liberté complète de s'exprimer » (MUCCHIEILLI R, 1994) Ce type d'enquête a l'avantage de permettre à l'enquêteur d'obtenir des informations cruciales de la part de l'enquêté. De plus, l'enquêteur n'a qu'à déterminer le thème de la question, ce qui permet à l'enquêté de s'exprimer avec les mots de son choix.

L'enquêteur n'a donc pas à présumer de ce que pense l'enquêté. Mais ce type d'enquête rend le traitement de l'information difficile (HAMEL Nawel, 2014).

3-La question semi ouverte ou semi fermée

Ce type de questions a l'avantage de permettre à l'enquêteur de recueillir des informations cruciales de la part de l'enquêté. En outre, l'enquêteur n'a qu'à vérifier le sujet de la question, ce qui permet à l'enquêté de s'exprimer avec les mots de son choix. L'enquêteur n'a donc pas à présumer de ce que pense l'enquêté. Mais ce type d'enquête rend le traitement de l'information difficile. Il est possible que les réponses soient ambiguës et difficiles à comprendre, ce qui nécessite un examen approfondi du contenu. Il est utile de limiter la portée de la réponse par le nombre de lignes auxquelles il est possible de répondre afin d'éviter ce type de restriction.

V.14.1.3 Analyse statistique des données

L'analyse de données mixtes est logique dans la mesure où cette étude utilise une méthodologie hybride qui combine des méthodes d'enquête qualitatives et quantitatives (N'Da, 2015).

V.14.1.4 Type de réponse (HAMEL Nawel, 2014)

Le questionnaire dichotomique, qui existe en deux variétés, permet de choisir entre deux réponses opposées : oui ou non, ou pour ou contre. On estime que répondre à ce type de questions est le plus simple.

La question à échelle est le format final. Elle est utilisée par l'enquêteur pour quantifier ce qui est qualitatif ou pour mesurer des facteurs qualitatifs. L'approche de LIKERT, qui demande aux répondants d'indiquer leur niveau d'accord ou de désaccord ou leur degré de plaisir ou de mécontentement en passant par un stade intermédiaire, est l'une des enquêtes à échelle les plus populaires dans de nombreux domaines. Il est plus simple de recueillir des réponses à des questions fermées, ce qui facilite l'analyse des informations. Les pensées du répondant sont en partie guidées par les possibilités de réponse qui lui sont offertes.

Selon BOUKOUS A., il faut prévoir "une autre réponse (à préciser) pour nous donner encore plus de latitude sur le sujet". Et inversement, les questions à choix multiples, dans lesquelles la réponse est fournie avec un choix de réponses.

V.14.1.5 Échantillonnage et la taille d'échantillon

Lors d'une enquête, un échantillon de la population est utilisé pour réaliser l'étude. Néanmoins, la détermination de la taille de l'échantillon doit permettre d'obtenir des données et des résultats cohérents avec ceux que l'on obtiendrait en menant une enquête auprès de l'ensemble de la population. Il faut donc d'abord caractériser la population mère pour pouvoir établir un échantillon fiable et représentatif (Le Sphinx Développement, 2008).

Par conséquent, pour connaître les caractéristiques de l'ensemble de la population, il faut en choisir soigneusement une infime partie, ou créer un échantillon représentatif. (Jean-Paul Bozonnet, Pierre Bréchon, 2011). Ils sont utilisés pour recueillir des informations sociodémographiques complètes et diverses sur les conditions de vie, le bien-être et les activités des personnes, ainsi que les influences culturelles sur le comportement et les changements sociaux et économiques (Designing Household Survey Samples: Practical Guidelines, 2005).

Combien de personnes interrogées ?

La population cible de l'enquête auprès des ménages est constituée de tous les ménages de la ville d'Annaba . La population spécifique de ce quartiers est inconnue. Cependant, la cité oued el fourcha est située dans la ville d'Annaba qui compte 609 499 ménages. Puisque le nombre précis de ménages dans les deux quartiers étudiés est inconnu, la formule suivante proposée par Smith (2013) a été utilisée. Cette formule est utilisée lorsque la base de sondage ou la population échantillonnée est inconnue et est donnée par

$$n = \frac{Z^2 p\,(1-p)}{Me^2} \quad \text{.....(équation V.1)}$$

$$n = \frac{(1.44)^2 X 257\,359\,(1-0.5)}{0.06^2} = 208 \text{ occupants}$$

Avec un niveau de confiance de 95 %, un écart type de 0,5, une marge d'erreur de 5 % et un score *Z* correspondant de 1,96 (Smith, 2013), où N est la taille de l'échantillon. La taille de l'échantillon résultant est de 208 occupants.

V.14.2 Analyse statistique de questionnaire

L'analyse statistique, en tant que méthode d'analyse quantitative indirecte, vise à traiter de manière quantitative les données recueillies via le questionnaire (Angers, M , 1996). Avant de diffuser le questionnaire dans sa version finale, nous avons d'abord vérifié sa validité. Pour évaluer le formulaire et recueillir leurs observations et opinions sur son contenu, nous avons fait appel à des experts dans les domaines concernés par cette étude.

V.14.2.1 Logiciel d'analyse SPHINX

Le logiciel de traitement des enquêtes et d'analyse des données SPHINX a été initialement développé par BASICA sous DOS en 1985, et il a progressé avec la technologie de la micro-informatique. Il est actuellement développé en C et est disponible pour Windows ou Macintosh. Une double réflexion méthodologique et pédagogique qui a produit plusieurs livres, articles et études de cas est à l'origine de sa progression. Les trois principales composantes du caractère unique de SPHINX sont : l'intégration, l'extension et l'innovation. (Jean MOSCAROLA, S.d)

V.14.2.2 Codification et analyse des données: Méthodologie et utilisation de Sphinx Lexica

Avant d'importer les données quantitatives et d'utiliser le logiciel de traitement Sphinx Lexica, nous avons procédé à la codification. Cette étape consiste à attribuer des codes adéquats aux réponses afin de faciliter leur traitement lors de l'analyse. Il s'agit de traduire les variables en codes.

Le questionnaire dichotomique, qui se décline en deux variétés, permet de choisir entre deux réponses opposées : 1 pour "oui" ou 2 pour "non", ou encore "pour" ou "contre". On estime que ce type de question est le plus simple à répondre.

Les questions à choix unique sont utilisées pour recueillir des informations sur le profil de l'habitant, le degré de satisfaction des occupants, l'usage de l'espace, ainsi que le taux et la période d'occupation des habitations (Figure v.9,V.10).

Un autre type de codage est l'échelle de Likert, où 1 correspond à « pas du tout satisfait », 2 à « plutôt pas satisfait », 3 à « plutôt satisfait » et 4 à « tout à fait satisfait ».

Les questions à choix multiples sont notamment utilisées pour classer les activités domestiques dans l'espace habité. Le codage a été effectué en fonction du nombre de choix présentés, allant de 1 à 10(Figure v.11).

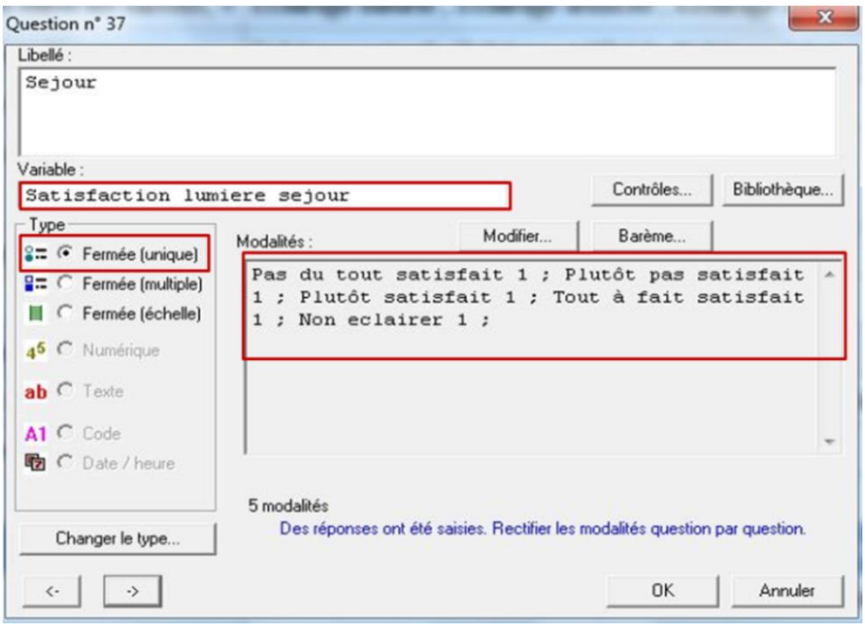


Figure V. 9 Codage des questions à choix unique. Source: Auteure,2024.

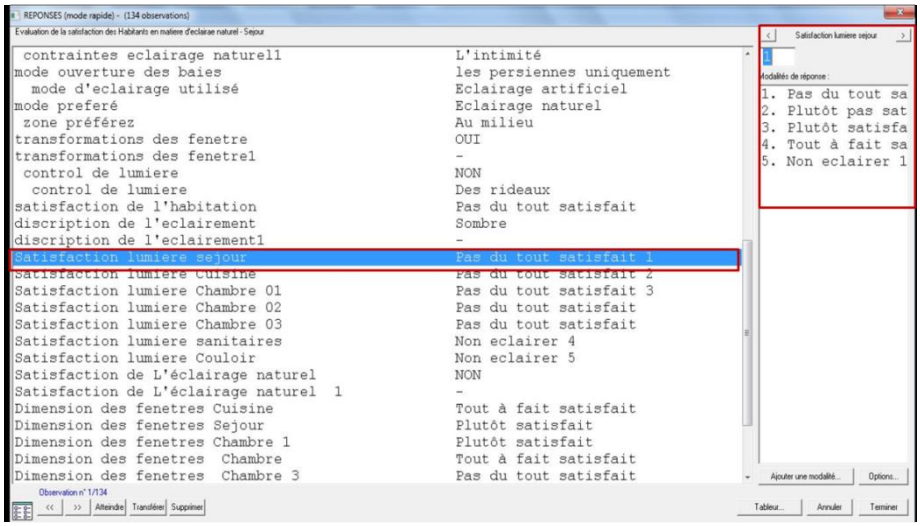


Figure V. 10. Résultat de codage des questions à choix unique. Source: Auteure,2024.

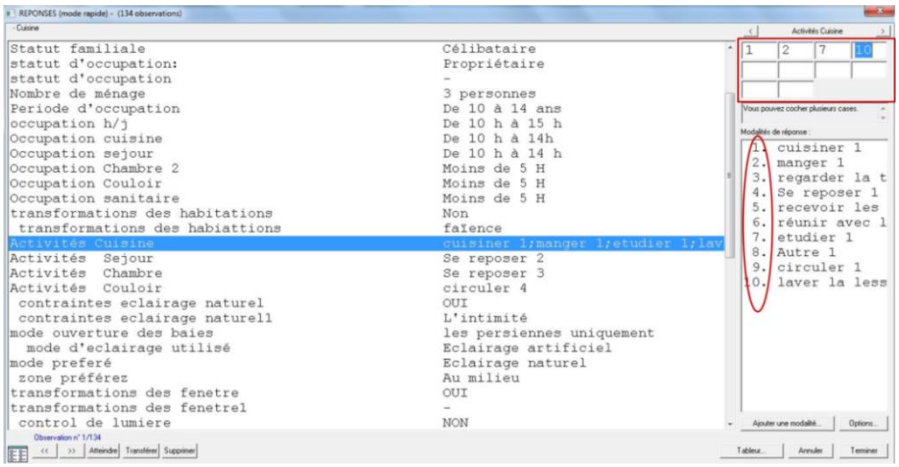


Figure V. 11.Codage des questions a choix multiple. Source: Auteure,2024.

Le tableau des questionnaire donné par le Sphinx Lexica permet une vue claire des différentes variables ,questions, types de réponse, et les sections du questionnaire pour une gestion efficace de l'enquête (FigureV.12).

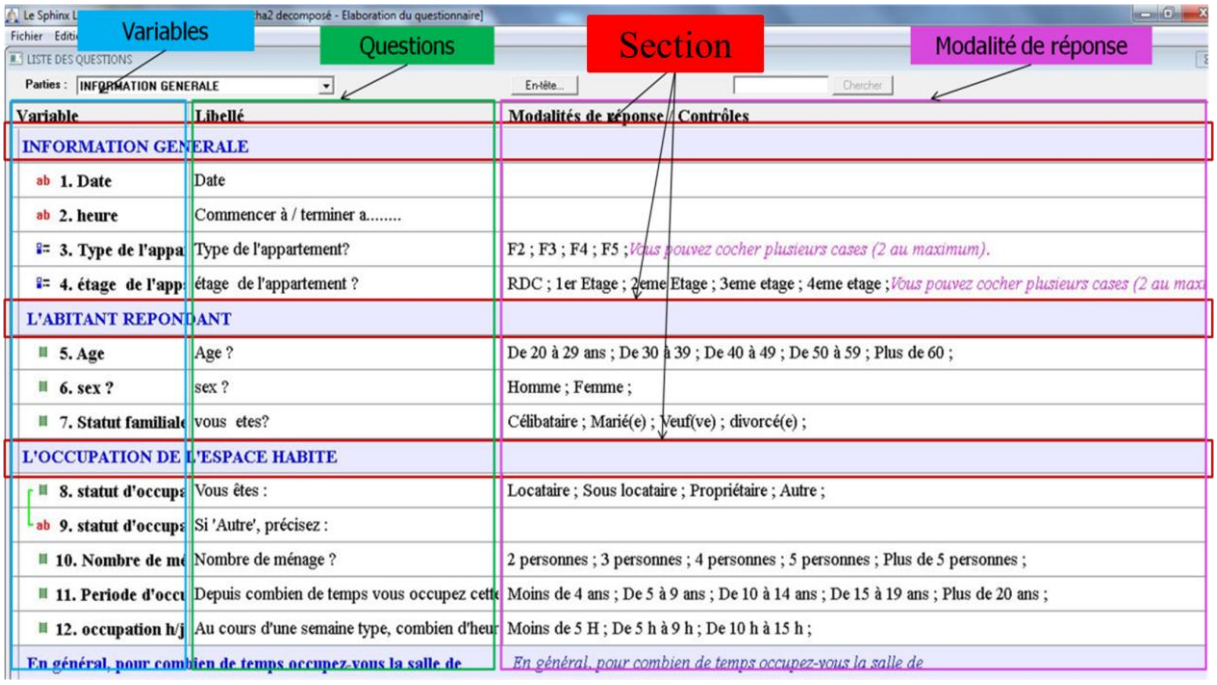


Figure V. 12. construction du questionnaire de l'évaluation . Source: Auteure,2024.

V.14.2.3 Analyse de fiabilité de questionnaire : Alpha cronbach

Le coefficient Alpha de Cronbach est calculé pour voir si les déclarations sont cohérentes entre elles et si elles ont des idées similaires. La cohérence interne d'une échelle construite à partir d'une collection d'items est mesurée par le coefficient de fiabilité Alpha de Cronbach, qui varie de 0 à 1. La cohérence interne (fiabilité) de l'échelle augmente avec la proximité de la valeur Alpha par rapport à 1 (Manu Carricano et al., 2010).

V.14.3 Analyse factorielle

L'une des étapes les plus longues est le traitement du questionnaire. L'utilisation d'un tableur de Sphinx Lexica est utile. L'analyse des données se fait de deux manières : un tri croisé plus complexe en "recoupant" les résultats, ou un tri à plat en décomposant les réponses (Manu Carricano et al., 2010).

Les statistiques descriptives se répartissent en trois catégories principales (RAHMANI Abdelhaï, s.d) :

1. **Statistiques uni variables :** Tout d'abord, il suffit de fournir une brève description des données. Les données sont clairement expliquées "par l'opération de "tri à plat", c'est-à-

dire en calculant la distribution des nombres et des pourcentages des modalités de réponse pour chaque question" (N'Da P. , 2015).

2**. Les statistiques bivariables**: examinent les relations potentielles entre deux variables (telles que celles entre la Age et le sex). L'objectif de l'analyse statistique différentielle est de déterminer comment les caractéristiques d'une variable ou d'une population sont liées à celles d'une autre variable ou d'une autre population. La construction d'un tableau croisé nécessite la visualisation simultanée des réponses à deux questions pour un même répondant (N'Da P. , 2015).

Conclusion

La nature interdisciplinaire de la notion d'ambiance lumineuse et du comportement des occupants requiert une méthodologie efficace. Cette méthodologie repose sur l'évaluation post occupationnelle (EPO), qui a servi de base pour identifier les indicateurs définis dans le modèle de l'ambiance lumineuse présenté dans cette étude.

L'EPO est un processus de collecte de données, d'analyse et de comparaison avec des critères de performance dans des environnements occupés. Elle peut être appliquée à différents sujets et utilise diverses techniques de collecte de données.

L'évaluation post occupationnelle (EPO) est une démarche multidisciplinaire intégrant plusieurs approches pour obtenir une vision holistique de la performance et de l'impact d'un environnement bâti. Elle comprend trois niveaux de recherche :

Évaluation indicative : Fournit des informations sur les réussites et les problèmes majeurs.

Évaluation d'investigation : Elle utilise des techniques formelles de collecte et permet une évaluation détaillée des résultats physiques du projet et de son processus.

Évaluation diagnostique : La plus détaillée des trois types, elle couvre tous les aspects des projets en fonction des besoins identifiés.

Ces approches varient en fonction des objectifs spécifiques de l'évaluation, des besoins des occupants et des aspects particuliers du bâtiment ou de l'habitat à évaluer. Pour cette étude, les questionnaires destinés aux occupants, l'observation, la cartographie et les mesures sur le terrain ont été choisis comme outils fondamentaux. Enfin, une explication du protocole et des circonstances est présentée dans le schéma ci-dessous (figure V.13)

.

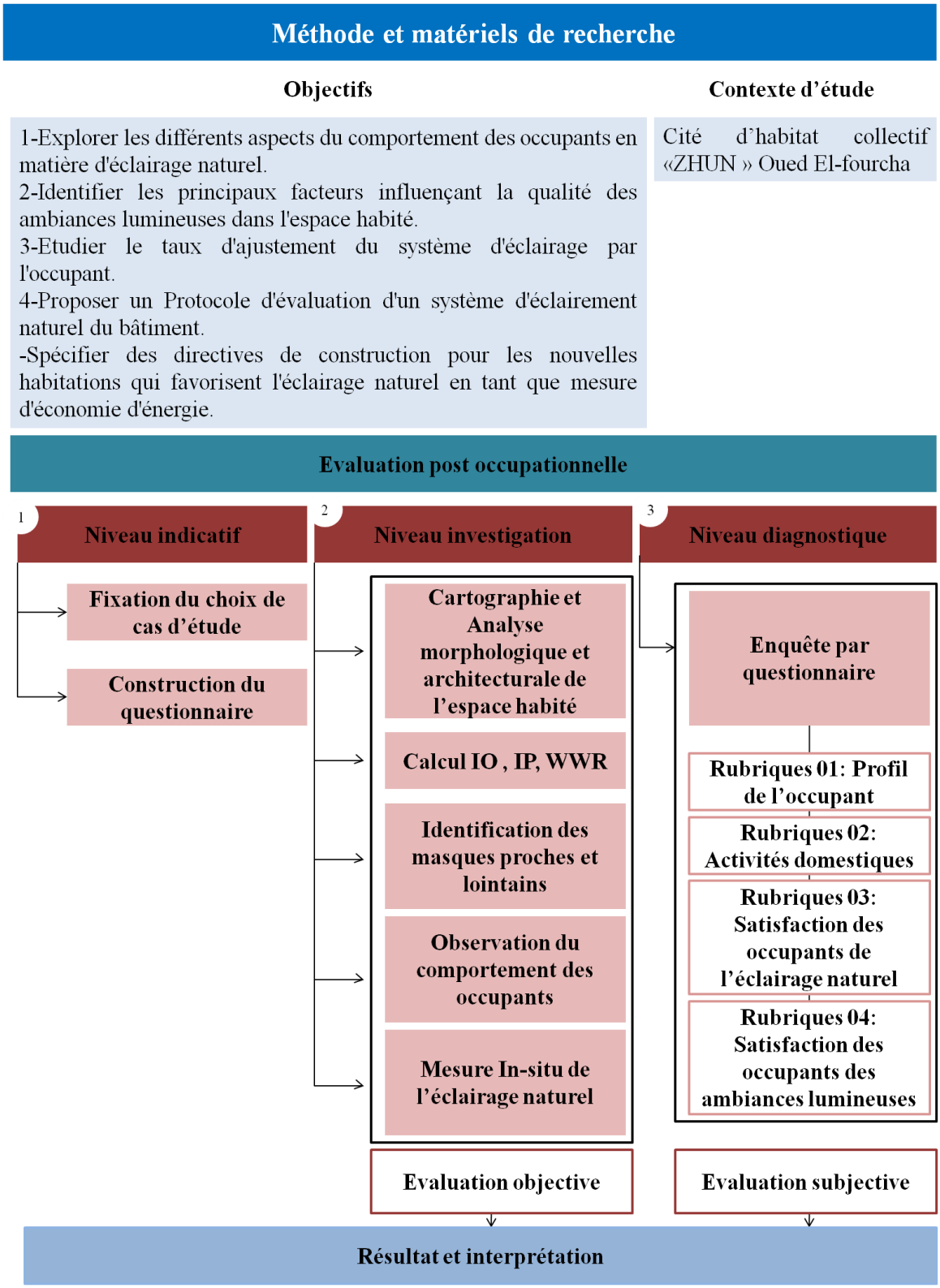


Figure V. 13.Protocole d'analyse de la recherche. Source: Auteure,2024.

Chapitre VI:

Investigation sur les ambiances lumineuses dans l'espace habité des bâtiments résidentiels à la cité de Oued el-Fourcha

Introduction:

Parmi les nombreux attributs environnementaux d'un espace habité, l'éclairage est considéré comme l'un des plus importants. En optimisant l'éclairage naturel, il est possible de répondre aux exigences de bien-être des personnes et de réduire la consommation d'énergie des bâtiments.

Dans les environnements de lumière naturelle, le confort visuel concerne principalement la manière dont les occupants perçoivent l'espace, la consistance et la stabilité de la lumière, ce qui influence les préférences de l'occupant et le degré de confort visuel (Suk, 2019)(Xuanning Qi et al., 2024).

Comme nous venons de le voir dans les chapitres précédents (chapitre I et II), de nombreux indices influencent les ambiances lumineuses dans un espace habité. Nous avons tenté d'exploiter ces données par une recherche in situ des ambiances d'éclairage afin d'offrir une véritable compréhension du phénomène. L'objectif principal de cette étude est d'examiner l'éclairage dans l'espace habité de la cité résidentielle de Oued El Fourcha, comme indiqué dans notre énoncé de problématique. Ce chapitre permet également de comprendre comment les comportements des occupants sont analysés et interprétés en fonction des ambiances. Il éclaire les interactions entre les usagers et leur environnement, en montrant comment les perceptions sensorielles et les émotions influencent les réponses comportementales au sein des espaces étudiés.

Ce chapitre commence par une description de la géométrie de l'espace habité de notre cas d'étude, les caractéristiques géométriques et physiques des fenêtres ainsi que l'extraction des principaux obstacles de l'éclairage intérieur.

Ensuite, nous aborderons l'étude expérimentale qui s'articule autour de deux méthodes distinctes mais complémentaires : l'approche qualitative, qui s'appuie sur l'observation directe, et la méthode quantitative, qui se fonde sur des mesures in situ. Cette analyse vise à examiner les informations recueillies à travers cette méthode pour identifier des tendances, des patterns et des insights pertinents.

VI.1 Exploration des indicateurs morphologiques dans l'intégration des ouvertures architecturales

Les indicateurs morphologiques jouent un rôle essentiel dans l'analyse et la compréhension de la disposition des ouvertures dans une structure architecturale. Ces

indicateurs révèlent comment les ouvertures (comme les fenêtres et les portes) sont intégrées et interagissent avec la forme générale de l'architecture, ainsi que leur relation entre elles (BELAKEHAL, A., TABET AOUL, K. and BENNADJI, A., 2003).

VI.1.1 La forme des pièces de l'espace habité

Les pièces de l'espace habité ont une forme rectangulaire. Les espaces de jour; le séjour est d'une superficie de 25.80(3.60X6.80), la cuisine de 8.40m2 (3.00X2.80).

Concernant les chambres, la surface varie entre 14.7m^2 et14.19m^2, soit (4.20X3.50),(3.30X4.30), respectivement. Nous constatons également que les deux pièces adjacentes sont ouvertes l'une sur l'autre par une porte, ce qui contribue à l'éclairage et à l'aération.

La salle de bain est d'une surface de 3.60 m2 (2.00mX1.8m), et les sanitaires ont une surface de 1.80m^2 (1.80m X1.00m).

Lors de la phase de visite de ces habitations, nous avons remarqué que la majorité des occupants avaient modifié l'espace cuisine en raison de sa petite taille, puisque tous ont ajouté l'espace dédié au séchoir à l'intérieur de la cuisine.

VI.1.2 Analyse des caractéristiques architecturales des fenêtres

D'après notre enquête sur le terrain, nous avons remarqué que chaque pièce possède une ouverture unilatérale.

- **La cuisine :** L'espace le plus influencé par le comportement des occupants est initialement l'éclairage de la cuisine, qui était initialement éclairé par un système de second jour provenant du séchoir. Ce dernier est considéré comme un espace semi-ouvert grâce à des lamelles verticales qui permettent à la lumière et à l'air de pénétrer. La cuisine est connectée au séchoir par une porte vide, simplement encadrée, mais la majorité des occupants ont choisi de fermer les ouvertures des lamelles et ont préféré installer une fenêtre pour la lumière et la ventilation. Par conséquent, les dimensions des fenêtres ne sont pas standardisées et varient entre 1,10 mètre par 1,50 mètre et 1,30 mètre par 1,60 mètre (Figure VI. 1) .

Figure VI. 1.Vue intérieure sur l'espace cuisine. Source: Auteure,2023.

- **Le séjour:** Au rez-de-chaussée, on observe la présence de fenêtres dans l'espace séjour, tandis qu'aux étages supérieurs, on trouve des portes-fenêtres. Cette différence s'explique par le fait que le rez-de-chaussée est plus exposé aux problèmes extérieurs qui pourraient compromettre le confort des occupants (Figure VI. 2).

Figure VI. 2.Vue intérieure sur l'espace séjour. Source: Auteure,2023

- **Les chambres:** Chaque pièce est équipée d'une fenêtre, et il est remarquable que ces ouvertures n'ont pas été modifiées de manière significative par les occupants, à l'exception de quelques modifications mineures telles que le remplacement des fenêtres par des modèles plus modernes (Figure VI. 3) .

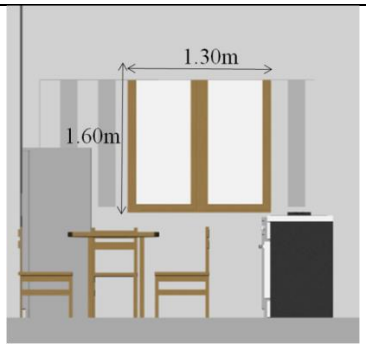
Figure VI. 3. Vue intérieure sur l'espace chambre. Source: Auteure,2023

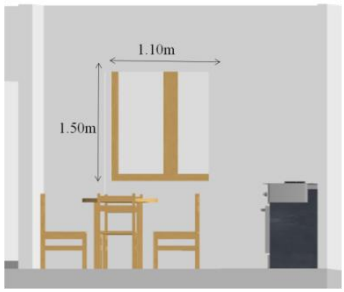
- Les sanitaires et la salle de bain sont des espaces aveugles, dépourvus d'ouverture et donc d'éclairage naturel (Figure VI. 4) .

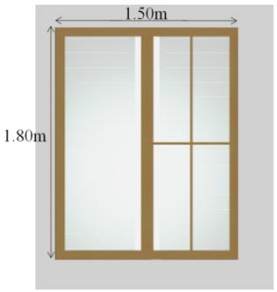
Figure VI. 4. Vue intérieure sur l'espace salle de bain et sanitaire . Source: Auteure,2023.

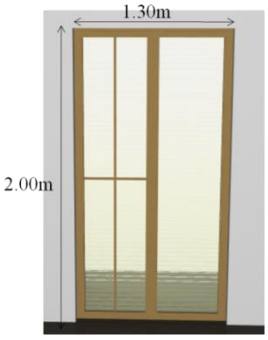
Les types de fenêtres ainsi que leurs dimensions sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

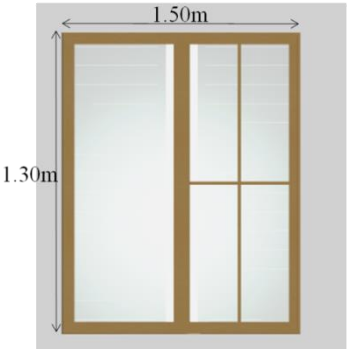
Tableau VI. 1. Types et surfaces d'ouvertures de chaque pièce de l'espace habité. Source: Auteure,2023

<table>
<tr><th>Espace</th><th colspan="3">Type et surface d'ouverture</th></tr>
<tr><td>Cuisine</td><td> 

S=2.08 m^2</td><td colspan="2"> 

S=1.65 m^2</td></tr>
<tr><td>Séjour</td><td> 

S=2.70 m^2</td><td colspan="2"> 

S=2.60 m^2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Chambre</td><td rowspan="2"> 

S=1.95m2</td><td>La salle de bain</td><td>Les sanitaires</td></tr>
<tr><td>Néant</td><td>Néant</td></tr>
</table>

VI.1.2.1 ***Indice d'ouverture***

L'indice d'ouverture, noté « IO en % », représente le rapport entre la surface de la baie (fenêtre) et la surface utile. Ce paramètre est souvent utilisé par les normes pour indiquer les valeurs minimales requises en tant que mesure de précaution pour garantir un niveau adéquat de lumière naturelle dans un espace (Tableau VI.2).

Tableau VI. 2.Norme d'indice d'ouverture en fonction du type de local. Source: (Magali BODART, 2021)

La pièce	**Base**	**Performant**	**Très performant**
Chambre	16%	16%	30%
Séjour	16%	20%	30%
Cuisine	16%	25%	30%

Tableau VI. 3.Calcul d'indice d'ouverture en fonction du type de local. Source: Auteure,2023

Pièces	**surface ouvertures**	**Surface utile**	**IO**
Cuisine	2.08/1.65	8.40/12.20	19% 13%
Séjour	2.70/2.60	25.80	10.46% /10.07
chambre	1.95	14.7/14.19	13.20% / 13.7%

Lorsque la surface de la pièce est plus grande que celle de l'ouverture, l'indice d'ouverture prend une valeur de base qui, comme indiqué dans le tableau ci-dessus (Tableau VI.3) , peut être très faible (par exemple, 10,07 %), expliquant ainsi le manque d'éclairage adéquat dans la pièce. Cela est attribuable au fait que la surface d'ouverture n'est pas proportionnelle ou adaptée à l'espace en question. En d'autres termes, l'indice d'ouverture fonctionne de manière optimale lorsque les surfaces de la pièce et de l'ouverture sont relativement similaires en taille.

VI.1.2.2 ***Indice de profondeur***

L'indice de profondeur, noté « IP en ratio », représente le rapport entre la profondeur du local et la hauteur utile sous linteau. Cette hauteur utile est mesurée entre le plan de travail et le dessous du linteau (Tableau VI.5).

Tableau VI. 4. Indices de profondeurs recommandés par la méthode HQE. Source: (Magali BODART, 2021)

Espace	Valeur
Chambre	<2.6
Séjour	<3.0
Cuisine	<2.6

Tableau VI. 5. Calcul d'indices de profondeurs de l'espace habité. Source: Auteure,2023

Pièces	Hauteur plan utile		Hauteur sous linteau		IP	
Cuisine	3.00		1.80	1.7	1.66	1.76
Séjour	6.80		2.1		3.20	
chambre	4.20	3.30	2.1		2	1.57

Dans ce contexte, l'indice de profondeur prend des valeurs conformes à la norme pour l'espace de la cuisine et la chambre, soit respectivement 1,66 et 1,76 pour la cuisine, et environ 2 et 1,57 pour la chambre (Tableau VI.5). Ces valeurs expliquent un éclairage adéquat jusqu'au fond de la pièce, car la hauteur sous linteau est conçue de manière à permettre à la lumière d'atteindre l'ensemble de l'espace.

Cependant, la situation est assez différente pour le séjour, où nous constatons un coefficient de profondeur non conforme à la norme, soit environ 3,20. Cela indique que le rapport entre la profondeur du séjour et la hauteur sous linteau n'est pas conforme à la norme (<3,0). En conséquence, la partie profonde du salon manque d'éclairage suffisant et apparaît sombre.

VI.1.2.3 *Le ratio d'ouverture des fenêtres de la façade (WWR)*

Le rapport fenêtre-mur (WWR) est un indicateur essentiel qui mesure la proportion de la surface occupée par les ouvertures par rapport à la surface totale du mur de fenêtres. Ce ratio est crucial, car il influe directement sur la quantité de lumière naturelle qui entre dans les intérieurs, ce qui à son tour impacte la demande énergétique pour l'éclairage artificiel ainsi que le confort visuel des occupants. Dans le cas d'espaces profonds, il est généralement recommandé d'avoir un WWR élevé pour maximiser la pénétration de la lumière naturelle (Z A Kiliç , A Köknel Yener , 2021).

Tableau VI. 6. Calcul de ratio mur-fenêtre (WWR) des différentes pièces. Source: Auteure,2023

Pièces	**surface ouverture**	**surface du mur de fenestration**	**WWR**	
Cuisine	2.08/1.65	6.46/6.89	32%	23.90%
Séjour	2.7/2.6	6.82/6.92	39.50%	37.50%
Chambre 1/ chambre2	1.95	10.84/12.79	17.90%	15.20%

Le calcul du ratio mur-fenêtre (WWR) (Tableau VI.6) montre que la réduction du rapport fenêtre-mur (WWR) de 32% à 23,90%, résultant de la modification des fenêtres par l'occupant, a un impact significatif sur la quantité de lumière naturelle pénétrant dans l'espace de la cuisine. Une WWR plus élevée (32%) favorise une meilleure entrée de lumière naturelle, réduisant ainsi le besoin d'éclairage artificiel pendant la journée et améliorant la visibilité des surfaces de travail. En revanche, une WWR réduite (23,90%) diminue cette entrée de lumière, ce qui peut accroître la dépendance à l'éclairage artificiel et potentiellement diminuer le confort visuel des occupants.

Dans l'espace de séjour, le WWR varie entre 37,50% et 39,50%, ce qui constitue une plage de valeurs optimale. Un WWR élevé dans cette fourchette maximise la lumière naturelle et les vues extérieures, améliorant ainsi l'ambiance et le confort visuel de la pièce.

En revanche, un faible rapport de 15,20% et de 17,90% est observé dans l'espace chambre. Cela s'explique par le fait que cet espace est principalement destiné au repos et au sommeil, et une WWR réduite peut contribuer à créer une atmosphère plus sombre et propice au repos.

VI.1.3 Les masques architecturaux : Entre intimité et lumière

VI.1.4 Les masques lointains : Impact sur l'intimité et la lumière intérieure

Les masques lointains jouent un rôle crucial dans l'interface entre l'espace intérieur des habitations et leur environnement extérieur. Dans ce contexte, les écrans végétaux constituent un élément important de cette interface. Voici une analyse détaillée des masques distants fournie, en se basant sur les écrans végétaux :

1. **Écrans végétaux :**

Disposition des arbres : Les arbres apparaissent à différentes hauteurs et sont placés de manière aléatoire, sans une organisation stricte. Cette diversité dans la hauteur et la position des arbres contribue à un aspect naturel et organique, mais peut aussi créer des variations dans l'ombre et la lumière qu'ils projettent. Certains arbres sont placés très près du mur de façade,

tandis que d'autres sont situés à une distance de deux à quatre mètres. Cette variation dans la distance peut affecter la quantité de lumière naturelle qui pénètre dans les habitations.

Jardins des occupants du rez-de-chaussée :

Les jardins créés par les occupants du rez-de-chaussée s'étendent au-delà de leurs habitations, fournissant un espace tampon entre leur espace privé et le monde extérieur. Ces jardins sont souvent utilisés pour obtenir plus d'intimité et une séparation visuelle du reste du quartier. Ces espaces verts ajoutent une dimension esthétique et naturelle, améliorant la qualité de vie des occupants.

Intimité et séparation : Les écrans végétaux sont principalement utilisés pour offrir de l'intimité aux résidents. Les occupants du rez-de-chaussée, en particulier, utilisent ces jardins pour se créer un espace personnel isolé des regards extérieurs.

Ils agissent également comme une barrière visuelle, réduisant l'interaction directe entre les habitants et les passants, ce qui peut améliorer la sensation de sécurité et de confort.

Nuisance lumineuse :Cependant, ces écrans végétaux peuvent également être une source de nuisance lumineuse, en particulier pour les résidents du rez-de-chaussée, du premier et du deuxième étage qui sont proches de la façade. Les arbres et les plantes peuvent bloquer la lumière naturelle, rendant certains appartements plus sombres, ce qui peut être perçu négativement. La densité de la végétation peut influencer la quantité de lumière qui pénètre dans les espaces intérieurs, créant des zones ombragées.

Figure VI. 5. Vue sur l'aménagement extérieur des bâtiments évalués. Source: Auteure,2023.

2. **Les talus** : En raison de la pente du terrain, les talus créent des défis spécifiques pour la gestion de l'éclairage naturel, particulièrement pour les occupants du rez-de-chaussée. La variation de hauteur du terrain par rapport aux bâtiments peut réduire l'accès à la lumière naturelle, rendant ces espaces plus sombres et nécessitant un éclairage artificiel plus important.

La distance entre la façade des bâtiments et le terrain variant de 4 mètres par rapport aux bâtiments en face peut causer des disparités significatives dans la distribution de la lumière. Cette situation peut être particulièrement insolite et problématique pour les résidents du rez-de-chaussée qui se trouvent en contrebas de la pente, subissant un éclairage naturel limité.

3. **Les bâtiments voisins** :

- **Barrière à la vue** :Les bâtiments voisins, qu'ils soient collectifs ou individuels de type R+1, forment une barrière visuelle, limitant la qualité des vues vers l'extérieur. Pour les résidents des bâtiments en contrebas ou très proches des autres structures, cela peut réduire leur connexion visuelle avec le paysage environnant. La présence de bâtiments voisins à des distances variables, allant de 1 à 23 mètres, crée des conditions de vis-à-vis qui peuvent nuire à l'intimité des résidents. Une distance d'un mètre, en particulier, peut engendrer un fort sentiment de promiscuité, tandis que des distances plus grandes peuvent offrir plus d'intimité et de confort visuel.
- **Influence des hauteurs égales et des bâtiments en pente :**Les bâtiments voisins de hauteurs égales et ceux situés au point le plus élevé de la pente ont une influence significative sur l'éclairage et la ventilation des bâtiments en contrebas. Les structures situées en haut de la pente peuvent bloquer la lumière et le flux d'air, créant des zones d'ombre et réduisant la qualité de l'air dans les bâtiments plus bas (Figure VI. 6) .

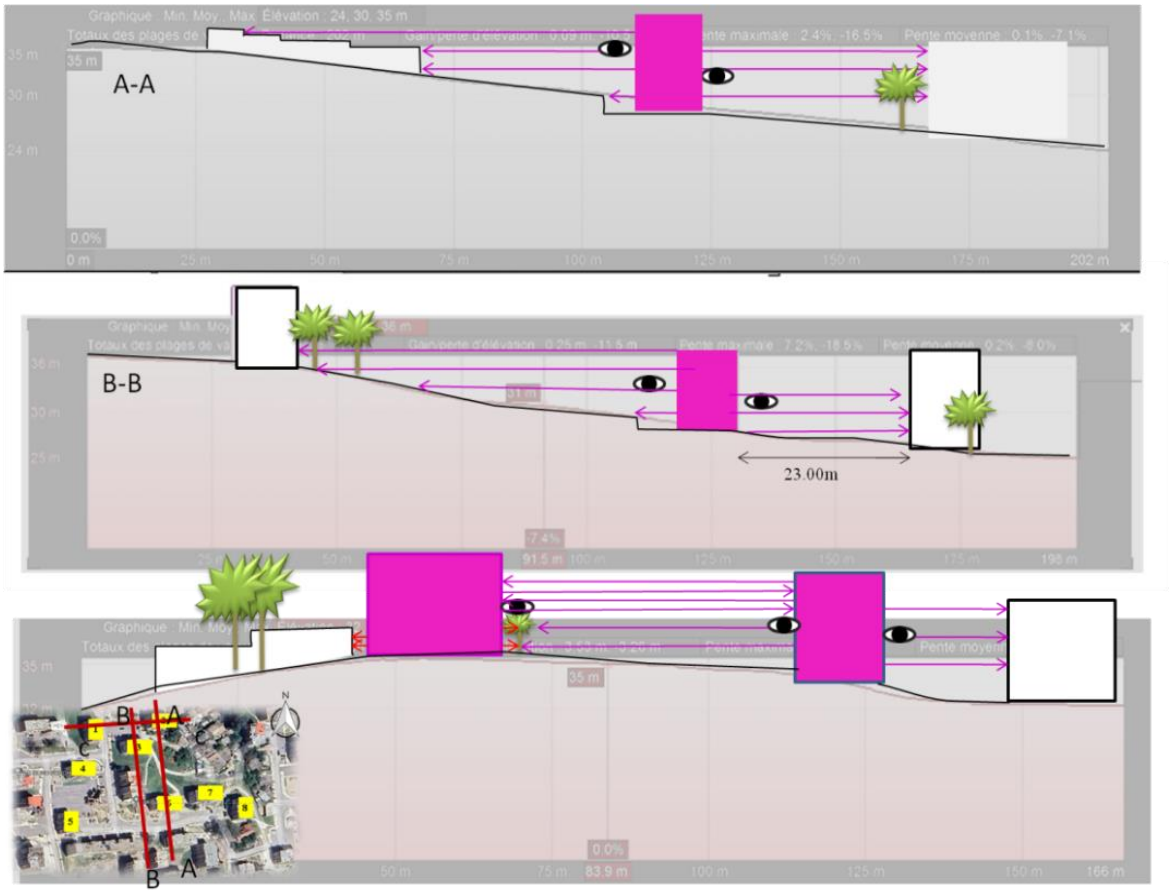


Figure VI. 6. Schéma explicatif des masques lointains. Source: Auteure 2024

Espaces pour enfants

- Emplacement proche des fenêtres du rez-de-chaussée : Les espaces pour enfants, récemment achevés en 2022, ont été aménagés à proximité immédiate des fenêtres du rez-de-chaussée. Cela peut poser plusieurs problèmes, notamment en termes de bruit et de sécurité. La proximité de ces espaces avec les fenêtres peut engendrer des nuisances sonores pour les résidents du rez-de-chaussée, surtout pendant les heures de jeu.
- Impact sur l'intimité et la tranquillité :Les résidents du rez-de-chaussée et des premiers étages peuvent ressentir une perte d'intimité en raison de la proximité des aires de jeux. Les activités des enfants peuvent être facilement visibles depuis les fenêtres, ce qui pourrait réduire le sentiment de l'intimité visuelle et sonore.

4. L'air de stationnement

Gêne pour les habitants du 1er étage :L'aire de stationnement des voitures est située juste à côté du trottoir, séparée des bâtiments résidentiels par une distance de seulement 2 mètres. Cette proximité peut être source de nuisances pour les habitants du rez-de-chaussée. Les nuisances comprennent le bruit des voitures qui manœuvrent, les portes qui claquent, ainsi

que les émissions de gaz d'échappement, qui peuvent affecter la qualité de l'air pour les résidents proches (Figure VI.6).

Impact visuel et sur l'accès : Le stationnement à proximité immédiate des fenêtres peut également créer des problèmes visuels, les résidents voyant des véhicules stationnés juste devant leurs fenêtres, ce qui peut être esthétiquement désagréable et réduire la qualité des vues extérieures (Figure VI.7).

Figure VI. 7 Vue sur l'aménagement des aires de jeux et de stationnement. Source: Auteure,2023

VI.1.5 Masque proche : Interface entre l'espace habité et l'environnement Extérieur

Les citernes et les antennes paraboliques : L'installation de citernes d'eau au niveau des façades, à une hauteur significative, crée des obstacles à la lumière naturelle. Ces structures projettent des ombres sur les fenêtres, réduisant l'éclairage naturel dans les espaces intérieurs, ce qui peut être particulièrement problématique pour les pièces nécessitant une bonne luminosité.

Les antennes paraboliques fixées aux fenêtres ajoutent également à cette obstruction. Non seulement elles bloquent partiellement la lumière, mais elles peuvent aussi dégrader l'esthétique de la façade et nuire à la vue extérieure.

Les rideaux épais: Pour préserver leur intimité, certains occupants utilisent des rideaux épais, en particulier ceux qui n'ont pas fermé leurs balcons avec des fenêtres. Ces rideaux servent de barrières visuelles, protégeant les espaces intérieurs des regards extérieurs.

Toutefois, ces rideaux réduisent également la quantité de lumière naturelle pénétrant dans les espaces habités, ce qui peut rendre les pièces plus sombres (Figure VI.8).

Figure VI. 8. Rideaux épais utilisés comme des masques proches par les occupants. Sources: Auteure,2023.

Les pots de fleur Les occupants placent des pots de fleurs au niveau des baies pour créer une séparation visuelle entre l'intérieur et l'extérieur. Cependant, les pots de fleurs peuvent aussi constituer une barrière physique et visuelle, réduisant la vue dégagée depuis l'intérieur et potentiellement bloquant une partie de la lumière naturelle (Figure VI.9).

Figure VI. 2. Les pots de fleur utilisés comme des masques proches par les occupants. Sources: Auteure,2023.

- **Les cordes de linges** : Les cordes de linges, souvent suspendues dans les zones de séchoir proches de la cuisine, forment une barrière à la lumière naturelle. Les vêtements

étendus peuvent bloquer la lumière, rendant les cuisines et autres espaces domestiques plus sombres (Figure VI.10).

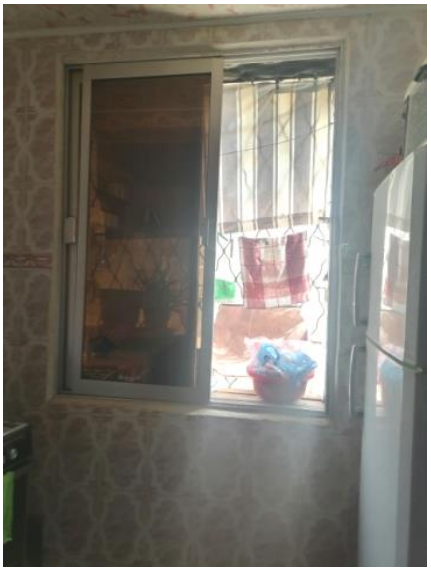


Figure VI. 10.Les cordes de linge utilisées comme des masques proches par les occupants. Source: Auteure,2023.

Les auvents métalliques: Contrairement à de nombreux auvents qui visent à fournir de l'ombre et à protéger contre l'exposition directe au soleil, ces auvents métalliques sont spécifiquement dimensionnés pour éloigner la poussière. Cela suggère que la principale préoccupation de certains occupants est de maintenir la propreté et la netteté de leurs espaces extérieurs et intérieurs.

VI.2 **Le comportement des occupants entre la diversité et l'adaptation**

Le comportement des occupants dans un environnement bâti est un phénomène complexe qui reflète à la fois la diversité des individus et leur capacité à s'adapter aux conditions de leur espace habité. Dans ce contexte, l'adaptation joue un rôle clé. Cette section de recherche se propose d'analyser comment les occupants interagissent dans son espace habité.

VI.2.1 Le comportement de l'occupant: Défis d'éclairage et d'aménagement

Nous avons observé une diversité d'aménagements dans les différentes habitations, particulièrement dans l'espace séjour, où nous avons identifié cinq configurations spatiales distinctes expliquées dans les cartes comportementales (Figure VI.11).

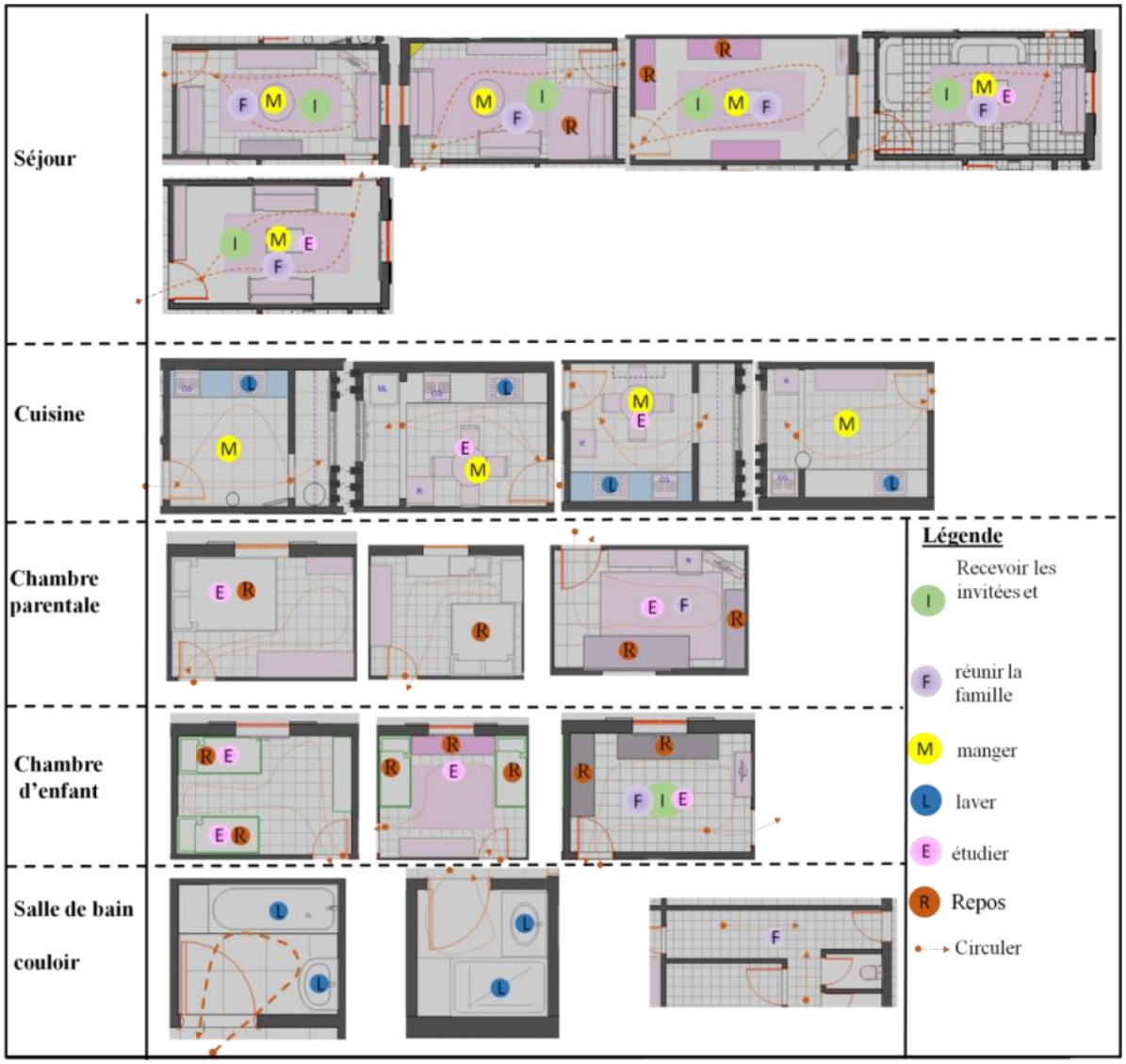


Figure VI. 3. Carte comportementale de l'espace habité. Source: Auteure,2023.

VI.2.1.1 *Le séjour*

Dans la plupart des cas, l'aménagement de l'espace séjour est entravé par la présence de bancs de style moderne et traditionnel, de bibliothèques imposantes et de tables télévisions de grande taille, ce qui crée une atmosphère sombre dans la pièce (Figure VI.12).

Les bancs sont souvent disposés tout autour de la pièce, généralement à proximité des portes-fenêtres, ce qui entrave la pénétration de la lumière. Cette disposition conduit parfois les résidents à envisager la suppression de la porte-fenêtre au profit d'une simple fenêtre, afin de mieux organiser l'espace et de permettre une meilleure circulation de la lumière (Figure VI.13).

Figure VI. 4.Vue intérieure sur l'espace séjour. Source: Auteure,2023

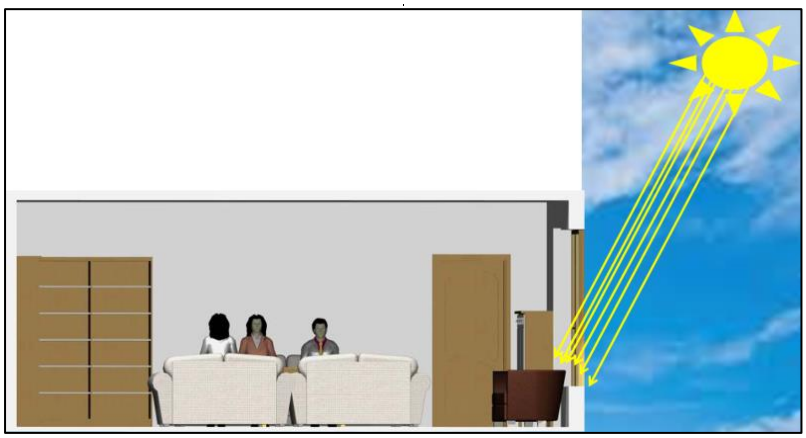


Figure VI. 5. Schéma explicatif de la disposition de mobilier dans l'espace séjour. Source: Auteure, 2023.

VI.2.1.2 *La cuisine*

Le système d'éclairage de cet espace repose sur un éclairage indirect, bénéficiant de la lumière provenant du séchoir. Cette configuration entraîne un manque de luminosité dans la cuisine. De plus, le séchoir étant un espace semi-ouvert avec des lamelles rapprochées, le mur séparant le séchoir de la cuisine constitue un obstacle à la pénétration de la lumière (Figure VI.14). Cette situation est aggravée par le fait que le plan de travail de la cuisine est éloigné de cette ouverture (Figure VI.15).

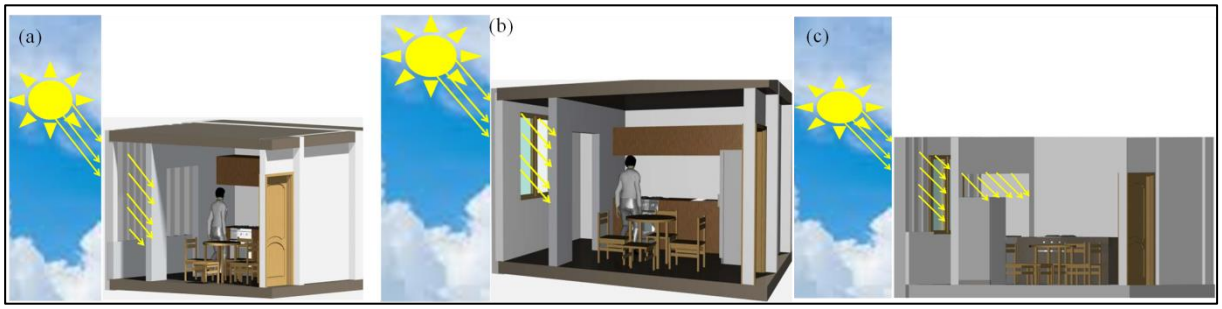


Figure VI. 6.Schémas explicatifs de la disposition de mobilier dans l'espace cuisine. Source: Auteure, 2023.

Figure VI. 7.Vue intérieure sur l'espace cuisine. Source: Auteure,2023.

Cet espace a fait l'objet de diverses modifications de la part des occupants. La majorité des habitants ont opté pour la fermeture des lamelles du séchoir, les transformant en un mur, et ont installé une fenêtre dont les dimensions varient selon les préférences individuelles. Certains ont agrandi la cuisine en l'ouvrant sur l'espace du séchoir, tandis que d'autres se sont contentés de fermer uniquement les ouvertures du séchoir.

VI.2.1.3 ***Les chambres***

Quant à la chambre des parents ou des enfants, elle est souvent aménagée comme un espace de séjour, car ces résidences sont occupées par deux familles. L'ameublement de ces pièces peut être qualifié de désorganisé, car on y trouve des éléments qui ne devraient pas s'y retrouver, tels que des réfrigérateurs, des tables à manger,...etc (Figure VI.16).

Les occupants de ces espaces n'ont pas apporté beaucoup de modifications aux fenêtres, à l'exception de l'ajout de barres de sécurité et, dans certains cas, de l'installation d'auvents métalliques.

Figure VI. 8.Vue intérieure sur l'espace chambre. Source: Auteure,2023

VI.2.1.4 *La salle de bain et les sanitaires*

Pour ces espaces, on ne constate pas de grands changements, mis à part le remplacement des équipements par des modèles plus récents. Il faut noter que ces espaces ne disposent ni de fenêtres ni d'éclairage naturel (Figure VI.17).

Figure VI. 9. Vue intérieure sur l'espace sanitaire et salle de bain . Source: Auteure,2023.

VI.2.1.5 *Le couloir*

Le couloir est un espace étroit qui ne contient souvent pas d'aménagement, sauf dans certains cas où les occupants y ont installé des rangements. Cet espace permet aux résidents de se

déplacer entre les pièces (Figure VI.18). Certains occupants ont également mentionné qu'ils utilisent cet espace pour profiter de l'air.

Figure VI. 10. Vue intérieure sur l'espace couloir. Source: Auteure,2023

VI.3 Evaluation quantitative de l'éclairage naturel dans l'espace habité : Mesure *in-situ*

VI.3.1 Étalonnage des instruments

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un luxmètre, l'un des instruments les plus couramment utilisés pour mesurer la lumière naturelle. Cette sélection repose sur les résultats de recherches antérieures, qui ont servi de base au choix de l'équipement de mesure. Toutefois, cette décision a également été influencée par la disponibilité de l'équipement et des outils. Le tableau ci-dessous dresse la liste des caractéristiques de l'instrument utilisé, permettant d'évaluer la qualité de l'ambiance lumineuse dans un espace habité.

VI.3.2 Condition de ciel

Selon (BELEKHALE A. , 2007), pour évaluer ou surveiller les conditions d'éclairage à l'intérieur d'un bâtiment, le ciel de référence utilisé pour déterminer le temps de mesure est l'état du ciel principal.

D'après l'analyse climatique de la ville d'Annaba, et selon l'étude climatique précédemment effectuée (voir chapitre), le ciel partiellement nuageux prédomine dans notre étude de cas.

VI.3.3 Le protocole de prise des mesures

1. **Conditions de mesure**

Les mesures ont été prises en semaine, entre 10h et 12h, dans l'espace de séjour bénéficiant d'un éclairage naturel.

2. **Normes et méthodes :**

Nous avons utilisé les méthodes de mesure de la luminosité intérieure décrites dans la norme belge NBN L 14-002, « Méthodes de prédétation des éclairements, des luminances et des indices d'éblouissement en éclairage artificiel d'espaces clos ».

La norme française NF C 71-121 « Méthodes recommandées pour la photométrie des lampes et des appareils d'éclairage » (CIBSE, 1987) a également été utilisée pour élaborer la grille de mesure des salles de classe typiques.

Ces deux normes ont été choisies pour plusieurs raisons. Premièrement, la norme belge NBN L 14-002 et la norme française NF C 71-121 sont reconnues pour leur rigueur scientifique et leur large utilisation internationale, ce qui en fait des références fiables pour la mesure de l'éclairement intérieur et la photométrie. Deuxièmement, l'Algérie n'ayant pas toujours de normes spécifiques ou actualisées dans ces domaines, il est pertinent de s'appuyer sur des standards européens bien établis pour assurer une méthodologie solide et comparable à d'autres études internationales. Cela permet aussi de garantir la qualité et la cohérence des résultats obtenus.

3. **Indice de salle (K) :**

L '« indice de salle » K, employé dans les deux normes, permet de déterminer le nombre minimal de points de mesure requis pour représenter avec précision la photométrie d'un espace (voir Figure VI.19). Cet indice est uniquement fonction des caractéristiques géométriques de la pièce.

K	Nbre minimum de points de mesure
moins de 1	4
1 .. 1,9	9
2 .. 2,9	16
3 et plus	25

Figure VI. 19.Indice de salle K. Source: (DEROUICHE Zaineb, 2011)

Choix des points de mesure :

Pour obtenir le nombre de points de mesure, la formule suivante est appliquée :

$$K = \frac{(a \times b)}{h\,(a + b)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{Équation 2}$$

a et b : largeur et longueur du local.

H : hauteur utile de l'installation.

On trouve $K = \frac{6.80X3.60}{2.80(6.80+3.60)}$=0.84

En comparant la valeur calculée avec celle du tableau, nous constatons que K<1, ce qui nous conduit à choisir 5 points de mesure comme nombre minimal. Les mesures sont réalisées à une hauteur de 50 cm du sol, correspondant au plan utile (Figure VI.20).

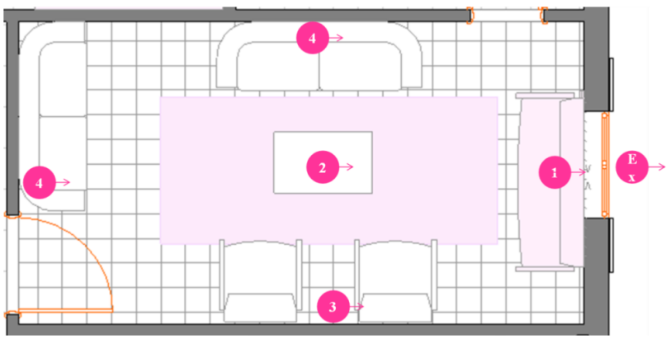


Figure VI. 11. Schéma présentant les points de mesure. Source: Auteure,2023

Les caractéristiques principales des points de mesure

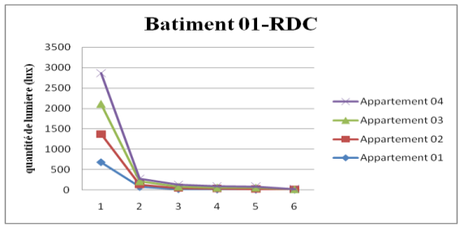
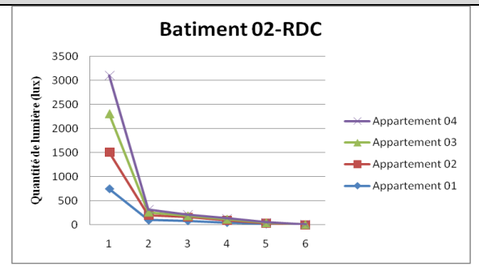
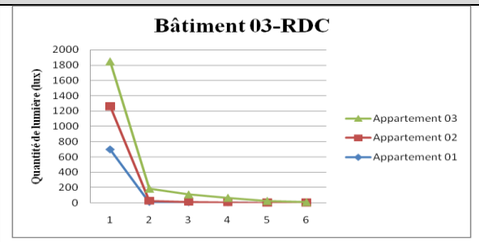
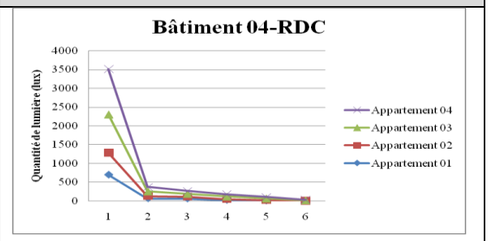
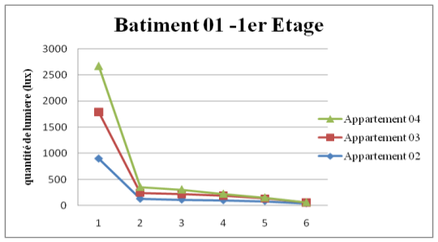
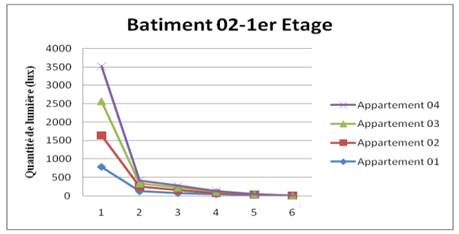
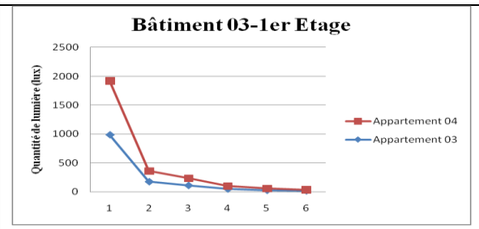
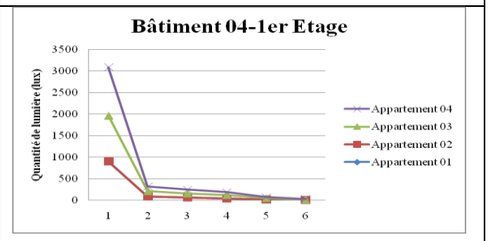
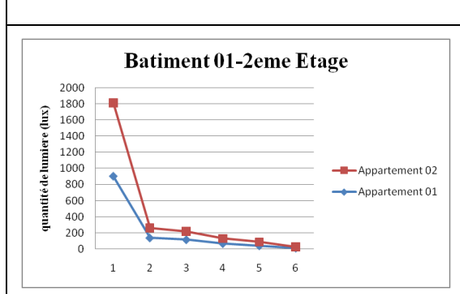
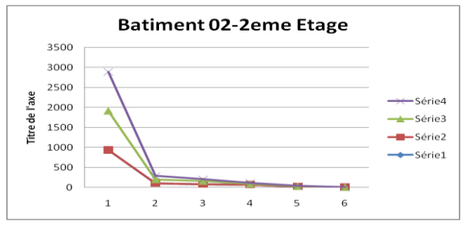
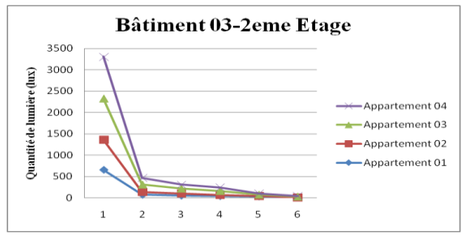
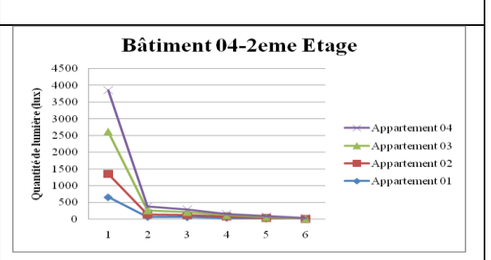
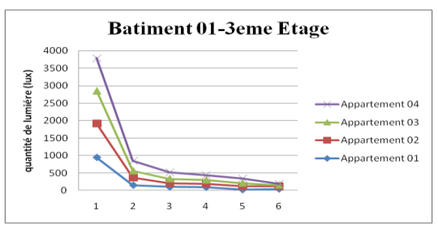
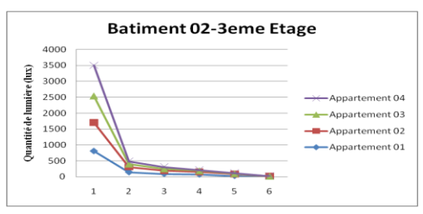
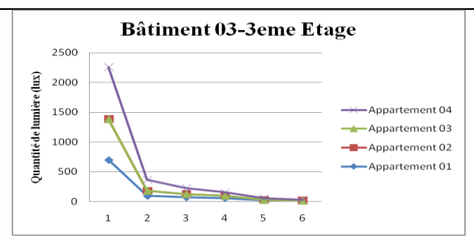
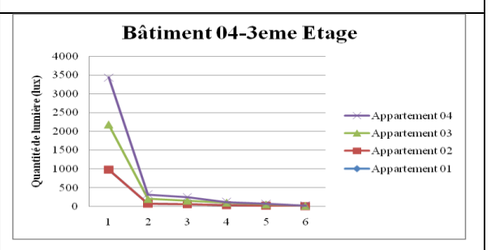
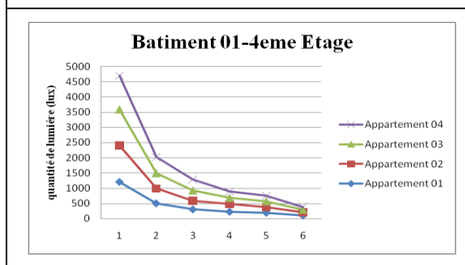
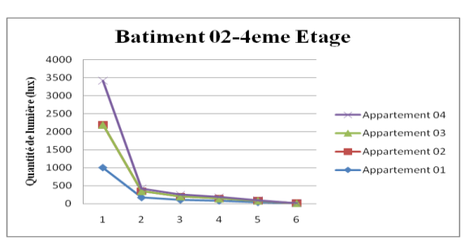
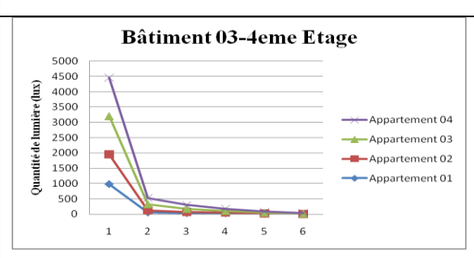
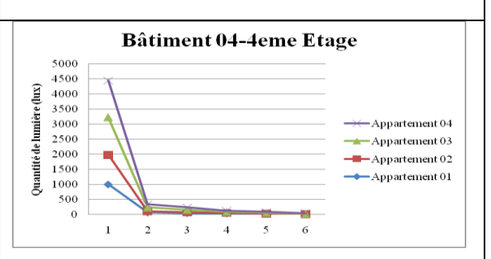
Dans un espace intérieur bénéficiant d'un apport en lumière naturelle, les points de mesure de l'éclairement sont répartis de manière stratégique afin de refléter la variation de la lumière selon la position dans la pièce. Le point situé près de la fenêtre reçoit généralement le niveau de lumière le plus élevé, car il est directement exposé à la lumière du jour. Il peut enregistrer des valeurs importantes, surtout en présence d'un vitrage orienté favorablement (sud ou est), mais il est aussi sujet à l'éblouissement ou à des contrastes lumineux forts. En se déplaçant vers le centre de la pièce, la quantité de lumière diminue progressivement. Ce point central reflète souvent l'équilibre entre lumière naturelle et besoins visuels des occupants, et il est représentatif de l'éclairage global dans l'espace. Sur les côtés, au milieu à droite et à gauche, l'éclairement dépend de la position de la fenêtre sur la façade : si la fenêtre est centrée, la distribution latérale est plus homogène ; sinon, on observe un déséquilibre

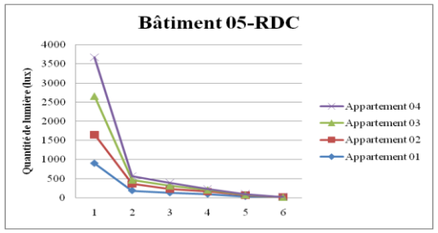
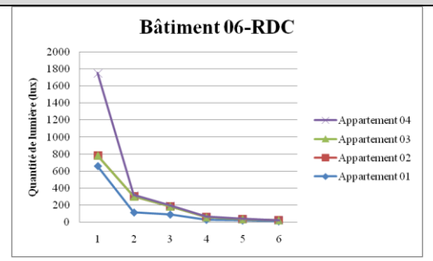
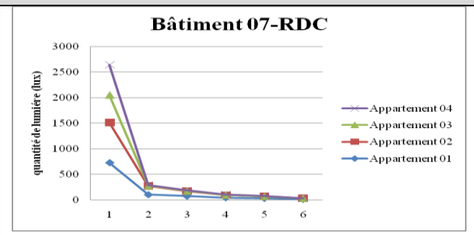
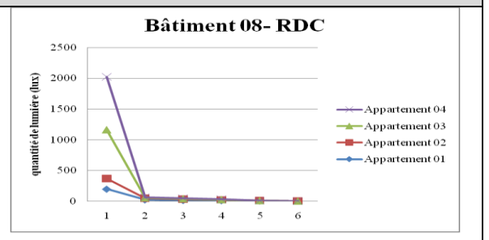
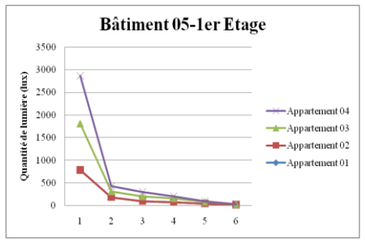
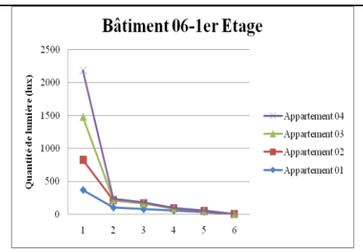
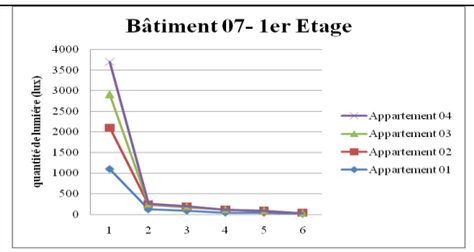
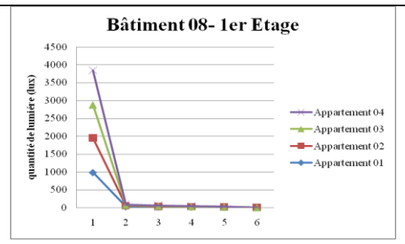
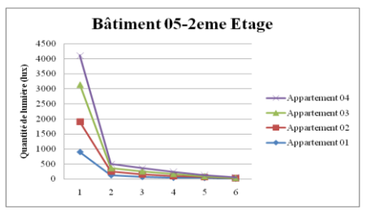
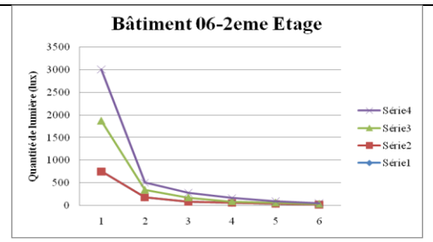
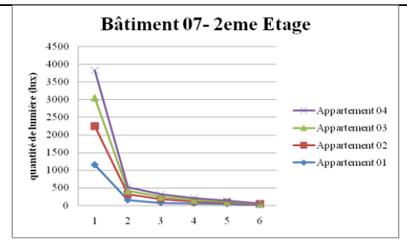
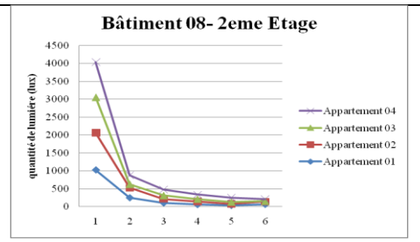
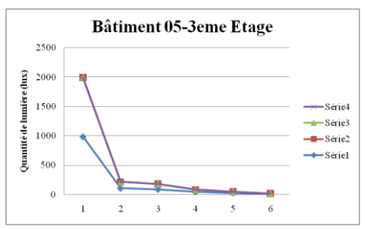
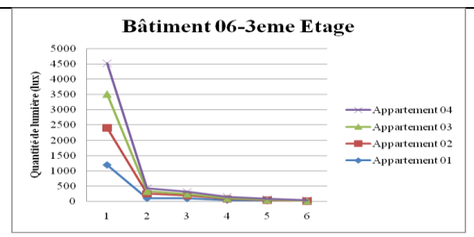
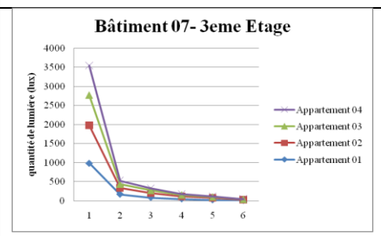
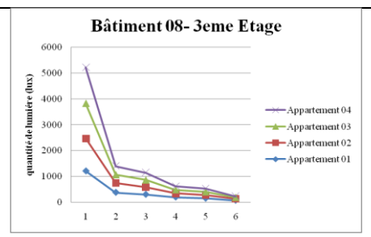
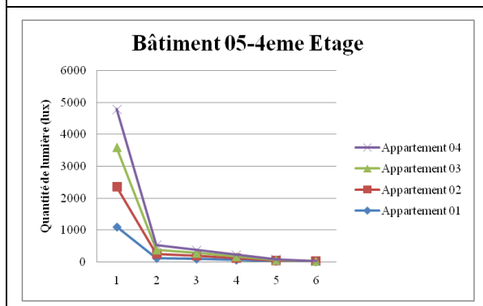
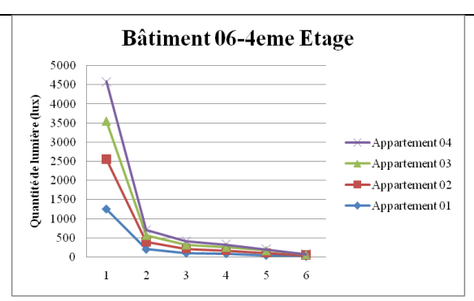
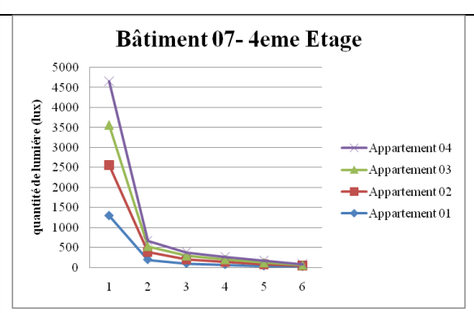
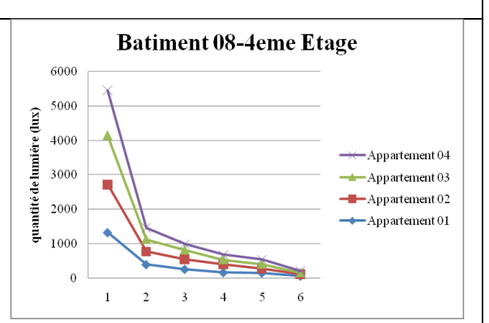
lumineux. Ces points permettent d'évaluer la répartition transversale de la lumière dans la pièce. Enfin, le point de mesure situé au fond de la pièce, à l'opposé de la fenêtre, reçoit le moins de lumière naturelle. C'est une zone souvent critique, car elle est éloignée de la source lumineuse principale. Les niveaux d'éclairement y sont faibles, ce qui peut justifier le recours à un éclairage artificiel d'appoint. L'ensemble de ces points de mesure, répartis dans la profondeur et la largeur de l'espace, permet d'évaluer la performance de l'éclairage naturel, tant en termes de quantité que d'uniformité, pour assurer le confort visuel des usagers.

VI.3.4 Analyse et interprétation des résultats de la campagne de mesures in-situ

Les graphes présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau VI. 7) les valeurs de l'éclairement ponctuel mesurés dans cinq (5) positions (Annexe N°4) dans l'espace de séjour, illustrent comment la lumière évolue en se déplaçant de la fenêtre vers l'arrière de la pièce, où l'on observe une variation significative de l'intensité lumineuse.

Tableau VI. 8. Variation de l'éclairement moyen dans la pièce. Source: Auteure,2023.

Bâtiment 01	Bâtiment 02	Bâtiment 03	Bâtiment 04
			
			
			
			
			

Bâtiment 05	Bâtiment 06	Bâtiment 07	Bâtiment 08
			
			
			
			
			

Du tableau des mesures précédentes, nous pouvons conclure que la quantité d'éclairage extérieur devant la fenêtre, normalement adéquate, est affectée par les masques extérieurs mentionnés précédemment, ce qui explique la faible quantité de lumière mesurée à ce point.

Nous observons également que la quantité de lumière entrant par la fenêtre dans l'espace intérieur est généralement inférieure à la norme recommandée de 300 lux. Dans la plupart des cas, cette valeur est nulle (0.00 lux), ce qui explique le recours des occupants à l'éclairage artificiel. Ce phénomène est attribuable aux comportements d'ouverture/fermeture des fenêtres par les occupants et aux nombreux obstacles mentionnés précédemment, notamment les masques proches et lointains, en particulier les arbres sur les façades qui projettent de l'ombre sur les fenêtres.

Les graphiques illustrent que la quantité de lumière diminue progressivement à mesure que l'on se déplace vers l'arrière de l'espace. Malgré leur proximité relative, on remarque une différence notable dans la quantité de lumière, ce qui peut être attribué à divers facteurs tels que l'orientation de la pièce par rapport au soleil, la présence d'obstacles extérieurs, et la répartition inégale de la lumière naturelle dans l'espace.

Conclusion

La première phase de l'évaluation post-occupationnelle, abordée dans ce chapitre, s'est appuyée sur plusieurs approches, notamment le relevé architectural, l'observation et la photométrie. L'objectif était d'examiner les ambiances lumineuses de l'espace habité et les facteurs qui les influencent, tels que les éléments d'ombrage intérieurs (proches ou éloignés), la taille de la pièce, les dimensions et l'emplacement des fenêtres, ainsi que l'impact des comportements des occupants. En outre, nous avons mesuré la quantité de lumière entrant dans la pièce, depuis le point le plus proche de la fenêtre jusqu'au point le plus éloigné au fond de la pièce.

Les résultats de cette phase ont révélé que l'éclairage naturel est influencé par divers paramètres qui peuvent affecter sa quantité et sa qualité dans un espace habitable. Parmi ces paramètres, on trouve la disposition et la taille des fenêtres, ainsi que leur orientation par rapport au soleil, qui détermine la quantité de lumière solaire entrante.

Les occupants ont tendance à fermer les fenêtres et à préférer un environnement fermé en réponse à leurs besoins. Cette étude a confirmé que l'occupant joue un rôle déterminant dans la quantité et la qualité de l'éclairage intérieur par ses comportements adaptatifs, tels que

l'ouverture et la fermeture des fenêtres ou la modification de son environnement. Elle prend également en compte d'autres facteurs externes, tels que les aménagements extérieurs et l'emplacement des bâtiments. Le cas étudié illustre comment les occupants ajustent leur comportement en fonction de leur environnement intérieur et extérieur.

Les adaptations intérieures incluent principalement des ajustements effectués par les occupants aux fenêtres, en raison de préoccupations liées à l'intimité et au besoin de plus d'espace dans leur espace habitable. Les adaptations extérieures comprennent des modifications apportées à l'environnement extérieur par les occupants, notamment la création d'obstacles et de séparations entre leurs espaces habitables et l'extérieur.

Les mesures de la quantité d'éclairage intérieur ont révélé une insuffisance de lumière naturelle, ce qui peut entraîner un environnement intérieur sombre et peu accueillant pour les occupants.

Nous en concluons que les occupants apprécient la possibilité de contrôler leur environnement dans leur espace habité, même si cela peut conduire à une surconsommation d'énergie due à l'éclairage artificiel ou à une dégradation de la qualité des ambiances lumineuses intérieures, en raison d'une insatisfaction de leurs besoins. Il est donc crucial que toutes les étapes du processus de conception d'un bâtiment, de la planification du site à la conception architecturale, intérieure et de l'éclairage, intègrent l'éclairage naturel pour garantir une mise en œuvre réussie.

Chapitre VII

Evaluation post occupationnelle des ambiances lumineuses dans l'espace habité - Niveau diagnostique

Introduction

L'investigation menée dans l'espace habité évalué en analysant objectivement le comportement de l'occupant en matière des ambiances lumineuses révèle que les occupants ont tendance à fermer les fenêtres pour créer un espace clos, influençant ainsi la quantité et la qualité de la lumière intérieure. Des ajustements sont également observés, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, pour répondre aux besoins d'éclairage et de confort des occupants, bien que cela puisse parfois entraîner une insuffisance de lumière naturelle.

Ce chapitre se focalise sur la présentation des résultats du troisième niveau de l'évaluation post occupationnelle concernant l'étude subjective des ambiances lumineuses à travers une enquête in situ auprès des occupants . Nous essayons d'explorer les divers facteurs influençant l'utilisation de l'éclairage naturel, en s'appuyant sur les expériences des occupants. Ce niveau d'évaluation permet de dresser un portrait plus complet et détaillé des comportements et préférences des occupants vis-à-vis de la lumière naturelle dans les espaces habités.

Nous examinons comment l'orientation du bâtiment, l'aménagement intérieur, les données environnementales, les comportements des occupants interagissent pour déterminer la quantité et la qualité de la lumière naturelle dans les habitations. Commençant par un test de fiabilité du questionnaire, les résultats de cette analyse sont obtenus selon trois échelles d' analyse: une analyse invariable par un tableau à plat, une analyse bivariable par le croisement de deux variables d'étude , et une analyse en correspondance multiple qui est une analyse multivariable à l'aide des cartes factorielles.

VII.1 Résultats du questionnaire auprès des occupants

VII.1.1 Test de fiabilité du questionnaire : Alpha Cronbach

Nous avons utilisé le test alpha de Cronbach pour confirmer la cohérence générale et la pertinence de notre questionnaire afin de déterminer si les items qui composent les échelles de notre questionnaire sont corrélés entre eux (Annexe N°07). Les résultats des tests pour les différents types de questions sont présentés dans les tableaux ci-dessous concernant les quatre rubriques : Profil de l'occupant, occupation et comportement des occupants dans l'espace habité, la satisfaction du système d'éclairage et la satisfaction de la vue vers l'extérieur (Tableau VII. 1).

Tableau VII. 2. Resultat test Alpha cronbach. source: Auteure e,2024.

Rubriques	N de variable	Alpha de coronbach	Alpha de coronbach total
Profil de l'occupant	6	1.00	1.00
Occupation et commportement des occupants dans l'espace habité	14	0.79	
Satisfaction de systeme d'eclairage	13	0.75	
Satisfaction de la vue vers l'extérieur	5	0.58	

Le test de Cronbach a donné des résultats allant de 0,79 à 1 pour les trois rubriques (Profil de l'occupant, Satisfaction du système d'éclairage, Occupation et comportement des occupants dans l'espace habité), ce qui est un score très satisfaisant. Tous les résultats du test sont supérieurs au seuil de 0,6, ce qui confirme que le questionnaire remis aux sujets présente un très bon indice de cohérence globale des questions. Cela garantit que l'analyse statistique des réponses fournira des résultats très fiables pour notre étude.

VII.1.2 Test d'indépendance: Chi-deux d'indépendance

Le test du Chi-deux d'indépendance (Annexe N°8)., est utilisé pour déterminer s'il existe une relation entre deux variables ou non. Il permet de déterminer si les variations d'une variable sont liées aux variations de l'autre variable, ou si elles se produisent de manière indépendante (Tableau VII.2).

Dans les prochains résultats des croisements des variables, nous examinerons en détail ces relations entre les variables pour comprendre comment elles interagissent et si elles ont une influence significative les unes sur les autres. Cela nous permettra d'approfondir notre compréhension des facteurs qui influencent.

Tableau VII. 3. Résultat test Chi2. Source: Auteure,2024.

Variable 01	Variable 02	Chi2	ddl	1-p
Mode d'ouverture	Zone préférée	7.50	4	88.83%
Etage de l'appartement	Contrainte de système d'éclairage naturel	133.66	16	99.99
Mode d'éclairage utilisé	Qualité de la vue vers l'extérieur	62.46	9	99.99
Occupation h/j	Mode d'ouverture des fenêtres	11.71	4	98.04
Contrainte de système d'éclairage naturel	Mode d'éclairage préféré	12.54	2	99.81

Les données du tableau, révèlent les points suivants : Une faible dépendance est observée entre les variables (mode d'ouverture X zone préférée) avec un chi2=7.5 et une p-value de 88.83%. Cela suggère que les caractéristiques du mode d'ouverture sont légèrement influencées par les préférences de zone dans la pièce.

En revanche, une dépendance significative est constatée entre les variables (contrainte de système d'éclairage naturel X Mode d'éclairage préféré) avec un chi2=12.54 et une p-value de 99.81%, entre les variables (mode d'éclairage utilisé X qualité de la vue vers l'extérieur) avec un chi2=62.46 et une p-value de 99.99%, et entre les variables (étage de l'appartement X contrainte de système d'éclairage naturel) avec un chi2=133.66 et une p-value de 99.99%. Ces résultats indiquent que les caractéristiques de contrainte de système d'éclairage naturel, de mode d'éclairage utilisé et d'étage de l'appartement sont fortement influencées par les préférences de mode d'éclairage préféré, de qualité de la vue vers l'extérieur et de contrainte de système d'éclairage naturel, respectivement.

Une dépendance significative est également observée entre les variables (Occupation h/j X Mode d'ouverture des fenêtres) avec un chi2=11.71 et un p-value = 98.04, ce qui signifie que le temps d'occupation par jour influence le mode d'ouverture des fenêtres.

VII.2 Résultats de l'enquête in situ

VII.2.1 Analyse descriptive des résultats univariables :tableaux à plat

VII.2.1.1 Un Aperçu des Dynamiques Familiales et Domestiques

1-Profil des occupants

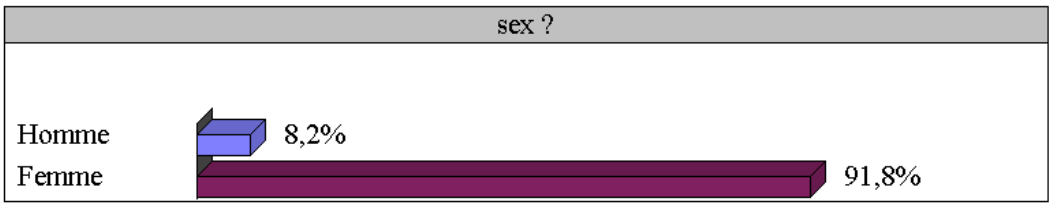


Figure VII. 1.Pourcentage de genre des occupants répondants. Source: Auteure, 2024 .

En observant le graphe, il est clair que l'échantillon est largement composé de femmes, qui représentent 91,8 % des répondants. Ces femmes occupent un rôle central dans les foyers, étant souvent responsables de la gestion quotidienne du logement et passant le plus de temps à l'intérieur. En revanche, les hommes sont moins représentés, avec seulement 8,2 % des répondants. Cette répartition des répondants par sexe donne un éclairage supplémentaire sur les dynamiques familiales et domestiques au sein de notre enquête.

2- Analyse des tranches d'âge des occupants

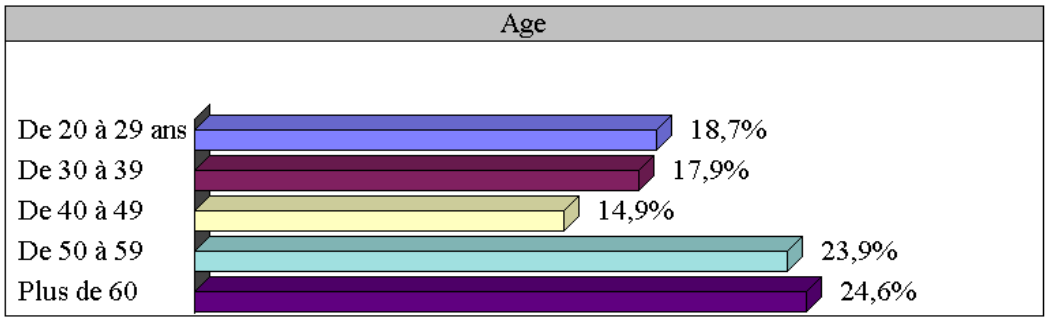
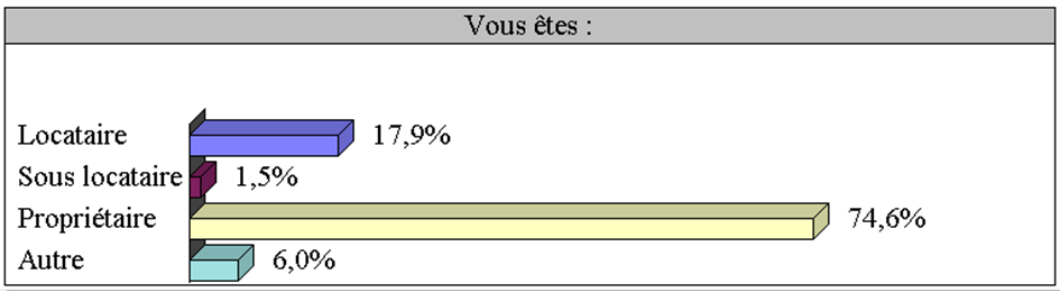


Figure VII. 2 Pourcentage de l'âge des occupants répondants. Source : Auteure, 2024.

Selon le graphe, nous observons une convergence des pourcentages dans les différentes tranches d'âge, avec une dominance des habitants âgés de 50 à 59 ans, représentant 23,9 % de l'échantillon, suivis de près par ceux de plus de 60 ans, qui représentent 24,6 %. La catégorie des jeunes occupants, âgés de 20 à 29 ans, présente un pourcentage de 18,7 %, tandis que les tranches d'âge de 30 à 39 ans et de 40 à 49 ans ont des pourcentages plus faibles, avec respectivement 17,9 % et 14,9 %. Cette répartition met en évidence une diversité générationnelle dans l'échantillon, avec une concentration notable chez les personnes plus âgées.

VII.2.1.1.1 L'habitation et la durée d'occupation

1. Statut d'occupation



Valeurs	Nb. cit.	Fréquence
appartemets des heritiés	8	88,9%
maison prêtée par le frère de la personne enquêtée	1	11,1%
TOTAL	9	100,0%

Figure VII. 3.Statut d'occupation de l'espace habité.. Source : Auteure, 2024.

Les résultats indiquent une nette prédominance des propriétaires parmi les interrogés, représentant 74,6 % des occupants. En revanche, le pourcentage de locataires est relativement faible, avec seulement 17,9 % des répondants, tandis que les sous-locataires représentent 1,5

%. Un petit pourcentage, soit 6 %, a été catégorisé comme "autre". Parmi ces occupants, la grande majorité (88,9 %) semble occuper des appartements hérités, tandis que 11,1 % résident dans des logements prêtés par un membre de leur famille. Cette répartition met en évidence une diversité dans les arrangements de logement, avec une forte concentration de propriétaires et une variété d'autres situations moins courantes.

2. Nombre de ménages: Composition familiale et cohabitation intergénérationnelle

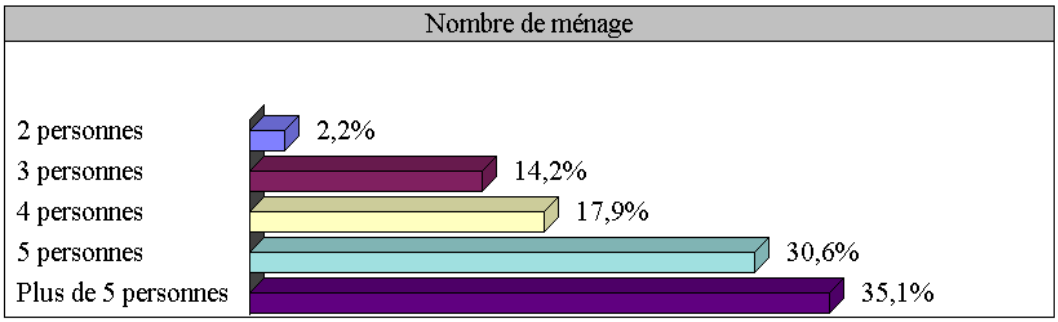


Figure VII. 4.Taux d'occupation des habitations. Source : Auteure, 2024.

D’après le graphe précédant, on note que les familles interrogées composées de 2 ménages présentent la minorité, soit 2.2%. Une similarité entre les proportions de familles composées de 3 et 4 personnes, avec respectivement 14,2 % et 17,9 %. De plus, les familles de 5 personnes représentent 30,6 %, tout comme celles de plus de 5 personnes, ce qui pourrait indiquer une cohérence dans la taille des familles dans votre échantillon. Le graphe montre l'existence d' une forme de ménage traditionnelle en cohabitation entre générations, où les enfants mariés vivent avec leurs parents, ce qui pourrait expliquer la présence de familles de plus de 5 personnes.

3. Durée d'occupation

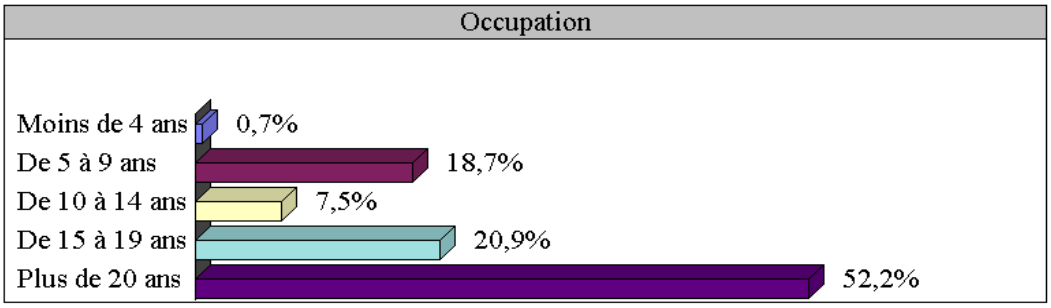


Figure VII. 5.Durée d'occupation des habitations. Source : Auteure, 2024.

L’analyse des résultats concernant la durée d’occupation des habitations évaluées donne les chiffres suivants :

Les emménagés très récents : Ce groupe comprend les ménages qui ont emménagé récemment, avec une durée d'occupation inférieure à 4 ans. Le pourcentage de ces occupants est presque négligeable, à seulement 0,7 %.

Les anciens occupants : Cette catégorie regroupe les ménages ayant une durée d'occupation plus longue, répartie en trois sous-groupes : 5 à 9 ans, 10 à 14 ans et 15 à 19 ans. Les proportions respectives de ces sous-groupes sont de 18,7 %, 7,5 % et 20,9 %.

Les plus anciens : Il s'agit des ménages ayant habité le même logement depuis 20 ans ou plus. Ce groupe représente un peu plus de la moitié des occupants des bâtiments étudiés, avec un pourcentage de 52,2 %.

Cette répartition met en évidence une diversité dans la durée d'occupation des habitations, avec une forte proportion de ménages ayant résidé dans leur logement actuel pendant une longue période. Cette information peut être précieuse pour comprendre la stabilité résidentielle.

4. Durée d'occupation de l'espace habité pendant la journée

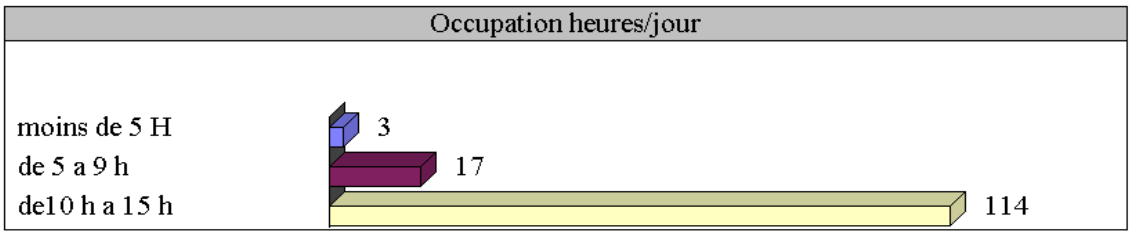


Figure VII. 1.Taux d'occupation des habitations par jour. Source : Auteure, 2024.

Les résultats fournissent un aperçu important des habitudes de présence à domicile des personnes interrogées. Cela peut être utile pour comprendre l'utilisation des espaces domestiques, les schémas de vie quotidienne et d'autres aspects liés au mode de vie des répondants.

Occupation de plus de 10 heures par jour : Une grande portion des répondants, soit 85,1 %, passent plus de 10 heures par jour dans leur logement. Cela suggère que la majorité des personnes interrogées passent une quantité significative de temps à domicile.

Occupation de 5 à 9 heures par jour : Environ 12,7 % des répondants occupent leur logement pendant une période de 5 à 9 heures par jour. Cela représente une proportion moindre par rapport au premier groupe, mais néanmoins significative.

Occupation de moins de 5 heures par jour : Seulement 2,2 % des répondants passent moins de 5 heures par jour dans leur habitation. Cette catégorie représente la plus petite

proportion des trois, indiquant que peu de personnes interrogées passent très peu de temps chez elles.

VII.2.1.1.2 Dégrée satisfaction des occupants des ambiances lumineuses dans leurs espaces habités

1. Satisfaction des habitants de leurs habitations :

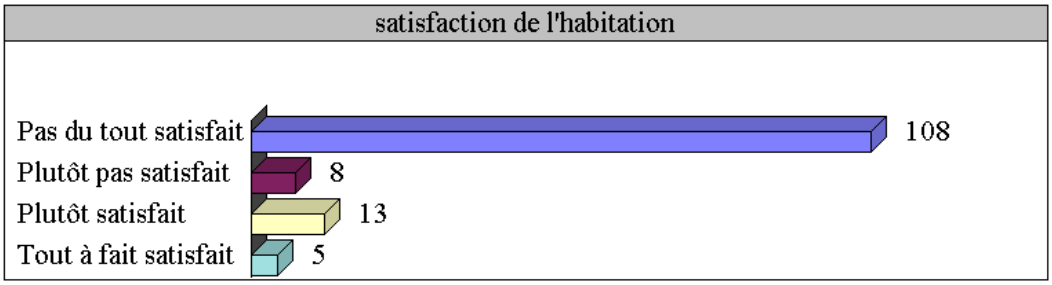


Figure VII. 2.Taux de satisfaction des occupants de leurs habitations. Source: Auteure,2024.

Ces données mettent clairement en évidence un niveau de satisfaction assez bas parmi les occupants vis-à-vis de leurs habitations. Voici un résumé des pourcentages fournis par les résultats :

Non satisfait : Un taux très important de 80,6 % des occupants ne sont pas du tout satisfaits de leurs habitations. Cette proportion est significativement élevée et suggère des problèmes ou des préoccupations majeurs concernant les logements.

Plutôt pas satisfait : Environ 6 % des occupants répondent qu'ils ne sont plutôt pas satisfaits de leurs habitations. Bien que ce pourcentage soit plus faible que le groupe précédent, il indique toujours un niveau de mécontentement significatif.

Plutôt satisfait : 9,7 % des occupants considèrent que leurs habitations sont plutôt satisfaisantes. Ce groupe représente une minorité parmi les répondants, mais ils expriment tout de même un niveau de satisfaction relatif.

Satisfait : Seulement 3,7 % des occupants sont totalement satisfaits de leurs habitations. Cette proportion est la plus faible parmi les quatre catégories, ce qui suggère que le nombre de personnes très satisfaites de leurs logements est assez limité.

2. Type de transformation de l'espace habité:

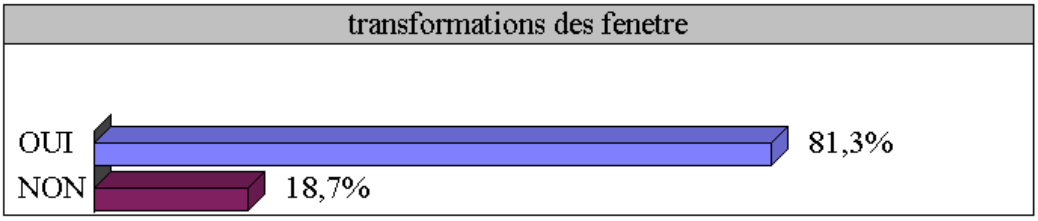


Figure VII. 3.Type de transformation de l'espace habité. Source: Auteure,2024.

Ces données indiquent qu'une grande proportion des occupants ont effectué des transformations dans leurs espaces habités. Notamment :

- Occupants ayant effectué des transformations : Une large part, soit 81.30 % des occupants, ont entrepris des transformations dans leurs espaces habités. Cela suggère un fort désir ou besoin d'adapter ou de modifier les espaces de vie pour répondre aux besoins et aux préférences des occupants.
- Occupants n'ayant pas apporté de transformations : Environ 18.7 % des occupants n'ont apporté aucune transformation à leurs espaces habités. Bien que ce pourcentage soit significatif, il représente une minorité par rapport au groupe précédent.

Ces données révèlent un engagement actif des occupants à personnaliser ou à améliorer leurs environnements domestiques.

3. Degré de satisfaction de l'éclairement naturel dans l'espace habité

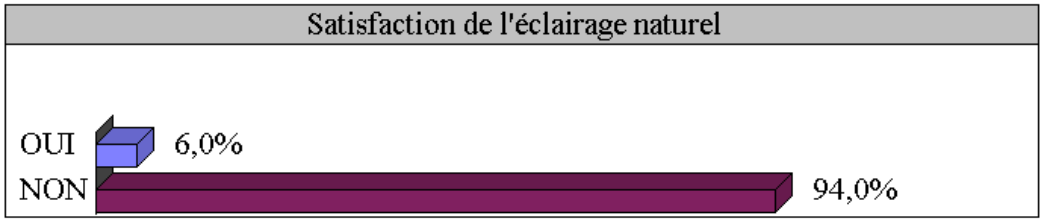


Figure VII. 4.Taux de satisfaction des occupants de l'éclairement naturel dans l'espace habité. Source: Auteure,2024.

Les résultats indiquent que la grande majorité des occupants, soit 94 %, ne sont pas satisfaits de l'éclairage naturel de leurs espaces habités, tandis que seulement 6 % se déclarent satisfaits. Ces chiffres soulignent clairement un besoin potentiel d'amélioration de la qualité de la lumière naturelle dans les logements.

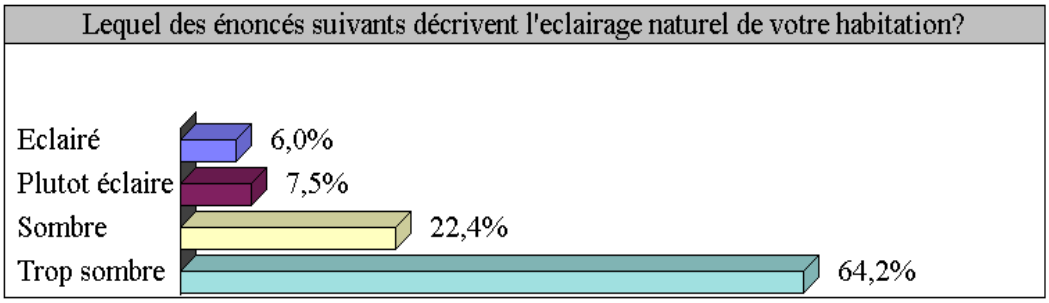


Figure VII. 5.Description de la qualité de l'éclairage naturel dans l'espace habité. Source: Auteure ,2024.

Le graphe révèle deux groupes principaux parmi les occupants en ce qui concerne leur satisfaction à l'égard de l'éclairage naturel dans leurs espaces habités :

1. Les occupants qui estiment que leurs espaces habités sont bien éclairés : Seuls 6 % des occupants font partie de ce groupe.
2. Les occupants mécontents de la lumière naturelle dans leurs espaces habités :
   - 7,5 % jugent que leurs espaces intérieurs sont plutôt éclairés.
   - 22,4 % considèrent que leurs espaces intérieurs sont sombres.
   - La majorité, soit 60 % d'entre eux, estiment que leur logement est trop sombre.

Ces données mettent en lumière une variation significative de la satisfaction en matière d'éclairage naturel parmi les occupants, avec une grande majorité considérant que leur logement est insuffisamment éclairé.

4. Satisfaction des habitants de la lumière naturelle de l'espace habité

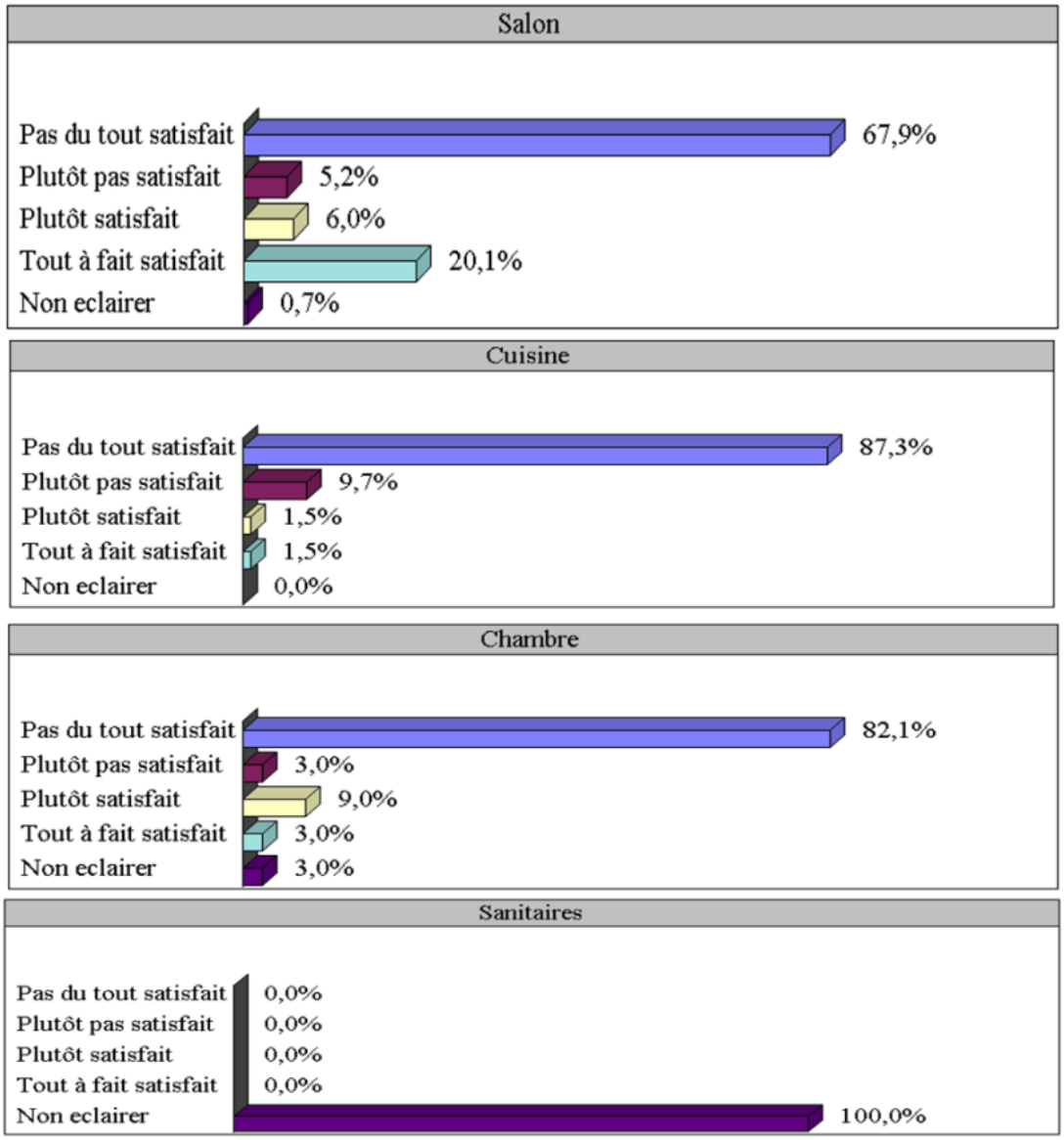


Figure VII. 6.Taux de satisfaction des occupants de la lumière naturelle de l'espace habité. Source : Auteure 2024

Un détail supplémentaire sur la satisfaction des occupants concernant l'éclairage naturel dans différents espaces est présenté dans les résultats suivants:

La chambre : Le plus grand pourcentage d'occupants, soit 82,1 %, n'est pas du tout satisfait de l'éclairement naturel dans la chambre. Un pourcentage de 3 % des occupants jugent que l'éclairage naturel dans la chambre est plutôt pas satisfaisant.

La cuisine : Une majorité écrasante de 87,3 % des occupants n'est pas du tout satisfaite de l'éclairement naturel dans la cuisine. Un pourcentage de 9,7 % des occupants estiment que l'éclairage naturel dans la cuisine est plutôt pas satisfaisant.

Le séjour : Environ 67,9 % des occupants ne sont pas du tout satisfaits de l'éclairement naturel dans le séjour. Un pourcentage de 5,2 % des occupants jugent que l'éclairage naturel dans le séjour est plutôt pas satisfaisant.

Les sanitaires et le couloir : Tous les occupants (100 %) sont d'accord sur le fait qu'il n'y a pas de source d'éclairement naturel dans le sanitaire et le couloir, ce qui sont des espaces aveugles.

Ces données confirment que la lumière naturelle n'est pas de la qualité souhaitée pour la plupart des occupants dans différents espaces de la maison.

5. Satisfaction des habitants des dimensions des fenêtres

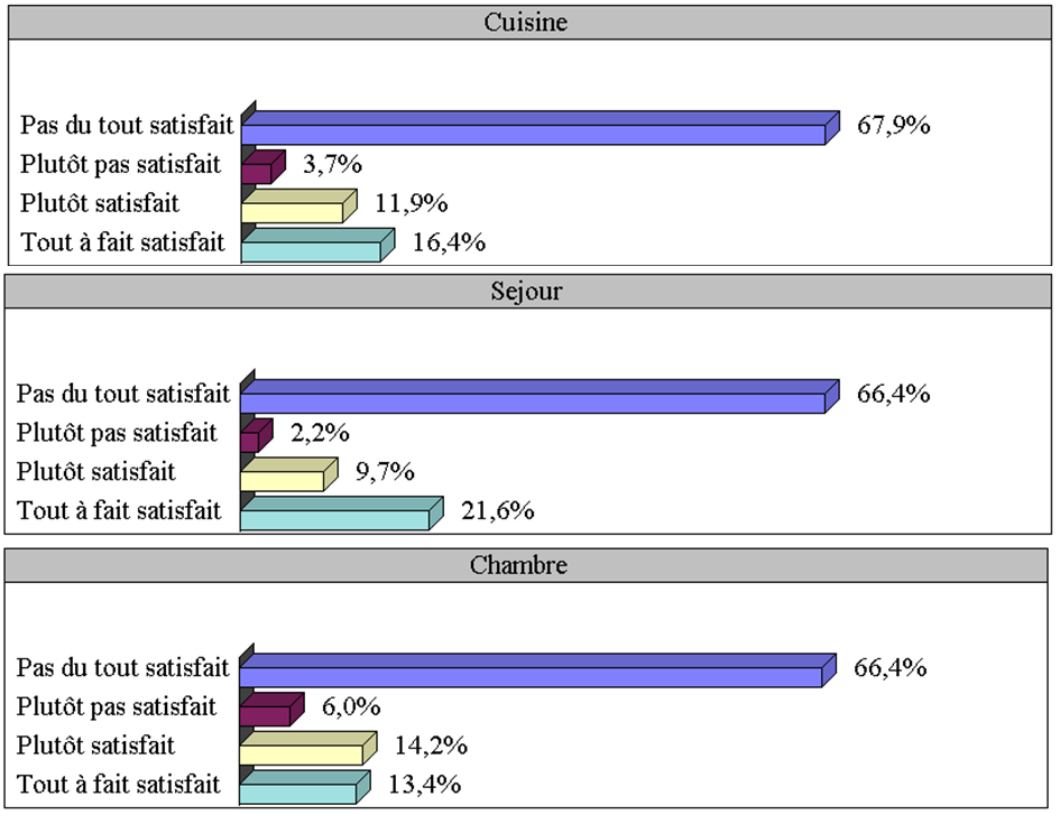


Figure VII. 7.Satisfaction des habitants des dimensions des fenêtres. Source : Auteure, 2024.

Les réponses fournies par les occupants interrogés se distinguent par une proximité, d'où plus de la moitié 67.9%,66.4% des occupants ne sont pas du tout satisfaits des dimensions des fenêtres, et un taux de 3.7%,2.2% ; 6% des occupants sont plutôt pas satisfaits des dimensions des fenêtres dans l'espace cuisine, séjour et chambre respectivement. Le pourcentage suivant: 11.9%,9.7%,14.2% sont plutôt satisfaits et 16.4%, 21.6%, 13.4% sont satisfaits des dimensions de leurs fenêtres dans l'espace cuisine, séjour et chambre.

6. Préférences des occupants en matière d'éclairage

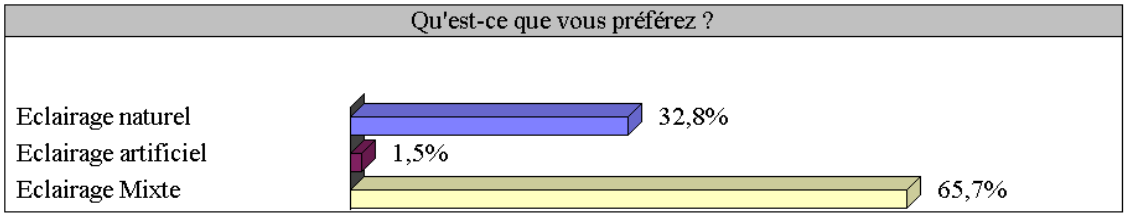


Figure VII. 8. Le mode d'éclairage préféré par les occupants. Source : Auteure,2024.

Les résultats concernant les préférences des occupants concernant les solutions d'éclairage pour compenser l'insuffisance de l'éclairement naturel se répartissent comme suit :

Éclairage mixte : 65,7 % des occupants préfèrent un mode d'éclairage mixte, combinant éclairage naturel et artificiel. Cela indique que la majorité des occupants trouve cette combinaison la plus efficace pour pallier les insuffisances de l'éclairage naturel.

Éclairage naturel : 32,8 % des occupants préfèrent exclusivement l'éclairage naturel. Ce pourcentage significatif montre une forte préférence pour des solutions Maximisant l'utilisation de la lumière naturelle.

Éclairage artificiel : Seulement 1,5 % des occupants préfèrent exclusivement l'éclairage artificiel. Cette faible préférence souligne que l'éclairage artificiel seul n'est pas considéré comme une solution idéale par la majorité des occupants.

7. Degré de satisfaction des occupants de la qualité de la vue vers l'extérieur

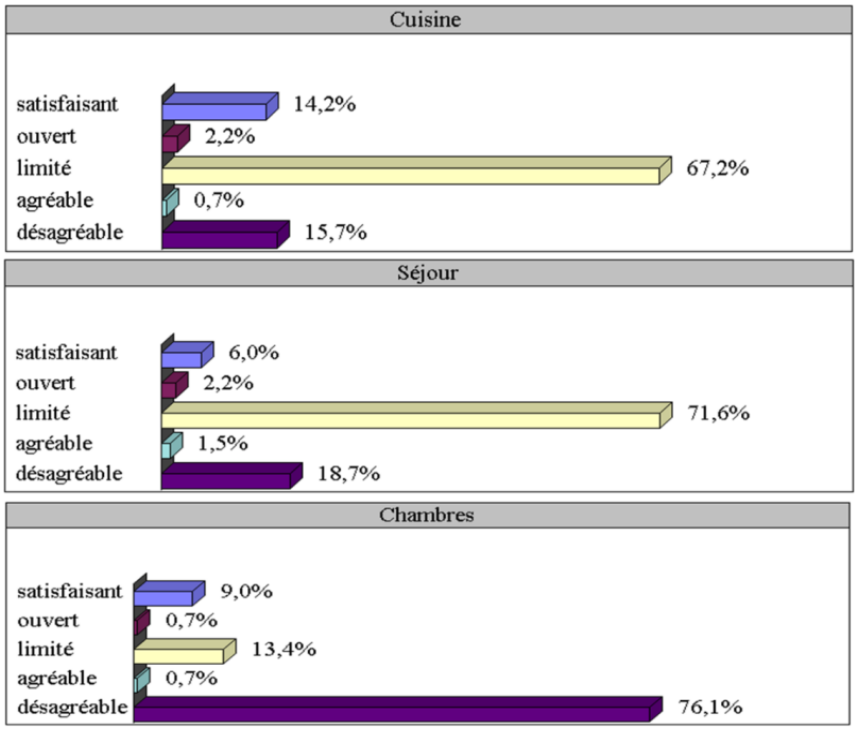


Figure VII. 9.Degré de satisfaction des occupants de la vue vers l'extérieur. Source : Auteure,2024.

La question relative à la satisfaction de la vue vers l'extérieur a révélé que dans l'ensemble, la vue est jugée limitée par la majorité des occupants concernant l'espace cuisine 67.2% et séjour 71.6%, tandis que dans l'espace chambre, la vue est jugée désagréable par 76.1%.En deuxième classe, cette vue est estimée désagréable pour 15.7 % des répondants dans l'espace cuisine, par 18.7% dans l'espace séjour et limitée par 13.4% des occupants dans l'espace chambre. Dans la troisième classe, une vue satisfaisante dans l'espace séjour 14.2% satisfaisante par 6% dans l'espace séjour et 9% dans l'espace chambre. Un pourcentage égal de 2.2% seulement des occupants profite d'une vue ouverte sur l'espace séjour et cuisine. Une vue agréable présente un taux très faible de 1.5% dans l'espace séjour. Le pourcentage presque nul pour la modalité vue agréable: 0.7% dans l'espace chambre et cuisine. Ces statistiques révèlent que la qualité de la vue vers l'extérieur est perçue comme insuffisante par la plupart des occupants, particulièrement dans les espaces de jour comme le séjour et la cuisine.

VII.2.1.1.3 Comportement des habitants

1. **Usage polyvalent des espaces domestiques : Une analyse des activités**

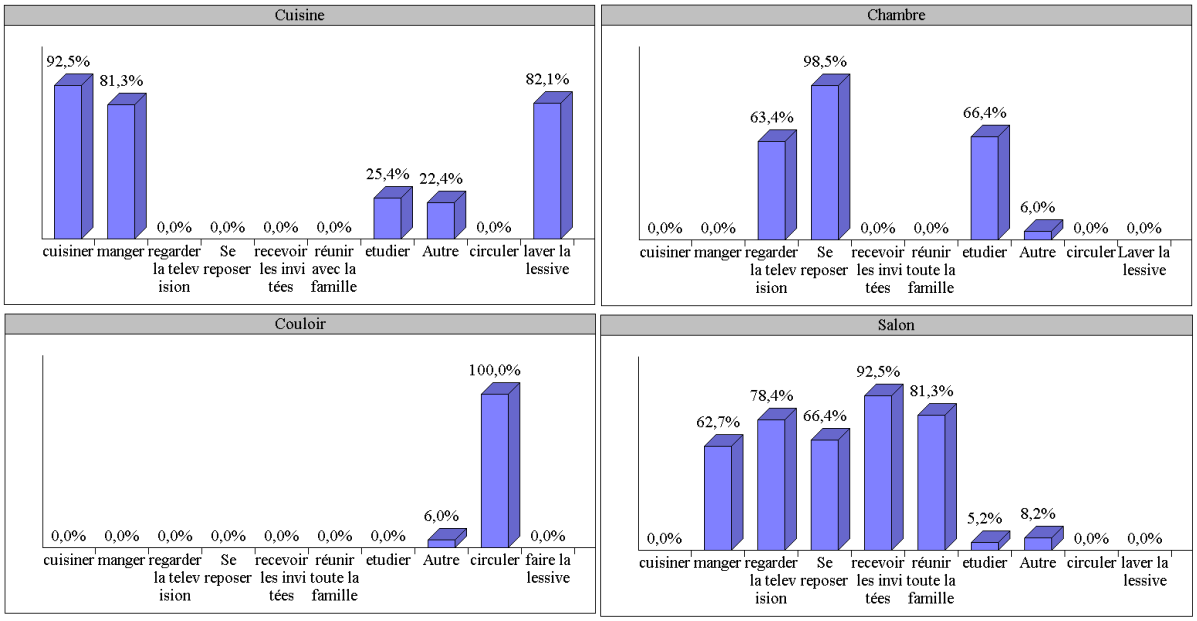


Figure VII. 10. Classification des activités dans l'espace habité. Source: Auteure,2024.

La lecture des graphes fait apparaitre les différentes activités domestiques effectuées par les occupants de l'échantillon dans les différents espaces. On note que chaque pièce de l'espace habité a un usage multiple. L'ordre de ces tâches dans chaque espace intérieur est illustré par les résultats suivants:

✓ L'espace de séjour : La majorité des occupants s'accordent à dire que c'est un espace pour recevoir les invités, réunir la famille et pour regarder la TV soit 92.5%,81.3%,78.4%, respectivement. Cette situation est logique, car cet espace est reconnu comme un lieu dédié aux divertissements de la famille. Selon 62.7 %plus se à moitié des occupants c'est un taux important il constitue un espace pour manger, aussi pour 66.4% c'est un espace pour se reposer (dormir),un faible pourcentage des occupants, 5.2% pour étudier et 8.2 % pour élaborer d'autres activités.

✓ L'espace cuisine : un espace pour cuisiner 92.5%, manger 81.3% et laver la lessive 82.1% en premier degré, sauf que d'autres activités aussi sont pressentes, 25.4% des occupants ont utilisé l'espace cuisine pour étudier et 22.4% des occupants exploitent cet espace pour accomplir d'autre tâches.

✓ L'espace chambre : Constitue pour 98.5% des occupant un espace pour se repose, et pour 63.4% un espace pour regarder la télévision. Un taux faible de 6% des occupant utilisent cet espace à d'autres fins.

✓ L'espace couloir : certainement, le couloir est un espace de circulation, mais pour 6% des occupants, il reçoit d'autres activités.

2. La configuration spatiale de l'espace habité

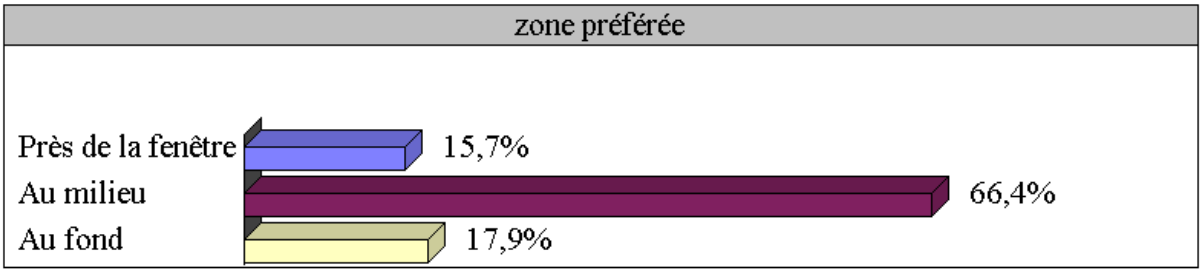


Figure VII. 11.Zone préférée par les occupants. Source : Auteure,2024.

Les résultats de l'enquête révèlent les préférences des occupants quant à l'emplacement idéal dans leurs habitations, en fonction de leurs besoins en éclairage :

- **Zone centrale ("le milieu"):** Préférée par 66,4 % des occupants. Cette préférence est principalement due au besoin accru de recourir à l'éclairage artificiel, indiquant que cette zone bénéficie moins de l'éclairage naturel.
- **Zone près de la fenêtre :** Préférée par 15,7 % des occupants. Les occupants de cette zone recherchent probablement à maximiser l'utilisation de la lumière naturelle, malgré les limitations perçues.
- **Zone au fond de la pièce :**Préférée par 17,9 % des occupants. Les occupants qui choisissent cette zone peuvent le faire pour des raisons de confort ou de disposition des meubles, bien que cette zone soit généralement moins bien éclairée naturellement.

3. Comportement adaptatif des occupants: Ouverture/fermeture des fenêtres

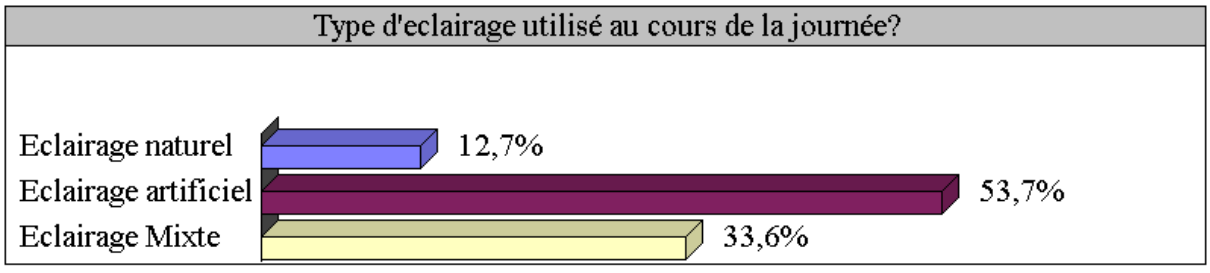


Figure VII. 12. Type d'éclairage utilisé au cours de la journée. Source : Auteure,2024.

D'après le graphe, les modes d'éclairage utilisés par les occupants se répartissent comme suit :

- Éclairage artificiel :Le plus couramment utilisé avec 53,7 % des occupants. Ce pourcentage élevé reflète la dépendance des occupants à l'éclairage artificiel pour compenser le manque de lumière naturelle dans leurs espaces habités.
- Éclairage mixte (artificiel et naturel) :Seconde classe avec 33,6 % des occupants. Ce mode d'éclairage montre une utilisation combinée des sources naturelles et artificielles, permettant une flexibilité selon les moments de la journée et les besoins spécifiques.
- Éclairage naturel :La part la plus faible avec 12,7 % des occupants. Ce faible pourcentage indique que peu d'occupants trouvent que l'éclairage naturel seul est suffisant, ce qui renforce les résultats précédents sur la satisfaction de l'éclairage naturel.

Ces résultats montrent une forte dépendance à l'éclairage artificiel parmi les occupants, confirmant que l'éclairage naturel n'est pas jugé adéquat par une grande majorité.

4. Comportement adaptatif des occupants: Ouverture/fermeture des fenêtres

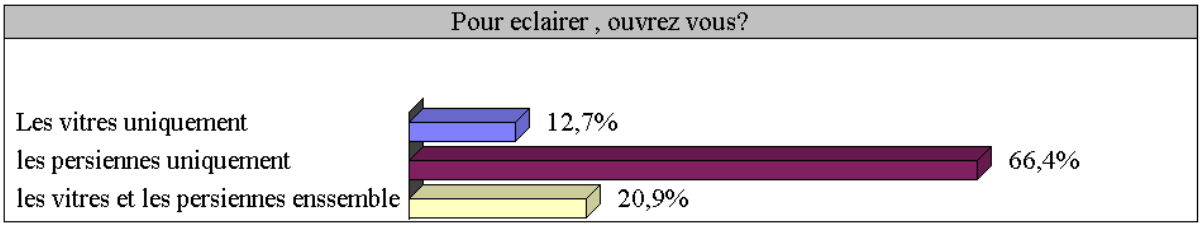
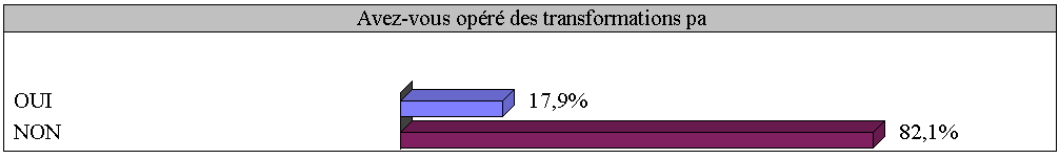


Figure VII. 13.Mode d'ouverture/fermeture des fenêtres. Source : Auteure, 2024.

Les résultats de l'enquête révèlent les préférences des occupants en matière de méthodes d'éclairage et d'utilisation des ouvertures pour maximiser la lumière naturelle. Voici une synthèse des principales observations :

- Ouvrir uniquement les vitres :12,7 % des occupants. Ce faible pourcentage indique que peu de personnes se contentent d'ouvrir les vitres pour laisser entrer la lumière naturelle.
- Ouvrir uniquement les persiennes : 66,4 % des occupants. La majorité des occupants préfèrent ouvrir uniquement les persiennes. Cela peut être dû à des préoccupations concernant la ventilation, la protection contre le soleil direct, ou l'intimité.
- Ouvrir les vitres et les persiennes ensemble :20,9 % des occupants. Un cinquième des occupants choisissent d'ouvrir à la fois les vitres et les persiennes, maximisant ainsi l'entrée de la lumière naturelle et la ventilation.

1. Améliorations résidentielles : Réponses aux problèmes d'éclairage et d'espaces utilitaires

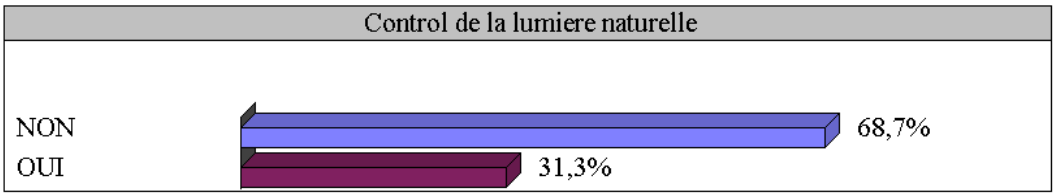


Type de transformation	Nombre des répondants	Pourcentage des répondants
Elimination des lamelles de séchoir	177	80.00%
Agrandir la cuisine	157	71.00%
Eliminant les portes fenêtres	44	20.00%

Figure VII. 14. Adaptation du système d'éclairage naturel. Source: Auteure,2024.

La majorité des résidents se plaignent des ouvertures au niveau du séchoir. Nous constatons que 80 % d'entre eux ont opté pour un changement en fermant ces ouvertures et en ajoutant une fenêtre. De plus, 71 % des occupants ont agrandi leur cuisine en intégrant cet espace du séchoir, sans nécessairement formaliser ces modifications par écrit. Parmi eux, 20 % ont ensuite remplacé leurs portes-fenêtres par des fenêtres simples. Ces ajustements montrent un effort significatif de la part des résidents pour améliorer la fonctionnalité et l'éclairage naturel de leurs espaces habitables.

5. Stratégies de Contrôle de la Lumière Naturelle dans les Espaces Résidentiels



Type de dispositif	Nombre des répondants	pourcentage des répondants
Les jardins et les plantes	26	11.9%
Des stores	222	100%

Figure VII. 15.Moyen de contrôle de la lumière naturelle. Source: Auteure,2024.

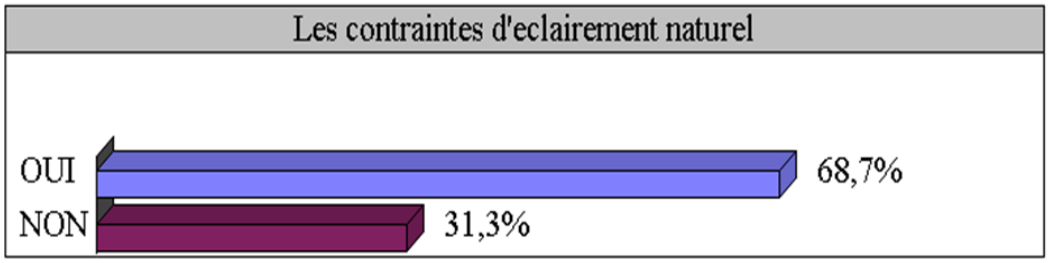
La majorité des occupants, soit 68,7 %, n'utilisent aucun dispositif pour contrôler la lumière naturelle. En revanche, 31,3 % des occupants ont recours aux éléments suivants pour gérer la pénétration de la lumière naturelle dans leur espace habité :

100 % des occupants de ce groupe utilisent des stores épais.

11,9 % d'entre eux s'appuient également sur des jardins et des plantes aux abords des bâtiments pour contrôler la lumière naturelle.

Ces chiffres montrent que bien qu'une majorité des occupants ne prennent pas de mesures pour contrôler la lumière naturelle, ceux qui le font privilégient principalement l'utilisation de stores épais, avec une minorité utilisant également des éléments naturels comme des plantes.

6. Facteurs affectant l'éclairage naturel et le confort dans les espaces résidentiels



Avez vosdes contraintes rencontrées ré_	Nb. cit.	Fréq.
L'intimité	80	59,7%
les arbres de jardin exterieur	34	25,4%
vent de sable	18	13,4%
Bruit exterieur	58	43,3%

Figure VII. 16.Les gènes rencontrés lors de l'éclairement naturel. Source : Auteure, 2024.

Sur la base des résultats ci-dessus, nous pouvons conclure ce qui suit :

- La majorité des occupants, soit 68,7 %, sont confrontés à des problèmes d'éclairage naturel dans leur espace habité. En revanche, 31,3 % estiment qu'il n'y a pas d'obstacle à bénéficier de la lumière naturelle.
- Ces problèmes sont principalement liés à la recherche d'intimité, mentionnée par 59,7 % des répondants.
- De plus, 25,4 % des occupants déclarent que la présence d'arbres et de jardins extérieurs réduit la quantité de lumière naturelle à l'intérieur.
- 13,4 % des répondants sont gênés par le vent de sable.
- 43,3 % se plaignent du bruit extérieur, ce qui les empêche de profiter pleinement de la lumière naturelle.
- Ces résultats montrent que divers facteurs, allant de la recherche d'intimité à des éléments environnementaux comme les arbres, le vent de sable et le bruit, contribuent aux problèmes d'éclairage naturel rencontrés par une majorité d'occupants.

7. Comportement adaptatif des occupants: le recours à l'éclairage artificiel

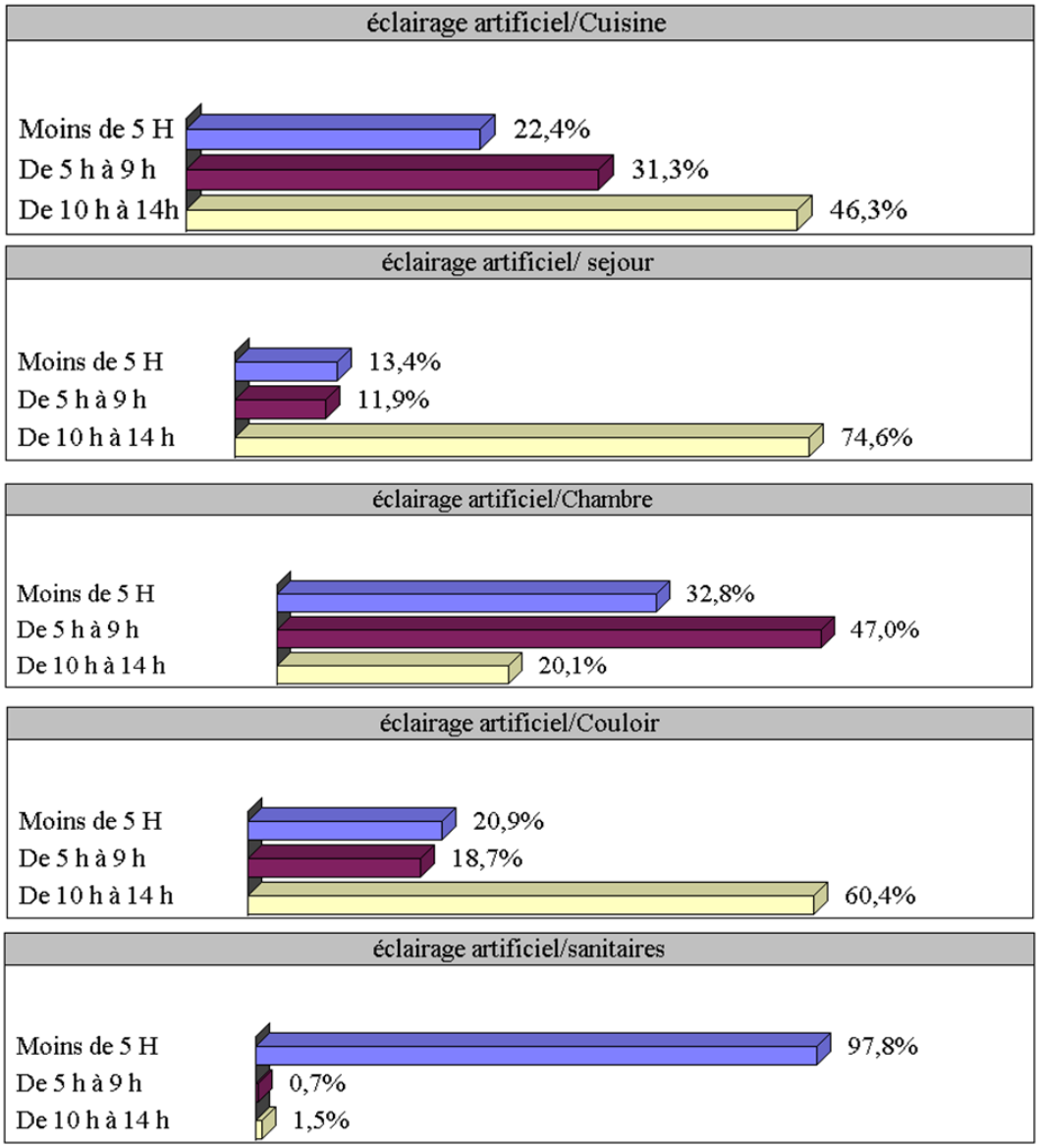


Figure VII. 17.Taux d'utilisation de l'éclairage artificiel. Source : Auteure, 2024.

Les graphes ci-dessus montrent le taux d'usage de l'éclairage artificiel dans les espaces habités. Les résultats indiquent les points suivants :

Cuisine

- Presque la moitié des occupants (46,3 %) utilisent l'éclairage artificiel pendant 10 à 14 heures par jour.
- 31,3 % l'utilisent pendant 5 à 9 heures par jour.
- 22,4 % l'utilisent moins de 5 heures par jour.

Séjour :

- Une utilisation élevée de l'éclairage artificiel (10 à 14 heures) est observée chez 74,6 % des occupants.
- 13,4 % l'utilisent moins de 5 heures par jour.
- 11,9 % l'utilisent pendant 5 à 9 heures par jour.

Couloir :

- 47,0 % des occupants utilisent l'éclairage artificiel pendant 5 à 9 heures par jour.
- 32,8 % l'utilisent moins de 5 heures par jour.
- 20,1 % l'utilisent pendant 10 à 14 heures par jour.
- Environ 60,4 % des occupants utilisent fortement la lumière artificielle pendant presque toute la journée (10 à 14 heures).
- 18,7 % l'utilisent pendant 5 à 9 heures par jour.
- 20,9 % l'utilisent pendant moins de 5 heures par jour.

Sanitaires :

- L'usage de la lumière artificielle est principalement de moins de 5 heures par jour.
- Un très faible pourcentage (2,2 %) des occupants utilisent la lumière artificielle pendant 5 à 9 heures par jour (0,7 %) et pendant 10 à 14 heures par jour (1,5 %).

Ces résultats indiquent une forte dépendance à l'éclairage artificiel dans les espaces comme la cuisine, le séjour et le couloir, tandis que les sanitaires sont les moins consommateurs de lumière artificielle.

VII.2.1.2 Synthese 01 :

Les occupants expriment un fort sentiment d'insatisfaction concernant plusieurs aspects de leur habitat, en particulier l'éclairage naturel et les dimensions des fenêtres. Bien que de nombreux occupants aient entrepris des modifications pour améliorer leurs logements, ils restent mécontents de la lumière naturelle, préférant souvent un éclairage mixte. Les pièces sont souvent jugées insuffisamment éclairées, et la vue vers l'extérieur est souvent limitée. Malgré cela, le séjour, la cuisine et la chambre sont utilisés de manière polyvalente pour diverses activités quotidiennes, ce qui influe sur la quantité de la lumière nécessaire. Pour maximiser la lumière naturelle, les occupants ont tendance à ouvrir les persiennes, mais ils dépendent également beaucoup de l'éclairage artificiel, en particulier dans la cuisine et le séjour. Des obstacles tels que la recherche d'intimité, la présence d'arbres, le vent de sable et le bruit extérieur sont également des facteurs qui affectent l'éclairage naturel dans les habitations.

VII.2.2 Analyse descriptive des resultats bivariables :tableaux croisé

VII.2.2.1 Evaluation des ambiances lumineuses: la relation lumière-espace

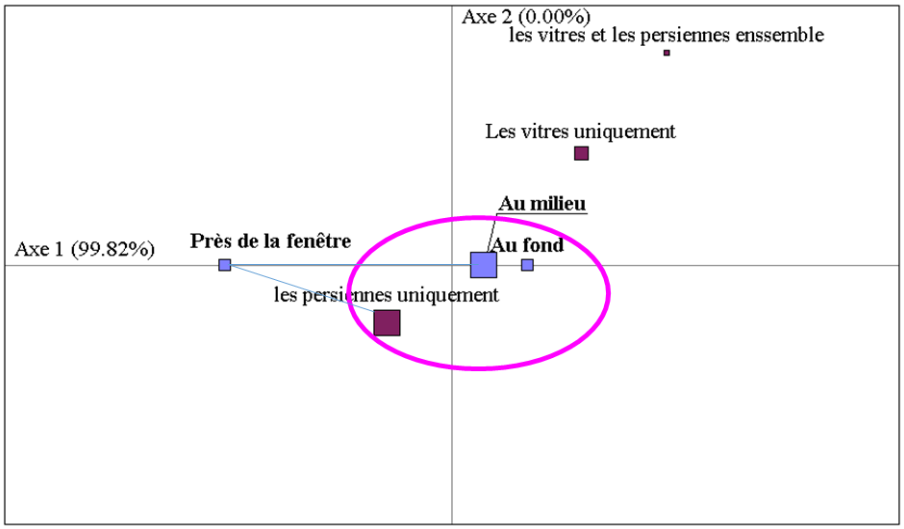


Figure VII. 18.La carte factorielle des variables (1- mode d'ouverture de la fenêtre -2- zone d'activité). Source: Auteure, 2024.

Milieu de la pièce : La majorité des habitants préfèrent cette zone.

- Relation forte avec l'ouverture des persiennes uniquement : Les occupants dans cette zone dépendent fortement des persiennes pour moduler la lumière et la ventilation.
- Relation moyenne avec l'ouverture des vitres uniquement : Certains occupants utilisent les vitres seules, mais ce n'est pas la méthode préférée.
- Relation faible avec l'ouverture des vitres et persiennes ensemble : Peu d'occupants combinent l'ouverture des vitres et des persiennes dans cette zone.

La zone Fond de la pièce: Le taux moyen des occupants préfère cette zone.

- Relation forte avec l'ouverture des persiennes uniquement : Les occupants au fond de la pièce utilisent principalement les persiennes pour contrôler la lumière.
- Relation moyenne avec l'ouverture des vitres uniquement : Cette option est moins courante, mais encore utilisée par certains.
- Relation faible avec l'ouverture des vitres et persiennes ensemble : L'utilisation combinée est rare.

La zone près de la fenêtre: Le taux faible des occupants préfère cette zone.

- Relation forte avec l'ouverture des vitres uniquement : Les occupants près de la fenêtre préfèrent ouvrir les vitres pour maximiser la lumière naturelle.

- Relation faible avec l'ouverture des persiennes uniquement : Moins d'occupants dans cette zone utilisent uniquement les persiennes.

VII.2.3 Les défis de l'éclairage naturel dans l'espace habité

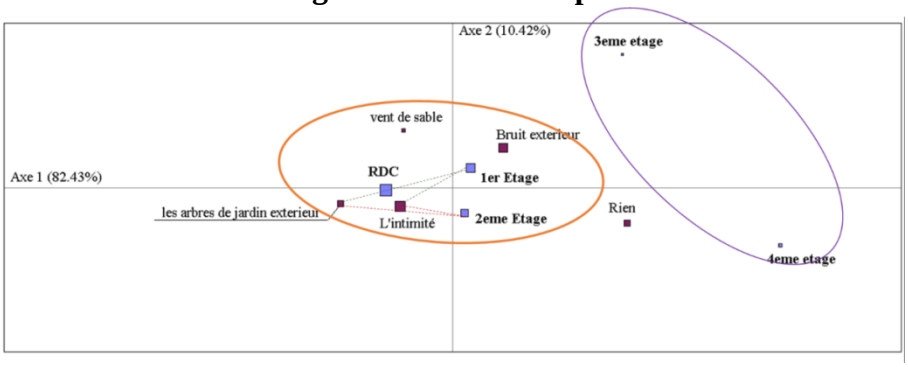


Figure VII. 19.La carte des facteurs des variables (1- niveau des habitations -2- les gènes extérieurs). Source : Auteure, 2024.

L'accès à la lumière naturelle est entravé par plusieurs obstacles, en particulier la préoccupation liée à l'intimité et à la croissance non contrôlée de la végétation, considérée comme la principale source de perturbation, entraînant un manque de luminosité pour la plupart des résidents des étages supérieurs et affectant également ceux des étages inférieurs. Un autre problème majeur est le bruit extérieur, qui affecte davantage les personnes vivant aux étages supérieurs et inférieurs en raison de divers facteurs tels que le trafic, les enfants et les activités spécifiques. Les vents de sable posent également un défi en rendant difficile l'ouverture des fenêtres, avec une gêne moindre aux étages supérieurs, une modération aux étages intermédiaires et une moins grande perturbation au rez-de-chaussée.

VII.2.3.1 Degré de satisfaction des occupants de la vue extérieure en fonction du mode d'éclairage : Analyse des relations et des préférences

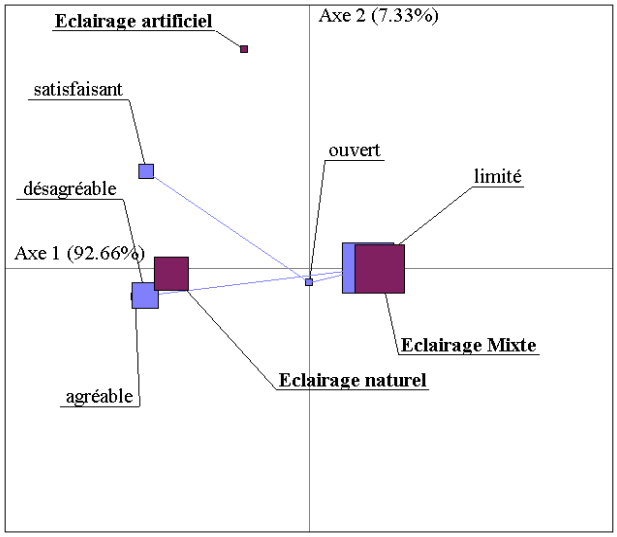


Figure VII. 20.La carte des facteurs des variables (1-type d'éclairage -2-qualité de la vue vers l'extérieur). Source : Auteure, 2024.

La plupart des résidents signalent une vue limitée vers l'extérieur. La hauteur de la pièce joue un rôle significatif dans ce besoin de vue ; les niveaux les plus élevés offrent une vue souhaitable qui peut procurer un sentiment d'indépendance. Une corrélation significative est observée entre le mode d'éclairage mixte et la vue limitée, une corrélation plus faible avec une vue ouverte et quasiment nulle avec une vue désagréable. Une corrélation réduite est constatée entre le mode d'éclairage naturel, une vue désagréable et une vue agréable, avec une corrélation pratiquement nulle entre les vues ouvertes et limitées. Les résidents semblent s'enfermer dans leur environnement intérieur et dépendent de l'éclairage artificiel pour s'éclairer, car contrairement aux modes d'éclairage mixte et naturel, l'éclairage artificiel présente un lien très faible avec les autres modalités. Selon nos observations, la hauteur de l'étage est un facteur crucial pour le potentiel de lumière naturelle, les expériences étant différentes au rez-de-chaussée et au dernier étage d'un bâtiment.

2. **Relation entre la durée d'occupation des habitants et les modalités d'ouverture des fenêtres**

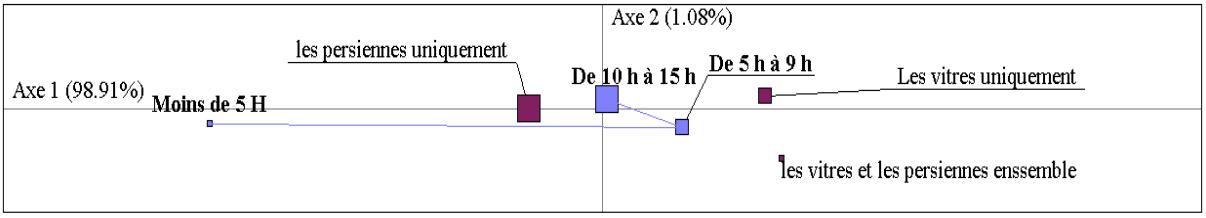


Figure VII. 21.La carte des facteurs de variables (1-Durée d'occupation -2-mode d'ouverture des fenêtres). Source : Auteure 2024.

La plupart des résidents passent entre 10 et 15 heures par jour dans leurs logements, montrant ainsi une corrélation significative avec l'ouverture uniquement des persiennes. Une corrélation moins marquée est observée entre une durée de 10 à 5 heures par jour et l'ouverture uniquement des vitres, et une corrélation faible avec l'ouverture simultanée des vitres et des persiennes. Pour les occupants passant de 5 à 9 heures par jour dans leur logement, une corrélation plus faible est constatée avec l'ouverture exclusivement des vitres, une corrélation moyenne avec l'ouverture uniquement des vitres et une corrélation faible avec l'ouverture simultanée des vitres et des persiennes. Un faible pourcentage de résidents qui passent moins de 5 heures par jour à la maison optent principalement pour l'ouverture des persiennes uniquement.

VII.2.3.2 Synthèse:

Les préférences des occupants pour différentes zones de la pièce révèlent une forte dépendance à l'ouverture des persiennes pour moduler la lumière et la ventilation, en

particulier dans la zone centrale et au fond de la pièce. En revanche, l'ouverture des vitres seules est plus courante près de la fenêtre. Les défis liés à l'éclairage naturel incluent des problèmes d'intimité, de végétation incontrôlée et de bruit extérieur, avec une gêne accrue aux étages supérieurs et inférieurs. La hauteur de la pièce influence la satisfaction de la vue vers l'extérieur, avec une corrélation significative entre un éclairage mixte et une vue limitée. En outre, la durée d'occupation influence les modalités d'ouverture des fenêtres, avec une préférence pour l'ouverture des persiennes chez les occupants passant plus de 10 heures par jour à domicile.

VII.2.3.3 Analyse descriptive en correspondance multiple :

VII.2.3.3.1 La femme est la première à être affectée par la qualité de l'éclairage

Pour mieux comprendre la relation entre l'occupant, les pratiques domestiques effectuées et le mode d'éclairage utilisé, nous allons croiser les variables suivantes : le sexe de l'occupant, les activités domestiques effectuées et le mode d'éclairage préféré ou utilisé. Ce croisement nous permettra d'analyser si le sexe de l'occupant influence les activités domestiques réalisées ainsi que le choix du mode d'éclairage dans différentes situations. En examinant ces relations, nous pourrons identifier les tendances et les différences entre les pratiques d'éclairage des occupants en fonction de leur sexe et des activités domestiques qu'ils réalisent.

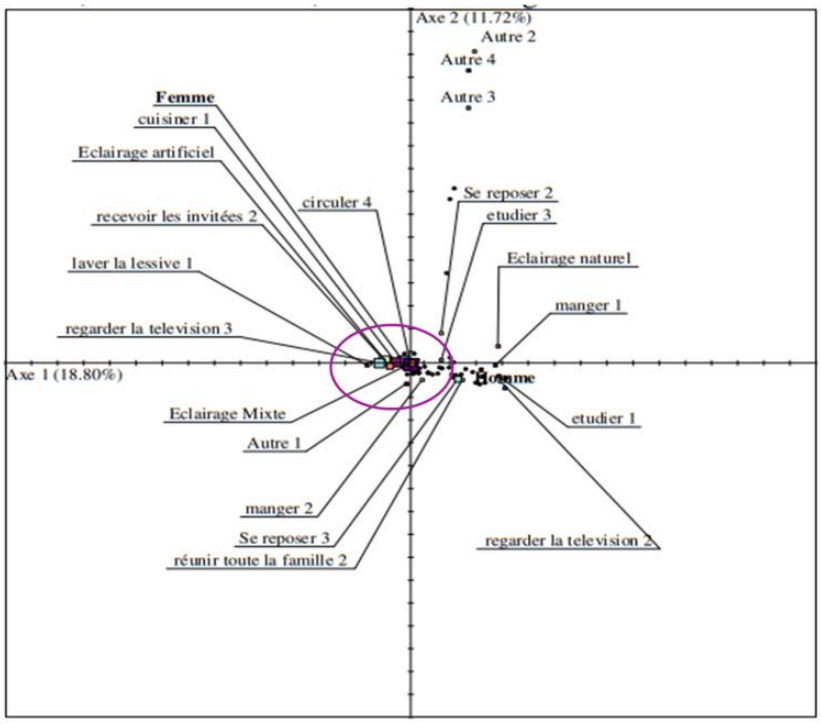


Figure VII. 22.Analyse des correspondances multiples des variables (sexe , activités, mode d'éclairage utilisé). Source: Auteure ,2024.

La visualisation cartographique présente les positions des 25 modalités sur 6 variables, avec les coordonnées des 134 observations. Les deux axes représentés expliquent 3.96% de la variance totale. Chaque point sur le graphique représente une observation individuelle.

La carte factorielle révèle que les nuages de points se regroupent principalement autour du sexe féminin. Il existe une forte association entre le sexe féminin et certaines variables qualitatives :

- Dans la cuisine : cuisiner, manger, laver la lessive.
- Dans la chambre : se reposer, étudier.
- Dans le séjour : réunir la famille, recevoir les invités.

En outre, un groupe secondaire émerge avec une concentration moyenne, regroupant les variables telles que :

- Dans la cuisine : d'autres activités (laver les tapis, préparer des repas traditionnels).
- Dans la chambre : regarder la télévision, étudier.
- Dans le séjour : manger, regarder la télévision, se reposer.

Cette corrélation met en évidence une préférence pour l'utilisation de l'éclairage artificiel en premier lieu, avec parfois un recours à un éclairage mixte, tandis que l'éclairage naturel est moins privilégié.

Par ailleurs, les occupants de sexe masculin semblent avoir davantage recours à l'éclairage naturel, en effectuant certaines activités domestiques, probablement en raison de leur moindre présence à domicile pendant la journée.

VII.2.3.4 Analyse des préférences d'éclairage et de satisfaction vis-à-vis de l'éclairage naturel : Une étude exploratoire

Pour déterminer l'écart entre le besoin de l'éclairage dans l'espace habité et le mode préféré par les occupants, nous devons croiser les variables suivantes : le mode d'éclairage préféré et la satisfaction de la lumière naturelle dans l'espace cuisine, la chambre et le séjour. Ce croisement nous permettra de comprendre si les occupants préfèrent un certain mode d'éclairage malgré leur satisfaction ou leur insatisfaction quant à la lumière naturelle disponible dans ces espaces spécifiques. Cela nous aidera à identifier les discordances entre les préférences des occupants en matière d'éclairage et leur satisfaction vis-à-vis de la lumière naturelle dans les différentes pièces de l'habitation.

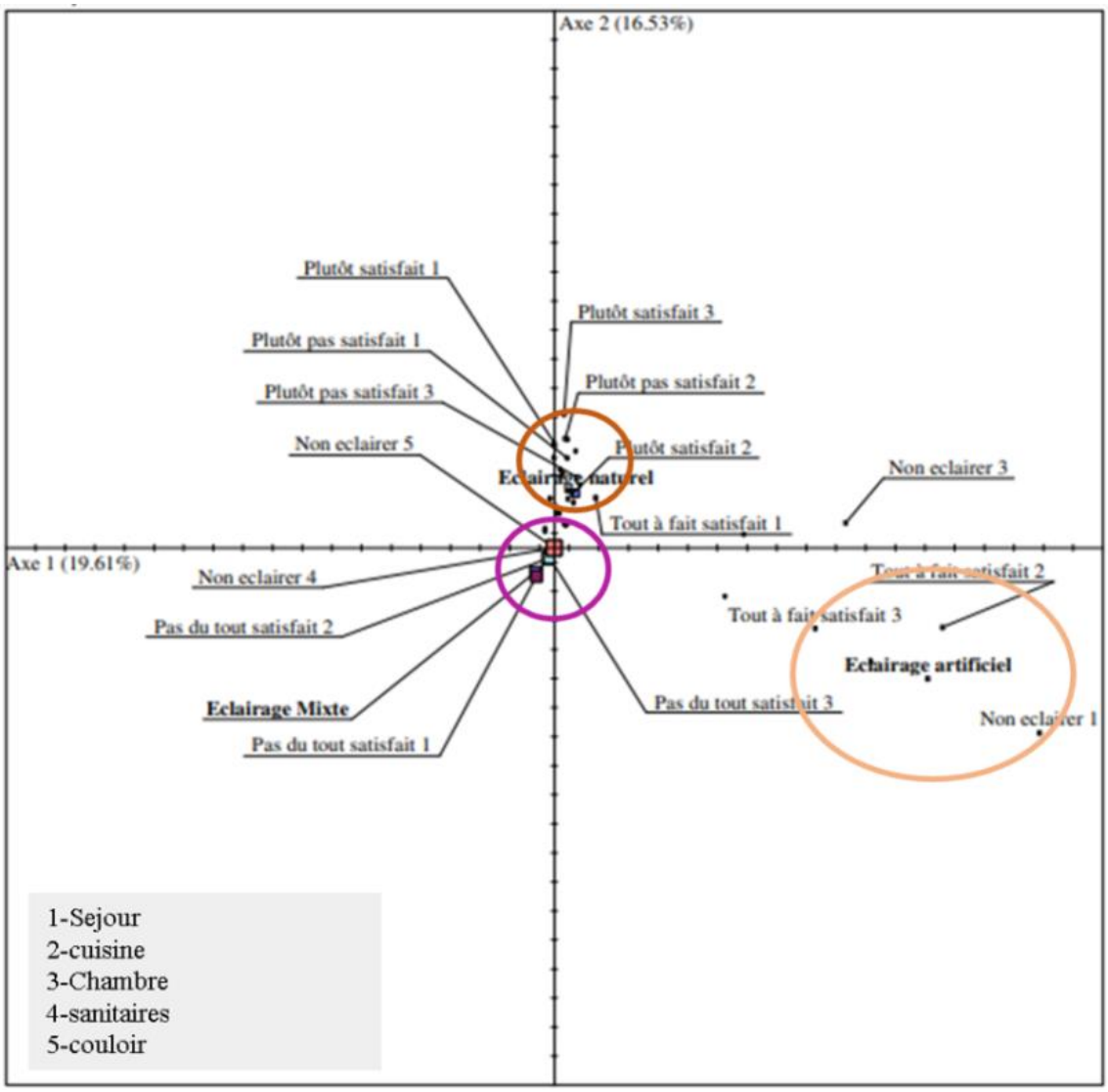


Figure VII. 23Analyse des correspondances multiples des variables (Le mode d'éclairage préféré et la Satisfaction de la lumière naturelle dans l'espace habité). Source: Auteure ,2024.

La carte illustre les positions des 19 modalités et les coordonnées des 134 observations, expliquant 36,14 % de la variance par les deux axes représentés. Les non-réponses ont été exclues, et 9 modalités avec des effectifs nuls ont été omises. Chaque observation est symbolisée par un point.

Trois groupes distincts de nuages de points émergent du graphe. Le premier groupe présente une forte concentration de points, comprenant les variables qualitatives suivantes : Eclairage mixte, non éclairé, pas du tout satisfait. Dans les espaces jugés pas du tout satisfaits en matière d'éclairage naturel ou même non éclairés du tout, les occupants ont recours à un éclairage mixte.

Le deuxième groupe, où les variables qualitatives telles que l'éclairage naturel, plutôt pas satisfait, tout à fait satisfait et plutôt satisfait sont assez proches les unes des autres mais éloignées des nuages concentrés, présente une concentration moyenne.

Un troisième groupe montre une faible relation entre les variables qualitatives suivantes: éclairage artificiel, tout à fait satisfait, non éclairé.

VII.2.3.5 Analyse des modalités d'ouverture des fenêtres et perceptions de la vue extérieure: Qualification des ambiances lumineuses

Dans l'objectif de qualifier les ambiances de l'espace habité, un croisement regroupe les variables suivantes : l'étage de l'habitation, les contraintes liées au mode d'éclairage naturel, la qualité de la vue et le mode d'ouverture des fenêtres. Ce croisement nous permettra d'analyser comment différents facteurs, tels que la localisation de l'habitation, les obstacles à la lumière naturelle, la qualité de la vue et le mode d'ouverture des fenêtres, contribuent à façonner l'ambiance et le confort des espaces habités à différents niveaux de l'immeuble. En examinant ces variables de manière croisée, nous pourrons mieux comprendre comment ces facteurs interagissent pour influencer l'expérience des occupants dans leur environnement quotidien.

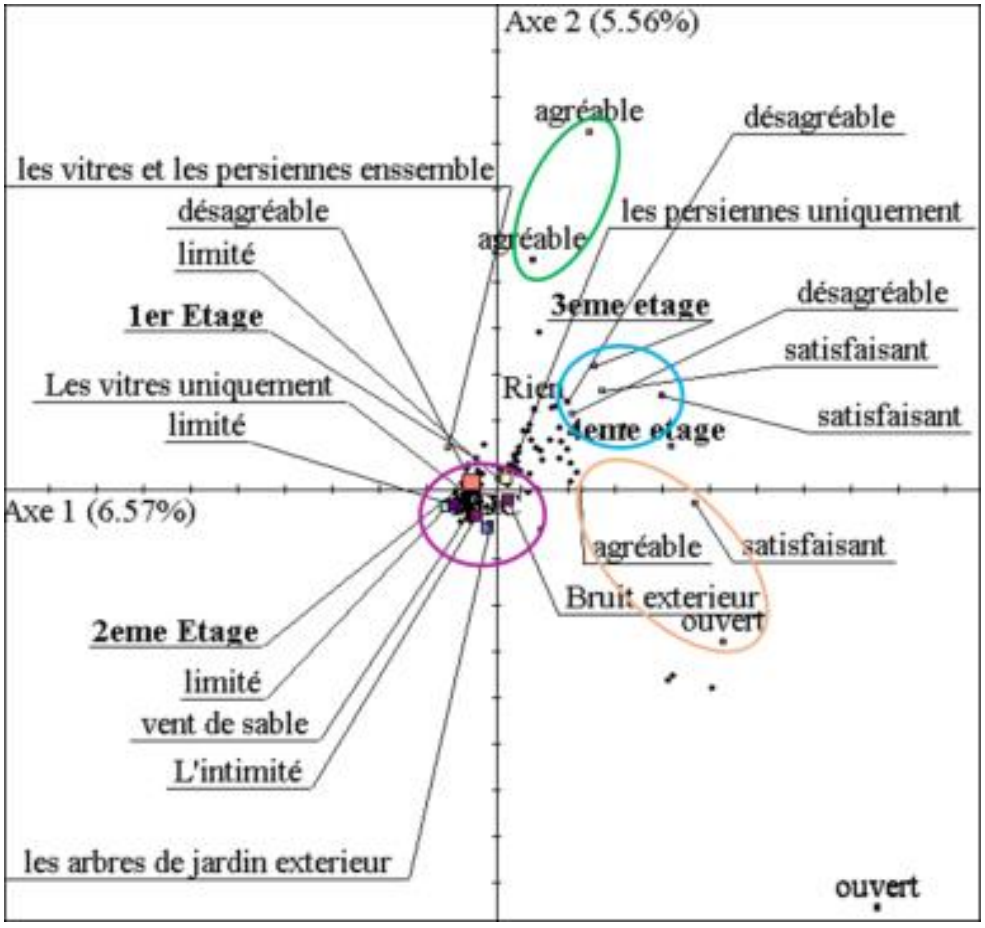


Figure VII. 24.27Analyse des correspondances multiples des variables (l'étage de l'habitation, les contrainte de mode d'éclairage naturel, qualité de la vue et le mode d'ouverture). Source: Auteure ,2024.

La carte présente les positions des 28 modalités et les coordonnées des 134 observations. Les deux axes représentés expliquent 12.13% de la variance totale. Les non-réponses ont été exclues et chaque observation est symbolisée par un point.

L'analyse des correspondances multiples (ACM) a permis de distinguer deux groupes principaux :

1. Le premier groupe est associé aux variables suivantes : rez-de-chaussée, 1er étage, 2ème étage, vue désagréable, vue limitée, ouverture des vitres uniquement, ouverture des persiennes uniquement, préoccupations concernant l'intimité, vents de sable, arbres et jardinage extérieurs, bruit extérieur. Ce groupe met en évidence que la plupart des problèmes liés à l'éclairage naturel affectent les résidents du rez-de-chaussée, du premier et du deuxième étage. Ces résidents ont tendance à ouvrir leurs fenêtres uniquement avec les persiennes ou uniquement avec les vitres, avec une corrélation faible pour l'ouverture des vitres et des persiennes ensemble.

2. Le deuxième groupe concerne le 3ème et le 4ème étage, avec des perceptions de vue désagréables et satisfaisantes. La majorité des occupants de ces étages sont répartis en deux groupes relativement proches : ceux qui jugent la vue désagréable et ceux qui la jugent satisfaisante. Ils ont tendance à ouvrir leurs fenêtres avec les vitres et les persiennes ensemble.

Les modalités telles que agréable, satisfaisante et ouverte sont exclues des deux premiers groupes, ce qui suggère que peu de logements bénéficient d'une vue agréable, satisfaisante ou ouverte, principalement ceux du 4ème étage.

VII.2.3.6 Synthèse

La visualisation cartographique met en évidence une corrélation entre les activités domestiques et le sexe des occupants, montrant une préférence pour l'éclairage artificiel. Cependant, une étude sur les préférences d'éclairage révèle une diversité d'opinions, avec trois groupes distincts reflétant différentes attitudes envers l'éclairage naturel et artificiel. Une analyse des modalités d'ouverture des fenêtres et des perceptions de la vue extérieure souligne les défis rencontrés par les résidents des étages inférieurs en matière d'éclairage naturel, tandis que les habitants des étages supérieurs ont des perceptions variées de la vue extérieure.

VII.2.4 Comparaisons et discussions des résultats

Nos conclusions mettent en évidence que la recherche d'intimité et de bien-être constitue le principal moteur des comportements liés à l'utilisation de la lumière naturelle. Ce besoin est même considéré comme un élément clé du confort pour les occupants, influençant à la fois leur environnement intérieur et leur consommation électrique. Nous observons

fréquemment que les occupants adaptent leur environnement, intérieur ou extérieur, pour répondre à leurs propres besoins. Cela peut se traduire, par exemple, par la plantation d'arbres ou la création de jardins autour des bâtiments, même de manière non conventionnelle. Dans ces tactiques de défense visant à préserver l'intimité, l'accent est mis sur la délimitation des frontières entre l'intérieur et l'extérieur, comme le soulignent les recherches de (Magali Paris, Anna Wieczorek , 2010). Ces dispositifs de délimitation sont des réactions des occupants à leur environnement, révélant ainsi leur interaction avec la lumière et son impact sur les ambiances lumineuses dans leurs espaces de vie.

Nos investigations ont également mis en lumière le désir de l'individu d'exercer un contrôle sur son environnement habitable afin de l'adapter à ses besoins spécifiques. Dans le même contexte, l'article de (Juliana Portela Vilar de Carvalho et al., 2018) examine l'impact du comportement de contrôle des occupants sur les systèmes de fenestration pour la lumière naturelle. Leur recherche révèle que l'ombrage extérieur et la dimension des fenêtres sont deux éléments architecturaux qui influent considérablement sur l'efficacité de l'éclairage naturel. Ces résultats sont corroborés par l'étude menée par (Simona D'Oca et al., 2016), qui met en évidence que le comportement adaptatif des occupants joue un rôle crucial dans l'efficacité de l'éclairage naturel. Cette efficacité est influencée par plusieurs facteurs, notamment les croyances comportementales individuelles qui façonnent les habitudes comportementales favorables ou défavorables, la pression sociale et les normes qui impactent les intentions individuelles, ainsi que les croyances de contrôle qui déterminent le sentiment de maîtrise sur l'environnement intérieur pour une configuration spatiale particulière. Cette compréhension comportementale introduit le concept de motivation comportementale dans le domaine de l'éclairage naturel.

En conséquence, les normes sociales ainsi que les considérations culturelles et économiques exercent une influence significative sur les comportements adaptatifs, ce qui se répercute sur la consommation d'énergie. (Hana M. Aljawder & Hala A. El-Wakeel, 2020), ont souligné dans leur étude que la proximité visuelle est principalement motivée par des croyances religieuses, bien que les préférences culturelles et personnelles jouent également un rôle important.

Dans ce contexte, les occupants laissent généralement les fenêtres telles quelles jusqu'à ce qu'ils ressentent un inconfort, moment auquel ils procèdent à des ajustements pour améliorer leur confort, comme l'expliquent (Song Pan et al., 2018). L'ambiance lumineuse est fortement influencée par des facteurs environnementaux extérieurs. Les conditions d'éclairage

intérieur peuvent être améliorées par une optimisation de l'environnement extérieur, par exemple en aménageant les abords immédiats du bâtiment ou en gérant certains éléments de l'environnement extérieur. Selon (Yaolin Lin et al., 2023) de nombreux facteurs influencent l'environnement physique, tels que les bâtiments environnants, la végétation, les revêtements routiers, les plans d'eau et les conditions du ciel.

À travers cette étude, nous avons conclu que les occupants tendent à ignorer l'ouverture des fenêtres pour s'éclairer, bien qu'ils préfèrent et aient besoin de lumière naturelle. Par conséquent, ils dépendent fortement de l'éclairage artificiel, percevant les fenêtres principalement comme des sources de ventilation. Les résultats révèlent une contradiction : les occupants ne préfèrent pas ouvrir les fenêtres, et en même temps, ils jugent leurs dimensions inappropriées.

Cette situation peut s'expliquer par le fait que la vue extérieure n'est pas suffisamment importante pour inciter les occupants à ouvrir les fenêtres. En revanche, les avantages perçus de garder les fenêtres fermées sont jugés plus significatifs. Cependant, cela ne remet pas en question le besoin de lumière naturelle des occupants. Comme l'indique l'étude de (Martine Knoop et al., 2019), lorsque les occupants vivent dans des espaces sans fenêtres, ils ont tendance à compenser cette absence en ajoutant des éléments naturels tels que des plantes ou des photos de paysages extérieurs. Cela démontre l'importance cruciale des fenêtres pour les occupants, non seulement pour leur présence, mais aussi pour leur fonctionnalité.

Cependant, ce comportement de fermeture des fenêtres ne se retrouve pas chez les occupants des étages supérieurs, ce qui confirme que les humains préfèrent naturellement s'ouvrir vers l'extérieur pour profiter de la lumière naturelle et de la vue. Les facteurs mentionnés précédemment, plus fréquents aux étages inférieurs, empêchent cette pratique.

L'espace habité présente une diversité d'usages en raison du nombre de ménages et des multiples activités domestiques qui varient d'une communauté à l'autre. Cela entraîne des modifications dans les besoins d'éclairage naturel, incitant les occupants à recourir davantage à l'éclairage artificiel. Cet éclairage artificiel est utilisé jusqu'à 14 heures par jour, notamment dans les espaces dépourvus de fenêtres comme les sanitaires, les salles de bains et les couloirs, où il est utilisé plus de 14 heures par jour.

Il est évident que l'agencement d'un espace, sa fonction et son rôle dans le bâtiment influencent la quantité de lumière naturelle disponible et peuvent réduire la consommation d'énergie au cours de la journée. Il est essentiel de veiller à ce que les tâches soient effectuées dans des positions optimales, comme le stipulent les études existantes.

Ce comportement, qui varie selon l'étage et l'usage de l'espace, met en évidence l'importance de concevoir des environnements bâtis qui maximisent l'utilisation de la lumière naturelle tout en répondant aux besoins spécifiques des occupants (Martine Knoop et al., 2019).

En outre, les habitants se plaignent de la qualité de la vue sur l'extérieur, souvent décrite par la majorité comme limitée et insatisfaisante. Cette perception pourrait expliquer pourquoi les occupants sont peu enclins à ouvrir les fenêtres et à profiter de la lumière naturelle, n'étant pas intéressés par la vue que ces fenêtres offrent. L'étude menée par (Natalia Giraldo Vasquez, et al., 2022) a constaté que certaines caractéristiques de conception affectaient la satisfaction des occupants. Des aspects tels que la proximité à la fenêtre et la présence d'une vue dégagée vers l'extérieur étaient cruciaux pour accroître cette satisfaction.

Ainsi, l'insatisfaction liée à la vue extérieure décourage les occupants d'utiliser les fenêtres pour l'éclairage naturel, ce qui les conduit à dépendre davantage de l'éclairage artificiel. Cela souligne l'importance de prendre en compte non seulement la fonctionnalité des fenêtres, mais aussi la qualité des vues qu'elles offrent, afin d'encourager une meilleure utilisation de la lumière naturelle et d'améliorer le bien-être des occupants.

Les résultats montrent que l'emplacement et la forme des fenêtres ont un impact majeur sur la manière dont l'éclairage fonctionne de manière optimale pour favoriser les ambiances lumineuses. Plusieurs chercheurs ont étudié la répartition de l'éclairage et l'éblouissement de la lumière du jour avec différentes configurations de fenêtres et ont déterminé que la forme des fenêtres a un effet significatif sur les performances dynamiques de la lumière du jour, contribuant ainsi à améliorer les ambiances lumineuses.

Pour trouver la conception optimale des fenêtres, il est essentiel de prendre en compte quatre facteurs principaux : le ratio de surface vitrée (WWR), la forme des fenêtres, leur position et leur orientation. En tenant compte de ces éléments, il est possible d'obtenir une plage acceptable de mesures de lumière du jour qui maximise le confort et l'efficacité énergétique des espaces intérieurs (Shiva Farivar et al., 2023).

À travers cette étude, nous avons conclu que les occupants ignorent l'ouverture des fenêtres pour l'éclairage, se reposant entièrement sur l'éclairage artificiel. Pour eux, les fenêtres sont principalement perçues comme des sources de ventilation. Ce comportement adaptatif entraîne une consommation d'énergie élevée en raison de l'utilisation intensive de l'éclairage artificiel.

Cela souligne la nécessité d'adapter le système d'éclairage naturel aux besoins des occupants. En optimisant l'utilisation des fenêtres pour l'éclairage naturel, il est possible de réaliser d'importantes économies d'énergie, réduisant ainsi la dépendance à l'éclairage artificiel, voire de l'éliminer complètement dans certains cas. Cette approche permet non seulement d'améliorer le confort des occupants, mais aussi de réduire l'empreinte énergétique des bâtiments (Yujiao Du et al., 2022).

Bien que l'on puisse atteindre des niveaux d'éclairement plus élevés, cela semble empêcher la plupart des situations de répondre à ces exigences. L'étude a également démontré que la perception de la lumière naturelle est influencée par les couleurs des meubles et des surfaces intérieures (TECHIO, L. M.et al., 2021).

Dans cette étude, l'éclairage naturel est évalué comme un facteur primordial pour la qualité des espaces intérieurs, étant reconnu pour son lien avec des habitations saines et écologiques. Les résultats ont montré que la qualité de la lumière du jour et la vue vers l'extérieur sont les priorités les plus importantes à prendre en compte pour les futures habitations. Pour maximiser ces indicateurs, il est essentiel de bien concevoir l'ouverture des futurs logements (B. Sakina1 & D. Setiawan , 2022). Les résultats ont révélé que les priorités les plus critiques pour les résidents étaient la lumière naturelle, en particulier la taille et l'orientation des fenêtres favorisant la lumière naturelle et la qualité de la vue (Zarrabi M et al., 2021).

Conclusion

La relation du logement avec son environnement lumineux est complexe et multifactorielle, ou les ambiances lumineuses sont influencées par des considérations sociales, comportementales, environnementales et de recherche d'intimité visuelle et sonore.

D'un point de vue social, les habitudes et les attentes des occupants peuvent jouer un rôle majeur dans la manière dont ils interagissent avec la lumière naturelle. De plus, le nombre de ménages et la présence continue de la femme dans une habitation influencent l'usage. Les préférences individuelles en matière de luminosité et d'intimité peuvent varier en fonction des normes culturelles et des pratiques sociales.

Sur le plan comportemental, les habitudes des occupants décrivent la quantité de la lumière nécessaire pour effectuer la tâche et peuvent influencer l'utilisation de la lumière naturelle par les occupants, leur comportement vis-à-vis du système d'éclairage naturel et la configuration spatiale de l'espace habité.

Sur le plan environnemental, des facteurs tels que l'orientation de l'habitation, la présence d'obstacles physiques ou naturels, tels que des bâtiments voisins ou des arbres, peuvent tous affecter la quantité et la qualité de la lumière naturelle qui pénètre dans le logement. Ces éléments peuvent également influencer les décisions des occupants en matière d'aménagement et de gestion de l'éclairage.

Enfin, la recherche d'intimité visuelle et sonore peut également jouer un rôle important dans la relation entre le logement et son environnement lumineux. Les occupants peuvent choisir de fermer partiellement ou totalement les fenêtres pour se protéger des regards indiscrets ou pour atténuer les bruits extérieurs, ce qui peut avoir un impact sur la quantité de lumière naturelle qui entre dans le logement.

L'interconnexion de ces facteurs façonne les préférences et les comportements des occupants en matière d'éclairage intérieur, influençant ainsi la façon dont ils utilisent et perçoivent leur environnement domestique. La combinaison de divers facteurs précédents contribue à une baisse de la qualité de l'éclairage intérieur, ce qui peut conduire à des ambiances lumineuses intérieures non confortables. Le manque de conditions d'éclairage appropriées conduit les occupants à fermer partiellement ou totalement les fenêtres, s'enfermant ainsi dans l'espace intérieur et s'appuyant principalement sur l'éclairage artificiel. Une qualité d'éclairage intérieur insuffisante peut créer des ambiances lumineuses peu confortables, affectant le bien-être des occupants et entraînant une consommation accrue d'énergie durant plus de 10h/jour. Les occupants peuvent compenser le manque de lumière naturelle en utilisant davantage l'éclairage artificiel, ce qui augmente la consommation d'énergie et les coûts associés.

Conclusion générale et perspectives de recherche

Conclusion générale

Dans un contexte de défis énergétiques pour les bâtiments et de l'importance croissante de la qualité de l'environnement intérieur, l'étude des effets de la lumière naturelle devient un sujet d'actualité et d'urgence. L'éclairage naturel joue un rôle crucial en réduisant la dépendance à l'éclairage artificiel, un grand consommateur d'énergie, tout en assurant une ambiance adéquate. Cependant, les recherches portant sur l'optimisation des caractéristiques de cet éclairage naturel dans les bâtiments résidentiels en Algérie sont encore limitées.

L'ouverture d'un débat sur l'éclairage naturel dans l'espace habité offre l'opportunité d'explorer divers aspects de la relation entre les occupants et leurs environnements lumineux, en particulier dans le contexte Algérien. Partant du constat que les ménages algériens consomment davantage d'énergie pour maintenir une ambiance lumineuse confortable, cette recherche, intitulée « Contribution à l'amélioration des ambiances lumineuses dans l'espace habité », se concentre sur la cité d'habitat collectif social Oued El-Fourcha à Annaba. Dans le contexte de l'habitat collectif social en Algérie, qui est souvent conçu pour répondre aux besoins de base avec un confort minimal, la promotion de l'éclairage naturel comme stratégie d'économie d'énergie revêt une importance particulière. Ces logements, souvent caractérisés par des coûts de construction réduits et des normes architecturales rigides, ne priorisent pas toujours l'optimisation de l'éclairage naturel. Cela résulte en une dépendance accrue à l'éclairage artificiel même pendant la journée, comme observé dans des villes comme Annaba.

L'objectif ultime de cette recherche est d'explorer les comportements des occupants vis-à-vis de l'éclairage naturel et d'apporter une contribution majeure à l'optimisation de l'éclairage naturel dans les environnements occupés en Algérie. L'accent est mis sur la promotion de l'éclairage naturel comme stratégie d'économie d'énergie dans l'habitat collectif social .

La thèse est structurée en deux parties distinctes :

1. Cadre théorique et conceptuel : Cette première partie se concentre sur la définition des concepts clés et des hypothèses fondamentales qui ont guidé l'étude. Elle établit le cadre théorique nécessaire pour comprendre les enjeux liés à l'éclairage naturel et les principes de conception associés.
2. Validation expérimentale : La deuxième partie porte sur la validation empirique des relations entre les variables, conformément à un cadre méthodologique

préétabli. Cette phase implique des analyses et des expérimentations visant à tester et confirmer les hypothèses formulées dans la première partie, en se basant sur des données recueillies sur le terrain.

La revue de la littérature effectuée nous a permis de conceptualiser notre recherche par rapport aux études existantes et de développer un cadre d'analyse adapté à nos objectifs. Cela a conduit à la réalisation d'une évaluation post-occupationnelle sur huit bâtiments de logements collectifs à la cité Oued el Fourcha à Annaba.

Cette approche offre plusieurs avantages, notamment celui de pouvoir tirer des enseignements des projets et expériences antérieurs. Cela devient réalisable en adoptant une approche de collecte de feedback. Cette méthode peut prendre diverses formes et niveaux, adaptés à la réalité du contexte d'étude selon trois niveaux : indicatif, d'investigation et diagnostique.

- **Le niveau indicatif de l'évaluation:** vise à fournir des informations générales sur le choix de cas d'étude, les réussites et les problèmes majeurs des systèmes d'éclairage et des ambiances lumineuses dans l'espace habité. Cette étape initiale est essentielle, car elle pose les fondations nécessaires pour mener des investigations approfondies et des diagnostics détaillés par la suite.

- **Le niveau d'investigation:** Le niveau d'investigation permet d'examiner de manière approfondie et objective les résultats physiques des systèmes d'éclairage installés ainsi que l'influence du comportement des occupants sur les conditions lumineuses.

Cette phase se concentre sur l'identification des causes sous-jacentes des problèmes et des réussites majeures observés lors de l'évaluation indicative. Les activités à ce stade comprennent:

- Analyse des caractéristiques architecturales des bâtiments: Recherche sur la façon dont la conception et l'agencement du bâtiment affectent la dispersion et la distribution de la lumière naturelle.
- Identification des masques et écrans: Identification des éléments qui obstruent ou altèrent la pénétration de la lumière naturelle dans les espaces habités.
- Observation et analyse du comportement des occupants: Comprendre comment les occupants interagissent avec les systèmes d'éclairage dans différents espaces.
- Mesures in situ : Quantifier la lumière pénétrant dans l'espace habité à l'aide de dispositifs de mesure.

Cette analyse permet de saisir les interactions complexes entre les systèmes d'éclairage, l'environnement architectural et les comportements des occupants. Elle fournit des données précieuses pour orienter des améliorations ciblées.

- **Le niveau diagnostique:** C'est le plus détaillé des trois types d'évaluation, visant à offrir une compréhension complète et approfondie des performances des systèmes d'éclairage et des ambiances lumineuses, selon la perspective des occupants. Cela nécessite la collecte de données spécifiques sur leur expérience et leur satisfaction, principalement via une enquête par questionnaire.

- Pour obtenir des insights pertinents et approfondis à partir des données recueillies par questionnaire, il est essentiel de suivre une approche structurée de traitement des données. Cette approche passe par trois niveaux : traitement à plat (analyse descriptive d'une manière isolée), traitement bivariable (Détecter les relations entre deux variables) et traitement multivariable (Identifier comment plusieurs variables ensemble influencent les résultats).

Les résultats de cette recherche mettent en lumière la complexité de la relation entre l'éclairage naturel, le comportement des occupants et l'architecture. Plusieurs facteurs influencent cette relation :

Architecturaux er réglementaire: Le manque de mise à jour des réglementations sur l'éclairage naturel dans les logements sociaux peut avoir des répercussions significatives sur la qualité de vie des occupants. En privilégiant des conceptions basées sur le confort minimal, ces logements échouent souvent à tirer parti des solutions modernes qui maximisent l'utilisation de la lumière naturelle. Cela conduit à des espaces mal éclairés, obligeant les occupants à recourir plus souvent à l'éclairage artificiel, même en journée.

Ainsi, les caractéristiques d' architecture des pièces et des fenêtres , aussi l'encombrement de la pièce par l'aménagement affecte la qualité et la propagation de l'éclairage naturel. Plus une pièce est profonde, moins la lumière naturelle atteint les zones éloignées des fenêtres.

Sociaux : Les attentes et habitudes des occupants, influencées par la structure familiale et les normes sociales, influencent leur utilisation de la lumière naturelle.

Comportementaux : Les habitudes quotidiennes des occupants déterminent la quantité de lumière nécessaire pour leurs tâches. Leurs interactions avec la lumière naturelle dépend de leurs routines, leurs comportements envers le système d'éclairage

naturel et de la configuration spatiale de leurs habitats. Les occupants ont tendance à fermer les fenêtres et préfèrent souvent un environnement fermé.

Ils adaptent leur comportement (ouvrir/fermer les fenêtres, modifier l'environnement), influençant ainsi la quantité et la qualité de l'éclairage intérieur.

Création d'obstacles et de séparations entre l'intérieur et l'extérieur.

Environnementaux : L'orientation de l'habitation, ainsi que la présence d'obstacles physiques ou naturels comme des bâtiments voisins ou des arbres, affectent la quantité et la qualité de la lumière naturelle pénétrant dans le logement.

Conséquences sur l'Éclairage Intérieur :

- La combinaison de ces facteurs mène à une diminution de la qualité de l'éclairage intérieur.
- Les occupants peuvent avoir tendance à fermer partiellement ou totalement les fenêtres, préférant l'éclairage artificiel en raison du manque de lumière naturelle appropriée.
- Une insuffisance de lumière naturelle crée des ambiances peu confortables et affecte le bien-être des occupants, entraînant une surconsommation d'énergie pour l'éclairage artificiel.

Impact énergétique :

La dépendance accrue à l'éclairage artificiel pour compenser le manque de lumière naturelle augmente la consommation d'énergie et les coûts associés, surtout sur des périodes prolongées, dépassant 10 heures par jour.

Cette recherche démontre la complexité des interactions entre les occupants et leur environnement lumineux, ainsi que la nécessité de tenir compte d'une gamme variée de facteurs lors de la conception des espaces habitables. Une approche centrée sur l'occupant, qui intègre la compréhension des besoins, des préférences et des comportements des occupants, est essentielle pour créer des environnements lumineux qui favorisent le bien-être, la productivité et le confort. Et confirment ainsi la fiabilité et la pertinence de l'hypothèse de départ de notre recherche basée sur: L'optimisation de l'apport de l'éclairage naturel peut être réalisée par l' exploration des différents aspects du comportement des occupants et les facteurs affectant la qualité des ambiances lumineuses et l'utilisation de l'éclairage naturel. Cette hypothèse souligne l'importance d'une approche holistique qui prend en compte non seulement les aspects techniques de l'éclairage naturel, mais aussi les comportements et préférences des occupants. En explorant ces dimensions, il

est possible de développer des stratégies d'optimisation qui améliorent la qualité des ambiances lumineuses et augmentent l'efficacité énergétique des habitations. Cela implique également une collaboration interdisciplinaire entre architectes, designers d'intérieur, chercheurs en psychologie environnementale et décideurs politiques.

Optimiser l'éclairage naturel implique la mise en place d'un système qui répond aux besoins des occupants sans causer de gêne, tout en assurant une performance lumineuse efficace. Une conception adéquate de l'éclairage naturel contribue à améliorer le confort, la productivité et le bien-être des résidents. De plus, en réduisant la nécessité d'utiliser l'éclairage artificiel grâce à une optimisation de la lumière naturelle, il est possible de significativement diminuer la consommation énergétique globale de l'espace, entraînant ainsi une économie d'énergie conséquente.

Recommandations

Des recommandations d'optimisation et d'amélioration d'éclairement dans les bâtiments futurs devraient être envisagées afin de diffuser les résultats pour toute fin utile dans le projet architectural et urbain. Cette étude se focalise particulièrement sur les ambiances lumineuses dans les espaces habités, dans le but principal d'approfondir la compréhension de cette notion pour tous les acteurs impliqués dans ce domaine. Les points suivants identifient les recommandations les plus pertinentes :

- Sur le plan réglementaire, il est essentiel de réintégrer des arrêtés obligatoires fixant des normes concernant la construction de systèmes d'éclairage naturel. Ces normes devraient prioriser le confort visuel de l'occupant, mettant ainsi en avant la nécessité d'une réglementation claire et efficace pour garantir des ambiances lumineuses satisfaisantes dans les bâtiments.
- **Collaboration interdisciplinaire** : Encourager la collaboration entre architectes, ingénieurs en éclairage, et experts en comportement humain pour concevoir des espaces qui répondent aux besoins des occupants tout en maximisant la lumière naturelle.
- **Utilisation de logiciels de simulation** : Encourager l'utilisation de logiciels de simulation pour modéliser la lumière naturelle dans les projets architecturaux, afin d'optimiser les orientations et les dimensions des ouvertures.
- **Évaluation post-occupationnelle** : Mettre en place des études d'évaluation post-occupation pour mesurer l'efficacité des systèmes d'éclairage et le confort des habitants, et utiliser ces données pour informer les futures conceptions.

- En ce qui concerne la typologie et la configuration des bâtiments, une attention particulière doit être portée à la conception des fenêtres. Elles devraient être conçues de manière à préserver l'intimité de l'espace habité tout en permettant une adaptation des ambiances lumineuses selon les besoins et les exigences individuelles. Cette approche permettrait à chacun de créer une atmosphère personnalisée, en harmonie avec ses habitudes de vie et son confort.

1. Démarches pour améliorer les ambiances lumineuses dans les bâtiments existants

D'un point de vue pratique, il est essentiel de donner aux gestionnaires et aux propriétaires de bâtiments les connaissances et les ressources dont ils ont besoin pour améliorer les ambiances lumineuses dans les bâtiments existants. Il s'agit d'améliorer le confort des bâtiments existants en leur fournissant les ressources et l'entretien dont ils ont besoin. Ce soutien peut prendre la forme des suggestions suivantes :

- La première étape consiste à réaliser un diagnostic sur l'état des ambiances lumineuses de l'espace habité afin de prendre des décisions cohérentes et d'avoir une vision globale des travaux à réaliser.
- Des actions d'amélioration telles les changements de matériaux sont possibles.
- Dans certains cas de rénovation lourde, de nouveaux systèmes d'éclairage naturel durable doivent être installés pour permettre des ajustements des ambiances lumineuses sans compromettre les besoins des occupants.

2. Démarches pour améliorer les ambiances lumineuses dans les bâtiments nouveaux

Dans le même ordre d'idées, un manuel devrait être établi à l'intention des employés pour les aider à prendre en compte le confort en leur fournissant des informations sur les points suivants, entre autres :

- La définition des besoins en matière d'éclairement naturel doit être intégrée dès les premières étapes de l'élaboration du programme. Cette approche s'inscrit dans le processus de conception conceptuelle, où le designer doit considérer l'implantation du projet sur le terrain, les aspects architecturaux, la disposition des pièces, le choix des matériaux, ainsi que la conception des ouvertures, tous ces éléments pouvant considérablement améliorer les ambiances intérieures.

- La modélisation du bâtiment et la simulation préalable offrent une vision globale du comportement lumineux et de la performance énergétique du bâtiment. Avant la construction, ces outils permettent de tester le produit et de corriger d'éventuels défauts.

Limites de la recherche

Sans préciser les limites de cette recherche par rapport à ses résultats, il devient difficile de formuler des conclusions solides. Ces limitations, liées à la disponibilité des informations, influencent la portée des conclusions de cette recherche et soulignent la nécessité de mener des études complémentaires pour affiner et valider les résultats obtenus

1. L'un des inconvénients de la recherche est le manque de documentation sur l'éclairage naturel et les ambiances lumineuses dans l'espace habité: Ce domaine d'étude en Algérie reste peu exploré, ce qui limite les points de comparaison et l'accès à des données préexistantes pour enrichir l'analyse. Cette rareté documentaire a freiné la possibilité de situer les résultats dans un contexte scientifique plus large, tout en restreignant l'opportunité de développer des hypothèses fondées sur des recherches antérieures.
2. Le manque d'informations sur le site d'étude et les dernières études réalisées sur ce site datent de 2008.
3. Accès limité aux logements : La réticence des occupants à ouvrir leurs logements pour des visites complètes restreint la capacité à observer directement les conditions d'éclairage et à documenter visuellement les ambiances lumineuses. Cela limite la collecte de données sur le terrain, cruciales pour une évaluation précise de l'éclairage naturel.
4. Données visuelles insuffisantes : L'impossibilité de prendre des photos et de réaliser des observations détaillées empêche de capturer des aspects visuels importants des espaces et de leur interaction avec la lumière naturelle. Ces données visuelles sont essentielles pour une analyse complète des ambiances lumineuses et pour identifier les sources potentielles d'amélioration.

Perceptives et pistes de recherche

Pour enrichir davantage notre compréhension et améliorer l'éclairage dans les logements, plusieurs pistes de recherche futures peuvent être explorées. Voici quelques perspectives prometteuses.

Scenario 01 : Vers une intégration des considérations écologiques dans l'habitat en Algérie.

L'Algérie, comme de nombreux pays, fait face à une demande croissante en logements, en particulier dans le secteur de l'habitat social. Cependant, cette expansion rapide s'accompagne de défis écologiques importants, notamment en ce qui concerne l'impact environnemental des constructions et le bien-être à long terme des habitants. Bien que des initiatives en matière de durabilité et d'efficacité énergétique existent, leur mise en œuvre reste limitée en raison de contraintes économiques, techniques et institutionnelles.

Dans ce contexte, il devient crucial de repenser les stratégies de construction pour mieux intégrer les considérations écologiques. Cela implique de réformer les cadres législatifs et les cahiers des charges qui régissent le secteur du bâtiment en Algérie. Ces réformes doivent encourager l'optimisation de l'éclairage naturel, la réduction de la consommation énergétique et l'amélioration du confort des habitants, tout en prenant en compte les contraintes budgétaires inhérentes aux projets de logement social.

L'intégration des considérations écologiques dans l'habitat ne se limite pas à des mesures techniques. Elle requiert également une sensibilisation des acteurs du secteur, notamment les architectes, les urbanistes et les décideurs politiques, pour promouvoir des pratiques de construction plus durables. Cela passe par l'incitation à l'utilisation de matériaux écologiques, l'amélioration de l'isolation thermique des bâtiments, et la promotion d'une conception architecturale favorisant la lumière naturelle.

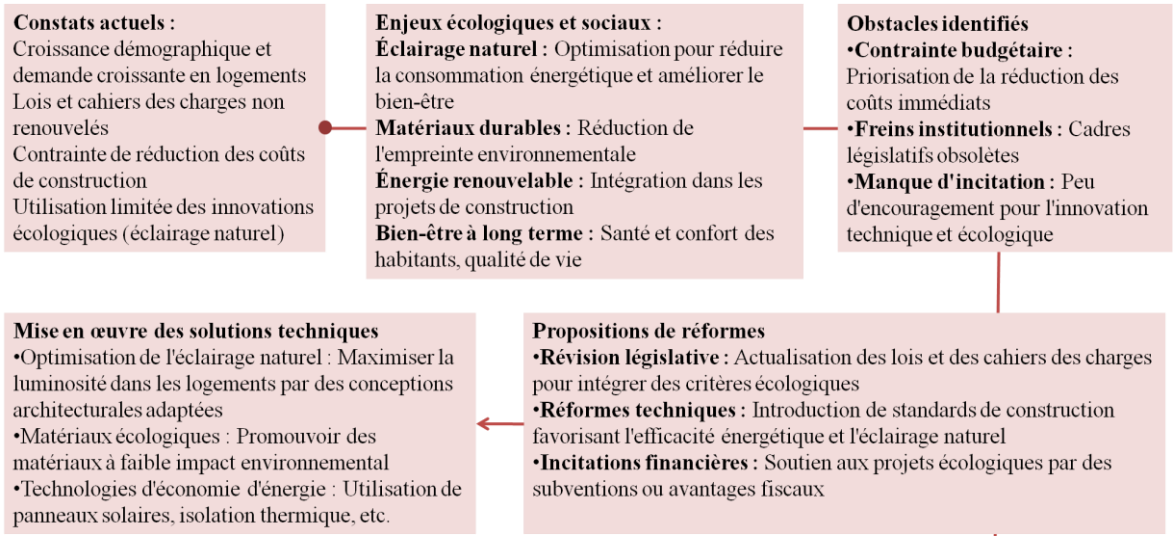


Figure 4:Piste de recherche proposée pour l'Intégration des considérations écologiques dans l'habitat en Algérie.

Scenario 02 : Conception et intégration des dispositifs d'éclairage naturel passifs

Une approche essentielle pour intégrer la durabilité dans les bâtiments consiste à utiliser des systèmes d'éclairage naturel, réputés pour leur durabilité et leur bénéfice pour la santé en apportant de la lumière naturelle à l'intérieur des espaces. Cependant, un système mal conçu peut entraîner des reflets gênants à l'intérieur. L'utilisation de systèmes d'éclairage naturel passifs est l'une des méthodes les plus simples pour optimiser la pénétration de la lumière du jour (Nneka Obianuju Onubogu et al. , 2021). Ces systèmes contribuent généralement aux objectifs de faible consommation d'énergie et de construction écologique. Afin d'exploiter l'énergie lumineuse du soleil, on peut recourir à des systèmes d'éclairage naturel actifs ou passifs intégrés à la structure du bâtiment. Les systèmes d'éclairage naturel passifs se distinguent des systèmes actifs par leur méthode de collecte et de distribution de la lumière solaire. Ils utilisent des éléments statiques et non orientables tels que des fenêtres, des portes coulissantes en verre, des guides d'ondes statiques et des puits de lumière pour capturer, réfléchir et diffuser la lumière solaire à l'intérieur du bâtiment (S. Kubba, 2017) (D. Lindsey et al., 2014). L'évaluation de la quantité et de la répartition de la lumière naturelle dans un espace peut être effectuée à l'aide d'outils de simulation de la lumière du jour. Ces outils prennent en compte divers facteurs tels que l'emplacement des fenêtres, la géométrie du bâtiment, les obstacles extérieurs, les divisions intérieures et les propriétés des matériaux utilisés (source: velux.com).

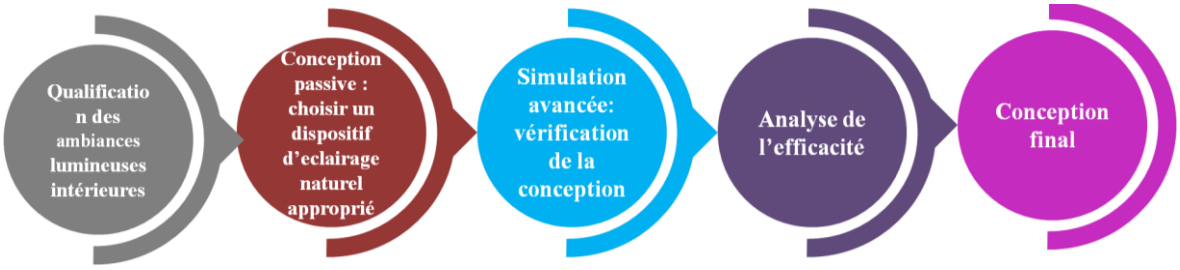


Figure 5.Piste de recherche proposée pour établir des corrections de la qualité d'éclairage naturel. Source: Auteure,2024.

Scenario 03: Études comparatives des préférences et pratiques en matière d'éclairage dans différentes cultures

La perception de la lumière du jour peut varier selon le contexte culturel individuel. Pour répondre aux attentes des occupants des bâtiments tout en optimisant l'énergie, il est crucial que les architectes et les spécialistes de l'éclairage tiennent compte de ces

différences culturelles. Jusqu'à présent, le lien entre le contexte culturel et la perception de la lumière du jour n'a pas été largement étudié. Cependant, il est généralement observé que la réalité mesurée de la lumière du jour et le sentiment de sa disponibilité sont assez cohérents. (Gizem Izmir Tunahan, 2022).

- Cependant, il est nécessaire de renforcer la recherche sur le lien entre le contexte culturel et la perception de la lumière du jour, notamment :

1-Analyse interculturelle : Réalisation d'études pour comprendre comment les différentes cultures perçoivent et utilisent la lumière naturelle et artificielle. Cela inclut les préférences en matière de luminosité, d'intimité et de confort visuel.

2-Adaptation culturelle des solutions d'éclairage : développement de solutions d'éclairage personnalisées qui répondent aux besoins et aux préférences spécifiques des différentes cultures.

Bien que la réalité mesurée de la lumière du jour et le sentiment de sa disponibilité soient généralement cohérents, des études plus approfondies peuvent aider à :

1. **Identifier les différences culturelles**:

- Comprendre comment les différentes cultures perçoivent la lumière du jour en termes de confort visuel, de bien-être et de performance au travail.
- Analyser les impacts psychologiques et physiologiques de la lumière naturelle en fonction des contextes culturels.

2. **Développer des Directives de conception**:

- Créer des lignes directrices pour la conception de bâtiments qui prennent en compte les différences culturelles en matière de perception de la lumière du jour.
- Proposer des solutions architecturales spécifiques pour améliorer la satisfaction des occupants tout en optimisant l'efficacité énergétique.

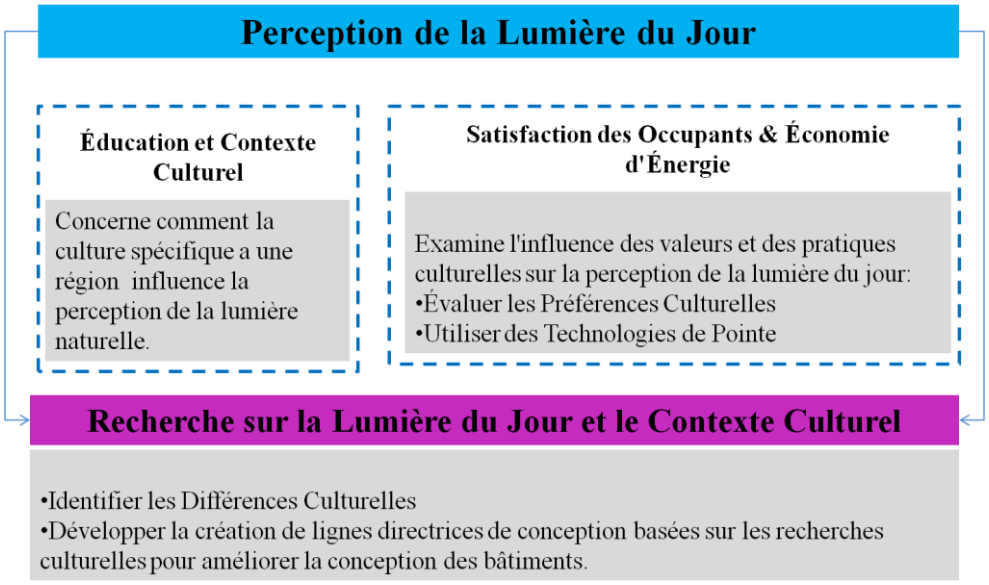


Figure 6.Proposition du cadre de recherche sur l'éclairage naturel selon le contexte culturel. Source: Auteure,2024.

Scenario 04 : Études sur l'impact de l'ambiance lumineuse sur l'ambiance aéraulique et thermique

Plusieurs stratégies visant à réduire l'utilisation de l'éclairage artificiel et à promouvoir l'éclairage naturel dans les bâtiments ont été étudiées au cours des trente dernières années (Belakehal A, Aoul K T & Bennadji A., 2004). Les fenêtres d'un bâtiment sont la principale source de lumière naturelle (Hraska J., 2015). Cependant, une quantité considérable de gain ou de perte de chaleur par les fenêtres se produit dans les constructions, ce qui aura un impact sur le confort thermique des habitants. Une quantité excessive de lumière du jour entraîne des gains de chaleur solaire, ce qui peut augmenter les besoins de refroidissement des systèmes de fenêtres (Ahsanullah SOOMRO et al., 2016). De plus, il est essentiel d'apporter de la lumière naturelle et de la ventilation dans un espace de vie pour qu'il reste agréable et sain. Les fenêtres sont essentielles pour assurer ces éléments vitaux que sont la qualité de l'air intérieur et l'éclairage. Des fenêtres bien placées et bien construites peuvent améliorer considérablement la circulation de l'air dans une structure, réduisant ainsi le danger de pollution de l'air intérieur et les risques pour la santé qui y sont liés (Thanyalak Srisamranrungruang& Kyosuke Hiyama, 2020).Sur cette base, nous suggérons les axes de recherche suivants:

- Interaction Lumière et Climat Intérieur : Recherche sur la manière dont l'éclairage influence les paramètres aérauliques (flux d'air) et thermiques dans les bâtiments. Cela inclut l'étude de la température, de la ventilation et de la qualité de l'air.

- Confort Global des Occupants : Analyse de l'impact combiné de l'éclairage, de la ventilation et du chauffage/refroidissement sur le confort et la santé des occupants.

Scenario 05: Création d'une certification ou d'un label pour le confort visuel et la performance énergétique

Les secteurs de l'architecture et de la construction s'adaptent progressivement aux immenses problèmes engendrés par la catastrophe climatique et, à plus grande échelle, par l'occupation humaine du globe. Au cours des trente dernières années ou plus, des certificats, des normes et des labels attestant de l'engagement de certains bâtiments et de leurs gestionnaires en faveur d'une gestion plus durable ont vu le jour et se sont développés (Cyril Mathé, 2024). Les techniques et les matériaux disponibles pour construire ou rénover afin de rendre nos maisons plus économes en énergie, moins dépendantes des combustibles fossiles et plus respectueuses de notre environnement et de notre santé font de l'amélioration de leur performance environnementale un objectif important et réaliste. Les particuliers peuvent obtenir des maisons de haute qualité, à prix raisonnable, agréables et saines grâce à des certificats et des labels. Ces indicateurs de qualité aident chacun - particuliers et constructeurs - à se concentrer sur ses objectifs, à s'orienter et à confirmer la fonctionnalité globale de la construction (Agence De l'Environemnt et de la maitrise de l'energie (ADEME), 2014). Les secteurs de l'architecture et de la construction sont en plein essor vers une gestion plus durable grâce à des certifications et des normes rigoureuses. Cette transformation est essentielle pour atténuer les impacts de la catastrophe climatique et garantir un avenir plus vert pour les générations futures.

Les recherches peuvent se focaliser sur:

- Développement de Critères de Certification : Élaboration de critères spécifiques pour une certification axée sur le confort visuel et la performance énergétique des bâtiments résidentiels.
- Mise en Place de Labels : Collaboration avec des organismes de normalisation pour créer des labels reconnus qui encouragent les pratiques de conception durable et le confort des occupants.
- Études d'impact : Évaluation de l'impact des certifications et des labels sur le marché immobilier et sur les comportements des consommateurs.

.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Crédits Bibliographiques

Article

Abbas Maleki, & Dehghan, N. (2021). Optimization of energy consumption and daylight performance in residential building regarding windows design in hot and dry climate of Isfahan. *Science and Technology for the Built Environment, 27*(3), 351–366. https://doi.org/10.1080/23744731.2020.1812294

Shatwan, A. (2017). Women's satisfaction of daylight in contemporary Jeddah's flats. *Enquiry: The ARCC Journal for Architectural Research, 14*(1), 23–36. https://doi.org/10.17831/enq:arcc.v14i1.424

AL-Dossary, A. M., & Kim, D. D. (2020). A study of design variables in daylight and energy performance in residential buildings under hot climates. *Energies, 13*(21), 5836. https://doi.org/10.3390/en13215836

Almssad, A. (2014). Efficient daylighting approach by means of light-shelve device adequate for habitat program in Aarhus City. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy, 3*(4), 441–453. https://doi.org/10.12720/sgce.3.4.441-453

Menezes, A. C., Cripps, A., Bouchlaghem, D., & Buswell, R. (2012). Predicted vs. actual energy performance of non-domestic buildings: Using post-occupancy evaluation data to reduce the performance gap. *Applied Energy, 97*, 355–364. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.11.075

Wirz-Justice, A., Benedetti, F., & Terman, M. (2021). The relevance of daylight for humans. *Biochemical Pharmacology, 191*, 114304. https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114304

Kontadakis, A., Tsangrassoulis, A., Doulos, L., & Zerefos, S. (2018). A review of light shelf designs for daylit environments. *Sustainability, 10*, 71. https://doi.org/10.3390/su10010071

Augoyard, J.-F. (1995). L'environnement sensible et les ambiances architecturales. *L'Espace géographique, 24*(4), 302–318. https://doi.org/10.3406/spgeo.1995.3409

Htet, A., Soe, A., & Zin, T. (2023). The effectiveness of daylight management in building: A review. In *Sustainable Developments in Materials Science, Technology and Engineering*. AIP Publishing. https://doi.org/10.1063/5.0162625

Aries, M. B. C., Aarts, M. P. J., & van Hoof, J. (2015). Daylight and health: A review of the evidence and consequences for the built environment. *Lighting Research & Technology, 47*(1), 6–27. https://doi.org/10.1177/1477153513509258

Martineau, A., & Plard, M. (2016). *Notice méthodologique pour réaliser un état de l'art en sciences humaines et sociales : Produire une analyse qualitative assistée en mobilisant Mendeley et NVivo* (pp. 1–18).

Sakina, B., & Setiawan, D. (2022). Housing satisfaction and preferences towards indoor quality related to the environmental factors in the context of the Covid-19 pandemic. In *The 6th International Conference on Eco Engineering Development*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1169*(1), 012076. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1169/1/012076

Berta Garcia-Fernandez, & Omar, O. (2023). Sustainable performance in public buildings supported by daylighting technology. *Solar Energy, 264*, 112068.

https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.112068
Bernard, Y. (1998). Du logement au chez-soi. In S. Segaud et al. (Eds.), *ibid* (pp. 374–380).
Obradovic, B., & Szybinska Matusiak, B. (2020). Daylight autonomy improvement in buildings at high latitudes using horizontal light pipes and light-deflecting panels. *Solar Energy, 208*, 493–514. https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.074
Volf, C., & al. (2024). Daylight quality: High-transmittance glass versus low transmittance glass – Effects on daylight quality, health, comfort and energy consumption. *Annals of Medicine, 56*(1), 2297273. https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2297273
Drozd, C., Requena-Ruiz, I., & Siret, D. (2016). Matérialités et immatérialités de la lumière chez soi : Expérience sensible et pratiques habitantes. *Cahiers thématiques, 15*, 131–141.
Chen, C. (2017). Science mapping: Une revue systématique de la littérature. *Journal of Data and Information Science*, 1–40. https://doi.org/10.1515/jdis-2017-0006
Chaabouni, S. Z. (2011). *Voir, savoir, concevoir : Une méthode d'assistance à la conception d'ambiances lumineuses par l'utilisation d'images références* [Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine].
Cheniti, H., & al. (2020). Generation and physical characterization of household waste in Annaba city. *Environmental Engineering and Management Journal, 19*(4), 713–720. https://doi.org/10.30638/eemj.2020.067
Cooper Marcus, C. (1995). *House as a mirror of self: Exploring the deeper meaning of home*. Nicolas-Hays.
Bae, C., & Chun, C. (2009). Research on seasonal indoor thermal environment and residents' control behavior of cooling and heating systems in Korea. *Building and Environment, 44*(11), 2300–2307. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.04.003
Calì, D., & al. (2016). Energy performance gap in refurbished German dwellings: Lessons learned from a field test. *Energy and Buildings, 127*, 1146–1158. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.020
Durgut, M. (2021). *The effects of lighting conditions on visual comfort, satisfaction and motivation levels of architecture students* [Thèse de master, İzmir Institute of Technology].
El Khattabi, S., & al. (2024, February 16). Impact of occupant behavior on optimal multi-objective solutions for the design of low-energy buildings. *SSRN*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4705954
Delzendeh, E., Wu, S., Lee, A., & Zhou, Y. (2017). The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80*, 1061–1071. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.264
Lee, E. S., & al. (2022). Advocating for view and daylight in buildings: Next steps. *Energy and Buildings, 265*, 112079. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112079
Eong, C., & al. (2017). Development of awning system using light shelf: Focusing on the light environment and lighting energy reduction performance improvement. *Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 17*(3), 5–13. https://doi.org/10.12813/kieae.2017.17.3.005
Erika Dolníková et al. (2021). Influence of the Adaptation of Balconies to Loggias on the Lighting Climate inside an Apartment Building under Cloudy Sky. Sustainability 13(6) , 3106. DOI: 10.3390/su13063106
Haldi, F., & Robinson, D. (2010). Adaptive actions on shading devices in response to local visual stimuli. *Journal of Building Performance Simulation, 3*(2), 135–153. https://doi.org/10.1080/19401490903580759

Fezzioui et al. (2008). Influence of Dynamic Characteristics of the Building Envelope on Thermal Comfort in Southern Algeria (in French) . Revue des Energies Renouvelables 11, no. 1 , 25-34 .

Francesco De Luca & Jarek Kurnitski. (2018). Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design . Simaud 2018, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands , 63-70.

Gaetani, I., Hoes, P., & Hensen, J. L. M. (2016). Occupant behavior in building energy simulation: towards a fit-for-purpose modeling strategy. *Energy and Buildings*, 121, 188-204. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.03.038

Gene-Harn Lim, & al. (2017). Daylight performance and users' visual appraisal for green building offices in Malaysia. Energy and Buildings,Volume 141 , 175-185.

Gunnlaug Cecilie Jensen Skarning et al. (2016). The effect of dynamic solar shading on energy, daylighting and thermal comfort in a nearly zero-energy loft room in Rome and Copenhagen. Energy and Buildings 135 , 302-311.

H. Yoshino, T. Hong, and N. Nord. (2017). IEA EBC Annex 53: Total Energy Use in Buildings – Analysis and Evaluation Methods. Energy Build., vol. 152, no. March 2013, , 124–136.

Haans A. (2014). The natural preference in people's appraisal of light. Journal of Environmental Psychology, 39 , 51-61.

Habtamu Tkubet Ebuy et al. (2023). Occupant Behavior Impact on Building Sustainability Performance: A Literature Review. *Sustainability*, 15(3), 2440. DOI: 10.3390/su15032440

Hana M. Aljawder & Hala A. El-Wakeel. (2020). Privacy Vs. Daylight: Evaluating the Acceptance of Daylighting Traditional Devices in Contemporary Residential Houses in Bahrain. *International Journal of Sustainable Development and Planning Vol. 15, No. 5* , 655-663. DOI: 10.18280/ijsdp.150508

Hanieh Sarmadi & Mohammadjavad Mahdavinejad. (2023). A designerly approach to Algae-based large open office curtain wall Façades to integrated visual comfort and daylight efficiency. Solar Energy, Volume 251, 350-365.DOI: 10.1016/j.solener.2023.01.021

Haşim Altan & Jitka Mohelnikova. (2015). Windows Influence on Room Daylighting in Residential Buildings. *Journal of Civil Engineering and Architecture 9* , 291-299 . DOI: 10.17265/1934-7359/2015.03.007

Haytham Jaradat et al. (2020). Satisfaction Analysis of Atrium Day Lighting in Jordanian Residential Building . *International Journal of Scientific Research and Engineering Development* . DOI: 10.1063/5.0055653

Hassani Imen et al. (2017). Qualite residentielle en algerie. Une valeur egaree entre le logement standard et les evolutions technologiques. . Sciences&Technologie D–N°46 , 193-206. DOI: 10.1016/j.jobe.2024.110413

Heangwoo Lee a, Hyang-In Jang b, Janghoo Seo . (2018). A preliminary study on the performance of an awning system with a built-in light shelf. Building and Environment, Volume 131 , 255-263.DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.01.016

Heangwoo Lee, & al. (2016). Daylighting performance improvement of a light-shelf using diffused reflection. Indoor Build Environ. 2017, 26, , 717–726. DOI: 10.1177/1420326X16631144

Heng, C. Y. (2021). Integration of Shading Device and Semi-Circle Horizontal Light Pipe Transporter for High-Rise Office Building in Tropical Climate. Journal of

Environmental Research,Engineering and Management Vol. 77 / No. 4 , 122-131. DOI: 10.5755/j01.erem.77.4.29942

Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis, Paris Fokaides. (2021). A review on the approaches in analysing energy-related occupant behaviour research. *Journal of Building Engineering*, 40. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102630

Hiroshi Yoshino et al. (2017). IEA EBC annex 53: Total energy use in buildings—Analysis and evaluation methods. Energy and Buildings,Volume 152 , 124-136. DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.07.038

Houser K.W. (2018). Cloudy with a Chance of Sunbeams. LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America, 14 , 107-110. DOI: 10.1080/15502724.2018.1471941

HRAŠKA, J. (2011). DAYLIGHT REQUIREMENTS IN SUSTAINABLE BUILDING RATING SYSTEMS. *INGINERIA ILUMINATULUI* .

Hunt, D. R. (1980). Predicting artificial lighting use - a method based upon observed patterns of behaviour. *Lighting Research and Technology*, 12(1), 7–14.DOI: DOI: 10.1007/s12273-017-0408-6

Iason Bournas (2020). Daylight compliance of residential spaces: Comparison of different performance criteria and association with room geometry and urban density. Building and Environment, Volume 185 , 107276. DOI: DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.107276

Iason Bournas & Marie-Claude Dubois. (2020). Residential electric lighting use during daytime: A field study in Swedish multi-dwelling buildings. Building and Environment 180 , 106977.DOI : 10.1016/j.buildenv.2020.106977

Ignacio Acosta, Miguel Ángel Campano, Juan Francisco Molina. (2016). Window design in architecture: Analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces. Applied Energy,volume 168 , 493-506. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.02.005

Ing Liang Wong. (2017). A review of daylighting design and implementation in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 959-968. DOI: 10.1016/j.rser.2017.03.061

J. F. Nicol and M. A. Humphreys. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, 34(6), 563–572. DOI: DOI: 10.1016/S0378-7788(02)00006-3

Javiera Morales-Bravo & Pablo Navarrete-Hernandez . (2022). Enlightening wellbeing in the home: The impact of natural light design on perceived happiness and sadness in residential spaces. Building and Environment, volume 223 , 109317. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109317

Jeffrey Niemasz et al. (2011). Solar Zoning and Energy in Detached Residential Dwellings. Simaud . DOI: 10.1068/b38055

João Pedro De Melo Souza et al. (2023). Investigando a influência das variáveis arquitetônicas na iluminação natural do poço de luz residencial. Revista de Arquitectura 26(1) , 93-112. DOI: 10.14718/RevArq.2024.26.4599

Joye, Y., & Van Den Berg, A. E. (2019). Restorative Environments. Dans I. John Wiley & Sons, Environmental Psychology: An Introduction (pp. 66-75). L. Steg & J. I. M. De Groot (Eds.). DOI: 10.1002/9781119241072.ch1

Juliana Portela Vilar de Carvalho et al. (2018). The impact of occupant behavior on daylight performance of an office room in a tropical climate. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 12, 205-212.

Julia K. Day et al. (2019). Blinded by the light: Occupant perceptions and visual comfort assessments of three dynamic daylight control systems and shading strategies. Building and Environment, Volume 154 , 107-121.

Kamel, T. M. (2024). Optimizing the view percentage, daylight autonomy, sunlight exposure, and energy use: Data-driven-based approach for maximum space utilization in residential building stock in hot climates. Energies, 17(3), 684.

Karim Tedjani . (2021). Le developpement durable en Algerie,Portrait et diagnostic d'un rendez-vous en suspens. CHANGEMENT CLIMATIQUE, ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT .

KESKIN, Z. (2019). Investigating the effect of daylight on seating preferences in an open-plan space: A comparison of methods. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the University of Sheffield.

Khaled Al Omari. (2016). The impact of daylight on occupant's satisfaction: In the Residential apartments of Amman, Jordan. International Journal of Applied Environmental Sciences , 551-557.

Khaled Alhagla, Alaa Mansour, Rana Elbassuoni . (2019). Optimizing windows for enhancing daylighting performance and energy saving. Alexandria Engineering Journal , Volume 58, Issue , 283-290.

KL Lau et al. (2012). Preferred solar access in high-density, sub-tropical housing. Lighting Research and Technology . DOI: 10.1016/j.solener.2011.04.026

Kumar et al. (2013). "Predicting energy requirement for cooling the building using artificial neural network. Journal of Environmental Engineering And Technology 2, no. 1 , 2165-8315. DOI: 10.6000/1929-6002.2012.01.02.6

Kristýna Schulzová & Daniela Bošová. (2019). The quality of daylight in various types of residential buildings. Dans Proceedings of the envibuild 2019, Buildings and Environment. DOI: 10.2478/9788395669699-026

EDWARDS . L & P. Torcellini. (2002). *Literature review of the effects of natural light on building occupants.* National Renewable Energy Laboratory. DOI: 10.2172/15000841

LIANG, X . (2009). Revue de Mapping Knowledge Domains. Libr. J. 28 , 58–62. Conference: Brain Informatics - International Conference, BI 2011, Lanzhou, China, September 7-9, 2011. Proceedings DOI: 10.1007/978-3-642-23605-1_33

Lies Vanhoutteghem et al. (2015). Impact of façade window design on energy, daylighting and thermal comfort in nearly zero-energy houses. Energy and Buildings . DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.05.018

Lishu Hong et al. (2024). Daylight Availability of Living Rooms in Dense Residential Areas under Current Planning Regulations: A Cross-Region Case Study in China. Building 14(4) , 1090. DOI: 10.3390/buildings14041090.

M.S. Alrubaih et al. (2013). Research and development on aspects of daylighting fundamentals. Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 21 , 494-505. DOI: 10.1016/j.rser.2012.12.057

Makhlouf Salma, et al. (2024). *Assessment Of Occupants' Behaviour On The Indoor Luminous Ambiances Of Collective Residential Buildings: A Case Study From Annaba, Algeria.* Bulletin Of The Serbian Geographical Society 104(1), 297-310.DOI: DOI: 10.2298/GSGD2401297M

Mala Endravadan, Françoise Thellier, Françoise Monchoux. (2004). *Effets du comportement humain sur le confort et la consommation d'énergie dans l'habitat climatisé.* Annecy.

Malpas, Jeff. (2006). *Heidegger's topology: being, place, world*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

Marta Gruszczynska et al. (2018). Multichannel singular spectrum analysis in the estimates of common environmental effects affecting GPS observations. *Pure and Applied Geophysics*.

M Knoop et al. (2019). Daylight: What makes the difference? *The Chartered Institution of Building Services Engineers*, 423-442.

Martin Moeck & Smita Anaokar. (2006). Illuminance analysis from high dynamic range images. *LEUKOS*, 2(3), 211-228.

May Woo et al. (2021). Access to daylight and views improves physical and emotional wellbeing of office workers: A crossover study. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3.

Mayhoub, M. (2014). Innovative daylighting systems' challenges: A critical study. Energy and Buildings. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.04.019 .

Mehmet Sait Cengiz. (2022). Use of Daylight in Houses and Villas from Modern Architectural Buildings. European Journal of Science and Technology No. 38 , 247-258. DOI: 10.52520/masjaps.128

Michael Alvaa , Alex Vlachokostas, Nicholas Madamopoulos. (2020). Experimental demonstration and performance evaluation of a complex. Solar Energy,volume 197 , 385-395.DOI : 10.1016/j.solener.2020.01.012

Michael Papinutto, et al. (2022). Saving energy by maximising daylight and minimising the impact on occupants: An automatic lighting system approach. Energy & Buildings . DOI: 10.1016/j.enbuild.2022.112176

Mohammed Nadhim Majeed. (2019). Impact of Building Typology on Daylight Optimization Using Building Information Modeling: Apartments in Erbil City as a Case Study. Journal of Daylighting 6(2) , 187-201.

Mohammad Hakimazari et al. (2024). Multi-objective optimization of daylight illuminance indicators and energy usage intensity for office space in Tehran by genetic algorithm. Energy Reports,Volume 11 , 3283-3306. DOI: 10.1016/j.egyr.2024.03.011

Morsy et al. (2018). "Effect of Thermal Insulation on Building Thermal Comfort and Energy Consumption in Egypt . Journal of Advanced Research in Applied Mechanics 43, no. 1 , 8-19.

Muhammad Syukri Talip et al. (2021). Optimising Daylighting Performance in Tropical Courtyard and Atrium Buildings for Occupants' Wellbeing . Aicqol2021, AMER International Conference on Quality of Life, Colmar Tropicale , 94-102. DOI: 10.21834/ebpj.v6i16.2710

N. Gentile, E.S. Lee, W. Osterhaus et al. (2022). Evaluation of integrated daylighting and electric lighting design projects:Lessons learned from international case studies. *Energy & Buildings ,268* , 11219. DOI: 10.1016/j.enbuild.2022.112191

Nanet Mathiasen et al. (2021). Daylight conditions in housing–Its role and priority in Danish building regulations. Architecture, Structures and Construction , 23–37.

Natalia Giraldo Vasquez, et al. (2022). Lighting conditions in home office and occupant's perception: Exploring. Energy & Buildings 261 , 111977.

Nataša Šprah & andmitja Košir . (2019). Daylight Provision Requirements According to EN 17037 as a Restriction for Sustainable Urban Planning of Residential Developments. *Sustainability 2020, 12(1)* , 315.

Nikhil Kumar & Ronita Bardhan. (2021). Optimizing Building Fenestration Design for Daylight and Energy Savings in Low-Income Housing: Case of Mumbai, India. Urban Science and Engineering Proceedings of ICUSE , 447–458. DOI: 10.1007/978-981-33-4114-2_36

Niko Gentile et al. (2022). Evaluation of integrated daylighting and electric lighting design projects: Lessons learned from international case studies. Energy and Buildings 268(5) , 112191. DOI : 10.1016/j.enbuild.2022.112191

Ochuko K. Overen et al. (2021). Passive Solar and Conventional Housing Design: A Comparative Study of Daylighting Energy Efficiency Potential. *Frontiers in Energy Research,Volume 9, Article 668906*. DOI: 10.3389/fenrg.2021.668906

Øyvind Aschehoug et al. (2000). *Daylight in buildings - A source book on daylighting systems and components*. LBNL Report Number: LBNL-47493. Publisher: Lawrence Berkeley National Laboratory.

Özge Karaman Madan et al. (2024). Restorative effects of daylight in indoor environments – A systematic literature review. Journal of Environmental Psychology , 102323. DOI: 10.1016/j.jenvp.2024.102323

Peng Xue et al. (2015). Post-occupancy evaluation of sunshades and balconies' effects on luminous comfort through a questionnaire survey. Building Services Engineering Research and Technology , 1-14. DOI: 10.1177/0143624415596472

Peng Xue et al. (2014). The effects of daylighting and human behavior on luminous comfort in residential buildings: A questionnaire survey. Building and Environment , 51–59.DOI : 10.1016/j.buildenv.2014.06.011

Peng Xuea et al. (2017). How to choose a better envelope design? A balance between energyand daylighting performance. Procedia Engineering 205 , 1027–1033.

Per Arnold Andersen et al. (2014). *Daylight, energy and indoor climate basic book*. VELUX Knowledge Centre for Daylight, Energy and Indoor Climate (DEIC), version 3.0.

Peter Robert Boyce et al. (2022). Indoor lighting standards and their role in lighting practice. *Lighting Research & Technology*, 54(7), 730-744. DOI: 10.1177/14771535221126413

Rancesco lollisamuele et al. (2022). Post-Occupancy Evaluation’s (POE) Applications for Improving Indoor environmentt Quality (IEQ). Toxics , 1-24. DOI: 10.3390/toxics10100626

Rolle, C.-A. (2007). Qualités d'usage des bâtiments et contraintes énergétiques: synergie ou antagonisme? Revue Économique et Sociale , 181-195.

R. J. Cole, Green. (2003). Buildings - reconciling technological change and occupant expectations. *Buildings, Culture and Environment: Informing Local and Global Practices*, 57–82. DOI: 10.1002/9780470759066.ch5

Salem Dahech & Abdallah Saihia. (2019). Pollution atmosphérique et brise de mer à Annaba (nord-est de l’Algérie) : cas de l’ozone et du dioxyde de soufre. *Climatologie*, 16, 1-22. DOI: 10.4267/climatologie.1367

Saranathan Pragati et al. (2022). Simulation of the Energy Performance of a Building with Green Roofs and Green Walls in a Tropical Climate. Sustainability 2023, 15(3) , 1-17. DOI: 10.3390/su15032006

.

Sebastian W., Davide C., John K., Henrik M. (2019). Carbon dioxide-based occupancy estimation using stochastic differential equations. *Applied Energy*, 236, 32-41.

Sajal Chowdhury et al. (2011). DAYLIGHT PERFORMANCE AND ENERGY CONSUMPTION IN A SIMPLE ROOM OF RESIDENTIAL BUILDING IN DHAKA CITY, BANGLADESH. *28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2011)* , 239-244.

Sehar Abidi & Priyadarsini Rajagopalan. (2020). Nvestigating Daylight in the Apartment Buildings inmelbourne, Australia. Infrastructures 5(10):81 , 1-13.

Selkowitz, S. K. (2017). The Challenge of Effective Daylighting. Dans Effective Daylighting with High-performancefacades, Emerging Design Practices (p. 269). Switzerland: Springer International Publishing.

Seyed Mohammad Mousavi et al. (2018). Impact of Furniture Layout on Indoor Daylighting Performance in Existing Residential Buildings in Malaysia. Journal of Daylighting 5 , 1-13.

Seyed Mohammad Reza Adel Nasab , Shabnam teimourtashshabnam . (2023). Improving daylight performance of residential light wells in dry-cold climate: Optimization and sensitivity analysis. Solar Energy 264(112048) .

Seyed Tabadkani, A. R. (2021). Daylight in Buildings and Visual Comfort Evaluation: the Advantages and limitations. Journal of Daylighting 8 , 181-203.

Sharifah Nor Fairuz Syed Husin & Zarina Yasmin Hanur Harith . (2018). The Performance of Daylight through Various Windows for Residential Buildings . Asian Journal of Environment-Behaviour Studies (aje-Bs), 3(6) , 169-178.

Shuqin Chen et al. (2015). Definition of occupant behavior in residential buildings and its application to behavior analysis in case studies. *Energy and Buildings*, 104, 1-13.

Simona D'Oca & Valentina Fabi. (2014). Effect of thermostat and window opening occupant behavior models on energy use in homes. *Building Simulation*, 7, 683–694.

Suk, J. Y. (2019). Luminance and vertical eye illuminance thresholds for occupants' visual comfort in daylit office environments. Building and Environment,Volume 148 , 107-115.

Ted Johnson, Tom Long. (2005). Determining the frequency of open windows in

Suzanne Déoux, Odile Massot, Véronique Girard. (2011). L'habitat, facteur de santé des trente dernières années de vie des aînés ? Gérontologie et société (vol. 34 / n°136), , 91 à 103.residences: A pilot study in Durham, North Carolina during varying temperature conditions. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 329-349.

Taesub Lim et al. (2020). Evaluation of Daylight and Cooling Performance of Shading Devices in Residential Buildings in South Korea. Energies 13(18):4749 , 1-14.

TECHIO, L. M.et al. (2021). Iluminação natural em habitação multifamiliar: o caso do conjunto residencial videiras, Santa Maria,RS. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 12, .

Terri Peters & Ted Kesik. (2018). Daylight Simulation for Multi-Unit Residential Buildings:Occupant-Centered Approaches to Assessment. Conference: esim 2018At: Montreal, Quebec , 1-10.

Theofanis Psomas et al. (2023). Influence of indoor environmental quality and dwelling satisfaction aspects on overall satisfaction: Findings from a Swedish national survey. E3S Web of Conferences 01033 . DOI: 10.1051/e3sconf/202339601033

Tika Hanjani et al. (2024). Analysing light pipe two-side aperture in dense population housing to improve the visual and thermal condition. Energy and Built Environment 5 , 787-799.DOI: 10.1016/j.enbenv.2023.06.007

Timur doganye & Chan parkye . (2017). A New Framework for Residential Daylight Performance Evaluation. Conference: Building Simulation 2017At: San Francisco , 170-178. DOI: 10.26868/25222708.2017.103

Tianzhen Hong et al. (2015). An ontology to represent energy-related occupant behavior in buildings. Part I: Introduction to the dnas framework. *Building and Environment*, 92, 764-777. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.02.019

Tianzhen Hong et al. (2017). Occupant behavior models: A critical review of implementation and representation approaches in building performance simulation programs. *Building Simulation*, 11. DOI: 10.1007/s12273-017-0396-6

Thierry, Paquot. (2005). Habitat, habitation, habiter, ce que parler veut dire... Informations sociales /3 (n° 123), 48-54.

Valerio R.M. Lo Verso et al. (2014). Daylighting as the Driving Force of the Design Process: from the Results of a Survey to the Implementation into an Advanced Daylighting Project . Journalof Daylighting 1 , 36-55.

Van Eck, NJ; Waltman, L. (2010). Enquête sur les logiciels : vosviewer, un programme informatique de cartographie bibliométrique . Scientometrics , 84 , 523–538. DOI: 10.1007/s11192-009-0146-3

Vivian WY Tam et al. (2018). Energy-related occupant behaviour and its implications in energy use: A chronological review. *Sustainability*, 10(8), 2635. DOI: 10.3390/su10082635

Wael Seddik Moustafa et al. (2018). Building performance assessment of user behaviour as a post occupancy evaluation indicator: Case study on youth housing in Egypt. Building Simulation 11(4). DOI: 10.1007/s12273-017-0395-7

Wipa Loengbudnark et al. (2023). Impact of occupant autonomy on satisfaction and building energy efficiency. *Energy and Built Environment*, 377-385. DOI: 10.1016/j.enbenv.2022.02.007

Won Hee Ko, et al. (2021). A window view quality assessment framework. LEUKOS, The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America . DOI: 10.1080/15502724.2021.1965889

Xuanning Qi et al. (2024). A study of subjective evaluation factors regarding visual effects of daylight in offices using machine learning. Journal of Building Engineering, Volume 86 . DOI: 10.1016/j.jobe.2021.103407

Yasmine Mahmoud Saad Abdelhamid et al. (2023). The effect of parametric patterned façade variations on daylight quality, visual comfort, and daylight performance in architecture studio-based tutoring. *Journal of Daylighting*, 10, 173-19. DOI: 10.15627/jd.2023.15

Zarrabi, M., et al. (2021). Covid-19 and healthy home preferences: The case of apartment residents in Tehran. Journal of Building Engineering, 35, 102021. DOI: 10.1016/j.jobe.2020.102021

Article de conference

Belakehal, A., Tabet Aoul, K., And Bennadji, A. (2003). An evaluation method for daylighting quality in buildings under clear sunny skies. Dans Craig, T. (ed.) *Proceedings of the 3rd Conference of the Environmental Psychology in the UK (EPUK)*, 70-79.

Dogan Ye Chan Park & Timur. (2019). Adapting the Residential Daylight Score for Arid, Hot, and Humid Climates. Conference: Building Simulation 2019 .

F. Rashid et al. (2017). Performance analysis and investigation for the development of energy efficient building. Proceedings of the International Conference on

Mechanical Engineering and Renewable Energy(ICMERE2017). Chittagong, Bangladesh.

Fariha Seraj et al. (2018). Performance evaluation of window location and configuration to improve daylighting of residential apartment buildings . International Conference on Green Architecture (icgra 2018) .

Guanzhou Ji. (2020). Daylight Availability and Occupant Visual Comfort in Seattle Multi-Family Housing. Conference: Building Performance Analysis Simbuild Virtual Conference , 93-102.

Iason Bournas et al., (2019). Relation between occupant perception of brightness anddaylight distribution with key geometric characteristics inmulti-family apartments of Malmö, Sweden. Ournal of Physics: Conference Series 1343 , 012161.

Jihad Awada & Lamia Abd-Rabo. (2020). Daylight and Energy Performance Optimization in Hot - Arid Regions: application and adaptation guide for designers in the UAE. 1st International Conference on Optimization-Driven Architectural Design (OPTARCH 2019) (pp. 237–244). Procedia Manufacturing 44 .

Le sommet des villes. (1996). Conférence des nations unies sur les etablissement humains (habitat III) .

M.L. Hendrik et al. (2017). Daylighting Performance of Various Layout Alternatives in an Open Building Apartment in Surabaya. *The 3 International Seminar on Science and Technology, Postgraduate Program Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia* , 107-111.

Max Marschall, Arhang Tahmasebi, Burry. (2019). Including occupant behavior in building simulation: Comparison of a deterministic vs. A stochastic approach. Conference: 2019 Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture & Urban Design, Atlanta.

William J.N. Turner, Tianzhen Hong. (2013). A technical framework to describe energy-related occupant behavior in buildings. Conference: The Behavior, Energy and Climate Change - BECC. UC Berkeley: California Institute for Energy and Environment (CIEE). DOI: 10.13140/2.1.4973.7926

Z A Kiliç , A Köknel Yener . (2021). Determining Proper Daylighting Design Solution for Visual Comfort and Lighting Energy Efficiency: A Case Study for High-Rise Residential Building. Journal of Physics: Conference Series, Volume 2069, 8th International Building Physics Conference (IBPC 2021) Copenhagen, Denmark , 25-27.

Livre

A.DE HERDE & A.LIEBARD. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique*. Moniteur.

Augoyard, J.-F. (1995). L'environnement sensible et les ambiances architecturales. Dans L'Espace géographique, 24(4), 302-318.

Bachelard, Gaston. (1994). *The poetics of space*. Beacon Press.

BOUBEKRI Mohamed. (2014). DAYLIGHTING DESIGN planning strategies and best practice solutions. Berlin: Birkhäuser Verlag gmbh.

Boyce, P. (2014). *Human factors in lighting* (3rd ed.). Taylor and Francis Group.

Claude-A. Roulet,Chrit Cox,Birgit Müller,Eduardo De Oliveira Fernandes. (2012). Design of Healthy, Comfortable, and Energy-Efficient Buildings. Dans Sustainable Environmental Design in Architecture. Ding-Zhu Du.

Claude-Alain Roulet. (2012). Eco-confort : Pour une maison saine, confortable et a basse consommation. Lausanne: PPUR.

Champenois, I. (2020). *L'habitat intermédiaire, l'habitat de l'entre-deux*. École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon.

Eleb-Vidal, Monique & Mandoul, Thierry. (1988). *Penser l'habité : le logement en questions, PAN 14*. Paris: Éditions Mardaga.

ICEB. (2012). *Les guides bio-tech, l'éclairage naturel*. Paris: L'ARENE Île-de-France et de l'iceb.

Lefebvre, Henri. (1991). *The production of space*. Oxford: Éditions Anthropos.

Lussault, M. (2003). Article « habitat », in (dir.), dans L. J. M., *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (pp. 437-438). Belin.

LECHNER, N. (2015). Heating, cooling, lighting : sustainable design methods for architects. Canada: Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

MOCH, s.-l. G.-l.-l. (1999). Habitat et santé. , 196-213.

Roulet, C.-A. (2012). Éco-confort : Pour une maison saine, confortable et à basse consommation. Lausanne : PPUR.

Walitsky, P. (2002). Sustainable lighting products. Philips.

Zumtobel. (2018). *The lighting handbook*

Lois, décrets et documents Administratifs

Le décret exécutif n° 2000-90 du 19 Moharram 1421 (correspondant au 24 avril 2000)

Le décret exécutif n° 04-149 du 29 Rabie El Aouel 1425 (correspondant au 19 mai 2004)

Décret exécutif n°15-19 du25 janvier 2015 fixant Les modalités d'instruction et de délivrance des actes d'urbanisme.

Décret présidentiel n° 18-73 du 9 Joumada Ethania 1439 correspondant au 25 février 2018 portant ratification de la convention d'entraide judiciaire en matière pénale entre le Gouvernement de la République algérienne démocratique et populaire et le Gouvernement de la République française, signée à Paris, le 5 octobre 2016.

Arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation

Arrêté interministériel du Aouel Dhou El Hidja 1429 correspondant au 29 novembre 2008 définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique.

Loi RT 2012 de l'arrêté du 28 décembre 2012

Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie

Loi n°90-29 du 1 er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme

Plan Directeur d'amenagement Et d'urbanisme-Annaba (PDAU)

Plan d'occupation de sol - Cité Oued El-Fourcha -Annaba (POS)

Rapports et guides

Alastair Blyth and Anthony. (2006). Guide to Post Occupancy Evaluation. Department of Property and Construction, School ofarchitecture and the Built Environment.

APRUE. (2021). *Le petit guide de la famille économe*. Alger: Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.

Boyce, P. Et al. (2003). The Benefits of Daylight through Windows Sponsored by : Capturing the Daylight Dividend Program The Benefits of Daylight through Windows. 1–88.

EBC. (2017). *Annex 66: Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings,Technical Report:Studying Occupant Behavior in Buildings: methodsand Challenges.* USA: Tianzhen Hong, LBNL.

Le ministère français de la Santé et le Bureau régional de l'oms pour l'Europe. (2007). La réglementation Habitat & Santé en Europe- Présentation du projet .

Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich,. *Lumière naturelle - Qualité maximale de la lumière dans le bâtiment Minergie.* Menergie Suisse .

Sonatrach. (2022). *Bilan énergétique national 2021*.

Thèses

Abdelkrim Heraou. (2012). *Évolution des politiques de l'habitat en Algérie : le L.S.P. comme solution à la crise chronique du logement, cas d'étude la ville de Chelghoum Laïd*. Sétif: Université Ferhat Abbas, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Département d'Architecture.

Adel, G. (2018). *Génèse des transformations de l'habitat dans les quartiers planifiés : cas de 500 logements participatifs à Chetma*. Biskra: Université Mohamed Khider.

Aman, J. (2017). *Impact of windows for daylighting on thermal comfort in architecture design studios in Dhaka*. Bangladesh: Thesis for Master of Architecture, Bangladesh University of Engineering and Technology.

BENHALILOU, K. (2008). *Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique éstival du batiment. Cas du climat semi-aride.* Constantine: Université De Constantine 3

BATIER, C. (2016). *Confort thermique et énergie dans l'habitat social en milieu méditerranéen : d'un modèle comportemental de l'occupant vers des stratégies architecturales*. Montpellier: Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, Laboratoire Innovation Formes Architectures Milieux.

Basnet, B. (2022). DAYLIGHTING in ENERGY EFFICIENCY A case of office building in Kathmandu. Lalitpur, Nepal: tesis of TRIBHUVAN UNIVERSITY.

BELAFI, Z. D. (2018). *Analysis and Modelling of Occupant Behaviour to Support Building Design and Performance Optimisation*. Budapest University of Technology and Economics.

BENZAOUI, Amel. (2013). *Le processus de création d'un habitat individuel de qualité : cas de la ville d'Ain Beida*. Annaba: Université Badji Mokhtar.

BENDEKKICHE, S. (2017). *Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse*. Biskra: Université Mohamed Khider.

BASNET, B. (2022). *Daylighting in energy efficiency : A case of office building in Kathmandu*. Lalitpur, Nepal: Thesis of Tribhuvan University.

BENZERARA, Amine. (2021). *Du confort urbain au développement urbain qualitatif : cas des espaces publics à Annaba*. Annaba: Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de la Terre, Département d'Architecture.

BESBAS Yasmina. (2019). *Caractérisation du confort thermique estival dans les chambres des malades : cas des hôpitaux de Biskra*. Biskra: Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider.

CHAOUI, Saleh. (2018). *Gérer les déchets solides urbains à Annaba (nord-est algérien) : diagnostics & perspectives*. Annaba: Université de Badji Mokhtar.

CHAMILOTHORI, K. (2019). Perceptual effects of daylight patterns in architecture. Lausane : la Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit.

CHERIER, M. K. (2018). *L'utilisation passive de l'énergie solaire dans les habitats de Ghardaïa*. Tlemcen: Doctorat en Sciences, Université Abou-Bekr Belkaïd.

CHINITI, Hamza. (2014). *La gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba*. Annaba: Université Badji Mokhtar.

Christoffersen, J. (1995). Daylight utilisation in office buildings. *SBI REPORT 258 . Danish Building Research Institute*.

DAFRI, Ibtissem. (2021). *Habitat urbain : confort et pratique dans les espaces publics extérieurs, cas de la ville d'Annaba*. Biskra: Université Mohamed Khider.

Gallas, M. A. (2009). Lumière naturelle en phase de conception, quels outils/méthodes pour l'Architecte? Mémoire de Master recherche. Nancy. Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie (UMR MAP/CRAI)-École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy.

Jiang, S. (2015). Measuring the impact of occupant behaviour on. Cardiff University: Welsh School of Architecture.

LAAROUSSI, Yousra. (2023). *Holistic monitoring approach of occupant behavior analysis in residential buildings.* Université de Lyon; Université Abdelmalek Essaadi (Tanger, Maroc), Faculté des Sciences et Techniques.

LAOUAR ,Dounia. (2018). *La configuration spatiale des espaces publics urbains ouverts et le comportement des usagers : l'accessibilité visuelle, la sécurité et la coprésence, cas de la ville d'Annaba*. Annaba: Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de la Terre, Département d'Aménagement.

Mathieu Bonte. (2014). Influence du comportement de l'occupant sur la performance énergétique du bâtiment, Modélisation par intelligence artificielle et mesures in situ. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse.

DOYLE, M. (2022). Optimising the quality of light through habitable. Victoria University.

Mehallaine, Nabila. (2015). *La politique d'habitat et son impact sur le cadre urbain : cas d'étude, la ville Souk-Ahras.* Annaba: Faculté des Sciences de la Terre, Département d'Architecture.

MEFTAH Nabil & Zine Labidine Mahri. (2021). Analysisof Algerian energy efficiency measures in buildings for achieving sustainable development goals. Journal of Renewable energiesgécleree'21 - Médéa , 37-44.

OULED CHEIKH, Roumaissa. (2015). *Habitat et démarche de projet : l'occasion de réinvestir qualitativement le processus de production de l'habitat informel*. Annaba: Faculté des Sciences de la Terre, Département d'Architecture, Université Badji Mokhtar – Annaba.

SAADI, M. Y. (2019). *Paramètres physiques des ambiances lumineuses : Un modèle numérique pour l'évaluation des ambiances lumineuses*. Biskra: Thèse de doctorat en sciences, Université Mohamed Khider.

CHAABOUNI Salma et al. (2008). *Conception des ambiances lumineuses : navigation et raisonnement par l'image pour la formulation des intentions*. École d'Architecture de Nancy.

Sarith, S. (2018). Parametric modeling strategies for efficient annual analysis of daylight in buildings. The Pennsylvania State University, Department of Architectural Engineering.

Schweiker, M. (2010). Occupant behaviour and the related reference levels for heating and cooling. Japan: Tokyo City University, Yokohama

TEBBANI, H. (2017). *Évaluation du confort thermique extérieur : effet*. Constantine: Université Constantine 3, Faculté d'Architecture et d'Urbanisme.

TIXIER, N. (2001). *Morphodynamique des ambiances construites*. Grenoble: Thèse de doctorat, Université de Nantes - École polytechnique de l'Université de Nantes.

Vorger, E. (2014). Étude de l'influence du comportement des habitants sur la performance énergétique du bâtiment. Paris: Génie civil. École Nationale Supérieure des Mines de Paris.

Zeghichi, H. (2014). *Bien-être et santé dans les logements collectifs : l'exemple de quelques cités de Batna*. Biskra: Université Mohamed Khider de Biskra.

-Crédits webographique

AEC. (2006). *Visualdoe 4.0*. Architectural Energy Corporation.

Alexandre Cornillon. (2024). *Sortlis.blog*. Consulté le 27 mai 2024, sur https://www.sortlist.fr/blog/pyramide-de-maslow/

Climate-data. (2019). Consulté le 14 mars 2024, sur https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/annaba/annaba-3685/

Daylight.academy. (2024). Consulté le 05 23, 2024, sur https://daylight.academy/events/annual-conference/

Energie +. (2007). Consulté le 14 mars 2024, sur https://energieplus-lesite.be/theories/eclairage12/physique-lumiere/eclairage-naturel-et-ses-variations/

ETH Zurich. (2023). Consulté le 25 mai 2024, sur https://indico.cern.ch/event/1283585/

FAOLEX. (2004, 14 juillet). Consulté le 18 septembre 2024, sur https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC045978

Guide de bâtiment durable. (2020). Bruxelles. Consulté le 22 février 2024, sur Limiter les gains solair

RT-RE batiment . (2020). Ministére de la transition ecologique et de la cohésion des territoires . Consulté le 09 18, 2024, sur https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/textes-exigences-et-methode-a703.html

Rémi Boscher. (2020). Construction 21 France. Consulté le 6 février 2024, sur [Dossier Santé] #6 - Confort visuel et ambiances lumineuses, définitions et enseignements: https://www.construction21.org/france/articles/h/Confort-visuel-et-ambiances-lumineuses-definitions-et-enseignements.html

World health organization WHO. (2018). Housing and health guidelines. CC BY-NC-SA 3.0. Https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376

-Crédits photographique

Auteure .(2024) .Schéma de l'analyse conceptuelle.

Auteure .(2024) .Processus de l'évaluation post-occupationnelle. Inspiré de (Alastair Blyth and Anthony, 2006)

Auteure .(2024) .Structure de la thèse.

Auteure .(2024) .Schéma de recherche dans la littérature .

Auteure .(2024) .Statistique sur les types de documents traitant le sujet de l'éclairage naturel dans l'espace habité. Scopus Analysis

Auteure .(2024) .Les pays pionniers des recherches scientifiques sur l'éclairage naturel dans l'espace habité. Vosviewer.

Auteure .(2024) Statistique des domaines englobant la recherche sur l'éclairage. Vosviewer.

Auteure .(2024). Statistique des méthodes de recherche utilisées dans les recherches scientifiques.

Auteure .(2024). Contribution originale de cette recherche .

Per Arnold Andersen, & al. (2014). Diagramme du spectre électromagnétique montrant l'emplacement du spectre visible.

Auteure .(2024). Composante de la lumière naturelle.

A.DE HERDE & A.LIEBARD. (2005).Rayonnement solaire global, direct et diffus.

A.DE HERDE & A.LIEBARD. (2005).Scenario des types de ciel.

Aman. (2017).Facteurs influençant les performances à la lumière du jour.

Per Arnold Andersen, & al. (2014).Fréquence du temps en % pour trois villes européennes différentes.

KESKIN. (2019).Variation annuelle de la course du soleil pour (a) Diagramme stéréographique du trajet solaire, (b) angles Solaires de position pour la localisation précise du soleil .

Per Arnold Andersen, & al.(2014) Éclairement global dans les régions du Nord et du Sud de l'Europe.

Per Arnold Andersen, & al.(2014) Un diagramme montrant la trajectoire du soleil au solstice d'hiver (jour le plus court).

Robertson.(2002).Les facteurs déterminants de la pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur.

Robertson. (2002).Angle d'exposition au ciel.

Dispositifs d'ombrage, internes et externes. Source: Guide de bâtiment durable. Brussels, 2020

Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich. (2020). Lumière naturelle comme générateur de rythme.

A.DE HERDE & A.LIEBARD . (2005). Stratégie d'ouverture et de contrôle d'éclairage naturel.

A.DE HERDE & A.LIEBARD . (2005). Norme de la quantité d'éclairage naturel dans le bâtiment .

Auteure .(2024) .Représentation d'une « ambiance vécue ».Source: (Chaabouni, 2011).

Auteure .(2024) .paramètre des ambiances lumineuses.

Augoyard Jean-François. (1995).Structure des renvois analogiques et place de l'ambiance. Chaabouni. (2011).l'ambiance de la lumière du jour.

Représentation schématique de l'ambiance lumineuse. Source: (Les guides bio-tech, l'eclairage naturel, 2012).

Auteure .(2024) .Indicateurs typologiques d'éclairage naturel.

Auteure .(2024) .Indicateurs topologiques d'éclairage naturel.

Auteure .(2024) .Indicateurs morphologiques d'éclairage naturel.

A.DE HERDE & A.LIEBARD. (2005). L'évolution du spectre lumineux de la lumière naturelle modifie l'aspect d'un bâtiment (Opéra de Sydney arch. J. Utzon).

Diagramme de Kruithof. Source: l'éclairage naturel des bâtiments,2004

Relation entre le comportement de l'occupant et le système du bâtiment

Alexandre Cornillon . (2024). Le pyramide de Maslow.

Auteure .(2024) .Deux catégories de comportement de l'occupant . Source: (Tianzhen Hong1 et al., 2017)

Mala Endravadan, Françoise Thellier, Françoise Monchoux. (2004). Boucle de rétroaction pour l'ajustement comportemental

Auteure .(2024) .Le cadre théorique du comportement des occupants . D'apres William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013

Auteure .(2024) .Facteurs à l'origine du comportement des occupants en matière d'énergie. Source: (William J.N. Turner,Tianzhen Hong, 2013)

William J.N. Turner,Tianzhen Hong. (2013).Le besoins de l'occupant dans le bâtiments.

Auteure .(2024) . Actions entreprises par les occupants du bâtiment lorsque leurs besoins ne sont pas satisfaits. Source:

Auteure .(2024) .Systèmes du bâtiment avec lesquels un occupant peut interagir, entraînant un changement dans la consommation énergétique du bâtiment.

Vivian WY Tam et al., (2018). Facteurs influents sur le comportement des occupants.

Sebastian W , Davide C , John K , Henrik M .(2019).Disposition des conducteurs, des besoins et des actions comportementales des occupants.

Auteure .(2024) .Facteur de l'utilisation de l'éclairage par l'occupant.

Boulet . (2009).phénomène mise en jeu par rapport a la sensation d'ambiance par l'individu

Laaroussi Yousra. (2023). Facteurs influençant l'ouverture et la fermeture des fenêtres.

Jiang. (2015).les paramètres influencent les comportements des occupants liés à l'énergie.

Jiang. (2015).paramètres élargis du comportement des occupants liés à l'énergie.

Auteure . (2024).Situation de la ville d'Annaba. Google Earth

Auteure. (2024).Les Dairas et les communes de la wilaya d'Annaba. Source: Gifex.com consulté le 11/09/2024

Dounia LAOUAR. (2018). Les différents tissus composant la ville d'Annaba. Archives de la ville, PDAU.

SAOULI Rim Amina. (2018). Le relief de la ville d'Annaba.

Marta Gruszczynska et al. (2018). Carte mondiale de la classification climatique de Köppen-Geiger.

Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie. Data: 1999 - 2019: Heures de soleil. Source: fr.climate-data.org. Consulté le 09/06/2024.

Zemmouri. (2005).Disponibilité de a lumière naturelle en Algerie.

Le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux, nuageux et de précipitations. Lien: meteoblue.com/fr

Durée d'ensoleillement dans la ville d'Annaba. Lien:(climate-data , 2019)

Ouled Cheikh Roumaissa. (2015) Répartition du Parc logement total des ménages ordinaires selon le statut d'occupation du logement et par Commune. Source: (Résultats exhaustifs du RGPH 2008-ONS-

CHINITI Hamza. (2014). Types d'habitats dans la ville d'Annaba.

Auteure .(2024) .Vue sur immeubles d'habitat collectif dans la ville d'Annaba.

Auteure .(2024) .Type d'habitat individuel en pente.

Vue sur un quartier d'habitat traditionnel a la veille ville d'Annaba. Lien: http://www.tripadvisor.co.za

Auteure .(2024) .carte de situation et de délimitation de cas d'étude. PDAU Annaba.

Auteure .(2024) .Analyse de l'environnement immédiat des bâtiments d'étude. PDAU Annaba .

Auteure .(2024) .Vue sur façade principale.

Auteure .(2024) .. Vue sur façade arrière .

Auteure .(2024) .19.Vue sur façade latérale.

Auteure .(2024) .Etats actuels des bâtiments d'étude.

Auteure .(2024) .Vue en plan sur les bâtiments d'étude.

Auteure .(2024) .Plan d'ensemble des bâtiments étudiés.

Olivier. (2009).Schéma Feedback constitué par l'epo .

Olivier. (2009).Schéma Feedforward constitué par l'epo.

Presier. (1995). Modèle de processus d'évaluation post occupationnelle (EPO).

Y Laaroussi &al.(2019). Les méthodes de collecte des données.

Auteure .(2023) . Les principales phases du processus d'analyse des données.

Auteure .(2023) . Protocole d'évaluation post occupationnelle niveau d'investigation.

Blyth A, (2006).Tableau de sélection des approches de la recherche pour réaliser une EPO.

HAMEL Nawel.(2014).Type de question dans un questionnaire, avantages et inconvénient.

Auteure .(2024) . Codage des questions à choix unique.

Auteure .(2024) . Résultat de codage des questions à choix unique.

Auteure .(2024) . Codage des questions a choix multiple.

Auteure .(2024) . Construction du questionnaire.

Auteure .(2024) . Protocole d'analyse de la recherche.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace cuisine.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace séjour.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace chambre.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace salle de bain et sanitaire .

Auteure .(2023) . Vue sur l'aménagement extérieur des bâtiments évalués.

Auteure .(2024) . Schéma explicatif des masques lointains.

Auteure .(2023) . Vue sur l'aménagement des aires de jeux et de stationnement.

Auteure .(2023) . Rideaux épais utilisés comme des masques proches par les occupants.

Auteure .(2023) . Les cordes de linge utilisées comme des masques proches par les occupants.

Auteure .(2023) . Carte comportementale.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace séjour.

Auteure .(2023) . Schéma explicatif de la disposition de mobilier dans l'espace séjour.

Auteure .(2023) . Schémas explicatifs de la disposition de mobilier dans l'espace cuisine.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace cuisine.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace chambre.

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace sanitaire et salle de bain .

Auteure .(2023) . Vue intérieure sur l'espace couloir.

DEROUICHE Zaineb.(2011).Indice de salle K.

Auteure .(2023) . Schéma présentant les points de mesure.

Auteure .(2024) . Pourcentage de genre des occupants répondants.

Auteure .(2024) . Pourcentage de l'âge des occupants répondants.

Auteure .(2024) . Statut d'occupation des habitations.

Auteure .(2024) . Taux d'occupation des habitations.

Auteure .(2024) . Durée d'occupation des habitations.

Auteure .(2024) . Taux d'occupation des habitations par jour.

Auteure .(2024) . Taux de satisfaction des occupants de leurs habitations.

Auteure .(2024) . Type de transformation de l'espace habité.

Auteure .(2024) . Taux de satisfaction des occupants de l'éclairement naturel dans l'espace habité.

Auteure .(2024) . Description de la qualité de l'éclairage naturel dans l'espace habité.

Auteure .(2024) . Taux de satisfaction des occupants de la lumière naturelle de l'espace habité.

Auteure .(2024) . Satisfaction des habitants des dimensions des fenêtres.

Auteure .(2024) . Le mode d'éclairage préféré par les occupants.

Auteure .(2024) . Degré de satisfaction des occupants de la vue vers l'extérieur.

Auteure .(2024) . Classification des activités dans l'espace habité.

Auteure .(2024) . Zone préférée par les occupants.

Auteure .(2024) . Type d'éclairage utilisé au cours de la journée.

Auteure .(2024) . Mode d'ouverture/fermeture des fenêtres.

Auteure .(2024) . Adaptation du système d'éclairage naturel.

Auteure .(2024) . Moyen de contrôle de la lumière naturelle.

Auteure .(2024) . Les gènes rencontrés lors de l'éclairement naturel.

Auteure .(2024) . Taux d'utilisation de l'éclairage artificiel.

Auteure .(2024) . La carte factorielle des variables (1- mode d'ouverture de la fenêtre -2- zone d'activité).

Auteure .(2024) . La carte des facteurs des variables (1- niveau des habitations -2- les gènes extérieurs).

Auteure .(2024) . La carte des facteurs des variables (1-type d'éclairage -2-qualité de la vue vers l'extérieur).

Auteure .(2024) . La carte des facteurs de variables (1-Durée d'occupation -2-mode d'ouverture des fenêtres).

Auteure .(2024) . Analyse des correspondances multiples des variables (sexe , activités, mode d'éclairage utilisé)

Auteure .(2024) . Analyse des correspondances multiples des variables (Le mode d'éclairage préféré et la Satisfaction de la lumière naturelle dans l'espace habité).

Auteure .(2024) . Des correspondances multiples des variables (l'étage de l'habitation, les contrainte de mode d'éclairage naturel, qualité de la vue et le mode d'ouverture).

Auteure .(2024) . Piste de recherche proposée pour l'Intégration des considérations écologiques dans l'habitat en Algérie.

Auteure .(2024) . Piste de recherche proposée pour établir des corrections de la qualité d'éclairage naturel.

Auteure .(2024) . Proposition du cadre de recherche sur l'éclairage naturel selon le contexte cult

Annexes

ANNEXE N° 01

L’éclairage naturel est un élément clé de la conception architecturale moderne, non seulement pour sa capacité à améliorer le confort visuel, mais aussi pour sa contribution à l'efficacité énergétique et au bien-être des occupants. Alors que les premières normes d’éclairage intérieur se concentraient principalement sur la simple visibilité des tâches, les évolutions technologiques et les préoccupations environnementales ont conduit à une révision approfondie des critères à prendre en compte. Les cadres normatifs internationaux actuels intègrent une approche plus globale qui prend en compte à la fois l’optimisation de l’éclairage naturel, la réduction de la consommation énergétique, la gestion de l’éblouissement et l’amélioration du confort thermique.

Cadres normatifs internationaux pour l'éclairage naturel

Lors de leur introduction au milieu du 20e siècle, les normes d'éclairage intérieur avaient pour objectif principal d'assurer la visibilité des tâches, avec une extension rapide de cette fonction à la réduction de la fatigue oculaire. Ce système, conçu pour prévenir un éclairage insuffisant dans les espaces intérieurs, est toujours en vigueur aujourd'hui. Cependant, l'évolution des missions a également influencé les normes d'éclairage, avec une expansion vers l'intégration de critères concernant les effets de l'éclairage plutôt que l'éclairage lui-même. Par exemple, des exigences de contrôle de la consommation d'électricité ou de la densité de puissance ont été imposées. Le passage progressif de la visibilité des tâches à une approche plus spécifique à l'application, sans nécessairement tenir compte de la nature ou de l'importance des tâches visuelles, a été un autre domaine de développement (Peter. Robert. Boyce et al., 2022).

Ainsi, les normes d'éclairage sont désormais reconnues comme des critères pour des pratiques d'éclairage appropriées, allant au-delà de la simple visibilité. Là où elles sont considérées comme un besoin légal, elles servent également à protéger les fournisseurs d'éclairage contre les litiges. Autrefois exprimées sous forme de tableaux simples détaillant les niveaux d'éclairage minimum requis pour différents types de tâches visuelles (Figure.II.15). Les normes d'éclairage ont évolué pour inclure des restrictions sur l'éblouissement, des directives sur les couleurs et des critères d'uniformité de l'éclairage. Bien que les normes actuelles comportent toujours des tableaux, ils sont désormais accompagnés de remarques et de directives qualitatives sur une gamme de questions à considérer lors de la conception de l'éclairage. La conception de logiciels repose sur des calculs nécessitant une

définition quantitative, tandis que la "signature" d'un projet exige des critères pouvant être calculés et, idéalement, validés par des mesures pour garantir la conformité aux normes (Peter. Robert. Boyce et al., 2022).

	E [lx]
Circulations	
. couloirs	100
. escaliers	150
Habitat	
. en général	300
. cuisine	300
. chambre (éclarage localisé)	200
. salle de bains	300
Hôtels	
. réception, halls	200
. salles à manger	200
. cuisines	300
. chambres et annexes	300
Bureaux et locaux administratifs	
. en général	500
. secrétariat, postes informatiques	500
. bureaux paysagés	750
. salloes de dessin	1000

	E [lx]
Enseignement	
. salles de classe (éclairage général)	300
. amphithéâtres (éclairage général)	300
. tableaux	500
. laboratoires	500
. salles de dessin d'art	500
. salles de dessin technique	1000
. bibliothèques	500
Magasins	
. éclairage général	300
. vitrines : ad libitum	-
Salles de spectacle	
. salles de cinéma	50
. amphithéâtres	100
. salles des fêtes	300
. foyers	150
Entreposages	
. stockages (entrepôts compris)	150

Figure II. 1.Norme de la quantité d'éclairage naturel dans le bâtiment .Source: (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005)

La pratique de l'éclairage est souvent régie par des normes qui se concentrent principalement sur des aspects facilement quantifiables. Ces normes sont établies par des comités de normalisation qui prennent en compte des critères tels que les technologies disponibles, les attentes économiques et sociales, ainsi que les implications pour la santé humaine, la consommation d'énergie et l'environnement. Cependant, les aspects de plaisir et de bien-être apportés par l'éclairage ne sont pas toujours pris en compte dans ces normes. Une proposition consiste donc à accorder une priorité à l'éclairage de l'espace avant de considérer les tâches visuelles qui s'y déroulent.

Ainsi, les normes d'éclairage intérieur pourraient être basées sur des niveaux de luminosité spatiale associés à des applications spécifiques telles que les bureaux, les centres commerciaux et les espaces de loisirs intérieurs. L'éclairement ambiant pourrait être utilisé comme mesure quantitative simple pour vérifier le respect de ces normes. Les normes d'éclairage pourraient être légalement contraignantes, tandis que des recommandations en matière d'éclairage couvriraient d'autres aspects tels que la répartition de la lumière et la gestion de l'éblouissement. Cette distinction plus nette entre normes et recommandations permettrait de mieux répondre aux préférences des utilisateurs tout en offrant une plus grande flexibilité aux professionnels de l'éclairage.

RT 2012 de l'arrêté du 28 décembre 2012

La loi RT 2012 relative aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments en France valorise l'utilisation de la gestion de l'éclairage intérieur en prenant en compte la réduction effective de la consommation électrique résultant de cette solution.

Depuis le 1er janvier 2013, toutes les constructions résidentielles, ainsi que certains bâtiments du secteur tertiaire. À compter du 1er janvier 2021, la RT 2020 remplacera cette réglementation. La RT 2012 impose que la surface des fenêtres soit au moins égale à un sixième de la surface habitable (soit 1 m² de vitrage pour 6 m² de surface habitable). L'objectif principal de cette réglementation est de maximiser l'apport de lumière naturelle dans les projets de construction (Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement, 2013).

Arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation

L'article 23, modifié en avril 2022, impose des règles pour garantir un éclairage naturel et une vue extérieure suffisants dans les logements. Deux options sont proposées (RT-RE batiment , 2020):

- Option I : Les logements doivent assurer un éclairage minimal de 300 lux pour 50 % des locaux et 100 lux pour 95 % des locaux, avec une vue dégagée sur l'horizon depuis au moins une pièce principale.
- Option II : La surface des baies vitrées doit représenter au moins 1/6 de la surface de référence. Si la surface de façade est limitée ou que les logements sont très petits, la surface des baies peut représenter 1/3 de la façade disponible.

La loi SN EN 17037 : 2019 « L'éclairage naturel des bâtiments »

Cette norme Suisse établit des lignes directrices de base pour produire une vue dégagée sur l'extérieur et pour donner aux espaces intérieurs un aspect de clarté approprié grâce à la lumière naturelle. Il propose également des recommandations pour réduire l'éblouissement et la durée pendant laquelle le soleil doit être présent dans les lieux d'habitation et de vie (Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich,).

Normes SIA 380/1 et SIA 180

En Suisse, la norme SIA 380/1 impose des critères sur l'efficacité énergétique des bâtiments, y compris l'utilisation optimale de la lumière naturelle pour réduire les besoins en éclairage artificiel (Isolation thermique des bâtiments (SIA 180:2014), 2020).

La norme SIA 180 «Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments», concerne l'isolation thermique et les protections solaires, garantissant que les fenêtres fournissent suffisamment de lumière tout en protégeant contre l'éblouissement et les gains thermiques excessifs (Société suisse des ingénieurs, 2015).

L'ISO (Organisation internationale de normalisation)

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) propose des normes internationales pour divers secteurs, y compris l'éclairage naturel dans les bâtiments. Ces normes visent à standardiser les pratiques, à garantir un niveau de qualité et à encourager l'efficacité énergétique. Concernant l'éclairage naturel, l'ISO fournit des lignes directrices qui aident les architectes, ingénieurs, et concepteurs à concevoir des bâtiments optimisés pour un usage efficace de la lumière naturelle (ISO- Plateforme de consultation en ligne, 2024).

- L'ISO 16813: Traite de la conception environnementale des bâtiments, y compris l'utilisation de la lumière naturelle pour garantir un bon confort intérieur. Elle encourage l'intégration de stratégies d'éclairage naturel dans le cadre de la conception durable des bâtiments (ISO- Plateforme de consultation en ligne, 2006).
- ISO 13790 – Performance énergétique des bâtiments : Cette norme traite de la performance énergétique globale des bâtiments. Elle prend en compte l'impact de l'éclairage naturel sur les gains de chaleur solaire et la réduction de la demande d'éclairage artificiel. Elle propose des méthodes pour évaluer comment la conception des fenêtres et l'apport de lumière naturelle influencent la consommation d'énergie (ISO/FDIS 13790 , 2007).
- ISO 10916 – Efficacité énergétique des systèmes d'éclairage :

Cette norme se concentre sur l'évaluation des systèmes d'éclairage en termes de consommation d'énergie. Bien que centrée principalement sur l'éclairage artificiel, elle souligne l'importance d'utiliser la lumière naturelle pour réduire la consommation énergétique des bâtiments, en complément des systèmes artificiels (ISO-Online Browsing Platform, 2014).

Label Haute Qualité Environnementale(HQE)

Le label HQE a choisi la cible confort visuel pour mentionner son compte tenu et son influence sur le bien-être des occupants. Le confort visuel est une priorité absolue pour les concepteurs et le dixième objectif de la certification HQE.

Le confort visuel a été désigné comme l'objectif de la création d'un environnement intérieur satisfaisant par la norme HQE. En ajustant la luminosité, l'accent est mis sur l'accès à la lumière naturelle, la réduction de l'éblouissement et l'équilibre des luminances (A.DE HERDE & A.LIEBARD , 2005).

Le label LEED, WELL

Les normes de construction, telles que la norme LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), WELL Building Standard (WELL), mettent fortement l'accent sur la santé et au bien-être de l'occupant , l'éclairage naturel est également inclus. (Claude-Alain Roulet, 2012). Le paquet législatif "Une énergie propre pour tous les Européens", adopté en novembre 2016, comprend un certain nombre de mesures visant à adapter l'acquis communautaire aux nouveaux défis énergétiques, la promotion accrue des énergies renouvelables et l'assurance que les consommateurs auront accès à une énergie propre dans les meilleures conditions possibles.

Le label Minergie-ECO

Le Minergie-ECO exige des documents prouvant que chaque pièce dispose de suffisamment de lumière naturelle. En faisant la différence entre neuf et rénovation, il précise les critères d'un éclairage naturel suffisant dans les pièces principales ainsi que la surface des pièces dont l'éclairage naturel est insuffisant. (Sandra Aeberhard,Faktor Journalisten AG, Zurich, 2020).

Cadres normatifs de l'éclairage naturel en Algérie

En Algérie, la réglementation concernant l'éclairage naturel dans les bâtiments est liée aux normes de performance énergétique et au confort des occupants. Ces normes s'inscrivent dans une démarche de construction durable et de respect des exigences thermiques et environnementales. L'intégration de l'éclairage naturel dans les bâtiments s'inscrit dans une approche de conception bioclimatique, qui est cohérente avec les objectifs de la maîtrise de l'énergie. Des réglementations spécifiques peuvent avoir été adoptées par la suite pour favoriser l'éclairage naturel dans les constructions neuves ou les rénovations (M.A. Boukli Hacène et al., 2011) (Annexe 01).

Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie:

En ce qui concerne spécifiquement l'éclairage naturel, cette loi ne contient pas nécessairement des dispositions explicites sur ce point en particulier, mais elle fait partie d'un cadre plus large visant à promouvoir des pratiques énergétiques durables et efficaces. L'éclairage naturel est encouragé dans la mesure où il contribue à :

- Réduire la consommation d'énergie : En maximisant l'utilisation de la lumière naturelle dans les bâtiments, il est possible de limiter le recours à l'éclairage artificiel, ce

qui permet de réduire la consommation énergétique, notamment dans les bâtiments publics et privés.

- Favoriser les normes de construction : La loi peut influencer les régulations du bâtiment et les codes de construction en encourageant la conception architecturale qui tire profit de l'éclairage naturel (par exemple, orientation des bâtiments, la taille des fenêtres, disposition intérieure).
- Optimisation des ressources naturelles : L'exploitation de la lumière naturelle est en ligne avec les objectifs globaux de la loi visant à utiliser efficacement les ressources disponibles tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Le décret exécutif n° 2000-90 du 19 Moharram 1421 (correspondant au 24 avril 2000)

Le décret exécutif n° 2000-90 du 19 Moharram 1421 (correspondant au 24 avril 2000) portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs, vise à améliorer l'efficacité énergétique des constructions en imposant des normes spécifiques. Concernant l'éclairage naturel, ce texte cherche à optimiser l'utilisation de la lumière du jour dans les bâtiments afin de réduire la dépendance à l'éclairage artificiel, contribuant ainsi à une meilleure efficacité énergétique.

Voici quelques points essentiels à retenir concernant l'éclairage naturel dans ce décret :

- Optimisation de la lumière naturelle : Le décret impose des critères de conception pour maximiser l'apport de lumière naturelle dans les bâtiments neufs. Cela inclut l'orientation des bâtiments, la taille et la disposition des ouvertures (fenêtres, baies vitrées, etc.), afin de garantir un éclairage adéquat tout au long de la journée.
- Réduction de l'éclairage artificiel : En favorisant la lumière naturelle, le décret vise à diminuer le recours à l'éclairage artificiel, ce qui se traduit par une réduction de la consommation d'énergie et donc des coûts associés à l'électricité.
- Confort visuel : Les exigences liées à l'éclairage naturel tiennent compte du confort visuel des occupants. Il s'agit d'éviter les éblouissements et de garantir une répartition homogène de la lumière. De plus, l'apport de lumière naturelle est lié à la maîtrise thermique, afin d'éviter un excès de chaleur en été ou des pertes de chaleur en hiver.
- Normes spécifiques pour les ouvertures : Le décret peut définir des valeurs minimales pour les surfaces vitrées en fonction de la surface habitable et des pièces, garantissant un niveau d'éclairage naturel suffisant.

Ce décret fait partie des efforts du gouvernement pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment et pour promouvoir des pratiques de construction durables en Algérie.

Le décret exécutif n° 04-149 du 29 Rabie El Aouel 1425 (correspondant au 19 mai 2004)

Le décret fixe les modalités d'élaboration du Programme National de Maîtrise de l'Énergie (PNME). Ce programme a pour but de structurer et coordonner les actions et les initiatives destinées à optimiser la consommation énergétique à l'échelle nationale.

Actions à mettre en place :

- Mise en œuvre de mesures incitatives pour encourager l'adoption de technologies énergétiquement efficaces.
- Sensibilisation du grand public et des entreprises sur la gestion de l'énergie.
- Promotion des énergies renouvelables dans les secteurs où elles sont viables.
- Réglementation et mise en place de normes pour l'efficacité énergétique dans les équipements, appareils et bâtiments.
- Suivi et évaluation : Le décret prévoit également des mécanismes de suivi et d'évaluation des actions du PNME afin d'en assurer l'efficacité. Il doit régulièrement être mis à jour en fonction des résultats obtenus et des évolutions technologiques ou économiques.

Loi n°90-29 du 1 er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme

La **Loi n°90-29** ne mentionne pas explicitement l'éclairage naturel, les articles relatifs à l'urbanisme, aux distances entre bâtiments, et aux plans d'aménagement ont pour but de réguler la disposition des bâtiments de manière à assurer un minimum de confort, incluant la lumière naturelle. Toutefois, elle contient des articles qui encadrent indirectement l'accès à la lumière naturelle à travers des mesures d'aménagement et d'urbanisme, notamment en ce qui concerne les distances entre les bâtiments, la disposition des constructions, et les règles de salubrité et de confort dans les espaces bâtis (Base de données FAOLEX, 2004).

Arrêté interministériel du Aouel Dhou El Hidja 1429 correspondant au 29 novembre 2008 définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique.

Ce texte définit les critères et les règles spécifiques que ces appareils doivent respecter pour optimiser leur consommation d'énergie et réduire leur impact environnemental. Y

compris les lampes électriques. Cet arrêté traite généralement des exigences spécifiques relatives à l'efficacité énergétique des lampes électriques. Cela signifie que les lampes électriques destinées à un usage domestique doivent répondre à des normes spécifiques d'efficacité énergétique. Elles sont classées en fonction de leur performance énergétique selon les critères spécifiés (Art.2 et Art.4).

Décret exécutif n°15-19 du25 janvier 2015 fixant Les modalités d'instruction et de délivrance des actes d'urbanisme.

Ce décret établit les procédures administratives pour la demande, l'instruction, et la délivrance des autorisations nécessaires pour les projets de construction, d'aménagement, et autres activités liées à l'urbanisme. Il vise à clarifier et à standardiser le processus afin de garantir une gestion efficace et transparente du territoire urbain.

- Les baies des pièces d'habitation ne doivent pas être obscurcies par d'autres parties de l'immeuble lorsque vues sous un angle supérieur à 45 degrés au-dessus du plan horizontal de ces baies. Cet angle peut être étendu à 60 degrés pour les façades moins éclairées, si au maximum la moitié des pièces habitables s'ouvrent sur cette façade (Art.21).
- Les façades percées de baies pour l'éclairage des pièces habitables doivent bénéficier d'un ensoleillement de deux heures par jour pendant au moins deux cents jours par an. Chaque logement doit être aménagé de manière à ce que la moitié de ses pièces habitables bénéficient de cet ensoleillement (Art.22).
- Chaque pièce principale doit être dotée d'une ou plusieurs baies ouvrantes, dont la superficie totale doit représenter au moins un huitième de la surface de la pièce. (art.31)
- Les baies des pièces principales doivent être munies d'un dispositif assurant une protection efficace contre le rayonnement scolaire. La profondeur des pièces principales des logements à simple niveau, mesurée à partir de la face interne de la paroi éclairante, ne peut excéder deux fois et demie la hauteur sous plafond (Art.35).

Décret présidentiel n° 18-73 du 9 Joumada Ethania 1439 correspondant au 25 février 2018 portant ratification de la convention d'entraide judiciaire en matière pénale entre le Gouvernement de la République algérienne démocratique et populaire et le Gouvernement de la République française, signée à Paris, le 5 octobre 2016.

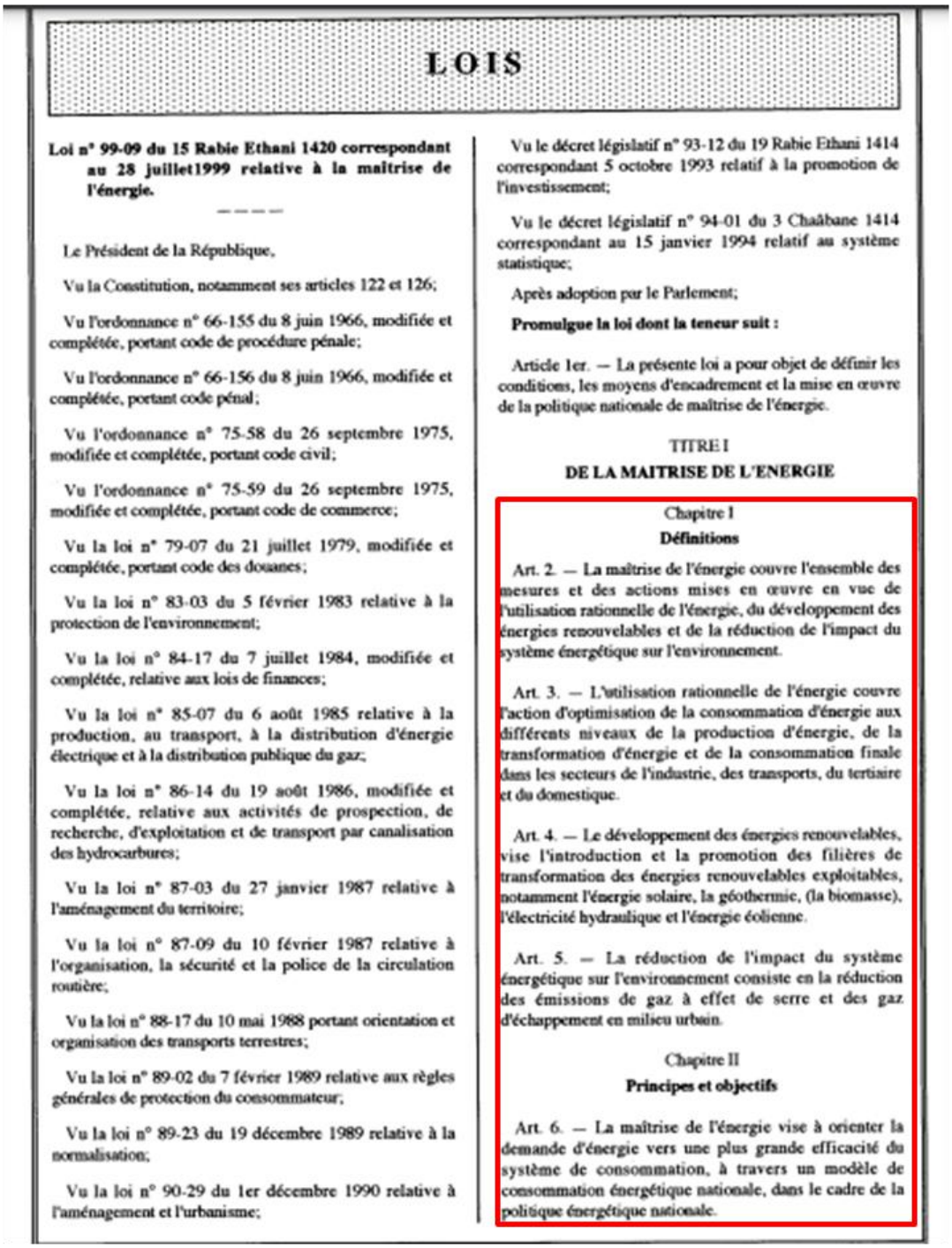
Le Décret présidentiel n° 18-73 du 9 Joumada Ethania 1439 correspondant au 25 février 2018 concerne les exigences techniques minimales pour la construction des bâtiments résidentiels, notamment en ce qui concerne l'éclairage et l'ensoleillement. Il était indiqué dans ce décret que:

- Les façades des immeubles doivent toujours être conçues en fonction de l'orientation par rapport à l'ensoleillement et aux vents dominants (Art.8).
- La taille et le traitement des ouvertures doivent être adaptés à l'ensoleillement, en fonction de l'orientation des façades et des conditions climatiques (Art.10).
- L'orientation des logements doit garantir un bon ensoleillement du séjour, de la cuisine et partiellement des chambres (Art.17).
- Le séchoir aménagé dans le prolongement de la cuisine doit permettre un ensoleillement adéquat tout en protégeant le linge de la vue extérieure (Art.47)
- Les parois extérieures des bâtiments doivent minimiser l'ensoleillement direct, réduire les pertes thermiques, et optimiser l'éclairage naturel et le confort acoustique. L'orientation recommandée est Nord/Sud, avec des façades Est et Ouest protégées et des fenêtres limitées pour une ventilation et un éclairage suffisants (Art.69).

ANNEXE N° 02

Dans le cadre de cette thèse, il est important de se référer à certains textes législatifs et réglementaires qui encadrent les questions abordées dans cette recherche. Cette annexe regroupe les extraits pertinents des lois et règlements qui ont une influence directe sur le sujet étudié. Ces textes offrent un cadre légal indispensable pour comprendre les enjeux liés l'éclairage naturel dans les bâtiments résidentiels en Algérie.

1- Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie.



LOIS

Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet1999 relative à la maîtrise de l'énergie.

Le Président de la République,

Vu la Constitution, notamment ses articles 122 et 126;

Vu l'ordonnance n° 66-155 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure pénale;

Vu l'ordonnance n° 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal;

Vu l'ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975, modifiée et complétée, portant code civil;

Vu l'ordonnance n° 75-59 du 26 septembre 1975, modifiée et complétée, portant code de commerce;

Vu la loi n° 79-07 du 21 juillet 1979, modifiée et complétée, portant code des douanes;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement;

Vu la loi n° 84-17 du 7 juillet 1984, modifiée et complétée, relative aux lois de finances;

Vu la loi n° 85-07 du 6 août 1985 relative à la production, au transport, à la distribution d'énergie électrique et à la distribution publique du gaz;

Vu la loi n° 86-14 du 19 août 1986, modifiée et complétée, relative aux activités de prospection, de recherche, d'exploitation et de transport par canalisation des hydrocarbures;

Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire;

Vu la loi n° 87-09 du 10 février 1987 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière;

Vu la loi n° 88-17 du 10 mai 1988 portant orientation et organisation des transports terrestres;

Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989 relative aux règles générales de protection du consommateur;

Vu la loi n° 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme;

Vu le décret législatif n° 93-12 du 19 Rabie Ethani 1414 correspondant 5 octobre 1993 relatif à la promotion de l'investissement;

Vu le décret législatif n° 94-01 du 3 Chaâbane 1414 correspondant au 15 janvier 1994 relatif au système statistique;

Après adoption par le Parlement;

Promulgue la loi dont la teneur suit :

Article 1er. — La présente loi a pour objet de définir les conditions, les moyens d'encadrement et la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie.

TITRE I

DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE

Chapitre I

Définitions

Art. 2. — La maîtrise de l'énergie couvre l'ensemble des mesures et des actions mises en œuvre en vue de l'utilisation rationnelle de l'énergie, du développement des énergies renouvelables et de la réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement.

Art. 3. — L'utilisation rationnelle de l'énergie couvre l'action d'optimisation de la consommation d'énergie aux différents niveaux de la production d'énergie, de la transformation d'énergie et de la consommation finale dans les secteurs de l'industrie, des transports, du tertiaire et du domestique.

Art. 4. — Le développement des énergies renouvelables, vise l'introduction et la promotion des filières de transformation des énergies renouvelables exploitables, notamment l'énergie solaire, la géothermie, (la biomasse), l'électricité hydraulique et l'énergie éolienne.

Art. 5. — La réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement consiste en la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des gaz d'échappement en milieu urbain.

Chapitre II

Principes et objectifs

Art. 6. — La maîtrise de l'énergie vise à orienter la demande d'énergie vers une plus grande efficacité du système de consommation, à travers un modèle de consommation énergétique nationale, dans le cadre de la politique énergétique nationale.

Le modèle de consommation énergétique nationale, en tant que cadre de référence pour l'orientation et la gestion de la demande d'énergie, repose sur les options énergétiques suivantes :

— l'utilisation prioritaire et maximale du gaz naturel, notamment pour les usages thermiques finaux;

— le développement de l'utilisation des gaz de pétrole liquéfiés (GPL), en complémentarité avec le gaz naturel;

— l'orientation de l'électricité vers ses usages spécifiques;

— la promotion des énergies renouvelables;

— la réduction progressive de la part des produits pétroliers dans le bilan de la consommation nationale d'énergie;

— la conservation de l'énergie, la substitution inter-énergies et les économies d'énergie au niveau de la production de l'énergie, de sa transformation et de son utilisation.

Art. 7. — La maîtrise de l'énergie est une activité d'utilité publique qui permet d'assurer et d'encourager le progrès technologique, l'amélioration de l'efficacité économique et de contribuer au développement durable, à travers notamment :

— la préservation et l'accroissement des ressources énergétiques nationales non renouvelables;

— la promotion de la recherche/développement, de l'innovation technique et la diffusion des technologies efficaces;

— l'amélioration du cadre de vie, la protection de l'environnement et la contribution à la recherche des meilleurs équilibres en matière d'aménagement du territoire;

— la réduction des besoins d'investissements dans le secteur de l'énergie;

— la satisfaction des besoins énergétiques nationaux;

— l'amélioration de la productivité nationale et la compétitivité des entreprises au niveau national et international.

TITRE II

MODALITES DE CONCRETISATION DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE

— le programme national de maîtrise de l'énergie;

— la recherche/développement;

— le financement de la maîtrise de l'énergie;

— les mesures d'encouragement et d'incitation;

— la coordination des actions de maîtrise de l'énergie;

— l'amélioration de la connaissance du système énergétique;

— la sensibilisation des utilisateurs.

Chapitre I

Normes et exigences d'efficacité énergétique

Art. 9. — Des normes et exigences d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie, établies dans le cadre de réglementations spécifiques, régissent les constructions et bâtiments neufs ainsi que les appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers.

Section 1

L'isolation thermique dans les bâtiments neufs

Art. 10. — Les normes d'isolation thermique dans les bâtiments neufs sont fixées par voie réglementaire.

Les normes d'isolation thermique sont des normes de construction et de rendement énergétique qui favorisent les économies d'énergie.

Art. 11. — La réglementation thermique dans les bâtiments neufs, s'appliquant à la conception et à la construction des bâtiments, détermine :

— les catégories de bâtiments et les normes de rendement énergétique y afférentes, selon les données climatiques des lieux où sont situés les bâtiments;

— les normes techniques relatives à la construction se rapportant à la résistance thermique, à l'étanchéité des ouvertures de l'enveloppe extérieure d'un bâtiment, à la qualité des matériaux d'isolation et leur mode d'installation, à la fenestration, aux dispositifs des systèmes de chauffage ou de climatisation;

Chapitre V

Le programme national de maîtrise de l'énergie

Art. 26. — Le programme national pour la maîtrise de l'énergie regroupe l'ensemble des projets, des mesures et des actions dans les domaines suivants :

— l'économie d'énergie,

— l'économie inter-énergétique,

— la promotion des énergies renouvelables,

— l'élaboration des normes d'efficacité énergétique,

— la réduction de l'impact énergétique sur l'environnement,

— la sensibilisation, l'éducation, l'information et la formation en matière d'éfficacité énergétique,

— la recherche/développement en efficacité énergétique.

Le programme national pour la maîtrise de l'énergie revêt un caractère pluriannuel.

Art. 27. — La tranche annuelle du programme national pour la maîtrise de l'énergie peut faire l'objet d'une révision et d'une consolidation par l'inscription de mesures, d'actions ou de projets d'efficacité énergétique jugés prioritaires.

Art. 28. — Les modalités d'élaboration du programme national pour la maîtrise de l'énergie sont fixées par voie réglementaire.

Chapitre VI

Le financement de la maîtrise de l'énergie

Art. 29. — Un fonds national pour la maîtrise de l'énergie est institué pour le financement du programme national pour la maîtrise de l'énergie.

Art. 30. — Le fonds national pour la maîtrise de l'énergie est alimenté par :

— les taxes graduelles sur la consommation nationale d'énergie,

— les niveaux des taxes nécessaires à l'approvisionnement du fonds, fixés par la loi de finances, sont déterminés sur la base des besoins de financement de la tranche annuelle du programme national pour la maîtrise de l'énergie,

— les subventions de l'Etat,

— le produit des amendes prévues dans le cadre de la présente loi,

Art. 31. — On entend par appareils énergivores, tout appareil fonctionnant à l'électricité, au gaz et aux produits pétroliers dont la consommation dépasse les normes spécifiques de consommation d'énergie fixées par la réglementation.

Art. 32. — Les modalités d'utilisation des produits du fonds seront fixées par voie réglementaire.

Chapitre VII

Les mesures d'incitation et d'encouragement

Art. 33. — Des avantages financiers, fiscaux et en matière de droits de douane peuvent être accordés pour les actions et les projets qui concourent à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la promotion des énergies renouvelables.

En outre, ces actions et projets bénéficient des avantages prévus dans le cadre de la législation et la réglementation en matière de promotion des investissements et au bénéfice des activités déclarées prioritaires.

Art. 34. — Les conditions et les modalités d'accès à ces avantages sont fixées par voie réglementaire.

Chapitre VIII

La connaissance du système énergétique national

Art. 35. — L'organisation, le développement, la gestion et la conservation des données statistiques sur l'énergie sont assurés par un organisme national compétent.

Les données statistiques sur l'énergie sont centralisées au sein de cet organisme afin d'assurer le traitement et la diffusion d'informations statistiques fiables pour parfaire la connaissance du système énergétique national et permettre :

— la maîtrise de la consommation énergétique nationale, notamment à l'aide des enquêtes de consommation de l'énergie;

— l'élaboration du bilan énergétique national;

— l'élaboration d'études prévisionnelles sur la demande d'énergie et l'évaluation des potentiels d'efficacité énergétique;

— la mise en œuvre, dans les meilleures conditions, des actions d'efficacité énergétique définies dans le cadre du programme national pour la maîtrise de l'énergie;

— l'évaluation périodique du développement de l'efficacité énergétique;

— l'évaluation périodique des performances de

3- Arrêté interministériel du Aouel Dhou El Hidja 1429 correspondant au 29 novembre 2008 définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique

Art. 21. - Dans une même propriété, les bâtiments projetés doivent être implantés dans des conditions telles que les baies éclairant les pièces d'habitation ne soient masquées par aucune partie d'immeuble vue sous l'angle de plus de 45 degrés au dessus du plan horizontal considéré à l'appui de ces baies.
Cet angle peut être porté à 60 degrés pour la façade la moins éclairée à condition que la moitié au plus, des pièces habitables prennent jour sur cette façade.
Une distance d'au moins quatre mètres peut être imposée entre deux bâtiments non contigus.

Art. 22. - La réalisation d'un ensemble de bâtiments à usage d'habitation comprenant vingt logements au moins, sauf impossibilité tenant à la situation et à l'état des lieux, doit satisfaire aux conditions suivantes:
- la moitié, au moins, des façades percées de baies, servant à l'éclairage des pièces d'habitation, doit bénéficier d'un ensoleillement de deux heures par jour pendant, au moins, deux cents jours par année. Chaque logement doit être disposé de telle sorte que la moitié au moins de ses pièces habitables prennent jour sur les façades répondant à ces conditions.
- les baies éclairant les autres pièces d'habitation ne doivent être masquées par aucune partie d'immeuble qui, à l'appui de ces bais, serait vue sous un angle de plus de 60 degrés au dessus du plan horizontal.

Art. 23. - Lorsqu'un bâtiment doit être édifié en bordure d'une voie publique, sa hauteur, ne dépassera pas la distance comptée horizontalement entre tout point de celui-ci et le point le plus proche de l'alignement opposé.
Lorsqu'il existe une obligation de construire en retrait de l'alignement, la limite de ce retrait se substitue à l'alignement.

Il en sera de même pour les constructions élevées en bordure de voies privées, la largeur effective des voies privées étant assimilée à la largeur réglementaire des voies publiques.
Une tolérance de deux mètres peut être accordée lorsque la hauteur calculée, comme il est indiqué ci-dessus, ne permet pas d'édifier un nombre entier d'étages droits, la même tolérance est admise pour les murs, cheminées, saillies et autres éléments de construction reconnus indispensables.

Lorsque les voies sont en pente, la hauteur de la façade prise en son milieu, pourra régner sur toute la longueur, à condition qu'en son point le plus élevé par rapport au niveau du sol, cette tolérance ne puisse excéder trois mètres.

Si la distance entre deux voies d'inégales largeurs ou de niveaux différents est inférieure à 15 mètres, la hauteur de la construction édifiée entre les deux voies est réglée par la voies la plus large ou le niveau le plus élevé à condition que l'excédent de hauteur en résultant ne dépasse pas de six mètres le niveau permis par la voie la plus étroite ou le niveau le moins élevé.

Lorsqu'une construction est édifiée à l'angle de deux voies d'inégales largeurs, la façade de retour sur la voie la plus étroite peut avoir la même hauteur que celle élevée sur la voie la plus large, à condition que la longueur de la façade de retour n'excède pas une fois et demie la largeur de la voie la plus étroite.

Art. 33. - Les parois et les sols des pièces principales, des pièces secondaires et des dépendances, doivent pouvoir être facilement entretenus.

Art. 34. - Toute pièce principale, autre que cuisine doit avoir une surface minimale de dix mètres carrés (10 m2). La plus petite dimension ne pourra être inférieure à deux mètres soixante-dix (2,70m).
La plus grande dimension ne devra pas excéder le double de la plus petite.
La cuisine aura une superficie minimale de six mètres carrés (6 m2).
La hauteur des pièces principales, mesurée du sol fini à plafond fini, ne peut être inférieure à deux mètres soixante (2,60 m). Dans le cas de plafond rampant, la hauteur minimale au point le plus bas, peut être ramenée à deux mètres vingt (2.20m), sous réserve que la moyenne de la hauteur de la pièce considérée soit moins de deux mètres soixante (2,60 m).
Dans le cas de logement à deux niveaux (duplex) en immeubles collectifs, des volumes dont la hauteur est inférieure à deux mètres soixante (2,60 m) et supérieure à deux mètres trente (2,30m) pourraient être considérés comme pièces principales, à condition qu'ils ouvrent directement sur un volume central de hauteur supérieure ou égale à quatre mètres (4 m) et occupant en plan une surface de quarante mètres carrés (40 m2).
Toutefois, la profondeur de ces volumes ne devra pas être supérieure au double de leur hauteur, le volume en demi-niveau ne devant être séparé du volume central que par un garde corps d'un mètre (1 m) de haut.
Dans le cas d'habitations individuelles à deux niveaux, le volume en soupente peut être considéré comme pièce principale si sa hauteur n'est pas inférieure à deux mètres vingt (2,20 m) et, s'il donne directement sur un volume dont la hauteur moyenne n'est pas inférieure à trois mètres cinquante (3,50 m) et occupant en plan au moins la moitié du logement;

Dans le cas de plafond rampant, la hauteur minimale ne peut être inférieure à la hauteur minimale fixée ci-dessus, suivant chacun des cas considérés.

Art. 35. - Chaque pièce principale doit être éclairée et ventilée au moyen d'une ou plusieurs baies ouvrantes dont l'ensemble doit présenter une superficie au moins égale au huitième de la surface de la pièce.
Cette disposition n'est pas applicable aux régions situées à une altitude égale ou supérieure à huit cents mètres, ni à la zone sud du territoire national. Un arrêté du ministre chargé de l'urbanisme précisera les conditions requises.

Les jours de souffrance ne sont pas considérés comme des baies ouvrantes. Les baies donnant sur une cour fermée surmontée d'un comble vitré ou sur une courette, ne sont pas considérées comme des baies ouvrantes.
Les pièces secondaires peuvent se ventiler sur des gaines verticales.
Pour les habitations individuelles à simple rez-de-chaussée, les baies des pièces principales peuvent s'ouvrir sur des cours fermées non couvertes de quatre mètres (4 m) sur quatre (4) au minimum.
Les baies des pièces principales doivent être munies d'un dispositif assurant une protection efficace contre le rayonnement scolaire.
La profondeur des pièces principales des logements à simple niveau, mesurée à partir de la face interne de la paroi éclairante ne peut excéder deux fois et demie la hauteur sous plafond.

Art. 36. - Les murs et les plafonds doivent être étanches et lavables dans les cuisines.
Les sols des cuisines doivent être étanches et d'un entretien facile.

4-Décret exécutif n°15-19 du25 janvier 2015 fixant Les modalités d'instruction et de délivrance des actes d'urbanisme.

Art. 21. - Dans une même propriété, les bâtiments projetés doivent être implantés dans des conditions telles que les baies éclairant les pièces d'habitation ne soient masquées par aucune partie d'immeuble vue sous l'angle de plus de 45 degrés au dessus du plan horizontal considéré à l'appui de ces baies.
Cet angle peut être porté à 60 degrés pour la façade la moins éclairée à condition que la moitié au plus, des pièces habitables prennent jour sur cette façade.
Une distance d'au moins quatre mètres peut être imposée entre deux bâtiments non contigus.

Art. 22. - La réalisation d'un ensemble de bâtiments à usage d'habitation comprenant vingt logements au moins, sauf impossibilité tenant à la situation et à l'état des lieux, doit satisfaire aux conditions suivantes:
- la moitié, au moins, des façades percées de baies, servant à l'éclairage des pièces d'habitation, doit bénéficier d'un ensoleillement de deux heures par jour pendant, au moins, deux cents jours par année. Chaque logement doit être disposé de telle sorte que la moitié au moins de ses pièces habitables prennent jour sur les façades répondant à ces conditions.
- les baies éclairant les autres pièces d'habitation ne doivent être masquées par aucune partie d'immeuble qui, à l'appui de ces bais, serait vue sous un angle de plus de 60 degrés au dessus du plan horizontal.

Art. 23. - Lorsqu'un bâtiment doit être édifié en bordure d'une voie publique, sa hauteur, ne dépassera pas la distance comptée horizontalement entre tout point de celui-ci et le point le plus proche de l'alignement opposé.
Lorsqu'il existe une obligation de construire en retrait de l'alignement, la limite de ce retrait se substitue à l'alignement.

Il en sera de même pour les constructions élevées en bordure de voies privées, la largeur effective des voies privées étant assimilée à la largeur réglementaire des voies publiques.
Une tolérance de deux mètres peut être accordée lorsque la hauteur calculée, comme il est indiqué ci-dessus, ne permet pas d'édifier un nombre entier d'étages droits, la même tolérance est admise pour les murs, cheminées, saillies et autres éléments de construction reconnus indispensables.

Lorsque les voies sont en pente, la hauteur de la façade prise en son milieu, pourra régner sur toute la longueur, à condition qu'en son point le plus élevé par rapport au niveau du sol, cette tolérance ne puisse excéder trois mètres.

Si la distance entre deux voies d'inégales largeurs ou de niveaux différents est inférieure à 15 mètres, la hauteur de la construction édifiée entre les deux voies est réglée par la voies la plus large ou le niveau le plus élevé à condition que l'excédent de hauteur en résultant ne dépasse pas de six mètres le niveau permis par la voie la plus étroite ou le niveau le moins élevé.

Lorsqu'une construction est édifiée à l'angle de deux voies d'inégales largeurs, la façade de retour sur la voie la plus étroite peut avoir la même hauteur que celle élevée sur la voie la plus large, à condition que la longueur de la façade de retour n'excède pas une fois et demie la largeur de la voie la plus étroite.

Art. 29. - Les clôtures doivent être réalisées en bonne harmonie avec les constructions principales, dans le respect des règles d'architecture et de construction.

Le projet de clôture doit être joint à la demande de permis de construire. La hauteur totale des clôtures ne pourra excéder deux mètres quarante (2,40 m) le long des voies de circulation, la partie pleine des clôtures devra avoir une hauteur inférieure à un mètre cinquante (1,50 m), mesurée à partir du trottoir.
Lorsque la clôture sert en même temps de mur de soutènement, il pourra être dérogé aux maximas fixés ci-dessus.

Art. 30. - Le permis de construire peut être refusé si le maintien des espaces verts existants et présentant un intérêt certain, n'est pas assuré, ou si la réalisation du projet entraîne la destruction d'un trop grand nombre d'arbres.

Le permis de construire peut être accordé à la condition de la création et de l'aménagement d'espaces verts en rapport avec l'importance et la nature du projet.

Art. 31. - La création ou l'extension d'ensemble ou de bâtiments à caractère industriel ou de dépôt, ainsi que les constructions légères ou provisoires, peuvent être subordonnées à l'aménagement d'écrans de verdure, de clôture ou l'imposition d'une marge de reculement.

CHAPITRE II
Mesures générales de construction applicables aux bâtiments à usage d'habitation

Art. 32. - La construction de nouveaux bâtiments d'habitation, la transformation de bâtiments d'habitation existants, lorsque cette transformation affecte le gros-œuvre ou l'économie générale des bâtiments, sont soumis au respect des dispositions du présent décret.

Constituent des bâtiments d'habitation, au sens du présent chapitre, les locaux qui servent à l'habitation de jour et de nuit, à l'exclusion des habitations destinées à la vie en commun, tels qu'hôtels, internats, hôpitaux, asiles, écoles et de locaux destinés à la vie professionnelle, lorsque celle-ci ne s'exerce pas, au moins partiellement dans le même ensemble de pièces que la vie familiale.

Ces bâtiments d'habitation peuvent comprendre:

- des pièces principales destinées au repos, à l'agrément, aux repas des occupants, à l'activité ménagère continue, telles que chambres, pièces de séjour et cuisines.
- des pièces secondaires destinées aux soins d'hygiène des habitants telles que salles d'eau, toilette, cabinet d'aisance ainsi que des espaces de desserte tels que halls d'entrée, couloirs, dégagements intérieurs et extérieurs, escaliers et débarras,
- des dépendances, telles que caves, greniers, buanderies, séchoirs, garages, appentis.

Art. 33. - Les parois et les sols des pièces principales, des pièces secondaires et des dépendances, doivent pouvoir être facilement entretenus.

Art. 34. - Toute pièce principale, autre que cuisine doit avoir une surface minimale de dix mètres carrés (10 m2). La plus petite dimension ne pourra être inférieure à deux mètres soixante-dix (2,70m).
La plus grande dimension ne devra pas excéder le double de la plus petite.
La cuisine aura une superficie minimale de six mètres carrés (6 m2).
La hauteur des pièces principales, mesurée du sol fini à plafond fini, ne peut être inférieure à deux mètres soixante (2,60 m). Dans le cas de plafond rampant, la hauteur minimale au point le plus bas, peut être ramenée à deux mètres vingt (2.20m), sous réserve que la moyenne de la hauteur de la pièce considérée soit moins de deux mètres soixante (2,60 m).
Dans le cas de logement à deux niveaux (duplex) en immeubles collectifs, des volumes dont la hauteur est inférieure à deux mètres soixante (2,60 m) et supérieure à deux mètres trente (2,30m) pourraient être considérés comme pièces principales, à condition qu'ils ouvrent directement sur un volume central de hauteur supérieure ou égale à quatre mètres (4 m) et occupant en plan une surface de quarante mètres carrés (40 m2).
Toutefois, la profondeur de ces volumes ne devra pas être supérieure au double de leur hauteur, le volume en demi-niveau ne devant être séparé du volume central que par un garde corps d'un mètre (1 m) de haut.
Dans le cas d'habitations individuelles à deux niveaux, le volume en soupente peut être considéré comme pièce principale si sa hauteur n'est pas inférieure à deux mètres vingt (2,20 m) et, s'il donne directement sur un volume dont la hauteur moyenne n'est pas inférieure à trois mètres cinquante (3,50 m) et occupant en plan au moins la moitié du logement;

Dans le cas de plafond rampant, la hauteur minimale ne peut être inférieure à la hauteur minimale fixée ci-dessus, suivant chacun des cas considérés.

Art. 35. - Chaque pièce principale doit être éclairée et ventilée au moyen d'une ou plusieurs baies ouvrantes dont l'ensemble doit présenter une superficie au moins égale au huitième de la surface de la pièce.
Cette disposition n'est pas applicable aux régions situées à une altitude égale ou supérieure à huit cents mètres, ni à la zone sud du territoire national. Un arrêté du ministre chargé de l'urbanisme précisera les conditions requises.

Les jours de souffrance ne sont pas considérés comme des baies ouvrantes. Les baies donnant sur une cour fermée surmontée d'un comble vitré ou sur une courette, ne sont pas considérées comme des baies ouvrantes.
Les pièces secondaires peuvent se ventiler sur des gaines verticales.
Pour les habitations individuelles à simple rez-de-chaussée, les baies des pièces principales peuvent s'ouvrir sur des cours fermées non couvertes de quatre mètres (4 m) sur quatre (4) au minimum.
Les baies des pièces principales doivent être munies d'un dispositif assurant une protection efficace contre le rayonnement scolaire.
La profondeur des pièces principales des logements à simple niveau, mesurée à partir de la face interne de la paroi éclairante ne peut excéder deux fois et demie la hauteur sous plafond.

5- Décret présidentiel n° 18-73 du 9 Joumada Ethania 1439 correspondant au 25 février 2018 portant ratification de la convention d'entraide judiciaire en matière pénale entre le Gouvernement de la République algérienne démocratique et populaire et le Gouvernement de la République française, signée à Paris, le 5 octobre 2016

Cette notion d'abouti doit se traduire par l'agencement des éléments d'architecture qui dissuadent les occupants à procéder aux transformations des façades ;

— veiller à l'exploitation judicieuse et rationnelle de la morphologie du terrain pour une meilleure composition urbaine et architecturale ;

— rechercher à travers une conception adaptée, la meilleure intégration alliant l'optimisation des surfaces foncières et des implantations de projets à la richesse des formes et des volumes ;

— viser à rechercher des solutions permettant de répondre à une logique de réduction des besoins énergétiques ;

— prévoir, pour les besoins de fonctionnalité, et en harmonie avec le projet, des locaux à commercialiser librement et des équipements de proximité intégrés.

En complément de ces locaux, des parkings, des salles de sport et autres activités similaires peuvent être envisagés au niveau du sous-sol des immeubles collectifs.

Art. 8. — Les façades des immeubles doivent tenir compte dans tous les cas, des orientations par rapport à l'ensoleillement et aux vents dominants.

Art. 9. — Le traitement des façades doit, dans tous les cas, se référer à l'architecture locale en termes de matériaux, de traitement, de couleur, de forme et de représentation.

Les matériaux doivent participer de manière significative au traitement des façades par leur texture, leur teinte, leur appareillage et leur mise en œuvre.

Art. 10. — La dimension et le traitement des ouvertures doivent tenir compte du niveau d'ensoleillement, selon l'orientation des façades et les autres facteurs climatiques.

Art. 11. — Dans le but de concevoir un projet fini et harmonieux, il y a lieu, en fonction de sa taille :

— de prévoir un aménagement extérieur de qualité, avec un mobilier adapté et des espaces verts en tenant compte dans leur composition des spécificités climatiques locales ;

— de prévoir pour les voies d'accès et voies mécaniques, des revêtements adéquats. L'utilisation de l'enrobé à froid est interdite ;

— d'éviter l'interférence des circulations mécaniques avec les espaces réservés aux aires de jeux et aux piétons ;

— de tenir compte, dans l'aménagement des espaces, des personnes à mobilité réduite ;

— de prévoir des aires de jeux et de détente pour les trois âges (aires de jeux, espaces de convivialité, de rencontre et de détente) ;

— de prévoir des surfaces de stationnement en nombre suffisant, à raison d'un véhicule par logement au minimum ;

— de prévoir des abris pour les dépôts d'ordures ménagères de façon à éliminer toute nuisance visuelle et olfactive ;

— de s'assurer que l'éclairage extérieur est conçu de façon à garantir une luminosité suffisante.

SECTION 2

DE LA TYPOLOGIE DES LOGEMENTS

Art. 12. — Le logement promotionnel aidé peut être réalisé au sein d'immeubles collectifs selon la typologie du F2, F3 ou F4 dans l'ensemble des communes à l'exclusion de celles relevant des wilayas du Sud.

Toutefois, il peut être envisagé la réalisation de logements semi-collectifs dans les zones des Hauts Plateaux et les chefs-lieux des wilayas du Sud.

Art. 13. — Comme référence, la répartition des logements par typologie devra se faire dans les proportions de 20%, au maximum pour les logements de type F2 de 50 m² habitable, 50% au minimum pour les logements de type F3 de 70 m² habitable et 30% au maximum de F4 pour une surface de 85 m² habitable, avec une tolérance de plus ou moins 3% concernant les surfaces.

La répartition définitive par projet devra être appréciée localement, sans toutefois que les taux maximums de 20% pour le F2 et 30% pour le F4 ne soient dépassés.

Art. 14. — Dans les communes relevant des wilayas du Sud, le logement promotionnel aidé sera réalisé sous forme « individuel groupé » sur des lots de 250 m² au minimum, dans ce cas, le promoteur immobilier peut limiter son intervention à la réalisation de logements en clos et couvert et aux travaux de VRD, l'aspect extérieur des logements doit présenter un état parfait d'achèvement.

Art. 15. — Outre les parkings au sous-sol qu'il peut prévoir, le promoteur immobilier peut réaliser sur chaque projet, des locaux à commercialiser librement sur la quotité de 20 à 25% de la surface totale habitable des logements promotionnels aidés.

SECTION 3

DU LOGEMENT COLLECTIF ET SEMI-COLLECTIF

Sous-section 1

La conception architecturale

Art. 16. — La conception des logements doit répondre au double objectif de la fonctionnalité et du bien-être des occupants selon les exigences et les spécificités locales et culturelles du lieu d'implantation du projet, tant sur le plan du mode de vie que du confort thermique et acoustique.

Art. 17. — L'orientation des logements doit assurer l'ensoleillement du séjour, de la cuisine et en partie des chambres.

Art. 18. — La conception doit être l'émanation d'une véritable recherche alliant l'originalité, l'innovation et le respect des éléments du site d'insertion.

Il est obligatoire d'éviter la répétitivité des entités, si celle-ci n'est pas justifiée.

Par surface construite, il est entendu la surface mésurée de l'extérieur de l'immeuble et représente la somme des surfaces hors œuvre de chaque palier à l'exclusion de la surface de la terrasse et, le cas échéant, du perron.

Art. 35. — Chaque logement est composé des éléments suivants :

1- une salle de séjour ;

2- une (1), deux (2) ou trois (3) chambres ;

3- une cuisine ;

4- une salle de bain ;

5- une salle de toilettes (WC) ;

6- un espace de dégagement ;

7- volumes de rangement ;

8- un séchoir.

Art. 36. — Les surfaces intérieures nettes des éléments (1 à 7) de l'article 35 ci-dessus, constituent la surface habitable du logement.

Art. 37. — Les espaces fonctionnels du logement doivent être totalement indépendants et avoir une communication directe avec le hall de distribution.

La conception doit optimiser l'utilisation des espaces par un agencement judicieux en optimisant les espaces communs, en limitant les aires de circulation et en évitant les espaces résiduels.

Il est nécessaire de pouvoir isoler la partie susceptible de recevoir des visites de celle réservée à la vie intime du ménage.

Art. 38. — Certains espaces doivent être prévus et conçus en fonction des besoins liés aux us et coutumes de la localité tout en répondant à la logique fonctionnelle des espaces et de leurs articulations.

Sous-section 3

De la répartition des espaces

Elle doit être équipée d'une baignoire de dimension standard.

Art. 43. — La surface minimale de la salle de toilettes est fixée à 1,5 m².

Elle doit être conçue de manière à ne constituer aucune gêne quant à son fonctionnement.

Art. 44. — Sauf contraintes particulières, les salles d'eau doivent disposer d'un éclairage et d'une ventilation naturels et peuvent être prévues dans un seul espace, dans le cas de la réalisation d'un logement de type F2.

Art. 45. — La surface des dégagements ne doit pas être inférieure à 10% de la surface habitable du logement.

Les dégagements doivent assurer le rôle de distribution et participer au maximum à l'animation intérieure du logement en évitant les couloirs étroits.

Art. 46. — La surface en plan des rangements à prévoir est de l'ordre de 1 m², hormis les rangements de la cuisine.

Art. 47. — Un séchoir d'une largeur minimale de 1,40 m doit être prévu en prolongement de la cuisine.

Tout en permettant un ensoleillement suffisant, il doit soustraire le linge de la vue de l'extérieur.

Cet espace peut être, éventuellement, exploité en tant qu'espace fonctionnel annexe de la cuisine.

Art. 48. — Lors de la conception, le promoteur immobilier doit s'assurer que le rapport entre la longueur et la largeur de la salle de séjour, des chambres et de la cuisine, est adapté de manière à assurer le maximum d'utilisation et de rentabilité de l'espace défini.

Dans ce cas, le rapport largeur sur la longueur doit être au minimum de l'ordre de 0,75.

Art. 49. — La hauteur minimale nette sous plafond est de 2.90 m.

En cas d'absence d'ouverture, donnant directement sur l'extérieur, pour les salles de bain et de toilettes, une gaine d'aération conçue conformément au DTR C3.31 doit être prévue.

Art. 63. — L'étanchéité des toitures terrasse, toitures inclinées, des espaces humides et espaces du logement annexes extérieures, doit être conçue en prévoyant toutes les dispositions pour une exécution conforme aux règlements et normes en vigueur.

Elle doit être conçue et exécutée conformément au document technique DTR E 4.1.

Art. 64. — Les revêtements des sols doivent être exécutés comme suit :

— les espaces habitables, en dalles de sol céramiques, ou tout autre revêtement de qualité équivalente ;

— les parties communes en carreaux de granito monocouche poncés, lustrés et de qualité supérieure dans un parfait état de finition ;

— les marches et contremarches des escaliers seront réalisées en granito de qualité supérieure.

L'ensemble de ces travaux sera conçu et exécuté conformément au DTR E 6. 3.

Art. 65. — Un placage de carreaux de faïence devra être prévu sur toutes les faces vues du potager de cuisine et prolongé sur une hauteur de 1.20 m sur les parois verticales au dessus de la paillasse, ainsi que sur la partie réservée à la cuisinière.

Le plan de travail de la paillasse de la cuisine doit être prévu en marbre ou tout autre matériau de qualité similaire.

Le placage en carreaux de faïence de la salle de bain doit être exécuté sur une hauteur de 1.80 m, sur les quatre faces.

Des plinthes en faïence sont posées au bas de chaque face intérieure de mur et de chaque cloison.

L'ensemble de ces travaux sera conçu et exécuté

Art. 68. — Outre leur couleur, les éléments de façade doivent être puisés des références locales.

Art. 69. — Les parois extérieures des constructions doivent être conçues et réalisées pour recevoir un ensoleillement minimal, réduire les déperditions thermiques, exploiter l'éclairage naturel et assurer le confort, notamment en termes d'acoustique et d'aération.

Il est recommandé d'orienter les constructions selon l'orientation Nord/Sud, de sorte que les façades Est et Ouest disposent de parois mitoyennes, les fenêtres orientées Ouest et Est, doivent être réduites à la superficie minimale permettant un éclairage et une aération suffisants.

Art. 70. — Des dispositions architecturales et techniques inspirées du patrimoine local, doivent être observées dans la conception et le traitement des espaces couverts destinés à la circulation piétonne permettant la création de zones d'ombres, de coupe-vent et la réduction de la surface d'exposition des murs extérieurs. Leur positionnement dans le tissu urbain doit être judicieusement étudié.

Art. 71. — Les ruelles piétonnes donnant accès aux habitations, doivent être rationnellement dimensionnées et ombragées. Le traitement du sol peut être réalisé à partir d'un lit de sable ou de pierres plates ou tout autre revêtement local.

Sous-section 2

De l'organisation spatiale

Art. 72. — L'organisation spatiale doit s'inspirer du mode de vie local et s'inscrire dans le cadre des règlements techniques de la construction en vigueur.

Art. 73. — Les constructions doivent être réalisées sous forme « individuel groupé » sur des parcelles de terrains d'une superficie de 250 m² au minimum. Les limites extérieures de la parcelle devront être protégées par une clôture adaptée au contexte local.

ANNEXE N°03

Les recherches sur le comportement des occupants en lien avec la consommation d'énergie se concentrent sur l'influence des habitudes et des décisions des individus sur l'efficacité énergétique des espaces habités. Elles examinent les facteurs psychologiques, sociaux et technologiques affectant la consommation d'énergie, avec l'objectif de promouvoir des comportements plus responsables. Cet aperçu met en lumière les tendances actuelles et les approches innovantes visant à améliorer l'efficacité énergétique, contribuant ainsi à une transition énergétique durable et à la réduction de l'empreinte écologique des ménages.

1.1.1 Avancées dans la modélisation et les simulations énergétiques des bâtiments

Les données relatives à la performance énergétique des bâtiments peuvent être recueillies et analysées à l'aide de diverses techniques, et ces données peuvent ensuite être mises en relation avec le comportement des occupants. Un certain nombre d'outils, notamment , des contrôleurs intelligents, des dispositifs de surveillance de l'énergie, des enquêtes et des laboratoires vivants, peuvent mettre en lumière la manière dont le comportement des occupants d'un bâtiment influe sur la consommation d'énergie. En retour, ces données peuvent être davantage utilisées pour améliorer les prévisions et les simulations. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour prévoir de manière réaliste les modèles de comportement des occupants par rapport à la consommation d'énergie. La difficulté réside dans la collecte des données nécessaires, la création de techniques de simulation et la validation des résultats de la simulation (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

La plupart du temps, une collecte de données inadéquate ou l'omission d'informations qualitatives (telles que les comportements des utilisateurs) dans les calculs énergétiques peuvent servir d'excuse à l'écart de performance énergétique entre les résultats de la simulation et les données réelles. En ajoutant des données qualitatives et en préservant la véracité des données introduites dans les outils de modélisation et de simulation, l'écart de performance peut être comblé. La surveillance des compteurs et sous-compteurs d'électricité combinée aux modèles d'occupation est une technique permettant d'améliorer la précision de la collecte des données et des résultats de la simulation (Anna Carolina Menezes & al., 2012).En outre, le comportement des occupants peut influencer les caractéristiques de la qualité de l'environnement intérieur (QIE) qui, si elles sont prises en compte dans les calculs énergétiques, peuvent contribuer à réduire l'écart de performance.

Plusieurs recherches utilisant diverses méthodologies ont indiqué que le confort physiologique ou psychologique des occupants avec l'environnement intérieur affecte les taux de consommation d'énergie.

Elles suggèrent qu'il peut y avoir une relation entre la consommation d'énergie et la satisfaction ou le comportement adaptatif de l'occupant. Cependant, il a été démontré que le simple fait d'inculquer un sentiment de responsabilité en matière d'économie d'énergie ou d'améliorer la connaissance des taux de consommation du bâtiment peut effectivement réduire la consommation totale d'énergie. Le choix de la bonne approche pour la collecte des données et la modélisation est crucial, car le comportement des occupants est un facteur clé dans les études sur l'énergie des bâtiments (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

1.1.2 Recherche dans les chambres climatiques

Il est possible de mener des expériences dans les conditions environnementales intérieures souhaitées grâce aux recherches menées dans les chambres climatiques d'où plusieurs paramètres peuvent être ajustés aux niveaux nécessaires dans ces circonstances, et la chambre conserve ces paramètres pour suivre et observer tout changement dans le comportement des occupants (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

Des résultats précis sont plus probables lorsqu'il est possible de suivre de près les données et les habitants. En outre, un certain nombre de comportements supplémentaires, tels que les habitudes de sommeil ou l'impact de la réalité virtuelle, peuvent être observés grâce à la recherche sur les chambres climatiques, ce qui serait difficile à observer dans l'environnement naturel des habitants (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

*1.1.2.1 **Comprendre l'interaction complexes entre les occupants et les bâtiments par l**es laboratoires vivants*

La reproduction précise de l'interaction entre l'environnement bâti et le comportement des occupants d'un bâtiment représente un défi majeur pour les modèles et algorithmes conventionnels. Pour des simulations énergétiques précises, des modèles de bâtiments nécessitent une collecte exhaustive de données sur les occupants, incluant des aspects comportementaux, physiologiques et psychologiques, souvent obtenus via diverses techniques de simulation (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

Les données peuvent être recueillies à l'aide de capteurs, d'entretiens, d'observations, etc., mais le niveau de détail et de précision varie selon la méthode de modélisation utilisée. Lorsqu'il s'agit de concevoir des tests de manière méthodique et d'inclure autant de variables que nécessaire, l'approche des laboratoires vivants surpasse les autres méthodes.

Cette approche permet de modifier les conditions de l'environnement intérieur pour observer de près les comportements des occupants. Les expériences menées dans un laboratoire vivant peuvent s'étendre sur plusieurs mois, voire plus d'un an, permettant une analyse approfondie.

La fiabilité des résultats de l'enquête sur le comportement des occupants dépend des variables intérieures prises en compte. D'autres méthodes d'enquête, telles que les entretiens téléphoniques ou en personne, offrent une précision, mais peuvent réduire la taille de l'échantillon en raison de leur temps d'exécution. Les entretiens téléphoniques sont souvent privilégiés pour leur praticité et leur rapidité, évitant ainsi les malentendus. Les réponses en ligne ou sur papier peuvent être moins détaillées et plus difficiles à interpréter, mais les questionnaires à choix multiples peuvent augmenter le taux de réponse (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

1.1.2.2 Techniques d'observation empirique et in Situ pour l'analyse du comportement des occupants dans les bâtiments

L'emplacement des structures considérées peut être utilisé comme lieu de surveillance pour observer l'interaction entre les occupants et les bâtiments. Cela permet de créer un modèle représentatif du comportement des occupants à partir des données recueillies. Cependant, ce modèle peut ne pas reproduire tous les problèmes rencontrés par les habitants actuels dans un environnement expérimental. De plus, les réponses sincères des résidents à ces problèmes peuvent être examinées en détail. En utilisant une variété de capteurs et d'outils de collecte de données, la méthode in situ permet de recueillir des données de manière fiable sans perturber l'environnement naturel des habitants du bâtiment (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

Malgré leur potentiel, les méthodes d'observation in situ sont confrontées au désir des habitants de préserver leur vie privée, ce qui peut limiter leur participation à l'étude. Les chambres d'environnement et les laboratoires vivants sont plus efficaces que l'observation in situ pour garantir la confidentialité. Par exemple, les mesures in situ peuvent être plus rapides et moins coûteuses pour les bâtiments historiques ou monumentaux, où les tests en laboratoire sont difficiles à réaliser. Cependant, ces scénarios nécessitent l'expertise et l'expérience des

chercheurs pour être traités. Les enquêtes d'observation empirique permettent d'analyser et de quantifier les preuves à l'appui des résultats logiques, en particulier lorsque la taille de l'échantillon est faible, tandis que la méthode in situ fournit une preuve directe du comportement des occupants (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

L'un des inconvénients de l'étude empirique est la difficulté à inclure un échantillon suffisamment large dans l'analyse. Cependant, les résultats sont significatifs compte tenu de la taille de l'échantillon disponible, et ces recherches peuvent être menées plus rapidement que d'autres. Les études empiriques visent à extraire des explications des observations originales plutôt qu'à établir nécessairement des relations entre les différentes variables.

La réalisation de mesures in situ est moins complexe que la conduite d'expériences dans un laboratoire ou une chambre d'environnement. Étant donné que les mesures in situ peuvent être effectuées dans l'environnement naturel des habitants, une période d'observation prolongée est préférable pour obtenir une étude complète (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

1.1.2.3 Exploration des enquêtes par questionnaire pour l'optimisation de la performance des bâtiments

Les informations recueillies auprès des occupants peuvent être utilisées pour résoudre le problème de l'écart entre les performances énergétiques attendues et réelles des bâtiments. Ces enquêtes fournissent des données exploitables à la fois en théorie et en pratique pour cartographier la relation entre les personnes et les bâtiments. Divers formats d'enquête ont été utilisés dans les études pour obtenir des données subjectives sur les structures. Les méthodologies employées dans certaines études choisies, concernant les enquêtes et les questionnaires, par exemple la façon dont les occupants répondent aux questionnaires, aux enquêtes ou aux votes de sensation, peuvent donner une idée de leur impression de confort. Leurs comportements adaptatifs pour compenser l'inconfort dans l'espace peuvent également être compris à partir de ces réactions. La perception du confort étant une mesure subjective, les enquêtes et les questionnaires sont les moyens les plus efficaces de recueillir des informations à des fins d'analyse (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

Cependant, le processus de collecte des données peut être entaché d'erreurs, car il repose uniquement sur les réponses fournies par les habitants, et de nombreux résidents à qui le questionnaire est remis peuvent décider de ne pas participer. Par conséquent, très peu de

réponses efficaces et complètes sont reçues. Pour remédier à ce problème, les chercheurs ont utilisé diverses méthodes d'enquête, telles que l'administration d'enquêtes en personne, les entretiens en personne, le vote en ligne, etc. Cependant, la taille de l'échantillon utilisé dans chaque recherche reste un inconvénient de cette méthodologie. Des échantillons de grande taille et l'intégration de la technique d'enquête avec d'autres formats, tels que les entretiens, les mesures physiques, etc., pourraient facilement conduire à une compréhension plus complète et concluante des enquêtes (Himanshu Patel Tuniki, Andrius Jurelionis ,Paris Fokaides, 2021).

1.1.2.4 L'évaluation Post Occupationnelle : Analyse des changements comportementaux et perceptuels des occupants

L'évaluation de l'efficacité énergétique d'un bâtiment avant et après son occupation permet de fournir des informations précises sur les variations de la consommation d'énergie. À cette fin, les enquêtes post-occupationnelle, les entretiens, les groupes de discussion et d'autres méthodes de collecte et d'analyse des données sont couramment utilisés. Cette approche est généralement adoptée lors de la réhabilitation ou de la rénovation d'un bâtiment. Une compréhension approfondie des occupants et de leurs besoins en matière de confort peut être obtenue en comparant leur comportement et leur perception du confort avant et après la rénovation, ce qui peut améliorer la productivité.

En plus des exemples de rénovation, une étude menée par les auteurs a examiné les connaissances des locataires en matière d'économie d'énergie en observant les changements de comportement avant et après l'emménagement dans un nouveau bâtiment. En affinant les procédures de conception, les études post-occupation peuvent également aider à réduire l'écart de performance énergétique.

Outre les changements psychologiques, des variations dans les paramètres de la qualité de l'espace intérieur peuvent être observées avant et pendant la rénovation. En exposant les habitants à de meilleures conditions intérieures, il est possible de détecter les changements dans l'environnement intérieur et d'apporter les modifications nécessaires.

L'évaluation post occupationnelle (EPO) est souvent associée à des enquêtes sur l'utilisation des bâtiments pour aider les parties prenantes à comprendre les niveaux de confort des occupants. Les études d'évaluation avant et après occupation sont utiles pour informer les occupants des différentes mesures d'efficacité énergétique lors de la rénovation des bâtiments. Ces recherches permettent également de comprendre l'impact de l'année de construction sur

l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Selon le type d'étude à réaliser, diverses combinaisons des techniques décrites peuvent être utilisées.

ANNEXE N°04

Dans le cadre de cette thèse, des mesures in situ de l'éclairage naturel ont été effectuées pour évaluer la quantité de la lumière naturelle et la qualité des ambiances lumineuses dans les espaces étudiés. Ces mesures jouent un rôle essentiel dans la validation des hypothèses formulées sur l'impact du comportement des occupants sur la qualité de l'éclairage naturel sur et sur l'efficacité énergétique de l'espace habité.

Cette annexe fournit donc un support technique indispensable pour la compréhension des résultats présentés dans les chapitres principaux, en illustrant les données sur lesquelles s'appuient les conclusions de cette recherche.

Note : Les cases vides dans les tableaux de cette annexe représentent les habitations auxquelles nous n'avons pas pu accéder pour réaliser les mesures d'éclairage naturel. Ces absences de données sont dues à des contraintes indépendantes de la recherche, telles que l'indisponibilité des occupants ou des restrictions d'accès aux lieux..

Le bâtiment	Le niveau	Appartement	Extérieur (lux)	Prés de la fenêtres (lux)	Centre (lux)	A droite (lux)	A gauche (lux)	Au fond (lux)
Bâtiment 01	RDC	Appartement 01	677	75	22	14	10	8
		Appartement 02	695	62	29	19	11	3
		Appartement 03	736	77	31	26	36	6
		Appartement 04	762	65	49	34	29	7
	1er Etage	Appartement 01						
		Appartement 02	898	129	114	101	87	43
		Appartement 03	891	117	108	89	49	16
		Appartement 04	887	109	87	36	19	4
	2eme Etage	Appartement 01	902	135	113	66	38	9
		Appartement 02	911	124	106	63	49	15
		Appartement 03						
		Appartement 04						
	3eme Etage	Appartement 01	950	155	102	95	26	45
		Appartement 02	965	222	111	101	99	84
		Appartement 03	945	187	125	106	87	26
		Appartement 04	932	289	185	136	129	35
	4eme Etage	Appartement 01	1200	495	297	222	188	98
		Appartement 02	1198	496	289	256	200	113
		Appartement 03	1192	508	344	211	191	87
		Appartement 04	1106	517	356	201	173	81
Bâtiment 02	RDC	Appartement 01	745	101	88	52	23	0
		Appartement	766	106	74	46	11	0

		02						
		Appartement 03	798	55	23	19	9	6
		Appartement 04	802	57	29	16	8	0
	1er Etage	Appartement 01	785	119	68	42	19	1
		Appartement 02	854	126	89	25	9	0
		Appartement 03	925	89	61	45	16	2
		Appartement 04	954	84	55	18	5	0
	2eme Etage	Appartement 01	933	105	82	69	21	0
		Appartement 02						
		Appartement 03	985	97	77	25	11	6
		Appartement 04	968	89	49	21	9	2
	3eme Etage	Appartement 01	811	144	91	71	29	9
		Appartement 02	896	165	101	86	55	7
		Appartement 03	836	95	62	36	19	5
		Appartement 04	963	89	57	26	16	3
	4eme Etage	Appartement 01	1002	169	102	78	34	9
		Appartement 02	1192	174	96	62	51	2
		Appartement 03						
		Appartement 04	1220	77	55	45	16	3
Bâtiment 03	RDC	Appartement 01	696	10	6	4	1	0
		Appartement 02	565	14	9	6	2	0
		Appartement 03	586	163	97	59	25	12
		Appartement 04						
	1er Etage	Appartement 01						
		Appartement 02						

		Appartement 03	989	178	113	52	29	19
		Appartement 04	934	181	121	46	26	14
	2eme Etage	Appartement 01	658	69	49	38	29	2
		Appartement 02	705	72	56	32	16	4
		Appartement 03	963	166	107	89	26	19
		Appartement 04	985	159	97	82	31	15
	3eme Etage	Appartement 01	698	91	67	54	17	9
		Appartement 02	687	87	58	41	11	3
		Appartement 03	954					
		Appartement 04	875	189	99	57	29	16
	4eme Etage	Appartement 01	987	57	36	29	11	1
		Appartement 02	972	69	41	27	9	1
		Appartement 03	1252	198	97	52	26	14
		Appartement 04	1245	200	125	67	37	19
Bâtiment 04	RDC	Appartement 01	698	71	66	28	11	0
		Appartement 02	587	68	49	31	14	0
		Appartement 03	1022	114	71	58	39	14
		Appartement 04	1203	119	82	66	41	16
	1er Etage	Appartement 01	898	88	59	41	15	2
		Appartement 02						
		Appartement 03	1069	118	92	75	28	8
		Appartement 04	1120	109	87	64	18	9
	2eme Etage	Appartement 01	658	66	57	38	17	3
		Appartement 02	699	79	62	44	21	2
		Appartement	1258	114	91	30	19	9

		03						
		Appartement 04	1245	118	76	41	27	15
	3eme Etage	Appartement 01	987	78	61	33	21	5
		Appartement 02						
		Appartement 03	1194	119	93	68	30	11
		Appartement 04	1259	128	98	26	26	12
	4eme Etage	Appartement 01	1006	68	44	35	18	6
		Appartement 02	982	52	33	22	14	7
		Appartement 03	1245	114	79	31	23	12
		Appartement 04	1220	102	77	42	26	14
Bâtiment 05	RDC	Appartement 01	898	185	129	92	31	9
		Appartement 02	756	176	101	69	34	5
		Appartement 03	1008	107	85	46	16	3
		Appartement 04	1017	95	79	24	18	4
	1er Etage	Appartement 01	789	188	106	75	44	15
		Appartement 02						
		Appartement 03	1025	127	101	87	37	14
		Appartement 04	1056	114	98	42	21	3
	2eme Etage	Appartement 01	897	125	69	41	35	10
		Appartement 02	1011	117	87	53	29	14
		Appartement 03	1236	122	100	75	27	11
		Appartement 04	965	134	99	68	35	16
	3eme Etage	Appartement 01	987	105	88	44	26	7
		Appartement 02	1006	109	93	39	21	8
		Appartement 03						

		Appartement 04						
	4eme Etage	Appartement 01	1102	118	97	66	26	9
		Appartement 02	1258	126	84	45	19	9
		Appartement 03	1236	136	95	53	15	4
		Appartement 04	1198	152	103	65	29	6
Bâtiment 06	RDC	Appartement 01	658	115	91	29	21	11
		Appartement 02	125	188	98	33	19	14
		Appartement 03	985					
		Appartement 04	968	18	9	6	2	0
	1er Etage	Appartement 01	365	101	76	56	36	2
		Appartement 02	458	109	88	31	17	1
		Appartement 03	658	11	5	2	1	0
		Appartement 04	706	13	9	5	1	0
	2eme Etage	Appartement 01	756	179	88	58	38	19
		Appartement 02						
		Appartement 03	1112	166	91	35	26	16
		Appartement 04	1139	162	100	75	35	16
	3eme Etage	Appartement 01	1196	105	96	47	27	9
		Appartement 02	1207	153	111	41	16	5
		Appartement 03	1106	82	44	25	19	16
		Appartement 04	1014	96	61	36	21	9
	4eme Etage	Appartement 01	1256	206	106	91	46	23
		Appartement 02	1297	187	109	72	56	21
		Appartement 03	1006	174	103	91	65	19
		Appartement	1029	146	100	78	35	14

		04						
Bâtiment 07	RDC	Appartement 01	728	105	77	46	34	15
		Appartement 02	787	171	98	54	41	22
		Appartement 03	535	9	6	4	3	0
		Appartement 04	592	15	9	6	1	0
	1er Etage	Appartement 01	1102	121	89	42	39	12
		Appartement 02	1003	119	94	71	47	19
		Appartement 03	806	11	9	5	3	0
		Appartement 04	792	13	8	4	2	0
	2eme Etage	Appartement 01	1155	156	81	61	48	19
		Appartement 02	1100	164	106	64	38	16
		Appartement 03	796	98	61	34	26	9
		Appartement 04	785	94	66	49	22	9
	3eme Etage	Appartement 01	989	174	89	52	26	11
		Appartement 02	992	169	111	71	62	22
		Appartement 03	792	92	73	33	13	6
		Appartement 04	779	96	55	26	19	9
	4eme Etage	Appartement 01	1295	196	96	71	39	23
		Appartement 02	1263	194	102	62	35	21
		Appartement 03	1006	144	101	74	52	20
		Appartement 04	1100	132	79	60	47	21
Bâtiment 08	RDC	Appartement 01	198	22	12	9	3	1
		Appartement 02	169	25	19	14	8	1
		Appartement 03	792	11	12	6	1	1
		Appartement 04	865	10	9	5	1	1

	1er Etage	Appartement 01	984	25	19	13	9	2
		Appartement 02	973	29	17	11	8	1
		Appartement 03	924	16	13	11	7	3
		Appartement 04	963	17	14	10	5	2
	2eme Etage	Appartement 01	1029	250	106	60	35	65
		Appartement 02	1036	275	111	88	42	74
		Appartement 03	993	100	93	62	51	13
		Appartement 04	982	250	169	130	122	58
	3eme Etage	Appartement 01	1206	377	298	195	149	69
		Appartement 02	1269	370	286	147	129	67
		Appartement 03	1359	320	279	142	128	52
		Appartement 04	1395	333	289	139	127	43
	4eme Etage	Appartement 01	1323	390	252	157	144	54
		Appartement 02	1400	386	295	236	127	61
		Appartement 03	1420	344	269	143	132	41
		Appartement 04	1320	338	165	141	129	39
Le bâtiment	**Le niveau**	**Appartement**	**Extérieur (lux)**	**Prés de la fenêtres (lux)**	**Centre (lux)**	**A droite (lux)**	**A gauche (lux)**	**Au fond (lux)**
Bâtiment 01	RDC	Appartement 01	677	75	22	14	10	8
		Appartement 02	695	62	29	19	11	3
		Appartement 03	736	77	31	26	36	6
		Appartement 04	762	65	49	34	29	7
	1er Etage	Appartement 01						
		Appartement 02	898	129	114	101	87	43
		Appartement	891	117	108	89	49	16

		03						
		Appartement 04	887	109	87	36	19	4
	2eme Etage	Appartement 01	902	135	113	66	38	9
		Appartement 02	911	124	106	63	49	15
		Appartement 03						
		Appartement 04						
	3eme Etage	Appartement 01	950	155	102	95	26	45
		Appartement 02	965	222	111	101	99	84
		Appartement 03	945	187	125	106	87	26
		Appartement 04	932	289	185	136	129	35
	4eme Etage	Appartement 01	1200	495	297	222	188	98
		Appartement 02	1198	496	289	256	200	113
		Appartement 03	1192	508	344	211	191	87
		Appartement 04	1106	517	356	201	173	81
Bâtiment 02	RDC	Appartement 01	745	101	88	52	23	0
		Appartement 02	766	106	74	46	11	0
		Appartement 03	798	55	23	19	9	6
		Appartement 04	802	57	29	16	8	0
	1er Etage	Appartement 01	785	119	68	42	19	1
		Appartement 02	854	126	89	25	9	0
		Appartement 03	925	89	61	45	16	2
		Appartement 04	954	84	55	18	5	0
	2eme Etage	Appartement 01	933	105	82	69	21	0
		Appartement 02						
		Appartement 03	985	97	77	25	11	6

		Appartement 04	968	89	49	21	9	2
	3eme Etage	Appartement 01	811	144	91	71	29	9
		Appartement 02	896	165	101	86	55	7
		Appartement 03	836	95	62	36	19	5
		Appartement 04	963	89	57	26	16	3
	4eme Etage	Appartement 01	1002	169	102	78	34	9
		Appartement 02	1192	174	96	62	51	2
		Appartement 03						
		Appartement 04	1220	77	55	45	16	3
Bâtiment 03	RDC	Appartement 01	696	10	6	4	1	0
		Appartement 02	565	14	9	6	2	0
		Appartement 03	586	163	97	59	25	12
		Appartement 04						
	1er Etage	Appartement 01						
		Appartement 02						
		Appartement 03	989	178	113	52	29	19
		Appartement 04	934	181	121	46	26	14
	2eme Etage	Appartement 01	658	69	49	38	29	2
		Appartement 02	705	72	56	32	16	4
		Appartement 03	963	166	107	89	26	19
		Appartement 04	985	159	97	82	31	15
	3eme Etage	Appartement 01	698	91	67	54	17	9
		Appartement 02	687	87	58	41	11	3
		Appartement 03	954					
		Appartement	875	189	99	57	29	16

		04						
	4eme Etage	Appartement 01	987	57	36	29	11	1
		Appartement 02	972	69	41	27	9	1
		Appartement 03	1252	198	97	52	26	14
		Appartement 04	1245	200	125	67	37	19
Bâtiment 04	RDC	Appartement 01	698	71	66	28	11	0
		Appartement 02	587	68	49	31	14	0
		Appartement 03	1022	114	71	58	39	14
		Appartement 04	1203	119	82	66	41	16
	1er Etage	Appartement 01	898	88	59	41	15	2
		Appartement 02						
		Appartement 03	1069	118	92	75	28	8
		Appartement 04	1120	109	87	64	18	9
	2eme Etage	Appartement 01	658	66	57	38	17	3
		Appartement 02	699	79	62	44	21	2
		Appartement 03	1258	114	91	30	19	9
		Appartement 04	1245	118	76	41	27	15
	3eme Etage	Appartement 01	987	78	61	33	21	5
		Appartement 02						
		Appartement 03	1194	119	93	68	30	11
		Appartement 04	1259	128	98	26	26	12
	4eme Etage	Appartement 01	1006	68	44	35	18	6
		Appartement 02	982	52	33	22	14	7
		Appartement 03	1245	114	79	31	23	12
		Appartement 04	1220	102	77	42	26	14

Bâtiment 05	RDC	Appartement 01	898	185	129	92	31	9
		Appartement 02	756	176	101	69	34	5
		Appartement 03	1008	107	85	46	16	3
		Appartement 04	1017	95	79	24	18	4
	1er Etage	Appartement 01	789	188	106	75	44	15
		Appartement 02						
		Appartement 03	1025	127	101	87	37	14
		Appartement 04	1056	114	98	42	21	3
	2eme Etage	Appartement 01	897	125	69	41	35	10
		Appartement 02	1011	117	87	53	29	14
		Appartement 03	1236	122	100	75	27	11
		Appartement 04	965	134	99	68	35	16
	3eme Etage	Appartement 01	987	105	88	44	26	7
		Appartement 02	1006	109	93	39	21	8
		Appartement 03						
		Appartement 04						
	4eme Etage	Appartement 01	1102	118	97	66	26	9
		Appartement 02	1258	126	84	45	19	9
		Appartement 03	1236	136	95	53	15	4
		Appartement 04	1198	152	103	65	29	6
Bâtiment 06	RDC	Appartement 01	658	115	91	29	21	11
		Appartement 02	125	188	98	33	19	14
		Appartement 03	985					
		Appartement 04	968	18	9	6	2	0
	1er	Appartement	365	101	76	56	36	2

	Etage	01						
		Appartement 02	458	109	88	31	17	1
		Appartement 03	658	11	5	2	1	0
		Appartement 04	706	13	9	5	1	0
	2eme Etage	Appartement 01	756	179	88	58	38	19
		Appartement 02						
		Appartement 03	1112	166	91	35	26	16
		Appartement 04	1139	162	100	75	35	16
	3eme Etage	Appartement 01	1196	105	96	47	27	9
		Appartement 02	1207	153	111	41	16	5
		Appartement 03	1106	82	44	25	19	16
		Appartement 04	1014	96	61	36	21	9
	4eme Etage	Appartement 01	1256	206	106	91	46	23
		Appartement 02	1297	187	109	72	56	21
		Appartement 03	1006	174	103	91	65	19
		Appartement 04	1029	146	100	78	35	14
Bâtiment 07	RDC	Appartement 01	728	105	77	46	34	15
		Appartement 02	787	171	98	54	41	22
		Appartement 03	535	9	6	4	3	0
		Appartement 04	592	15	9	6	1	0
	1er Etage	Appartement 01	1102	121	89	42	39	12
		Appartement 02	1003	119	94	71	47	19
		Appartement 03	806	11	9	5	3	0
		Appartement 04	792	13	8	4	2	0
	2eme Etage	Appartement 01	1155	156	81	61	48	19

		Appartement 02	1100	164	106	64	38	16
		Appartement 03	796	98	61	34	26	9
		Appartement 04	785	94	66	49	22	9
	3eme Etage	Appartement 01	989	174	89	52	26	11
		Appartement 02	992	169	111	71	62	22
		Appartement 03	792	92	73	33	13	6
		Appartement 04	779	96	55	26	19	9
	4eme Etage	Appartement 01	1295	196	96	71	39	23
		Appartement 02	1263	194	102	62	35	21
		Appartement 03	1006	144	101	74	52	20
		Appartement 04	1100	132	79	60	47	21
Bâtiment 08	RDC	Appartement 01	198	22	12	9	3	1
		Appartement 02	169	25	19	14	8	1
		Appartement 03	792	11	12	6	1	1
		Appartement 04	865	10	9	5	1	1
	1er Etage	Appartement 01	984	25	19	13	9	2
		Appartement 02	973	29	17	11	8	1
		Appartement 03	924	16	13	11	7	3
		Appartement 04	963	17	14	10	5	2
	2eme Etage	Appartement 01	1029	250	106	60	35	65
		Appartement 02	1036	275	111	88	42	74
		Appartement 03	993	100	93	62	51	13
		Appartement 04	982	250	169	130	122	58
	3eme Etage	Appartement 01	1206	377	298	195	149	69
		Appartement	1269	370	286	147	129	67

		02						
		Appartement 03	1359	320	279	142	128	52
		Appartement 04	1395	333	289	139	127	43
	4eme Etage	Appartement 01	1323	390	252	157	144	54
		Appartement 02	1400	386	295	236	127	61
		Appartement 03	1420	344	269	143	132	41
		Appartement 04	1320	338	165	141	129	39

ANNEXE N°05

Les arbitres de formulaire de questionnaire

Nom et prénom	Spécialité
Haridi Fatma el-zohra	Professeur dans le département d'Architecture. Université 8 Mai 1945 Guelma
Cheraitia mohammed	Docteur dans le département d'Architecture. Université 8 Mai 1945 Guelma
Alkama Djamel	Professeur dans le département d'Architecture. Université 8 Mai 1945 Guelma

Pour garantir la validité et la fiabilité du questionnaire utilisé dans cette étude, des arbitres ont été sollicités pour évaluer et affiner le formulaire. Ces experts, spécialisés dans le domaine de l'habitat, l'énergie et la durabilité. Ils ont apporté leur expertise pour s'assurer que le questionnaire :

1-Répond aux objectifs de recherche : Les arbitres ont examiné si les questions du questionnaire sont bien alignées avec les objectifs de l'étude et si elles permettent de recueillir les données nécessaires pour répondre aux hypothèses de recherche.

2-Est clair et compréhensible : Ils ont évalué la clarté et la précision des questions afin d'éviter toute ambiguïté qui pourrait entraîner des biais ou des malentendus de la part des répondants.

3-Couvre les dimensions essentielles : Les experts ont vérifié si le questionnaire couvre toutes les dimensions importantes du sujet étudié, en s'assurant que chaque aspect pertinent de l'éclairage naturel est abordé.

4-Respecte les normes éthiques : Ils ont également validé que le questionnaire respecte les principes éthiques en matière de collecte de données, notamment en termes de consentement éclairé et de confidentialité des réponses.

Annexe N°03 : Guide d'entretien avec les occupants

Contexte : Cas d'étude-habitat Collectif Oued El-Fourcha- ANNABA

Bonjour,

Nous vous remercions de bien vouloir répondre à quelques questions concernant un sujet de recherche dans le domaine de l'habitat.

L'objectif de cette collecte d'informations est de déterminer les variables qui influencent la qualité des ambiances lumineuses dans l'espace habité. Veuillez examiner attentivement vos réponses et indiquer la réponse appropriée en cochant la case correspondante (X).

Date et heure :……Entretien nº : ……Bâtiment ……Etage :……...Type d'appartement :…….

A-PROFILDEL'OCCUPANT

1.Age?

○1.De20à29ans ○2.De30à39 ○3.De40à49
○4.De50à59 ○5.Plusde60

2.Genre?

○1. Homme ○2. Femme

B-L'OCCUPATIONETLECOMPORTEMENTDEL'OCCUPANTDANSL'ESPACEHABITE

3. Vous êtes:

○1. Locataire ○2.Sous locataire ○3.Propriétaire
○4.Autre

Si 'Autre', précisez:

4. Nombre de ménage?

○ 2personnes ○ 3personnes
○ 4personnes ○ 5personnes
○ Plusde5personnes

5. Depuis combien de temps vous occupez cette habitation ? Veuillez indiquer votre réponse en nombre de mois/années

○ Moinsde4ans ○ De5à9ans
○ De10à14ans ○ De15à19ans
○ Plusde20ans

6. Au cours d'une semaine type, combien d'heures passez-vous dans votre espace domestique ?Veuillez indiquer votre réponse en nombre d'heures par jou

○1. Moinsde5H ○2.De5hà9h ○3.De10hà15h

7. Globalement, le bâtiment répond-il à vos besoins en matière d'éclairage naturel ? Veuillez évaluer sur une échelle de 1 à 4 (1 étant très insatisfaisant et 4 étant très satisfaisant)

○1.Pas du tout satisfait ○2.Plutôt pas satisfait
○3.Plutôt satisfait ○4.Tout à fait satisfait

Avez-vous apporté des modifications à l'aménagement initial de votre logement ?

○ Non ○ Oui

Si 'OUI' ,précisez:

Veuillez énumérer les activités pratiquées à chaque espace

8. Cuisine

○1.Cuisiner ○2.Manger
○3.Regarder la télévision ○4.Se reposer
○5.Recevoir les invitées ○6.Réunir avec la famille
○7.Etudier ○8.Autre
○9.Circuler ○10.Laver la lessive

9. Séjour

☐ 1. Cuisiner 2.Manger
☐ 3. Regarder la télévision 4.Se reposer
☐ 5.Recevoir les invitées 6.Réunir toute la famille
☐ 7.Etudier 8. Autre
9.Circuler 10.Laver la lessive

Vous pouvez cocher plusieurs cases (jusqu'à 8 maximum).

15. Couloir

1. Cuisiner	2.Manger
3.Regarder la télévision	4.Se reposer
5.Recevoir les invitées	6.Réunir toute la famille
7.Etudier	8.Autre
9.Circuler	10.Faire la lessive

Vous pouvez cocher plusieurs cases (jusqu'à 8 maximum).

15. Chambre

1.Cuisiner	2.Manger
3. Regarder la télévision	4.Se reposer
5.Recevoir les invitées	6.Réunir toute la famille
7.Etudier	8. Autre
9.Circuler	10.Laver la lessive

Vous pouvez cocher plusieurs cases (jusqu'à 8 maximum).

En général, combien de temps passez-vous dans la salle de:

16.Cuisine
○1. Moinsde5H ○2.De5hà9h ○3.De10hà14h

17.Séjour
○1. Moinsde5H ○2.De5hà9h ○3.De10hà14h

19. Couloir
○1. Moinsde5H ○ 2.De5hà9h ○ 3.De10hà14h

20.Sanitaire
○1. Moinsde5H ○ 2.De5hà9h ○ 3.De10hà14h

26. Au cours de la journée, et selon les saisons, vousutilisezgénéralementlalumièrenaturelle,artificielleoules deuxenmême Temps?
○1.Eclairage naturel ○ 2.Eclairage artificiel
○3.Eclairage Mixte

C-Comportement des occupants vis a vis d'éclairage naturel

21. Rencontrez-vous des contraintes liées à votre mode d'éclairage ?
○1.OUI ○2.NON

22. Si 'OUI', précisez:
☐ 1. L'intimité ☐ 2.les arbres de jardin extérieur
☐ 3.vent de sable ☐ 4.Bruit extérieur
☐ 5.Rien
Vous pouvez cocher plusieurs cases.

23. Pour éclairer, ouvrez-vous ?
○1.Les vitres uniquement
○2.les persiennes uniquement
○3.les vitres et les persiennes ensemble

24. L'éclairage naturel vous convient pour les pratiques domestiques des pièces?
○1.OUI ○2.NON

Si 'NON',précisez:

27. Qu'est-ce que vous préférez ?
○1.Eclairage naturel ○2.Eclairage artificiel
○3.Eclairage Mixte

28. Dansquellezonepréférez-vouspratiquervosactivitésdomestiquesquotidiennes
○1.Près de la fenêtre ○2.Au milieu○3.Au fond

29. Avez-vous opéré des transformations particulièrement au niveau des baies (fenêtres et porte-fenêtre initiales de votre logement?
○1.OUI ○2.NON

Si 'oui',précisez:

30. Avez-vous utilisé des dispositifs de control de la lumière naturelle ?
○1.OUI ○2.NON

Si 'OUI',précisez:

D-Satisfaction des occupant de la qualité de l'éclairage naturel

33. Lequeldesénoncéssuivantsdécriventlemieuxvotrehabitationenmatière d'éclairement naturel?
○ Eclairé ○ .Plutôt éclaire ○ Sombre
○ Trop sombre

Si 'Autre',précisez:

34. Comment jugez-vous l'éclairage naturel dans les pièces suivantes ? Veuillez évaluer sur une échelle de 1 à 4 (1 étant très insuffisant et 4 étant très satisfaisant) :

	1	2	3	4	5
Séjour	○	○	○	○	○
Cuisine	○	○	○	○	○
Chambre01	○	○	○	○	○

Chambre02	○	○	○	○	○
Chambre03	○	○	○	○	○
Sanitaires	○	○	○	○	○

Comment jugez-vous la taille de la fenêtre ?

	1	2	3	4	5
Séjour	○	○	○	○	○
Cuisine	○	○	○	○	○
Chambre01	○	○	○	○	○
Chambre02	○	○	○	○	○
Chambre03	○	○	○	○	○
Sanitaires	○	○	○	○	○

Pasdutoutsatisfait(1),Plutôtpassatisfait(2),Plutôtsatisfait(3),Toutàfaitsatisfait(4).

Lequel des énoncés suivants décrit le mieux la vue depuis la fenêtre la plus proche de vous ?

	1	2	3	4	5
Séjour	○	○	○	○	○
Cuisine	○	○	○	○	○
Chambre01	○	○	○	○	○
Chambre02	○	○	○	○	○
Chambre03	○	○	○	○	○
Sanitaires	○	○	○	○	○

satisfaisant(1),ouvert(2),limité(3),agréable(4),désagréable(5)éable(4),désagréable(5)

33. *Avez-vous d'autres commentaires concernant l'éclairage naturel dans votre logement ?*

Fin du Questionnaire

Merci de votre participation à ce questionnaire. Vos réponses nous aideront à mieux comprendre les comportements des occupants et leur satisfaction concernant l'éclairage naturel dans les espaces habités.

دليل المقابلة مع شاغلي المبنى

السياق: دراسة حالة-السكن الجماعي واد الفرشة- عنابة

صباح الخير،

نشكرك على إجابتك على بعض الأسئلة المتعلقة بموضوع بحثي في مجال الإسكان.

الهدف من جمع المعلومات هذا هو تحديد المتغيرات التي تؤثر على جودة أجواء الإضاءة في الفضاء المأهول. يرجى مراجعة إجاباتك بعناية وتحديد الإجابة المناسبة من خلال تحديد المربع المقابل (X).

التاريخ والوقت:..... رقم المقابلة: .....مبنى .....الطابق:.....نوع الشقة:.....

أ-الملف الشخصي

1.العمر؟

1O. من 20 إلى 29 سنة 2O. من 30 إلى 39 3O. من 40 إلى 49
4O. من 50 إلى 59 5O. فوق 60

2. الجنس؟

1O. رجل 2O. المرأة

ب- مهنة وسلوك ساكن في مكان المعيشة

3. أنت :

1O. المستأجر 2O. المستأجر من الباطن 3O. المالك
4O. أخرى

إذا كانت الإجابة بـ "أخرى"، فحدد:

4. عدد الأسر؟

2O شخص 3O أشخاص
4O أشخاص 5O أشخاص
6Oأكثر من 5 أشخاص

5. متى وأنت تعيش في هذا المنزل؟ يرجى الإشارة إلى إجابتك بعدد الأشهر/السنوات

1Oأقل من 4 سنوات. من 5 2Oإلى 9 سنوات
3Oمن 10 إلى 14 سنة 4Oمن 15 إلى 19 سنة
5Oأكثر من 20 سنة

6. في الأسبوع العادي، كم ساعة تقضيها في منزلك، يرجى الإشارة إلى إجابتك بعدد الساعات في اليوم

1O. أقل من 5 ساعات 2. من 5 Oصباحًا إلى 9O صباحًا 3. من 10 صباحًا إلى 3 مساءً

7. بشكل عام، هل يلبي المبنى احتياجات الإضاءة الطبيعية لديك؟ يرجى التقييم على مقياس من 1 إلى 4 (1 يعني غير مرضٍ للغاية و4 يعني مرضٍ جدًا)

1O. غير راضٍ على الإطلاق O. 2. غير راضٍ بالأحرى
3O. راضٍ نوعًا ما O. 4. راضٍ تمامًا

هل قمت بإجراء أي تغييرات على التصميم الأصلي لمنزلك؟

1Oلا 2Oنعم

إذا كانت الإجابة بـ "نعم"، فحدد:

يرجى ذكر الأنشطة التي تمارس في كل مكان

15. الممر

1. طبخ ☐ 2. تناول الطعام ☐
3. مشاهدة التلفاز ☐ 4. الراحة ☐
5. استقبال الضيوف ☐ 6. جمع جميع أفراد الأسرة معًا ☐
7.دراسة ☐ 8.أخرى ☐
9. تعميم ☐ 10. غسل الملابس ☐

يمكنك تحديد عدة مربعات (بحد أقصى 8).

15. غرفة نوم

1. اطبخ 2. تناول الطعام
3. شاهد التلفاز 4. استرح
5. استقبال الضيوف 6. جمع جميع أفراد الأسرة معًا
7.دراسة 8.أخرى
9. تعميم 10. غسل الغسيل

يمكنك تحديد عدة مربعات (بحد أقصى 8).

8. مطبخ

1O. اطبخ 2O. تناول الطعام
3O. مشاهدة التلفاز 4O. الراحة
5O. استقبال الضيوف 6O. لم الشمل مع العائلة
7O.دراسة 8O.أخرى
9O. تعميم 10O. غسل الغسيل

9. يقضي

1. طبخ ☐ 2. تناول الطعام ☐
3. شاهد التلفاز ☐ 4. استرح ☐
5. استقبال الضيوف ☐ 6. جمع جميع أفراد ☐
7.دراسة ☐ 8.أخرى ☐
9. تعميم ☐ 10. غسل الغسيل ☐

يمكنك تحديد عدة مربعات (بحد أقصى 8).

بشكل عام، كم من الوقت تقضيه في الغرفة:

19. الممر

1○. أقل من 5 ساعات 2. من 5 ○صباحًا إلى 9○ صباحًا 3. من 10 صباحًا إلى 2 ظهرًا

20.صحية

1○. أقل من 5 ساعات 2. من 5 ○صباحًا إلى 9○ صباحًا 3. من 10 صباحًا إلى 2 ظهرًا

26. خلال النهار، واعتمادًا على الموسم، هل تستخدم بشكل عام الضوء الطبيعي أم الضوء الاصطناعي أم كليهما في نفس الوقت؟

1○. الإضاءة الطبيعية○ 2. الإضاءة الاصطناعية

3○. الإضاءة المختلطة

ج- سلوك السكان فيما يتعلق بالإضاءة طبيعية

27. ماذا تفضل؟

1○. الإضاءة الطبيعية ○2. الإضاءة الاصطناعية

3○. الإضاءة المختلطة

28. في أي منطقة تفضلين ممارسة أنشطتك المنزلية اليومية؟

1○. بالقرب من النافذة ○2. في المنتصف ○3. في الخلف

29. هل أجريت أي تحولات خاصة في الخلجان (النوافذ والأبواب الفرنسية الأولية لمنزلك؟

1○. نعم 2. لا○

إذا كانت الإجابة بنعم، حدد:

30. هل استخدمت أجهزة التحكم في الضوء الطبيعي؟

1○. نعم 2. لا○

إذا كانت الإجابة بـ "نعم"، فحدد:

16. المطبخ

1○. أقل من 5 ساعات 2. من 5○ صباحًا إلى 9 صباحًا 3○. من 10 صباحًا إلى 2 ظهرًا

17. البقاء

1○. أقل من 5 ساعات 2. من 5 ○صباحًا إلى 9○ صباحًا 3. من 10 صباحًا إلى 2 ظهرًا

21. هل تواجه أي قيود تتعلق بطريقة الإضاءة الخاصة بك؟

1○. نعم 2. لا○

22. إذا كانت الإجابة بـ "نعم"، فحدد:

1. أشجار الحديقة الخارجية الخصوصية ☐
3. الرياح الرملية 4. الضوضاء الخارجية ☐
5. لا شيء ☐

يمكنك تحديد مربعات متعددة.

23. للتنوير هل تفتحين ؟

1○. ويندوز فقط

2○. الستائر فقط

3○.النوافذ والمصاريع معًا

24. تناسبك الإضاءة الطبيعية للممارسات المنزلية في الغرف؟

1○. نعم 2. لا○

إذا كانت الإجابة بـ "لا"، فحدد:

د- رضا الشاغلين عن جودة الإضاءة الطبيعية

33. أي من العبارات التالية تصف منزلك بشكل أفضل من حيث الإضاءة الطبيعية؟

○مضاءة في ○الغالب داكنة○

○مظلمة للغاية

إذا كانت الإجابة بـ "أخرى"، فحدد:

34. كيف تقيم الإضاءة الطبيعية في الغرف التالية؟ يرجى التقييم على مقياس من 1 إلى 4 (1 غير كافٍ للغاية و4 مرضٍ جدًا):

يقضي	○	○	○	○	○
مطبخ	○	○	○	○	○
الغرفة 01	○	○	○	○	○
الغرفة 02	○	○	○	○	○

الغرفة 03	○	○	○	○	○
صحية	○	○	○	○	○

كيف يمكنك الحكم على حجم النافذة؟

يقضي	○	○	○	○	○
مطبخ	○	○	○	○	○
الغرفة 01	○	○	○	○	○
الغرفة 02	○	○	○	○	○
الغرفة 03	○	○	○	○	○
صحية	○	○	○	○	○

غير راضٍ على الإطلاق (1)، غير راضٍ (2)، راضٍ (3)، راضٍ تمامًا (4).

أي مما يلي يصف بشكل أفضل المنظر من النافذة الأقرب إليك؟

يقضي	○	○	○	○	○
مطبخ	○	○	○	○	○
الغرفة 01	○	○	○	○	○
الغرفة 02	○	○	○	○	○
الغرفة 03	○	○	○	○	○
صحية	○	○	○	○	○

مرضية (1)، مفتوحة (2)، محدودة (3)، ممتعة (4)، غير سارة (5) ممتعة (4)، غير سارة (5)

***33.** هل لديك أي تعليقات أخرى بخصوص الإضاءة الطبيعية في منزلك؟*

نهاية الاستبيان

نشكرك على مشاركتك في هذا الاستبيان. ستساعدنا إجاباتك على فهم سلوك الشاغلين ورضاهم عن الإضاءة الطبيعية في أماكن المعيشة بشكل أفضل.

Annexe N°07

Analyse statique

Le Sphinx Lexica

Guide d'entretien avec les occupants

Analyse en composantes principales

Variables :Age, sex ?, Statut familiale, Ou habité vous avant ?, statut d'occupation:, Nombre de ménage, Periode d'occupation, occupation h/j, satisfaction de l'habitation, Activités Cuisine, Activités Sejour,

	Age	sex ?	Statut fam	Ou habité	statut d'oc	Nombre d	Periode d'	occupatio	satisactio	Activités	Activités	Activités	Activités	contrainte	mode ou	Satisfacti	mode d'ec	mode pre	zone préfé	transform	control de	discription	Satisfact	Satisfact	Satisfact	Satisfact	Satisfact	Satisfact	Satisfact	Occupatio	Occupatio	Occupatio	Occupatio	Occupatio	Occupatio	Dimensi	Dimensi	Dimensi	Dimensi	Dimensi	la vue Cui	la vue se	la vue Ch	la vue Ch	la vue Ch
Age	1,00																																												
sex ?	0,23	1,00																																											
Statut familiale	0,60	0,15	1,00																																										
Ou habité vous avant ?	-0,10	-0,08	0,03	1,00																																								
statut d'occupation:	-0,48	-0,13	-0,19	0,23	1,00																																							
Nombre de ménage	0,30	0,32	0,22	-0,20	-0,58	1,00																																							
Periode d'occupation	-0,50	-0,19	-0,27	0,15	0,81	-0,62	1,00																																						
occupation h/j	0,21	0,09	0,12	-0,10	-0,35	0,27	-0,23	1,00																																					
satisfaction de l'habitation	-0,26	-0,18	-0,13	0,24	0,38	-0,31	0,26	-0,08	1,00																																				
Activités Cuisine	-0,14	-0,11	-0,01	0,00	0,17	-0,10	0,26	0,05	0,19	1,00																																			
Activités Sejour	0,26	0,15	0,05	-0,16	-0,16	0,21	-0,13	0,04	-0,24	-0,10	1,00																																		
Activités Chambre	-0,20	-0,16	-0,00	0,24	0,37	-0,46	0,34	0,01	0,54	0,10	-0,36	1,00																																	
Activités Couloir	0,04	-0,02	-0,03	-0,10	-0,06	0,15	-0,09	-0,03	-0,18	-0,05	0,15	-0,35	1,00																																
contraintes eclairage naturel	-0,44	-0,10	-0,22	-0,03	0,38	-0,20	0,40	-0,10	0,07	0,03	-0,05	0,08	0,03	1,00																															
mode ouverture des baies	0,11	-0,01	0,08	-0,03	-0,11	0,06	-0,06	0,04	-0,07	-0,03	0,04	-0,08	-0,02	0,10	1,00																															
Satisfaction de L'éclairage naturel	0,17	0,18	0,11	-0,06	-0,27	0,01	-0,11	0,09	-0,34	0,02	0,05	-0,14	-0,01	-0,09	0,01	1,00																														
mode d'eclairage utilisé	0,45	0,22	0,25	-0,06	-0,62	0,55	-0,74	0,21	-0,15	-0,24	0,04	-0,36	-0,05	-0,42	0,05	0,01	1,00																													
mode preferé	0,30	0,22	0,06	-0,22	-0,42	0,41	-0,38	-0,03	-0,40	-0,09	0,32	-0,57	-0,03	-0,23	0,13	0,33	0,40	1,00																												
zone préférez	0,02	0,15	-0,03	-0,00	-0,05	0,12	-0,08	-0,12	-0,09	-0,21	-0,03	-0,31	0,00	-0,17	-0,06	0,01	0,26	0,40	1,00																											
transformations des fenetre	0,16	0,32	0,00	-0,29	-0,38	0,33	-0,26	0,03	-0,57	-0,02	0,27	-0,46	0,19	-0,13	0,08	0,24	0,04	0,55	0,17	1,00																									
control de lumiere	-0,27	-0,26	-0,03	0,18	0,39	-0,40	0,35	-0,01	0,26	0,04	-0,32	0,48	0,03	0,21	-0,09	-0,34	-0,34	-0,94	-0,37	-0,46	1,00																								
discription de l'eclairement	0,30	0,27	0,12	-0,25	-0,48	0,24	-0,32	0,09	-0,71	-0,17	0,30	-0,47	0,06	-0,09	0,11	0,44	0,21	0,55	0,14	0,52	-0,51	1,00																							
Satisfaction lumiere sejour	-0,29	-0,29	-0,04	0,14	0,36	-0,39	0,37	-0,03	0,37	0,15	-0,38	0,51	0,03	0,19	0,00	-0,21	-0,36	-0,76	-0,38	-0,43	0,74	-0,42	1,00																						
Satisfaction lumiere Cuisine	-0,16	-0,35	-0,07	0,13	0,16	-0,29	0,13	-0,11	0,37	0,08	-0,22	0,46	0,02	0,05	-0,12	-0,01	-0,16	-0,27	-0,06	-0,30	0,22	-0,36	0,43	1,00																				
Satisfaction lumiere Chambre 01	-0,22	-0,15	-0,06	0,14	0,24	-0,18	0,13	-0,03	0,42	0,15	-0,14	0,48	-0,25	0,05	-0,20	-0,05	-0,22	-0,28	-0,17	-0,30	0,21	-0,35	0,35	0,43	1,00																			
Satisfaction lumiere Chambre 02	-0,22	-0,22	-0,06	0,02	0,23	-0,36	0,34	0,00	0,38	0,34	-0,22	0,43	-0,06	0,06	-0,11	0,06	-0,37	-0,35	-0,21	-0,11	0,30	-0,21	0,55	0,31	0,45	1,00																		
Satisfaction lumiere Chambre 03	-0,21	-0,11	-0,06	0,12	0,27	-0,18	0,17	-0,03	0,36	0,30	-0,17	0,45	-0,07	0,03	-0,11	-0,05	-0,23	-0,31	-0,17	-0,23	0,22	-0,31	0,46	0,34	0,52	0,66	1,00																
Satisfaction lumiere sanitaires	0,14	0,29	0,10	0,00	-0,06	0,15	0,01	-0,03	0,02	0,01	0,09	-0,05	-0,00	0,03	-0,02	-0,01	0,06	0,13	0,00	-0,02	-0,14	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	1,00														
Satisfaction lumiere Couloir	0,03	0,11	-0,02	-0,10	-0,09	0,14	0,01	-0,01	-0,14	0,01	0,08	-0,09	0,10	-0,02	-0,02	0,02	-0,10	0,12	-0,07	0,26	-0,12	0,12	-0,03	-0,04	-0,02	0,07	-0,01	0,10	1,00													
Occupation cuisine	-0,39	-0,14	-0,24	0,19	0,59	-0,37	0,53	-0,14	0,30	0,12	-0,25	0,33	-0,10	0,09	-0,17	-0,22	-0,24	-0,33	0,17	-0,29	0,33	-0,37	0,33	0,28	0,11	0,16	0,21	-0,10	-0,10	1,00												
Occupation sejour	0,17	0,16	0,01	-0,03	-0,29	0,32	-0,33	0,09	-0,23	-0,19	0,00	-0,35	-0,03	-0,28	0,13	0,01	0,60	0,41	0,35	0,13	-0,36	0,30	-0,31	-0,16	-0,37	-0,38	-0,20	-0,03	-0,04	0,05	1,00										
Occupation Chambre 2	0,11	0,27	-0,13	-0,16	-0,28	0,24	-0,22	0,03	-0,23	0,01	0,18	-0,30	0,11	-0,16	-0,04	0,10	0,19	0,48	0,34	0,42	-0,49	0,37	-0,41	-0,18	-0,19	-0,18	-0,14	0,11	0,11	-0,04	0,26	1,00									
Occupation Couloir	-0,16	-0,07	-0,00	0,13	0,24	-0,18	0,21	0,04	0,27	0,08	-0,17	0,22	-0,08	-0,05	-0,12	-0,15	-0,09	-0,28	-0,07	-0,18	0,26	-0,26	0,29	0,16	0,13	0,20	0,18	0,13	-0,03	0,37	-0,04	0,06	1,00								
Occupation sanitaire	-0,09	-0,18	-0,04	0,03	-0,02	-0,05	-0,04	-0,21	0,03	0,02	-0,07	0,00	0,01	0,06	-0,13	0,02	0,08	0,06	0,05	-0,11	-0,05	-0,07	-0,05	0,19	-0,03	-0,04	-0,03	0,01	-0,07	-0,05	-0,11	0,02	-0,04	1,00							
Dimension des fenetres Cuisine	-0,28	-0,31	-0,02	0,25	0,41	-0,41	0,34	-0,04	0,32	0,08	-0,31	0,48	0,03	0,21	-0,06	-0,25	-0,26	-0,80	-0,41	-0,49	0,80	-0,47	0,63	0,22	0,30	0,27	0,24	-0,17	-0,20	0,33	-0,31	-0,51	0,24	0,04	1,00						
Dimension des fenetres Sejour	-0,26	-0,30	-0,01	0,21	0,39	-0,39	0,33	-0,09	0,32	0,11	-0,31	0,52	0,03	0,23	-0,09	-0,29	-0,36	-0,86	-0,44	-0,43	0,87	-0,52	0,76	0,32	0,34	0,37	0,30	-0,09	-0,13	0,30	-0,44	-0,47	0,29	0,07	0,85	1,00					
Dimension des fenetres Chambre 1	-0,28	-0,39	-0,01	0,24	0,43	-0,40	0,33	-0,08	0,35	0,04	-0,35	0,54	0,03	0,19	-0,02	-0,34	-0,25	-0,73	-0,32	-0,49	0,75	-0,50	0,70	0,43	0,29	0,33	0,31	-0,11	-0,18	0,41	-0,21	-0,43	0,30	0,04	0,85	0,79	1,00				
Dimension des fenetres Chambre	-0,32	-0,34	-0,07	0,16	0,36	-0,40	0,33	-0,00	0,29	0,11	-0,30	0,46	0,03	0,27	0,01	-0,30	-0,38	-0,81	-0,49	-0,41	0,80	-0,36	0,68	0,23	0,27	0,34	0,20	-0,18	-0,12	0,27	-0,42	-0,50	0,23	0,04	0,90	0,88	0,78	1,00			
Dimension des fenetres Chambre 3	-0,18	-0,03	-0,08	0,18	0,38	-0,29	0,27	-0,14	0,18	0,01	-0,13	0,14	0,03	0,26	-0,10	-0,06	-0,17	-0,28	-0,03	-0,19	0,30	-0,23	0,25	0,09	0,14	0,15	0,02	0,03	-0,18	0,37	-0,11	-0,19	0,05	-0,05	0,43	0,37	0,40	0,34	1,00		
la vue Cuisine	0,02	0,12	0,03	0,12	0,08	0,12	-0,02	-0,03	0,22	-0,12	-0,02	-0,05	0,00	-0,11	-0,05	-0,11	0,24	-0,05	0,19	-0,18	0,14	-0,31	-0,03	0,02	0,02	-0,20	-0,08	0,16	-0,14	0,15	0,09	0,07	0,20	-0,00	0,03	0,03	0,13	-0,13	0,09	1,00	
la vue séjour	-0,19	-0,20	-0,13	0,09	0,14	-0,25	0,11	-0,05	0,09	-0,00	-0,14	0,06	0,01	0,13	0,09	-0,21	-0,14	-0,40	-0,25	-0,16	0,44	-0,13	0,26	-0,15	-0,28	-0,08	-0,19	-0,16	-0,17	0,14	-0,03	-0,31	0,15	-0,02	0,47	0,43	0,33	0,49	0,19	-0,12	1,00
la vue Chambre 1	0,15	0,34	-0,00	-0,20	-0,29	0,29	-0,26	0,02	-0,34	-0,11	0,30	-0,56	0,11	-0,16	0,09	0,05	0,16	0,44	0,12	0,56	-0,38	0,35	-0,45	-0,51	-0,30	-0,43	-0,46	-0,02	0,18	-0,32	0,16	0,27	-0,12	-0,05	-0,34	-0,39	-0,55	-0,29	-0,14	0,06	0,16
la vue Chambre 2	0,28	0,25	0,12	-0,19	-0,31	0,25	-0,20	-0,07	-0,66	-0,19	0,26	-0,56	0,11	-0,17	0,09	0,15	0,27	0,52	0,21	0,47	-0,42	0,59	-0,49	-0,50	-0,44	-0,43	-0,50	0,11	0,10	-0,26	0,30	0,28	-0,12	0,04	-0,43	-0,45	-0,52	-0,39	-0,21	-0,03	0,02
la vue Chambre3	0,26	0,19	0,02	-0,15	-0,36	0,22	-0,28	0,02	-0,47	-0,17	0,26	-0,50	0,10	-0,21	0,08	0,35	0,29	0,56	0,22	0,41	-0,47	0,52	-0,59	-0,37	-0,49	-0,38	-0,50	-0,03	0,11	-0,25	0,26	0,30	-0,15	-0,04	-0,53	-0,54	-0,62	-0,50	-0,23	0,01	0,08

Alpha de Cronbach : 1,00

Les valeurs du tableau sont les coefficients de corrélation entre les critères.

La valeur 0 est attribuée aux non-réponses.

Le Sphinx Lexica

Guide d’entretien avec les occupants

Analyse en composantes principales

Variables :Période d'occupation, occupation h/j, Activités Cuisine, Activités Séjour, Activités Chambre, Activités Couloir, contraintes éclairage naturel, mode ouverture des baies, mode d'éclairage utilisé,

	Periode	occupatio	Activités	Activités	Activités	Activités	contrainte	mode ou	mode d'e	mode pre	zone préf	transform	control de	discriptio
Periode d'occupation	1,00													
Occupation h/j	-0,23	1,00												
Activités Cuisine	0,26	0,05	1,00											
Activités Séjour	-0,13	0,04	-0,10	1,00										
Activités Chambre	0,34	0,01	0,10	-0,36	1,00									
Activités Couloir	-0,09	-0,03	-0,05	0,15	-0,35	1,00								
Contraintes éclairage naturel	0,40	-0,10	0,03	-0,05	0,08	0,03	1,00							
Mode ouverture des baies	-0,06	0,04	-0,03	0,04	-0,08	-0,02	0,10	1,00						
Mode d'éclairage utilisé	-0,74	0,21	-0,24	0,04	-0,36	-0,05	-0,42	0,05	1,00					
mode préféré	-0,38	-0,03	-0,09	0,32	-0,57	-0,03	-0,23	0,13	0,40	1,00				
zone préférez	-0,08	-0,12	-0,21	-0,03	-0,31	0,00	-0,17	-0,06	0,26	0,40	1,00			
Transformations des fenêtres	-0,26	0,03	-0,02	0,27	-0,46	0,19	-0,13	0,08	0,04	0,55		1,00		
Control de lumière	0,35	-0,01	0,04	-0,32	0,48	0,03	0,21	-0,09	-0,34	-0,94		-0,46	1,00	
Description de l'éclairement	-0,32	0,09	-0,17	0,30	-0,47	0,06	-0,09	0,11	0,21	0,55		0,52	-0,51	1,00

Alpha de Cronbach: 0,79

Les valeurs du tableau sont les coefficients de corrélation entre les critères.

Le Sphinx Lexica

Guide d'entretien avec les occupants

Analyse en composantes principales
Variables: transformations des fenêtres, Satisfaction lumière séjour, Satisfaction lumière Cuisine, Satisfaction lumière Chambre01, Satisfaction lumière Chambre 02,SatisfactionlumiereChambre03,

	transformatio	Satisfactionl	Satisfactionl	Satisfactionl	Satisfactionl	Satisfactionl	Satisfactionl	Satisfactionl	Dimensionde	Dimensionde	Dimensionde	Dimensionde	Dimensionde
transformationsdesfenetre	1,00												
Satisfactionlumieresejour	-0,43	1,00											
SatisfactionlumiereCuisine	-0,30	0,43	1,00										
SatisfactionlumiereChambre01	-0,30	0,35	0,43	1,00									
SatisfactionlumiereChambre02	-0,11	0,55	0,31	0,45	1,00								
SatisfactionlumiereChambre03	-0,23	0,46	0,34	0,52	0,66	1,00							
Satisfactionlumieresanitaires	-0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	1,00						
SatisfactionlumiereCouloir	0,26	-0,03	-0,04	-0,02	0,07	-0,01	0,10	1,00					
DimensiondesfenetresCuisine	-0,49	0,63	0,22	0,30	0,27	0,24	-0,17	-0,20	1,00				
DimensiondesfenetresSejour	-0,43	0,76	0,32	0,34	0,37	0,30	-0,09	-0,13	0,85	1,00			
DimensiondesfenetresChambre1	-0,49	0,70	0,43	0,29	0,33	0,31	-0,11	-0,18	0,85	0,79	1,00		
DimensiondesfenetresChambre	-0,41	0,68	0,23	0,27	0,34	0,20	-0,18	-0,12	0,90	0,86	0,78	1,00	
DimensiondesfenetresChambre3	-0,19	0,25	0,09	0,14	0,15	0,02	0,03	-0,18	0,43	0,37	0,40	0,34	1,00

Alpha de Cronbach: 0,75
Les valeurs du tableau sont les coefficients de corrélation entre les critères.

Le Sphinx Lexica

Guide d’entretien avec les occupants

Analyse en composantes principales

Variables: la vue Cuisine, la vue séjour, la vue Chambre1,la vue Chambre 2, la vue Chambre3.

	lavueCu	lavueséj	lavueCh	lavueCh	lavueCh
lavueCuisine	1,00				
lavueséjour	-0,12	1,00			
lavueChambre1	0,06	0,16	1,00		
lavueChambre2	-0,02	0,02	0,60	1,00	
lavueChambre3	0,01	0,08	0,53	0,59	1,00

Alpha de Cronbach:0,58

Les valeurs du tableau sont les coefficients de corrélation entre les critères.

Le Sphinx Lexica

Guide d'entretien avec les occupants

Analyse en composantes principales Variables: Age, genre?, Statut familiale?, statut d'occupation:, Nombre de ménage.

	Age	genre?	Statutfam	Ouhabité	statutd'o	Nombred
Age	1,00					
genre ?	0,21	1,00				
Statut familiale	0,63	0,13	1,00			
Ou habité vous avant?	-0,09	-0,06	0,01	1,00		
Statut d'occupation:	-0,51	-0,16	-0,18	0,20	1,00	
Nombre de ménage	0,31	0,33	0,16	-0,23	-0,56	1,00

Alpha de Cronbach:1,00 Les valeurs du tableaux ont les coefficients de corrélation entre les critères.

43observationsnesontpasprisesencompte(non-réponse à au moins un des critères).

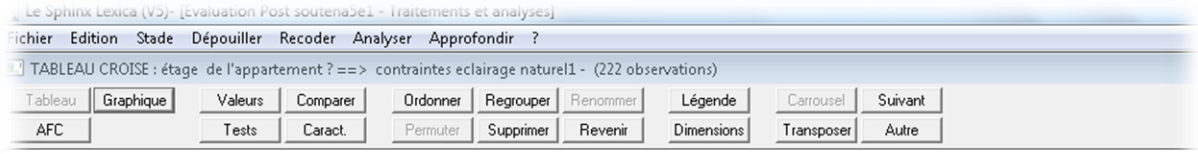
ANNEXE N°8: Test de Chi2

Cette Annexe présente les détails relatifs à l'évaluation de la validité du questionnaire utilisé dans cette recherche, ainsi que l'application du test du chi carré pour analyser la qualité des données collectées.

zone préférez / mode ouverture des baies	Près de la fenêtre	Au milieu	Au fond	TOTAL
Les vitres uniquement	-5	-3	+44	**33**
les persiennes uniquement	+3	+1	-14	**181**
les vitres et les persiennes enssemble	-10	+0	+20	**8**
TOTAL	**21**	**177**	**24**	**222**

La dépendance est peu significative. chi2 = 7,50, ddl = 4, 1-p = 88,83%.
Les cases encadrées en bleu (rose) sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur (inférieur) à l'effectif théorique.
Attention, 4 (44.4%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du chi2 ne sont pas réellement applicables.
% de variance expliquée (V de Cramer) : 1,69%

Les valeurs du tableau sont les pourcentages chi2 partiel / chi2 total. Le signe représente l'écart à l'indépendance.



contraintes eclairage naturel1 / étage de l'appartement ?	L'intimité	les arbres de jardin exterieur	vent de sable	Bruit exterieur	Rien	TOTAL
RDC	+0	+24	-6	-2	+0	**100**
1er Etage	+0	+2	-3	+0	+5	**58**
2eme Etage	+0	-10	+6	+0	-6	**311**
3eme etage	-1	+0	+0	+1	+3	**8**
4eme etage	-2	-1	-2	+0	+27	**11**
TOTAL	**168**	**34**	**106**	**146**	**34**	**488**

La dépendance est très significative. chi2 = 133,66, ddl = 16, 1-p = >99,99%.
Les cases encadrées en bleu (rose) sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur (inférieur) à l'effectif théorique.
Attention, 12 (48.0%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du chi2 ne sont pas réellement applicables.
Le chi2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes).
% de variance expliquée (V de Cramer) : 15,05%

Les valeurs du tableau sont les pourcentages chi2 partiel / chi2 total. Le signe représente l'écart à l'indépendance.

la vue séjour / mode d'eclairage utilisé	satisfaisant	ouvert	limité	agréable	désagréable	TOTAL
Eclairage naturel	+15	+4	-14	+0	+55	17
Eclairage artificiel	+0	+2	+0	+0	-2	72
Eclairage Mixte	-1	-3	+1	+0	-3	133
TOTAL	**8**	**3**	**184**	**2**	**25**	**222**

La dépendance est très significative. chi2 = 62,46, ddl = 8, 1-p = >99,99%.
Les cases encadrées en bleu (rose) sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur (inférieur) à l'effectif théorique.
Attention, 10 (66.7%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du chi2 ne sont pas réellement applicables.
% de variance expliquée (V de Cramer) : 14,07%

Les valeurs du tableau sont les pourcentages chi2 partiel / chi2 total. Le signe représente l'écart à l'indépendance.

mode ouverture des baies / occupation h/j	Les vitres uniquement	les persiennes uniquement	les vitres et les persiennes enssembl	TOTAL
Moins de 5 H	-11	+3	-3	9
De 5 h à 9 h	+43	-13	+17	38
De 10 h à 15 h	-5	+2	-2	175
TOTAL	**33**	**181**	**8**	**222**

La dépendance est significative. chi2 = 11,71, ddl = 4, 1-p = 98,04%.
Les cases encadrées en bleu (rose) sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur (inférieur) à l'effectif théorique.
Attention, 3 (33.3%) cases ont un effectif théorique inférieur à 5, les règles du chi2 ne sont pas réellement applicables.
% de variance expliquée (V de Cramer) : 2,64%

Les valeurs du tableau sont les pourcentages chi2 partiel / chi2 total. Le signe représente l'écart à l'indépendance.

mode d'eclairage utilisé / contraintes eclairage naturel1	Eclairage naturel	Eclairage artificiel	Eclairage Mixte	TOTAL
L'intimité	-2	+0	+0	**168**
les arbres de jardin exterieur	+0	+19	-8	**34**
vent de sable	-4	-7	+5	**106**
Bruit exterieur	+0	-2	+1	**146**
Rien	+41	+3	-7	**34**
TOTAL	**21**	**134**	**333**	**488**

La dépendance est très significative. chi2 = 120,45, ddl = 8, 1-p = >99,99%.
Les cases encadrées en bleu (rose) sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur (inférieur) à l'effectif théorique.
Le chi2 est calculé sur le tableau des citations (effectifs marginaux égaux à la somme des effectifs lignes/colonnes).
% de variance expliquée (V de Cramer) : 27,13%

Les valeurs du tableau sont les pourcentages chi2 partiel / chi2 total. Le signe représente l'écart à l'indépendance.