

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA-
Bejaia

Faculté de Technologie

Département d'Architecture



جامعة عبد الرحمان ميرة – بجاية

كلية التكنولوجيا

قسم الهندسة المعمارية



Thème:

Étude de la lumière naturelle dans les espaces de circulation semi publics de l'habitation (Habitat collectif AADL et Individuel).

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master II en Architecture

« Spécialité : Habitat et Politique de la Ville »

Préparé par :

BAH Abdoul Aziz

Dr. Messaoudi Sofiane	Département d'Architecture de Bejaia	Président de jury
Dr. Saraoui Selma	Département d'Architecture de Bejaia	Rapporteur
Dr. Allouache Samir	Département d'Architecture de Bejaia	Examineur
Dr. Talantikite soundouss	Département d'Architecture de Bejaia	Invité

Année Universitaire 2023-2024

Dédicace

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leur soutien quotidien et leur influence positive tout au long de mon parcours. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude. Que Dieu les protège et les bénisse.

*À mes frères et sœurs, ainsi qu'à la mémoire de mon frère **Abdourahmane Bah**. Merci pour votre encouragement constant durant toutes ces années d'études.*

*À Mme. **ATTAR SARAOUI Selma**, notre enseignante et encadrante bienveillante, qui a toujours été là pour nous guider avec patience et dévouement.*

À mes amis proches, ceux qui m'ont soutenu, motivé et accompagné dans les moments tantôt joyeux, tantôt difficiles.

Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

À ma famille, en particulier mes chers parents et mes frères et sœurs, merci pour votre soutien indéfectible, vos encouragements et votre inspiration tout au long de ce parcours. Vous avez été mon pilier et ma motivation.

*À Mme **SARAoui Selma**, mon encadrante, je suis infiniment reconnaissant pour votre expertise, votre patience, votre disponibilité et vos précieux conseils, qui ont grandement enrichi ce travail.*

*À mes camarades **Abdelhalim Mouloudj**, **Hachim Mounia** et **Amrani Walid** merci pour votre collaboration, votre aide et votre solidarité durant cette aventure.*

*Un remerciement spécial au **Département d'Architecture** et à tout son personnel pour leur accompagnement tout au long de ces années d'études.*

Je suis également honoré que les membres du jury aient accepté d'évaluer mon travail. Leur temps et leurs retours sont pour moi une précieuse opportunité.

Enfin, merci à tous ceux qui, par leurs conseils, leur soutien ou leur simple présence, ont éclairé mon chemin. Cette réalisation est aussi la vôtre.

Résumé :

La présence de lumière naturelle joue un rôle crucial dans toute conception architecturale, influençant l'utilisation et la fonctionnalité des espaces. Ce mémoire se concentre sur l'analyse du confort visuel dans les zones de circulation intérieure des habitations, des zones souvent fréquentées par le public et qui jouent un rôle essentiel dans la conception architecturale en tant que premiers points de contact et axes de déplacement dans un bâtiment. Optimiser la lumière naturelle dans ces espaces est crucial pour garantir à la fois leur fonctionnalité et l'expérience utilisateur. L'étude de la lumière naturelle, de l'ambiance lumineuse et de la disposition spatiale permet de comprendre comment ces éléments peuvent être optimisés pour répondre aux besoins des occupants et améliorer leur bien-être.

Pour mieux cerner notre objectif, nous avons choisi deux types d'habitations comme études de cas : les habitations collectives et individuelles. Notre méthodologie combine plusieurs outils complémentaires, notamment des mesures in-situ essentielles pour évaluer la lumière naturelle, ainsi que des simulations numériques réalisées à l'aide du logiciel Dia Lux Evo pour compléter ces mesures dans des conditions défavorables.

Les résultats de notre étude révèlent un faible niveau d'éclairage naturel dans les zones de circulation examinées, avec certains espaces présentant un niveau d'inconfort dû à l'absence d'ouvertures. Ces conclusions soulignent l'importance de prendre en compte la lumière naturelle dans la conception architecturale des espaces de circulation pour optimiser leur utilisation. Cette approche peut contribuer à améliorer l'environnement de travail et d'étude des occupants, en augmentant leur confort visuel et leur bien-être général.

Mots clés : lumière naturelle, espace architectural, parcours de circulation, configuration spatiale, syntaxe spatiale.

Abstract:

The presence of natural light plays a crucial role in any architectural design, influencing the use and functionality of spaces. This thesis focuses on the analysis of visual comfort in the interior circulation areas of residential buildings, areas frequently used by the public and essential in architectural design as initial points of contact and pathways within a building. Optimizing natural light in these spaces is vital to ensure both their functionality and user experience. Studying natural light, lighting ambiance, and spatial layout helps understand how these elements can be optimized to meet occupants' needs and enhance their well-being.

To better understand our objective, we selected two types of residences as case studies: collective and individual housing. Our methodology combines several complementary tools, including essential in-situ measurements to evaluate natural light and numerical simulations using the Dia Lux Evo software to supplement these measurements in unfavorable conditions.

The results of our study reveal a low level of natural lighting in the examined circulation areas, with some spaces showing a level of discomfort due to the absence of openings. These findings underscore the importance of considering natural light in the architectural design of circulation spaces to optimize its use. This approach can help improve the working and studying environment of occupants, increasing their visual comfort and overall well-being.

Keywords: natural light, architectural space, circulation pathways, spatial configuration, space syntax.

ملخص:

يلعب وجود الضوء الطبيعي دورًا حاسمًا في أي تصميم معماري، مما يؤثر على استخدام المساحات ووظيفتها. تركز هذه الأطروحة على تحليل الراحة البصرية في مناطق الحركة الداخلية للمنازل، وهي المناطق التي يرتادها الجمهور غالبًا والتي تلعب دورًا أساسيًا في التصميم المعماري كنقاط اتصال أولى ومحاور حركة في المبنى. يعد تحسين الإضاءة الطبيعية في هذه المساحات أمرًا بالغ الأهمية لضمان وظائفها وتجربة المستخدم. نتيج لنا دراسة الضوء الطبيعي وأجواء الإضاءة والتخطيط المكاني فهم كيفية تحسين هذه العناصر لتلبية احتياجات السكان وتحسين رفاهيتهم.

لفهم هدفنا بشكل أفضل، اخترنا نوعين من الإسكان كدراسات حالة: الإسكان الجماعي والفردى. تجمع منهجيتنا بين العديد من الأدوات التكميلية، بما في ذلك القياسات الأساسية في الموقع لتقييم الضوء الطبيعي، بالإضافة إلى عمليات المحاكاة الرقمية التي يتم إجراؤها باستخدام برنامج Dia Lux Evo لاستكمال هذه القياسات في الظروف غير المواتية.

تكشف نتائج دراستنا عن انخفاض مستوى الإضاءة الطبيعية في مناطق التوزيع التي تم فحصها، حيث تظهر بعض المساحات مستوى من عدم الراحة بسبب عدم وجود فتحات. تؤكد هذه الاستنتاجات على أهمية أخذ الضوء الطبيعي بعين الاعتبار في التصميم المعماري لمساحات التداول لتحسين استخدامها. يمكن أن يساعد هذا النهج في تحسين بيئة العمل والدراسة للشاغلين، مما يزيد من راحتهم البصرية ورفاههم العام.

الكلمات المفتاحية: الضوء الطبيعي، أجواء الإضاءة، الفضاء المعماري، مسار الدوران، التكوين المكاني، التركيب المكاني.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE INTRODUCTIF

INTRODUCTION GENERALE	1
PROBLEMATIQUE	1
HYPOTHESES	3
OBJECTIFS DE RECHERCHE	3
DEMARCHE METHODOLOGIQUE	3
LA STRUCTURE DU MEMOIRE	4

CHAPITRE I : L'ESPACE ARCHITECTURAL..... 5

1. L'ESPACE ARCHITECTURAL	5
2. PARCOURS DE CIRCULATION	7
A. Définition du parcours de circulation	7
B. Les type de rapprochement	7
1) Rapprochement frontal	7
2) Rapprochement en spirale	8
3) Rapprochement oblique	8
C. La notion du parcours selon la vision de certains architectes	8
D. La circulation en architecture	9
a) Circulations dans l'architecture	9
1. Circulations horizontales	9
2. Circulations verticales.....	9
b) E. La configuration du cheminement (selon Ching, 2007)	9
1. Configuration linéaire	9
2. Configuration radiale	9
3. Configuration en spirale.....	9
4. Configuration tramée (ou en grille).....	9
5. Configuration irrégulière	9
6. Configuration composée	9
E. L'espace et la configuration de circulation	10
Les Principes de la Circulation selon Ching	10
Interconnexion des Espaces par la Circulation.....	10
F. L'importance de la lumière du jour dans les zones de déplacement de circulation	10
3. LA CONFIGURATION SPATIALE	11
A. Définition	11
B. Types de configurations spatiales architecturales	12
1) L'organisation centrée	12
2) L'organisation linéaire	12
3) L'organisation radiale	12
4) L'organisation regroupés	13
5) L'organisation par trames	13
C. L'espace comme configuration	13
6) Espace axiale	16
7) Espace isosiste	16
F. La représentation de la structure spatiale de l'agencement	17
1) Représentation selon le volet architectural	17
a) Représentation convexe	17
Conclusion	18

CHAPITRE II : LE CONFORT VISUEL 19

1. INTRODUCTION	19
A. Définition de la lumière	19
B. Sources de lumière naturelle	19
1) Sources lumineuses diurnes	20
b) Sources primaires	20
c) Sources secondaires	20
1) Types de ciel :	20
C. Les grandeurs photométriques	21
1) Le flux lumineux	21
2) L'intensité lumineuse	21
3) L'éclairement lumineux	21
4) La luminance :	22
5) La propagation de la lumière naturelle :	22
a) L'absorption :	22
b) La réflexion :	22
c) La transmission :	23
6) Facteur de lumière du jour (FLJ) :	23
7) L'éclairage naturel	24
a) Définition :	24
b) Types d'éclairage naturel dans le bâtiment :	24
1) L'éclairage zénithal :	24
2) L'éclairage latéral :	25
3) L'éclairage zénithal ou latéral :	25
c) Les paramètres influençant l'éclairage naturel :	26
1) Les paramètres liés à l'environnement :	26
2) Les paramètres liés au bâtiment :	26
D. Les stratégies de l'éclairage naturel :	26
1) Capter :	26
2) Transmettre :	26
3) Distribuer :	27
4) Se protéger :	27
2. LE CONFORT VISUEL	27
A. Introduction	27
B. Les paramètres du confort visuel	28
1) Le niveau d'éclairement	29
2) Rendu des couleurs	29
3) Le tien de la lumière	29
4) L'uniformité de la lumière	29
C. Eblouissement	30
1) Types d'éblouissement :	30
2) Sources d'éblouissement :	30
D. Rendu de couleur :	31
E. Teinte de la lumière :	31
F. Les critères qui influencent sur le confort visuel :	31
G. Impact du type d'ouverture sur le confort visuel :	31
H. Impact de l'orientation sur le confort visuel :	32
3. L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LES ESPACE DE CIRCULATION INTERIEURES DE L'HABITAT	33
A. Les Espaces de Circulation :	33
B. Type de tâche visuelle :	33
C. La réglementation et les normes relatives à l'éclairage naturel dans les espaces de circulation :	33
D. L'objectif de la normalisation et la réglementation de l'éclairage :	33

E. La réglementation algérienne :.....	34
F. Exigences d'éclairage dans les espaces de circulation :.....	34
Conclusion	36

CHAPITRE III : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE DES CAS D'ETUDE.....37

1. MOTIVATION ET CRITERES DE SELECTION DU CHOIX DES ESPACES D'ACCUEIL ET DE PARCOURS DE CIRCULATION	37
2. PRESENTATION DES CAS D'ETUDES	37
A. Identification des espaces de circulation dans les cas d'études :.....	38
3. L'OUTIL METHODOLOGIQUE	39
A. La simulation :	39
1) Présentation de logiciel Dialux evo :	39
2) Les Etapes de la simulation du logiciel :	39
a) Interface de démarrage :	39
b) Importation d'Un plan DWG :	40
c) Positionner l'orientation du nord du plan :	41
d) Modéliser l'édifice :	41
e) Les résultats des calculs :	42
4. PRESENTATION DES RESULTATS DE LA SIMULATION AVEC LE LOGICIEL « DIALUX EVO »	42
A. Résultat du l'habitat collectif :	42
B. Résultat du l'habitat Individuel :	46

CHAPITRE IV : ANALYSE DU SITE ET CONCEPTION..... 54

1. CHOIX DU PROJET DE FIN D'ETUDE	54
2. ANALYSE DU SITE D'INTERVENTION	54
A. Présentation Générale de la commune de Bejaia :.....	54
B. Situation Géographique du Site :	55
C. Environnement immédiat :	56
D. Accessibilité :	56
E. Morphologie et Topographie du terrain :	57
F. Climatologie :	57
G. Les Contraintes et Avantages du site :	58
3. ANALYSE DES EXEMPLES	58
A. Introduction	58
B. Exemple 01 : Immeuble de logement Oressence	58
1) Présentation :	58
2) Situation :	59
3) Accessibilité :	60
4) Concept du Projet :	60
5) Orientation :	60
6) Les Espaces de Circulation :	61
7) Façades et Ouvertures :	61
8) Volumétrie :	62
C. Exemple 02 : Habitat Semi-collectif à Djelfa.....	62
1) Présentation :	62
2) Types de Groupement :	63
3) Hiérarchisation des Espaces :	64
4) Relation Interieure-Exterieur :	64
5) Analyse du Façade :	65
6) Analyse spatiale et Fonctionnelle :	65
7) Relation entre les Espaces de Circulation :	66

8)	Analyse Formelle :	66
9)	Analyse du Confort :	67
4.	PROGRAMMATION URBAINE ET ARCHITECTURALE	70
A.	<i>Conception et Programme :</i>	70
1)	Terrain d'intervention :	70
2)	Programme :	70
3)	Proposition 01 :	71
a)	Description :	71
b)	Plan d'Aménagement :	72
c)	Volumétrie :	72
4)	<i>Proposition 02 :</i>	73
a)	Description et Genèse :	73
b)	Plan de masse et volumetrie :	75
	CONCLUSION GÉNÉRALE	77
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	79

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : VUE SUR L'APPROCHE FRONTALE..	7
FIGURE 2 : VUE SUR L'APPROCHE SPIRALE	8
FIGURE 3 : VUE SUR L'APPROCHE OBLIQUE	8
FIGURE 4 : CIRCULATION DE LA VILLA SAVOYE	9
FIGURE 5 : LES DIFFERENTS TYPES DE CONFIGURATION DU CHEMINEMENT.....	10
FIGURE 6 : UN EXEMPLAIRE DE CONFIGURATION DES ESPACES (A) ET (B)	11
FIGURE 7 : UNE ORGANISATION CENTRALE	12
FIGURE 8 : UNE ORGANISATION LINEAIRE	12
FIGURE 9 : UNE ORGANISATION RADIALE.....	13
FIGURE 10 : UNE ORGANISATION REGROUPE	13
FIGURE 11 : UNE ORGANISATION PAR TRAME.....	13
FIGURE 12 : TROIS CONFIGURATIONS SPATIALES DE LA MEME FORME ARCHITECTURALE	14
FIGURE 13 : LES TROIS ETAPES DE LA SPACE SYNTAX.....	15
FIGURE 14 : ESPACE CONVEXE / ESPACE NON CONVEXE.....	16
FIGURE 15 : ESPACE AXIALE/ ESPACE CONVEXE/ ESPACE ISOVISTE	17
FIGURE 16 : REPRESENTATION SPATIALE D'UNE MAISON NORMANDE TYPIQUE	17
FIGURE 17 : REPRESENTATION DE LA CARTE CONVEXE AVEC DES ESPACES CONVEXES	17
FIGURE 18 : REPRESENTATION EN GRAPH.....	18
FIGURE 19 : REPARTITION DU SPECTRE SOLAIRE	19
FIGURE 20 : LES SOURCES EXTERNES DE LUMIERE NATURELLE POUR UN BATIMENT	20
FIGURE 21 : LES DIVERSES CATEGORIES DE CIELS	21
FIGURE 22 : LES MESURES PHOTOMETRIQUES	21
FIGURE 23 : RESUME GLOBAL DE CES GRANDEURS	22
FIGURE 24 : MECANISMES DE REFLEXION DE LA LUMIERE.....	22
FIGURE 25 : MANIERES PAR LESQUELLES LA LUMIERE SE PROPAGE	23
FIGURE 26 : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU FACTEUR DE LUMINOSITE DIURNE	24
FIGURE 27 : ÉCLAIRAGE D'UN ESPACE A PARTIR DE LA LUMIERE PROVENANT DU TOIT.....	25
FIGURE 28 : L'ECLAIRAGE NATUREL LATERAL.....	25
FIGURE 29 : PRESERVER LE BATIMENT CONTRE LES RAYONS DU SOLEIL.....	27
FIGURE 30 : CONFORT VISUEL	28
FIGURE 31 : PARAMETRE DU CONFORT VISUEL.....	28
FIGURE 32 : L'ECLAIREMENT MOYEN REQUIS EN FONCTION DE L'ACTIVITE.....	29
FIGURE 33 : L'ECLAIREMENT RECOMMANDE SELON LA NORME NBN L13-006	29
FIGURE 34 : L'ECLAIREMENT UNIFORME.....	29
FIGURE 35 : SOURCE LUMINEUSE DE HAUTE LUMINANCE	30
FIGURE 36 : LA LUMIERE FROIDE ET LA LUMIERE CHAUDE	31
FIGURE 37 : TYPE D'OUVERTURE ET LE CONFORT VISUEL	32
FIGURE 38 : TYPE D'OUVERTURE ET LE CONFORT VISUEL	32
FIGURE 39 : ECLAIREMENT MOYEN A MAINTENIR EN FONCTION D'ACTIVITE D'APRES L'AFE... 35	35
FIGURE 40 : ENTREE PRINCIPALE AVEC COULOIR DE DISTRIBUTION.	38
FIGURE 41 : FENETRES VITREES.....	38
FIGURE 42 : HALL D'ENTREE AVEC LE COULOIR DE DISTRIBUTION.....	38

FIGURE 43 : ECLAIRAGE NATUREL ET ARTIFICIEL SUR LE HALL DE DISTRIBUTION	38
FIGURE 44 : L'ICONE DU LOGICIEL DIALUX EVO	39
FIGURE 45 : INTERFACE DU LOGICIEL DIA LUX EVO.....	39
FIGURE 46 : SELECTION DU PLAN PARTIR DU LOGICIEL DIA LUX EVO	40
FIGURE 47 : SELECTION DU PLAN PARTIR DU LOGICIEL DIA LUX EVO	41
FIGURE 48 : DESSIN DES PIECES ET OUVERTURES, LOGICIEL DIA LUX EVO.....	41
FIGURE 49 : RESULTATS DE SIMULATION, LOGICIEL DIA LUX EVO	42
FIGURE 50 : SITUATION DE LA WILAYA DE	54
FIGURE 51 : SITUATION DU SITE PAR RAPPORT A LA WILAYA DE BEJAIA,	55
FIGURE 52 : SITUATION DU SITE PAR RAPPORT A LA WILAYA DE BEJAIA,.....	55
FIGURE 53 : ACCESSIBILITE AU SITE,.....	56
FIGURE 54 : COUPE LONGITUDINALE,	57
FIGURE 55 : DIAGRAMME DE TEMPERATURES ET PRECIPITATION MOYENNES,	57
FIGURE 56 : ILLUSTRATION DE L'IMMEUBLE DE LOGEMENT ORESSENCE,	59
FIGURE 57 : SITUATION PAR RAPPORT A LA VILLE DE PARIS DU LOGEMENT ORESSENCE,.....	59
FIGURE 58 : ACCESSIBILITE AU LOGEMENT ORESSENCE,	60
FIGURE 59 : ORIENTATION DES ESPACES INTERIEURES DU LOGEMENT ORESSENCE,.....	60
FIGURE 60 : ILLUSTRATION DES ESPACES DE CIRCULATION DU LOGEMENT ORESSENCE,.....	61
FIGURE 61 : ILLUSTRATION DES OUVERTURES, DECORATION DE LA FAÇADE ET CONFORT LUMINEUX INTERIEURES DU LOGEMENT ORESSENCE,	61
FIGURE 62 : COMPOSITION VOLUMETRIQUE DU LOGEMENT ORESSENCE,.....	62
FIGURE 63 : PRESENTATION ET SITUATION HABITAT SEMI-COLLECTIF A DJELFA,.....	63
FIGURE 64 : COMPOSITION DES NIVEAUX,.....	63
FIGURE 65 : HIERARCHISATION DES ESPACES,.....	64
FIGURE 66 : RELATION ENTRE LES ESPACES,	65
FIGURE 67 : COMPOSITION DE LA FAÇADE PRINCIPALE,.....	65
FIGURE 68 : ANALYSE FONCTIONNELLE,.....	66
FIGURE 69 : RELATION ENTRE LES ESPACES INTERIEURES,.....	66
FIGURE 70 : ETAPES DE LA COMPOSITION VOLUMETRIQUE,	67
FIGURE 71 : ILLUSTRATION DU CONFORT,.....	68
FIGURE 72 : TERRAIN D'INTERVENTION,	70
FIGURE 73 : PLAN D'AMENAGEMENT,.....	72
FIGURE 74 : VOLUMETRIE,	72
FIGURE 75 : GENESE ET DESCRIPTION,.....	74
FIGURE 76: PLAN DE MASSE,	75
FIGURE 77 : VOLUMETRIE,	76

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : IDENTIFICATION DES ESPACES DE CIRCULATION DANS LES CAS D'ETUDES,.....	38
TABLEAU 2 : RESULTAT DE LA SIMULATION POUR LA JOURNEE DU 21 DECEMBRE.....	43
TABLEAU 3 : RESULTAT DE LA SIMULATION POUR LA JOURNEE DU 21 MARS.....	44
TABLEAU 4 : RESULTAT DE LA SIMULATION POUR LA JOURNEE DU 21 JUIN	45
TABLEAU 5 : RESULTAT DE LA SIMULATION POUR LA JOURNEE DU 21 DECEMBRE.....	47
TABLEAU 6 : RESULTAT DE LA SIMULATION POUR LA JOURNEE DU 21 MARS.....	48
TABLEAU 7 : RESULTAT DE LA SIMULATION POUR LA JOURNEE DU 21 JUIN.....	50
TABLEAU 8 : TABLEAU QUALITATIVE ET QUANTITATIVE	71

CHAPITRE

INTRODUCTIF

Chapitre Introductif

Introduction Générale :

L'architecture est considérée comme une discipline scientifique qui s'intéresse à l'être humain dans tous les domaines, elle vise à atteindre un état de satisfaction pour les occupants des constructions. Elle est un art qui a été développée à travers le temps et qui avait commencé comme un simple besoin de se loger sans se concentrer sur les autres besoins, Mais le début de la réflexion concernant l'environnement avait poussé les concepteurs à réfléchir sur des méthodes qui leur permettent d'éviter l'utilisation des énergies fossiles pour rectifier les fautes faites dès la première phase de conception et qui auront après des mauvaises conséquences sur l'environnement et les constructions même les occupants.

L'être humain est considéré comme paramètre important qui nous rapproche de l'espace architectural, grâce à ses capacités de s'intégrer dans des différents milieux avec des propriétés différentes, de ce fait, cet instrument humain conduit au développement architectural, et son contact avec l'environnement influence directement sur son vécu, son bien-être, ses comportements et son confort en générale (ANTHESE, 2009).

Donc la conception architecturale doit mettre en considération l'homme, car la centralisation de ce dernier lors des conceptions aide à trouver des solutions pour les problèmes posés par l'inconfort, les conditions environnementales climatiques et les émotions des occupants. Cette architecture vise à atteindre un état de satisfaction en matière de confort (Damas, 2020).

L'éclairage naturel revêt une importance capitale en architecture, un élément à considérer à toutes les étapes du processus de conception. Les architectes considèrent la lumière naturelle comme un élément essentiel, comme en témoigne cette citation de Le Corbusier : « *Pour moi, la lumière est le fondement même de l'architecture ; je décompose avec la lumière.* » (Corbusier, 1930).

La lumière naturelle influence directement sur la productivité et la santé des personnes, elle affecte les individus à la fois sur le plan physiologique et psychologique. Un environnement visuel agréable favorise le bien-être des occupants, mais un éclairage excessif ou insuffisant et mal conçu peut entraîner fatigue et inconfort. (Liébard, A. De Herde, A, 2005).

En effet, l'un des plus importants espaces « les espaces de circulations » devaient être visée par les concepteurs qui doivent penser avant de concevoir aux besoins de l'utilisateur en matière de confort visuel tout en respectant les normes et les réglementations concernant la lumière naturelle.

Problématique :

Le secteur de l'habitat, qu'il soit collectif ou individuel, constitue un pilier essentiel du cadre de vie quotidien. Il ne se limite pas à une simple fonction de logement, mais doit offrir des conditions de confort adaptées aux besoins des usagers, notamment en matière de confort

visuel. Ce dernier, bien que souvent relégué au second plan dans la conception architecturale, joue un rôle fondamental dans les espaces de circulation, qu'ils soient horizontaux (halls, couloirs, dégagements) ou verticaux (escaliers, ascenseurs).

Dans le contexte algérien, les logements collectifs représentent un modèle de plus en plus répandu, visant à répondre à la demande croissante de logements accessibles. Parallèlement, l'habitat individuel, encore très présent notamment dans les zones périurbaines, reflète une approche plus personnalisée de l'habitation, souvent issue de l'auto construction. Dans ces deux typologies, les espaces de circulation sont omniprésents et jouent un rôle crucial dans la fluidité des déplacements, la transition entre les espaces fonctionnels et la première impression ressentie par les habitants ou les visiteurs.

Cependant, nos observations montrent que la qualité de l'éclairage naturel dans ces espaces de circulation reste souvent négligée, tant dans les projets standardisés de logements collectifs que dans les conceptions individuelles. Cette négligence peut avoir des conséquences psychologiques et physiologiques, notamment en affectant le bien-être, la perception spatiale, la sécurité, voire l'humeur des usagers. La lumière naturelle, lorsqu'elle est bien intégrée, permet non seulement d'améliorer l'ambiance intérieure, mais aussi de réduire la dépendance à l'éclairage artificiel, contribuant ainsi à une meilleure performance énergétique du bâtiment.

Face à ce constat, il devient essentiel que les concepteurs, architectes et urbanistes accordent une attention particulière à ce type d'espace, en le considérant comme un véritable objet d'étude. Cela suppose une évaluation rigoureuse du confort visuel, notamment à travers des outils de simulation numérique comme DIALux Evo, mais aussi à travers des analyses in-situ, pour mieux comprendre les lacunes des projets actuels et proposer des solutions adaptées, à la fois fonctionnelles, esthétiques et durables.

C'est pour cela que nous pouvons faire ressortir notre question de recherche qui est :

Comment évaluer et optimiser la lumière naturelle au sein des espaces de circulations semi collectifs de l'habitation ?

En plus de cela, on peut également explorer des questions secondaires telles que :

Quels sont les principaux éléments contribuant au confort visuel dans les espaces de circulations semi collectifs de l'habitation ?

Comment les éléments architecturaux et de conception influencent-ils la lumière naturelle dans les espaces de circulations semi collectifs de l'habitation ?

Quelles sont les stratégies efficaces pour optimiser la lumière naturelle tout en minimisant la consommation d'énergie ?

Hypothèses :

Afin qu'on puisse lancer notre recherche et avancer dans notre méthodologie, nous pouvons proposer ces hypothèses :

- **Une bonne orientation de notre habitat peut nous assurer le confort visuel au sein de ses espaces plus précisément les espaces de circulations.**
- **Le bon dimensionnement des ouvertures ainsi leurs emplacements peuvent avoir un bon rendement vis-à-vis le confort visuel.**

Objectifs de recherche :

Notre étude se concentre sur le confort visuel dans les zones de déplacement de l'habitat, car ces espaces sont dédiés à une fonction cruciale nécessitant une qualité visuelle optimale.

Concernant les objectifs visés par notre recherche :

- **Optimisation du confort visuel dans l'habitat en générale.**
- **Optimisation de la lumière dans ce type d'espace.**
- **Atteindre un état de confort physique et psychologique des usagers de ses espaces.**

Démarche Méthodologique :

Pour répondre à la problématique évoquée précédemment, cette recherche s'appuiera sur l'étude et l'application de diverses méthodes pour améliorer les résultats de la recherche, divisées en deux parties : théorique et pratique.

La partie théorique s'appuiera sur diverses sources telles que des livres, des articles, des thèses et des revues. L'objectif est de mener une analyse conceptuelle qui nous permettra de construire une compréhension globale de tous les concepts liés à ma recherche. Cela comprendra l'étude de l'espace architectural et du confort visuel.

La partie pratique portera sur la notion de « lumière ». Cette étude viendra compléter les travaux sur l'espace architectural et fera appel à plusieurs méthodes différentes. Dans un premier temps, une approche quantitative empirique sera mise en œuvre à travers des mesures in situ. Cette méthode à elle seule ne suffira pas à généraliser nos résultats, nous utiliserons la simulation numérique avec le logiciel DIA Lux evo pour compléter les données empiriques. Nous interpréterons nos résultats en corrélant les différentes méthodes.

Enfin, nous interpréterons et discuterons ces résultats, ainsi que les comparerons. Cela nous permettra de comprendre les performances de la lumière naturelle par rapport aux besoins et exigences de ce type d'espace particulier.

La structure du Mémoire :

Dans le but de compléter notre travail et pouvoir réussir notre recherche à travers laquelle nous visons des objectifs à réaliser et des recommandations à faire ressortir, nous avons fait appel à ce travail de mémoire qui est structuré par deux grandes parties (théorique et autre pratique), et devisé en quatre chapitres, dont le travail est introduit par un autre chapitre qui s'appelle le chapitre introductif, dans le quelle nous trouvons une vision initiale sur le travail et les taches demandées à faire, aussi ce chapitre porte notre problématique ainsi les hypothèse de la recherche, et le tout se finira par une conclusion générale.

Une partie théorique qui comprend deux (2) chapitres : **i)** Le premier vise à définir l'espace en architecture, en examinant sa configuration spatiale afin d'évaluer nos espaces clés après les avoir définis, comprendre leurs évolutions en architecture et identifier les éléments essentiels d'une bonne conception, adaptée aux habitants. **ii)** Le deuxième chapitre aborde la question de la lumière naturelle, en présentant les stratégies d'éclairage naturel visant à garantir un confort visuel optimal dans l'habitat.

Une partie expérimentale qui sera constituée de deux chapitres : **i)** Le premier chapitre se concentrera sur la présentation de la méthodologie et du cas d'étude, au cours duquel une analyse qualitative et quantitative sera réalisée à l'aide d'outils de recherche afin d'évaluer le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans les espaces de circulation intérieurs de l'habitat. **ii)** Le deuxième chapitre sera dédié à l'analyse et à l'interprétation des résultats obtenus après l'étude de cas, avec une comparaison des résultats et des recommandations appropriées pour améliorer le confort visuel dans les espaces de circulation. Enfin, ces recommandations seront utilisées pour orienter la conception de notre projet de fin d'études.

Une section finale qui sera dédiée à l'application de la recherche dans le cadre du projet de fin d'études. Ensuite, une conclusion générale sera présentée pour affirmer ou confirmer les hypothèses de notre recherche et résumer les résultats obtenus dans leur ensemble.

PARTIE
THEORIQUE
CHAPITRE 01 :
L'ESPACE
ARCHITECTURAL

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

I. L'espace Architectural

Introduction :

Les zones de circulation sont des éléments architecturaux essentiels au sein de toute structure construite. Elles occupent une place significative dans l'organisation intérieure, jouant un rôle crucial dans la création de l'ambiance et de l'esthétique de l'espace architectural.

La plupart d'entre nous perçoivent généralement les espaces architecturaux comme le produit d'une conception bien pensée. Ce sont des vides entourés d'éléments physiques, délimités physiquement ou virtuellement, où nous pouvons ressentir une sensation d'enfermement. (Ekholm, 2000).

« *L'espace, est un concept partagé par un sens commun, mais plus particulièrement accaparé par les architectes et géographes qui se revendiquent experts en la matière* ». (Corcuff, 2007). L'espace architecturale est destinée à être utilisée et appropriée par les usagers ; une approche baptisée "space syntax" qui est une approche méthodologique permet d'étudier les relations entre les espaces architecturaux et cela à travers l'étude de leurs configurations spatiales.

Nous comptons à travers ce chapitre, s'intéresser sur l'étude des espaces de circulation. Ensuite, nous explorerons deux concepts interdépendants qui forment un continuum vital. Dans un premier temps, nous examinerons attentivement le concept de "configuration spatiale", étroitement lié à la méthode connue sous le nom de "syntaxe de l'espace". Notre objectif sera d'analyser en profondeur les différents types de configurations spatiales et de comprendre les paramètres associés à ce concept. L'objectif ultime est de saisir la structure architecturale et de déterminer les relations entre les différents espaces qui composent un projet architectural donné. Ensuite, nous aborderons la méthode de la "syntaxe de l'espace", une approche qui s'étend à la fois à l'échelle urbaine et à l'échelle architecturale. Nous la définirons d'abord, puis nous explorerons son rôle dans le contexte architectural, mettant en lumière son importance dans ce mémoire.

1. L'espace architectural

L'architecture, en tant que conception de l'espace, vise à créer des environnements favorables à la vie des individus, notamment à travers l'habitat.

Pourtant, l'espace architectural demeure le pilier essentiel de l'architecture, représentant le cadre dans lequel évoluent les structures sociales. Comme le souligne Ph. Boudon écrit : « *La spécificité de l'architecture réside dans un espace architectural spécifiquement tridimensionnel, incluant l'homme* » (Boudon. Ph, 1971). De plus, comme le mentionne George. P « *Organiser l'espace revient en réalité à organiser la société en planifiant son environnement* » (George. P, 1972).

Toutefois, l'espace architectural est décrit comme étant « *la combinaison de l'espace physique des bâtiments et de l'espace conceptuel de l'architecte ou de toute autre personne, projetant leurs idées dans la réalité. Cette projection se réalise à travers une dialectique entre conception et perception.* » (Boudon. Ph, 1971)

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

Bruno Zevi, de son côté, caractérise l'architecture en mettant en avant son espace intérieur tout en élargissant cette conception à l'espace extérieur, le constituant également comme un espace intérieur. Il affirme : « *Il serait erroné de croire que l'expérience spatiale se limite uniquement à l'intérieur d'un bâtiment... L'expérience spatiale propre à l'architecture se déploie également dans la ville, dans les rues, dans les parcs, dans les stades et dans les jardins...* » (Zevi. B, 1959).

Dans son article intitulé « **Sémiotique de l'architecture : Contribution à une analyse du projet architectural** » Albert Levy perçoit l'espace architectural comme une structure de signification complexe, polyvalente et polymorphe, composée de plusieurs niveaux de signification liés à différentes dimensions spatiales, qu'il divise en cinq catégories :

- ❖ **L'espace urbain** englobe la relation entre l'architecture et la ville, ainsi que l'interaction entre les édifices et le tissu urbain, constituant ainsi une interface entre les deux.
- ❖ **L'espace d'usage** : se concentre sur les relations entre l'espace et les pratiques sociales, en examinant les liens entre les individus et leurs environnements, tout en tenant compte de l'importance du facteur temps.
- ❖ **L'espace esthétique-symbolique** Le domaine esthétique-symbolique explore les aspects géométriques de l'espace tels que sa forme et ses dimensions, ainsi que sa symbolique. Il émerge grâce au processus de composition.
- ❖ **L'espace bioclimatique** étudie les interactions entre l'environnement et les ambiances, en utilisant les paramètres environnementaux pour garantir le confort et le bien-être des personnes.
- ❖ **Le "domaine tectonique-plastique"** fait référence à l'espace perceptible, observable à travers la vue, et qui véhicule des manifestations liées à l'histoire de l'art et aux différents styles. (Levy. A, 2008).

Une fois conçu et construit, l'espace architectural ne trouve sa signification que lorsqu'il est véritablement utilisé et habité par les individus, acquérant ainsi les caractéristiques d'un espace vécu et social.

Dans les années 70, M. Segaud et H. Raymond ont démontré que l'espace architectural est un concept sociologique. Ils l'ont défini comme : « *un espace qui représente la réalité du domaine bâti, incluant les outils graphiques et autres utilisations ainsi que les idées qui les sous-tendent, ainsi que la symbolisation qui peut lui être associée* » [Segaud. M, 2007].

(Fisher.GN, 1997) identifient deux manières distinctes de concevoir et de percevoir l'espace :

- ❖ L'un concerne les mesures liées à un espace défini par une forme géométrique spécifique, des dimensions précises et une organisation reflétant la disposition et l'arrangement des différentes parties de cet espace.
- ❖ L'autre aspect concerne l'expérience personnelle de l'espace, c'est-à-dire l'environnement où les différents moments de la vie se déroulent, où l'influence du contexte social est perceptible. Il s'agit d'un lieu doté d'une identité propre et revêtant une importance spéciale pour les individus.

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

Cette étude se concentre sur l'espace d'usage, qui ne peut être pleinement compris qu'à travers l'expérience de l'espace lui-même. Ce concept revêt une importance cruciale dans les domaines de l'architecture de l'habitat, de l'anthropologie, de la psychologie et de la sociologie. Il s'agit de l'espace que nous habitons au quotidien, qui constitue le cadre de notre existence ordinaire. En effet, Gaston Bachelard (1984) souligne que : *« l'espace, lorsqu'il est appréhendé par l'imagination, ne peut être simplement mesuré et analysé de manière objective comme le ferait un géomètre, mais qu'il est vécu et ressenti. »* [Von.Meiss. P].

D. Pinson explique que : *« le logement a probablement été le catalyseur de cette nouvelle perception de l'architecture, où l'espace n'est plus simplement considéré comme un endroit cérémoniel ou de spectacle réservé à des événements exceptionnels dans un cadre exceptionnel, mais comme le lieu de la vie quotidienne »* [Pinson, 1993].

2. Parcours de circulation

A. Définition du parcours de circulation

D'après les chercheurs, le parcours de circulation renvoie à la manière dont le corps se déplace dans l'espace d'un point à un autre. Pour certains, il est également le produit d'une conception qui prend en considération la fonction de l'espace

Dans son ouvrage publié en 2001, **Mariani-Rousset affirme que** : « l'architecture n'est pas seulement un art de l'espace, mais également un art du temps ». (Zumthor, 2008).

Le parcours de circulation désigne *« la trajectoire empruntée par les individus à l'intérieur d'un espace, d'un bâtiment ou d'un ensemble architectural. Il englobe les différents chemins, passages et corridors utilisés pour se déplacer d'un point à un autre, que ce soit pour des raisons fonctionnelles, pratiques ou esthétiques. Le parcours de circulation peut être conçu de manière à faciliter ou à entraver le déplacement des personnes, et il joue un rôle crucial dans l'organisation spatiale et l'expérience utilisateur d'un environnement construit. »*

B. Les types de rapprochement

Il existe trois types de rapprochement du parcours et cela selon Ching, (Ching, 2007) ; qui sont :

1) Rapprochement frontal :

Consiste de suivre un cheminement bien droit tout en mettant en compte la vue frontale.

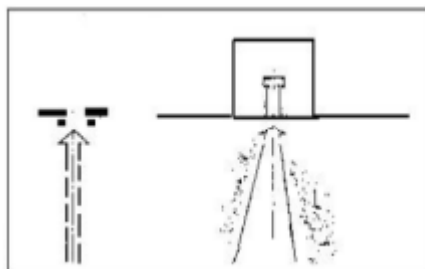


Figure 1 : Vue sur l'approche frontale. Source : Ching, (2007).

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

2) Rapprochement en spirale :

Consiste à faire un tour du bâtiment de sorte que la forme est en boucle.

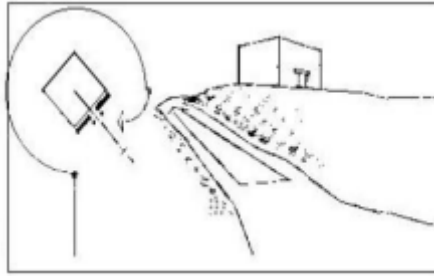


Figure 2 : Vue sur l'approche spirale. Source : Ching, (2007).

3) Rapprochement oblique :

Celle-ci retarde et prolonge la séquence d'approche pour accentuer l'effet de perspective.

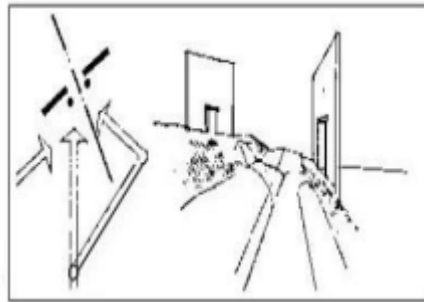


Figure 3 : Vue sur l'approche oblique. Source : Ching, (2007).

C. La notion du parcours selon la vision de certains architectes

Selon certains architectes, considèrent que le parcours est comme étant le mouvement à travers l'espace ;

Le Corbusier a conceptualisé la "*promenade architecturale*", un terme qu'il introduisit pour la première fois en 1925 lors de la réalisation de la **Maison La Roche**. Cependant, c'est en 1928, avec le projet emblématique de la **Villa Savoye**, que cette notion prend toute sa dimension. Ce chef-d'œuvre incarne parfaitement ses **Cinq Points de l'Architecture Moderne** (pilotis, façade libre, toit-terrasse, plan libre et fenêtres en bandeau).

À travers des dispositifs comme les **rampes**, Le Corbusier orchestre une circulation fluide qui brouille les limites entre intérieur et extérieur. Cette promenade architecturale ne se réduit pas à un simple déplacement : elle guide le visiteur selon une **séquence spatiale réfléchie**, transformant le parcours en une succession d'expériences sensorielles. Chaque espace, soigneusement mis en scène, révèle progressivement l'essence même du bâtiment, faisant de l'usager un acteur engagé dans la découverte de l'architecture.

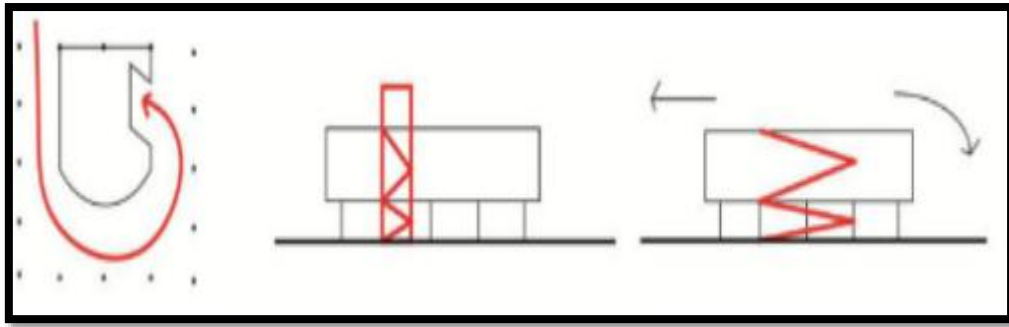


Figure 4 : Circulation de la villa Savoye. Source : Alejandra Pumar Silveira 2012

D. La circulation en architecture

Elle comprend le cheminement qu'un individu effectue pour se déplacer d'un espace à un autre ; on distingue deux typologies de circulation ; horizontale et verticale.

a) Circulations dans l'architecture

1. Circulations horizontales

Il s'agit d'un déplacement au sein d'un même niveau, pouvant s'effectuer à travers :

- Les couloirs
- Les passages
- Les galeries
- Les halls de liaison

2. Circulations verticales

Elles permettent le déplacement entre différents niveaux et incluent :

- Les escaliers
- Les rampes
- Les ascenseurs
- Les monte-charges

b) E. La configuration du cheminement (selon Ching, 2007)

Ching identifie six types principaux de configurations spatiales :

1. Configuration linéaire

- Un chemin droit ou curviligne, pouvant :
 - Structurer une série d'espaces en enfilade.
 - Croiser d'autres chemins.
 - Comporter des branches ou former une boucle.

2. Configuration radiale

- Plusieurs chemins linéaires partant ou convergeant vers un point central unique.

3. Configuration en spirale

- Un chemin continu qui s'éloigne progressivement d'un point central en décrivant une rotation.

4. Configuration tramée (ou en grille)

- Deux ensembles de chemins parallèles se croisant à angles droits, créant une trame régulière (carrelage ou rectangulaire).

5. Configuration irrégulière

- Des chemins connectant des points fixes, mais sans logique géométrique prévisible.

6. Configuration composée

- Combinaison de plusieurs configurations précédentes.

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

- **Nécessite une hiérarchisation claire** (échelles, longueurs) pour éviter la confusion visuelle ou fonctionnelle.

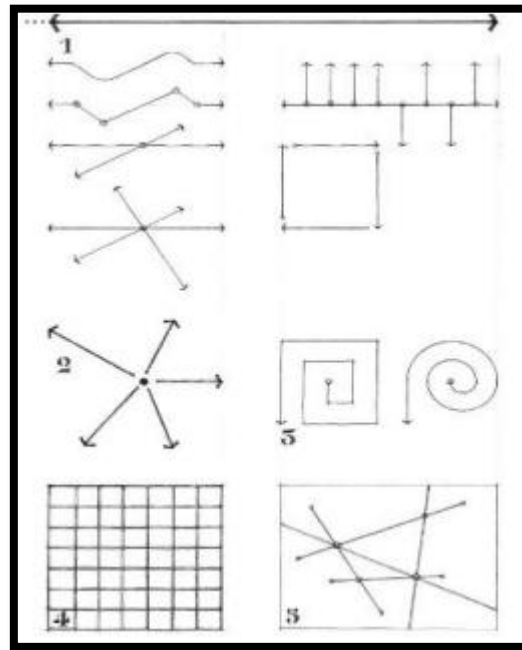


Figure 5 : Les différents types de configuration du cheminement. Source : Ching, (2007).

E. L'espace et la configuration de circulation

En architecture, les **zones de déplacement** jouent un rôle fondamental dans l'agencement spatial. Leur forme et leur configuration dépendent à la fois **de la fonction du bâtiment** et **des flux des usagers**.

Les Principes de la Circulation selon Ching

Ching souligne que la conception des circulations doit respecter plusieurs paramètres clés :

- **Des limites spatiales définies** (contours clairs).
- **Une forme cohérente avec les espaces qu'elle dessert** (continuité visuelle et fonctionnelle).
- **Une accessibilité prioritaire** (les principaux accès y convergent).

Les espaces de circulation, bien qu'intermédiaires, sont **indispensables à l'organisation du bâtiment** et en occupent souvent une part significative. Leur **forme** et leur **dimensionnement** doivent donc s'adapter aux **mouvements naturels des utilisateurs** pour garantir fluidité et intuitivité.

Interconnexion des Espaces par la Circulation

Ces zones ne sont pas isolées : elles **relient et unifient** les différents espaces (publics/privés, servis/servants). Le parcours circulatoire devient ainsi :

- **Un élément structurant** de l'organisation globale.
- **Un outil de hiérarchisation** (distinction entre axes principaux et secondaires).
- **Une expérience spatiale** (séquence visuelle et kinesthésique).

En somme, la circulation n'est pas qu'un simple passage – elle **orchestre les relations entre les espaces** et participe activement à **l'identité du projet architectural**.

F. L'importance de la lumière du jour dans les zones de déplacement de circulation

En rapport avec notre recherche, il est important de citer les normes recommandées en terme de lumière naturelle dans les espaces d'études, nous trouvons que :

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

- Les parcours de circulation jouent un rôle significatif au sein du bâtiment, leur éclairage participe à la reconnaissance des espaces par les occupants et réduit les distances à parcourir en limitant l'impact visuel tant de jour que de nuit. Les niveaux d'éclairage recommandés pour les déplacements internes varient de 80 à 250 lux, ce qui est légèrement moins élevé que les normes habituellement requises pour les zones d'événements. (Narboni, 2006).

3. La configuration spatiale

A. Définition

La configuration spatiale renvoie à l'analyse des **relations simultanées** entre les différents espaces constitutifs d'un ensemble architectural (Hillier et al., 2006). Elle se définit par l'étude des interactions entre les pièces, où chaque espace est influencé par sa position relative par rapport aux autres. Cette approche est au cœur de la **Space Syntax**, une méthode qui quantifie ces relations à travers des mesures spécifiques (connectivité, intégration, profondeur). Comme le soulignent Chiaradia et al. (2004), la question centrale réside dans la manière de **représenter ces relations** pour permettre leur analyse calculatoire. En pratique, cette modélisation passe souvent par des graphes spatiaux, transformant les plans architecturaux en réseaux de nœuds et de liens. Cette formalisation permet d'évaluer des aspects tels que l'accessibilité, les flux ou encore la hiérarchie des espaces, offrant ainsi des outils précieux pour optimiser les parcours ou concevoir des ambiances adaptées aux usages.

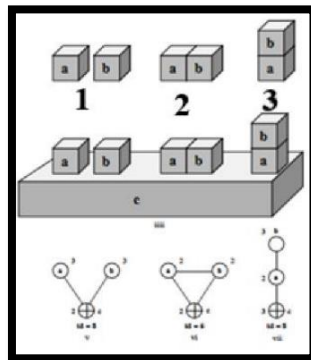


Figure 6 : Un exemple de configuration des espaces (a) et (b). Source : Hillier, (1996).

Une relation configurationnelle se définit comme une relation spatiale dont la nature est déterminée par l'intervention d'au moins un troisième élément. Cette notion permet d'analyser les propriétés symétriques ou asymétriques des relations entre objets dans l'espace.

Premier cas : Prenons deux cubes (a) et (b) posés sur leur face, non adjacents l'un à l'autre. Ils entretiennent une relation symétrique, car leur position relative ne crée pas de hiérarchie spatiale entre eux. Cette symétrie relève de ce qu'on pourrait appeler une relation de "voisinage neutre".

Deuxième cas : Lorsque ces mêmes cubes sont assemblés face à face pour former un objet composite, leur relation devient ce qu'on pourrait nommer un "voisinage connecté". Bien que physiquement joints, la relation conserve son caractère symétrique : (a) est voisin de (b) implique nécessairement que (b) est voisin de (a).

Troisième cas : L'asymétrie apparaît lorsqu'on incline l'ensemble formé par (a) et (b). Bien que leur connexion physique reste inchangée, la position relative crée maintenant une relation "au-dessus/sous" qui est fondamentalement asymétrique. Si (b) est perçu au-dessus de (a), la réciproque ne peut être vraie simultanément. Cette observation révèle comment une simple rotation spatiale peut transformer radicalement la nature des relations configurationnelles.

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

Cette analyse démontre que les propriétés des relations spatiales (symétrie/asymétrie) ne dépendent pas seulement des éléments en relation, mais aussi de leur positionnement global dans un système configurationnel plus large. L'introduction d'un troisième élément (ici, la gravité ou notre perception de l'orientation) suffit à modifier qualitativement la nature des relations entre les objets.

B. Types de configurations spatiales architecturales

La géométrie globale du projet permet de définir la configuration spatiale architecturale et ses éléments qui la constituent. Elle peut prendre plusieurs types de configurations ; nous distinguons (Ching, 2007) :

1) L'organisation centrée

Un espace central dominat autour duquel les autres espaces sont groupés. C'est une organisation simple généralement régulière de forme, dont l'objectif c'est de placer les espaces secondaires à la périphérie.

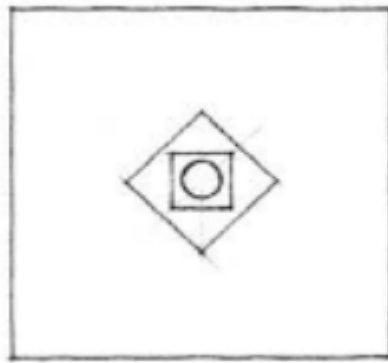


Figure 7 : Une organisation centrale. Source : Ching, (2007).

2) L'organisation linéaire

Elle comprend une série répétitive d'espaces liés les uns aux autres.

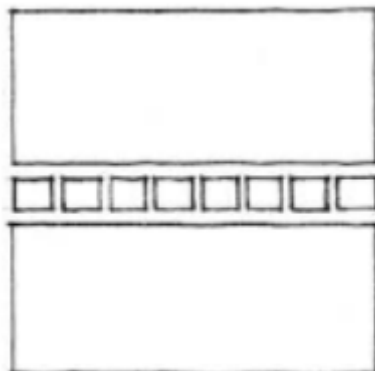


Figure 8 : Une organisation linéaire. Source : Ching, (2007).

3) L'organisation radiale :

S'agit d'un espace central qui domine et dans lequel les autres espaces se convergent où se divergent.

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

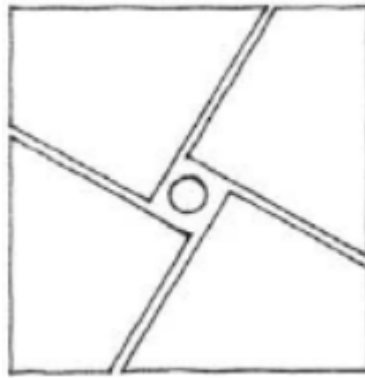


Figure 9 : Une organisation radiale. Source : Ching, (2007).

4) L'organisation regroupée :

S'agit d'une organisation où les espaces sont répétitifs et ont une même fonction.

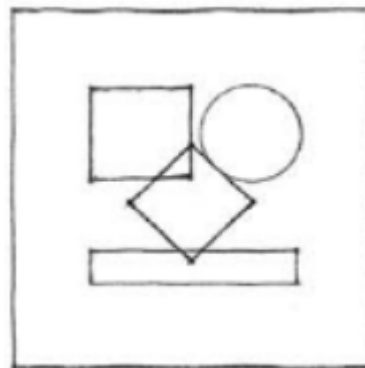


Figure 10 : Une organisation regroupée. Source : Ching, (2007).

5) L'organisation par trames :

Se caractérise par la répétition des entités spatiale ainsi que la régularité et la continuité de ces éléments.

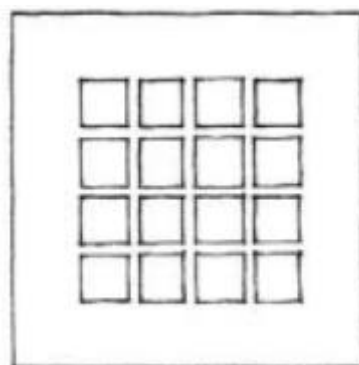


Figure 11 : Une organisation par trame. Source : Ching, (2007).

C. L'espace comme configuration

Dans sa théorie sur les relations entre espace et société, Hillier (2007) postule que l'interaction humaine avec l'environnement bâti ne se comprend pas à travers les espaces considérés isolément, mais à travers leur agencement configurationnel global. La véritable relation entre

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

espace et existence sociale émerge de l'articulation systémique entre la configuration des espaces et la configuration des relations humaines, plutôt que de la simple somme des espaces individuels. Cette approche configurationnelle révèle comment l'organisation spatiale structure fondamentalement les dynamiques sociales : ce n'est pas la pièce en soi, mais sa position dans le réseau spatial global qui détermine son potentiel d'usage et d'interaction. Ainsi, la vie sociale se construit dans l'interface entre la morphologie spatiale (hiérarchie des circulations, connectivité des lieux) et la morphologie sociale (réseaux relationnels, pratiques collectives), faisant de l'architecture bien plus qu'une simple collection d'espaces, mais un système relationnel actif participant à la production du social.

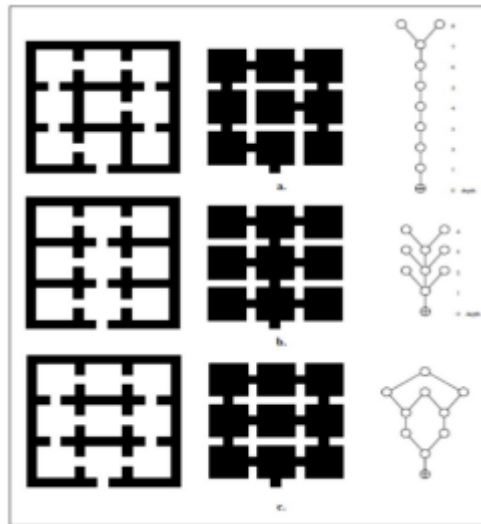


Figure 12 : Trois configurations spatiales de la même forme architecturale. Source : Hillier, (2007).

L'illustration précédente présente trois configurations spatiales distinctes au sein d'un même espace formel. Selon Hillier (2007), cette représentation s'organise en trois niveaux d'analyse : la première colonne (en noir) montre l'organisation physique du plan dans sa représentation conventionnelle. La deuxième colonne révèle l'organisation spatiale effective, où les trois structures physiques identiques développent des relations différentes selon l'implantation de leurs accès internes. La troisième colonne expose le modèle de connectivité qui structure la réalité physique, démontrant comment une même morphologie peut engendrer des systèmes relationnels variés. Cette analyse met en évidence que la configuration spatiale intègre simultanément les schémas morphologiques et les modèles d'usage humain.

Méthode de la Space Syntax

A. Fondements théoriques

Développée par Bill Hillier et son équipe au Bartlett (University College London) à la fin des années 1970 (Hillier, 1998 ; Hillier & Hanson, 1984), la Space Syntax constitue une approche transdisciplinaire appliquée aux échelles architecturale et urbaine, combinant recherche académique et pratique professionnelle (Yamu et al., 2021). Fondée sur la topologie mathématique et la théorie des graphes, cette méthode permet de quantifier les configurations

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

spatiales à travers des représentations graphiques (Laouar et al., 2017 ; Hillier, 2007 ; Saraoui et al., 2022).

B. Principes méthodologiques

Peponis (1997) structure l'analyse syntaxique en trois phases :

1. **Modélisation spatiale** : Représentation des patterns spatiaux via des éléments linéaires (axes de mouvement) ou convexes (unités spatiales)
2. **Systèmes relationnels** : Description des adjacences spatiales selon les concepts de Benedikt (1979), incluant l'identification des « isosistes » (points d'intersection des éléments convexes)
3. **Métriques des graphes** : Application des paramètres topologiques (connectivité, intégration, intelligibilité, choix) aux réseaux spatiaux générés

Cette approche révèle comment les propriétés configurationnelles influencent directement les pratiques sociales et les significations culturelles attachées à l'espace.

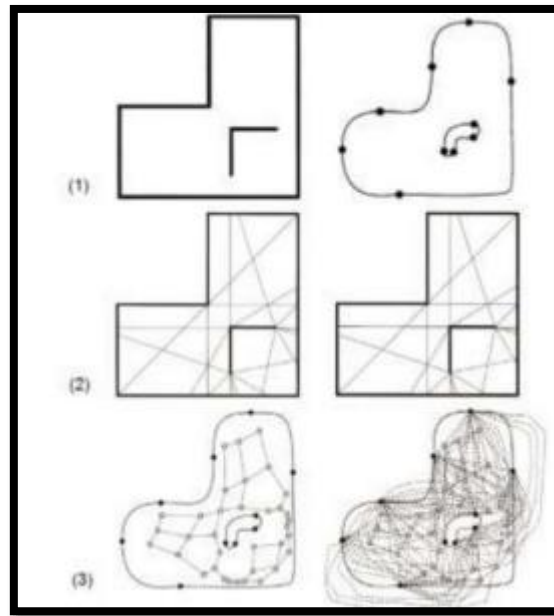


Figure 13 : Les trois étapes de la space syntax. Source : Peponis, (1997).

D. L'apport de la Space Syntax à l'analyse architecturale :

En architecture, la Space Syntaxe permet d'étudier systématiquement l'influence des configurations spatiales sur les usages et les comportements (Hillier et al. 2006 ; Mazouz et al. 2009). Cette approche dépasse la simple analyse morphologique pour explorer les interactions dynamiques entre :

- Les agencements physiques (hiérarchie des espaces, connectivité)
- Les pratiques sociales (parcours, fréquentation, interactions)

CHAPITRE 01 ; L'ESPACE ARCHITECTURAL

Les recherches pionnières se sont concentrées sur les musées (Hillier et al., 2006 ; Saraoui et al., 2022), révélant l'absence d'un langage spatial spécifique à cette typologie. Ces études ont démontré comment la syntaxe spatiale pouvait éclairer les relations entre conception muséale et expérience des visiteurs.

E. Les modèles de représentation spatiale

La Space Syntax formalise les éléments architecturaux à travers :

1. **Leurs propriétés géométriques** : points, lignes axiales, segments, isosistes
2. **Leur vécu fonctionnel** : pièces, circulations, interfaces

Klarqvist (1993) identifie trois paradigmes spatiaux :

1. L'espace convexe

Défini par sa propriété géométrique fondamentale : tout segment reliant deux points intérieurs ne franchit pas ses limites. Caractéristiques clés :

- Optimisation du découpage (minimiser le nombre de sous-espaces convexes)
- Propriété des tangentes externes
- Application d'algorithmes spécifiques pour générer des cartes convexes analysables (Chiaradia et al., 2004)

Ces représentations permettent d'objectiver des paramètres comme la perméabilité visuelle ou les potentiels de co-présence, offrant ainsi un cadre rigoureux pour l'analyse et la conception architecturale.

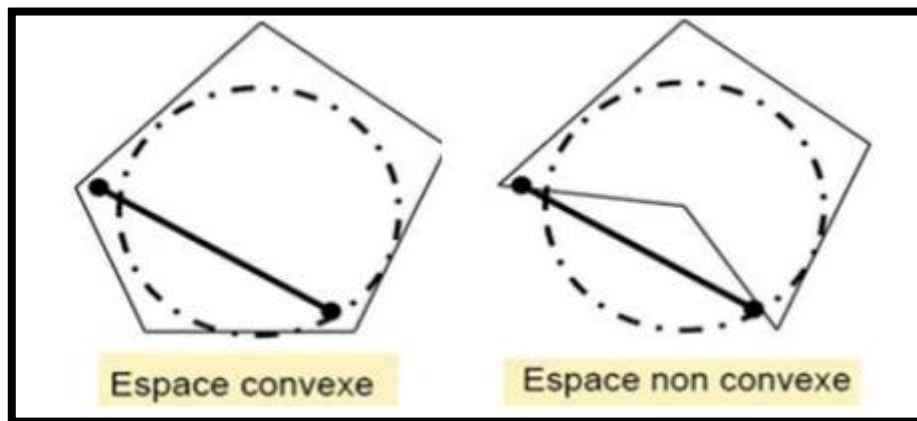


Figure 14 : Espace convexe / Espace non convexe. Source : MAZOUZ, (2009).

6) Espace axiale :

Comme le nom l'indique "axe" qui est une ligne droite ou ligne de vue qui peut être parcourue.

7) Espace isosiste :

Un isovist(e) est la surface totale pouvant être vu d'un point.

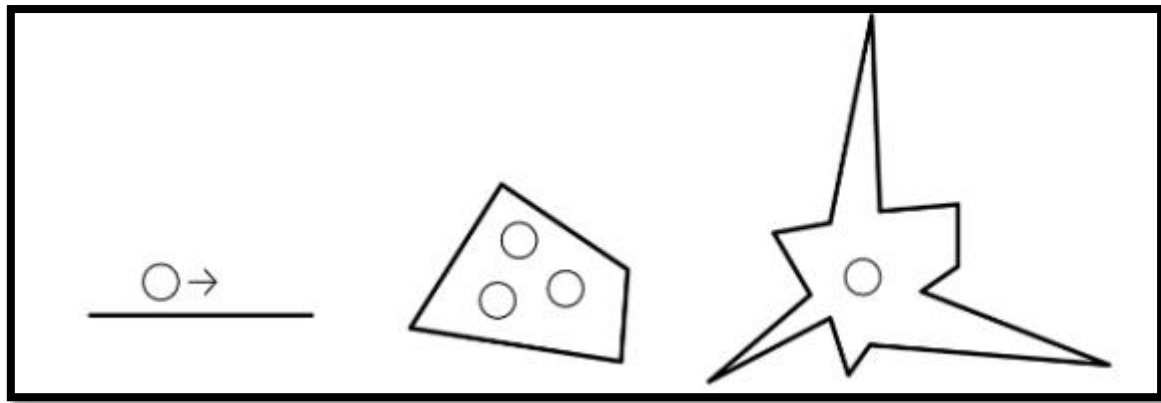


Figure 15 : Espace axiale/ espace convexe/ espace isoviste. Source : Hillier et al. (1976).

F. La représentation de la structure spatiale de l'agencement

1) Représentation selon le volet architectural

a) Représentation convexe

L'analyse syntaxique d'un plan de maison normande (Figure) s'effectue selon une double modélisation : dans un premier temps, le plan architectural est converti en une carte convexe où les espaces répondant aux critères de convexité (toute ligne joignant deux points intérieurs ne franchissant pas les limites) sont délimités en rouge, tandis que les ouvertures de circulation (portes) sont identifiées en bleu ; cette représentation est ensuite transformée en un graphe relationnel où chaque pièce devient un nœud et chaque porte une arête reliant les espaces adjacents, permettant ainsi une analyse topologique des connexions spatiales.

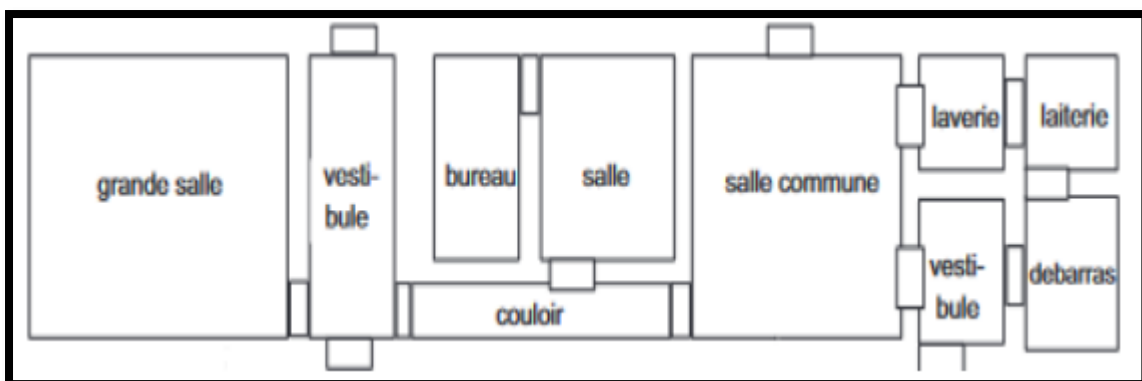


Figure 16 : Représentation spatiale d'une maison normande typique. (France). Source : Hillier et al. (2007).

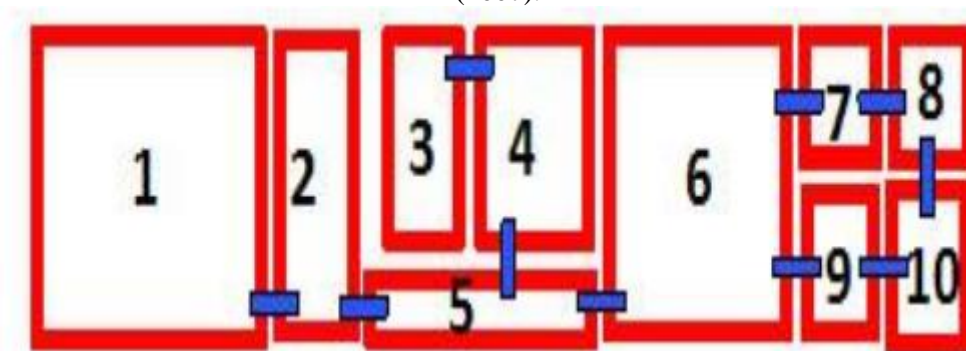


Figure 17 : Représentation de la carte convexe avec des espaces convexes. Source : <http://otp.spacesyntax.net> (2015).

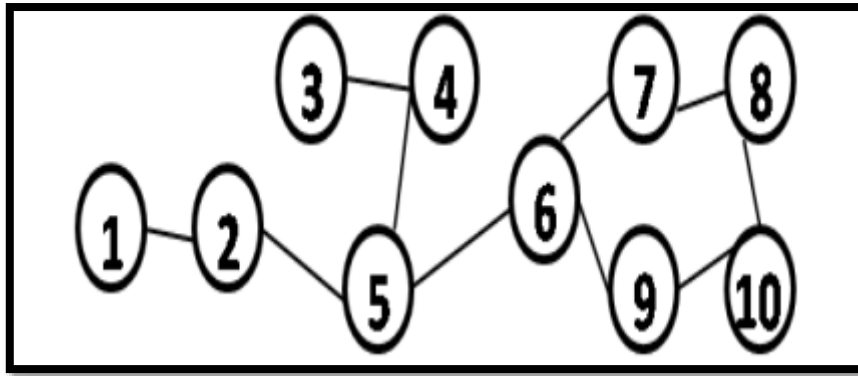


Figure 18 : Représentation en graph. Source : <http://otp.spacesyntax.net> (2015).

Conclusion :

Les espaces d'accueil et de circulation constituent des éléments fondamentaux dans toute conception architecturale, représentant à la fois le seuil d'entrée et le système veineux du bâtiment. Leur conception exige une attention particulière de l'architecte, car ils conditionnent l'expérience spatiale des usagers et fluidifient les transitions entre les différents pôles fonctionnels.

La notion de configuration spatiale, bien que complexe, s'avère essentielle pour maîtriser les principes de composition architecturale. Elle implique une compréhension approfondie des éléments structurels qui influencent simultanément la forme et la fonction des espaces. Ce processus conceptuel, bien qu'exigeant, permet de créer des environnements parfaitement adaptés aux besoins des utilisateurs, combinant efficacité fonctionnelle et qualité d'usage.

Dans les établissements recevant du public, la configuration des zones de circulation revêt une importance capitale, impactant directement le bien-être des usagers et leur performance, qu'il s'agisse de travail ou d'apprentissage. Une planification rigoureuse doit intégrer plusieurs paramètres cruciaux : des dimensions généreuses pour une circulation optimale, une signalétique claire, et une organisation spatiale intuitive. Le choix des matériaux, des revêtements et des éléments décoratifs participe à créer une atmosphère accueillante, tandis que l'agencement global doit répondre aux usages quotidiens et aux comportements naturels des utilisateurs.

Cette approche holistique des espaces transitionnels permet de transformer de simples zones de passage en véritables lieux de vie, à la fois fonctionnels et agréables, qui valorisent l'expérience utilisateur tout en optimisant les flux au sein du bâtiment.

CHAPITRE02 :

LE CONFORT

VISUEL

II. Le Confort visuel

1. Introduction

La lumière naturelle joue un rôle crucial dans nos vies, surtout en architecture où elle éclaire les espaces pour faciliter les activités humaines. Elle apporte une dimension sensible qui donne une identité aux espaces conçus. Maîtriser son comportement est complexe, nécessitant la prise en compte de nombreux facteurs dès la phase conceptuelle. Lorsque ces facteurs convergent dans un espace avec des activités, une ambiance lumineuse se crée, influençant les occupants de cet espace (Gallas, 2013).

A. Définition de la lumière

D'après la définition du Larousse, la lumière englobe les radiations électromagnétiques visibles, ayant une longueur d'onde de 400 à 780 nm, qui se situent dans la plage de sensibilité de l'œil humain, s'étendant de l'ultraviolet à l'infrarouge». (**Larousse**).

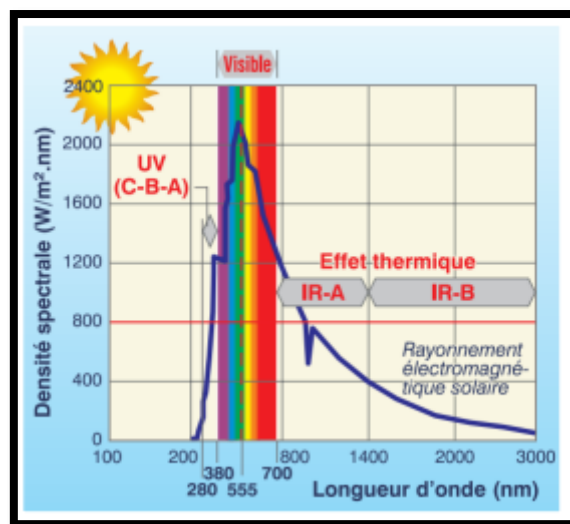


Figure 19 : Répartition du spectre solaire (Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

La lumière naturelle représente la fraction du rayonnement électromagnétique solaire qui est observable, soit directement ou après réflexion par des surfaces éclairées par le soleil. (**A. Liébard, A. De Herde, 2005**).

B. Sources de lumière naturelle

Les êtres humains sont exposés à diverses sources d'énergie naturelle, qu'on peut classer en deux catégories : « sources lumineuses nocturnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la nuit, telles que les étoiles et la lune. Ces types de sources sont généralement insuffisants pour distinguer et percevoir clairement les objets. Le deuxième type est les « sources lumineuses diurnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la journée. Dans ce contexte, nous nous concentrons uniquement sur ce dernier type, qui permet à l'homme d'effectuer ses activités sous la lumière du jour de manière plus facile et contrôlée.

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

1) Sources lumineuses diurnes

En ce qui concerne l'éclairage diurne direct, il est possible de distinguer deux types : une source primaire et une source secondaire.

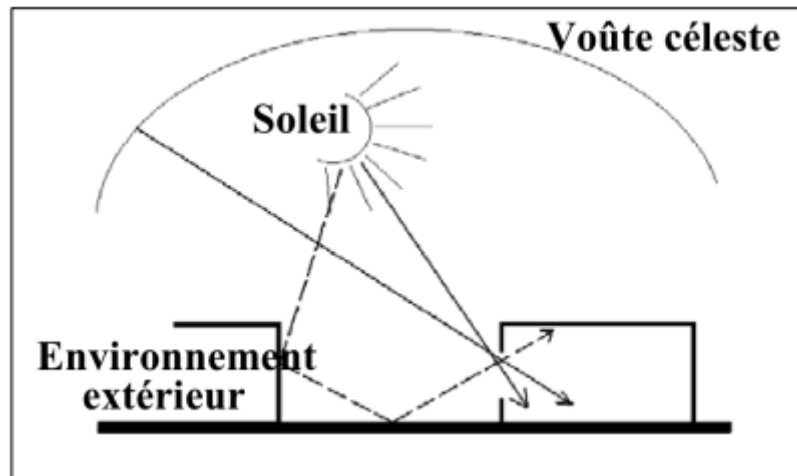


Figure 20 : Les sources externes de lumière naturelle pour un bâtiment. (Source : A. BELAKEHAL, 2007)

b) Sources primaires

Cette origine se manifeste à travers la lumière naturelle émise par le soleil, laquelle constitue la source du rayonnement visible directement. Ce rayonnement n'est pas altéré lors de son trajet jusqu'à la surface terrestre en l'absence d'obstacles atmosphériques significatifs. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

c) Sources secondaires

Cette source se manifeste à travers la lumière naturelle émanant de la voûte céleste, visible lorsqu'elle est éclairée par le rayonnement solaire. Une partie de ce rayonnement est réfléchi dans l'espace, tandis qu'une autre est absorbée par l'atmosphère sans atteindre la surface terrestre. Ainsi, la voûte céleste agit comme un diffuseur pour une grande partie du flux direct du soleil. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

1) Types de ciel :

Type 01 : Le ciel uniforme est celui qui est enveloppé de nuages denses ou chargé d'une atmosphère poussiéreuse, masquant ainsi le soleil.

Type 02 : Le ciel nuageux défini par la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), où la luminance à un point donné varie selon la position du soleil dans le ciel.

Type 03 : Un ciel sans nuages diffuse un rayonnement qui varie selon la position du soleil, mais il ne comprend pas le rayonnement solaire direct.

Type 04 : Le ciel ensoleillé et dégagé, en tenant compte de la luminosité globale du soleil. Des sources de lumière diurnes indirectes.

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

Tous les objets environnants qui ne produisent pas leur propre lumière sont visibles à l'œil car ils réfléchissent ou diffusent la lumière provenant d'une source principale, ce qui les classe comme une source lumineuse indirecte (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

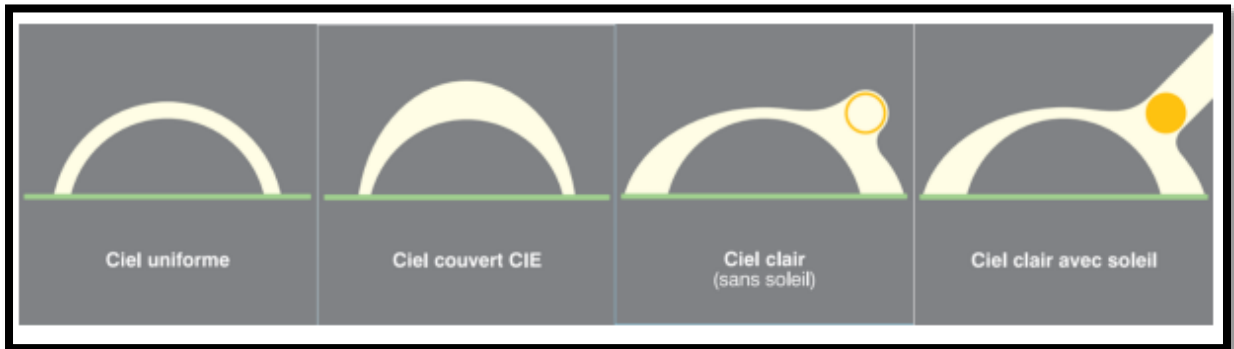


Figure 21 : Les diverses catégories de ciels. (Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

C. Les grandeurs photométriques

Les grandeurs photométriques constituent le fondement de toutes les mesures en éclairage :

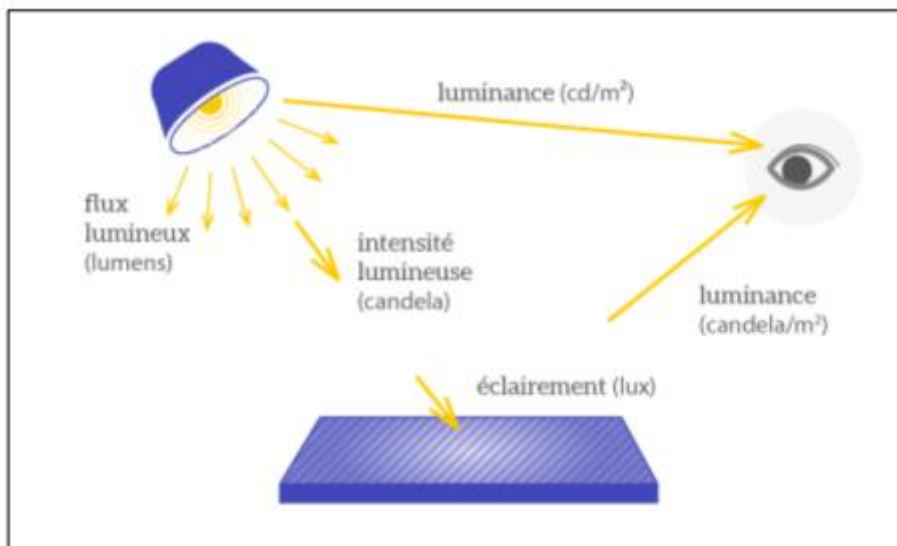


Figure 22 : Les mesures photométriques (Source : guide d'éclairage, 2021)

1) Le flux lumineux

Le flux lumineux émanant d'une source indique la quantité totale de lumière émise dans toutes les directions de l'espace. Cette mesure est exprimée en lumens (lm). (F. GREGOIRE, 2017).

2) L'intensité lumineuse :

L'intensité lumineuse, représentée par le symbole "I", représente la quantité de lumière émise par unité d'angle solide perçue par l'œil dans une direction spécifique. Elle s'exprime en candéla (cd), équivalente à 1 lumen par stéradian (lm/sr). (F. GREGOIRE, 2017).

3) L'éclairement lumineux :

L'éclairement d'une surface, représenté par "E", est défini comme le rapport entre le flux lumineux reçu et l'aire de cette surface. Il est mesuré en lux (lx) ou en lumen par mètre carré

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

(lm/m²), où 1 lux équivaut à 1 lumen par mètre carré. La valeur de l'éclairement est influencée par l'intensité de la source lumineuse. (F. GREGOIRE, 2017)

4) La luminance :

La luminance d'une source, notée « L », désigne le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction donnée et la surface apparente de la source lumineuse dans cette direction. Elle est mesurée en candélas par mètre carré (cd/m²). (F. GREGOIRE, 2017).

Grandeur	Unité	Définition	Abréviation	Utilisation
Intensité lumineuse	Candela	Flux lumineux par angle solide	Cd	Mesure du flux émis par une source ou un luminaire dans une direction. Est particulièrement approprié pour les sources ou luminaires directifs.
Flux lumineux	Lumen	Flux lumineux total	Lm	Mesure du flux total émis par une source ou un luminaire.
Eclairement lumineux	Lux	Flux lumineux par surface (lm/m ²)	Lx	Mesure du flux sur une surface (au sol, sur un bureau...) Utilisé notamment pour préciser les valeurs exigées dans les différentes pièces d'un bâtiment, voir norme d'éclairage intérieur
Luminance lumineuse	Candela par m ²	Flux lumineux par angle solide divisé par la surface apparente de la source	Cd/m ²	Seule grandeur perceptible par l'œil. L'UGR est calculé à partir de cette grandeur fondamentale pour évaluer l'éblouissement.

Figure 23 : Résumé global de ces grandeurs. (Source : guide d'éclairage, 2021)

5) La propagation de la lumière naturelle :

Peu importe la teinte de la lumière émise, elle peut adopter trois comportements distincts lorsqu'elle entre en contact avec des objets physiques :

a) L'absorption :

Un objet éclairé par la lumière naturelle absorbe différentes composantes à des degrés variés. S'il absorbe toutes les composantes, il paraîtra noir ; s'il les reflète toutes, il paraîtra blanc. Par exemple, s'il semble rouge, cela signifie qu'il réfléchit le rouge et absorbe toutes les autres couleurs du spectre.

b) La réflexion :

Il y a quatre façons dont la lumière peut se réfléchir sur une surface. (A. Liébard, A. De Herde 2005).

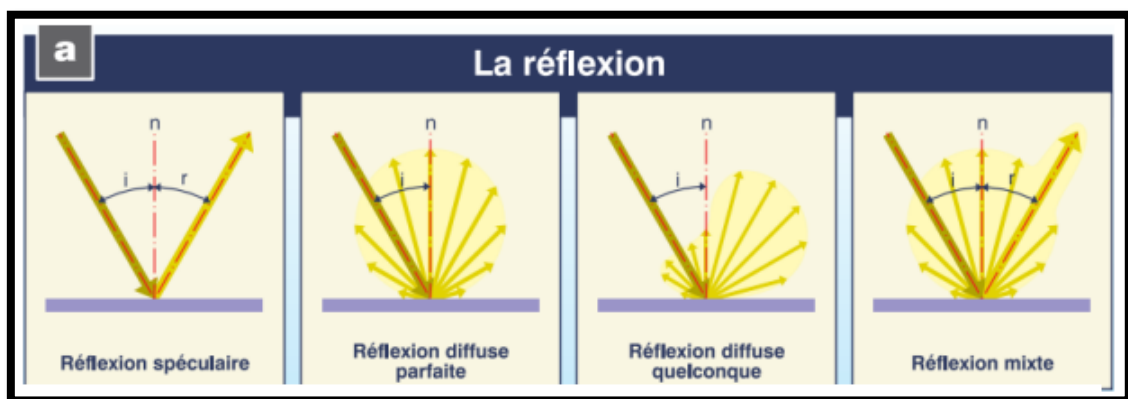


Figure 24 : Mécanismes de réflexion de la lumière (Source : Liébard A., De Herde A. 2005)

La réflexion spéculaire : La lumière se réfléchit selon un angle égal à celui auquel le rayon lumineux arrive.

La réflexion diffuse parfaite : La lumière réfléchie se disperse dans toutes les directions. La réflexion diffuse est caractérisée par une dispersion aléatoire de la lumière.

La réflexion mixte : La lumière se diffuse de façon dispersée, tout en favorisant une direction spécifique.

c) La transmission :

La lumière peut se refléter sur une surface selon quatre modes. (A. Liébard, A. De Herde 2005)

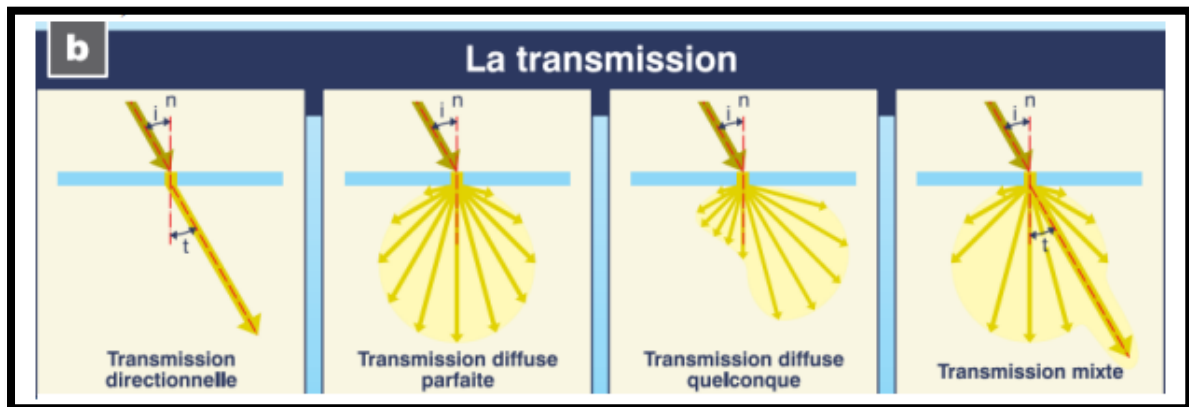


Figure 25 : Manières par lesquelles la lumière se propage (Source : A. Liébard, A. De Herde 2005)

La transmission directionnelle : La lumière se transmet selon un angle égal à celui auquel le rayon lumineux est incident.

La transmission diffuse parfaite implique que la lumière transmise se répartit uniformément dans toutes les directions.

La transmission diffuse ordinaire : la dispersion aléatoire de la lumière.

La transmission mixte : la lumière se diffuse de manière générale mais privilégie une direction spécifique.

6) Facteur de lumière du jour (FLJ) :

Le facteur de lumière du jour (FLJ) est une mesure qui indique le rapport entre la lumière intérieure directe provenant des ouvertures de jour à un point spécifique à l'intérieur d'un espace (le plan utile) et la lumière extérieure horizontale provenant du ciel sans ensoleillement direct (par exemple, par temps couvert). Il est utilisé pour évaluer la qualité de l'éclairage naturel à l'intérieur d'un bâtiment. Le FLJ est exprimé en pourcentage (SUTTER.Y, 2014). Cette mesure nous permet de comparer facilement la qualité de l'éclairage à l'intérieur des bâtiments. Une

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

fois que le FLJ d'un espace est connu, il est possible de calculer l'éclairage à n'importe quel moment de l'année.

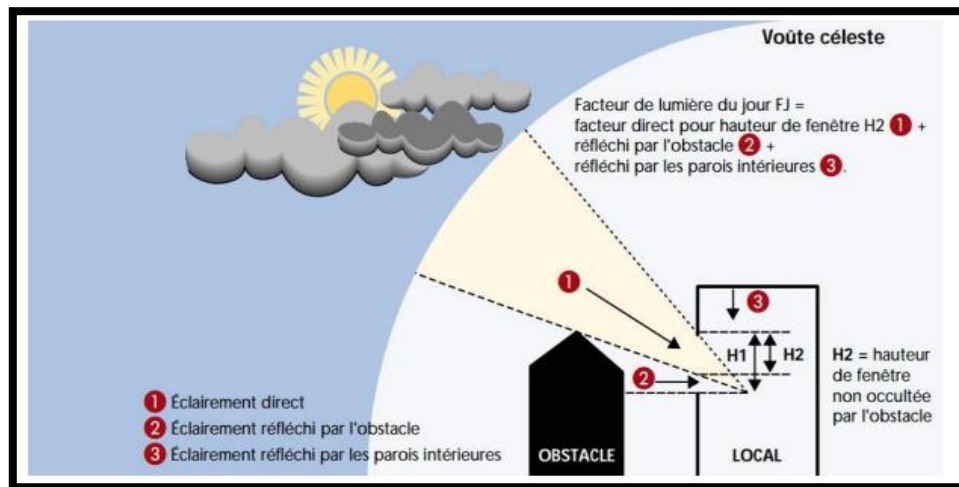


Figure 26 : Les éléments constitutifs du facteur de luminosité diurne. (Source : C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 1999).

7) L'éclairage naturel

a) Définition :

P. Chauvel décrit l'éclairage naturel comme étant « *la lumière provenant de la voûte céleste, à l'exclusion de celle émise directement par le soleil* ». Cependant, dans certains cas, l'éclairage global est pris en compte, ce qui inclut toujours la lumière solaire directe ou réfléchie par des surfaces ensoleillées" (**P. Chauvel, 1968**).

Selon V. Tourre, l'éclairage naturel se réfère à la lumière naturelle qui pénètre dans un espace construit. Il s'agit de la propagation de cette lumière à travers l'enveloppe extérieure du bâtiment, ainsi que de la réflexion de cette lumière par les matériaux constituant la structure (**V. Tourre, 2007**).

b) Types d'éclairage naturel dans le bâtiment :

Les différents types d'éclairage naturel dépendent de l'emplacement des ouvertures pour la lumière du jour, qui peuvent être situées sur la façade (éclairage latéral), sur le toit (éclairage zénithal), ou les deux simultanément. (**Bernard Paule, Marc Fontoynt, 2018**).

1) L'éclairage zénithal :

L'éclairage zénithal se caractérise par l'utilisation de la lumière naturelle provenant directement du haut, généralement à travers une ouverture dans le toit. Cette méthode permet une meilleure diffusion des rayons lumineux, offrant une répartition uniforme de la lumière à l'intérieur d'un espace. Selon **Bernard Paule et Marc Fontoynt (2018)**, cette technique favorise une pénétration efficace de la lumière diffuse en ouvrant sur l'ensemble de la voûte céleste.

Comparé à l'éclairage latéral, l'éclairage zénithal est considérablement plus performant, offrant une efficacité accrue de 3 à 5 fois, notamment dans les bâtiments de faible et moyenne hauteur avec une profondeur significative. Cependant, sa conception nécessite des exigences élevées,

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

et il peut être moins favorable pour la vue vers l'extérieur, tout en demandant un entretien plus difficile par rapport à l'éclairage latéral, selon **C. Terrier et B. Vandevyver (1999)**

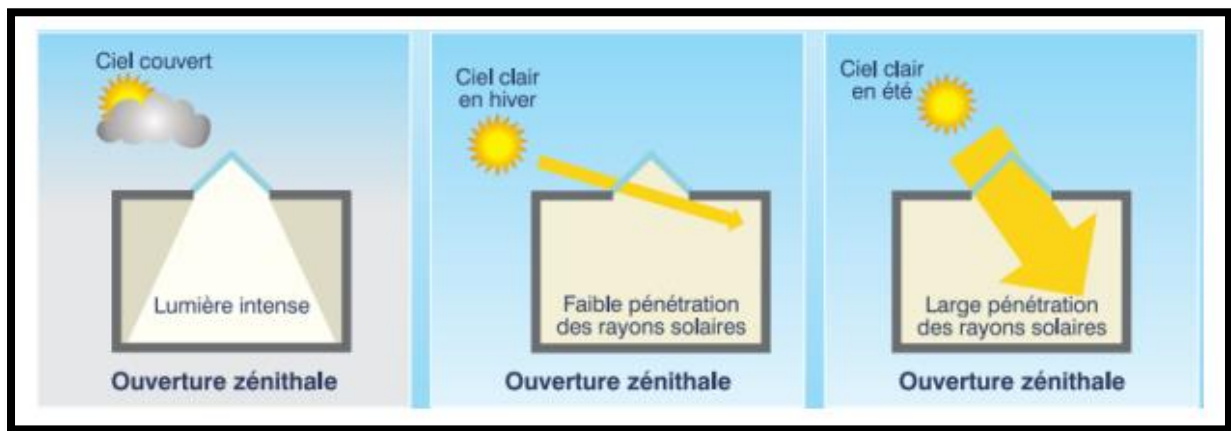


Figure 27 : Éclairage d'un espace à partir de la lumière provenant du toit. (Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005).

2) L'éclairage latéral :

Un système d'éclairage naturel qui se distingue par l'utilisation de fenêtres en façade, il est le plus ancien et le plus répandu pour plusieurs raisons : la lumière, la ventilation et la vue vers l'extérieur. Cependant, il devient moins efficace en termes d'éclairage naturel lorsque des obstacles externes sont présents. (**A. Liébard, A. De Herde, 2005**).

Les ouvertures en façade sont efficaces pour contrôler les pénétrations solaires en fonction des saisons, mais elles ne contribuent pas à une répartition uniforme de la lumière dans toute la pièce, entraînant une concentration importante de lumière près des ouvertures et des niveaux d'éclairages réduits plus profondément dans la pièce. (**Bernard Paule, Marc Fontoynt, 2018**).

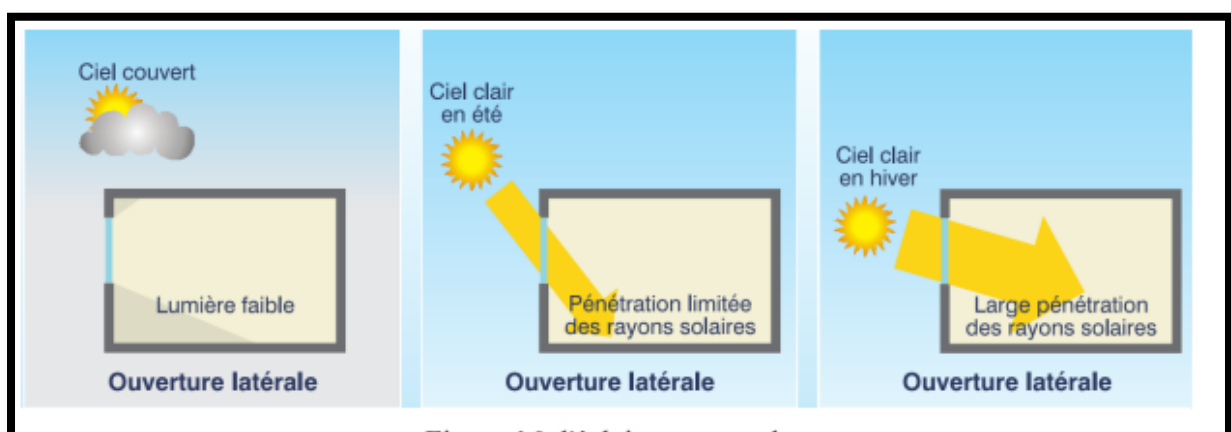


Figure 28 : l'éclairage naturel latéral. (Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

3) L'éclairage zénithal ou latéral :

Le choix entre un éclairage naturel zénithal, latéral ou une combinaison des deux dépend de l'emplacement et de la configuration de l'environnement extérieur du bâtiment, ainsi que des

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

caractéristiques géométriques de l'espace intérieur, incluant la hauteur moyenne du local (hauteur sous plafond et hauteur du faîtage). (C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 1999)

Il y a trois options possibles, selon C. TERRIER ET B. VANDEVYVER :

- Si les locaux ont une hauteur sous plafond basse, entre 2,5m et 3m, il est recommandé d'opter pour un éclairage naturel latéral.
- Pour les locaux ayant une hauteur supérieure à 4,5m, un éclairage zénithal est essentiel.
- Dans le cas des locaux dont la hauteur se situe entre 3m et 4,5m, le choix du type d'éclairage dépendra d'autres caractéristiques telles que la forme du bâtiment, sa hauteur et sa profondeur.

c) Les paramètres influençant l'éclairage naturel :

La luminosité naturelle à l'intérieur du bâtiment dépend de divers facteurs environnementaux et des spécificités propres au bâtiment lui-même. :

1) Les paramètres liés à l'environnement :

- Aspect du ciel
- Période de l'année
- Moment de la journée
- L'environnement du bâtiment
- L'aptitude

2) Les paramètres liés au bâtiment :

- Aspect et configuration du bâtiment
- Variétés d'ouvertures
- Alignement des ouvertures
- Positionnement et orientation du bâtiment par rapport au soleil.

D. Les stratégies de l'éclairage naturel

Pour optimiser l'utilisation de la lumière naturelle et répondre aux besoins des occupants en termes de confort visuel, bien-être et économie d'énergie, cinq concepts sont proposés pour favoriser davantage la lumière naturelle dans les bâtiments :

1) Capter

Il s'agit d'illuminer un bâtiment de manière naturelle en prenant en compte divers éléments tels que le type de ciel, la saison, l'heure, l'orientation et l'inclinaison des ouvertures, ainsi que l'environnement physique de l'édifice. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

2) Transmettre

Faciliter la diffusion de la lumière naturelle à l'intérieur d'un espace implique de prendre en considération divers éléments tels que les dimensions, la forme, l'orientation et les matériaux des ouvertures. Cela permet d'optimiser la luminosité à l'intérieur. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

3) Distribuer

L'idée est de canaliser la lumière naturelle à l'intérieur d'un bâtiment de manière à ce qu'elle soit uniformément répartie, en prenant en compte différents facteurs tels que le type de bâtiment, la zone concernée, le système d'éclairage, la disposition des ouvertures, les matériaux de surface utilisés localement et la configuration des parois intérieures. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

4) Se protéger

Il s'agit d'employer des dispositifs de protection solaire dans ce jardin potager pour contrer les rayons lumineux nocifs, éviter l'éblouissement et garantir un confort visuel optimal à l'intérieur de l'espace. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004)

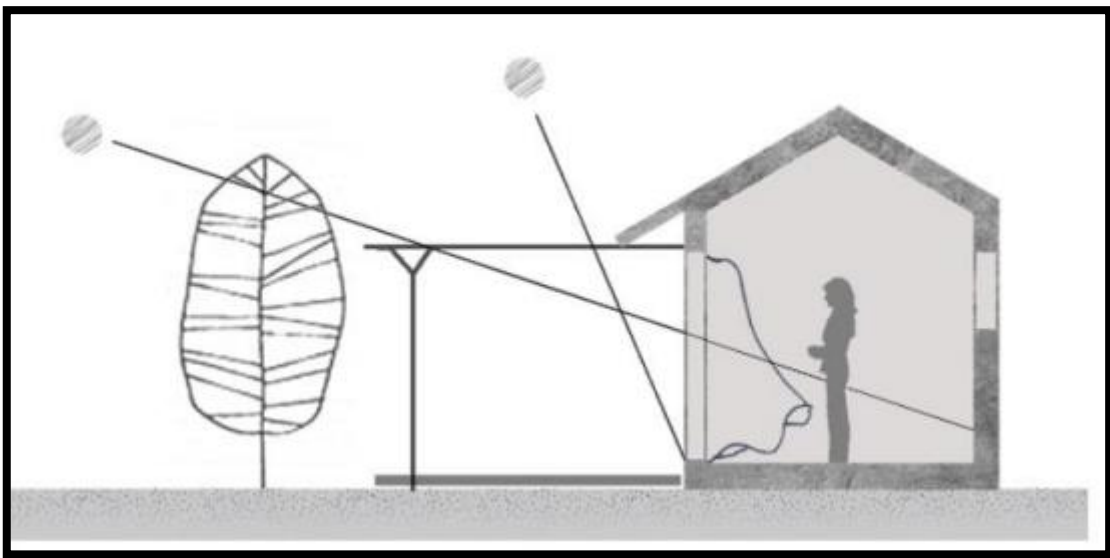


Figure 29 : Préserver le bâtiment contre les rayons du soleil.. (Source : <http://archipositive.blogspot.com/2016/07/passif-1-lumiere-naturelle.html>)

2. Le confort visuel

A. Introduction

Lorsqu'on aborde l'architecture d'un bâtiment, l'un de ses éléments cruciaux réside dans le confort qu'il procure. En effet, le principal objectif d'un édifice est d'offrir aux personnes qui l'occupent un environnement agréable, quel que soit le temps qu'il fait à l'extérieur. Tout comme nous accordons de l'importance à son esthétique, son intégration au site et sa solidité, il est tout aussi essentiel de considérer la satisfaction des occupants en termes de confort visuel dès les phases de conception. Une planification astucieuse permet non seulement d'assurer une qualité architecturale remarquable et une esthétique plaisante, mais également de minimiser la consommation énergétique. (Roulet, 2004).

La sensation de confort visuel est subjective et varie en fonction de plusieurs facteurs tels que la couleur, la taille, la texture de l'objet observé, la qualité de la vue, l'âge, la lecture mentale du cerveau ainsi que des aspects culturels et de l'expérience individuelle. En ce qui concerne les professionnels de l'architecture ou de la conception, leurs critères objectifs incluent les

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

caractéristiques du site, ses avantages et inconvénients, l'existence ou la nécessité de dispositifs de protection solaire, le nombre et la taille des ouvertures, ainsi que la qualité et la quantité de lumière naturelle disponibles (Nemours et al., 2019).



Figure 30 : confort visuel (Source : <https://www.comptoirdesfers.com>).

Dans la figure présentée, il est évident que la combinaison d'une bonne luminosité, de couleurs bien choisies et de textures appropriées contribue à un confort visuel optimal.

B. Les paramètres du confort visuel :

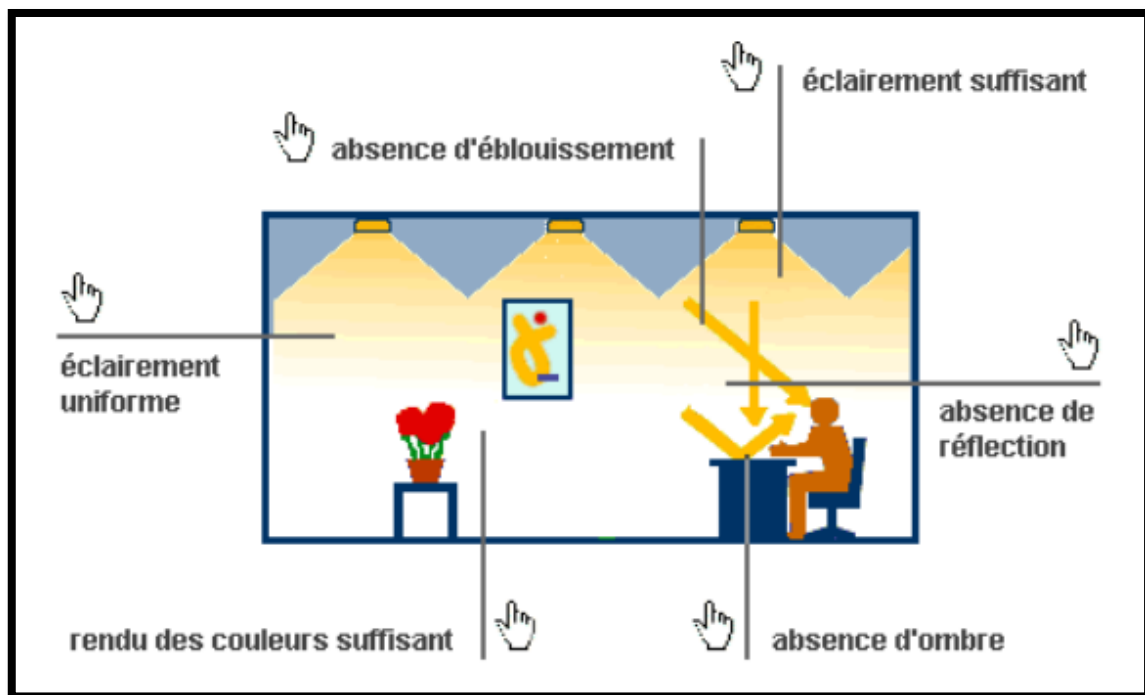


Figure 31 : Paramètre du confort visuel (Source : <http://www.mysti2d.net>)

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

1) Le niveau d'éclairage

Il est crucial d'avoir un niveau d'éclairage minimum pour une vision nette et sans fatigue, mais trop de lumière peut être inconfortable.

Eclairage nécessaire pour les différentes activités	Eclairage (lux)
Lecture, travail d'écolier	325
Couture	425 à 625
Préparation culinaire et bricolage	425

Figure 32 : l'éclairage moyen requis en fonction de l'activité (source : De Herde, s.d.2005)

2) Rendu des couleurs

Les couleurs apparaissent de manière optimale lorsque la lumière émise correspond le mieux à la sensibilité maximale de l'œil à cette couleur.

Pièce et activité	Eclairage moyen (lux)
Hall d'entrée, escalier, couloir, toilette	50-100
Sanitaire	200-300
Cuisine	200-500
Séjour	100-300
Salle à manger	100-200
Chambre	100-200
Buanderie, cave, débarras	50-100

Figure 33 : L'éclairage recommandé selon la norme NBN L13-006 (source : Deneyer, s.d.)

3) Le tien de la lumière

La luminosité que vous choisissez doit correspondre à l'éclairage désiré, comme illustré dans le diagramme de Kristof ci-dessous, qui indique les températures de couleur recommandées en fonction du niveau d'éclairage.

4) L'uniformité de la lumière

La lumière naturelle peut être distribuée uniformément, concentrée en un seul endroit ou une combinaison des deux. Lorsqu'elle est concentrée, créant des zones de lumière et d'ombre voisines, elle peut être inconfortable, car l'œil doit constamment s'adapter, entraînant une fatigue.



Figure 34 : L'éclairage uniforme (source : Energie+2004)

C. Eblouissement

L'éblouissement survient lorsque les yeux sont exposés à une lumière intense, ce qui peut entraîner un inconfort visuel important pour la personne concernée.

« Il est essentiel de souligner que l'augmentation significative de la lumière naturelle réduit considérablement l'éblouissement par rapport à une ouverture plus petite. Cela s'explique par le fait que cette abondance de lumière favorise l'adaptation des yeux et atténue le contraste de luminance. Dans le cas de l'éclairage artificiel, un phénomène similaire peut être observé lorsque l'on est directement exposé à une lampe ou à sa réflexion sur des surfaces lisses telles que les luminaires, les murs intérieurs ou même les objets. » (DAICH, 2011).

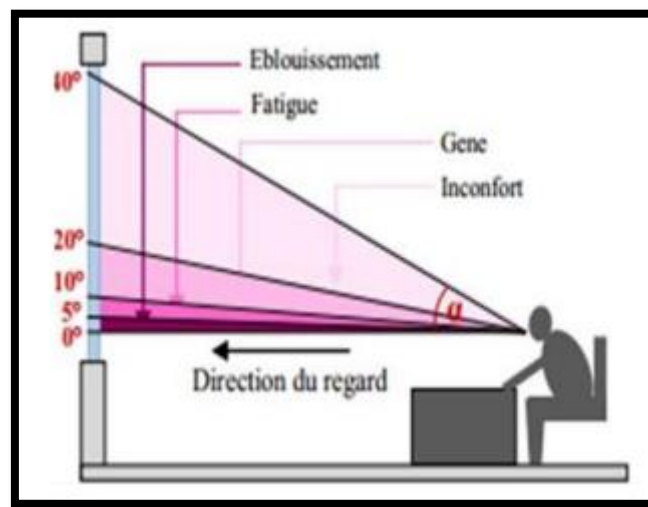


Figure 35 : Source lumineuse de haute luminance (source : Enviroboite, 2006).

1) Types d'éblouissement :

D'après Moore, l'éblouissement peut être classé en direct ou indirect selon l'origine de la source lumineuse qui le provoque :

- L'éblouissement direct survient lorsque la source lumineuse est située dans la même direction ou à proximité immédiate de l'objet observé (**Moore, 1985**).
- **Eblouissement indirecte** : Aussi connu sous le nom d'éblouissement réfléchi, il est causé par les réflexions des sources lumineuses sur des surfaces brillantes telles qu'un écran, un tableau ou un plan de travail.... (**Belakehal, 2007**).

2) Sources d'éblouissement :

Les principales sources d'éclairage naturel consistent (**Bodart, 2002**) :

- Regarder directement le soleil ou le ciel à travers les fenêtres.
- Le reflet du soleil sur les bâtiments adjacents.
- Des contrastes de luminosité extrêmes entre une fenêtre et le mur sur lequel elle est installée.
- Des contrastes de luminosité extrêmes entre une fenêtre et son encadrement.
- Des surfaces trop lumineuses par rapport à leur environnement immédiat.

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

D. Rendu de couleur

La présence d'une source lumineuse, qu'elle soit naturelle ou artificielle, crée un spectre lumineux unique. Ce spectre résulte de la combinaison de différentes radiations et donne naissance à la lumière blanche, permettant ainsi à l'œil de percevoir les objets avec précision. En conséquence, les couleurs des surfaces se révèlent dans toute leur subtilité et leur nuance. **(De Hard, s.d.).**

E. Teinte de la lumière

La présence d'une source lumineuse que ce soit naturelle ou artificielle, engendre un spectre lumineux qui lui appartient, quand on aura un mélange de diverses radiations qui constituent ce spectre, elle fait apparaître la lumière blanche qui permet à l'œil d'apprécier les objets avec une haute exactitude, et la couleur des surfaces sont plus délicates de leurs nuances. **(Energie+).**



Figure 36 : La lumière froide et la lumière chaude (source : 5www.1001piles.com/ampoules/)

F. Les critères qui influencent sur le confort visuel

Dans un environnement, le confort visuel désigne la manière dont les objets sont perçus, la réalisation efficace des tâches sans fatigue, et une ambiance lumineuse agréable. Il est étroitement lié à la quantité, la répartition et la qualité de la lumière présente. Cette notion est mesurée en se référant à des critères spécifiques, qui doivent être soigneusement étudiés afin d'atteindre un niveau de confort optimal **(Khadraoui, 2017) :**

- Les contraintes du site, telles que l'ensoleillement, les masques et les reliefs, ainsi que la nature des surfaces et l'éclairage extérieur ;
- Le nombre et la taille des ouvertures, en considérant leurs orientations et la quantité et la qualité de la lumière naturelle qu'elles laissent entrer ;
- L'éclairage électrique, caractérisé par des critères de confort et de besoins énergétiques, tels que l'indice de rendu des couleurs (IRC) et la température des couleurs
- La connexion visuelle avec l'extérieur. (Miller, s.d, 1987).

G. Impact du type d'ouverture sur le confort visuel

L'éclairage naturel diversifié joue un rôle crucial dans l'organisation de l'espace. Les ouvertures sont positionnées en fonction des besoins d'éclairage, du volume de l'espace et des activités qui

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

s'y déroulent. L'intensité lumineuse est influencée par la taille des ouvertures pratiquées dans les murs. Dans les pièces de faible hauteur, les fenêtres ou les ouvertures en façade sont privilégiées car elles fournissent un éclairage satisfaisant sur une profondeur d'environ deux fois la hauteur du linteau. (Meddour, 2008).

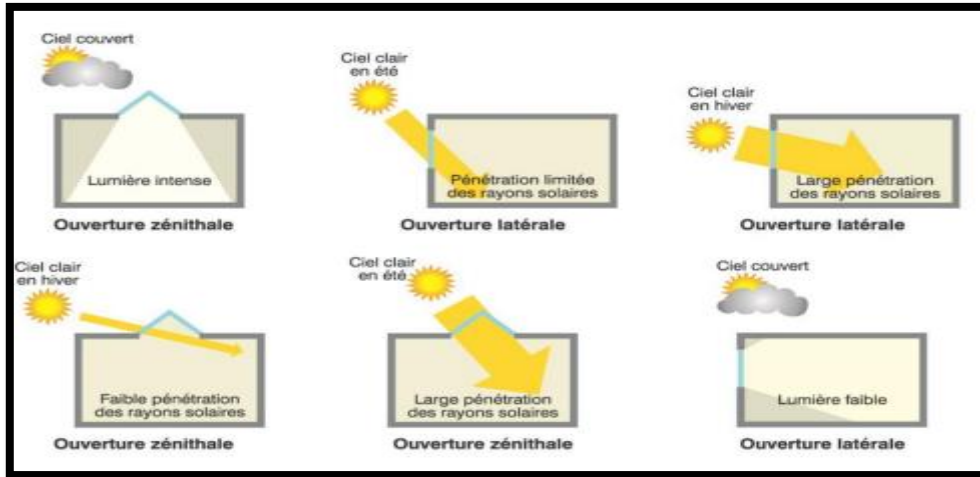


Figure 37 : Type d'ouverture et le confort visuel (Source : <http://www.hqe.guidenr.fr>)

H. Impact de l'orientation sur le confort visuel

La luminosité et la position du soleil changent en fonction de l'orientation de la fenêtre. Le type d'éclairage dans une pièce est défini par la disposition et la localisation des sources principales. Chaque type d'éclairage engendre différents effets. (MEDDOUR, 2008).



Figure 38 : Type d'ouverture et le confort visuel (Source <https://monprojetmeschoix.com>)

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

La figure ci-dessous illustre comment l'orientation est influencée par le climat méditerranéen, ainsi que les différentes orientations qui favorisent le plus de lumière.

3. L'éclairage naturel dans Les espace de Circulation intérieures de l'habitat

La lumière naturelle joue un rôle crucial dans la création de l'ambiance d'un espace architectural, quelle que soit son utilisation prévue. *«Même dans les espaces conçus pour être sombres, une touche de lumière filtrée par une ouverture mystérieuse peut révéler subtilement leur obscurité réelle. Chaque espace tire son identité de sa structure et de la qualité de sa lumière naturelle».* (Louis I. Kahn, 2003)

La qualité de la conception architecturale repose largement sur la gestion adéquate de la lumière naturelle. Notre objectif est d'analyser comment la lumière naturelle influe sur les espaces et de définir les besoins en éclairage naturel des zones de circulation pour garantir un environnement visuel agréable.

A. Les Espaces de Circulation

Un espace de circulation est un espace aménagé à l'intérieure des bâtiments en générale pour permettre aux personnes de se déplacer. Tel que :

- Habitat individuelle et Collectif
- Equipements.

B. Type de tache visuelle

En général, les espaces de circulation sont conçus dans un but précis.

- Le bon fonctionnement intérieur d'un bâtiment.
- Faciliter la circulation.

C. La réglementation et les normes relatives à l'éclairage naturel dans les espaces de circulation

Nous allons examiner les réglementations et normes concernant l'éclairage naturel dans les espaces de circulation. Les réglementations dans le domaine de la construction sont complexes et en constante évolution, notamment en ce qui concerne l'éclairage. Celui-ci doit être adapté aux besoins des activités quotidiennes réalisées dans chaque espace, ce qui varie en fonction du type d'activité ou de local. Bien que nous nous concentrons sur les espaces de circulation, nous aborderons également les lois et réglementations relatives à l'éclairage des lieux de résidence en général, car il existe peu de normes spécifiques pour les espaces de circulation. Cependant, dans la plupart des pays, la législation en matière de conception architecturale prévoit des normes d'éclairage pour des fonctions telles que la circulation et autres.

D. L'objectif de la normalisation et la réglementation de l'éclairage

D'après Hervé LAEDLEIN, les règles régissant l'éclairage d'un bâtiment visent à garantir le confort visuel et la sécurité des occupants, à fournir des conditions d'hygiène optimales, à assurer la durabilité du bâtiment et de ses installations, ainsi qu'à promouvoir l'efficacité énergétique. (LAEDLEIN.H, 1978).

E. La réglementation algérienne

En Algérie, les normes de construction sont établies par des organismes officiels, cependant, la réglementation concernant l'éclairage dans les bâtiments est peu courante. L'article 35 du décret exécutif n°91-175 du 28/05/1991, tiré du journal officiel de la république algérienne N° 26, énonce les mesures générales applicables aux bâtiments résidentiels, mais il ne contient aucune instruction spécifique concernant les exigences en matière d'éclairage, telles que l'intensité lumineuse ou l'uniformité.

Il stipule simplement que chaque pièce principale doit être éclairée et ventilée par une ou plusieurs ouvertures, représentant au moins un huitième de la surface de la pièce.

- ❖ Cette règle ne s'applique pas aux régions situées à une altitude de huit cents mètres ou plus, ni à la partie sud du territoire national. Les conditions spécifiques seront précisées dans un arrêté du ministère de l'urbanisme.
- ❖ Les fenêtres donnant sur une cour fermée avec un toit en verre ou sur une petite cour ne sont pas considérées comme des fenêtres ouvrantes.
- ❖ Les pièces secondaires peuvent être ventilées à travers des conduits verticaux. Pour les maisons individuelles à un seul étage, les fenêtres des pièces principales peuvent s'ouvrir sur des cours fermées ou découvertes d'au moins quatre mètres sur quatre.
- ❖ Les fenêtres des pièces doivent être équipées de dispositifs efficaces contre le rayonnement solaire.
- ❖ La distance de la face interne de la paroi éclairante à la partie la plus éloignée des pièces principales des logements à simple niveau ne peut dépasser deux fois et demie la hauteur sous plafond.

En l'absence de réglementations techniques spécifiques en Algérie, la circulaire du 15 août 1989 concernant l'application des normes de construction permet l'utilisation des normes étrangères. Par conséquent, les règlements et normes étrangers concernant l'éclairage peuvent être appliqués aux bâtiments en Algérie.

F. Exigences d'éclairage dans les espaces de circulation

L'Association Française de l'Éclairage (AFE) établit des recommandations pour l'éclairage intérieur des espaces de travail en se basant sur le code du travail et les textes officiels. Le tableau ci-dessous présente les valeurs d'éclairement moyen à maintenir pour différents types d'activités dans divers locaux.

CHAPITRE 02 : LE CONFORT VISUEL

Bureaux et locaux administratifs	Éclairage (lux)	Habitations	Éclairage (lux)
Bureaux de travaux généraux	425	(éclairage nécessaire pour les différentes activités)	
Dactylographie	425	Lecture	325
Salles de dessin	850	Travail d'écolier	325
		Couture	425 à 625
		Préparations culinaires et coin bricolage	425
Établissements d'enseignement		Circulation	
Salles de classe	325	Couloirs, escaliers	80 à 250
Tableaux	425		
Amphithéâtres	325		
Laboratoires	625		
Bibliothèques, tables de lecture	425		
Magasins		Hôtels	
Boutiques	200	Réception, halls	250
Self-services	300	Salles à manger	250
Grandes surfaces	500	Cuisines	425
		Chambres et annexes	250
Salles de spectacles		Bâtiments industriels	
Foyer	125	Machines-outils et établis, soudure	250
Amphithéâtres	80	Travail de pièces moyennes	425
Salles de cinéma	40	Travail de petites pièces	625
Salles des fêtes	250	Travail très délicat ou très petites pièces	1250 à 1750

Figure 39 : éclairage moyen à maintenir en fonction d'activité d'après l'AFE (Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exploré le rôle crucial de l'éclairage dans les bâtiments en général, et plus spécifiquement dans le secteur tertiaire. Il est essentiel de comprendre que l'orientation et les dimensions des ouvertures ont un impact significatif sur l'optimisation de la lumière naturelle et le confort visuel, ce qui influe directement sur le bien-être psychologique des occupants. De nombreuses recherches démontrent les effets bénéfiques de la lumière naturelle sur notre santé physique et mentale. En effet, elle peut améliorer la concentration, l'efficacité au travail, ainsi que la capacité d'apprentissage et de production des employés dans les environnements de bureau. Ainsi, maximiser l'utilisation de la lumière naturelle dans les espaces de travail tertiaires est essentiel pour répondre aux besoins de confort physique et psychologique des occupants, tout en offrant des avantages en termes de productivité et d'économie d'énergie.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 03 :
METHODOLOGIE
ET PARTIE
EMPIRIQUE DES
CAS D'ETUDE

III. Méthodologie et partie empirique des cas d'étude

Introduction :

Cette recherche explore l'interaction fondamentale entre la lumière naturelle et la configuration spatiale dans la conception architecturale, en se concentrant plus particulièrement sur les espaces de circulation. Ces derniers constituent un élément universel présent dans tout type de projet architectural, bien que leurs formes et organisations varient significativement selon qu'il s'agisse d'habitat individuel ou collectif.

Notre étude comparative analyse ces espaces transitionnels à travers deux typologies distinctes : l'habitation unifamiliale et le logement collectif. Cette approche duale permet d'établir des parallèles et des contrastes dans la conception et l'expérience des circulations. La méthodologie employée combine une investigation pratique et empirique, articulée autour de deux axes complémentaires :

Une exploration théorique ancrée dans les concepts préalablement développés concernant la relation lumière-configuration spatiale et l'analyse minutieuse de cas d'étude sélectionnés pour leur pertinence typologique.

L'objectif principal est de comprendre comment l'agencement spatial et l'apport lumineux influencent simultanément la perception et l'usage des circulations. Les résultats préliminaires de notre investigation empirique, présentés en conclusion de ce chapitre, offrent des premières pistes de réflexion sur l'optimisation de ces espaces essentiels mais souvent négligés dans le processus de conception. Ces observations ouvrent la voie à des recommandations pratiques pour les architectes et concepteurs soucieux d'améliorer à la fois la fonctionnalité et l'expérience sensible des espaces de circulation.

1. Motivation et critères de sélection du choix des espaces d'accueil et de parcours de circulation :

Cette étude s'appuie sur une sélection raisonnée de cas d'étude couvrant deux typologies d'habitat - individuel et collectif - afin d'analyser comparativement les espaces de circulation, éléments nodaux de tout projet architectural. Ces espaces transitionnels, premiers lieux franchis par les usagers (résidents, visiteurs ou personnels), présentent des configurations variables selon la nature du bâtiment, tout en constituant un terrain privilégié pour étudier l'interaction entre lumière naturelle et composition spatiale. Notre approche méthodologique combine l'analyse des caractéristiques morphologiques (tracé, échelle, connectivité) avec l'évaluation qualitative des apports lumineux, permettant ainsi d'établir des corrélations entre ces deux paramètres fondamentaux de la conception architecturale. Cette investigation critique vise in fine à identifier les bonnes pratiques et proposer des solutions d'optimisation pour ces espaces essentiels, véritables lieux d'échange et de transition entre les différentes fonctions du bâtiment.

2. Présentation des cas d'études

Les études de cas présentées dans ce mémoire actuel, englobent des bâtiments qui s'inscrivent dans le secteur de l'habitat à Bejaia ; l'habitat collectif qui se trouve dans le pôle urbain d'ighzer ouzarif et l'habitat individuelle dans la commune de souk-el tnine. L'objectif de ce choix varié consiste

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

à l'étude de typologie d'espaces de circulations qui les constituent ; pour répondre à notre thème de recherche

A. Identification des espaces de circulation dans les cas d'études :

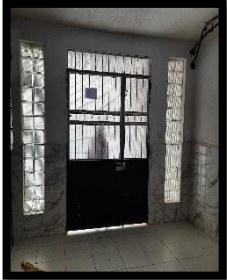



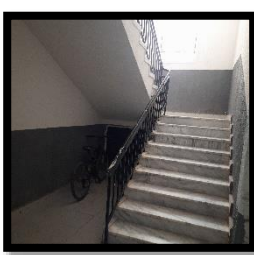






Types	Illustrations de l'espace de circulation	Les ouvertures qui caractérisent ses espaces
Habitat Collectif	   	   
	<p><i>Figure 40 : Entrée principale avec couloir de distribution. Source : Auteur, (2024).</i></p>	<p><i>Figure 41 : fenêtres vitrées. Source : Auteur, (2024)</i></p>
Habitat Individuelle	   	   
	<p><i>Figure 42 : Hall d'entrée avec le couloir de distribution. Source : Auteur, (2024)</i></p>	<p><i>Figure 43 : Eclairage naturel et artificiel sur le hall de distribution Source : Auteur, (2023)</i></p>

Tableau 1 : Identification des espaces de circulation dans les cas d'études, Source : Auteur, (2024).

3. L'outil méthodologique

A. La simulation

La simulation numérique sur DIA Lux représente un outil robuste pour évaluer et perfectionner l'éclairage architectural. En utilisant cette méthode, les concepteurs peuvent modéliser de façon virtuelle les systèmes d'éclairage dans un espace spécifique, en prenant en considération différents éléments tels que la configuration de la pièce, les matériaux utilisés, ainsi que les types de luminaires et de sources lumineuses.

1) Présentation de logiciel Dialux evo :

DiaLux, logiciel pionnier de simulation lumineuse développé en 1994 par DIAL GmbH, et son évolution DIA-Lux Evo (2012) constituent des références incontournables dans le domaine de la conception d'éclairage architectural. Ces outils professionnels offrent des capacités d'analyse complètes intégrant à la fois la lumière artificielle et l'apport naturel, avec une précision particulièrement appréciée par les concepteurs. La version Evo se distingue par son moteur de calcul performant permettant des simulations réalistes en 3D, l'évaluation des masques solaires et l'export de rapports techniques détaillés. Sa disponibilité gratuite en 26 langues et son ergonomie intuitive en font une solution largement adoptée par les bureaux d'études et les architectes pour optimiser les ambiances lumineuses, depuis l'échelle du détail intérieur jusqu'aux projets urbains complexes. La capacité du logiciel à quantifier précisément les apports de lumière naturelle en fait notamment un allié précieux pour les approches bioclimatiques et les certifications environnementales.



Figure 44 : L'icône du logiciel Dialux evo. Source : Auteur, (2024).

2) Les Etapes de la simulation du logiciel :

a) Interface de démarrage :

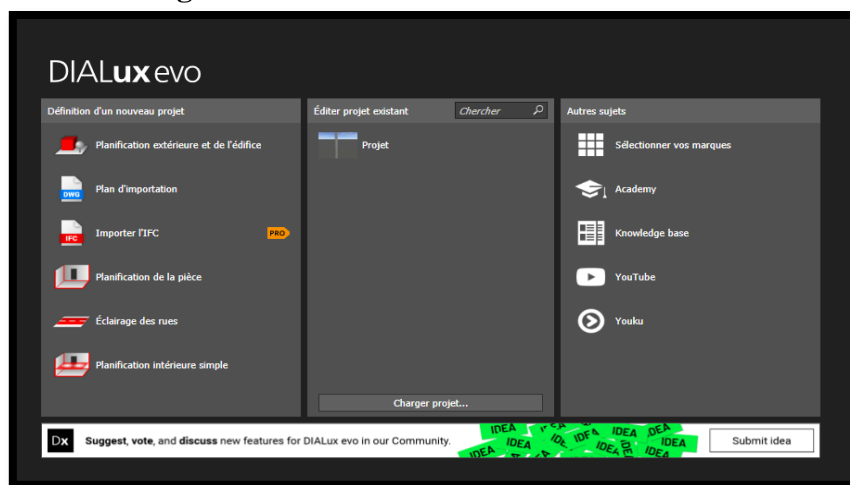


Figure 45 : interface du logiciel Dia lux evo. Source : Auteur, (2024)

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

La deuxième colonne est réservée L'interface de DIALux Evo est organisée en trois colonnes principales, chacune dédiée à une fonction spécifique du workflow de conception lumineuse :

1. Colonne de création de projet

Permet d'initier un nouveau projet en sélectionnant un mode adapté au type de conception :

- *Planification extérieure et architecturale*
- *Importation de plans (CAO/BIM via IFC)*
- *Modélisation pièce par pièce*
- *Éclairage urbain et voirie*
- *Configuration intérieure simplifiée*

2. Colonne d'édition

Offre l'accès aux projets existants pour :

- *Modification des paramètres*
- *Ajustement des calculs*
- *Mise à jour des configurations*

3. Colonne d'assistance

Centralise les ressources d'aide :

- *Documentation technique*
- *Tutoriels intégrés*
- *Support utilisateur*

Cette structure ergonomique guide l'utilisateur à travers les différentes phases du processus de conception, depuis l'initialisation du projet jusqu'à sa finalisation, tout en fournissant un accès immédiat aux outils d'assistance. La disposition logique des fonctionnalités optimise la productivité, particulièrement pour les études complexes combinant éclairage naturel et artificiel.

- pour éditer un projet déjà existant ;
- La dernière colonne faite pour tout ce-qui-est de l'aide.

b) Importation d'Un plan DWG :

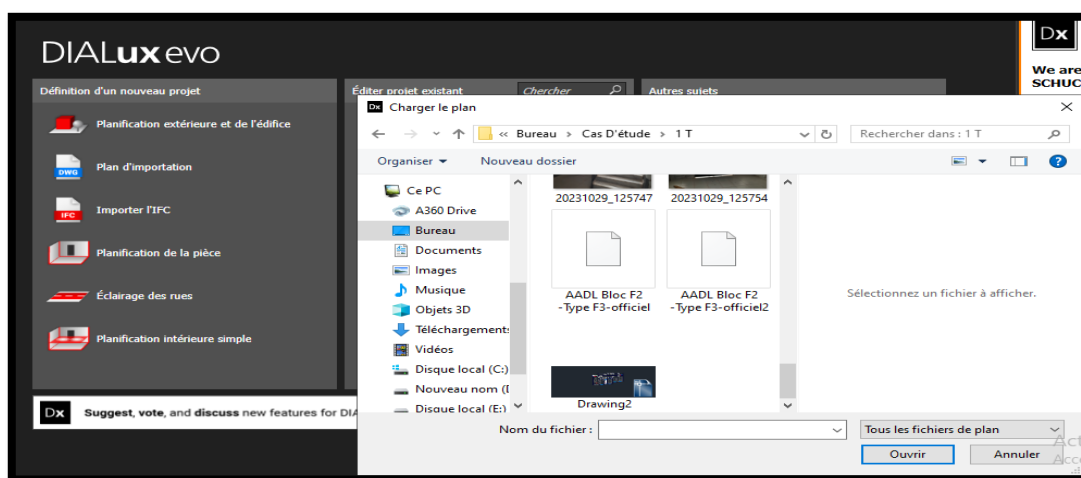


Figure 46 : sélection du plan partir du logiciel Dia lux evo. Source : Auteur, (2024).

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

Dans notre cas on va modéliser le bâtiment à partir l'importation d'un plan DWG.

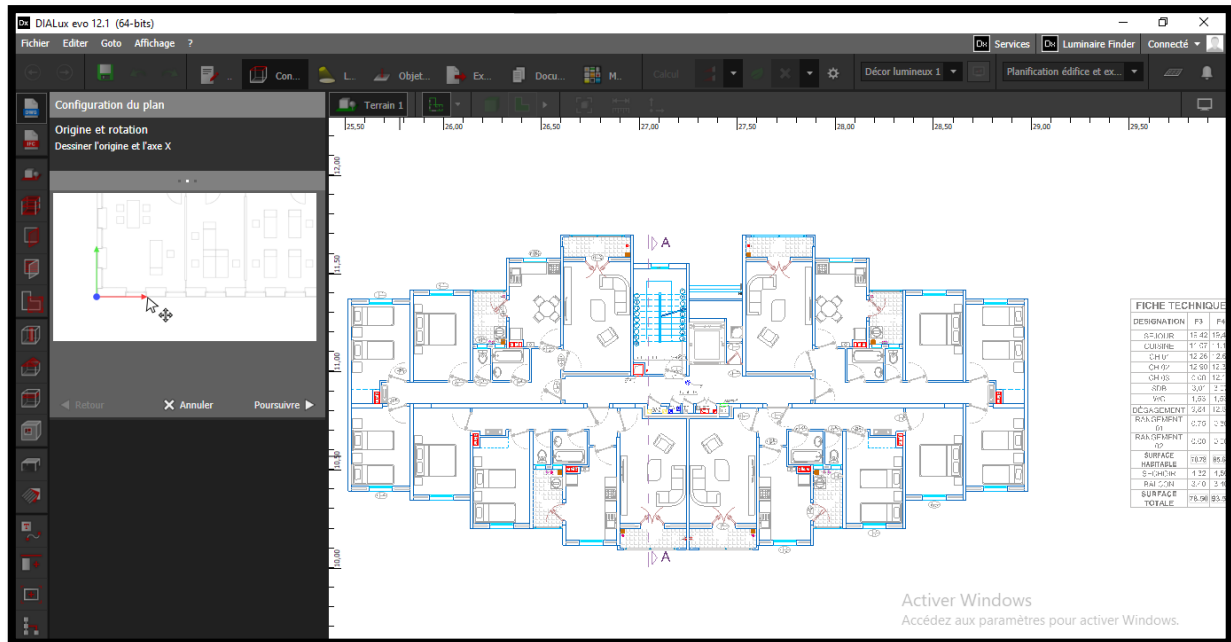


Figure 47 : sélection du plan partir du logiciel Dia lux evo. Source : Auteur, (2024).

- c) Positionner l'orientation du nord du le plan :
- d) Modéliser l'édifice :

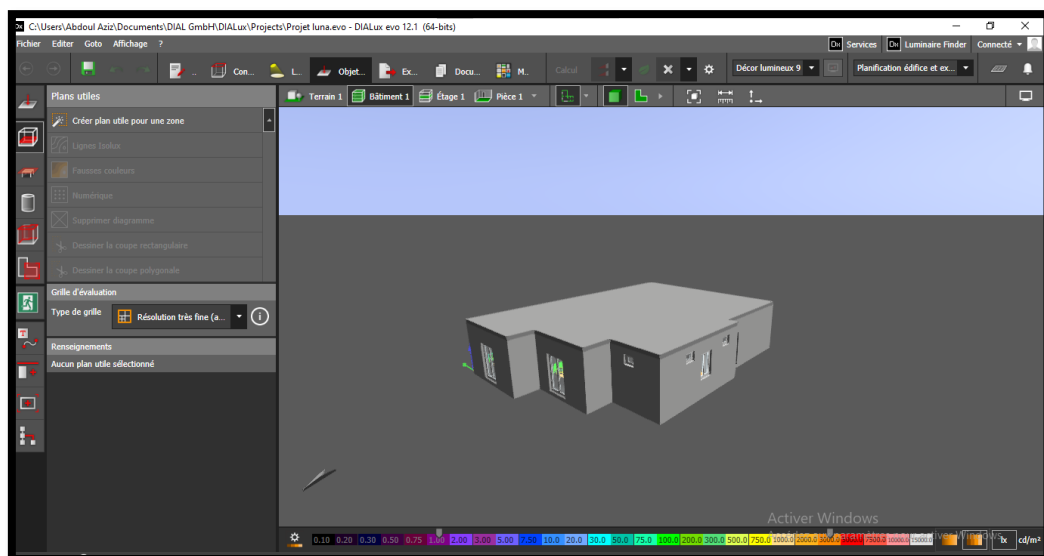


Figure 48 : dessin des pièces et ouvertures, logiciel Dia lux evo. Source : Auteur,2024.

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

e) Les résultats des calculs :

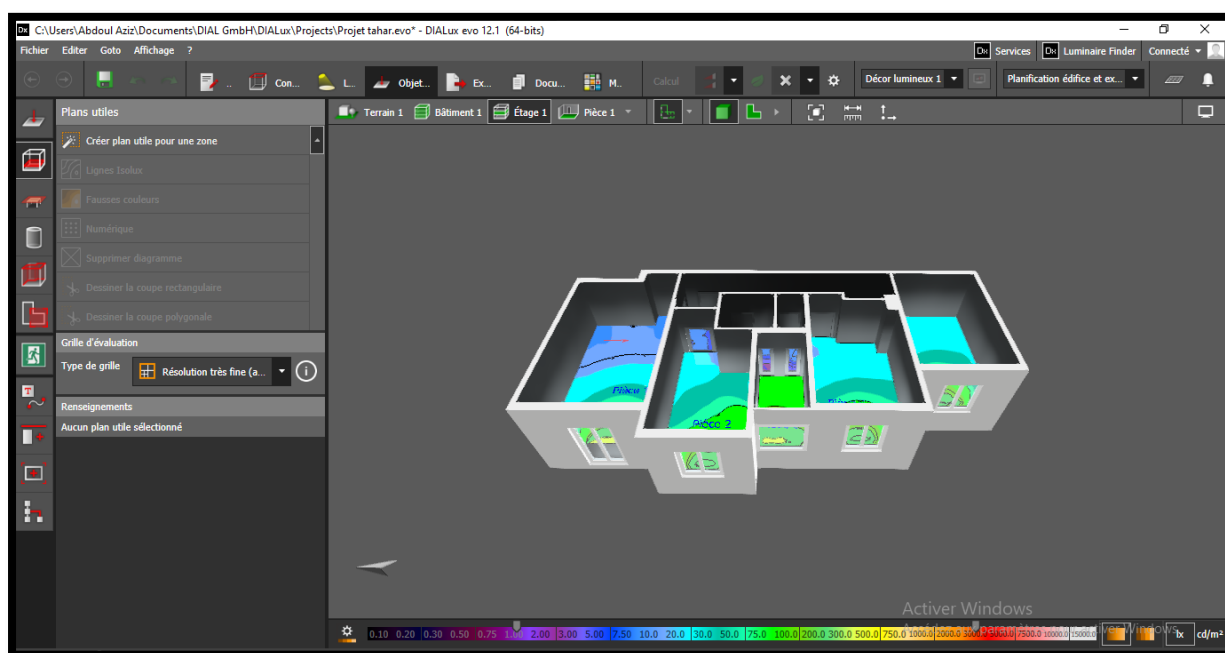


Figure 49 : Résultats de simulation, logiciel Dia lux evo. Source : Auteur, (2024).

4. Présentation des résultats de la simulation avec le logiciel « Dialux evo » :

Ce logiciel "Dia lux evo" nous a permis de visualiser les résultats de simulation à travers des représentations graphiques telles que des courbes et des nuances de couleurs indiquant les niveaux d'éclairement.

A. Résultat du l'habitat collectif :

Résultat de simulation de la journée 21 Décembre 2023 :

➤ Résultats de la simulation pour la journée du 21 Décembre 2023 à 9h, 12h et 15h :

Heures	Résultats	Descriptions
09h		Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près la façade principale Nord-Ouest (avec des valeurs entre 5 lux à 238 lux) avec des ouvertures vitrées, et plus on s'éloigne de ces ouvertures plus le niveau d'éclairement se diminue et cela infule sur l'éclairement intérieur de l'espace de circulation où la moyenne de l'éclairement à 9h est de 3,14 lux.

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

12h		Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près des façades Nord, Ouest et Sud (avec des valeurs entre 8,71 lux à 538 lux) avec des ouvertures vitrées, À midi, l'éclairement moyen de la zone de circulation est de 5,87 lux..
15h		Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près des façades Nord, Ouest et Sud (avec des valeurs entre 17,6 lux à 2348 lux) avec des ouvertures vitrées, À 15 heures, l'éclairement moyen dans la zone de circulation est de 15,6 lux.

Tableau 2 : Résultat de la simulation pour la journée du 21 Décembre. Source : Auteur, (2024)

➤ Résultats de la simulation pour la journée du 21 Mars 2024 à 9h, 12h et 15h :

Heures	Résultats	Descriptions
09h		Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près la façade principale Nord-Ouest (avec des valeurs entre 9,21 lux à 427 lux) avec des ouvertures vitrées, et plus on s'éloigne de ces ouvertures plus le niveau d'éclairement se diminue et cela infule sur l'éclairement intérieur de l'espace de circulation À 9 heures, l'éclairement moyen est de 5,82 lux.

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

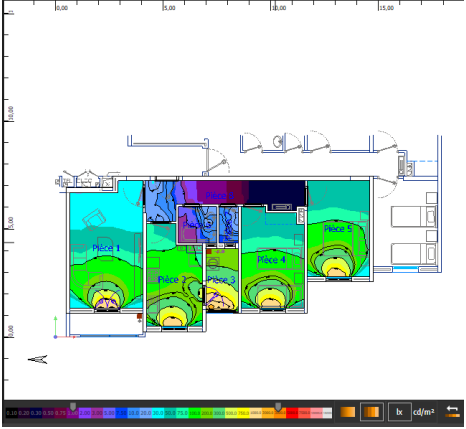
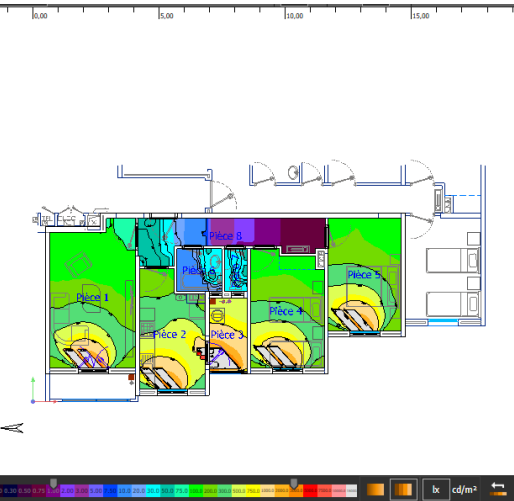
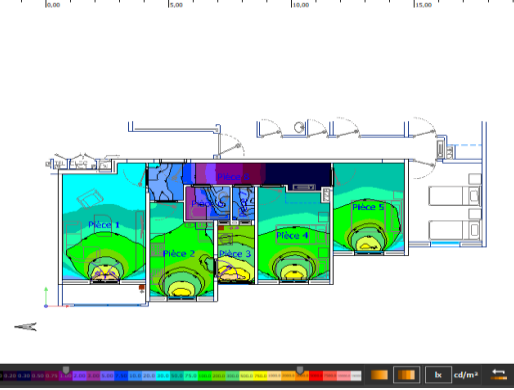
12h		<p>Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près des façades Nord, Ouest et Sud (avec des valeurs entre 16,6 lux à 630 lux) avec des ouvertures vitrées, À midi, l'éclairage moyen dans la zone de circulation est de 6,29 lux.</p>
15h		<p>Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près des façades Nord, Ouest et Sud (avec des valeurs entre 26,6 lux à 7339 lux) avec des ouvertures vitrées, À 15 heures, l'éclairage moyen dans la zone de circulation est de 18,2 lux.</p>

Tableau 3 : Résultat de la simulation pour la journée du 21 Mars. Source : Auteur, (2024)

➤ Résultats de la simulation pour la journée du 21 juin 2024 à 9h, 12h et 15h :

Heures	Résultats	Descriptions
9h		<p>Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près la façade principale Nord-Ouest (avec des valeurs entre 10,6 lux à 484 lux) avec des ouvertures vitrées, et plus on s'éloigne de ces ouvertures plus le niveau d'éclairage se diminue et cela infule sur l'éclairage intérieur de l'espace de circulation À 9 heures, l'éclairage moyen est de 6,84 lux.</p>

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

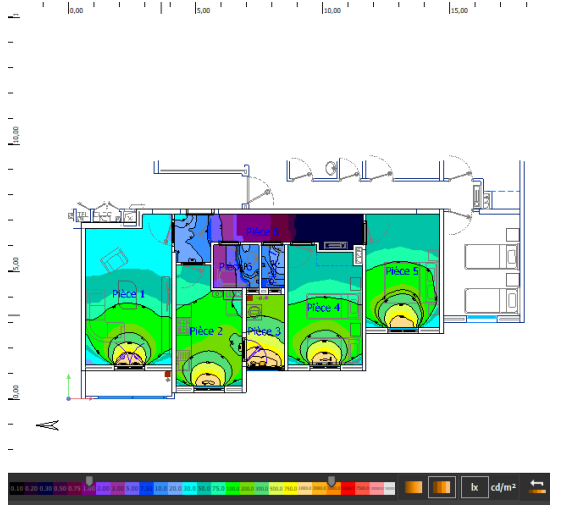

12h		<p>Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près des façades Nord, Ouest et Sud (avec des valeurs entre 9,35 lux à 648 lux) avec des ouvertures vitrées, À midi, l'éclairage moyen de la zone de circulation est de 6,45 lux.</p>
15h		<p>Le résultat est présenté sous la forme de courbes et de couleurs simulées. Le niveau de luminosité indique les zones les plus éclairées se trouvent près des façades Nord, Ouest et Sud (avec des valeurs entre 25,5 lux à 9599 lux) avec des ouvertures vitrées, À 15 heures, l'éclairage moyen de la zone de circulation s'élève à 15,2 lux.</p>

Tableau 4 : Résultat de la simulation pour la journée du 21 Juin. Source : Auteur, (2024)

Les simulations menées aux dates clés du 21 décembre 2022, 21 mars 2023 et 21 juin 2023 révèlent des problématiques récurrentes concernant l'éclairage des espaces de circulation. Les résultats démontrent une insuffisance chronique de l'éclairage naturel dans ces zones, avec des moyennes alarmantes de 15,6 lux en décembre, 18 lux en mars et 15 lux en juin - des valeurs bien inférieures aux standards de confort visuel.

L'analyse met en évidence deux phénomènes majeurs :

1. Une variation saisonnière importante, avec des pics d'éclairage atteignant 2348 lux en décembre et 7339 lux en mars près des ouvertures
2. Une répartition spatiale inégale, caractérisée par un gradient lumineux rapide créant des zones d'ombre prononcées dès qu'on s'éloigne des sources de lumière.

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

Ces dysfonctionnements trouvent leur origine dans des choix conceptuels inadaptés :

- Surface vitrée insuffisante dans les circulations
- Absence de dispositifs de redistribution lumineuse
- Mauvaise intégration des parcours solaires dans la conception spatiale

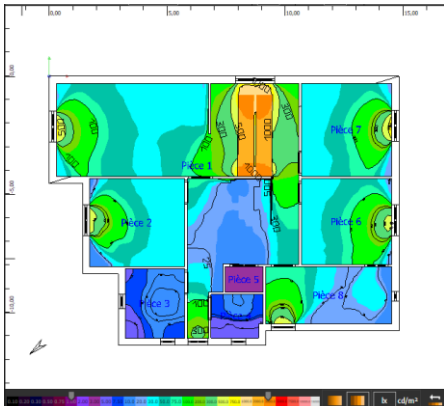
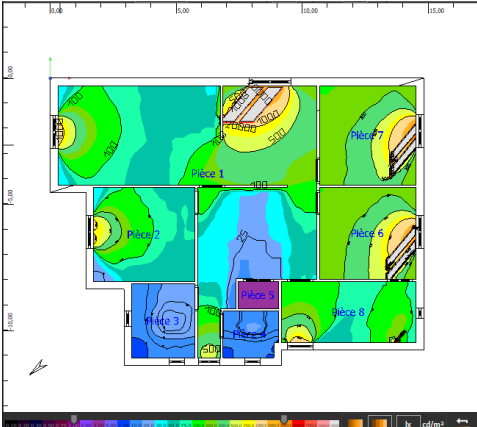
Cette situation engendre des conséquences opérationnelles notables :

- Nécessité d'un recours systématique à l'éclairage artificiel
- Inconfort visuel pour les usagers
- Dépenses énergétiques accrues

La répétition de ces constats sur les trois périodes testées confirme la nature structurelle du problème et souligne l'urgence de revoir la conception des espaces de circulation pour mieux intégrer les apports lumineux naturels.

B. Résultat du l'habitat Individuel :

➤ Résultats de la simulation pour la journée du 21 Décembre 2023 à 9h, 12h et 15h :

Heures	Résultats	Descriptions
09h		<p>Le rendu final affiche des couleurs artificielles et des lignes courbes pour représenter les données. Les zones proches des ouvertures présentent un niveau d'éclairage particulièrement élevé (entre 300 lux et 1000 lux), plus nous nous éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieurs sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace.</p>
12h		<p>Le rendu affiche les données avec des couleurs artificielles et des graphiques. L'intensité lumineuse est particulièrement élevée à proximité des ouvertures des façades Est, Sud et Sud-ouest (entre 500 lux et 1000 lux), plus nous nous éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieurs sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace.</p>

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

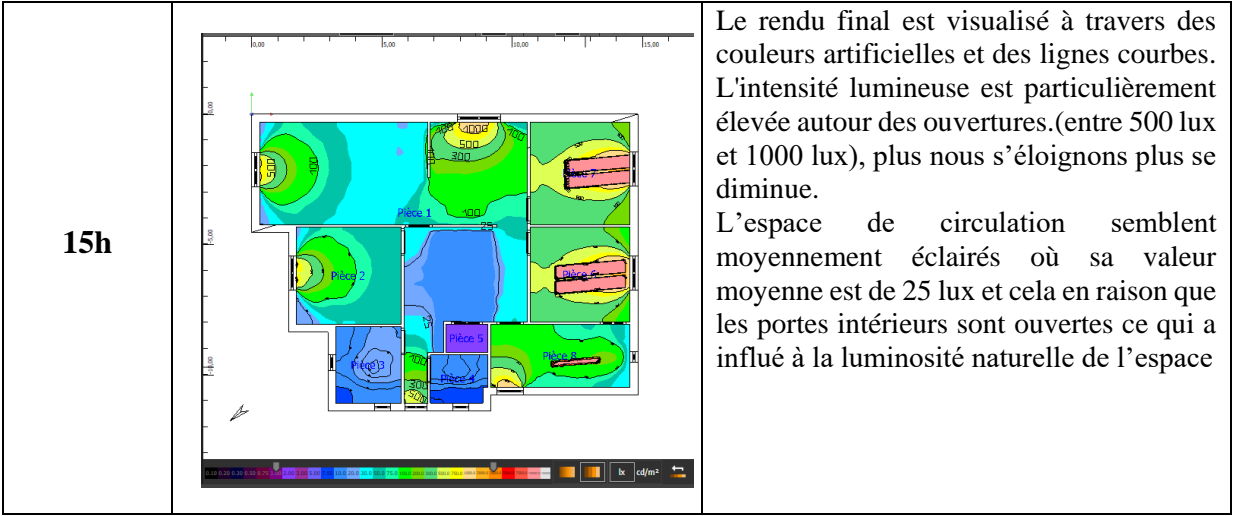
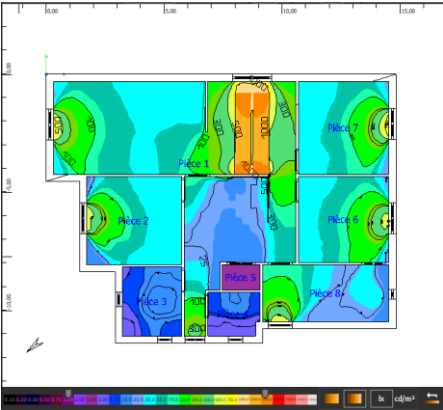


Tableau 5 : Résultat de la simulation pour la journée du 21 Décembre. Source : Auteur, (2024).

➤ Résultats de la simulation pour la journée du 21 Mars 2024 à 9h, 12h et 15h :

Heures	Résultats	Descriptions
09h		<p>Le rendu final affiche des couleurs artificielles et des lignes courbes pour représenter les données. Les zones proches des ouvertures présentent un niveau d'éclairage particulièrement élevé (entre 300 lux et 1000 lux), plus nous s'éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieures sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace.</p>

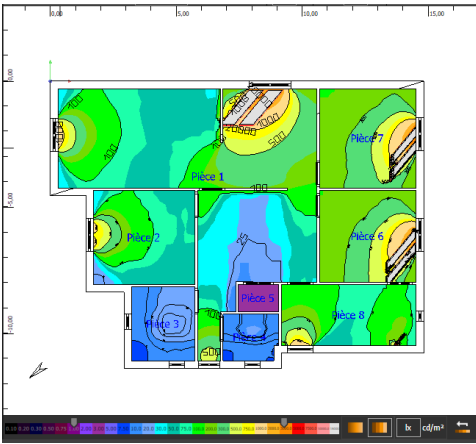
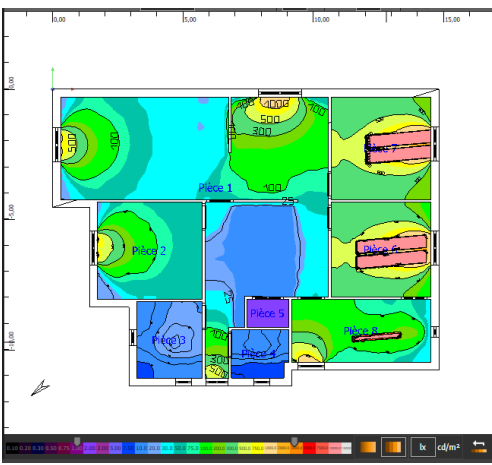
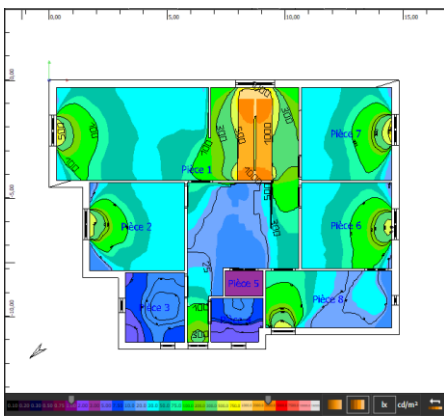
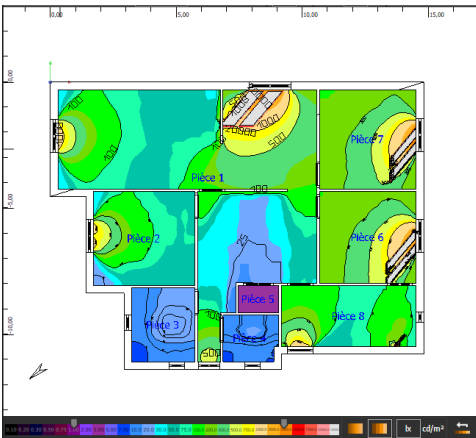
<p>12h</p>		<p>Le rendu affiche les données avec des couleurs artificielles et des graphiques. L'intensité lumineuse est particulièrement élevée à proximité des ouvertures</p> <p>des façades Est, Sud et Sud-ouest (entre 500 lux et 1000 lux), plus nous s'éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieures sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace</p>
<p>15h</p>		<p>Le rendu final est visualisé à travers des couleurs artificielles et des lignes courbes. L'intensité lumineuse est particulièrement élevée autour des ouvertures.(entre 500 lux et 1000 lux), plus nous s'éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieures sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace</p>

Tableau 6 : Résultat de la simulation pour la journée du 21 Mars. Source : Auteur, (2024).

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

➤ Résultats de la simulation pour la journée du 21 juin 2024 à 9h, 12h et 15h:

Heures	Résultats	Descriptions
09h		<p>Le rendu final affiche des couleurs artificielles et des lignes courbes pour représenter les données. Les zones proches des ouvertures présentent un niveau d'éclairage particulièrement élevé (entre 300 lux et 1000 lux), plus nous s'éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieurs sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace.</p>
12h		<p>Le rendu affiche les données avec des couleurs artificielles et des graphiques. L'intensité lumineuse est particulièrement élevée à proximité des ouvertures</p> <p>des façades Est, Sud et Sud-ouest (entre 500 lux et 1000 lux), plus nous s'éloignons plus se diminue.</p> <p>L'espace de circulation semblent moyennement éclairés où sa valeur moyenne est de 25 lux et cela en raison que les portes intérieurs sont ouvertes ce qui a influé à la luminosité naturelle de l'espace</p>

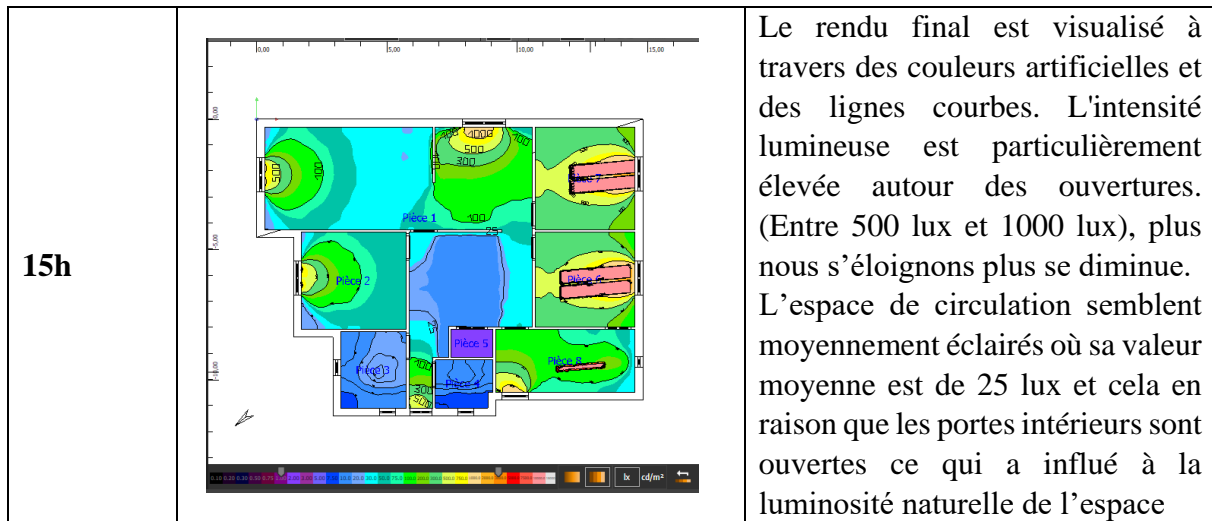


Tableau 7 : Résultat de la simulation pour la journée du 21 juin. Source : Auteur, (2024).

Interprétation :

L'étude des simulations réalisées aux trois dates clés (21 décembre, 21 mars et 21 juin) révèle des caractéristiques communes dans la distribution lumineuse des espaces de circulation. Le 21 décembre, on observe une variation significative de l'éclairement selon les moments de la journée, avec des niveaux maximaux (500-1000 lux) concentrés près de la baie vitrée occidentale constituant l'entrée principale, tandis que les zones centrales présentent des valeurs notablement plus faibles. Cette disposition reflète clairement l'impact de l'unique ouverture disponible sur la distribution lumineuse.

Les résultats du 21 mars confirment cette tendance, avec un éclairement moyen global de 25 lux dans les circulations, ponctué par une zone plus lumineuse (100 lux) dans le couloir de distribution nord-ouest. La simulation du 21 juin reproduit le même schéma de répartition inégale, où les 500-1000 lux initiaux près des ouvertures chutent rapidement à une moyenne de 25 lux dans le reste des circulations. Ces observations convergentes mettent en évidence trois constantes : une forte dépendance à l'orientation des ouvertures, une décroissance rapide de l'éclairement avec l'éloignement des sources lumineuses, et des valeurs moyennes systématiquement faibles (25 lux) dans la majeure partie des espaces de circulation, insuffisantes pour un confort visuel optimal sans apport artificiel.

Remarque :

Nous constatons que durant les différentes périodes de l'année où nous avons effectué la simulation, que le niveau d'éclairement se diffère d'une période à une autre ; la différence se trouve au niveau des valeurs. L'espace de circulation est plus ou moins grâce à l'accès rentré principal et le couloir NORD-OUEST éclairés, la valeur maximale est constante pour les autres périodes de l'année et égale à 25 lux. Cette étude nous a également permis de remarquer que la lumière naturelle se répartit de manière uniforme à l'intérieur de l'espace de circulation.

5. Recommandations spécifiques pour l'amélioration de l'éclairage naturel

L'analyse comparative des différents cas d'étude révèle des disparités importantes concernant l'éclairement naturel des espaces de circulation. Certains espaces bénéficient d'un éclairage satisfaisant grâce à une conception adaptée, tandis que d'autres souffrent d'un déficit lumineux marqué, principalement dû à une insuffisance d'ouvertures. Pour remédier à ces carences, plusieurs solutions architecturales peuvent être mises en œuvre :

La première solution consiste à intégrer des **baies vitrées stratégiquement positionnées**. Ces ouvertures doivent être conçues selon trois principes fondamentaux : une dimension adaptée à la profondeur de l'espace (ratio surface vitrée/surface au sol d'au moins 1/5), une orientation optimale (privilégier le Sud avec protections solaires ou l'Est pour un éclairage matinal doux), et une hauteur de seuil étudiée (positionnement en partie haute pour favoriser la pénétration lumineuse en profondeur). En complément, l'utilisation de **dispositifs de redistribution lumineuse** s'avère souvent nécessaire. Ces systèmes peuvent prendre diverses formes : claustras ou cloisons translucides pour filtrer et diffuser la lumière, puits de lumière verticaux pour les circulations centrales, ou encore parois réfléchissantes (enduits clairs, miroirs stratégiques) permettant de guider les rayons lumineux vers les zones obscures. L'emploi de matériaux à haut albédo ($\geq 0,7$) pour les sols et plafonds permet d'amplifier cet effet.

6. Synthèse approfondie des résultats d'analyse

Les simulations numériques menées sur les deux typologies d'habitat (individuel et collectif) mettent en lumière plusieurs enseignements majeurs concernant la relation entre configuration spatiale et performance lumineuse :

L'étude révèle tout d'abord une **répartition systématiquement hétérogène** de la lumière naturelle, avec des variations pouvant atteindre un rapport de 1 à 40 entre zones proches et éloignées des ouvertures. Cette disparité s'explique par trois facteurs principaux : la profondeur excessive des circulations (souvent supérieure à 2,5 fois la hauteur sous plafond), l'absence de dispositifs de redistribution, et le positionnement inadapté des ouvertures existantes.

Les mesures montrent par ailleurs que les **niveaux d'éclairement** suivent une courbe caractéristique : valeurs maximales (500-1000 lux) dans un rayon de 1,5 mètre autour des ouvertures, chute brutale à 100-200 lux dans un rayon de 3 mètres, puis stabilisation autour de 20-50 lux dans les zones centrales. Cette décroissance exponentielle souligne l'importance cruciale de la réflexion lumineuse dans les espaces profonds.

Enfin, l'analyse confirme la **corrélation directe** entre qualité de la disposition spatiale et performance lumineuse. Les configurations en "peigne" ou à circulation centrale présentent des résultats significativement inférieurs aux organisations radiales ou en boucle, qui permettent une meilleure

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

distribution des apports lumineux. Ces observations plaident pour une intégration précoce des circulations dans la réflexion architecturale globale.

7. Recommandations générales détaillées pour la conception

Pour une optimisation globale de l'éclairage naturel dans les espaces de circulation, nous proposons une méthodologie articulée autour de trois axes principaux :

1. Analyse préalable approfondie du site :

- Réalisation d'une étude solaire complète (trajectoires solaires aux équinoxes et solstices)
- Identification des masques proches et lointains (végétation, bâtiments voisins)
- Analyse des vents dominants et des contraintes climatiques locales
- Cartographie des vues et des besoins en intimité

2. Principes de conception fondamentaux :

- Respect des normes d'éclairement naturel (EN 17037) avec des objectifs minimaux de 100 lux en continu
- Implantation des circulations selon leur fonction : axes principaux larges ($\geq 1,8\text{m}$) et bien éclairés, axes secondaires plus étroits
- Hiérarchisation des ouvertures : baies généreuses sur les façades principales, dispositifs ponctuels (vasistas, lanterneaux) pour les zones profondes
- Intégration de patios ou de coursives vitrées pour les projets d'envergure
- Utilisation de matériaux à fort pouvoir réflecteur (plafonds à albédo $\geq 0,8$, sols clairs)

3. Méthodologie projet rigoureuse :

- Recours systématique aux outils de simulation dès la phase esquisse
- Itérations conception/analyse pour optimiser les performances
- Approche bioclimatique intégrant lumière naturelle, ventilation et performance énergétique
- Prototypage des solutions complexes (maquettes physiques ou numériques)

Conclusion

Cette étude approfondie, basée sur des simulations DIALux Evo réalisées selon des protocoles scientifiques rigoureux, apporte plusieurs contributions majeures à la compréhension des enjeux lumineux dans les espaces de circulation :

Les résultats quantitatifs révèlent des **écarts de performance considérables** entre différentes configurations spatiales. Les circulations conçues comme de simples "tuyaux" de distribution présentent des niveaux d'éclairement moyens de 20-50 lux, alors que celles intégrées dans une réflexion globale atteignent régulièrement 100-150 lux. Ces différences ont un impact direct sur le confort visuel et la consommation énergétique.

L'analyse qualitative met en évidence trois **pathologies récurrentes** :

1. Les "canyons lumineux" (éblouissement près des ouvertures)
2. Les "zones tampons" sous-éclairées (décroissance brutale)
3. Les "angles morts" (zones d'ombre persistantes)

Chapitre 03 : METHODOLOGIE ET PARTIE EMPIRIQUE

Ces constats militent pour une **évolution des pratiques conceptuelles** à plusieurs niveaux :

- Intégration plus précoce des enjeux lumineux dans le processus de conception
- Développement d'une approche "lumière" spécifique aux circulations
- Formation accrue des concepteurs aux outils de simulation et aux stratégies bioclimatiques

En définitive, cette recherche ouvre des perspectives pour une **architecture plus sensible** aux ambiances lumineuses, où les espaces de circulation, trop souvent relégués au statut de simples "tuyaux fonctionnels", pourraient devenir de véritables lieux de qualité spatiale et sensorielle, contribuant significativement au bien-être des usagers et à la performance globale des bâtiments.

CHAPITRE 04 : ANALYSE DU SITE ET CONCEPTION

IV. Analyse du site et conception

Introduction :

Ce dernier chapitre du mémoire a pour objectif de synthétiser et d'analyser les données recueillies au cours de notre étude afin de développer une conception pertinente et innovante pour le site examiné. Nous montrons ici comment une analyse approfondie du site, prenant en compte ses caractéristiques géographiques et socio-économiques, oriente et façonne le processus de conception de notre projet. En intégrant les différentes dimensions étudiées, telles que l'impact environnemental, les besoins des utilisateurs et les contraintes techniques, nous adoptons une approche holistique et contextuelle de la conception. Cette démarche vise à répondre aux exigences fonctionnelles et esthétiques du projet tout en assurant sa durabilité et son intégration harmonieuse dans son environnement.

Ce chapitre final représente ainsi la concrétisation de notre réflexion théorique en une proposition tangible, mettant en évidence l'interaction dynamique entre l'analyse du site et les choix de conception. Nous y détaillerons les étapes clés de notre processus créatif, les méthodologies employées et les solutions proposées pour relever les défis identifiés, illustrant la pertinence et la faisabilité de notre projet.

1. Choix du projet de fin d'étude

L'objectif principal est de critiquer l'existant pour créer un projet amélioré. En réponse à la pénurie de logements de qualité, nous avons choisi de concevoir un projet à mixité urbaine, incluant deux modèles d'habitat (collectif et semi-collectif) conformément aux recommandations du PDAU. La zone est destinée à une restructuration, et notre projet peut être une première en ce sens, apportant du renouveau avec des logements de qualité et des commerces, tels que des coffee shops haut de gamme, contrastant avec l'offre actuelle.

2. Analyse du site d'intervention :

A. Présentation Générale de la commune de Bejaia :

La commune de Bejaïa, située au nord de l'Algérie, surplombe la mer Méditerranée et se trouve à 220 km à l'est d'Alger. Elle est le chef-lieu de la wilaya de Bejaïa.

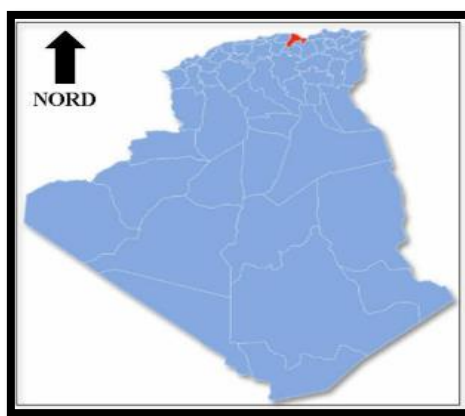


Figure 50 : Situation de la wilaya de Bejaia, Source : Wikipédia 2004.

B. Situation Géographique du Site :

Le site d'intervention se situe au sud d'Oued Sghir, dans le POS B19.

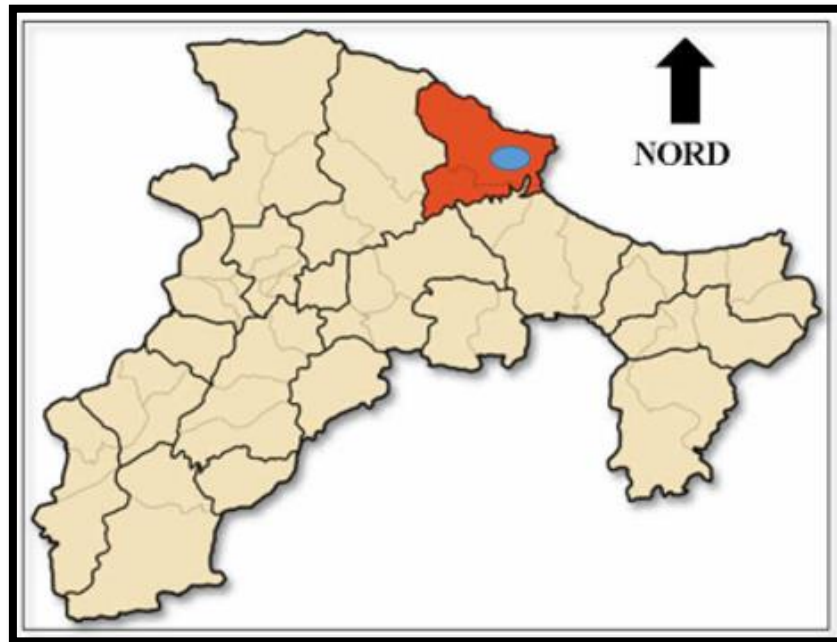


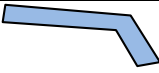


Figure 51 : Situation du site par rapport à la wilaya de Bejaia, Source : Wikipédia 2004 + traitement d'auteur.



Figure 52 : Situation du site par rapport à la wilaya de Bejaia, Source : Google Earth Pro + traitement d'auteur.

Légende :

	Repère 01 : Gare routière.
	Repère 02 : Direction des ressources hydrauliques.
	Repère 03 : Oued Sghir.

C. Environnement immédiat :

Le site est nettement défini par son environnement : il est bordé au Nord par la cité des 32 logements, au Sud par le boulevard Frères Ouakouche et la cité Remla, à l'Est par la Promotion Sellam et l'Oued Sghir, et à l'Ouest par l'administration de la Direction des Ressources Hydrauliques.

D. Accessibilité :



Le site est accessible par deux (2) voies mécaniques :

- Une voie mécanique venant de la Route Nationale 12, Boulevard KRIM BELKACEM.
- Une voie mécanique venant de la Route des Aurès.



Figure 53 : Accessibilité au site, Source : Google Earth PRO + traitement d'auteur.

Légende :

-Une voie mécanique venant de la Route Nationale 12, Boulevard KRIM BELKACEM	
- Une voie mécanique venant de la Route des Aurès.	

E. Morphologie et Topographie du terrain :

Le site est Légèrement en pente.



Figure 54 : Coupe longitudinale, Source : Google Earth PRO, 2024 + traitement d'auteur.

F. Climatologie :

Le site présente un climat méditerranéen typique, marqué par des hivers doux et humides ainsi que des étés chauds. La brise prédomine du Nord-Est vers l'Est pendant la saison estivale, tandis qu'elle vient de l'Ouest vers le Nord-Ouest en hiver. Les températures fluctuent généralement entre 8°C et 40°C tout au long de l'année.

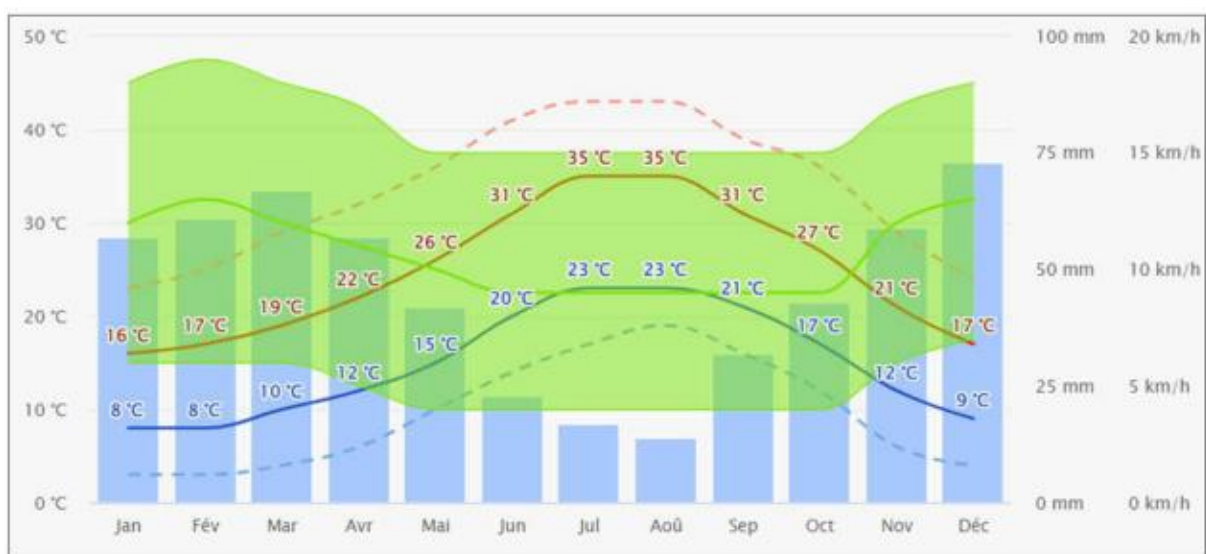


Figure 55 : Diagramme des températures et précipitations moyennes, Source : météo blue.com.

La ligne rouge représente graphiquement la température maximale enregistrée chaque mois, tandis que la ligne bleue continue illustre les températures minimales. Afin de présenter un aperçu exhaustif du climat, les jours les plus chauds et les nuits les plus froides des trois dernières décennies sont également marqués respectivement par des lignes pointillées rouge et bleue. De plus, la vitesse moyenne du vent pour chaque mois est également représentée.

G. Les Contraintes et Avantages du site :

Suite à l'analyse approfondie du site, il est crucial de tenir compte à la fois de ses points faibles, qui représentent des défis à surmonter, et de ses points positifs, qui offrent des opportunités à exploiter lors de toute intervention sur le site. Ces contraintes et avantages peuvent être résumés comme suit :

❖ Avantage :

Le terrain est idéalement positionné dans une zone hautement stratégique, caractérisée par une densité résidentielle significative et une croissance continue. On y trouve une diversité de logements, à la fois collectifs et individuels, ainsi que des établissements administratifs. Les voies d'accès sont généreusement dimensionnées, facilitant la circulation dans la zone. De plus, l'orientation du terrain offre une opportunité d'implantation favorable vers le sud, bénéficiant ainsi d'une exposition optimale. La présence abondante de commerces, notamment de grossistes, confère à cette localité un dynamisme économique certain.

❖ Contraintes :

Le site présente une configuration irrégulière, dépourvue d'une architecture remarquable, et caractérisée par une densité de logements élevée. De plus, il souffre d'un manque de commerces de qualité.

3. Analyse des Exemples

A. Introduction

Après avoir examiné en détail les concepts et les notions essentiels liés au confort visuel dans les espaces de circulation intérieure des habitats, il est temps de passer à l'analyse des interventions concrètes sur l'habitat, en particulier à l'échelle architecturale. Cette étape nous permettra de tirer des enseignements précieux pour orienter la conception et la mise en œuvre de notre propre projet.

B. Exemple 01 : Immeuble de logement Oressence

1) Présentation :

Situé au cœur de la Ville Lumière, l'immeuble de logements Oressence incarne l'élégance et le raffinement parisien. Conçu par une équipe d'architectes visionnaires, cet édifice moderne marie harmonieusement l'esthétique contemporaine et le charme intemporel de l'architecture parisienne. Oressence se distingue par sa façade élégante, réalisée avec des matériaux haut de gamme qui captent la lumière du jour, lui conférant une brillance subtile. Ses lignes épurées et ses proportions équilibrées s'intègrent parfaitement dans le tissu urbain environnant, ajoutant une touche de modernité à son quartier historique.

Chapitre 04 : Analyse du site et conception.

En somme, l'immeuble de logements Oressence représente le mariage parfait entre le luxe contemporain et le charme traditionnel de Paris, offrant à ses résidents un cadre de vie exclusif au cœur de la capitale française.

Fiche Technique :



Figure 56 : illustration de l'immeuble de logement Oressence, Source : slideshaire, 2024.

2) Situation :

Le projet s'étend dans l'îlot M9D4, situé dans le 13ème arrondissement de Paris, au cœur d'un environnement urbain dynamique marqué par une mixité de fonctions et une forte densité. Cet emplacement stratégique bénéficie de la proximité de divers services et commodités, tels que les transports en commun, les commerces, les établissements éducatifs et les espaces verts, offrant ainsi à ses résidents un cadre de vie attractif et pratique.



Figure 57 : situation par rapport à la ville de Paris du logement Oressence, Source : slideshaire, 2024.

3) Accessibilité :

- Le site dispose de deux accès : le premier mène à la rue et abrite des commerces, tandis que la seconde donne sur la cour.
- La topographie du terrain a rendu nécessaire cet aménagement des accès.

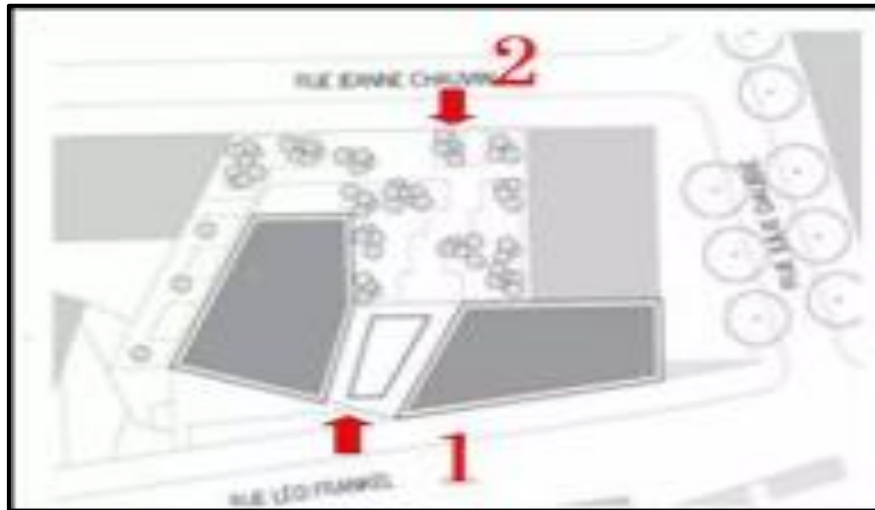


Figure 58 : Accessibilité au logement Oressence, Source : slideshaire, 2024.

4) Concept du Projet :

L'idée maîtresse de ce projet est de concevoir un espace qui soit simultanément ouvert sur l'extérieur et clos, garantissant ainsi intimité et confort visuel à l'intérieur. La possibilité de fermer les fenêtres en permanence tout en maintenant un éclairage adéquat est envisagé.

5) Orientation :

Les séjours sont orientés vers le sud-est afin de maximiser l'exposition au soleil, tandis que les chambres sont disposées dans la direction opposée. Cette orientation est particulièrement réussie car elle assure un ensoleillement optimal pour tous les logements, et presque chaque logement bénéficie d'une double exposition.

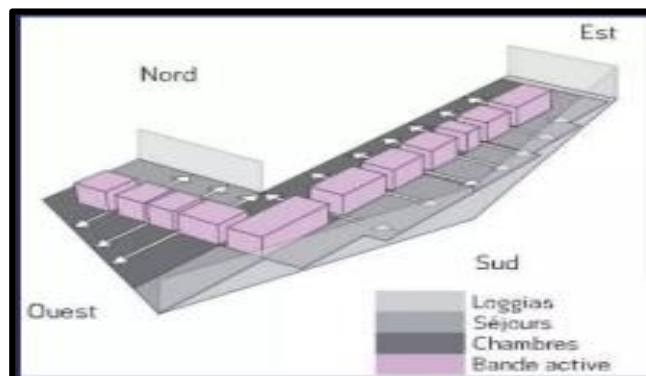
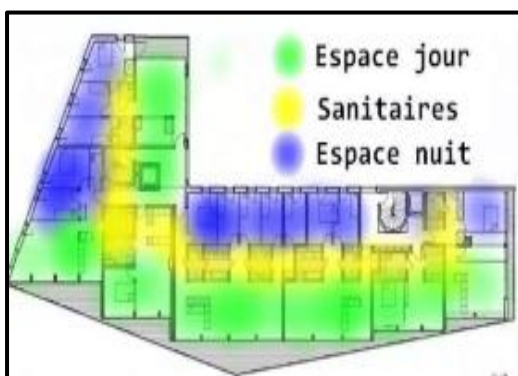


Figure 59 : Orientation des espaces intérieurs du logement Oressence, Source: slideshaire, 2024.

6) Les Espaces de Circulation :

La circulation verticale est garantie par la présence de deux escaliers et de deux ascenseurs. Quant à la circulation horizontale, elle est facilitée par un hall de distribution donnant accès aux couloirs.



Figure 60 : illustration des espaces de circulation intérieurs du logement Oressence, Source : slideshaire, 2024.

7) Façades et Ouvertures :

Le bâtiment est quasiment entièrement enveloppé d'une membrane métallique, garantissant l'intimité, tandis que des parois coulissantes visuelles intérieures assurent un confort optimal. Les façades orientées sud-est/sud-ouest s'ouvrent largement sur l'extérieur, protégées par un voile métallique. En revanche, les façades nord et nord-ouest, où se situent les chambres, adoptent une tonalité plus sombre et discrète, préservant ainsi l'intimité des occupants.

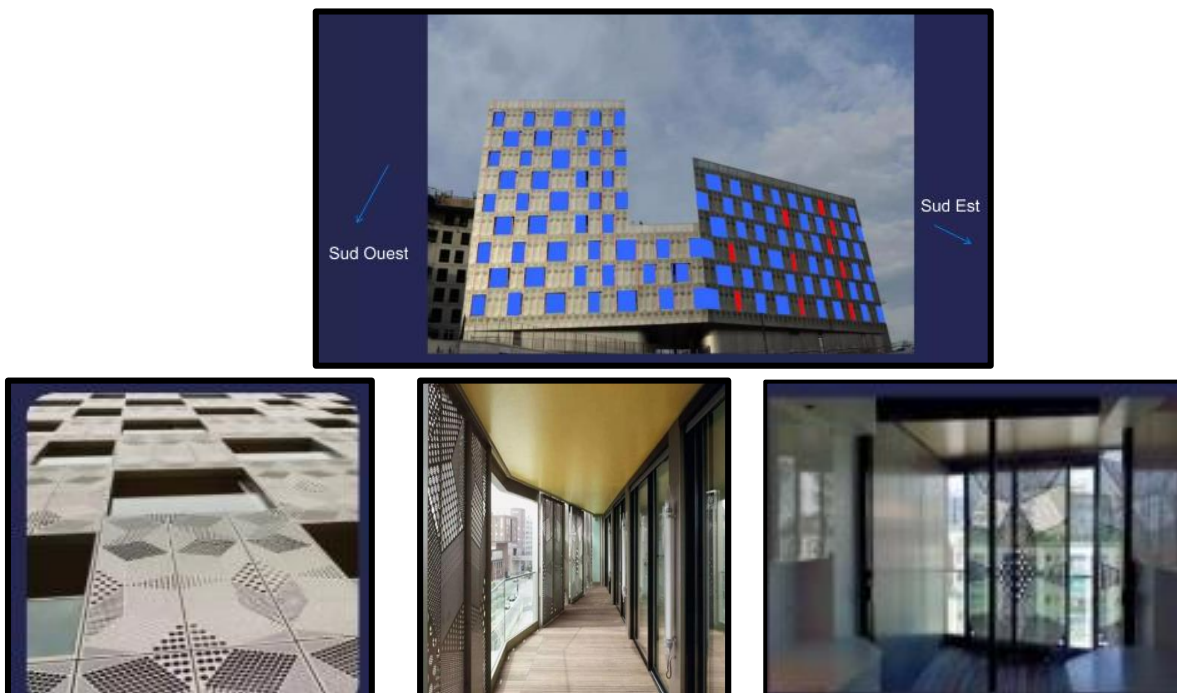


Figure 61 : illustration des ouvertures, décoration de la façade et confort lumineux intérieurs du logement Oressence, Source : slideshaire, 2024.

8) Volumétrie :

À partir du troisième étage, le bâtiment est divisé en trois entités distinctes, chacune reliée par une terrasse qui dessert quatre appartements.

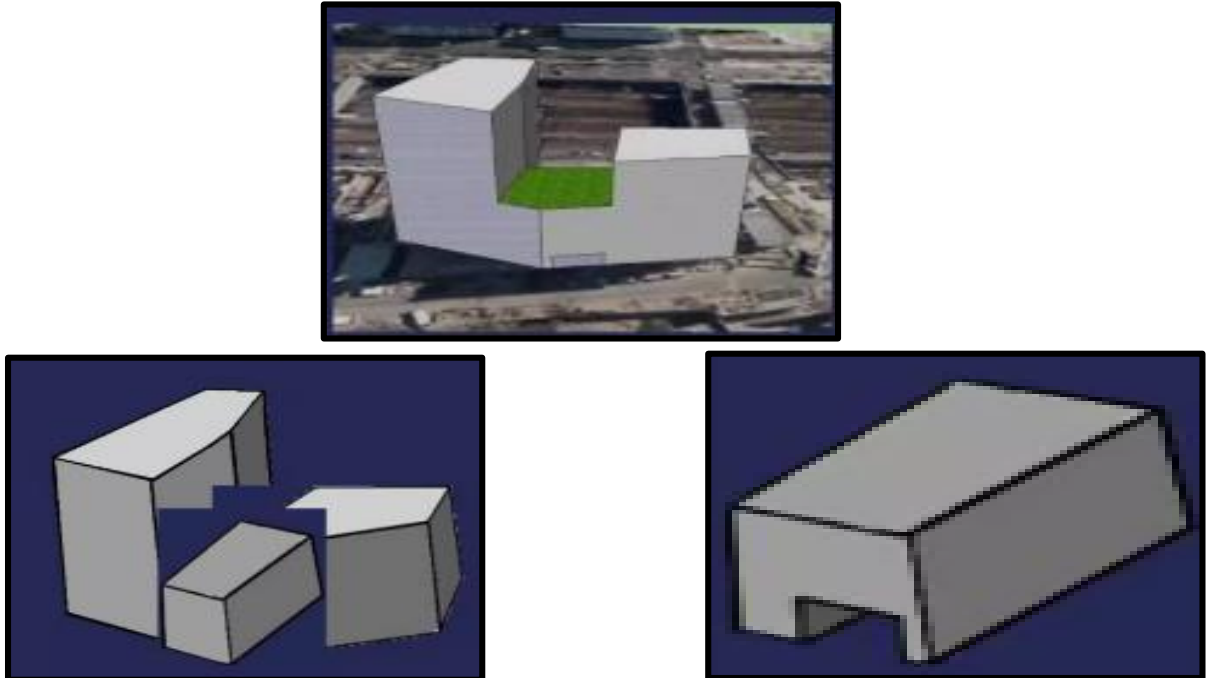


Figure 62 : Composition volumétriques du logement Oressence, Source : slideshaire, 2024.

Synthèse :

La fusion de ces deux aspects dévoile un projet architectural à la fois singulier et avant-gardiste, caractérisé par des formes et des revêtements originaux. L'architecte a su créer un espace qui marie harmonieusement l'esthétique et la praticité, tout en préservant l'intimité des occupants à travers des ouvertures stratégiquement conçues, assurant un confort visuel optimal. Cependant, malgré ces aspects louables, le projet présente une sensibilité notable du fait de l'emploi de matériaux non écologiques, tels que le béton. Ces lacunes le situent dans la catégorie C en termes de durabilité environnementale. Ainsi, bien que le projet brille par ses qualités esthétiques et fonctionnelles, des améliorations s'avèrent nécessaires pour le rendre plus respectueux de l'environnement et viable sur le long terme.

C. Exemple 02 : Habitat Semi-collectif à Djelfa

1) Présentation :

Le Projet se situe en Algérie wilaya de Djelfa, Quartier El Guedid.

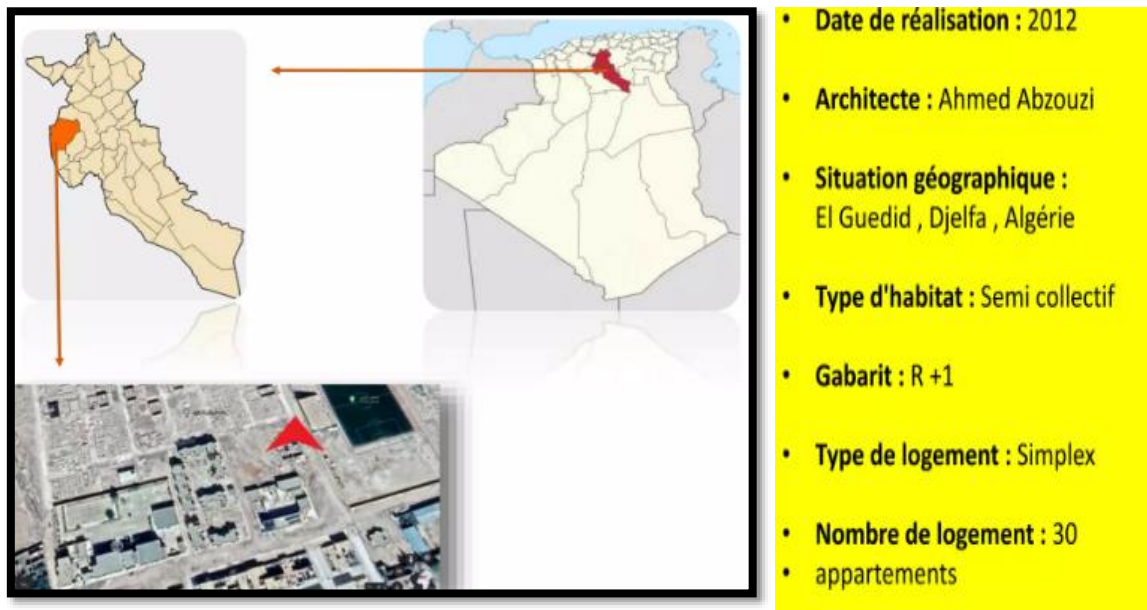


Figure 63 : Présentation et situation Habitat Semi-collectif à Djelfa, Source : slideshaire, 2024.

2) Types de Groupement :

Le projet est composé d'une seule typologie d'habitation SIMPLEX. Chaque unité se compose de quatre (4) logements décomposés en deux (2) niveaux.

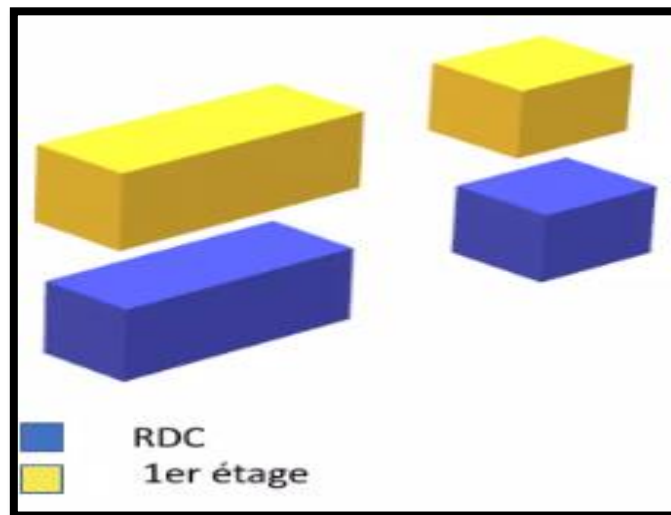


Figure 64 : composition des Niveaux, Source : slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

3) Hiérarchisation des Espaces :

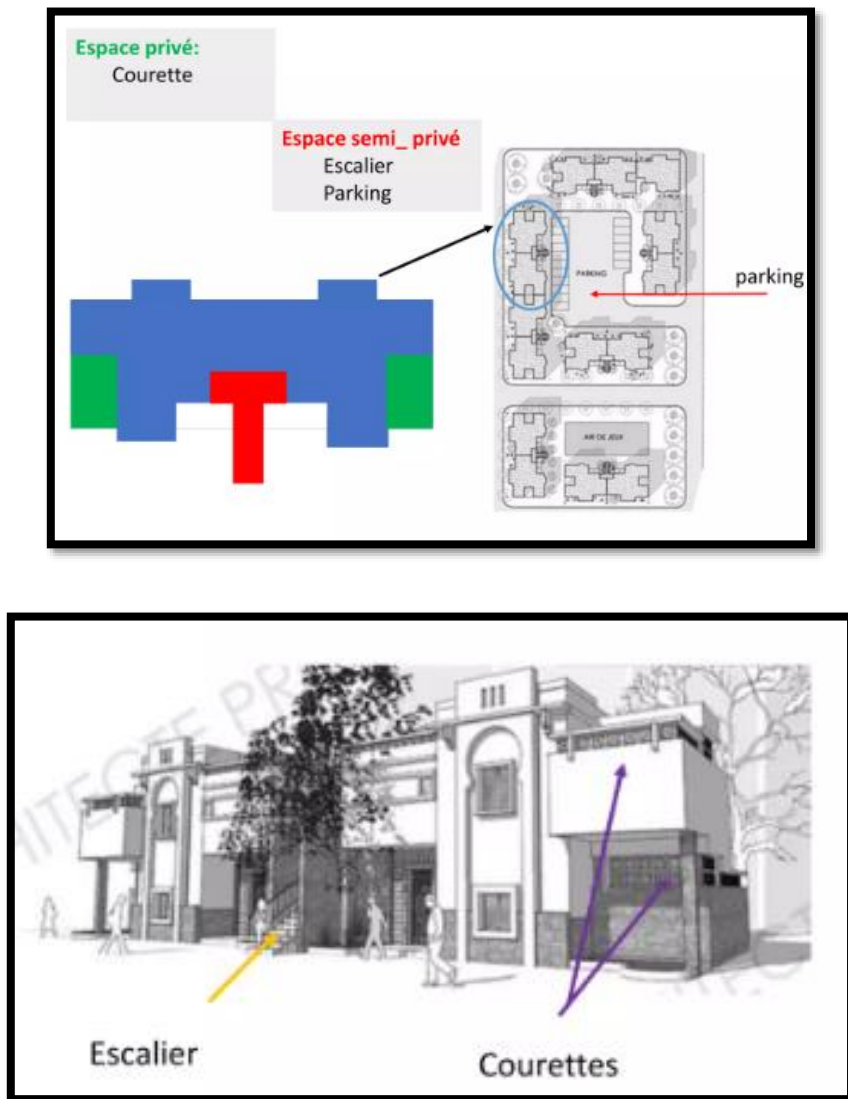


Figure 65 : Hiérarchisation des espaces, Source : slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

4) Relation Interieure-Exterieure :

❖ Unité A :

Le projet s'organise de manière introvertie autour d'un espace centralisé, le parking, qui est entouré par les logements. Les façades principales, comprenant l'entrée et la cuisine, donnent sur le parking. À l'arrière, les façades des logements orientées vers le nord donnent sur deux petits stades.

❖ Unité B :

Le même principe s'applique à l'unité B, où les logements sont disposés autour d'un espace central. Les façades principales donnent sur l'aire de jeux, permettant ainsi aux habitants de surveiller les enfants.

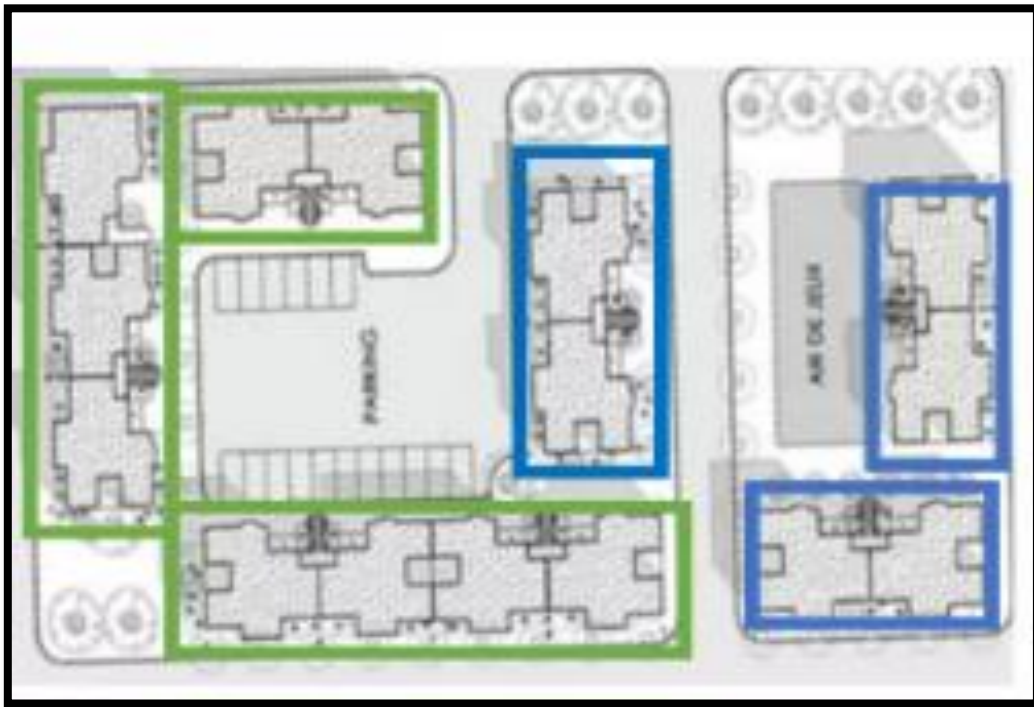


Figure 66 : Relation entre les espaces, Source : slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

5) Analyse du Façade :

Ci-dessous se trouve la façade principale, abritant les entrées des deux logements du rez-de-chaussée. On y aperçoit également l'escalier menant à l'étage, ainsi que les fenêtres des cuisines des deux niveaux. La façade se caractérise par l'utilisation exclusive du type d'ouverture "fenêtre à la française" qui est répartie uniformément sur toute sa surface.

- Utilisation de la brique de verre pour ramener plus de lumière tout en gardant l'intimité.

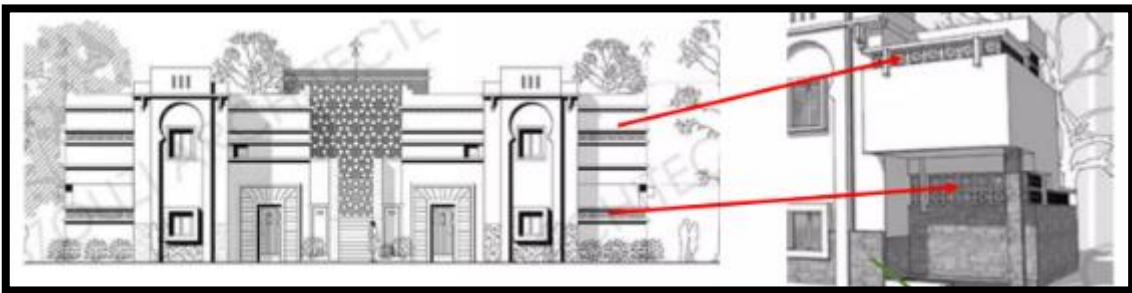


Figure 67 : composition de la Façade principale, Source : slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

6) Analyse spatiale et Fonctionnelle :

La disposition centralisée de chaque logement facilite grandement la circulation intérieure. Une distinction nette entre les espaces de vie diurnes et nocturnes est garantie par la position intermédiaire de la salle d'eau et du hall entre ces deux zones. La structure de la maison gravite autour d'un espace central carré, souvent représentée par un patio, correspondant à ce que l'on retrouve comme un petit hall de distribution dans le projet.

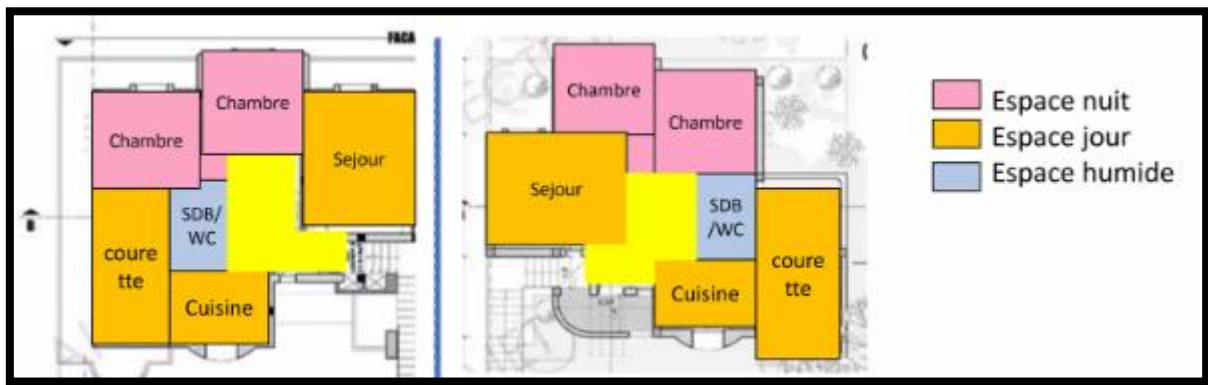


Figure 68 : Analyse fonctionnelle, Source: slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

7) Relation entre les Espaces de Circulation :

La disposition spatiale met en évidence une connexion significative entre le hall et les autres zones, favorisant ainsi une circulation fluide et une sensation d'ouverture. En revanche, une liaison moins prononcée est enregistrée entre le séjour et les chambres, préservant ainsi le confort et l'intimité nécessaires.

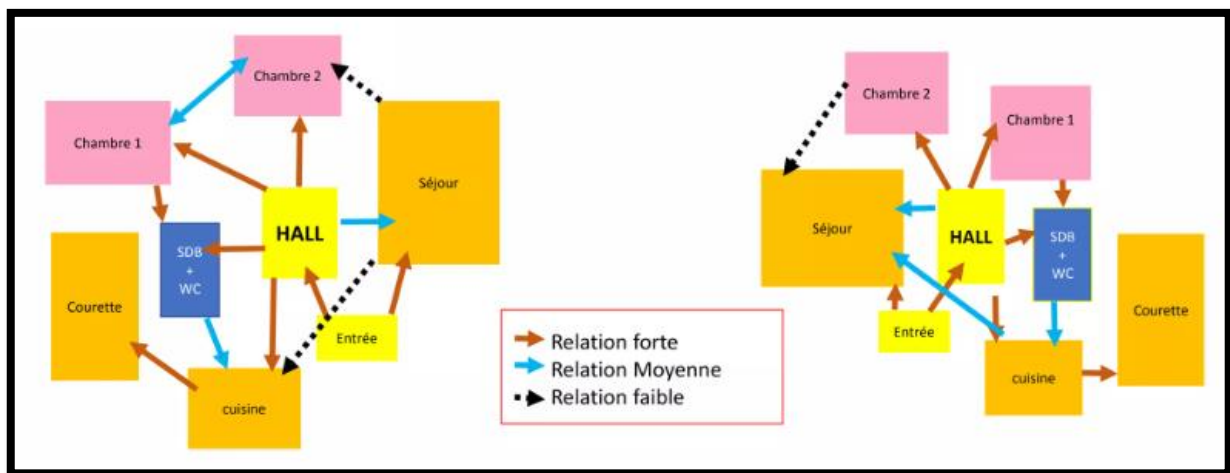


Figure 69 : Relation entre les espaces intérieures, Source: slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

8) Analyse Formelle :

À partir d'un concept initial en forme de parallélépipède, l'architecte a élaboré la structure des logements en utilisant une combinaison d'ajouts et de soustractions de volumes multiples.

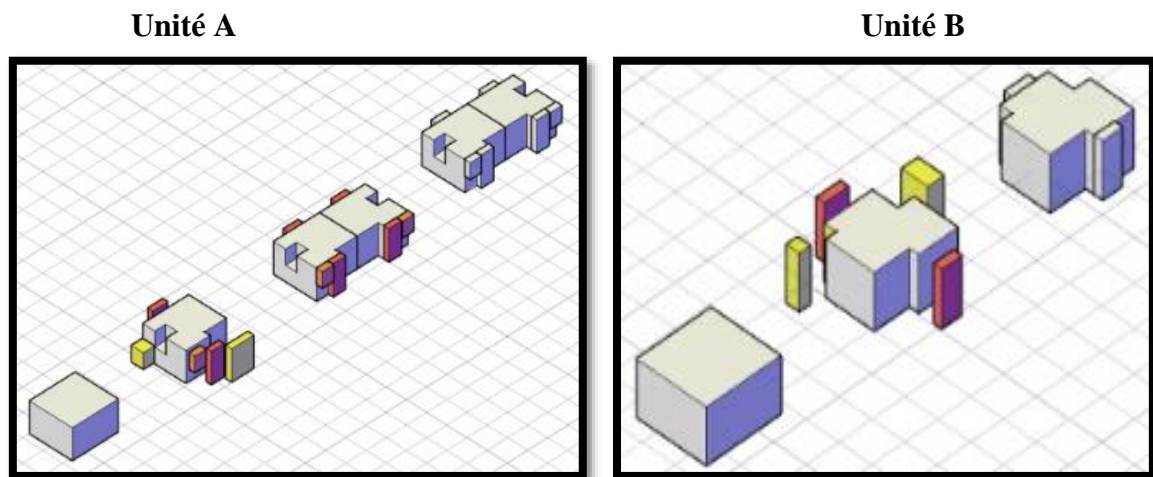
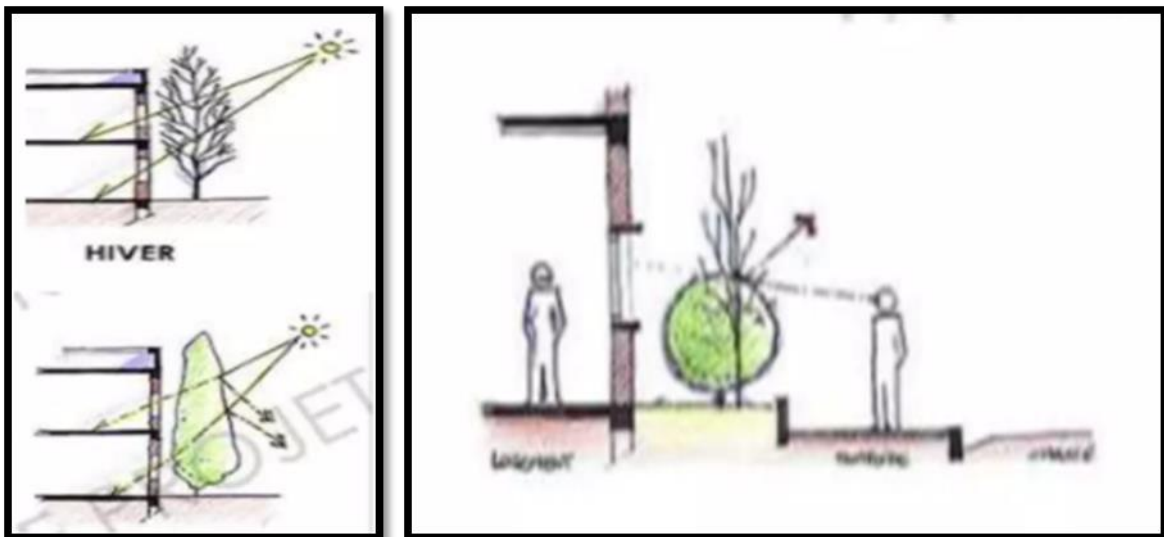


Figure 70 : Etapes de la composition volumétrique, Source : slideshaire, 2024 + traitement d'auteur.

9) Analyse du Confort :

- ❖ La transition entre l'espace public et l'espace privé s'opère de manière fluide grâce à une zone intermédiaire entre les deux. Ce même principe se retrouve à l'étage, où l'escalier remplit cette fonction. Cette approche garantit notre intimité et notre confort physique.
- ❖ Le type de végétation sélectionné favorise un rayonnement solaire optimal en hiver tout en offrant une protection contre la chaleur estivale, particulièrement sur la façade sud du bâtiment. Par le biais d'aménagements simples, les fenêtres sont judicieusement placées afin de préserver
- ❖ l'intimité des occupants, les mettant à l'abri des regards indiscrets des passants.



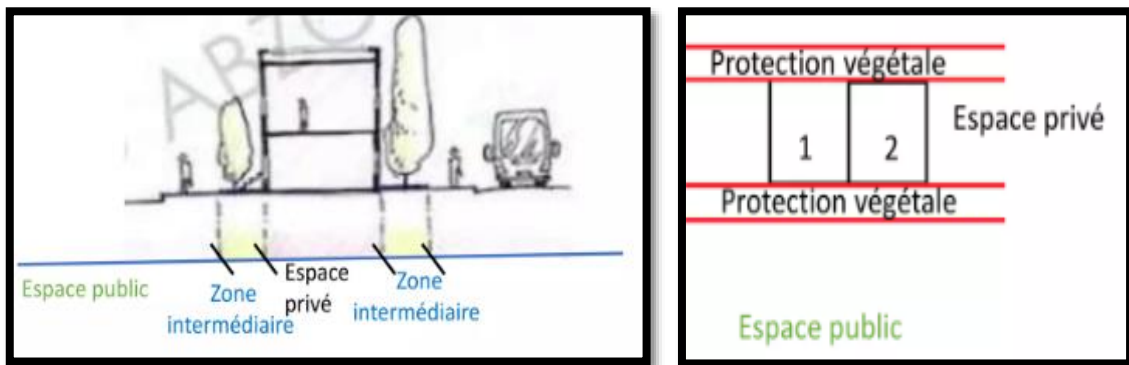


Figure 71 : Illustration du confort, Source : slideshard, 2024 + traitement d'auteur.

Synthèse :

Le projet se démarque par son caractère novateur, à la fois dans sa conception et dans son agencement, mettant en lumière une ingéniosité exceptionnelle de la part de l'architecte. L'organisation du site a été minutieusement réfléchi pour assurer un confort physique optimal aux résidents. De plus, l'utilisation de matériaux écologiques locaux dans la construction et le traitement des façades démontrent un engagement envers la durabilité environnementale. En conjuguant une approche innovante avec des pratiques respectueuses de l'environnement, le projet offre une réponse globale aux besoins des habitants tout en respectant les impératifs de préservation écologique.

Conclusion :

L'apport de l'analyse d'exemple au cas d'étude se distingue par la combinaison de caractéristiques innovantes tirées de deux synthèses, a permis de mettre en évidence des stratégies conceptuelles transposables et enrichissantes pour les cas d'étude de l'habitat collectif AADL et de l'habitat individuel. Cet exemple représente une source d'inspiration concrète, permettant de comprendre comment certaines intentions architecturales peuvent répondre efficacement aux exigences du confort visuel, tout en tenant compte des contraintes fonctionnelles, esthétiques et environnementales.

❖ Points Forts :

1. Originalité et Avant-gardisme

- Formes et Revêtements : Utilisation de formes innovantes et de revêtements originaux pour une esthétique unique.
- Ouvertures Stratégiques : Conception des ouvertures assurant intimité et confort visuel optimal.

2. Confort Physique et Organisation du Site

- Agencement Réfléchi : Organisation minutieuse pour un confort physique maximal des résidents.
- Praticité et Esthétique : Équilibre entre fonctionnalité et esthétique pour un espace attrayant et pratique.

3. Durabilité Environnementale

- Matériaux Écologiques : Utilisation de matériaux locaux et écologiques, réduisant l'empreinte carbone.
- Respect des Impératifs Écologiques : Intégration de pratiques respectueuses de l'environnement répondant aux besoins des habitants.

❖ **Points Faibles**

1. Matériaux Non Écologiques

- Sensibilité Environnementale : Utilisation de matériaux non écologiques, comme le béton, posant des défis de durabilité.

Recommandations pour le Projet Final :

- **Intégrer les Points Forts**
 - Maintenir l'originalité et l'avant-gardisme des formes et revêtements.
 - Conserver un agencement réfléchi pour maximiser le confort des résidents.
 - Prioriser l'utilisation de matériaux écologiques et locaux, en explorant des alternatives au béton.
- **Éviter les Points Faibles**
 - Réduire ou remplacer les matériaux non écologiques pour améliorer la durabilité environnementale.

En fusionnant les aspects innovants et écologiques des deux synthèses, le projet final peut atteindre un équilibre harmonieux entre esthétique, fonctionnalité et respect de l'environnement, créant ainsi un espace de vie durable, confortable et avant-gardiste.

4. Programmation urbaine et Architecturale

La programmation urbaine et architecturale est une étape clé dans le développement d'un projet urbain ou architectural. Elle vise à déterminer les usages, les fonctions et les caractéristiques d'un espace pour répondre aux besoins des futurs utilisateurs, tout en tenant compte des contraintes techniques, économiques et réglementaires.

A. Conception et Programme :

1) Terrain d'intervention :

L'emplacement choisi pour notre projet d'implantation est un vaste terrain de 12 000 m² qui nous donne l'opportunité de concevoir notre projet avec une grande liberté créative. Il est stratégiquement situé à un point clé, reliant le boulevard Krim BELKACEM à la Route des Aurès via le boulevard des Frères Ouakouche.



Figure 72 : Terrain d'intervention, Source : Google Earth, 2024 + traitement d'auteur.

2) Programme :

Le projet est un groupement d'habitat collectif en R+6 et semi-collectif en R+2.

ENTITE	DESCRIPTION
04 blocs collectif	<ul style="list-style-type: none">-Composé de 03 apparts par palier (étage courant) 02 F3 et 01 F4-Commerce au RDC-06 f4 par immeuble et 12 f3-Donc *04 = 48 F3 et 24 F4

01 blocs collectif	-Composé de 02 apparts par palier (étage courant) 02 F3 Commerce au RDC Donc *04 = 12 F3
08 semi collectif	-02 logement chaque par unité (16 logement en tout - Jardin commun pour chaque des deux ?
Aménagement extérieur	-espace vert -Grande placette central -Poste de garde

Tableau 8 : Tableau Qualitative et Quantitative, Source : Auteur, 2024.

3) Proposition 01 :

a) Description :

- Promouvoir l'intégration de la cité dans la trame urbaine, notamment l'isolement des quartiers résidentiels en faveur d'une cohésion urbaine plus fluide, tout en limitant la formation de cité-dortoir.
- Adapter le projet à la topographie irrégulière du terrain tout en recherchant une configuration urbaine régulière, harmonisant ainsi les contraintes géographiques avec une conception urbaine cohérente.
- Favoriser une cité ouverte, dépourvue de clôtures, afin de stimuler le développement de commerces internes, tout en exploitant le potentiel commercial d'une cité centrale déjà établie comme pôle commercial, où les activités de gros sont prédominantes.
- Intégrer un espace vert périphérique pour favoriser la création d'un microclimat bénéfique, tout en offrant des opportunités de détente et de ressourcement au sein de la cité.
- Encourager la mixité urbaine en proposant deux modèles d'habitat distincts : des logements collectifs et semi-collectifs, offrant ainsi une diversité de choix résidentiels adaptés aux besoins variés de la population.
- Inclure des espaces de loisirs et de sports tels que deux terrains de jeux, un parc pour enfants et deux espaces de détente, afin de promouvoir un mode de vie équilibré et actif au sein de la cité.
- Prévoir des parkings en sous-sol pour optimiser l'utilisation de l'espace urbain et minimiser l'impact visuel des véhicules stationnés.
- Diviser les flux de circulation en aménageant deux accès mécaniques distincts, contribuant ainsi à fluidifier le trafic et à réduire les congestions routières.
- Maintenir un espacement entre les blocs d'environ 12 mètres, conformément à la règle de la moitié de la hauteur des bâtiments, favorisant ainsi une répartition équilibrée de la lumière naturelle et une ventilation adéquate.
- Établir un tracé routier clair et fonctionnel, facilitant ainsi la circulation des véhicules et des piétons tout en assurant une accessibilité optimale à tous les points de la cité.

b) Plan d'Aménagement :

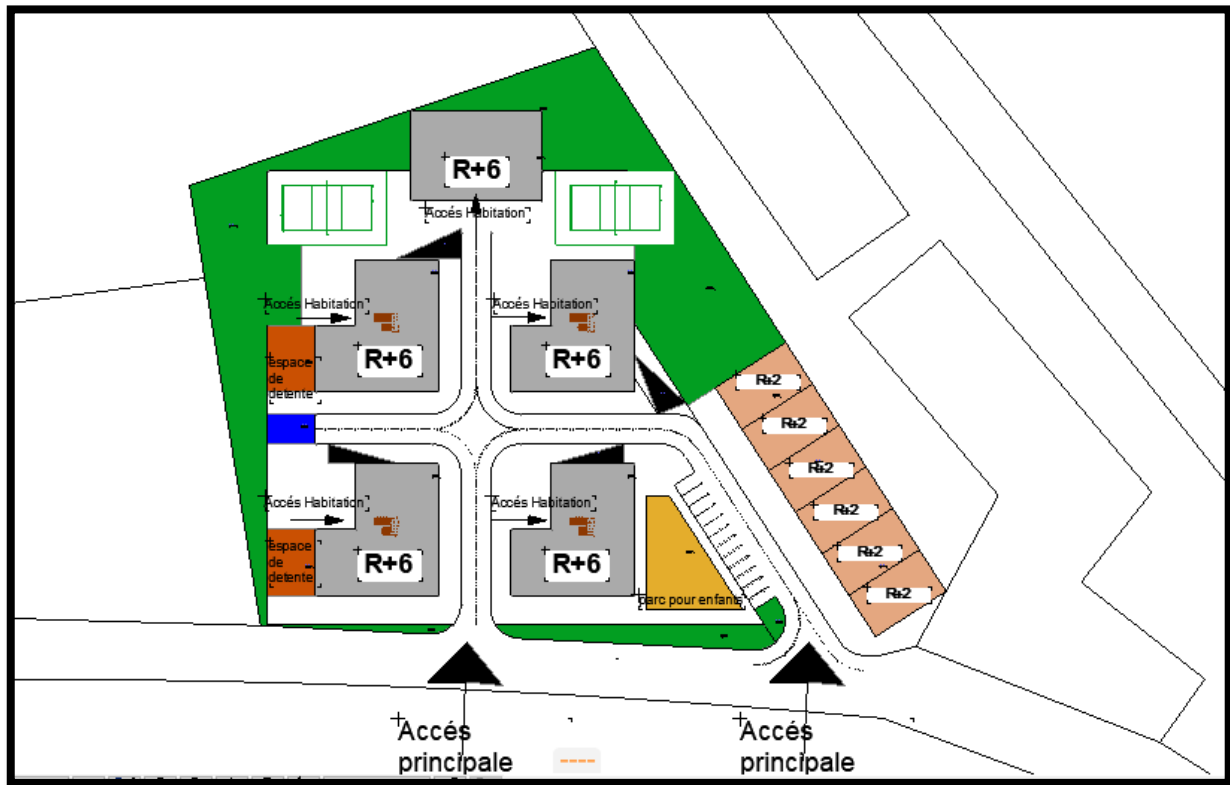


Figure 73 : Plan d'Aménagement, Source : Auteur, 2024.

c) Volumétrie :

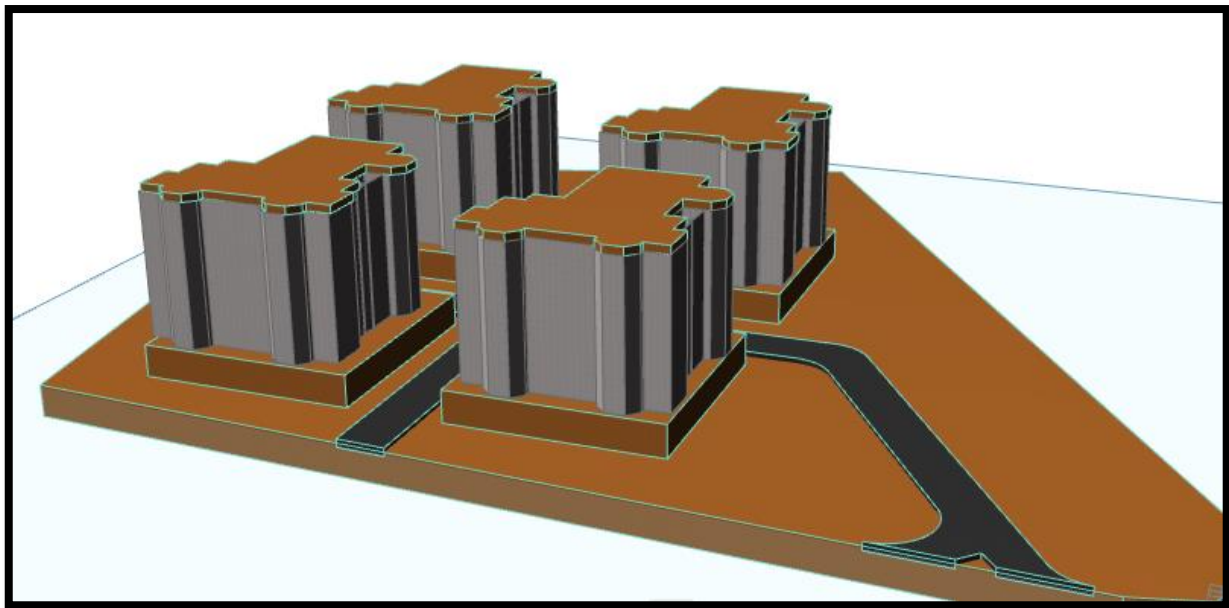


Figure 74 : volumétrie, Source : Auteur, 2024.

4) Proposition 02

a) Description :

- Concevoir une cité fermée avec des commerces portant exclusivement sur le long de la façade donnant sur la route principale.
- Prévoir un point d'accès mécanique unique, limitant ainsi les entrées, équipé d'un poste de surveillance pour renforcer la sécurité.
- Aménager un parking souterrain afin de libérer l'espace en surface pour la création de places de stationnement extérieur et de zones vertes, offrant ainsi un accès agréable et une attraction aux commerces.
- Intégrer harmonieusement la cité à la forme irrégulière du terrain environnant.
- Installer une clôture périphérique pour sécuriser et privatiser les espaces intérieurs, réservés exclusivement aux résidents.
- Développer des espaces verts périphériques favorisant la création d'un microclimat et contribuant à une meilleure qualité de vie.
- Encourager la mixité urbaine en proposant deux modèles d'habitat : collectif et semi-collectif, pour répondre aux besoins variés de la population.
- Prévoir un espace central dédié aux loisirs et à la détente, s'inspirant du concept du patio présent dans les habitations traditionnelles.
- Concevoir des parcours piétonniers clairs et spacieux, avec une largeur minimale de 3 mètres, comprenant cinq unités de passage de 60 cm chacune.
- Respecter un espacement de 12 mètres entre les blocs de bâtiments (pour des constructions de R+6, environ 23 mètres de hauteur), en appliquant la règle de la moitié de la hauteur des immeubles.
- Assurer un tracé routier clair et intuitif pour faciliter la circulation des véhicules dans la cité.
- **Concept courant d'aménagement des logements en étage :**
- Mettre en avant les appartements de type F3, qui est particulièrement prisés en Algérie.
- Privilégier l'orientation sud pour les espaces de séjour et de cuisine, afin d'optimiser l'exposition au soleil.
- Opter pour une disposition où la cuisine est à proximité directe du séjour, offrant ainsi une flexibilité accrue dans l'aménagement du logement, que ce soit une cuisine traditionnelle cloisonnée ou un concept moderne d'espace ouvert cuisine/séjour.
- Garantir une hauteur sous plafond de 3,06 mètres pour un confort optimal.
- Élargir la superficie des appartements de type F3 à 110 m², incluant terrasse et balcon.
- Intégrer des ouvertures dans les couloirs et les halls pour favoriser la luminosité et la ventilation naturelle.

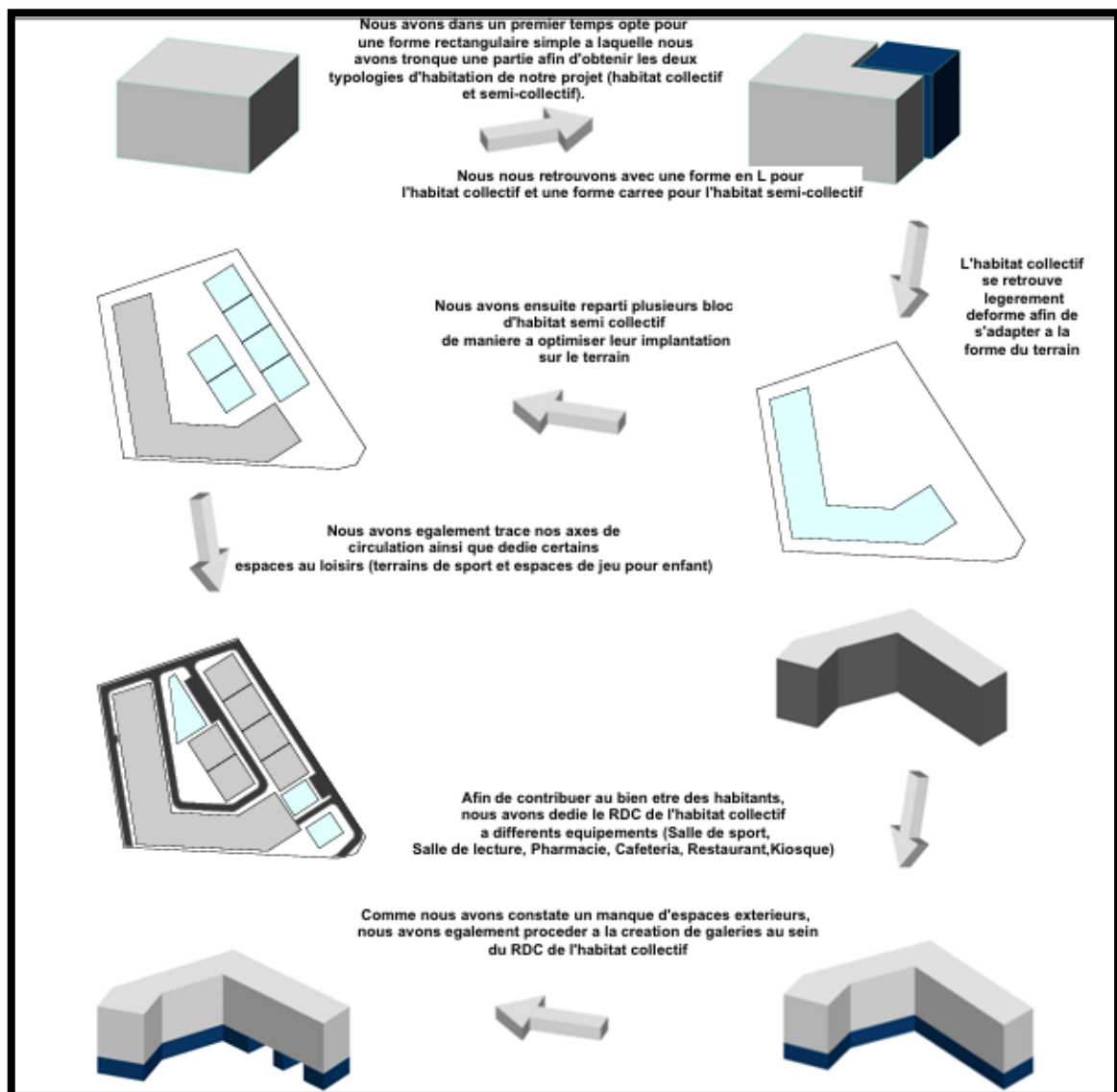


Figure 75 : Genèse et description, Source : Auteur, 2024.

b) Plan de masse :



Figure 76 : Plan de Masse, Source : Auteur, 2024.

c) Volumétrie :



Figure 77 : Volumétrie, Source : Auteur, 2024.

Conclusion générale :

Cette recherche s'est focalisée sur l'étude de la lumière naturelle dans les espaces de circulation semi collectifs de l'habitation, en prenant comme cas d'étude deux types d'habitat : collectif et individuel. L'objectif principal était d'évaluer la quantité, la qualité et la répartition de la lumière naturelle dans ces zones de transition, souvent négligées mais pourtant fondamentales, car elles assurent non seulement le lien fonctionnel entre les différentes parties du bâtiment, mais participent aussi à la qualité d'usage globale.

Notre travail s'est structuré autour de trois axes complémentaires. D'abord, une revue théorique a permis de poser les bases conceptuelles relatives à la lumière naturelle, au confort visuel et aux spécificités des espaces de circulation. Ensuite, une méthodologie rigoureuse, basée à la fois sur l'observation in situ et sur des simulations numériques à l'aide du logiciel DIALux Evo, a été appliquée pour mesurer objectivement les niveaux d'éclairement à différents moments de l'année. Enfin, l'analyse des résultats a mis en évidence une tendance commune dans les deux types d'habitat : une répartition inégale de la lumière, avec des zones fortement éclairées à proximité des ouvertures et d'autres beaucoup plus sombres au centre des couloirs ou loin des sources naturelles.

Ces disparités lumineuses ont des impacts directs sur le confort visuel : elles peuvent causer de l'éblouissement, une mauvaise lisibilité de l'espace, voire une fatigue oculaire. Pour éviter ces désagréments et favoriser une ambiance lumineuse équilibrée, plusieurs facteurs doivent être considérés dès les premières phases de conception architecturale :

- La configuration spatiale (orientation, profondeur, largeur des espaces de circulation) ;
- La position, la taille et le type des ouvertures (fenêtres, impostes vitrées, puits de lumière) ;
- Les matériaux de surface (réflectivité des murs, sols et plafonds) ;
- Les dispositifs d'aide à la diffusion lumineuse (cloisons translucides, miroirs, brise-soleil, etc.) ;
- L'intégration d'éclairage artificiel complémentaire, ajusté aux besoins réels des usagers.

Ces éléments contribuent à créer un environnement visuel confortable, homogène et cohérent, en phase avec les exigences d'usage, de bien-être et de durabilité.

Cependant, cette étude présente certaines limites. D'une part, les simulations ont été menées pour des journées représentatives mais limitées à trois moments de l'année, ce qui ne reflète pas toute la variabilité saisonnière. D'autre part, notre approche ne tient pas compte de l'interaction entre lumière naturelle et éclairage artificiel, ni des variations liées à l'ameublement ou à la présence humaine dans les espaces. De plus, les critères d'évaluation utilisés restent principalement quantitatifs, sans intégrer de retours qualitatifs ou subjectifs des usagers sur leur perception du confort lumineux.

Les perspectives de recherche futures pourraient s'orienter vers :

- L'intégration de capteurs en temps réel pour suivre les variations lumineuses au fil des saisons
- L'étude de l'éclairage artificiel en complémentarité avec la lumière naturelle, dans une approche hybride et économe en énergie ;
- L'élargissement du champ d'étude aux autres espaces de l'habitat (séjour, cuisine, espaces de travail) ;
- La prise en compte de l'ergonomie visuelle et du confort perçu, à travers des enquêtes utilisateurs et des méthodes d'évaluation sensibles ;

- L'exploration de solutions passives innovantes pour mieux diffuser ou filtrer la lumière (matériaux intelligents, technologies adaptatives, etc.).

En conclusion, cette étude souligne que la qualité de la lumière naturelle dans les espaces de circulation ne doit pas être un paramètre secondaire, mais bien un critère de conception essentiel, contribuant pleinement à l'identité du lieu, à la santé des occupants et à l'efficacité énergétique du bâtiment.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie :

- AFE. (1995). Vocabulaire de l'éclairage, Association Française de l'Éclairage. Paris (France): Société d'Éditions Lux. Available.
- Allani, N. Bouattour, M. Halin, G & Siala, A. (2021). Donner du sens à l'espace architectural. Vers une intégration de la dimension sensible de l'architecture dans les pratiques BIM. Récupéré sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal02549200>
- Arbaoui, W. M. (2016). CAN'16 Toulouse - Séminaire de Conception Architecturale
- Association française de l'éclairage. (2004). Les normes européennes de l'éclairage. Cahier technique. Récupéré sur <http://www.afe-eclairage.fr/docs/362-ext.pdf>.
- Belakehal, A. (2013). De la notion d'ambiance. Récupéré sur https://www.researchgate.net/publication/261552572_De_la_notion_d%27Ambiance
- Bellia, L. Spada, G. Pedace, A & Fragliasso, F. (2015). 'Methods to Evaluate Lighting Quality in Educational Environments', Energy Procedia. Elsevier, 78, pp. 3138–3143.
- Benedikt, M. (1979). To Take Hold of Space : Isovists and Isovist Fields, Journal of Environment and Planning B. Vol. 6, pp. 47-65.
- Berkouk, D. (2017). Évaluation du confort thermique et lumineux dans le logement collectif : Étude comparative entre le social et le promotionnel, dans la ville de Biskra. (Thèse de doctorat).
- Bouandes, K & Mazouz, S. (2018-2019). Caractérisation de l'ambiance lumineuse et de la visibilité, et qualification du degré de confort visuel dans les espaces d'accueil des hôpitaux à Sétif – Algérie. Récupéré sur https://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-20/Article_A/Article_495_A.pdf.
- Bouandes, K. (2012). Ambiance lumineuse, visibilité et accessibilité visuelle « ; paramètres contribuant à l'humanisation des espaces d'accueil des hôpitaux. Cas des hôpitaux à Sétif. Récupéré sur <http://thesis.univ-biskra.dz/2310/>
- Cellai, G, Carletti, C, Sciarpi, F & Secchi, S. (2014). 'Transparent building envelope: windows and shading devices typologies for energy efficiency refurbishments', in Building Refurbishment for Energy Performance. Springer, pp. 61–118.
- Chaabouni, S. Bignon, J, C. Halin, G. (2013). Conception des ambiances lumineuses :
- Navigation et raisonnement par l'image pour la formulation des intentions. Récupéré sur https://www.researchgate.net/publication/228367194_Conception_des_ambiances_lumineuses_Navigation_et_raisonnement_par_l%27image_pour_la_formulation_des_intentions.
- Chiaradia, A & Hillier, B. (2004). Rapport final, lettre de commande n°F0160, configuration spatiale et mixité social urbaine, qualités architecturales significations, conceptions et positions, direction de l'architecture et du patrimoine.
- Ching, F. D. (2007). Architecture Form, Space, & Order.
- Choay, F. (2003). Espace (Espace et architecture) : Prise de vue, Encyclopaedia.
- Corcuff, M.-P. (2007). Penser l'espace et les formes : l'apport des opérations effectuées dans l'analyse (géographie) et la production (architecture) d'espace et de formes à la définition et à la conceptualisation des notions d'espace et de forme (géométrie). (Thèse de doctorat),

- Université de Rennes 2. Récupéré sur <https://theses.hall.science/file/index/docid/204573/file%20name/these%20corcuff.pdf>.
- Cuttle, C. (2007). *Lights for Art's Sake: Lighting for Artworks and Museum Displays*, First edition.
 - Daich, S. (2011) *Le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architectural*. <http://thesis.univ-biskra.dz/1126/4/CHAPITRE%20II.pdf>
 - Daich, S. (2018). *Modélisation du système anidolique pour un environnement lumineux Intérieur intégré* (thèse de doctorat). Biskra : Université Mohamed Khider.
 - Gallas, M. A. (2013). *De l'intention à la solution architecturale, Proposition d'une méthode d'assistance à la prise en compte de la lumière naturelle durant les phases amont de conception*. (Thèse de doctorat). Université de Lorraine.
 - Hillier, B & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge. Cambridge University.
 - Hillier, B & Tzortzi, K. (2006). *Space syntax : the language of museum space. A companion to museum studies*, 282-301.
 - Hillier, B. (2007). *Space is the machine : A configurational theory of architecture*. Londres : Space Syntax. : Edition électronique Reprod de l'ed (1996). Cambridge : Cambridge University Press.
 - Le Corbusier. (1989). *Une maison-un palais, à la recherche d'une unité architecturale*. G. Grès (Vol. p.78). (É. : Altamira, Éd.) Paris.
 - Nadji, I. (s.d.). *Contribution à l'étude de l'éclairage naturel dans l'habitat collectif en Algérie : cas de la cité 865 logements Soumaa Blida* (Thèse de doctorat). Oran : Université des Sciences et de la Technologie Mohamed-Boudiaf.
 -
 - Narboni, R. (2006). *Lumière et ambiances, concevoir des éclairages pour l'architecture et la ville*. Collections techniques de conception. Editions : le moniteur.
 - Numérique - Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet. Sous la direction de Jean-Pierre Goulette et Bernard Ferries. (E.U. Lorraine, Éd.) Récupéré sur <https://lra.toulouse.archi.fr/lra/activites/colloquesmanifestationsseminaires/documents/scan16/SCAN16Publications/11publiReconstruire%20les%20paysages%20urbains%20historiques%20par%20la%20Space%20Syntax.pdf>.
 - Reiter, S. &. (2003). *L'éclairage naturel des bâtiments*. Presses universitaires de Louvain.
 - Reiter, S. &. (2004). *L'éclairage naturel des bâtiments*. (2de édition) Presses universitaires de Louvain.