



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA -01-
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Mémoire de Master en Architecture.

Thème de l'atelier : Architecture, environnement et Technologie.

**Thème de recherche : Vers un avenir durable :
Optimisation de l'efficacité énergétique par la végétation
et les technologies innovantes.**

P.F.E : Conception d'un musée écologique à Blida.

Présenté par :

- HAMROUCHE Rahma.
- NEDJAR Abdessamed.

Encadré par :

- Dr Khelifi.L.
- Mr Bouadi.M.
- Mme Kassa.S.

Membres du jury

Dr. Amri

Mr. Labidi Djamel

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله ربّ العالمين، الذي جعل لظهور شئنا قدراً، وجعل لظهور قدر أجلا، وجعل لظهور أمله كتاباً

Nous souhaitons tout d'abord exprimer notre profonde gratitude à Dieu, le Tout-Puissant, qui nous a accordé la force intérieure, la patience face aux épreuves, et la clarté d'esprit pour persévérer jusqu'au bout de ce parcours.

Ce travail n'est pas seulement le fruit d'un effort individuel, mais bien d'un chemin partagé, guidé, inspiré, soutenu. À ce titre, nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, en particulier Dr Khelifi Lamia, M. Bouadi Mahmoud et Mme Kassa Souhila, pour leur encadrement attentif et leurs conseils éclairés.

Nous exprimons également notre gratitude à l'ensemble des enseignants qui, durant les quatre années d'études précédentes, ont nourri en nous la curiosité, le sens critique et la passion pour l'architecture. Une pensée particulière à Mr.Zeddami, pour sa rigueur et sa sensibilité, et nos camarades, compagnons de route.

Et puis, il y a celles et ceux qui ne sont pas sur les bancs de l'université mais qui ont toujours été là : nos familles et nos amis, à ceux qui croyaient en nous même quand nous doutions.

À tous, merci. Ce succès est le vôtre autant que le nôtre.

Dédicace

Je dédie ce travail,

Avant tout, à mes parents, Tahar et Saida, qui ont toujours été à mes côtés, que se soit moralement ou bien matériellement, Que Dieu vous garde comme un pilier et soutien pour moi.

A mes frères et sœurs : Wassim, Houssam, Rami, Rania et Lina pour leur présence constante et leurs encouragements infini tout au long de mon parcours en architecture.

A mes amies proches, Lydia et Soumia, pour leur soutien sincère dans les moments les plus difficiles, sans oublier aussi Serendipity circle poue etre present toujours.

Je tiens à remercier spécialement Wissal et Marouane ainsi que l'ensemble de mes camarades pour leur aide tout au long de ce parcours.

Enfin, une mention toute particulière à mon frère, mon binome Abdessamed Nadjar, pour ses efforts et son esprit de coopération exemplaire.

MERCI INFINIMENT.

Dedication

I want, without a doubt, to dedicate this modest yet proudly made work to my life's candle, the one who melted down to enlighten my path and made sure I got to where I am today, my beloved mother, Meriem, the one who gave me every kind of support so I could be here, writing this...

TO her.

And of course, TO my grandparents, Mani and Sidou, for being the light itself, for being there for me in the past, and I'm sure they will continue to be in the future. May God prolong their lives and preserve them as a blessing for us.

And with that, TO my small family, to my aunt, or should I say my second mother, the joy of my life

and TO all of my uncles, my brother, my father, and to all those close to me

I dedicate this work to you for all the care and encouragement you have shown me.

TO my close friends: Adlan, Mourad, Rawnak, Aya, Badr, and Younes. Or should I say, my brothers, for the persons they are, and for hearing me complain about the exact same thing

I'm happy to be doing today.

TO my colleagues: Aryam, Aïmen, Bahiya, Hanane, Haniya, Kader, Khadija, Mohamed, Tarek. For all the work we've done together, and all the memories and laughter that gathered us during these amazing five years.

To my subgroup in this year's atelier: Bellahsan Wissal and Nadjem Marouane. For all the help they gave me, and for their spirit of dedication.

To the first teacher who gave me the file head into this amazing field and believed in me becoming an architect seven years ago, Lounici Wahiba.

And of course, to my binôme, for all the work she's done, for her productive spirit that was part of making this work possible —TO Hamrouch Rahma.

And to all those I didn't mention:

Thank you.

Abdessamed abdelhak

Résumé

Dans cette perspective, le présent mémoire de master s'intéresse à l'application des dimensions de la durabilité à la ville de Blida à travers la conception d'un musée écologique.

L'application de l'analyse urbaine (analyse diachronique et analyse typomorphologique) nous a permis de comprendre comment l'architecture locale s'est formée et transformée au fil de l'évolution de la ville, ainsi que la dimension temporelle de l'expérience urbaine.

Il ressort de l'analyse urbaine que la ville de Blida dispose d'espaces verts et de zones de détente touristique adaptés aux conditions climatiques.

Le projet propose d'utiliser la végétation et des technologies durables pour mettre en œuvre les fonctions et l'adaptation climatique identifiées lors de l'analyse urbaine et dans la littérature spécialisée.

Une optimisation basée sur une simulation thermique dynamique sera appliquée au projet dans le but d'améliorer l'efficacité énergétique.

Mots clés : Architecture bioclimatique, condition climatique, la végétation, les technologies durables, efficacité énergétique.

Abstract

With this in mind, this Master's thesis looks at the application of the dimensions of sustainability to the city of Blida through the design of an ecological museum.

The application of urban analysis (diachronic analysis and typo-morphological analysis) has enabled us to understand how local architecture has been formed and transformed over the course of the city's evolution, as well as the temporal dimension of the urban experience.

The urban analysis shows that the city of Blida has green spaces and tourist recreation areas that are adapted to the climatic conditions.

The project proposes to use vegetation and sustainable technologies to implement the functions and climate adaptation identified during the urban analysis and in the specialist literature.

Optimisation based on dynamic thermal simulation will be applied to the project with the aim of improving energy efficiency.

Keywords: bioclimatic architecture, climatic conditions, vegetation, sustainable technologies, energy efficiency.

ملخص

من هذا المنطلق، تبحث رسالة الماجستير هذه في تطبيق أبعاد الاستدامة على مدينة البليدة من خلال تصميم متحف بيئي.

وقد مكننا تطبيق التحليل الحضري (التحليل الزمني والتحليل الطباعي-التحليلي) من فهم كيفية تشكل العمارة المحلية وتحويلها على مدار تطور المدينة، وكذلك البعد الزمني للتجربة الحضرية. يُظهر التحليل الحضري أن مدينة البليدة تتمتع بمساحات خضراء ومناطق استجمام سياحية تتكيف مع الظروف المناخية.

يقترح المشروع استخدام الغطاء النباتي والتقنيات المستدامة لتنفيذ الوظائف والتكيف المناخي التي تم تحديدها خلال التحليل الحضري وفي الأدبيات المتخصصة.

سيتم تطبيق التحسين القائم على المحاكاة الحرارية الديناميكية على المشروع بهدف تحسين كفاءة الطاقة الكلمات المفتاحية: العمارة المناخية الحيوية، والظروف المناخية، والغطاء النباتي، والتقنيات المستدامة، وكفاءة الطاقة.

LISTE DES MATIÈRES

PAGE DE GARDE	
REMERCIEMENT	
DEDICACE.....	
DEDICATION	
RESUME	
ABSTRACT	
ملخص	
LISTE DES MATIÈRES.....	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX.....	
THEMATIQUE DE L'ATELIER : ARCHITECTURE, ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIES	
I CHAPITRE 01 : INTRODUCTION GENERALE.....	2
1 INTRODUCTION GENERALE :.....	2
2 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE :.....	3
3 PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE :	3
4 HYPOTHÈSE :.....	4
5 OBJECTIFS :	4
6 MÉTHODOLOGIE :	4
7 STRUCTURATION DU MÉMOIRE	5
II CHAPITRE 02 : ETAT DES CONNAISSANCES.	8
1 INTRODUCTION :	8
2 CONCEPTS GÉNÉRAUX :	8
2.1 L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :	8
2.2 L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :	9
2.2.1 Définition :	9
2.2.2 Les Bases De L'architecture Bioclimatique :	9
2.2.2.1 Isolation :	9
2.2.2.2 Orientation :	9
2.2.2.3 Ventilation :	10
2.3 Le Confort :	10
2.4 La végétation :	12
2.4.1 L'impact de la végétation dans l'efficacité énergétique :	12
2.4.1.1 Végétation et régulation thermique :	12
2.4.1.2 Effet De l'îlot Fraicheur :	12
2.4.2 TOITURES VÉGÉTALISÉS :	13
2.4.2.1 Définition :	13
2.4.2.2 Les types de toit végétalisé :	14
2.4.2.3 La composition de la toiture végétalisée :	15
2.4.3 Le mur végétalisé :	15
2.4.3.1 Façade végétale :	16
2.4.3.2 Murs vivants :	16
2.5 LES TECHNOLOGIES DURABLES :	17
2.5.1 Le panneau solaire :	17
2.5.2 Les panneaux solaires photovoltaïques :	17

2.5.2.1	Les types des panneaux photovoltaïques :	18
2.5.2.2	Des technologies émergentes :	19
2.5.3	Panneau solaire thermique :	20
2.5.4	GESTION DURABLE DE L'EAU :	22
3	DÉFINITION DE LA THÉMATIQUE DU PROJET :	24
3.1	<i>La définition de musée</i> :	24
3.2	<i>L'histoire du musée</i> :	24
3.3	<i>Les types des musées</i> :	25
3.3.1	Musées d'art :	25
3.3.2	Musées d'Histoire :	25
3.3.3	Musées scientifiques :	26
3.3.4	Musées culturels :	26
3.3.5	Musées généraux :	26
3.4	<i>Notion autour du musée</i> :	27
3.4.1	Les parcours :	27
3.4.2	Mode d'exposition :	28
3.4.3	La lumière :	29
3.4.3.1	L'éclairage naturel :	30
3.4.3.2	L'éclairage artificiel :	31
4	ANALYSE DES EXEMPLES :	32
4.1	<i>Muse - Museo delle Scienze di Trento [Musée des Sciences de Trente]</i>	32
4.2	<i>Exemple N°02 : Académie des sciences de Californie</i> :	33
5	SYNTHESE :	34
III 	CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUDE	36
1	INTRODUCTION :	36
2	PRESENTATION DE LA VILLE :	36
2.1	<i>Introduction : Situation</i>	36
2.2	<i>Accessibilité</i> :	38
2.3	<i>Vocation</i> :	38
3	ANALYSE URBAINE DE LA VILLE :	39
3.1	<i>Analyse diachronique</i> :	40
3.1.1	La chronologie de la ville :	40
3.1.2	La croissance de la ville :	40
3.1.3	Analyse morphologique de la ville : Les quatre systèmes.....	41
3.1.4	Synthèse : principes d'aménagement urbain :	43
3.2	<i>Analyse morphologique de la zone d'étude</i> :	45
3.2.1	Présentation du SITE :	45
3.2.2	Analyse des quatre systèmes :	46
3.2.2.1	Système viaire :	46
3.2.2.2	Système parcellaire :	47
3.2.2.3	Système Bâti et Non-Bâti [espace libre] :	47
3.2.3	Analyse SWOT :	50
3.2.4	Critique du POS	51
3.2.5	Synthèse :	52
4	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	52
4.1	<i>Analyse climatique à l'échelle de la ville de Blida</i> :	52
4.2	<i>Analyse climatique à l'échelle du site et de l'environnement immédiat</i> :	54
4.3	<i>Synthèse : recommandations et principes climatiques [Les stratégies]</i> :	55
4.3.1	Recommandations et principes climatiques à l'échelle du site et l'environnement immédiat : 55	
4.3.2	Recommandations et principes climatique au niveau architectural :	57
4.4	<i>La mobilité douce</i> :	59
4.5	<i>La Végétation</i> :	60
4.6	<i>Gestion des déchets</i> :	63

4.7	<i>Gestion des eaux pluviales :</i>	64
4.8	<i>Adaptation à la topographie :</i>	65
4.9	<i>Synthèse : Élaboration du plan d'aménagement :</i>	66
5	LE PROJET ARCHITECTURAL:	67
5.1	<i>Logique fonctionnelle et concepts liés au programme :</i>	67
5.1.1	Les usagers et les fonctions identitaires du Musée :	67
5.1.2	Les organigrammes fonctionnels :	68
5.1.3	Concepts liés au programme :	69
5.2	<i>Organisation spatiale du projet</i>	70
5.3	<i>Concepts liés au site :</i>	71
5.4	<i>Concepts liés à des références architecturales [ou autre...]</i> :	72
5.5	<i>Concepts liés à l'environnement physique</i>	73
5.5.1	Orientation du bâtiment	73
5.5.2	Zonage thermique (bioclimatique)	73
5.5.3	Ventilation naturelle :	74
5.5.4	Dispositifs d'ombrage :	74
5.5.5	Éclairage naturel	75
5.5.6	Matériaux écologique utilisés dans le projet :	76
5.5.7	Intégration de la technologie des P.V :	76
6	GÉNESE DU PROJET :	77
7	LA COMPOSITION DES FAÇADES :	78
8	LA STRUCTURE :	78

IV | CHAPITRE 4 : ETUDE NUMIRIQUE ET PISTES D'OPTIMISATION ARCHITECTURELE 81

1	INTRODUCTION :	81
2	GÉNÉRALITÉ SUR LA STD :	81
2.1	<i>Définition de la STD :</i>	81
2.2	<i>L'objectif de la STD :</i>	81
2.3	<i>Choix des outils de la STD :</i>	81
2.3.1	Présentation de Design Builder :	82
2.3.2	Présentation de Météo-Norme :	83
2.3.3	Présentation de PV*SOL Premium :	83
3	PROCESSUS DE LA SIMULATION SOUS DESIGN BUILDER :	83
3.1	<i>Méthode de la simulation :</i>	83
3.2	<i>Présentation de cas d'étude :</i>	84
3.2.1	Découpage du projet en zone thermique :	84
3.2.2	Caractéristique thermiques des matériaux:	85
3.2.2.1	Pour les parois:	85
3.2.2.2	Pour les ouvertures :	85
3.3	<i>Les variantes étudiées:</i>	85
3.3.1	1 ère variante : Cas standard (sans amélioration) :	86
3.3.2	2 ème variante : Toit végétalisé :	86
3.3.3	3 ème variante: Mur végétal:	86
3.3.4	4 ème variante: Toit et Mur végétale:	87
4	RÉSULTAT OBTENUS ET DISCUSSION :	87
4.1	<i>Les résultat des températures :</i>	87
4.1.1	Scénario 01 : Cas standard (sans amélioration) :	87
4.1.2	Scénario 02 : Effet de Toiture végétalisé :	89
4.1.3	Scénario 03 : Effet de Mur végétalisé :	90
4.1.4	Scénario 04 : Effet de Toit végétalisé et de Mur végétalisé en même temps :	91
4.2	<i>Les résultats de la consommation énergétique :</i>	92
4.2.1	cas plus défavorable (cas initiale) :	92
4.2.2	cas le plus favorable : (toit et mur végétaux) :	92
5	LES CALCULS DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES [ÉNERGIE].....	93

5.1	<i>Calcul de l'angle optimal des PV :</i>	93
5.2	<i>Calcul d'angle solaire :</i>	93
5.3	<i>Calcul de l'espacement anti-ombrage [plus défavorable] :</i>	93
5.4	<i>Calcul du nombre de panneaux</i>	94
5.5	<i>Calcul de la production totale :</i>	94
5.5.1	Calcul manuel :	94
5.5.2	Avec PV*sol premium 2025 :.....	94
5.5.2.1	Les étapes d'utilisation de logiciel.....	94
5.5.2.2	Résultats de la simulation :	95
5.6	<i>Calcul de la consommation énergétique annuelle totale de l'éclairage dans l'espace d'exposition :</i> 95	
5.6.1	Calcul du nombre de luminaires nécessaires pour l'espace d'exposition.	96
6	SYNTHESE :	97
V 	CONCLUSION GENERALE :	98
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :	99
	LES ANNEXES	101
1	LE PROGRAMME :	101
1.1	<i>Tableaux des surfaces</i>	101
1.2	<i>Détails des dimensions d'aménagement :</i>	105
2	CIRCUIT DANS LE MUSÉE:	105
3	INSTALLATION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES	106

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. MÉTHODOLOGIE. SOURCE : AUTEURS,2025	5
FIGURE 2: LES DIFFERENTS BASES DE L'ARCHITECTUTE BIOCLIMATIQUE.	10
FIGURE 3: ILLUSTRATION SUR LE CONFORT THERMIQUE ETE ET HIVER. SOURCE: WWW.MAFUTUREMAISON.FR.....	11
FIGURE 4: LE CONFORT ACOUSTUQE. SOURCE: SILENTWORLD.COM.TR	11
FIGURE 5: CONFORT VISUEL. SOURCE: ENERTEAM.ORG.....	11
FIGURE 6: ERGONOMIQUE DE BUREAU. SOURCE: 5D.COM.....	11
FIGURE 7: INTÉGRATION DE LA NATURE DANS LE PROJET. SOURCE: UCL.COM	12
FIGURE 8: EFFET DE L'OMBRE DE LA VÉGÉTATION. SOURCE: AURA,2020.	13
FIGURE 9: EFFET DE EVAPOTRANSPIRATION.	13
FIGURE 10: EFFET DES SOL VEGETALE. SOURCE:WWW.CEREMA.FR.....	13
FIGURE 11: UNE TOITURE VÉGÉTALISÉ	13
FIGURE 12: TOITURE VÉGÉRALISÉ.....	13
FIGURE 13: LES COMPOSANTS DE LA TOITURES VÉGÉTALISÉ	15
FIGURE 14: LES TYPES DES MURS VÉGÉTAUX. SOURCE BENHALILOU, 2021.....	15
FIGURE 15: FACADES VÉGÉTALES. SOURCE : BENHALLOU ,2021	16
FIGURE 16: LE FONCTIONNEMENT DE PV. SOURCE: AUTEURS,2025.	18
FIGURE 17: LES TYPES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUE SOURCE : VAREYN SOLAR.COM.....	19
FIGURE 18: PANNEAU BIFACIAUX.....	19
FIGURE 19 TECHNOLOGIE PERC.....	20
FIGURE 20 PANNEAU SOLAIRE FLEXIBLE.	20
FIGURE 21 CELLULE SOLAIRE NE PÉROVSKITE.....	21
FIGURE 22 : SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT D'UN PANNEAU SOLAIRE THERMIQUE.....	22
FIGURE 23 : SCHÉMA DE LA CIRCULATION ET FILTRATION D'UN BASSIN AVEC ECUMOIRE.	24
FIGURE 24: MUSÉ D'ART MUSAC.	25
FIGURE 25: MUSÉ BARDO.....	25
FIGURE 26: MUSÉ D' EXPLOTARIUM.....	26
FIGURE 27: MUSÉ LOUVRE DE PARIS.....	26
FIGURE 28:FIGURE 14: MUSÉ DE MONDE ARABE.SOURCE : WWW.LESITEDELEVENEMENTIEL.COM/	26
FIGURE 29: SCHÉMA DE PARCOURS LINÉAIRE. SOURCE: PINTEREST	27
FIGURE 30: SCHÉMA DE PARCOURS EN BLOC.....	27
FIGURE 31: SCHEMA DE PARCOURS RUBAN SPIRALE. SOURCE: PINTEREST.....	27
FIGURE 32: SCHEMA DE PARCOUR LABYRINTH.	28
FIGURE 33: EXEMPLE D'ACCROCHÉ DES TABLEAUX AU MURS.....	28
FIGURE 34: EXPOSITION EN VITRINE.	28
FIGURE 35: EXPOSITION EN SOCLE.....	29
FIGURE 36: EXPOSITION EN TERRE.	29
FIGURE 37: EXPOSITION SUSPENDU.	29
FIGURE 38 : FIGURE 40: ÉCLAIRAGE LATÉRALE ET ZINÉTHALE. SOURCE: IORDANIDOU, 2017	30
FIGURE 39: LES DIFFÉRENTS TYPES DE L'ÉCLAIRAGE ZÉNITHALE. SOURCE: IORDANIDOU,2017	30
FIGURE 40: OUVERTURE EN FENÊTRE.	30
FIGURE 41; OUVERTURE EN CLAIRE-VOIE.....	30
FIGURE 42: ÉCLAIRAGE DYNAMIQUE.	31
FIGURE 43: ÉCLAIRAGE DIRECTIONEL.	31
FIGURE 44: ÉCLAIRAGE AMBIEN.....	31
FIGURE 45; ÉCLAIRAGE D'ACCENTUAMITÉ. SOURCE:HTTPS://WWW.BATIPRODUITS.COM/	31
FIGURE 46 : PLAN D'AMÉNAGEMENT DU SITE. SOURCE : ARCHDAILY.....	32
FIGURE 47 : PHOTOGRAPHIE DU BÂTIMENT – MUSE, TRENTE. SOURCE : ARCHDAILY	32
FIGURE 48 : SCHÉMA ÉNERGÉTIQUE DU MUSE. SOURCE : ARCHDAILY	32

FIGURE 49 : ANALYSE D'EXEMPLE – ACADEMIE DES SCIENCES DE CALIFORNIE. SOURCE : SITE OFFICIEL DE LA CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES (CALACADEMY.ORG)	33
FIGURE 50 : UNE CARTE MONTRANT LA LOCALISATION DE LA WILAYA DE BLIDA PAR RAPPORT À L'ALGÉRIE. SOURCE : AUTEURS,2025.	36
FIGURE 51 : UNE CARTE MONTRANT LA LOCALISATION DE LA COMMUNE DE BLIDA PAR RAPPORT À LA WILAYA. SOURCE : AUTEURS,2025.	37
FIGURE 52 : UNE CARTE MONTRANT LA LOCALISATION DU CENTRE VILLE HISTORIQUE PAR RAPPORT À LA VILLE DE BLIDA. SOURCE : AUTEURS,2025.....	37
FIGURE 53 : UNE CARTE MONTRANT LA LOCALISATION DE LA VILLE DE BLIDA PAR RAPPORT À LA COMMUNE. SOURCE : AUTEURS,2025.	37
FIGURE 54 : UNE CARTE MONTRANT L'ACCESSIBILITÉ ET LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS MENANT AU CENTRE-VILLE DE BLIDA. SOURCE : GOOGLLE EARTH. TRAITEE PAR AUTEURS, 2025.	38
FIGURE 55 : UN SCHÉMA EXPLICATIF REPRÉSENTANT L'APPROCHE ANALYTIQUE URBAINE UTILISÉE. SOURCE : AUTEURS,2025.	39
FIGURE 56 : UN SCHÉMA EXPLICATIF QUI ABORDE LES DIFFÉRENTES PÉRIODES HISTORIQUES DE LA VILLE DE BLIDA. SOURCE : AUTEURS,2025.....	40
FIGURE 57 : : NOYAU HISTORIQUE DE LA VILLE DANS LA PÉRIODE COLONIALE. SOURCE : BNF, GALICA, TRAITÉ PAR LES AUTEURS,2025.....	43
FIGURE 58: NOYAU HISTORIQUE DE LA VILLE DE BLIDA DURANT LA PÉRIODE COLONIALE. SOURCE : BNF, GALICA, TRAITÉ PAR LES AUTEURS,2025.....	43
FIGURE 59: NOYAU HISTORIQUE DURANT LA PÉRIODE COLONIALE. SOURCE : BNF, GALICA, TRAITÉ PAR LES AUTEURS,2025.....	43
FIGURE 60: MAISON TRADITIONELLE A BLIDA. SOURCE: AUTEURS,2025.	44
FIGURE 61: SCHEMA D'APPLICATION LES PRINCIPES URBAINS. SOURCE: AUTEURS,2025.....	44
FIGURE 62 : UNE CARTE MONTRANT LA LOCALISATION DU SITE PAR RAPPORT À LA VILLE DE BLIDA. SOURCE: AUTEURS,2025. [SUR LE PLAN DE PDAU].....	45
FIGURE 63 : UNE CARTE MONTRANT L'ACCESSIBILITÉ ET LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS MENANT AU SITE D'INTERVENTION. SOURCE : AUTEURS,2025.....	46
FIGURE 64 : UNE CARTE MONTRANT LA HIÉRARCHIE DES VOIES. SOURCE : AUTEURS,2025.....	46
FIGURE 65 : UNE CARTE MONTRANT LES DIVERS TYPES DE FLUX DANS LES VOIES. SOURCE : AUTEURS,2025.	46
FIGURE 66 : UNE CARTE MONTRANT SYSTÈME PARCELLAIRE. SOURCE : AUTEURS,2025.....	47
FIGURE 67 : UNE CARTE MONTRANT LE SYSTÈME BÂTI. SOURCE: AUTEURS,2025.....	48
FIGURE 68 : UNE CARTE MONTRANT LE SYSTÈME NON-BÂTI. SOURCE : AUTEURS,2025.....	49
FIGURE 69 GRAPHE 1 PRÉCIPITATION MENSUELLE/SOURCE : MÉTEONOME, TRAITÉ PAR AUTEURS,2025.....	52
FIGURE 70 GRAPHE 2 ENSOLEILLEMENT MENSUELLE/SOURCE: MÉTEONOME, TRAITÉ PAR L'AUTEURS,2025.	52
FIGURE 71 GRAPHE3 TEMPÉRATURE MENSUELLE/SOURCE: MÉTEONOME, TRAITÉ PAR L'AUTEURS,2025.	53
FIGURE 72 GRAPHE 4 ROSE DES VENTS /SOURCE: CLIMATE CONSULTANT.	53
FIGURE 73: DIAGRAMME DE GIVONI.	54
FIGURE 74: DIGRAMME DE GIVONI.....	54
FIGURE 75 : UN COULOIR VÉGÉTAL.....	55
FIGURE 76 :SCHEMA JARDIN DE PLUIE.....	55
FIGURE 77: SCHEMA PRINCIPE DES ARBRES CADUQUES.	56
FIGURE 78: SCHEMA JEU D'HAUTEUR.....	56
FIGURE 79: APPLICATION DES PRINCIPE CLIMATIQUE AU PLAN D'AMÉNAGEMENT.	57
FIGURE 80: SCHEMA FONCTION DES MURS VÉGÉTAUX.....	57
FIGURE 81: SCHEMA DE TOIT VÉGÉTALE. SOURCE: AUTEURS.....	58
FIGURE 82: SCHEMA D'UN PATIO. SOURCE : AUTEURS.....	58
FIGURE 83: SCHEMA D'UN BRISE DE SOLEIL DANS LA SAISON D'HIVER ET D'ÉTÉ.	58
FIGURE 84: SCHEMA SUR LA COMPOSITION DE LA FAÇADE DOUBLE.....	59
FIGURE 85 : UNE CARTE MONTRANT LA MOBILITÉ DOUCE. SOURCE : AUTEURS,2025.	59
FIGURE 86: LA DISPOSITION DES DIFFERENTS ARBRE DANS NOTRES PROJET. SOURCE: AUTEURS,2025.	62
FIGURE 87: LES TYPES D'ARBRE AU FONCTION D'HAUTEUR ET SILHOUETTE. SOURCE : HTTPS://WWW.VDBERK.COM	62

FIGURE 88 : UNE CARTE MONTRANT LA GESTION DES DÉCHETS. SOURCE: AUTEURS,2025.	63
FIGURE 89 : POUBELLES EN PLASTIQUE AVEC COUVERCLE. SOURCE : GUANGZHOU YUEGAO.....	63
FIGURE 90 : POUBELLE DE RECYCLAGE EN TÔLE. SOURCE : BINSIGNIA RECYCLE IN STYLE.....	63
FIGURE 91 : VÉHICULES DE COLLECTE DES DÉCHETS FONCTIONNANT AU GAZ NATUREL. SOURCE : RENAULT TRUCKS.	63
FIGURE 92 : SCHÉMA DE SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION ET D'ACHEMINEMENT DES EAUX PLUVIALES. SOURCE : AUTEURS,2025.	64
FIGURE 93 : SCHEMA DE SYSTÈME DE FILTRATION D'EAU RÉCUPÉRÉE. SOURCE : AUTEURS,2025.	64
FIGURE 94 : UNE CARTE AVEC L'EMPLACEMENT DES COUPES. SOURCE : AUTEURS,2025.....	65
FIGURE 95 : COUPES DE TERRAIN MONTRANT LES TERRASSEMENTS APPLIQUÉS. SOURCE : AUTEURS,2025.....	65
FIGURE 96: PLAN D'AMÉNAGEMENT. SOURCE: AUTEURS,2025.....	66
FIGURE 97 : LES USAGERS DU MUSÉE DE DÉCOUVERTE DES TECHNOLOGIES ENVIRONNEMENTALES. SOURCE : AUTEURS,2025.	67
FIGURE 98 : UN ORGANIGRAMME FONCTIONNEL MONTRANT LES INTERSECTIONS ENTRE LES FONCTIONS IMPORTANTES. SOURCE : AUTEURS,2025.....	68
FIGURE 99 : UN ORGANIGRAMME FONCTIONNEL MONTRANT LES TYPES DE CIRCULATION ENTRE LES FONCTIONS IMPORTANTES. SOURCE : AUTEURS,2025.	68
FIGURE 100 : UN ORGANIGRAMME FONCTIONNEL MONTRANT LES FONCTIONS IDENTITAIRES. SOURCE : AUTEURS,2025.	68
FIGURE 101 : UN ORGANIGRAMME FONCTIONNEL MONTRANT LES RELATIONS ENTRE LES FONCTIONS IMPORTANTES. SOURCE : AUTEURS,2025.....	69
FIGURE 102 : IDEE DE CONCEPT DE STATIQUE, DYNAMIQUE LIÉ AU PROGRAMME DE PROJET. SOURCE : AUTEURS,2025.	69
FIGURE 103 : COMPOSITION VIII : UN TABLEAU RÉALISÉ PAR VASSILY KANDINSKY EN 1923. SOURCE : THE ART STORY.	69
FIGURE 104 : UN ORGANIGRAMME SPATIAL MONTRANT LES ENTITÉS SPATIALES MAJEURES. SOURCE : AUTEURS,2025.	70
FIGURE 105 : UN ORGANIGRAMME SPATIAL MONTRANT LES ESPACES DANS LES ENTITÉS. SOURCE : AUTEURS,2025.....	70
FIGURE 106: SKETCH DE MUSÉE GUGGENHEIM.	72
FIGURE 107: A GAUCHE UNE FAÇADE ET TOITURE COMPOSÉ DE LA MOUCHARABIEH.	72
FIGURE 108: PATIO D'UNE MAISON TRADITIONNELLE.	72
FIGURE 109: L'ORIENTATION DES FAÇADES DU PROJET. SOURCE: AUTEURS,2025.....	73
FIGURE 110: SCHEMA DE L'ORIENTATION DU PROJET.SOURCE: AUTEURS,2025.....	73
FIGURE 111: L'ORIENTATION DES FAÇADES DU PROJET. SOURCE: AUTEURS,2025.....	73
FIGURE 112:ZONAGE THERMIQUE DU PROJET. SOURCE: AUTEURS,2025.	73
FIGURE 113: COUPE EXPLICATIF DE VENTILATION NATURELLE DU PROJET DE VÉGÉTATION. SOURCE: AUTEURS,2025. .	74
FIGURE 114: COUPE EXPLICATIF DE VENTILATION NATURELLE DU PROJET DE PATIO.SOURCE: AUTEURS,2025.....	74
FIGURE 115: SCHEMA FONCTION DES MURS VÉGÉTAUX.....	74
FIGURE 116:BRISE DE SOLEIL (MOUSHARABIEHÀ).SOURCE: PINTEREST.....	75
FIGURE 117 ÉCLAIRAGE PAR PATIO. SOURCE: AUTEURS,2025.....	75
FIGURE 118: ECLAIRAGE PAR OUVERTURE ZÉNITHALE, ET VERTICALE. SOURCE: AUTEURS,2025.	75
FIGURE 119: TRAJECTOIRE DU SOLEIL. SOURCE: AUTEURS,2025.....	75
FIGURE 120: LES DIFFERENTS MATERIAUX UTILISÉ DANS LE PROJET.....	76
FIGURE 121, P.V POLYCRISTALLIN. SOURCE : GB SOLAR.	76
FIGURE 122 : LES PRINCIPES DE COMPOSITION DES FAÇADES- FAÇADE LATÉRALE. SOURCE : AUTEURS 2025.....	78
FIGURE 123 : LES PRINCIPES DE COMPOSITION DES FAÇADES- FAÇADE PRINCIPALE. SOURCE : AUTEURS 2025.....	78
FIGURE 124: STRUCTURE EN BÉTON ARMÉ. SOURCE : AUTEURS 2025.	79
FIGURE 125 : STRUCTURE MÉTALLIQUE. SOURCE : AUTEURS 2025.....	79
FIGURE 126:FONCTIONNEMENT DE DESIGN BUILDER.....	82
FIGURE 127 : LOGO DU LOGICIEL. SOURCE : HTTPS://PVSOL.SOFTWARE/	83
FIGURE 128: MÉTHODOLOGIE DE SIMULATION SOUS DESIGN-BUILDER.SOURCE: AUTEURS,2025.....	84
FIGURE 129:ZONE DE SIMULATION DANS LE PROJET.	84

FIGURE 130:ZONE DE SIMULATION DANS LE PROJET.	84
FIGURE 131: DIAGRAMME DES TEMPÉRATURE DE CAS INITIALE.SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	88
FIGURE 132: DIAGRAMME DE SIMULATION DU EFFET DU TOIT VÉGÉTALISÉ. SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	89
FIGURE 133: DIAGRAMME DES TEMPÉRATURE DE L'EFFET DE MUR VÉGÉTAL. SOURCE: DESIGN-BUILDER.	90
FIGURE 134: DIAGRAMME DES TEMPÉRATURE DE EFFET TOIT ET MUR VÉGÉTAUX. SOURCE: DESIGN-BUILDER.	91
FIGURE 135: DIAGRAMME DE LA CONSOMMATION DE L'ÉLECTRICITÉ POUR LA CLIMATISATION DANS LE CAS INITIALE.SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	92
FIGURE 136: DIAGRAMME DE LA CONSOMMATION DE L'ÉLECTRICITÉ POUR LA CLIMATISATION DANS LE CAS OPTIMAL. SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	92
FIGURE 137 : LA PRODUCTION TOTALE DES PV, CALCULÉE PAR LE LOGICIEL PV*SOL.....	95
FIGURE 138 : : POURCENTAGE D'UTILISATION DE L'ÉLECTRICITÉ GÉNÉRÉE PAR LES PV PAR RAPPORT À LA CONSOMMATION TOTALE. SOURCE : PV*SOL	95
FIGURE 139 : SPOT LED SUR RAIL COB TRIPHASÉ 30W. SOURCE: HTTPS://WWW.SILAMP.FR	96
FIGURE 140 : COMPARAISON ENTRE L'ÉNERGIE TOTALE CONSOMMÉE PAR LES LAMPES ET L'ÉNERGIE PRODUITE PAR LE SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE. SOURCE : : PV*SOL.....	97
FIGURE 141 : DÉTAILS DES DIMENSIONS DE QUELQUES MEUBLES . SOURCE : WWW.DIMENSIONS.COM	105
FIGURE 142 : CIRCUIT DES VISITEURS. SOURCE : AUTEURS 2025.	105
FIGURE 143 : CIRCUIT DES VISITEURS. SOURCE : AUTEURS 2025.	105
FIGURE 144 : CIRCUIT DES PERSONNELS. SOURCE : AUTEURS 2025.....	105
FIGURE 145 : CIRCUIT DES PERSONNELS. SOURCE : AUTEURS 2025.....	105
FIGURE 146 : CIRCUIT DES PIÈCES D'ART. SOURCE: AUTEURS 2025.....	106
FIGURE 147 : CIRCUIT DES PIÈCES D'ART. SOURCE: AUTEURS 2025.....	106
FIGURE 148 : RACCORDEMENT DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES. SOURCE : PV*SPL.....	106
FIGURE 149 : SCHÉMA ÉLECTRIQUE DE LA SOURCE PV. SOURCE : PV*SOL	106

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: TYPES DE CONFORT.. SOURCE: HTTPS://PASSIVACT.FR/	10
TABLEAU 2: LES MÉCANISME DE ILOT DE CHALEUR.SOURCE: AURA, 2020.....	12
TABLEAU 3: LES TYPES DES TOITURES VÉGÉTALISÉ. SOURCE: HTTPS://WWW.SOPREMA.FR/	14
TABLEAU 4: LES TYPES DE MURS VIVANTS SOURCE:SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE DE PHYTOTECHNOLOGIE (2022).	16
TABLEAU 5: LES TYPES DE PARCOURS. SOURCES: AUTEURS,2025.....	27
TABLEAU 6: LES MODE D'EXPOSITION:SOURCE: AUTEURS,2025.....	28
TABLEAU 7 : ANALYSE D'EXEMPLE - MUSE, TRENTE. SOURCE: SITE OFFICIEL DU MUSÉE (HTTPS://WWW.MUSEE.IT)....	32
TABLEAU 8: L'ANALYSE MORPHOLOGIQUE DE LA VILLE DE BLIDA.SOURCE: DELUZ-LA BRUYÈRE, J. (1988) TRAITÉ PAR L'AUTEURS,2025.....	41
TABLEAU 9: L'ANALYSE MORPHOLOGIQUE DE LA VILLE DE BLIDA.SOURCE: DELUZ-LA BRUYÈRE, J. (1988) TRAITÉ PAR L'AUTEURS,2025.....	42
TABLEAU 10: LES PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT URBAINE. SOURCE: AUTEURS,2025.....	43
TABLEAU 11: ANALYSE SWOT DE SITE D'INTERVENTION. SOURCE: AUTEURS,2025.....	50
TABLEAU 12: CRITIQUE DE POS.SOURCE: AUTEURS,2025.....	51
TABLEAU 13: ANALYSE CLIMATIQUE DE LA VILLE DE BLIDA. SOURCE: METEONORME ET CLIMAT CONSULTANT,2025,EVALUER PAR L'AUTEURS,2025.....	52
TABLEAU 14: ANALYSE CLIMATIQUE A L'ECHELLE DU SITE.SOURCE: CLIMATCONSULTANT,2025, EVALUER PAR L'AUTEURS,2025.....	54
TABLEAU 15: RECOMMANDATION ET PRINCIPES CLIMATIQUEA L'ECHELLE URBAIN. SOURCE: AUTEURS,2025.....	55
TABLEAU 16: RECOMMANDATION ET PRINCIPES CLIMATIQUE A L'ECHELLE ARCHITECTURALE.SOURCE: AUTEURS,2025.....	57
TABLEAU 17: LES DIFFERENTS TYPES D'ARBRE. SOURCE: HTTPS://WWW.VDBERK.COM – PIXABAY - TREES, VISUAL GUIDE.....	60
TABLEAU 18: LES DIFFERENTS TYPES DES ARBUSTES ET LES FLEURS. SOURCE: HTTPS://WWW.VDBERK.COM – PIXABAY - TREES, VISUAL GUIDE.....	61
TABLEAU 19: LES CONCEPTS LIÉE AU SITE.SOURCE: AUTEURS,2025.....	71
TABLEAU 20: CONCEPTS LIÉS A DES REFERENCES ARCHITECTURALE. SOURCE:AUTEURS,2025.....	72
TABLEAU 21: DISPOSITIFS D'OMBRAGE ADOPTÉ POUR LE PROJET. SOURCE: AUTEURS,2025.....	74
TABLEAU 22: CARACTÉRISTIQUE THERMIQUE DES MATÉRIAUXPOUR LES PAROIS .SOURCE: AUTEURS,2025.....	85
TABLEAU 23: CARACTÉRISTIQUE THERMIQUE DES MATÉRIAUX POUR LES OUVERTURES.SOURCE: AUTEURS,2025.....	85
TABLEAU 24: LES CARACTÉRISTIQUE THERMIQUE DES MATÉRIAUX DE PREMIER CAS. LA SOURCE: AUTEURS,2025.....	86
TABLEAU 25: LES CARACTÉRISTIQUE THERMIQUE DES MATÉRIAUX POUR LE 2 EME CAS. SOURCE: AUTEURS,2025.....	86
TABLEAU 26: LES CARACTÉRISTIQUE THERMIQUES DES MATÉRIAUX POUR LE 3 EME CAS. SOURCE: AUTEURS,2025.....	87
TABLEAU 27: RÉSULTAT DES TEMPÉRATURE DE LA SIMULATION DU CAS INITIALE. SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	88
TABLEAU 28: RÉSULTAT DES TEMPÉRATURE DE SIMULATION DE L'EFFET DU TOIT VÉGÉTAL. SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	89
TABLEAU 29: RÉSULTAT DES TEM [^] PÉRATURES DE L'EFFET DE MUR VÉGÉTAL.SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	90
TABLEAU 30: RÉSULTAT DES TEMPÉRATURE DE TOIT ET MURS VÉGÉTAUX.SOURCE: DESIGN-BUILDER.....	91
TABLEAU 31:PROGRAMME SUPERFICIEL ET NORMES - ACCUEIL. SOURCE : AUTEURS ,2025.....	101
TABLEAU 32:PROGRAMME SUPERFICIEL ET NORMES - GESTION. SOURCE : AUTEURS ,2025.....	101
TABLEAU 33:PROGRAMME SUPERFICIEL ET NORMES - ARCHIVES. SOURCE : AUTEURS ,2025.....	102
TABLEAU 34:PROGRAMME SUPERFICIEL ET NORMES - EXPOSITION. SOURCE : AUTEURS, 2025.....	103

Thématique de l'Atelier : Architecture, Environnement et Technologies

L'atelier **Architecture, Environnement et Technologies** en Master 2 vise principalement à former des architectes capables de répondre aux défis contemporains dans le domaine de la construction et de l'aménagement urbain, tout en tenant compte des enjeux environnementaux, énergétiques et technologiques. Ils se doit d'accompagner la transition sociétale que nous vivons aujourd'hui.

Les évolutions des moyens techniques, des outils de communication, des connaissances, ainsi que l'émergence de nouveaux besoins socioéconomiques impliquent l'évolution de la pratique et des missions de l'architecte. Dans un contexte de transition énergétique mondiale et d'urbanisation croissante, il est essentiel que les futurs architectes intègrent des solutions durables, respectueuses de l'environnement et adaptées aux réalités locales.

Le but pédagogique du programme d'atelier en M2 est d'intégrer la théorie environnementale/ la pratique avec la réflexion / la technologie dans tous les projets de conception. Ce programme puise largement dans l'étude des besoins des sociétés locales et applique une approche qui intègre les systèmes de construction adaptés aux conditions climatiques de l'Algérie. Ainsi, garantir le confort dans les projets communautaires, la conception soucieuse des changements climatiques et la possibilité d'élargir les compétences en matière de technologies numériques et de performance énergétique des bâtiments afin d'atteindre l'efficacité énergétique sont trois domaines d'études clefs au travail de Master 2.

Objectifs de l'Atelier

L'atelier vise à :

Former des architectes capables de concevoir des projets **innovants, durables et adaptés** aux réalités algériennes.

Sensibiliser aux **enjeux environnementaux** dans le secteur de l'habitat.

Intégrer les **technologies numériques** et les compétences en matière de **stratégies bioclimatiques et de performances énergétiques** dans la conception architecturale.

Répondre aux besoins spécifiques des projets d'habitat en Algérie, en offrant des solutions pour améliorer le confort thermique et l'efficacité énergétique en architecture.

Équipe pédagogique :

Mme KHELIFI.L/ Mr Bouadi.M/ Melle Kassa.S

CHAPITRE 01 : INTRODUCTION GENERALE

I | CHAPITRE 01 : INTRODUCTION GENERALE

1 | INTRODUCTION GENERALE :

La vie humaine est liée avec la santé de l'environnement, lequel est influencé par les actions de l'Homme sur son milieu.

Dans nos jours le réchauffement climatique un des phénomènes qui menace notre vie. Le réchauffement climatique est causé par une consommation excessive d'énergie, L'émission de gaz à effet de serre résulte notamment de notre consommation d'énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) qui représentent 68 % du combustible utilisé pour produire l'électricité ((Aie, 2012)

En Algérie, La consommation énergétique repose principalement sur les hydrocarbures, qui représentent 99 % de la production et de la consommation nationale. En 2021, la consommation énergétique nationale a atteint 67,2 millions de tonnes équivalent pétrole (MTEP), avec une augmentation de 8 % par rapport à 2020. (l'Énergie., 2021)

Pour cela les architectes et les urbanistes ont été toujours à la mission pour concevoir des bâtiments et des espaces urbains qui favorisent l'efficacité énergétique par une transition énergétique «L'Accord de Paris impose une transition énergétique d'ampleur pour limiter la hausse des températures mondiales. La consommation excessive d'énergies fossiles représente un défi majeur, nécessitant des politiques ambitieuses pour réduire les émissions de gaz à effet de serre." (Unies, 2015) Et intégration des solutions innovantes comme le Programme National d'Efficacité Énergétique (2011) : Ce programme vise à réduire la consommation énergétique à travers des mesures comme l'isolation thermique, l'utilisation de technologies économes en énergie, et l'intégration de solutions bioclimatiques.

"L'utilisation de la végétation dans l'aménagement urbain permet de limiter les variations de température, d'améliorer la qualité de l'air et de diminuer l'effet d'îlot de chaleur. En complément, les technologies durables, telles que les systèmes de gestion intelligente de l'énergie, les matériaux écologiques et les énergies renouvelables, contribuent à une meilleure efficacité énergétique tout en préservant l'environnement." (Herde, 2006)

Le présent mémoire s'insère dans cette problématique générale visant a l'optimisation de l'efficacité énergétique à travers la conception d'un projet architectural qui met l'accent sur l'impact de la végétation et les technologie durables.

2 | PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE :

La ville de Blida, riche d'un patrimoine historique et culturel singulier, a connu des mutations significatives sous l'effet des évolutions technologiques et urbanistiques contemporaines. Ces transformations ont généré des défis urbains complexes, caractérisés notamment par une carence manifeste en espaces verts, une insuffisance d'équipements publics et une prolifération des nuisances environnementales. L'accumulation excessive de déchets, en particulier les résidus issus des projets immobiliers, illustre la détérioration progressive du cadre urbain.

Ces mutations soulignent la nécessité impérieuse de développer une approche architecturale innovante, capable de répondre aux besoins spécifiques du territoire.

L'architecture, domaine intrinsèquement multidisciplinaire, mobilise la créativité, les compétences techniques et la pensée critique pour comprendre les complexités spatiales, fonctionnelles et sociales des habitats humains.

Dans cette perspective, la conception architecturale peut constituer un levier de régénération écologique et sociale. Un projet architectural pertinent peut non seulement restaurer la valeur écologique, culturelle et historique d'un site, mais également répondre aux attentes de la communauté. Cette approche vise à intégrer harmonieusement les exigences humaines avec les impératifs de durabilité environnementale. D'où notre questionnement général :

- Comment concevoir un projet architectural écologique capable de répondre aux défis environnementaux et sociaux de Blida, face aux problèmes de réchauffement climatique ?

3 | PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE :

L'utilisation des nouvelles technologies, matériaux écologiques et bien sûr la végétation présente des bénéfices environnementaux et sanitaires remarquables. Ils contribuent à la réduction de la pollution, à la minimisation de l'empreinte carbone, à l'amélioration de la qualité atmosphérique et à la limitation des déchets.

Malgré ces avantages, et dans le contexte de la ville de Blida, les architectes et urbanistes contemporains continuent à utiliser de matériaux à forte énergie grise, négligeant la création d'espaces verts. Ces derniers font partie intégrante de la morphologie de la ville de Blida

peuvent être intégrés dans les bâtiments eux-mêmes afin de procurer le confort et le bien-être des usagers. Ainsi, nous nous posons la question suivante :

- Comment optimiser l'efficacité énergétique et réduire l'empreinte carbone en intégrant des murs et des toitures végétalisés ainsi que des technologies durables et innovantes dans un projet de musée écologique à Blida afin de promouvoir l'éducation environnementale ?

4 | HYPOTHÈSE :

- Concevoir un "musée écologique" intégrant des principes de durabilité environnementale, avec des espaces extérieurs significatifs, afin de proposer une solution architecturale répondant aux carences en équipements publics et culturels, et en espaces verts dans la ville de Blida.
- Utilisez des murs et des toitures végétalisés ainsi que des matériaux de construction et d'isolation innovants, garantissant des performances thermiques optimales et une efficacité énergétique substantielle.

5 | OBJECTIFS :

- Créer des espaces verts et des jardins extérieurs favorisant la biodiversité locale et offrant des zones de détente naturelles.
- Assurer une intégration optimale du projet dans son environnement urbain et paysager.
- Intégrer des systèmes de production d'énergie renouvelable, pour améliorer le confort thermique et réduire significativement la consommation d'énergie.

6 | MÉTHODOLOGIE :

Une démarche méthodologique [présent dans le schéma] a été suivie afin d'arriver à nos objectifs.

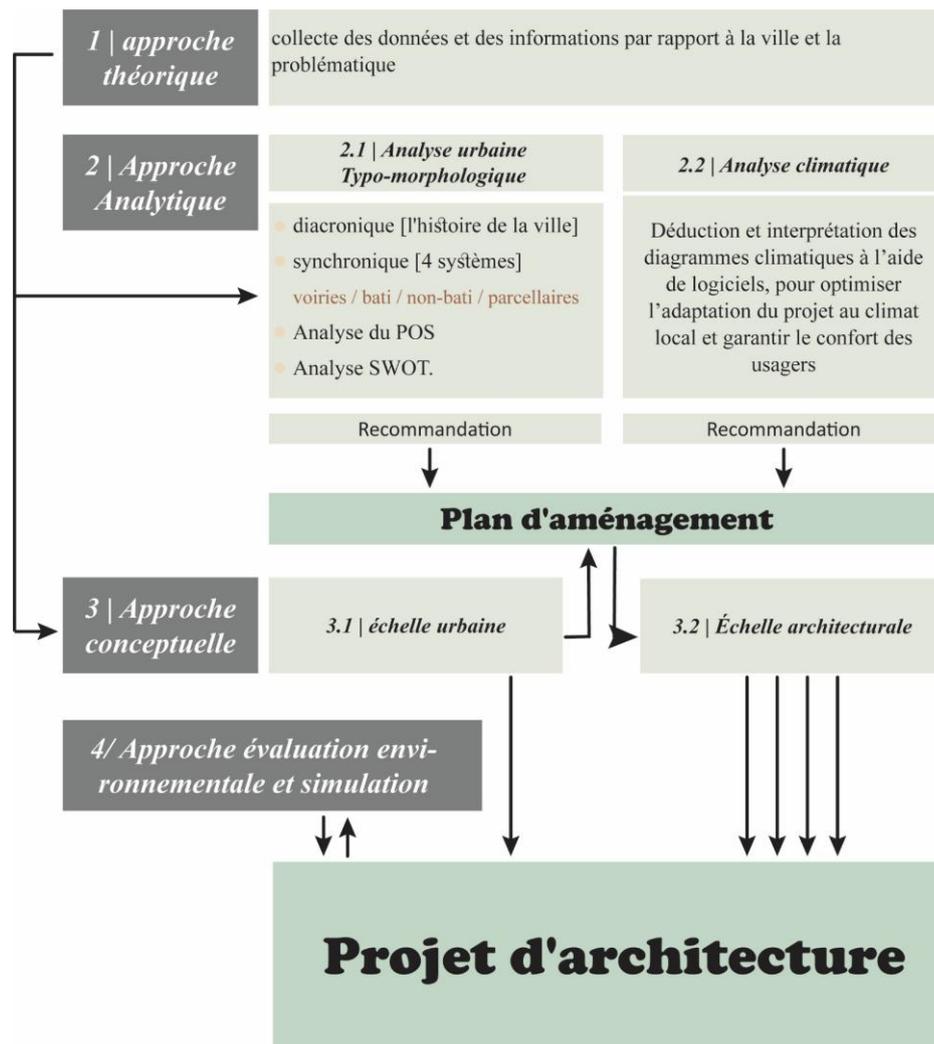


Figure 1. Méthodologie. Source : Auteurs,2025

7 | STRUCTURATION DU MÉMOIRE

- **Chapitre 1** : Ce chapitre introduit le cadre général de l'étude en abordant le thème de l'atelier « Architecture, environnement et technologie ». Il définit la problématique générale et spécifique en lien avec les problèmes de la ville de Blida et l'utilisation de matériaux recyclés, tout en proposant des hypothèses adaptées au contexte étudié. Il présente également la méthodologie de recherche qui structure notre travail.

- **Chapitre 2 :** Dans le second chapitre, une revue de la littérature scientifique est présentée pour comprendre les concepts liés à la problématique étudiée. Il propose une définition claire de ces concepts et explore leurs dimensions théoriques et pratiques.

Ce chapitre comprend également une analyse d'exemples pertinents, réalisée selon les objectifs de l'atelier, afin d'identifier les exigences fonctionnelles et de développer une programmation quantitative et qualitative. Enfin, une synthèse résume les idées principales, mettant en lumière les éléments clés pour orienter la suite de la recherche.

- **Chapitre 3 :** Ce chapitre est structuré en deux parties principales.
 - La première partie est consacrée à une analyse approfondie de la ville de Blida, incluant une étude urbaine, une analyse du site et des conditions climatiques. Cette étape permet d'examiner les caractéristiques urbaines, l'organisation spatiale, les infrastructures existantes et les contraintes spécifiques du site. Sur la base de ces analyses, des recommandations et des stratégies sont formulées pour intégrer le projet au sons contexte en réduisant son impact environnemental.
 - Dans la deuxième partie de cette étude, l'accent est mis sur la conception architecturale, en s'appuyant sur les référents internes et externes qui ont été identifiés lors des analyses précédentes [Les exemples, la ville, le site...] et autres éléments pertinents.
- **Chapitre 4 :** ce chapitre est dédié à la phase de simulation. À l'aide d'outils de modélisation, différents scénarios et stratégies sont testés afin d'évaluer et d'optimiser les performances énergétiques du projet.

CHAPITRE 02 : ETAT DES CONNAISSANCES

II | CHAPITRE 02 : ETAT DES CONNAISSANCES.

1 | INTRODUCTION :

Dans la perspective de garantir un confort optimal à l'intérieur de notre projet tout en assurant une efficacité énergétique, nous explorerons différentes stratégies et solutions architecturales dans ce chapitre, afin d'optimiser le confort et l'efficacité énergétique.

A travers ce chapitre, nous allons essayer de définir les concepts et les connaissances à l'échelle environnementale, par la suite des définitions de la thématique du projet architectural suivie par l'analyse des exemples pertinents qui se rapportent à la thématique de musée écologique.

2 | CONCEPTS GÉNÉRAUX :

2.1 | L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE :

L'efficacité énergétique comme un ensemble de stratégies et de technologies visant à optimiser la consommation d'énergie tout en réduisant les pertes (Baudry, 2015) .

L'efficacité énergétique s'impose comme un facteur essentiel dans la lutte contre le changement climatique. En optimisant la consommation d'énergie, elle permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre, qui sont les principaux facteurs du réchauffement climatique. De plus, l'amélioration de l'efficacité énergétique permet non seulement de réduire les importations d'énergies fossiles favorisant la transition vers les énergies renouvelable, mais aussi d'améliorer les conditions de vie. et de limiter les impacts environnementaux. (Efficacité énergétique et changement climatique., 2013).

L'Algérie a mis en place plusieurs initiatives pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire sa dépendance aux énergies fossiles. Le gouvernement a instauré plusieurs programmes et réglementations, tels que le Programme National d'Efficacité Énergétique (PNEE), ce dernier vise à encourager la mise en œuvre de pratiques et de technologies innovantes, autour de l'isolation thermique des constructions existantes et nouvelles dans le secteur du bâtiment (l'énergie). La Loi sur la Maîtrise de l'Énergie (2005) établit un cadre pour promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Des agences telles que l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (APRUE) et le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) jouent un rôle essentiel dans la mise en œuvre de ces initiatives.

2.2 | L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :

2.2.1 / Définition :

L'architecture bioclimatique est définie comme une approche de conception qui prend en compte le climat local pour optimiser le confort thermique des bâtiments tout en minimisant la consommation d'énergie. En 1953, Olgay a inventé le terme bioclimatique, utilisé dans son livre (Olgay, 1970) (Evans, 2007). L'approche bioclimatique a pour but de créer une architecture de grand confort tout en utilisant peu de systèmes de climatisation mécanique. La stratégie est de travailler avec la force de la nature et d'utiliser les ressources naturelles en notre faveur pour créer les conditions les plus appropriées. (alvaroruiarquitectura.com).

. Selon Clément Gaillard dans son livre "Bioclimatique", cette méthode utilise le potentiel climatique pour rafraîchir ou chauffer les habitations, en s'appuyant sur des technologies et des pratiques de construction adaptées aux spécificités locales.

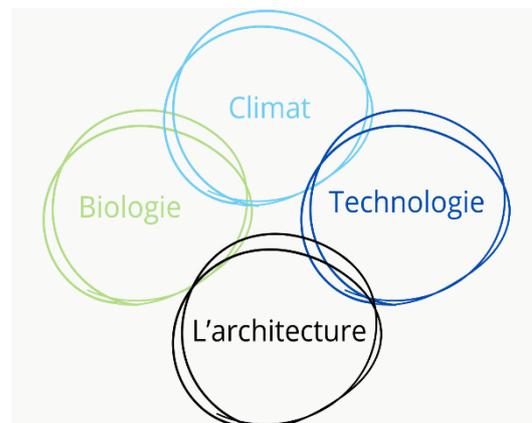
2.2.2 / Les Bases De L'architecture Bioclimatique :

2.2.2.1 / Isolation :

L'isolation thermique est cruciale pour maintenir une température intérieure stable et confortable tout au long de l'année. Les matériaux isolants aident à réduire les pertes de chaleur en hiver et à garder la fraîcheur en été. Ce qui entraîne une diminution de la consommation d'énergie. En réduisant les variations de température à l'intérieur du bâtiment, l'isolation contribue à un confort thermique accru pour les occupants. De plus, en diminuant la consommation d'énergie, l'isolation contribue également à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les bâtiments bien isolés ont tendance à durer plus longtemps et nécessitent moins de maintenance, ce qui en fait une option plus durable.

2.2.2.2 / Orientation :

L'orientation du bâtiment est cruciale pour maximiser les apports solaires en hiver et minimiser la surchauffe en été. Les fenêtres doivent être orientées principalement vers le sud (dans l'hémisphère nord) pour capter la chaleur du soleil en hiver, tout en utilisant des



dispositifs de protection solaire comme les auvents et les brise-soleil pour éviter la surchauffe estivale. Il est également important de prendre en compte les vents dominants pour améliorer la ventilation naturelle et de concevoir des bâtiments compacts pour conserver la chaleur. En appliquant ces principes, améliorant le confort thermique et réduisant la consommation d'énergie.

2.2.2.3 / Ventilation :

La ventilation naturelle permet de renouveler l'air intérieur sans recourir à des systèmes mécaniques, en exploitant les différences de pression et de température. Les cheminées solaires, les ouvertures stratégiquement placées et les puits canadiens sont des exemples de dispositifs de ventilation naturelle.

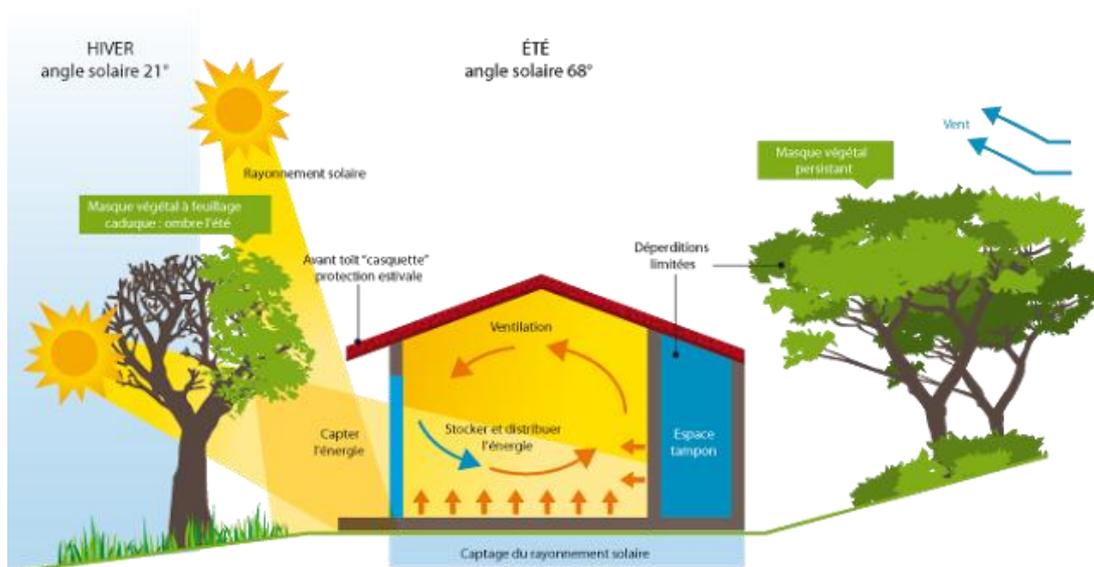


Figure 2: les différents bases de l'architecture bioclimatique. Source: : www.e-rt2012.fr

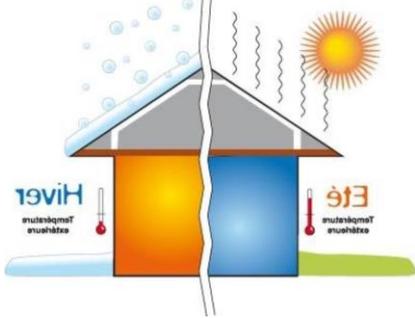
2.3 | Le Confort :

Le confort en architecture peut être défini comme l'ensemble des conditions physiques, sensorielles et psychologiques qui permettent aux occupants d'un espace bâti de ressentir un bien-être optimal.

Il repose sur plusieurs aspects fondamentaux :

Tableau 1: types de confort.. Source: <https://passivact.fr/>.

Aspect du confort	Définition	illustration

<p>Confort thermique</p>	<p>Sensation du bien-etre liée à la température et au climat interieur.</p>	 <p>Figure 3: illustration sur le confort thermique ete et hiver. Source: www.mafuturemaison.fr</p>
<p>Confort acoustique</p>	<p>Réduction des nuisances sonores pour un environnement paisible</p>	 <p>Figure 4: le confort acoustique. Source: silentworld.com.tr</p>
<p>Confort visuel</p>	<p>Qualité de la lumiere naturelle et artificiel pour le bien etre des occupants</p>	 <p>Figure 5: confort visuel. Source: enerteam.org</p>
<p>Confort ergonomique</p>	<p>Adaptaion des espaces et mobilier aux besoins des usager</p>	 <p>Figure 6: ergonomique de bureau. Source: 5d.com</p>

<p>Confort sensoriel</p>	<p>Influence de l'architecture sur les émotions et la perception des espaces</p>	 <p>Figure 7: intégration de la nature dans le projet. Source: ucl.com</p>
--------------------------	--	--

2.4 | La végétation :

2.4.1 | L'impact de la végétation dans l'efficacité énergétique :

2.4.1.1 | Végétation et régulation thermique :

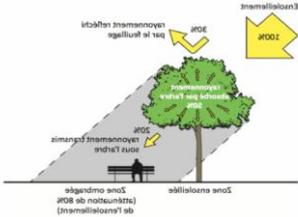
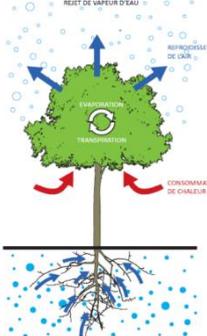
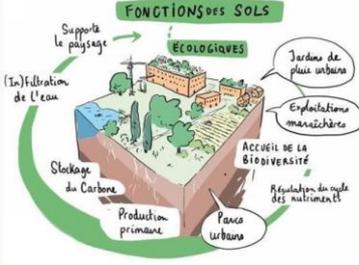
La végétation joue un rôle fondamental dans la régulation thermique et la préservation de l'environnement. En intégrant des plantes sur les façades et toitures des bâtiments, on bénéficie non seulement d'un espace visuellement agréable, mais aussi d'une multitude d'avantages écologiques. Les plantes fournissent de l'ombre, réduisent la température des surfaces et des bâtiments et améliorent l'isolation thermique grâce aux toits et murs végétalisés. De plus, par le processus d'évapotranspiration, les plantes libèrent de l'eau sous forme de vapeur, ce qui refroidit l'air environnant.

2.4.1.2 | Effet De l'îlot Fraicheur :

Un îlot de fraîcheur urbain (IFU) est un espace, ouvert ou fermé, accessible au public, qui présente des températures ambiantes sensiblement inférieures aux zones urbaines alentour en période diurne. Son objectif est d'offrir un refuge aux populations lors des journées chaudes. Ces espaces peuvent être aménagés avec une canopée arborée pour l'ombre, des arbustes et végétation herbacée pour optimiser l'évapotranspiration, un point d'eau (fontaine, brumisateur) pour renforcer le rafraîchissement, et du mobilier urbain pour le confort des usagers. (Agence d'Urbanisme Bordeaux, 2021).

Tableau 2: les mécanisme de îlot de chaleur.Source: AURA, 2020

Mécanisme	Explication	Illustration
-----------	-------------	--------------

<p>Ombre de la végétation</p>	<p>Les arbres et plantes créent de l'ombre qui réduit l'exposition directe des surfaces au soleil.</p>	 <p>Figure 8: effet de l'ombre de la végétation. Source: Aura,2020.</p>
<p>Évapotranspiration</p>	<p>Les plantes relâchent de la vapeur d'eau, ce qui consomme de la chaleur et rafraîchit l'air ambiant.</p>	 <p>Figure 9: effet de évapotranspiration. Source: Aura,2020.</p>
<p>Réduction des surfaces minérales.</p>	<p>Les sols végétalisés accumulent moins de chaleur que le béton ou l'asphalte.</p>	 <p>Figure 10: effet des sol vegetale. Source:www.cerema.fr.</p>

2.4.2 | TOITURES VÉGÉTALISÉS :

2.4.2.1 | Définition :

Une toiture végétalisée, ou toit vert, est un toit partiellement ou entièrement recouvert de végétation et de substrat de culture, offrant des avantages écologiques tels que



Figure 12: toiture végétalisé. Source: systemed.fr



Figure 11: une toiture végétalisé. Source: new home source.com

l'isolation thermique, la réduction des écoulements d'eau de pluie, et l'atténuation de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

2.4.2.2 | Les types de toit végétalisé :

Tableau 3: les types des toitures végétalisé. Source: <https://www.soprema.fr/>.

Le type	intensive	semi-intensive	extensive
Epaisseur substrat	Plus 30 cm	15 a 30 cm	2 a 15 cm
poids	Plus 600 kg/m ² .	150 a 350 kg/m ²	Env.100 kg/m ²
Support admissible	béton	Béton ,acier,bois	Béton,acier,bois
Choix de végétation	Très large	large	restreint
entretien	important	limité	faible
cout	élevé	moyen	économique
photo			

2.4.2.3 / La composition de la toiture végétalisée :

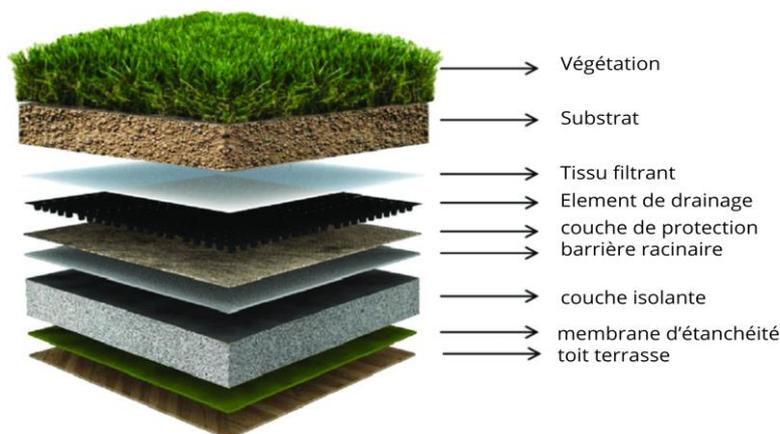


Figure 13: les composants de la toitures végétalisé
Sources: reaserchgate.net

La toiture végétale est composée généralement d’un ensemble des éléments suivants :

2.4.3 / Le mur végétalisé :

Les murs végétalisés (green wall, living wall ou vertical garden en anglais) se divisent en deux groupes, soit les façades végétalisées avec des plantes grimpantes et les murs vivants, constitués de plantes enracinées dans un support vertical.

Ces murs peuvent être installés à l’intérieur ou à l’extérieur. Chaque type possède ses caractéristiques propres et est composé de végétaux spécifiques. (SQP-MURSVEGETAL).

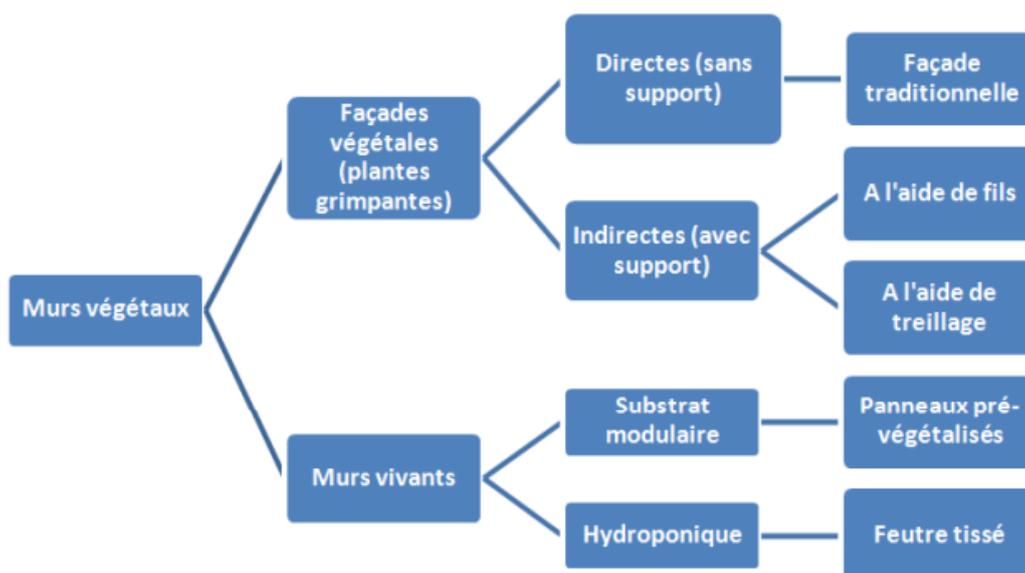


Figure 14: les types des murs végétaux. Source BENHALILOU, 2021.

2.4.3.1 / Façade végétale :

Une façade végétale est un système dans lequel des plantes grimpantes se développent sur un mur ou une structure adjacente (treillis, câbles) en recouvrant la surface verticale du



Figure 15: facades végétales. Source : BENHALLOU, 2021

bâtiment. Ces plantes peuvent être fixées directement ou indirectement à la façade et dépendent du sol naturel ou de jardinières pour leur croissance.

2.4.3.2 / Murs vivants :

Les murs vivants sont constitués de panneaux modulaires généralement pré-cultivés et/ou de systèmes de tissus intégrés utilisant le feutre géotextile ou les mousses comme support pour les plantes (Pulesell & al, 2014) (Haggag et al, 2014).

Tableau 4: les types de murs vivants Source: Société Québécoise de Phytotechnologie (2022).

Type de mur vivant	Définition	Avantages	Inconvénients	Usage recommandé	photo
Système de feutre tissé	Feutres synthétiques fixés verticalement sur le mur avec des poches pour les plantes et un système d'irrigation intégré.	Léger, bonne répartition de l'eau	Moins durable, nécessite un entretien fréquent	Petites surfaces, murs intérieurs ou décoratifs	
Système de panneaux modulaires	Modules rigides pré-remplis de substrat fixés sur la façade, avec un système d'irrigation et drainage par module.	Durable, facile à remplacer et entretenir	Plus lourd, coût d'installation plus élevé	Plus lourd, coût d'installation plus élevé	

2.5 | LES TECHNOLOGIES DURABLES :

Les technologies durables sont des innovations et des solutions technologiques qui réduisent au minimum leur empreinte écologique, limitent l'utilisation de ressources naturelles et les émissions de polluants, tout en favorisant l'efficacité énergétique

En architecture, les technologies durables se réfèrent à toutes les méthodes, matériaux et innovations qui ont pour but de minimiser l'impact écologique des constructions tout en assurant un confort maximal pour leurs habitants. Ce ci se résume dans le schéma suivant

2.5.1 / *Le panneau solaire :*

L'énergie solaire est présente partout « énergie ambiante », intermittente (cycle journalier et saisonnier), propre (sans déchet, et disponible (pas de tarif, pas d'intermédiaire, pas de réseau. Cependant, elle nécessite des installations pour sa conversion en chaleur ou en électricité (Liebard, 2004)

C'est l'un des sources de l'énergie naturelle qui offre une alternative durable aux énergie fossile, contribuant aussi réduction les émissions à effet de gaz à effet de serre.

Dans nos jours l'intégration de ces sources renouvelable est une nécessité pour la conception architecturale pour avoir des bâtiments respectueux de l'environnement, économe de l'énergie et harmonie avec son contexte écologique

On peut distinguer 2 familles des panneaux solaires :

2.5.2 / *Les panneaux solaires photovoltaïques :*

Ce sont des panneaux qui transmettent l'énergie solaire à l'énergie électrique. à travers le composant de base les cellules photovoltaïques, de cette manière suivante :

- **Circulation des Électrons :** La différence de potentiel génère un courant électrique lorsque les électrons excités commencent à circuler à travers la cellule. Ce courant électrique peut être capturé et utilisé comme source d'énergie électrique. . (bouzir.b, 2024)
- **Circuit Électrique :** Les cellules photovoltaïques sont généralement connectées en série ou en parallèle pour former des panneaux solaires. Ces panneaux sont ensuite intégrés dans des systèmes solaires plus vastes. Le courant électrique généré peut être utilisé directement ou stocké dans des batteries pour une utilisation ultérieure. (bouzir.b, 2024)

- Inversion du Courant Continu : L'électricité générée par les cellules photovoltaïques est généralement sous forme de courant continu. Pour la plupart des applications domestiques, ce courant continu est ensuite inversé en courant alternatif à l'aide d'un onduleur, car la plupart des appareils électriques fonctionnent avec ce type de courant. (bouzir.b, 2024)

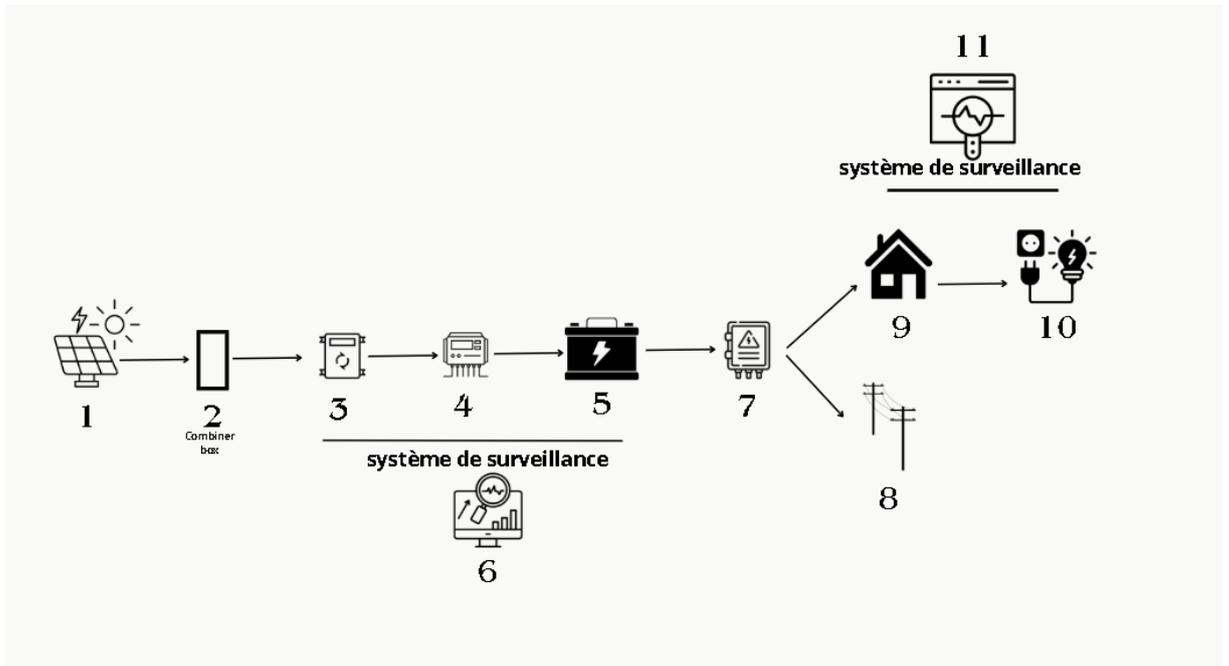


Figure 16: le fonctionnement de pv. Source: Auteurs,2025.

- 1- Les panneaux photovoltaïques produisent un courant électrique continu.
- 2- la boîte de combinaisons sert à combiner les sorties de plusieurs panneaux dans un seul circuit
- 3- le régulateur optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection.
- 4- l'onduleur transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteur AC.
- 5- les batteries sont chargées de jour pour pouvoir alimenter la nuit ou les jours de mauvais temps.
- 7- le compteur.

2.5.2.1 / Les types des panneaux photovoltaïques :

- Monocristallin : Ces panneaux sont fabriqués à partir d'une seule structure cristalline de silicium. Ils ont un rendement élevé et sont souvent utilisés dans des espaces limités où l'efficacité est cruciale. (bouzir.b, 2024)

- Polycristallin : Ils sont fabriqués à partir de plusieurs cristaux de silicium. Bien que légèrement moins efficaces que les panneaux monocristallins, ils sont plus abordables à produire et conviennent à des installations de plus grande taille. . (bouzir.b, 2024)
- Les panneaux à couches minces : offrent une alternative légère et flexible utilisent des matériaux semiconducteurs différents du silicium pour absorber la lumière du soleil. (bouzir.b, 2024)

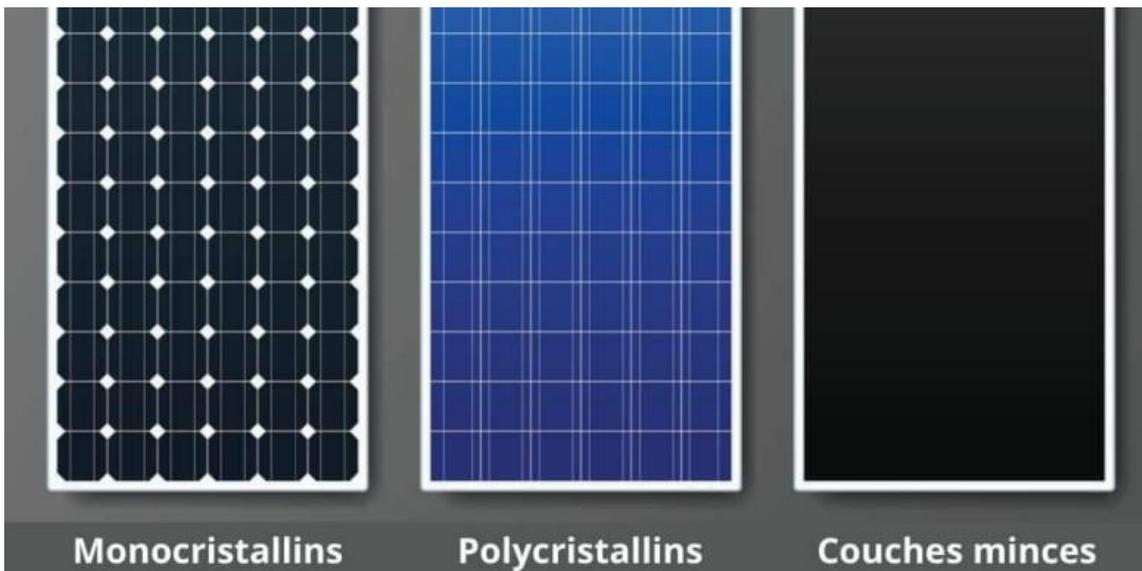


Figure 17: les types des panneaux photovoltaïque Source : vareyn solar.com

2.5.2.2 / Des technologies émergentes :

Ces technologies aident à élever le rendement et l'efficacité de ces panneaux voici quelques-unes :

- Les panneaux bifaciaux : sont conçus pour capturer la lumière du soleil des deux côtés, augmentant ainsi la production d'énergie. Ces panneaux peuvent tirer parti de la réflexion de la lumière sur des surfaces adjacentes, telles que des murs ou le sol.

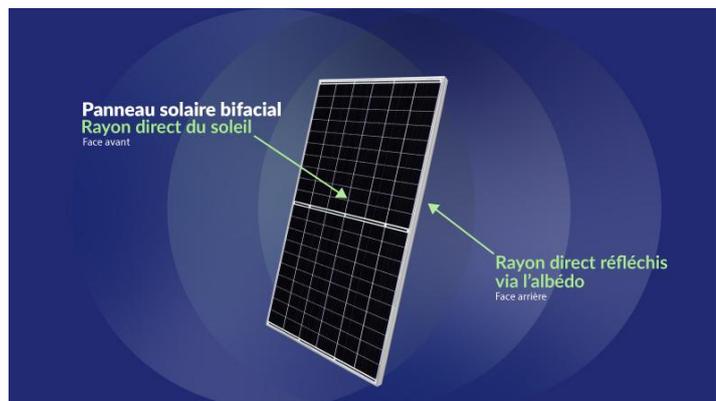


Figure 18: panneau bifaciaux Source : www.photowatt.com/fr

- Technologie PERC (Passivated Emitter Rear Contact) : Les cellules PERC ajoutent une couche supplémentaire à l'arrière de la cellule solaire pour améliorer la collecte des électrons. Cela
- Cellules Solaires en Pérovskite : sont fabriquées à partir d'un matériau moins coûteux que le silicium. Bien que toujours en développement, elles ont le potentiel d'atteindre des rendements élevés avec une production moins coûteuse

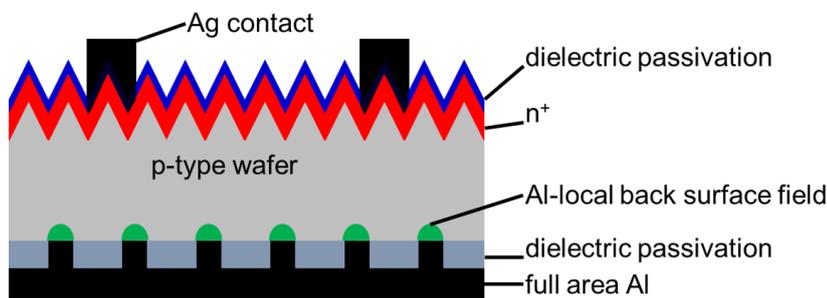


Figure 19 technologie PERC
Source : <https://pv-manufacturi>

- Panneaux Solaires Flexibles : Les panneaux solaires flexibles utilisent des matériaux légers et flexibles, tels que le plastique, pour créer des panneaux qui peuvent s'adapter à des surfaces courbes. Cela ouvre de nouvelles possibilités pour l'intégration dans des applications comme les textiles solaires ou les surfaces incurvées des bâtiments.



Figure 20 panneau solaire flexible.
Source : <https://www.monkitsolaire.fr/>

2.5.3 / Panneau solaire thermique :

Les panneaux solaires thermiques fonctionnent en exploitant le principe de la conversion d'énergie solaire en chaleur utilisée pour chauffer des fluides ou des matériaux.

Leur fonctionnement est :

* l'absorption de chaleur : a travers d'un matériau sombre la chaleur qui recouvers le panneau les capteurs absorbe la lumiere.



Figure 21 cellule solaire ne pérovskite
Source : <https://www.monkitsolaire.fr/>

* Conversion de la lumière en chaleur : L'énergie lumineuse absorbée par les capteurs solaires est convertie en chaleur, élevant la température du fluide caloporteur circulant à travers ces capteurs.

Circulation du fluide caloporteur : Le fluide caloporteur, tel que de l'eau ou de l'huile thermique, circule à travers les capteurs solaires chauffés. Il absorbe la chaleur générée par l'absorption de la lumière solaire.

* Transfert de chaleur : La chaleur absorbée par le fluide caloporteur est ensuite transférée à un système de stockage thermique ou à un système de distribution, selon l'application spécifique du système solaire thermique.

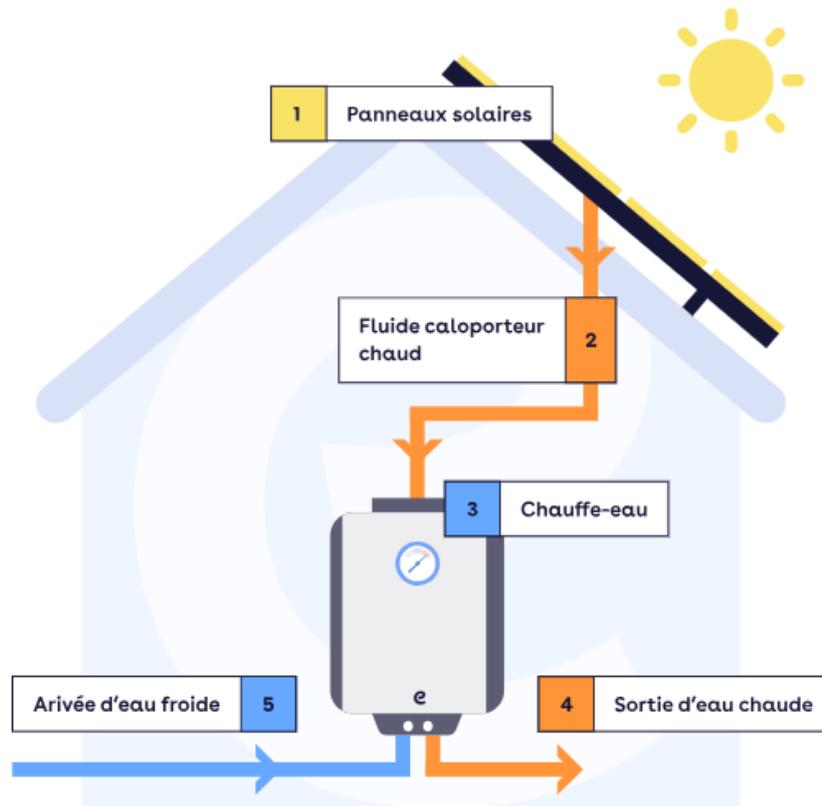


Figure 22 : schéma de fonctionnement d'un panneau solaire thermique
Source : <https://www.quelleenergie.fr/>

2.5.4 / GESTION DURABLE DE L'EAU :

Dans les projets d'architecture, la gestion écoresponsable de l'eau vise à maximiser l'usage des ressources hydriques, de réduire le gaspillage, d'augmenter l'efficacité et diminuer l'empreinte écologique.

La gestion durable de l'eau repose sur trois principes fondamentaux : la rationalisation de la consommation, la gestion des eaux pluviales et la réutilisation [recyclage] des eaux usées. Elle vise à réduire les déchets grâce à une utilisation optimale des ressources disponibles, à l'adoption d'équipements des appareils économes qui consomment moins d'eau, et à la sensibilisation des utilisateurs.

La récupération de l'eau de pluie via des toits verts, des couvertures perméables et des bassins de rétention permet d'optimiser son utilisation. La réutilisation de l'eau, qu'il s'agisse d'eau de pluie ou d'eau usée après traitement, contribue certainement aux usages non potables, comme l'irrigation, en réduisant la consommation d'eau potable et en fournissant une source semi-permanente.

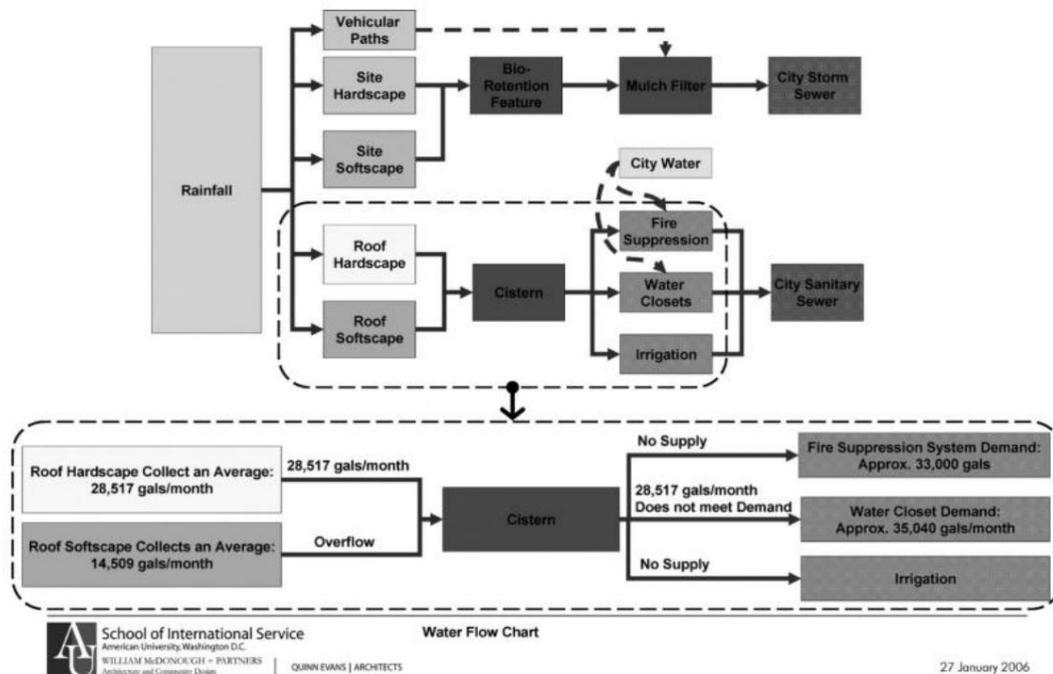


Figure 3.1 Water balance chart and analysis of the rainwater system for American University School of International Service designed by Quinn Evans Architects with William McDonough Partners. (Courtesy of Quinn Evans Architects)

Conception de systèmes de récupération des eaux de pluie : intégration de l'eau de pluie dans les systèmes de construction chapitre 03 : de l'eau pour les bâtiments assoiffés

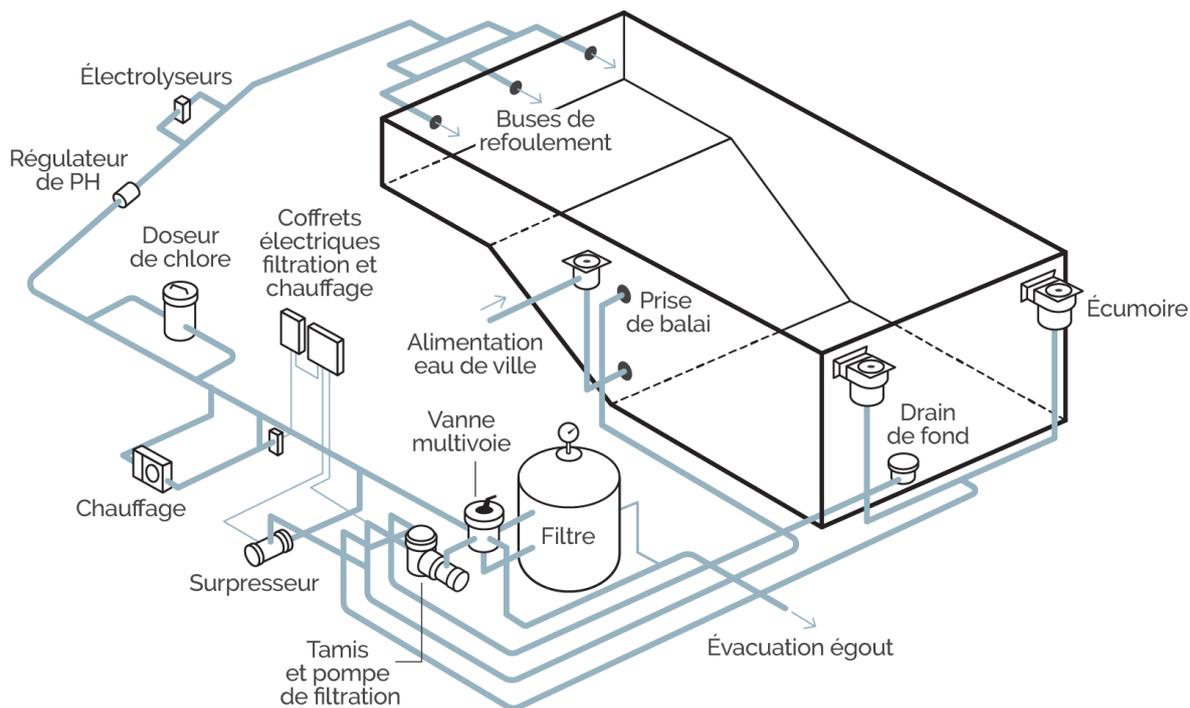


Figure 23 : schéma de la circulation et filtration d'un bassin avec écumoire.
 Source : Le guide d'exploitation des piscines est pataugeoires

3 | Définition de la thématique du projet :

3.1 | La définition de musée :

-L'étymologie du mot "musée" provient du grec ancien "mouseion" (Μουσείον), qui désignait un sanctuaire dédié aux Muses, les déesses des arts et des sciences. Ce terme a été adopté en latin sous la forme "museum" et a évolué pour désigner les lieux où l'on conservait des collections d'objets d'art, de science et de culture. (Genowas, 2008)

Selon le Petit Robert, un musée est un établissement dans lequel sont rassemblées et classées des collections d'objets d'intérêt historique, technique, scientifique, artistique, en vue de leur conservation et de leur présentation au public.

-Selon : (l'ICOM, 2021) :

Un musée est une institution permanente, sans but lucratif, au service de la société et de son développement, ouverte au public et qui fait des recherches concernant les témoins matériels de l'homme et de son environnement, acquiert ceux-là, les conserve, les communique et notamment les expose à des fins d'études, d'éducation et de délectation.

3.2 | L'histoire du musée :

Les musées, dont les origines remontent à l'Antiquité avec les collections privées des élites ont connu une évolution fascinante. Au Moyen Âge et à la Renaissance, les cabinets

de curiosités des nobles et des rois ont pris forme. Le concept de musée public a commencé à émerger aux XVIIe et XVIIIe siècles, rendant les collections royales accessibles au public. Le XIXe siècle a marqué une expansion rapide et une démocratisation des musées, les transformant en institutions éducatives accessibles à un plus large public. Au XXe et XXIe siècles, les musées ont intégré des innovations technologiques pour enrichir l'expérience des visiteurs, tout en faisant face à des défis contemporains tels que l'accessibilité et la durabilité. Ainsi, l'histoire des musées reflète l'évolution culturelle et sociale de l'humanité à travers les âges. (Genowas, 2008).

3.3 | Les types de musées :

3.3.1 / Musées d'art :

Conçus pour exposer des œuvres d'art, ces musées nécessitent des espaces bien éclairés et des plans flexibles pour accueillir des expositions temporaires.

Exemple : de musée d'Art Musac, à Léon France, Emilion Tunon et Louis Morenos, dédié à l'Art contemporain.



Figure 24: Musée d'art Musac.
Source : <https://www.spain.info/f>

3.3.2 / Musées d'Histoire :

Ces musées préservent et présentent des objets et des artefacts liés à l'histoire locale, nationale ou mondiale, souvent dans des bâtiments anciens ou réhabilités.

Exemple : Musée de Bardo, Alger Algérie, ancienne villa 1930



Figure 25: musée bardo.
Source: : <https://www.horizons.dz/>

3.3.3 / *Musées scientifiques :*

Spécialisés dans l'exposition de découvertes scientifiques et d'innovations technologiques, ces musées intègrent souvent des éléments interactifs et éducatifs.

Exemple : Musé Exploratorium, San Francisco, Etat-Unis, Bernard Tschumi, achevé en 2019, propose des expositions interactives sur les sciences naturelles et physiques.



Figure 26: Musé d' Exploratorium.
Source: <https://www.introba.com/>

3.3.4 / *Musées culturels :*

Qui ont pour objet, dont la réunion permet de mettre en avant la particularité d'un pays, d'une région, d'une époque.

Exemple : Institut du monde arabe
» Paris, ouvert depuis décembre 1987, (jean Nouvel, pierre Soria) qui a tenté là une synthèse entre culture arabe et culture occidentale.



Figure 27: Musé Louvre de Paris
Source : <https://presse.louvre.fr/>

3.3.5 / *Musées généraux :*

Qui regroupent (englobent) plusieurs départements qui ont chacun un thème différent (science ; art ; culture ; histoire ; ...).

Exemple : Le musée du Louvre, à Paris, depuis 1793. Ancien palais, Il comprend six départements : Antiquités grecques et romaines, Antiquités orientales, Antiquités égyptiennes, Peintures, Sculptures, Objets d'art.



Figure 28:Figure 14: Musé de monde arabe.source : www.lesitedelevenementiel.com/

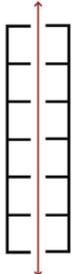
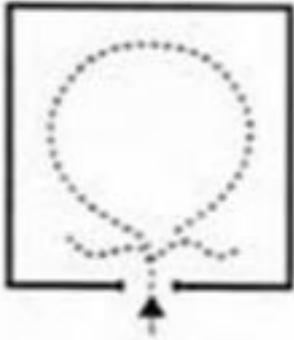
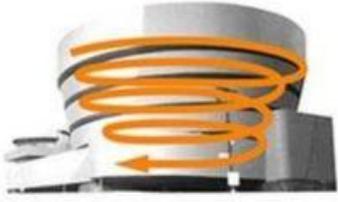
3.4 | Notion autour du musée :

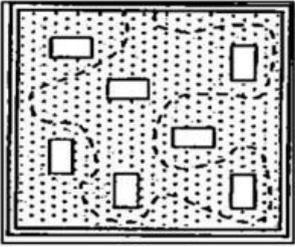
3.4.1 | Les parcours :

"Un musée doit être une promenade, une invitation à la découverte, où l'espace guide naturellement le visiteur."

On peut distinguer plusieurs types des parcours :

Tableau 5: les types de parcours. Sources: Auteurs,2025.

Le parcours	explication	illustration
linéaire	Un parcours linéaire guide le visiteur sans détour et l'invite à suivre une narration fluide et immersive.	 <p>Figure 29: schéma de parcours linéaire. Source: Pinterest</p>
en blocs	Un parcours en bloc offre une liberté de circulation, permettant aux visiteurs d'explorer l'espace sans itinéraire imposé.	 <p>Figure 30: schéma de parcours en bloc. Source : Pinterest.</p>
Ruban	un parcours fluide et continu qui guide les visiteurs à travers les espaces d'exposition sans interruption	 <p>Figure 31: schéma de parcours ruban spirale. Source: Pinterest.</p>

<p>labyrinth</p>	<p>un parcours complexe et sinueux qui plonge le visiteur dans une exploration immersive</p>	 <p>Figure 32: schema de parcours labyrinth. Source: Pinterest.</p>
------------------	--	---

3.4.2 / *Mode d'exposition :*

Tableau 6: les mode d'exposition:Source: Auteurs,2025.

Mode d'exposition	Illustration
<p>Accroché au mur</p>	 <p>Figure 33: exemple d'accroché des tableaux au murs. Source:https://www.alamyimages.fr/.</p>
<p>Vitrines</p>	 <p>Figure 34: exposition en vitrine. Source: https://www.techni-contact.com/</p>

<p>Socles</p>	 <p>Figure 35: exposition en socle. Source: https://ideat.fr/</p>
<p>Exposition par terre</p>	 <p>Figure 36: exposition en terre. Source: https://www.sortiraparis.com/</p>
<p>Suspendue par des câbles au plafond</p>	 <p>Figure 37: exposition suspendu. Source: https://www.iguzzini.com/.</p>

3.4.3 / *La lumière* :

"L'éclairage crée des expériences visuelles dans toute exposition. Il module et accentue le paysage visuel, améliorant ainsi l'impact d'une présentation. La lumière est essentielle pour l'impression spatiale et l'appréciation de l'art." (Licht, 2007.)

3.4.3.1 | L'éclairage naturel :

Deux types principaux de l'éclairage naturel : zénithale et latérale.

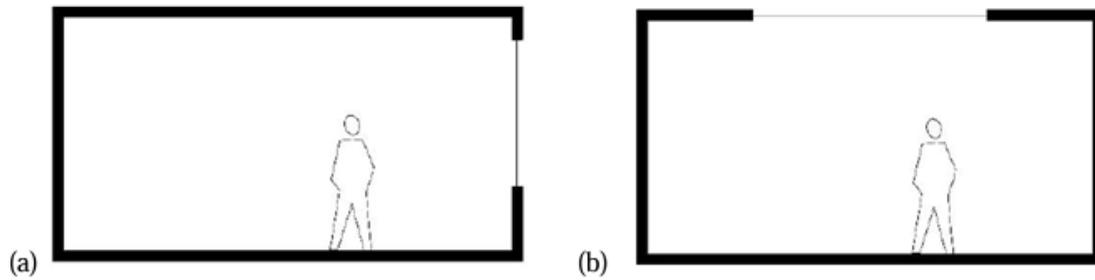


Figure 38 : Figure 40: éclairage latérale et zénithale. Source: Iordanidou, 2017

- L'éclairage zénithal :

L'éclairage zénithal est une technique d'éclairage naturel où la lumière du jour entre par le haut, généralement à travers des puits de lumière, des verrières, ou des fenêtres de toit. (d'ambiance, s.d.)

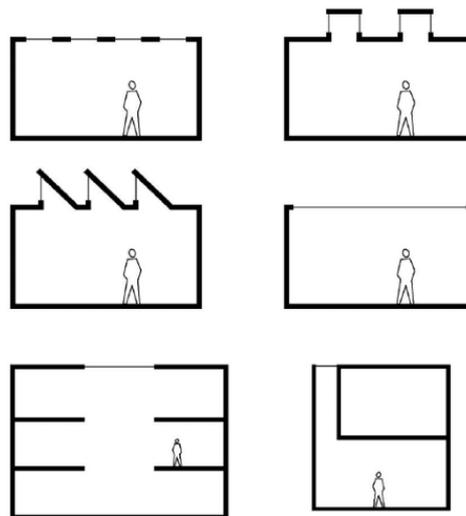


Figure 39: les différents types de l'éclairage zénithale. Source: Iordanidou, 2017

- l'éclairage latéral :

L'éclairage latéral est une technique d'éclairage naturel où la lumière entre par les ouvertures situées sur les façades du bâtiment. On peut distinguer 2 types d'ouvertures : les fenêtres et les claires-voies.

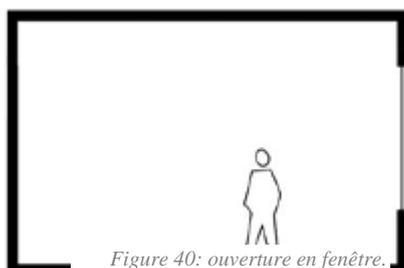


Figure 40: ouverture en fenêtre. Source : Iordanidou, 2017

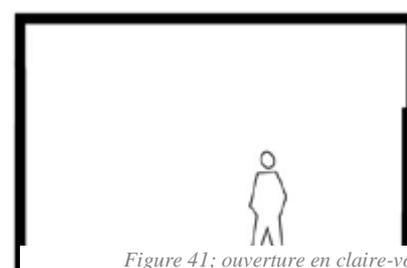


Figure 41: ouverture en claire-voie. Source : Iordanidou, 2017

3.4.3.2 / *L'éclairage artificiel :*

L'éclairage muséal artificiel désigne l'ensemble des dispositifs lumineux utilisés pour illuminer les espaces d'exposition, en complément ou en remplacement de la lumière naturelle. Il joue un rôle clé dans la mise en scène des œuvres et la création d'une ambiance immersive.

- **Éclairage d'accentuation** : Utilisation de spots pour mettre en valeur des œuvres spécifiques.
- **Éclairage ambiant** : Assure une luminosité homogène dans l'ensemble des salles d'exposition.
- **Éclairage directionnel** : Oriente la lumière pour éviter les reflets et améliorer la lisibilité des œuvres.
- **Éclairage dynamique** : Adaptation de l'intensité selon les besoins de conservation et de mise en scène.



Figure 45: éclairage d'accentuation.
Source: <https://www.batiproduits.com/>



Figure 44: éclairage ambiant.
Source: <https://www.lightzoomlumiere.fr/>



Figure 43: éclairage directionnel.
Source: <https://fr.freepik.com/>



Figure 42: éclairage dynamique.
Source: <https://journals.openedition.org/>

4 | ANALYSE DES EXEMPLES :

4.1 | Muse - Museo delle Scienze di Trento [Musée des Sciences de Trente]

Tableau 7 : Analyse d'exemple - MUSE, Trente. Source: Site officiel du musée (<https://www.muse.it>)

Concepts et principes urbains	Concepts et principes architecturaux	Concepts et principes environnementaux
<ul style="list-style-type: none"> • Intégration paysagère et zones vertes : Le musée s'intègre harmonieusement à son environnement naturel grâce à des jardins et espaces verts, créant une continuité entre intérieur et extérieur pour enrichir l'expérience des visiteurs. • Installé sur une ancienne friche industrielle, le musée redonne vie au site en le transformant en un lieu culturel  <p>Figure 46 : Plan d'aménagement du site. Source : ArchDaily</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Par l'usage du verre, du métal et de toitures inclinées rappelant les reliefs alpins, le musée exprime une harmonie entre architecture contemporaine et environnement naturel. • À l'intérieur, les volumes ouverts et généreux offrent la liberté d'accueillir des expositions de toutes tailles, dans un espace adaptable et lumineux.  <p>Figure 47 : Photographie du bâtiment – MUSE, Trente. Source : ArchDaily</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pour garantir la durabilité, le MUSE a été construit en utilisant des matériaux naturels provenant de la région du Trentin, Cette méthode diminue l'empreinte carbone liée au transport des matériaux  <p>Figure 48 : Schéma énergétique du MUSE. Source : ArchDaily</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le musée est équipé de systèmes automatisés centralisés qui optimisent la consommation d'énergie à partir de sources renouvelables, notamment l'énergie solaire [PV]

4.2 | Exemple N°02 : Académie des sciences de Californie :

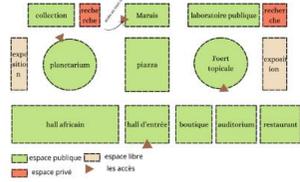
L'EXEMPLE	URBAIN	ARCHITECTURALE	ENVIRONNEMENTALE
	<p>Implantation: Il est principalement entouré par la nature du parc. Cependant, à quelques blocs du parc, on trouve des habitations et des zones urbaines.</p> <p>l'accessibilité: 2 accès une principale orienté vers le nord ouest , et l'autre secondaire orienté vers le sud est</p>  	<p>L'organigramme spatiale: Le musée fonctionne comme un organigramme en cercle, avec un hall central distribuant des pôles spécialisés autour de lui. Cette organisation permet une visite fluide et hiérarchisée, où le visiteur peut naviguer librement vers l'aquarium, la forêt tropicale ou les expositions scientifiques.</p>  <p>la structure: Charpente métallique, avec des Murs en béton armé utilisé pour les murs de soutènement et les fondations Toit ondulé vivant reposant sur une structure métallique légère et résistante.</p> <p>les matériaux: acier recyclé, le verre et béton armé, laine</p> 	<p>toiture végétalisée, la géométrie du toit favorise l'effet Venturi évents de puit naturelle , verrière avec des cellule photovoltaïque, murs en béton (refroidissement passif</p>   <p>L'eau de pluie est collectée sur le toit végétalisé et stockée pour être réutilisée dans l'irrigation des plantations du toit l'aquarium bénéficie d'un système de filtration et de recyclage performant pour son eau salée</p>

Figure 49 : Analyse d'exemple – Académie des sciences de Californie. Source : site officiel de la California Academy of Sciences (calacademy.org)

5 | SYNTHÈSE :

L'architecture durable repose sur l'intégration de technologies innovantes et d'approches bioclimatiques visant à améliorer l'efficacité énergétique, l'utilisation de matériaux environnementaux et la gestion des ressources naturelles. Dans le cas des musées, ces stratégies réduisent non seulement l'empreinte environnementale, mais jouent également un rôle clé dans la préservation des collections et l'amélioration du confort des utilisateurs. L'adoption progressive de ces pratiques, notamment en Algérie, représente une évolution vers des espaces culturels plus flexibles et adaptés aux défis environnementaux actuels.

CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUD

III | CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUD

1 | INTRODUCTION :

Ce chapitre se propose de mener une étude détaillée des dynamiques urbaines de Blida, en examinant ses caractéristiques spatiales, fonctionnelles et socio-économiques. En s'appuyant sur cette analyse, nous développerons un projet architectural qui non seulement répond aux besoins actuels de la ville, mais qui renforce également son identité historique et culturelle. L'objectif est de proposer des solutions durables et harmonieuses, intégrant les différents aspects du développement urbain tout en respectant le patrimoine architectural de Blida.

2 | PRESENTATION DE LA VILLE :

2.1 | Introduction : Situation

La ville de Blida est située au nord de l'Algérie, à environ 50 kilomètres au sud-ouest d'Alger. Elle occupe une position stratégique au sein du Tell central. La ville est établie à une altitude de 260 mètres, au pied de l'Atlas blidéen. Sa position géographique est caractérisée par sa jonction entre les plaines fertiles de la Mitidja et les pentes montagneuses qui bordent la vallée de Sidi El Kebir, Cette localisation permet de constater que la ville est établie dans un relief progressivement modelé.



Figure 50 : Une carte montrant la localisation de la wilaya de Blida par rapport à l'Algérie. Source : Auteurs, 2025.

Cette situation géographique confère à Blida une proximité avec plusieurs pôles économiques, industriels, touristiques et agraires, avec lesquels elle entretient des échanges et une complémentarité notable. L'organisation urbaine de Blida présente une dualité identitaire marquée.

- D'une part, elle est dotée d'un centre historique, héritage de l'époque ottomane, caractérisé par un réseau de rues étroites et sinueuses.
- D'autre part, elle s'est étendue de manière contemporaine selon un schéma structuré

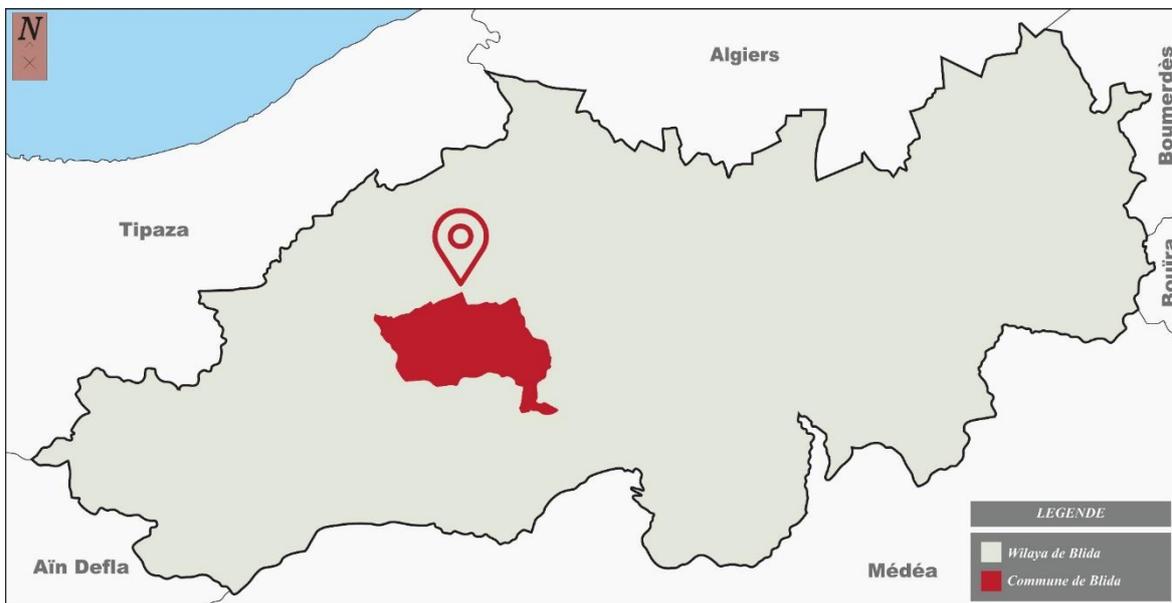


Figure 51 : Une carte montrant la localisation de la commune de Blida par rapport à la wilaya.
Source : Auteurs,2025.

en damier, marqué par de larges artères telles que la rue du 1er Novembre, qui s'étend progressivement vers les terres agricoles environnantes.

Au niveau communal, elle entretient des relations de voisinage directes avec Oued-El-Alleug, Béni-Mered, Béni-Tamou au Nord, Bouarfa et Chréa au sud, Ouled-Yaïch à l'est, et

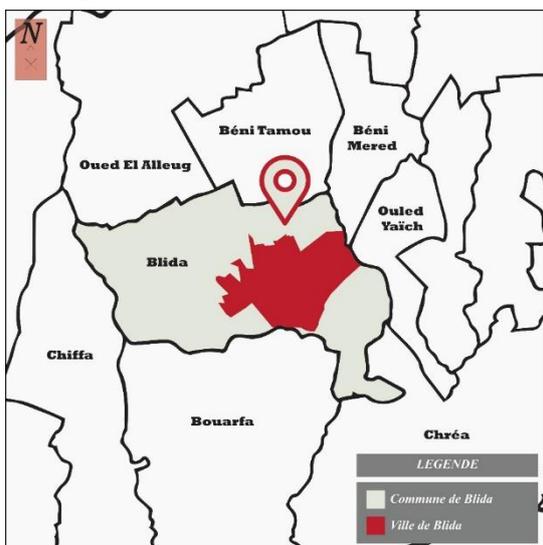


Figure 53 : Une carte montrant la localisation de la ville de Blida par rapport à la commune. Source : Auteurs,2025.

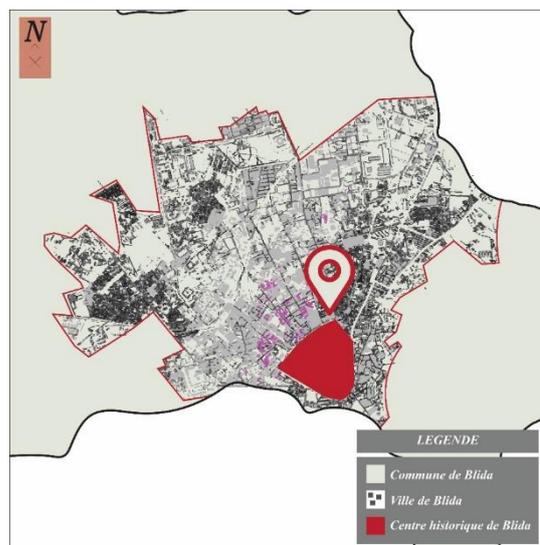


Figure 52 : Une carte montrant la localisation du centre ville historique par rapport à la ville de Blida.
Source : Auteurs,2025.

Chiffa à l'ouest.

2.2 | Accessibilité :

Blida est une ville stratégique au sein de la région du Tell algérien, bénéficiant d'une position géographique clé qui en fait un carrefour important pour les échanges économiques et les déplacements. Elle est desservie par un réseau dense de routes nationales et régionales, reliant la ville aux principales métropoles du pays, telles qu'Alger, Oran et Constantine.

Ces axes routiers facilitent son accès depuis plusieurs directions.

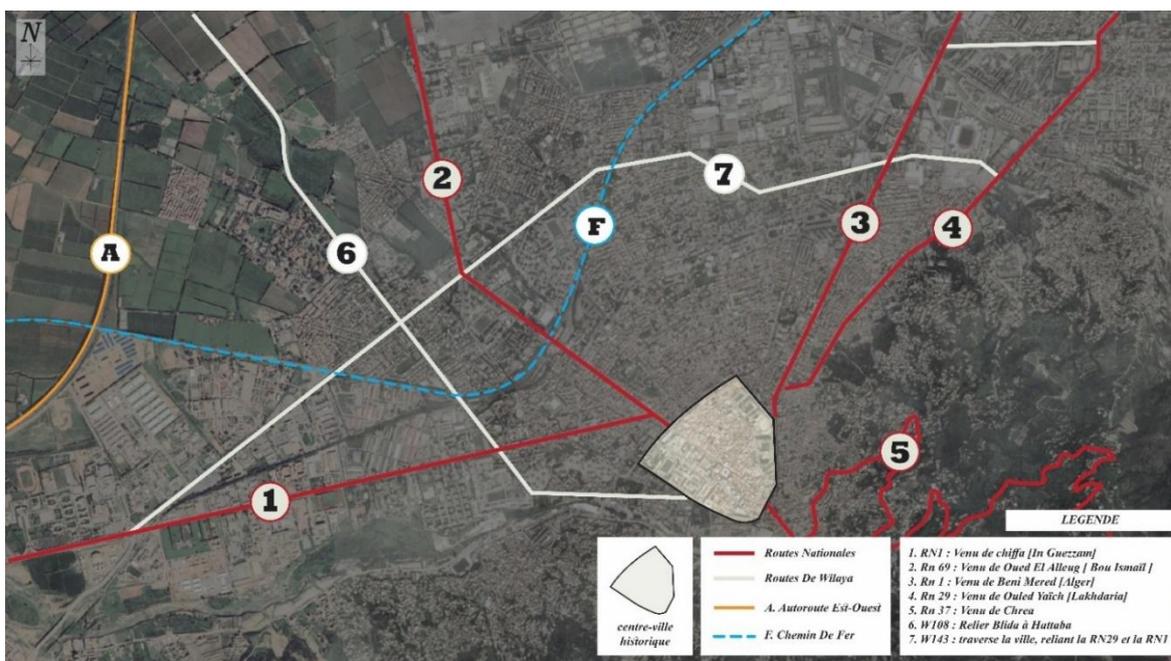


Figure 54 : Une carte montrant l'accessibilité et les principaux axes routiers menant au centre-ville de Blida.
Source : Google earth. Traitee par Auteurs, 2025.

2.3 | Vocation :

Les facteurs déterminants de l'importance de la localité étudiée sont sa proximité avec la capitale et son emplacement au cœur du pôle Centre-Nord.

Dans le cadre du Schéma Directeur d'Aménagement Touristique de la Wilaya de Blida (SDAT), il s'avère nécessaire de mettre en œuvre une stratégie globale afin de positionner Blida comme une destination touristique régionale de premier plan, aussi bien sur le plan national qu'international. Cette démarche s'inscrit dans une vision à long terme visant à diversifier et à renforcer l'offre touristique de la région, tout en répondant aux exigences et aux attentes des visiteurs.

Ainsi, la ville de Blida revêt une importance agricole, commerciale, industrielle, touristique [Tourisme d'affaires et culturel] et culturelle, qui ne peut être négligée, tant pour la ville elle-même que pour la région dans son ensemble.

Dans le contexte contemporain, il est impératif de prendre des mesures pour préserver l'environnement, de valoriser le patrimoine culturel et de protéger et promouvoir le patrimoine immatériel

3 | ANALYSE URBAINE DE LA VILLE :

L'approche analytique urbaine que nous avons adoptée repose principalement sur l'analyse typo-morphologique, une méthode d'analyse qui trouve son origine dans l'école d'architecture italienne et qui s'appuie sur deux axes principaux :

- La morphologie urbaine : l'étude de la forme urbaine dans son développement historique, à partir des éléments la constituant.
- La typologie : analyse des caractères spécifiques des édifices et classement de ceux-ci selon plusieurs critères.

En plus de cela, d'autres éléments sont utilisés et dans ce cadre un schéma explicatif a été conçu afin de représenter l'approche qui a été utilisée.

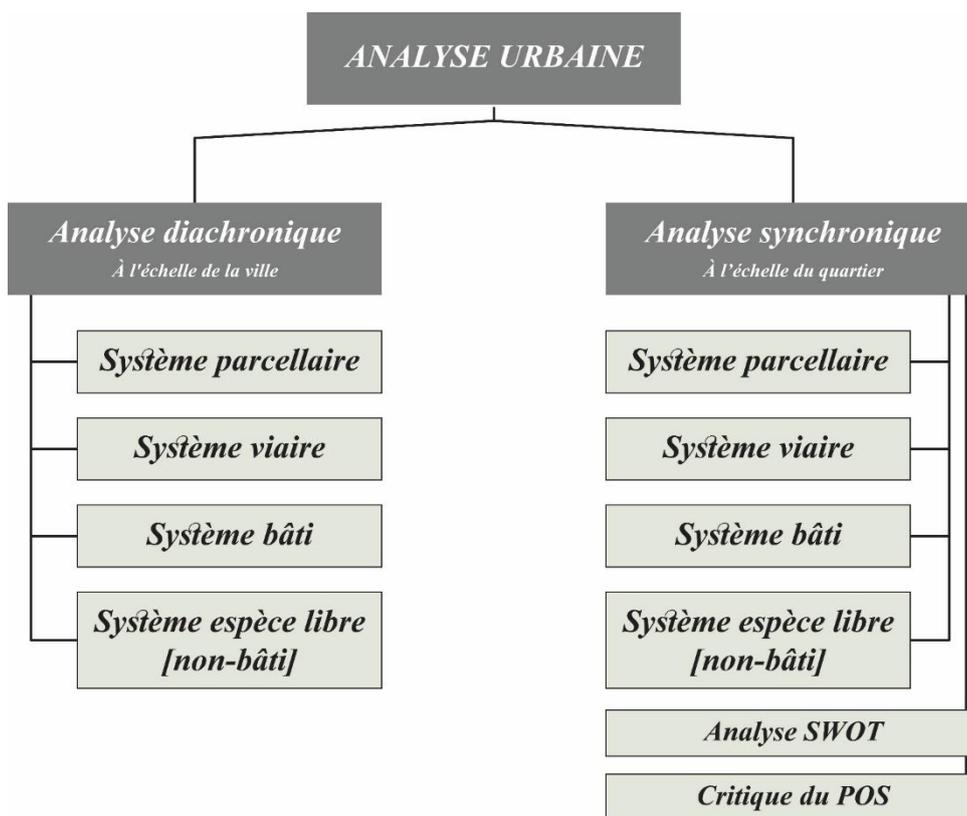


Figure 55 : Un schéma explicatif représentant l'approche analytique urbaine utilisée.
Source : Auteurs, 2025.

3.1 | Analyse diachronique :

L'objet de cette analyse est de retracer l'évolution de la ville depuis sa fondation jusqu'à l'époque contemporaine, en mettant en regard les phases d'expansion et l'impact de chaque civilisation historique sur le maillage urbain et la typologie du bâti. Cette démarche s'inscrit dans une perspective historique, permettant d'identifier les ruptures et les traces historiques qui ont marqué le développement de la ville.

3.1.1 | La chronologie de la ville :

Le schéma ci-après représente les différentes périodes historiques qu'a traversées la ville de Blida.



Figure 56 : Un schéma explicatif qui aborde les différentes périodes historiques de la ville de Blida.
Source : Auteurs, 2025.

3.1.2 | La croissance de la ville :

« La croissance urbaine de Blida s'est opérée selon une logique d'extension centrifuge, absorbant progressivement les terres agricoles de la Mitidja, au rythme des mutations socio-économiques postcoloniales. » (Bruyère., 1988).

3.1.3 / Analyse morphologique de la ville : Les quatres systèmes

Tableau 8: l'analyse morphologique de la ville de Blida. Source: Deluz-La Bruyère, J. (1988) traité par l'auteurs, 2025.

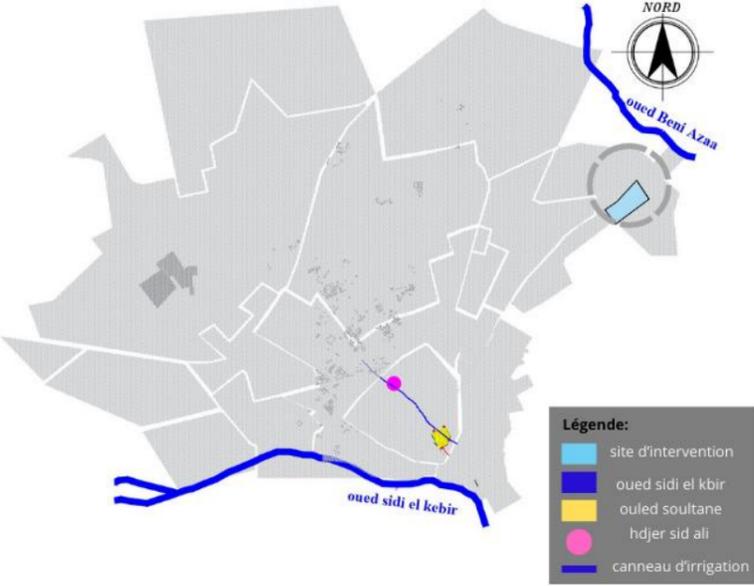
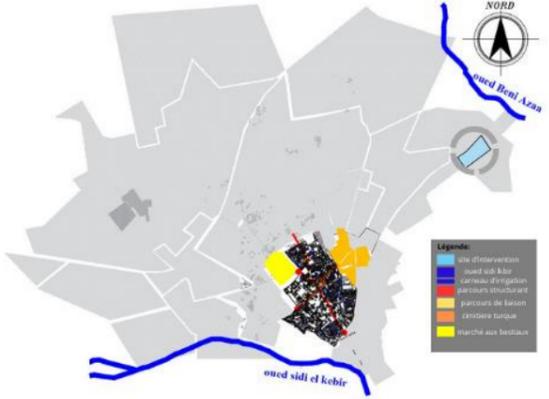
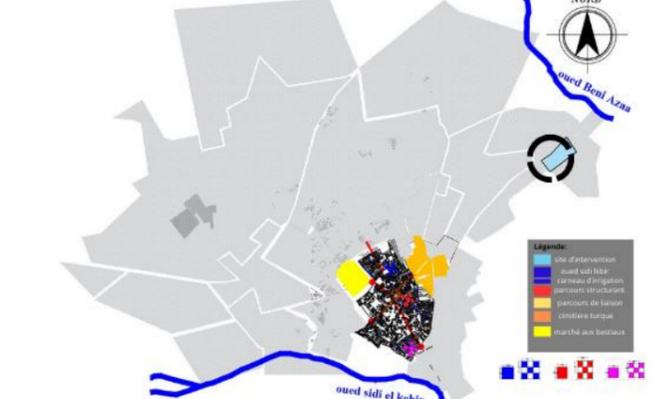
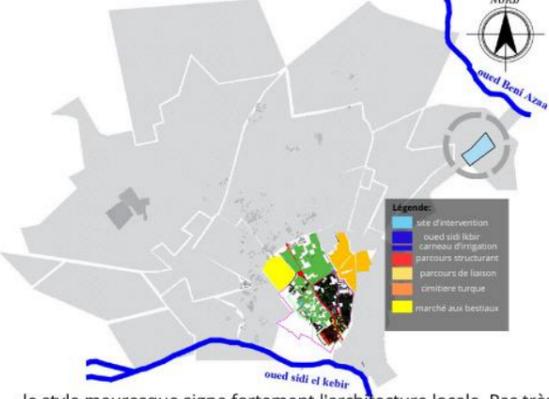
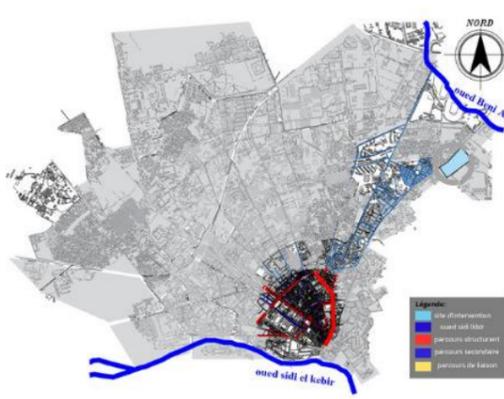
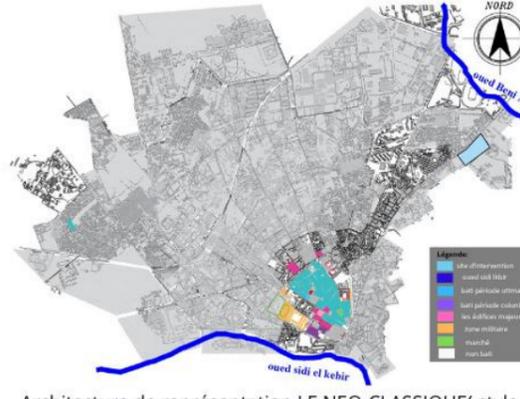
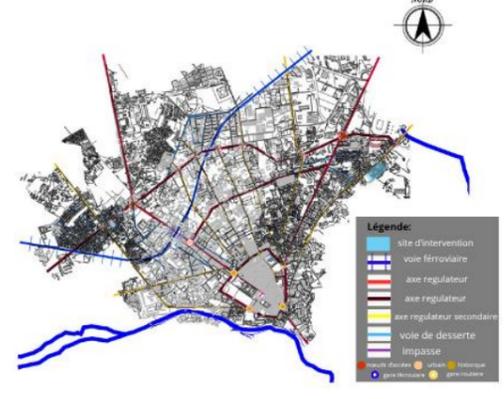
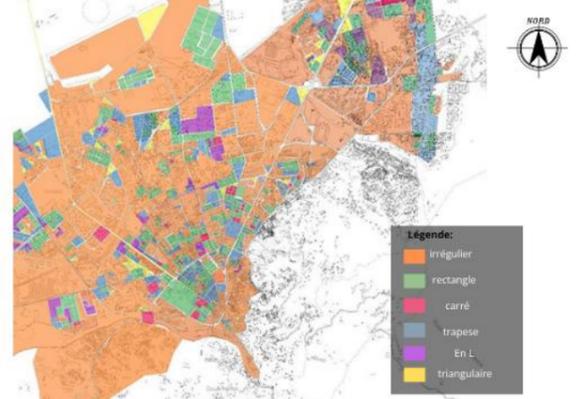
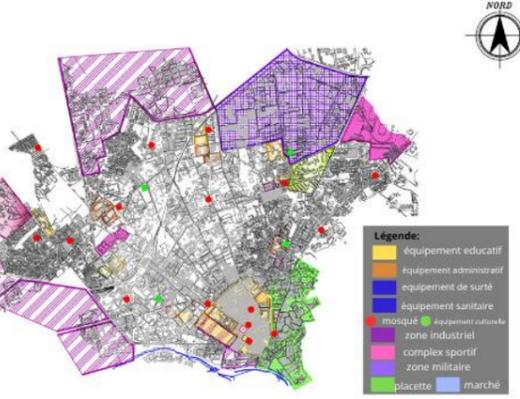
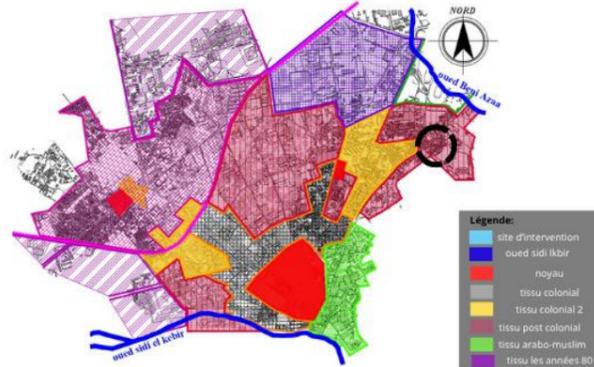
la période	systeme vaire	système percellaire	bâti et non bati
<p>la naissance de la ville</p>	 <p>-La fondation de la ville par le Marbout pres de cours d'eau Sidi El Kbir . -Deux petits villages constituant le territoire de la future ville de Blida (Hadjar et Sidi Ali).</p>		
<p>la période pré coloniale</p>	 <p>-La ville etait structuré selon 2 axes principaux: *Nord-Ouest/Sud-Est formé par les portes de Bab es Sabt. *Nord-Est/Sud-Ouest formé par le tracé en bayonette et les portes de bab el Dzair et bab el Kbor. -Des rues en labyrithe pour passé de public au privé.</p>	 <p>-3 types de parcelles: *Heridium d'origine romaine *Zouidja d'origine Turque. *La stratification de ces 2 types. -Ces types de parcelles sont la résultat de l'union de 4 maisons.</p>	 <p>-le style mauresque signe fortement l'architecture locale. Pas très longtemps, les turques ont ramené avec eux leur système islamique plus organisé en plus compacte et attaché par rapport au premier. La mosquée lieu de repère, élément fondamental de la ville. Les maisons introverties ayant des façades aveugles, avec des portes bien cintrées. Un jardin dans le patio de chaque maison assure la beauté et l'intimité</p>

Tableau 9: l'analyse morphologique de la ville de Blida. Source: Deluz-La Bruyère, J. (1988) traité par l'auteurs, 2025.

<p>la période coloniale</p>	 <p>la restructuration de la ville repose sur deux axes principaux, et à leur intersection se trouve la grande placée la ville.</p>	 <p>-La régularité de l'ilot : rectangulaire, carrée ou triangulaire; une occupation maximale de la parcelle.</p>	 <p>Architecture de représentation LE NEO-CLASSIQUE(style vainqueur) où l'Algérie était considérée comme une colonie de peuplement, les français ont construit selon les exigences (historique-culturelle-religieuse).</p>
<p>la période actuelle</p>	 <p>in hiérarchie des vois a cause de plusieurs tissus urbaine La congestion dans les zones centrale.</p>	 <p>Variété des formes de parcelle a cause de la variété des tissus urbains existants.</p>	 <p>Le tissu urbain de Blida s'est densifié progressivement. Le manque d'espaces verts aménagés dans les quartiers récents</p>
<p>carte synthese</p>	 <p>c'est une carte qui ne montre pas seulement les différents périodes d'évolution de la ville de Blida mais bien que la richesse et la complexité de son tissu urbain dans les différents 4 systèmes (viaire, parcellaire, bâti et espace libre) dans chaque période.</p>		

Le patio, a l'image de la maison traditionnelle algérienne.



Figure 60: Maison traditionnelle a Blida. Source: Auteurs,2025.

Application des principes

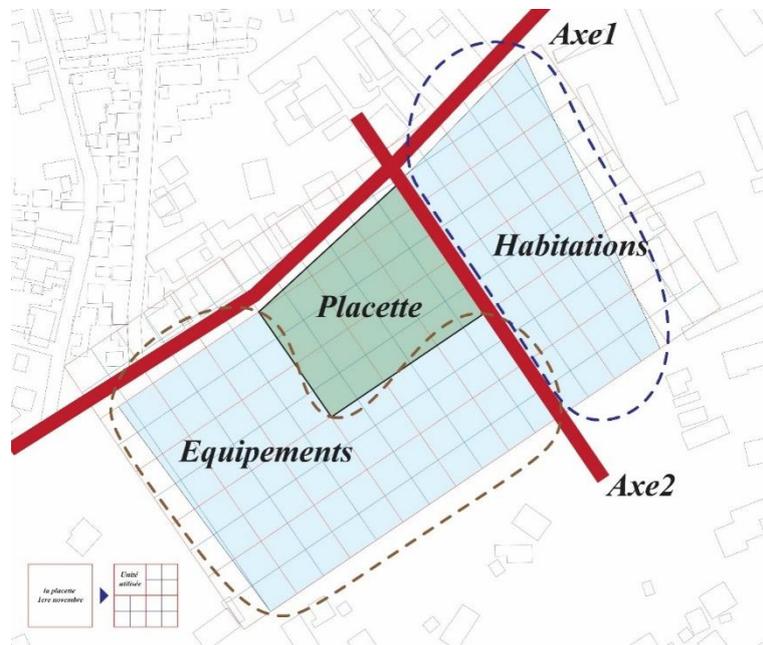


Figure 61: Schema d'application les principes urbains. Source: Auteurs,2025.

3.2 | Analyse morphologique de la zone d'étude :

3.2.1 / Présentation du SITE :

Le site est implanté dans le quartier emblématique de Blida '19 Juin', à une altitude de 216 mètres au pied des montagnes de l'Atlas de Blida, et occupe une position stratégique entre le centre-ville historique et la commune d'Ouled Yaich.

À proximité de [Beni-Azza Oued] la limite de la commune de Blida, notre site

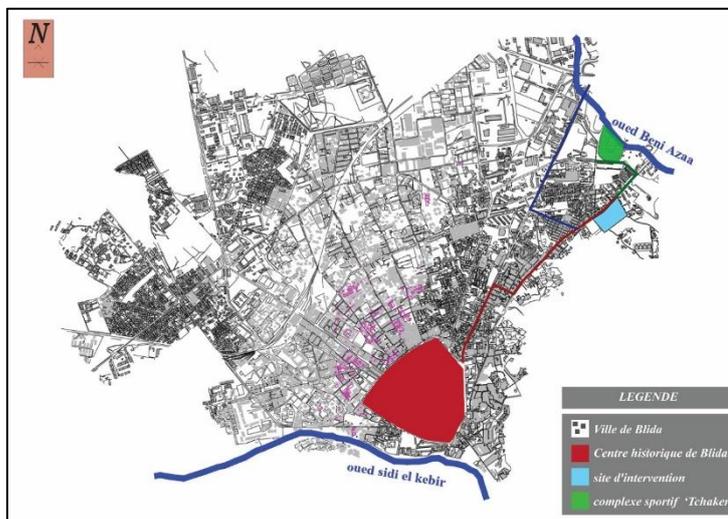


Figure 62 : Une carte montrant la localisation du site par rapport à la ville de Blida. Source: Auteurs,2025. [sur le plan de PDAU]

d'intervention joue le rôle de la

porte de la ville, aux côtés du complexe sportif 'Tchaker'. Donc, notre site est limité par des éléments urbains et environnementaux fixes.

- Nord-ouest : Route principale Yousfi Abdelkader
- Sud-Ouest : Route secondaire
- Sud-est : Arbres [pied de la montagne]
- Nord-Est : Une série de bâtiments [logements collectifs]

Enfin, le site est soumis à des réglementations (PDAU, POS, etc.), des contraintes environnementales, des enjeux sociaux et des besoins qui doivent être pris en compte par tout projet architectural ou urbain.

3.2.2 / Analyse des quatre systèmes :

3.2.2.1 / Système viaire :

Accessibilité : On accède au site principalement par la rue Yousfi Abdelkader, qui connaît un trafic important, y compris en matière de transport. Car cette voie relie la ville de Blida à celle d'Ouled Yaïch. Ce qui favorise une bonne connectivité avec le reste de la wilaya.

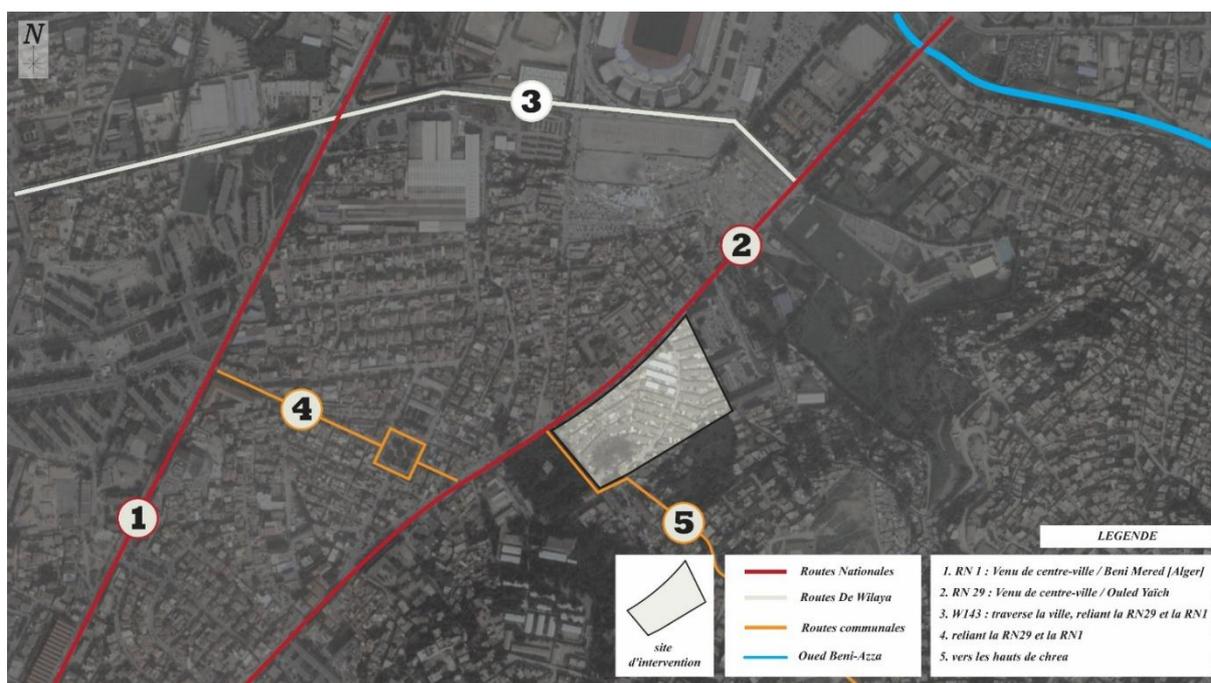


Figure 63 : Une carte montrant l'accessibilité et les principaux axes routiers menant au site d'intervention.
Source : Auteurs,2025.

Système viaire : Le quartier bénéficie d'une bonne hiérarchie des voies qui suit la logique fonctionnelle, ce qui permet d'une part une bonne accessibilité au terrain et d'autre part un fort flux de circulation, tant mécanique que piéton, du côté de la rue principale, qui est une artère importante reliant des points clés de la ville de Blida [comme le stade Mustapha



Figure 64 : Une carte montrant la hiérarchie des voies.
Source : Auteurs,2025.



Figure 65 : Une carte montrant les divers types de flux dans les voies. Source : Auteurs,2025.

Tchaker, le centre-ville, le souk...]. De plus, la présence d'une station de téléphérique reliant Blida à Chréa en fait un lieu de transit essentiel.

En revanche, en raison de la démolition et de l'absence de grandes constructions, on observe un flux piéton et surtout mécanique moins important de l'autre côté du terrain.

3.2.2.2 / *Système parcellaire :*

L'analyse permet de mettre en évidence une diversité de topologies de parcelles, caractérisées par des formes et des superficies hétérogènes.

Une autre partie de l'aire d'étude, celle qui est adjacente au terrain, se distingue par l'absence totale de parcelles. Il convient de mettre en exergue cette considération, car elle introduit un niveau de complexité supplémentaire au sein de l'analyse.

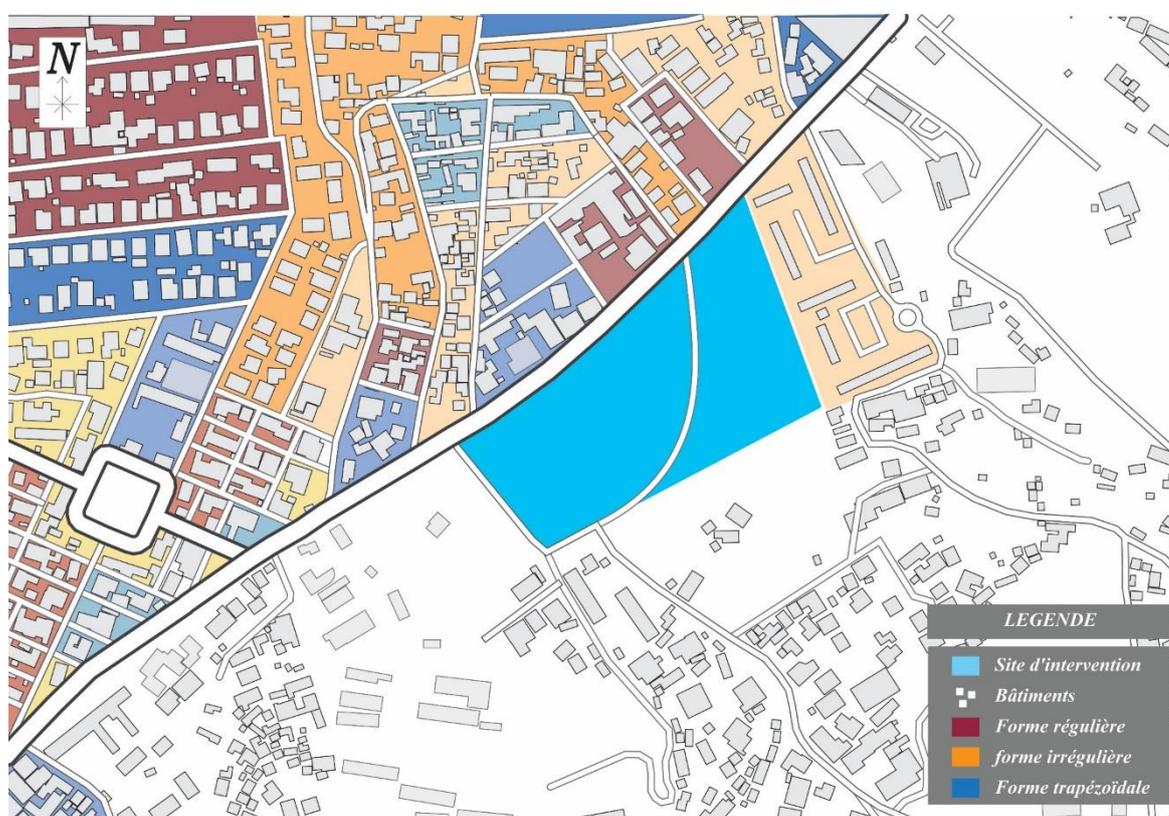


Figure 66 : Une carte montrant système parcellaire. Source : Auteurs,2025.

3.2.2.3 / *Système Bâti et Non-Bati [espace libre] :*

Le quartier présente une organisation urbaine dense et contrastée, marquée par une forte concentration de constructions au nord, tandis que la partie sud, en direction de Chréa, adopte une configuration plus ouverte. Le tissu bâti est composé majoritairement de logements

individuels, accompagnés de quelques immeubles collectifs, dans un contexte où les équipements publics restent rares.

L'architecture y est particulièrement variée, oscillant entre styles coloniaux et contemporains, avec des hauteurs pouvant atteindre dix étages et une diversité notable de textures de façades.

Cette structure bâtie s'inscrit dans un cadre fonctionnel dominé par l'usage résidentiel,

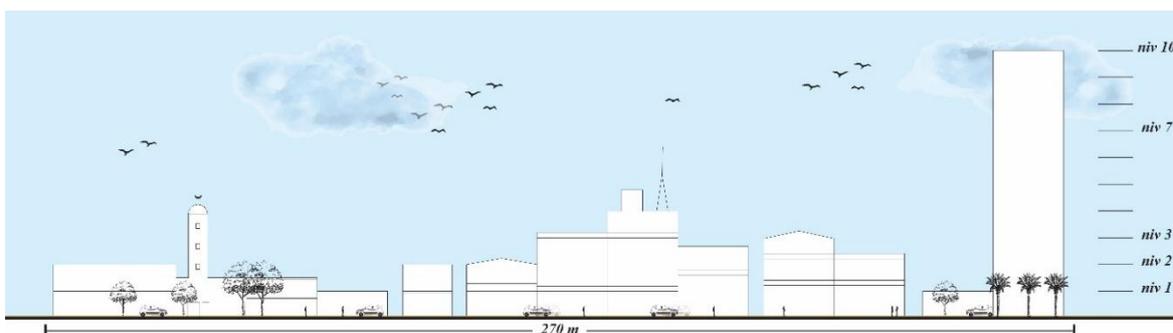


Figure 15 : Une illustration montrant la façade Nord-ouest [Route Yousfi Abdelkader] en face du site. Source : Auteurs, 2025.



Figure 16 : Des photos montrant la façade Nord-ouest [Route Yousfi Abdelkader] en face du site. Source : Auteurs, 2025.

auquel s'ajoutent des activités commerciales, culturelles et touristiques. La végétation y joue également un rôle important, formant un arrière-plan naturel dont la densité s'intensifie à l'approche du massif de Chréa, renforçant le lien entre ville et nature.

Cependant, malgré une certaine cohérence d'ensemble, le quartier souffre d'une fragmentation des espaces non bâtis. Ceux-ci sont souvent négligés ou inégalement utilisés : certains sont occupés par des jardins, des cimetières ou des installations militaires, tandis que d'autres demeurent inoccupés et sans aménagement. Cette gestion

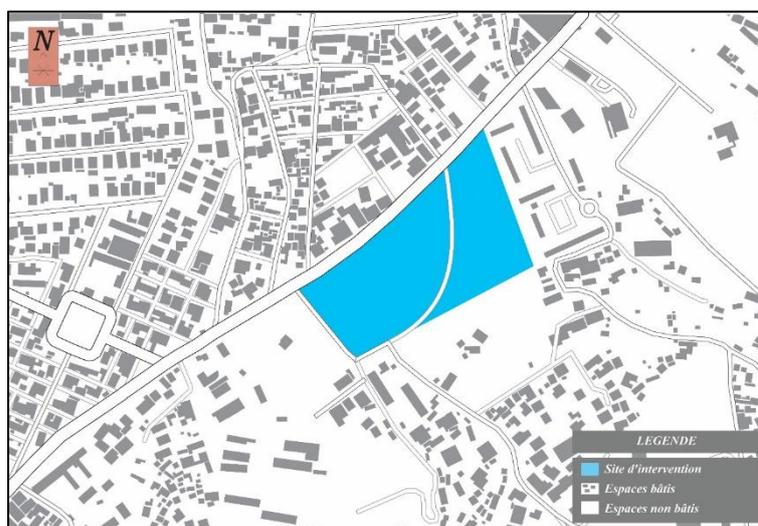


Figure 67 : Une carte montrant le Système Bâti. Source: Auteurs, 2025.

CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUDE

déséquilibrée des vides urbains reflète un manque évident d'espaces publics accessibles, structurés et intégrés.

Il devient donc essentiel d'intervenir pour requalifier ces espaces, en créant des lieux conviviaux, adaptés aux besoins contemporains.

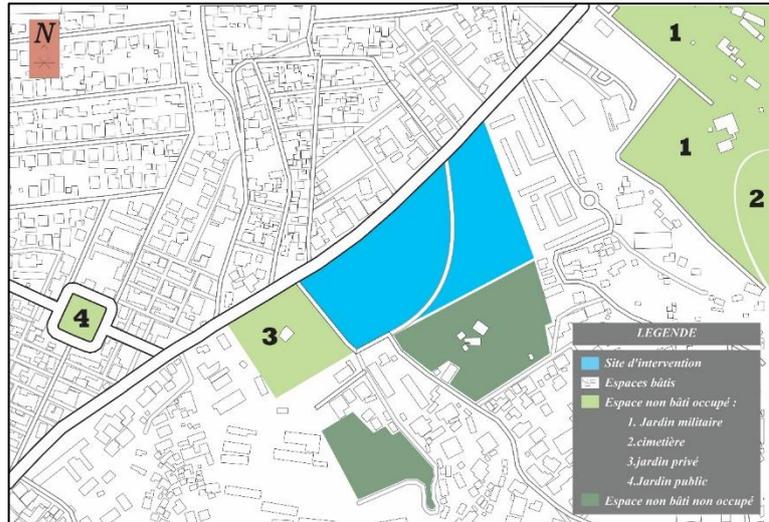


Figure 68 : Une carte montrant le Système Non-Bâti. Source : Auteurs,2025.

3.2.3 / Analyse SWOT :

Le tableau d'analyse SWOT ci-après a été conçu dans le but de faciliter la compréhension des caractéristiques spécifiques de la zone d'intervention et d'identifier les facteurs internes et externes susceptibles d'affecter le succès du projet.

Tableau 11: Analyse SWOT de site d'intervention. Source: Auteurs,2025.

	Forces	FAIBLESSES	OPPORTUNITE	MENACES
Quartier	<ul style="list-style-type: none"> L'emplacement est caractérisé par sa proximité immédiate avec la route nationale. Le pré du noyau historique [Concentration de bâtiments et de monuments de valeur architecturale] 	<ul style="list-style-type: none"> Le terrain présente une topographie irrégulière et en pente. Une grande surface qui manque l'entretien. 	<ul style="list-style-type: none"> Sa position stratégique marquée par plusieurs repères comme le stade Tchaker, Souk, station téléphérique. 	<ul style="list-style-type: none"> Densification des quartiers à côté qui peut être une source de nuisance Zone sismique L'absence d'une façade urbaine harmonieuse.
Viaire	<ul style="list-style-type: none"> Limité par la route nationale qui attirent le public par rapport au commerce et la sécurité. Présence de l'arrêt de bus qui facilite le transport. Présence de station de téléphérique qui facilite les tourisme le déplacement vers les montagnes de Chréa. 	<ul style="list-style-type: none"> Source de nuisance. Mauvais état des vois. L'absence des vois secondaires. 	<ul style="list-style-type: none"> La possibilité d'améliorer le mobilier urbain. La possibilité de créer une nouvelle structure. 	<ul style="list-style-type: none"> L'encombrement des véhicules. Manque l'aire de stationnement.
Parcellaire	<ul style="list-style-type: none"> Une grande surface d'une forme régulière. Le site profite de 4 façades. Présence de plusieurs tissus urbains. 	<ul style="list-style-type: none"> Plusieurs formes de parcellaires à côté du site. 	<ul style="list-style-type: none"> La possibilité de diviser plusieurs parcelles. 	<ul style="list-style-type: none"> Le risque de mal diviser et d'aménager le site.
Bati	<ul style="list-style-type: none"> Diversité de style dans les constructions à côté Alignement du cadre bâti. Concentration des activités commerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> Manque d'entretien du bati 	<ul style="list-style-type: none"> Respect juridique (par rapport le POS : le gabarit ne dépasse pas R+10) 	<ul style="list-style-type: none"> Manque d'équipements. Le risque de non-adaptation aux conditions climatiques.

3.2.4 / Critique du POS

Une analyse approfondie des documents de 'POS' démontré que ces derniers proposent un aménagement pour cette partie de la ville, et naturellement pour le terrain d'intervention. L'aménagement en question est soumis à un ensemble de critères et de conditions, Par exemple: La hauteur maximale des bâtiments est de R+10 sur la rue principale, et diminue de plus en plus à mesure que l'on se rapproche de la charia.

En outre, il inclut la mise en place d'habitations et d'équipements de divers types, ainsi que la création de voies dont la hiérarchie est soigneusement pensée.

Il s'agit donc de préserver l'intégrité des éléments constitutifs de ce document tout en introduisant des changements afin d'assurer une cohérence globale et une adéquation optimale avec les impératifs de la ville

Tableau 12: Critique de POS.Source: Auteurs,2025.

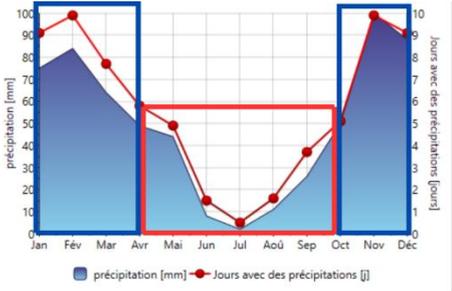
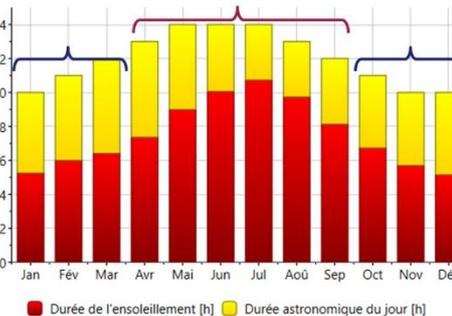
Propositions du POS	Propositions de POS
Une division de terrain basée sur une route secondaire.	Division de terrain basée sur une trame structurée par la route principale pour la continuité de la ville. Influencé par le centre-ville historique.
Division du site par la route mécanique secondaire au milieu, avec un réseau de voies piétonnes de divers degrés d'importance.	Réserver l'ensemble du site aux voies piétonnes [avec une grande voie qui laisse passer les camions de pompiers], et mettre toutes les voies mécaniques sur les côtés
De nombreux bâtiments publics et diverses installations réparties sur toute la zone avec des aménagements différents	Rassemble les équipements [au site] d'un même intérêt et qui nécessitent une entrée publique importante
<ul style="list-style-type: none"> • Une placette au centre du site qui donne à la ville [la voie principale] • Un parc urbain positionné à une altitude légèrement supérieure au site 	Une place publique avec des espaces verts et des jardins, au centre du site qui donne sur la ville et toutes les commodités

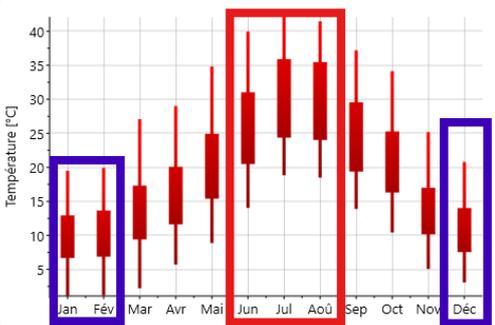
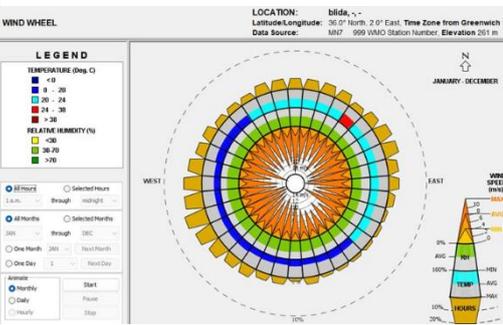
3.2.5 / Synthèse :

4 | ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

4.1 | Analyse climatique à l'échelle de la ville de Blida :

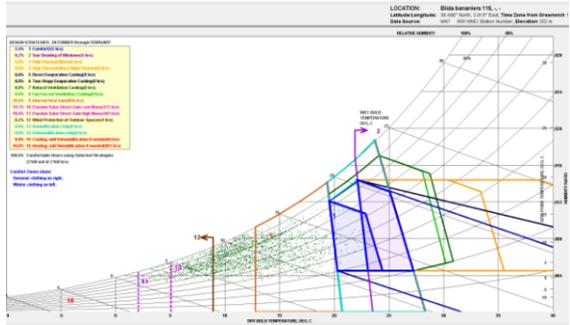
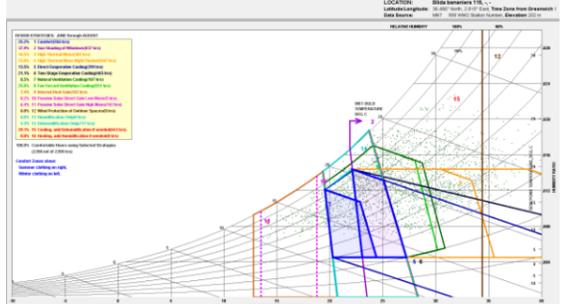
Tableau 13: Analyse climatique de la ville de Blida. Source: Météonorme et climat consultant, 2025, évalué par l'auteurs, 2025.

Les donnés	Evaluation	Illustration
Précipitation	<p>Blida, caractérisé par des précipitations annuelles moyennes d'environ 641 mm. Le mois le plus pluvieux de l'année est novembre, avec environ 97 mm de précipitations réparties sur 10 jours de pluie. En revanche, le mois le plus sec est juillet, durant lequel Blida ne reçoit que 3 mm de précipitations en moyenne et ne connaît pratiquement aucun jour de pluie.</p>	 <p>Figure 69 graphe 1 précipitation mensuelle/source : météoforme, traité par auteurs, 2025.</p>
Ensoleillement	<p>La durée d'ensoleillement la plus longue se produit en juin et juillet, avec une moyenne d'environ 14 heures par jour. La durée d'ensoleillement la plus courte se produit en décembre, avec une moyenne d'environ 10 heures par jour.</p>	 <p>Figure 70 graphe 2 Ensoleillement mensuelle/source: météoforme, traité par l'auteurs, 2025.</p>

<p>Température</p>	<p>On observe une tendance saisonniere dans les température a Blida .</p> <p>Hiver (décembre, Janvier,Février) : ces mois affichent les températures les plus basses. La température moyenne entre 10-12 degré C, avec des minimales pouvant descendre jusqu'à 5 degré C.</p> <p>Été (juin, juillet, Aout) : ce sont les moins les plus chaudes a Blida . les températures moyenne se situent entre 27-35 degré C. les températures maximales peivent dépasser 35 jusqu'à 40 degré C.</p>	 <p>Figure 71 graphe3 température mensuelle/source: méteonome, traité par l'auteurs,2025.</p>
<p>Vent</p>	<p>À Blida, l'humidité relative varie entre 30 et 70 % tout au long de l'année, malgré des changements de température et de vitesse des vents. Les vents dominants proviennent du Sud-Ouest, apportant des températures plus basses, et atteignent des vitesses maximales de 14 m/s (50,4 km/h). Lorsqu'il fait plus de 24°C, les vents forts créent une sensation de confort.</p>	 <p>Figure 72 graphe 4 rose des vents /source: climate consultant.</p>

4.2 | Analyse climatique à l'échelle du site et de l'environnement immédiat :

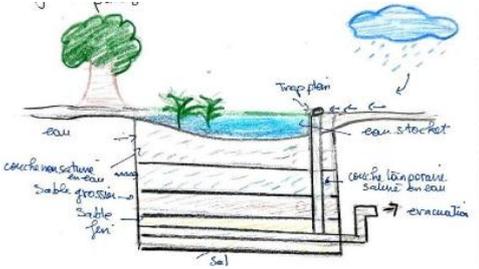
Tableau 14: Analyse climatique a l'echelle du site.Source: Climatconsultant,2025, Evaluer par l'Auteurs,2025.

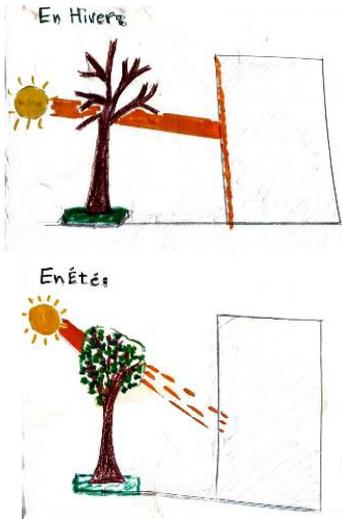
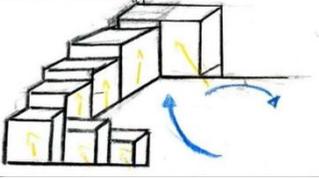
Diagramme psychométrique Givoni		
<p>La période Hivernal</p>	<p>La lecture du diagramme psychométrique nous montre que pendant la période hivernale le climat n'est pas confortable que pendant 2.6 % a cause de température basse dans la ville de Blida qui peut arriver jusqu'au 3 degré .</p> <p>Donc il est recommandé :</p> <p>Des gains de chaleur peut améliorer jusqu'à 39.6%, le besoin de chauffage il est important avec 40.8%, des solaire passive a faible gain avec 19.1%.</p>	 <p>Figure 73: diagramme de givoni. Source: climate consultant.</p>
<p>La période Estival</p>	<p>La lecture du diagramme psychométrique nous montre que pendant la période estivale le climat n'est pas confortable que pendant 25.2% a cause de température élevé dans la ville de Blida qui peut dépassé 35 degré .</p> <p>Donc il est recommandé :</p> <p>Une protection solaire peut amélioré jusqu'à 37.9, refroidissement par ventilation forcé avec 25% , refroidissement par évaporation a 2 étages avec 21.1%.</p>	 <p>Figure 74: digramme de givoni . Source : climate consultant</p>

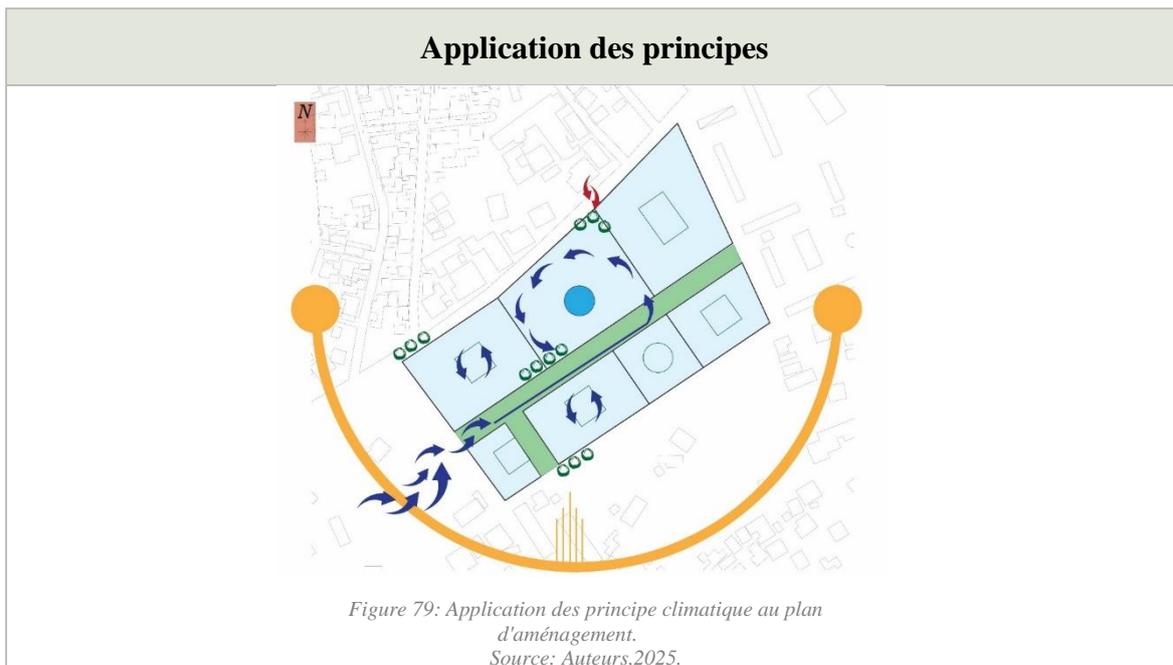
4.3 | Synthèse : recommandations et principes climatiques [Les stratégies] :

4.3.1 | Recommandations et principes climatiques à l'échelle du site et l'environnement immédiat :

Tableau 15: Recommandation et principes climatiques à l'échelle urbaine. Source: Auteurs, 2025.

Les stratégies	L'explication	Illustration
Le couloir végétal	Le couloir végétal désigne un espace aménagé entre des ensembles de bâtiments dans lequel sont cultivées des plantes. Cette stratégie vise à améliorer la qualité de l'air, à procurer de l'ombrage, à absorber le dioxyde de carbone et à rafraîchir l'air.	 <p>Figure 75 : un couloir végétal source : www.istockphoto.com/</p>
Jardin de pluie	Le jardin de pluie est une dépression peu profonde qui est végétalisée. Elle a été conçue de façon à permettre la collecte et le filtrage des eaux de ruissellement.	 <p>Figure 76 : schéma jardin de pluie Source : auteurs</p>

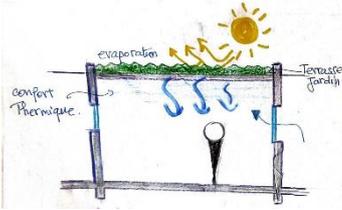
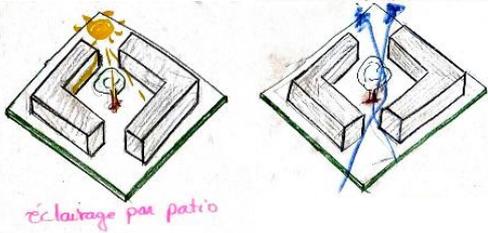
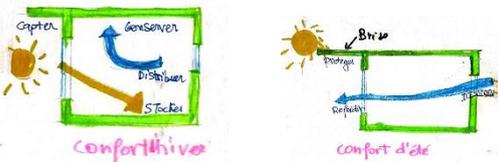
<p>Les arbres à feuilles caduques</p>	<p>Les arbres à feuilles caduques sont caractérisés par une perte saisonnière de leur feuillage, qui s'effectue durant la saison hivernale, suivie d'une revivification au cours de la saison estivale. Ce cycle biologique confère à ces végétaux des bénéfices notables en matière de régulation thermique, de gestion de l'eau et de qualité de l'air.</p>	 <p><i>Figure 77: schéma principe des arbres caduques. Source : auteurs.</i></p>
<p>Jeu d' hauteur</p>	<p>Création des corridors de vent, Amélioration de la qualité de l'air, évités de créés des blocages contre le vent, il permet d'une bonne circulation de l'air réduisant l'effet d'ICU, un bon Ensoleillement</p>	 <p><i>Figure 78: schéma jeu d'hauteur. Source : auteurs.</i></p>



4.3.2 / Recommandations et principes climatiques au niveau architectural :

Tableau 16: Recommandation et principes climatiques à l'échelle architecturale. Source: Auteurs, 2025.

Les stratégies	Explication	Illustration
Les murs végétalisés	Les murs végétalisés sont des structures verticales recouvertes de végétaux. Parmi leurs avantages, on compte l'amélioration de la qualité de l'air, l'isolation thermique, les économies d'énergie, l'isolation acoustique, la gestion de l'eau pluviale et l'aspect esthétique.	<p style="text-align: center;">Figure 80: schéma fonction des murs végétalisés Source: https://citygreen.com/</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Les toits végétaux</p>	<p>Les toits végétaux sont des systèmes de couverture de bâtiments dont la surface est recouverte de végétation. Parmi leurs avantages, on compte la gestion de l'eau pluviale, l'isolation thermique et acoustique, l'amélioration de la qualité de l'air et la lutte contre l'îlot de chaleur.</p>	 <p>Figure 81: schéma de toit végétale. Source: auteurs.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Patio</p>	<p>Le patio ou le west dar est un des éléments de composition d'origine de la maison traditionnelle. Ils sont importants car ils assurent un ensoleillement optimal, une ventilation naturelle, une régulation thermique, ainsi qu'une zone d'ombre.</p>	 <p>Figure 82: schéma d'un patio. Source : auteurs</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Brise-soleil</p>	<p>Le brise-soleil est un élément architectural qui permet de réduire l'intensité de la chaleur solaire, d'améliorer le confort thermique intérieur, de protéger contre l'éblouissement, et d'apporter une touche esthétique.</p>	 <p>Figure 83: schéma d'un brise de soleil dans la saison d'hiver et été. Source: auteurs</p>

Façade double peau	<p>La façade double peau est constituée de deux couches distinctes : une façade intérieure classique et une façade extérieure, séparées par un espace ventilé.</p> <p>Cette façade permet d'améliorer l'efficacité énergétique d'un bâtiment.</p>	<p style="text-align: center;">Figure 84: schéma sur la composition de la façade double. Source: https://www.souchier-boullet.com/</p>
--------------------	---	--

4.4 | La mobilité douce :

- L'éloignement par rapport aux voies mécaniques : cette distance a été identifiée comme une variable affectée par les nuisances sonores et la pollution atmosphérique. Elle est donc prise en compte pour les voies principales où la circulation mécanique est intense. Pour les trottoirs, l'éloignement est estimé à 5m et peut être plus important selon les besoins. Pour les voies d'une moindre importance, la distance est de 2,5m, et peut être moindre selon la voie.
- L'infrastructure du site répond à une logique de parcours piétons, qui confère à l'espace une fonction de regroupement et de détente. Cette ambiance est rehaussée par une végétation foisonnante et des zones dédiées au repos, contribuant ainsi à une expérience agréable et à la qualité du cadre de vie.

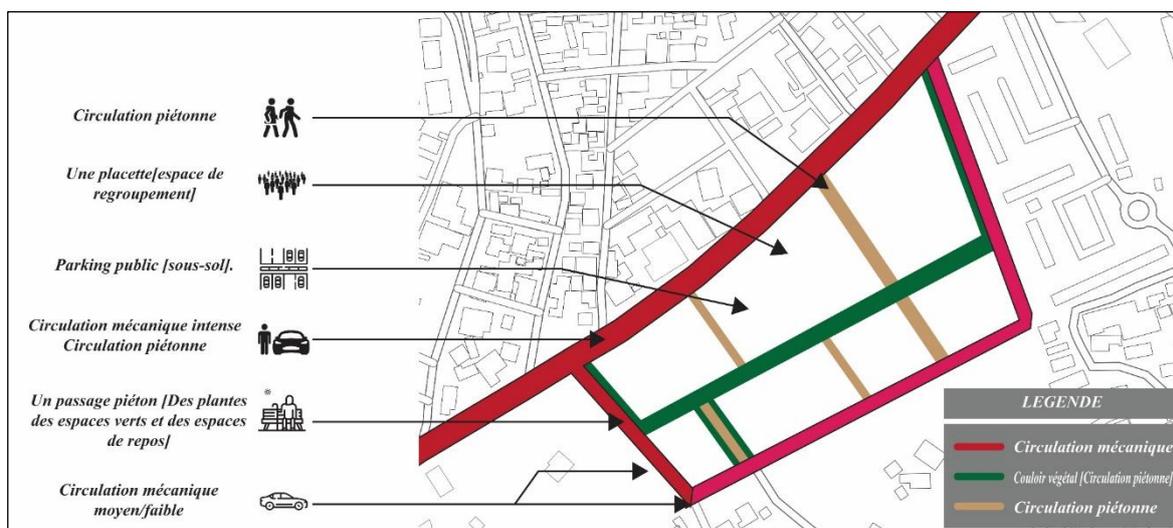


Figure 85 : Une carte montrant La mobilité douce. Source : Auteurs, 2025.

4.5 | La Végétation :

Le terrain d'intervention est caractérisé par une étendue considérable, offrant ainsi un espace propice à l'aménagement végétal. Dans le contexte des environnements urbains, caractérisés par des conditions climatiques et urbaines spécifiques, l'intégration harmonieuse des espaces verts revêt une importance capitale pour l'amélioration du bien-être des individus. Cette intégration nécessite une planification minutieuse, où la sélection et la disposition des végétaux sont méticuleusement pensées en fonction des caractéristiques de chaque espèce végétale [les arbres].

Il est important de souligner la pertinence de cette perspective. Dans le cadre de l'amélioration de la qualité paysagère, il convient de prendre en compte la flore, qu'il s'agisse des plantes ou des fleurs, qui jouent un rôle essentiel. Les autres petites implantations, telles que les arbustes, contribuent également à cette amélioration.

Tableau 17: Les différents types d'arbre. Source: <https://www.vdberk.com> – pixabay - Trees, visual guide

Les arbres			
1. Jacaranda mimosifolia		2. Albizia julibrissin	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 10-15 m. ▪ Ombre : Modérée. ▪ Caduc, très décoratif au printemps avec une floraison violette. 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 6-12 m. ▪ Ombre : Filtrée. ▪ Forme légère et dispersée avec des fleurs élégantes.
3. Tipuana tipu		4. Pinus halepensis	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 15-25 m. ▪ Ombre : Très dense. ▪ Croissance rapide, racines fortes, avec des fleurs jaunes. 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 15-20 m. ▪ Ombre : Modérée. ▪ Typique des régions méditerranéennes.
5. Cupressus sempervirens		6. Eucalyptus camaldulensis	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 15-20+ m. ▪ Ombre : Modérée. ▪ Forme sculpturale, Parfait en haie ou alignement 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 25-45 m ▪ Ombre : Dense ▪ Largement utilisé dans les zones sèches, absorbe beaucoup d'eau.
7. Ficus nitida		8. Quercus afares (Chêne Atlas)	

CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUDE

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 10-20 m. ▪ Ombre : Dense. ▪ Ombrage épais, peut devenir envahissant pour avoir une forme sculptée. 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 10-25 m. ▪ Ombre : Dense. ▪ Persistant et robuste, Longue durée de vie, indigène
9. Casuarina equisetifolia		10. Ceratonia siliqua (Caroubier)	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 20-35 m. ▪ Ombre : Modérée. ▪ Feuillage fin et bon absorbeur de bruit 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 6-10 m. ▪ Ombre : Modéré. ▪ Arbre méditerranéen rustique, feuillage dense et gousses utile
11. Platanus orientalis (Platane)		12. Populus nigra (Peuplier)	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 20-30 m. ▪ Ombre : Dense. ▪ Arbre classique, idéal pour les avenues et les boulevards 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 20-30 m. ▪ Ombre : Dense. ▪ Ligne verticale, Croissance rapide, aime l'humidité
13. Fraxinus excelsior (Frêne)		14. Ginkgo biloba (Obelisk)	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 20-30(40) m. ▪ Ombre : Dense. ▪ Tronc droit, ne supporte aucun pavage 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauteur : 15-20 m. ▪ Ombre : Modérée. ▪ Colonne étroite, avec des feuilles jaune vif en automne, tolère le pavage

Tableau 18: Les différents types des arbustes et les fleurs. Source: <https://www.vlberk.com> – pixabay - Trees, visual guide

Les arbustes et les fleurs					
1. Souci (Marigold)		2. Lavande		3. Vitex agnus-castus	
	Couleur vibrante, feuilles dégagent un parfum distinctif		Ses fleurs violettes ont un parfum réconfortant.		Polyvalent dans l'aménagement paysager et attire les pollinisateurs
4. Romarin (rosemary)		5. Zinnias		6. Pois de senteur	
	Un parfum boisé, peut atteindre une hauteur de 2 m		Offre des couleurs vives et peut être planté en mai.		Fleurs parfumées aux couleurs vives
7. Sauge		8. Herbe aux plumes		9. Artemisia schmidtiana	

CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUDE

	Il a un parfum distinctif et présente des feuilles décoratives texturé		Ondulation dans la brise donnant une impression de mouvement		Feuilles douces et argentées, dégageant un parfum agréable
10. Nerium oleander		11. Geranium		12. Gazania	
	Offrent de belles couleurs et ombres, c'est considéré toxique		souvent utilisée en ornement et pour repousser les insectes		S'ouvre tous les matins et tolère la chaleur et la sécheresse.

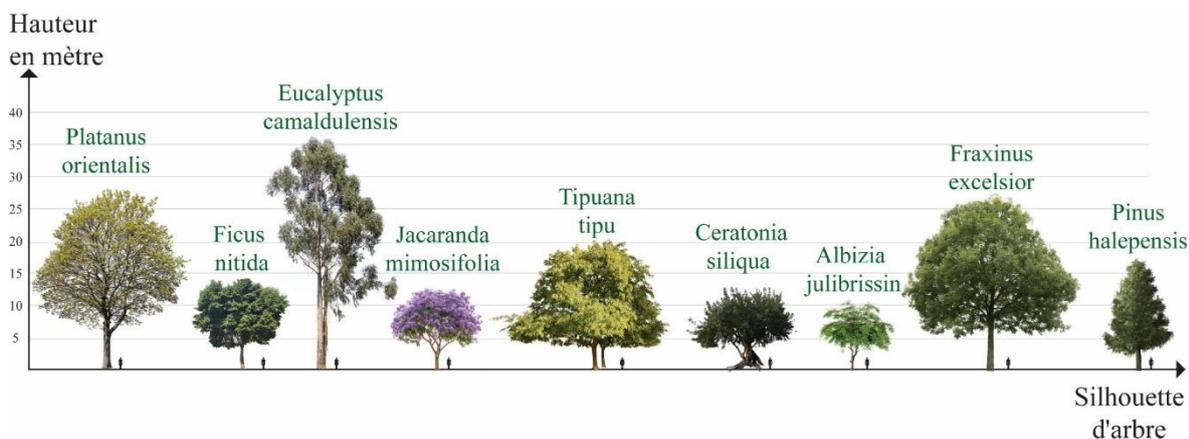


Figure 87: Les types d'arbre au fonction d'hauteur et silhouette. Source : <https://www.vdberk.com>



Figure 86: La disposition des différents arbre dans notre projet. Source: Auteurs, 2025.

4.6 | Gestion des déchets :

Le processus de gestion des déchets dans notre projet s'inscrit dans une approche méthodique et structurée, suivant une hiérarchie claire et définie.

La collecte des déchets est amorcée par l'utilisation de poubelles de recyclage [4x1] conçues de manière compartimentée afin de permettre le tri des déchets selon leur nature physique [le papier, le plastique, le métal, le verre et les déchets organiques]. Ces matériaux sont transportés [dans le cadre du projet] vers le musée et le centre culturel, pour être traités et traités correctement. Si un déchet est impossible à traiter ou nécessite des techniques supplémentaires, il sera transporté vers des centres spécialisés.



Figure 88 : Une carte montrant La gestion des déchets. Source: Auteurs,2025.

Afin d'éviter toute surcharge, le système de transport des déchets a été pensé de manière à desservir l'ensemble du site. Cette étape cible principalement les déchets en excès ainsi que ceux non recyclables ou détériorés, tels que certains plastiques ou papiers souillés.



Figure 90 : Poubelle de recyclage en tôle.
Source : Binsignia recycle in style



Figure 89 : Poubelles en plastique avec couvercle.
Source : Guangzhou Yuegao



Figure 91 : Véhicules de collecte des déchets fonctionnant au gaz naturel.
Source : RENAULT TRUCKS.

4.7 | Gestion des eaux pluviales :

Les fontaines, les jardins et l'irrigation sont autant d'éléments qui nécessitent un approvisionnement hydrique pour fonctionner. Cependant, cette eau ne doit pas nécessairement être d'une pureté absolue. C'est la raison pour laquelle nous avons mis en place un système de récupération et d'acheminement des eaux pluviales à l'échelle de l'ensemble du site.

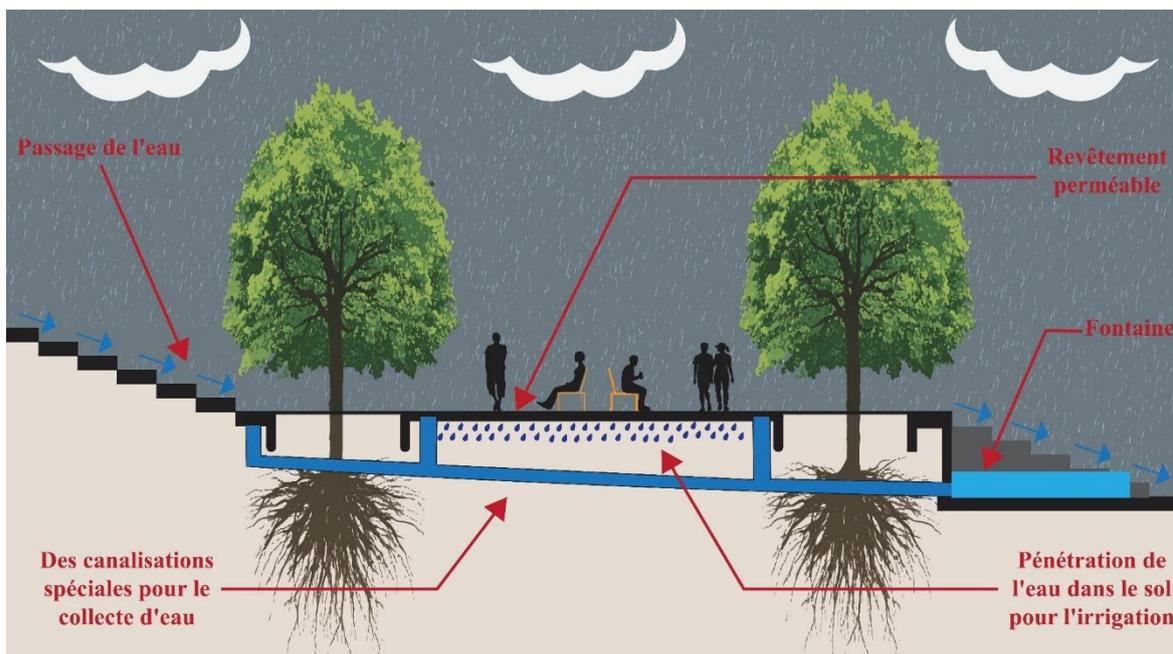


Figure 92 : Schéma de système de récupération et d'acheminement des eaux pluviales. Source : Auteurs,2025.

Il existe une variété de méthodes pour traiter l'eau, dont les suivantes :

- L'utilisation directe de l'eau, par exemple dans le cadre d'un système d'irrigation avec des revêtements perméables
- Le deuxième cas concerne l'eau à accumuler, puis à utiliser, comme pour les fontaines [spécialement dans notre projet] Irrigation pendant les périodes de manque de pluie.
- Une troisième catégorie de solution a requis la mise en place d'un système de filtration utilisant des dispositifs spécialisés. Ce système a été mis en place dans le musée, et est destiné aux installations sanitaires, renouvellement de l'eau des fontaines et bassins d'eau.

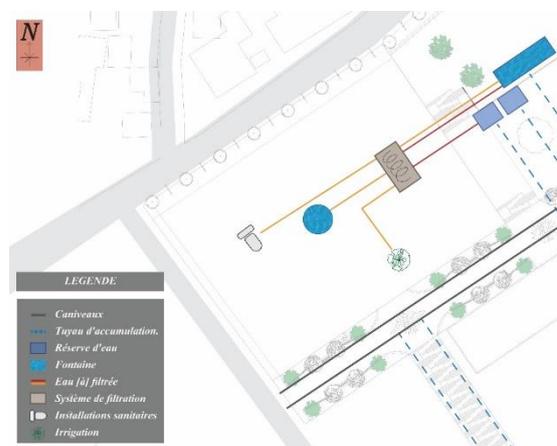


Figure 93 : Schéma de système de filtration d'eau récupérée. Source : Auteurs,2025.

4.8 | Adaptation à la topographie :

Pour garantir une intégration optimale au pont, il est essentiel de limiter les terrassements excessifs tout en assurant une cohérence urbaine avec l'environnement immédiat. Des terrassements ont été effectués sur le terrain, mêlant des techniques de déblaiement et de remblaiement, en tenant compte des distances entre les différentes plateformes.

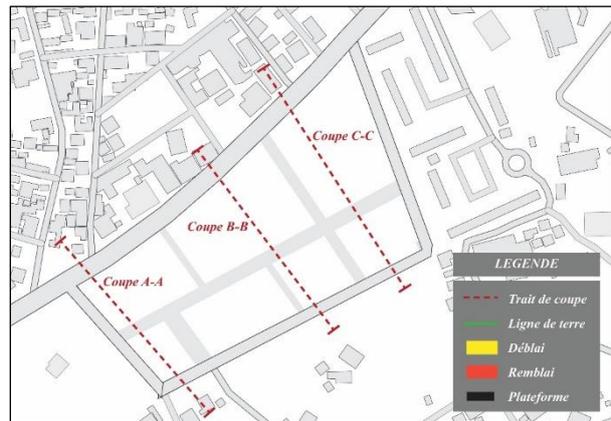


Figure 94 : Une carte avec l'emplacement des coupes.
Source : Auteurs, 2025.

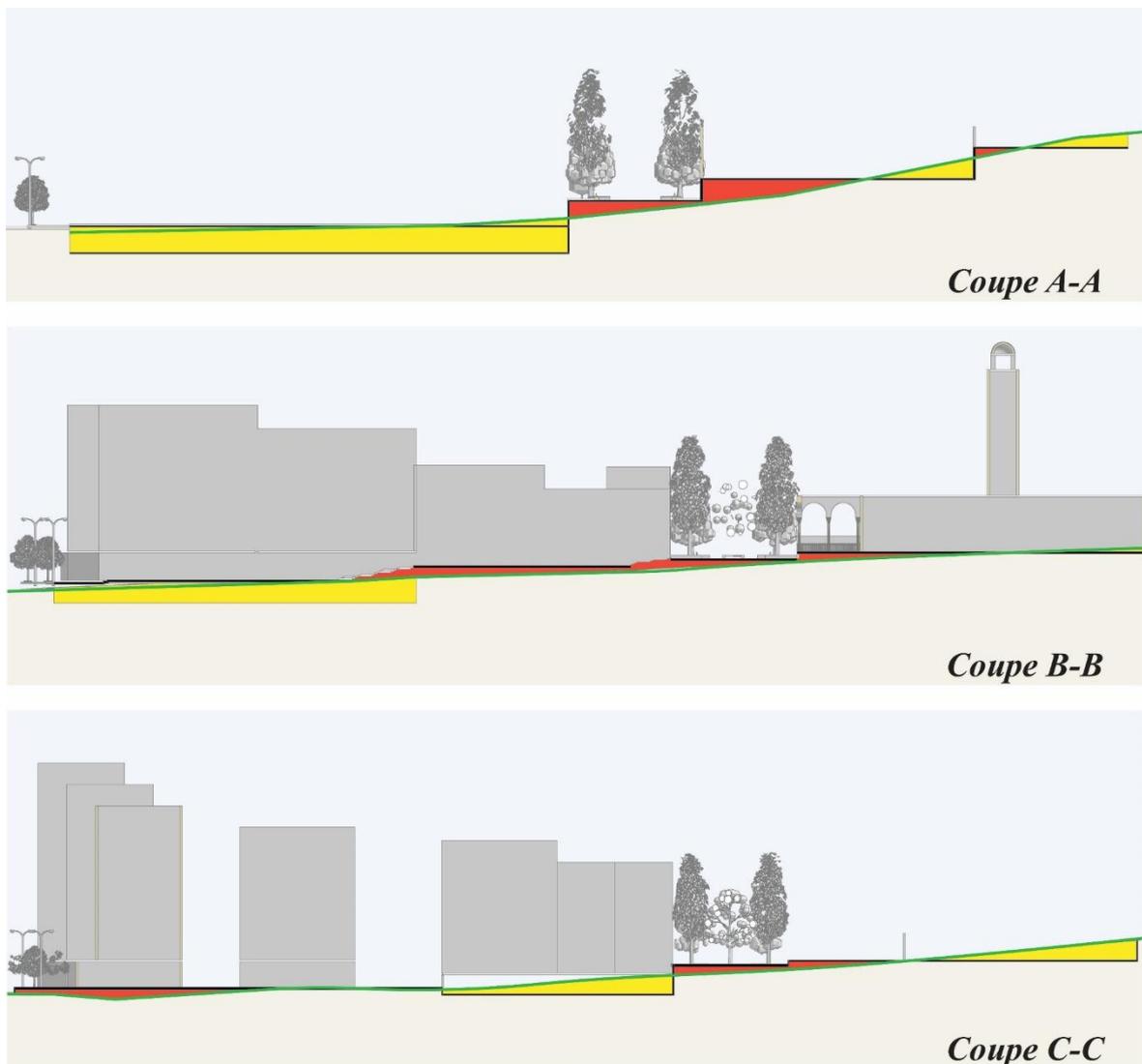


Figure 95 : Coupes de terrain montrant les terrassements appliqués.
Source : Auteurs, 2025.

4.9 | Synthèse : Élaboration du plan d'aménagement :

1. Placette :

Surface : 6360 m²
Niveau : +0.30 m
+2.10 m

2. Habitation

Surface : 5800 m²
Niveau : R+4 / R+9

3. Habitation

Surface : 2925 m²
Niveau : R+4 / R+6

4. Mosquées

Surface : 1920 m²
Niveau : R+1

5. Centre culturel

Surface : 3640 m²
Niveau : R+1 / R+3

6. Immeuble de bureaux.

Surface : 1580 m²
Niveau : R+4 / R+6

7. Musée

Surface : 4790 m²
Niveau : R+2 / R+5

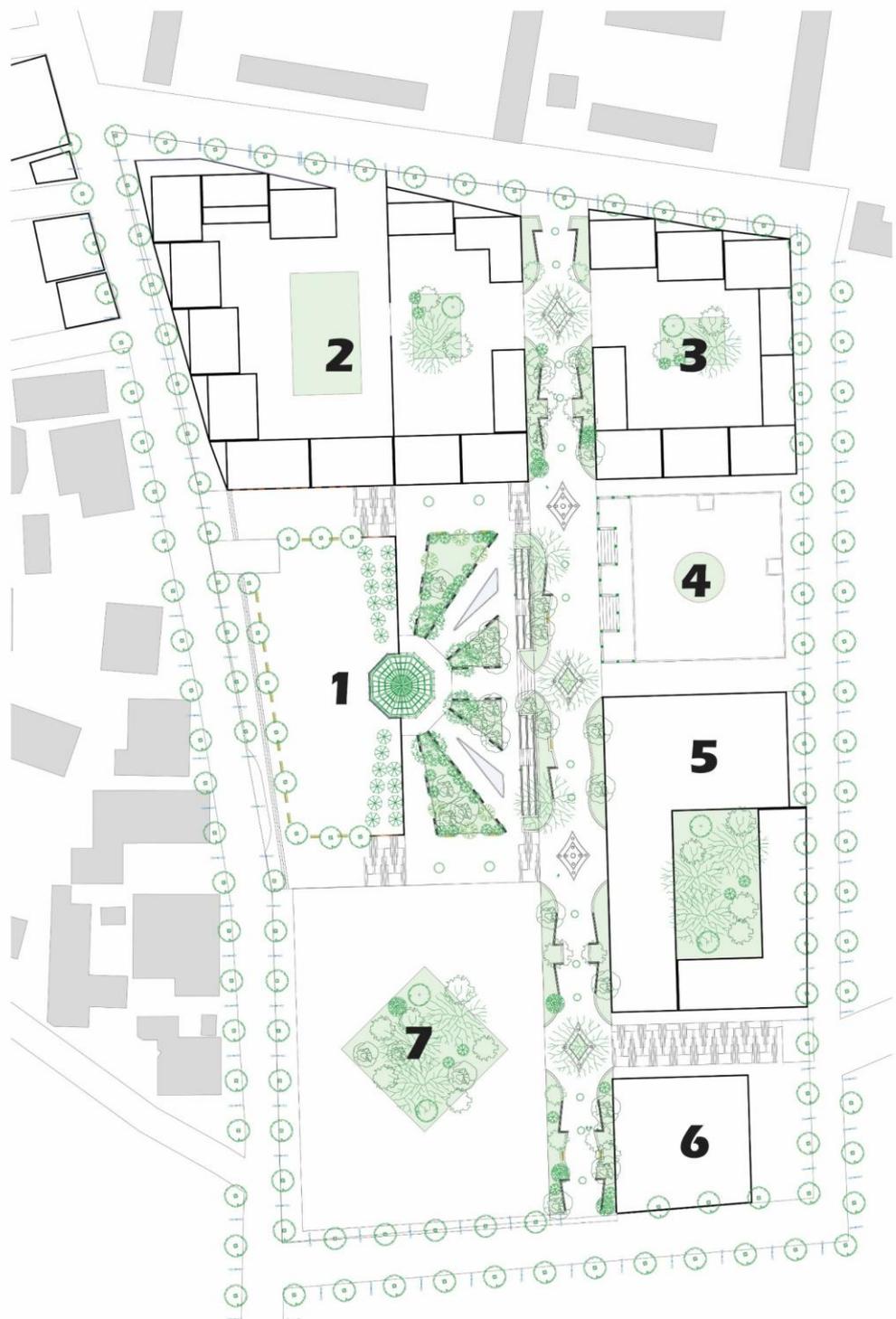


Figure 96: Plan d'aménagement. Source: Auteurs,2025.

5 | LE PROJET ARCHITECTURAL:

Il est important de souligner que tout projet architectural est caractérisé par des besoins spécifiques qui lui sont propres. Ces besoins dépendent de plusieurs facteurs [amment des objectifs du projet, du contexte dans lequel il s'insère et des contraintes imposées par les parties concernées] qui ont des impacts significatifs sur le projet architectural.

5.1 | Logique fonctionnelle et concepts liés au programme :

5.1.1 | Les usagers et les fonctions identitaires du Musée :

Afin de comprendre le fonctionnement du musée, il est nécessaire au préalable d'analyser les visiteurs de cette structure. C'est dans cette optique que nous avons créé le suivant schéma, qui a pour objectif de montrer clairement tous les utilisateurs.

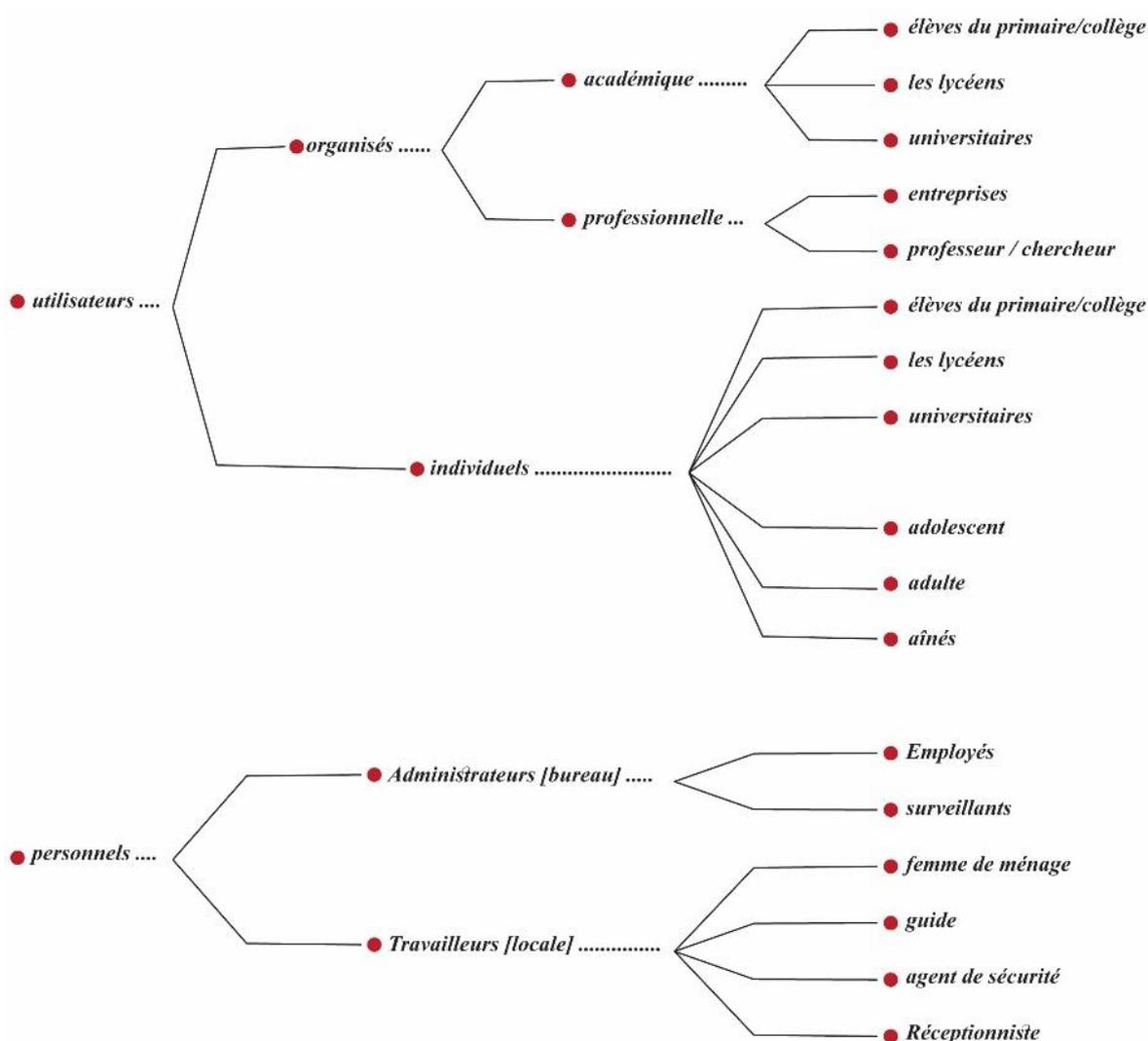


Figure 97 : Les usagers du musée de Découverte des technologies environnementales. Source : Auteurs,2025.

Il est également impératif de déterminer les fonctions identitaires qui jouent un rôle déterminant dans la logique du musée.

- Expositions.
- Accueil.
- Education.
- Administration.

5.1.2 / Les organigrammes fonctionnels :

Une fois que nous avons étudié l'organigramme des intersections ainsi que les types de circulation entre les fonctions

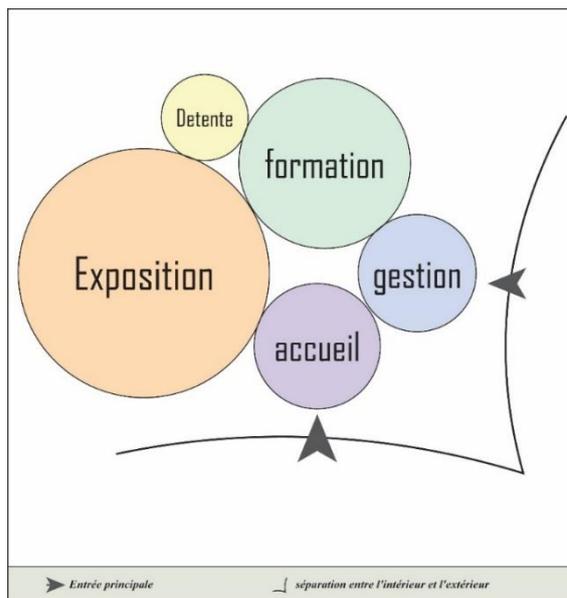


Figure 100 : Un organigramme fonctionnel montrant les fonctions identitaires. Source : Auteurs,2025.

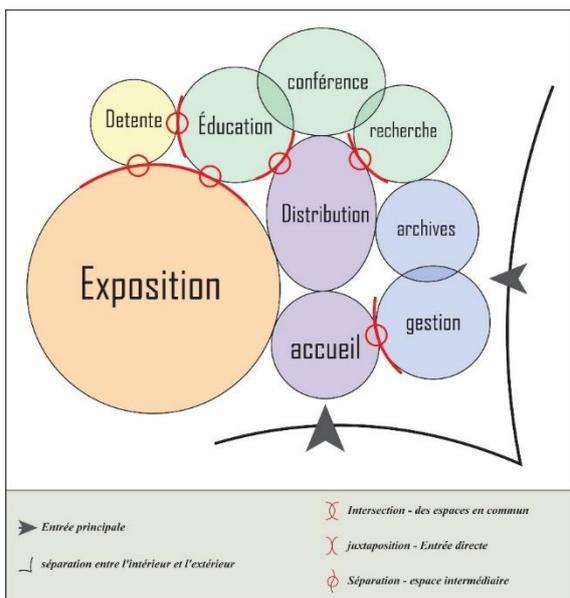


Figure 98 : Un organigramme fonctionnel montrant Les intersections entre les fonctions importantes. Source : Auteurs,2025.

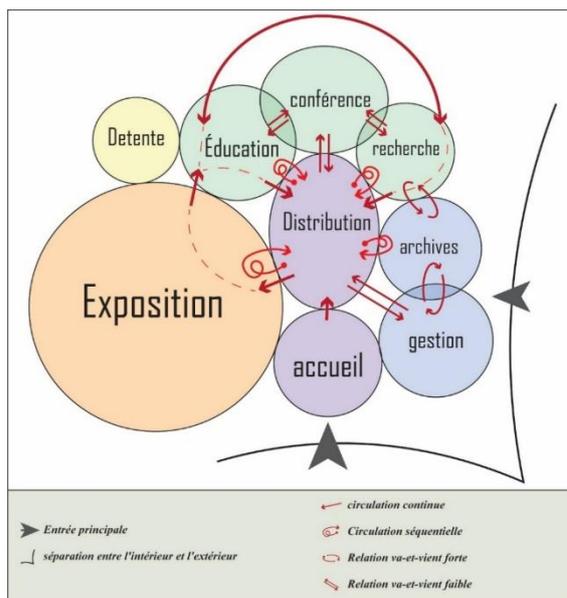


Figure 99 : Un organigramme fonctionnel montrant les types de circulation entre les fonctions importantes. Source : Auteurs,2025..

principales. On peut passer à l'étape suivante, qui concerne l'organigramme des relations.

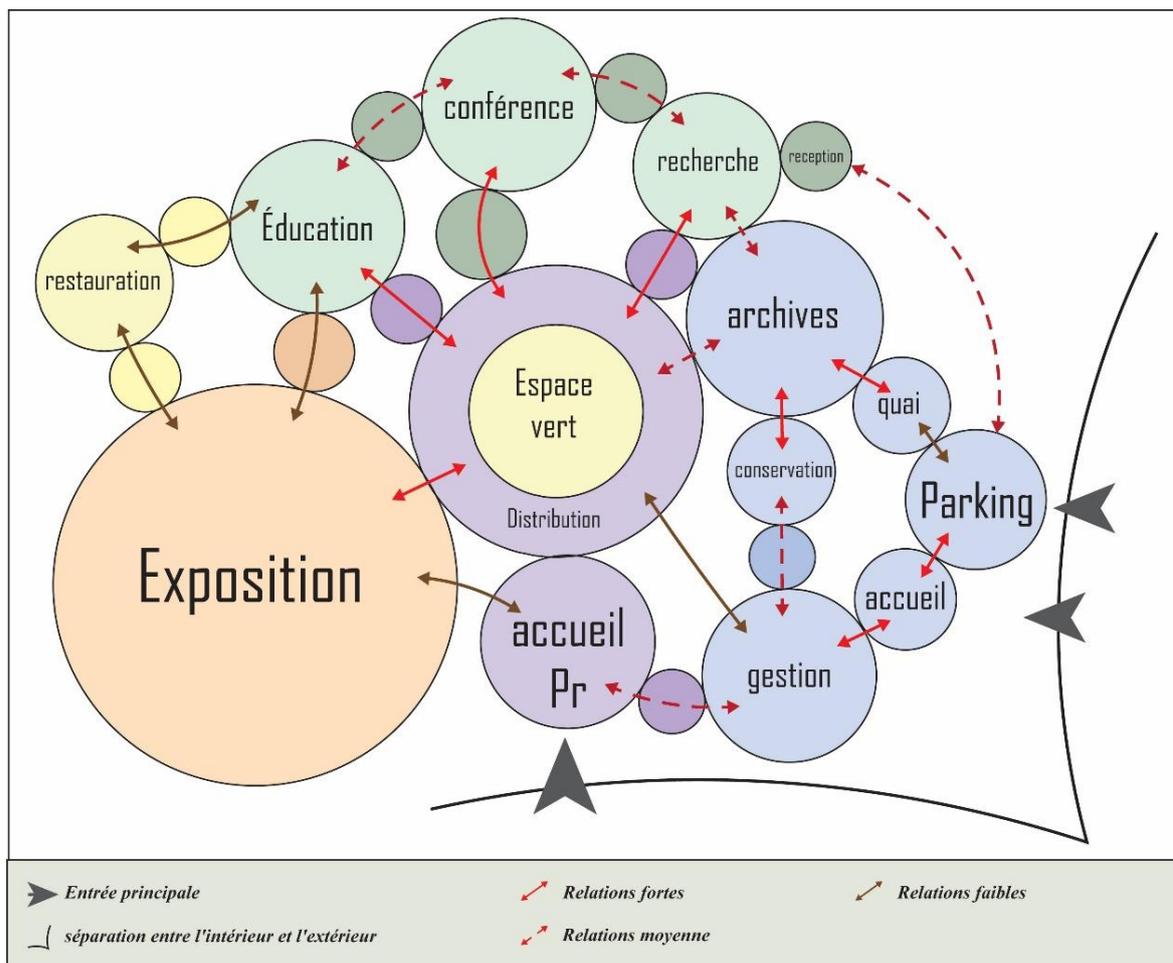


Figure 101 : Un organigramme fonctionnel montrant les relations entre les fonctions importantes. Source : Auteurs,2025.

5.1.3 / Concepts liés au programme :

Combinaison entre des éléments linéaires et circulaires, représentant en même temps l'idée de statique dynamique, et une inspiration de Kandinsky

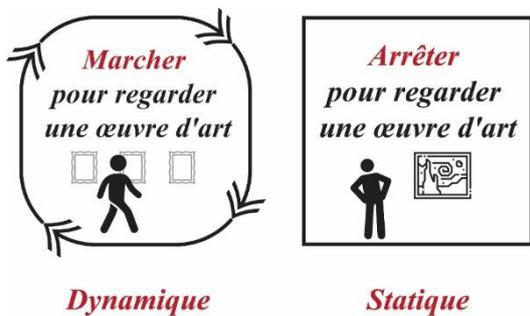


Figure 102 : Idee de concept de statique, dynamique lié au programme de projet. Source : Auteurs,2025.

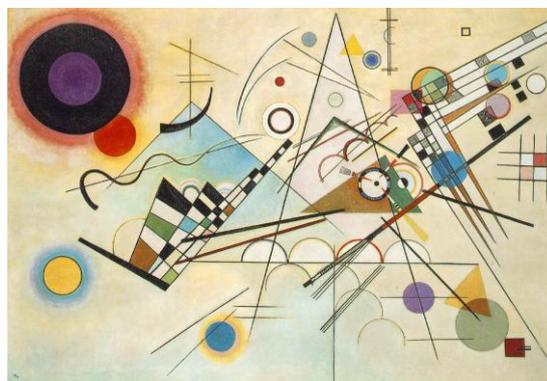


Figure 103 : Composition VIII : un tableau réalisé par Vassily Kandinsky en 1923. Source : the art story.

5.2 | Organisation spatiale du projet

Cette démarche méthodique, similaire à l'approche adoptée lors de l'élaboration des organigrammes fonctionnels, vise à établir une image claire et détaillée des interactions entre les différents espaces.

Dans un premier temps, il s'agit de reprendre l'étude des entités spatiales, puis de traiter les espaces plus restreints. Il est important de souligner que cette démarche est étroitement liée au programme.



Figure 104 : Un organigramme spatial montrant les entités spatiales majeures. Source : Auteurs,2025.

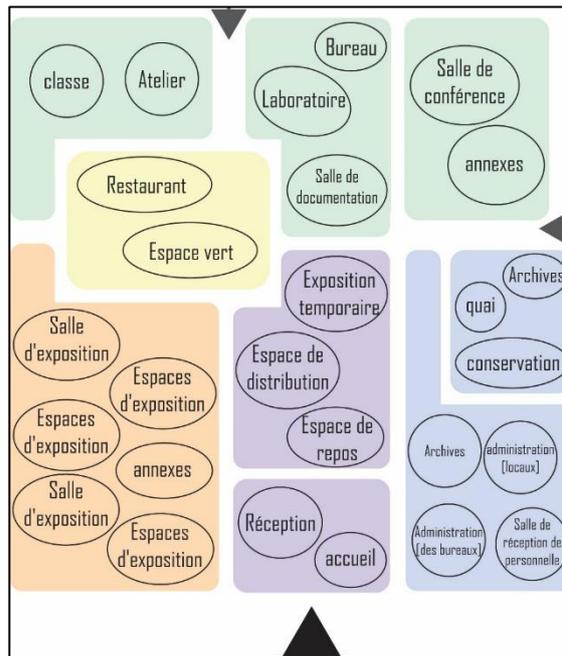
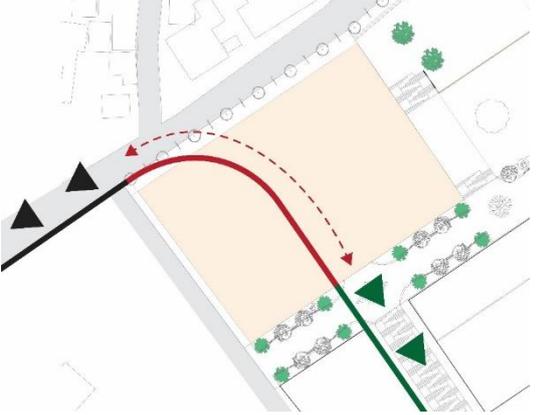


Figure 105 : Un organigramme spatial montrant les espaces dans les entités. Source : Auteurs,2025.

5.3 | Concepts liés au site :

Tableau 19: les concepts liée au site.Source: Auteurs,2025.

N°	Explication	Illustration
Concept N°01	L'alignement avec l'environnement urbain.	
Concept N°02	Une courbe [jeu de volume] pour montrer la liaison entre le centre historique et les montagnes de chrea [un point où la ville rencontre la nature]	
Concept N°03	Recul : Pour montrer l'entrée principale Données à un espace pour l'urbain.	

5.4 | Concepts liés à des références architecturales [ou autre...] :

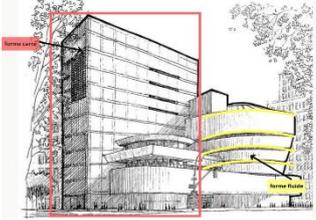
concept	Illustration
<p>Combinaison entre des formes géométrique (le carré) et des formes courbes, inspiré de de musée Guggenheim de New York.</p>	 <p><i>Figure 106: sketch de musée Guggenheim. Source : Pinterest, traité par l'auteur.</i></p>
<p>Une couverture et une façade composées d'une peau ornée d'un motif élaboré, s'inspirant du moucharabieh, qui procure de l'ombre à l'espace intérieur.</p>	 <p><i>Figure 107: a gauche une façade et toiture composé de la moucharabieh. Source : www.bienvenuechezginette.com. Adroite l'intérieur de louvre a Abu Dhabi. Source: www.jeannouvel.com</i></p>
<p>Le patio s'inspire de l'architecture locale.</p>	 <p><i>Figure 108: patio d'une maison traditionnelle. Source : Pinterest.</i></p>

Tableau 20: concepts liés a des references architecturale. Source:Auteurs,2025.

5.5 | Concepts liés à l'environnement physique

5.5.1 | Orientation du bâtiment

Notre site d'intervention est orienté vers le nord-ouest, ce qui nous permet de dégager quatre façades : la façade nord-est, la façade nord-ouest, la façade sud-est et la façade sud-ouest.

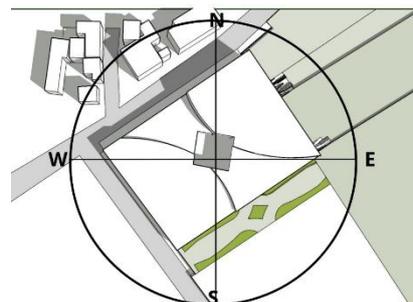


Figure 110: Schema de l'orientation du projet. Source: Auteurs, 2025.



Figure 109: L'orientation des façades du projet. Source: Auteurs, 2025.

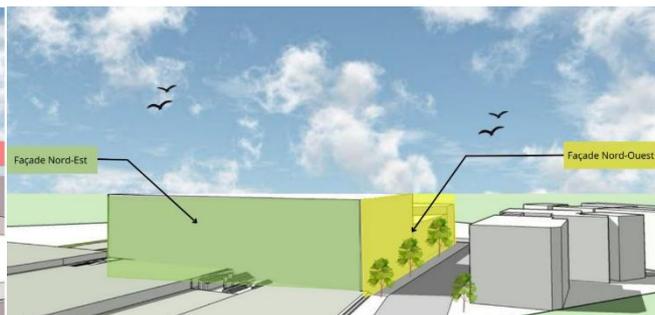


Figure 111: L'orientation des façades du projet. Source: Auteurs, 2025.

5.5.2 | Zonage thermique (bioclimatique)

La zone d'exposition bénéficie de trois façades : la façade nord-est, qui offre une lumière douce le matin mais sombre en fin de journée ; la façade nord-ouest, qui est lumineuse l'après-midi mais nécessite un éclairage artificiel le matin ; et la façade sud-est, qui est bien ensoleillée le matin mais nécessite des protections solaires contre la chaleur excessive.

La zone de service, située dans un patio, est naturellement bien éclairée. La zone de travail, orientée sud-est et sud-ouest, bénéficie d'un bon éclairage naturel et d'une régulation thermique efficace. La zone de réservation, située sous le sol, est protégée de la chaleur et bien ventilée pour éviter l'apparition d'humidité.

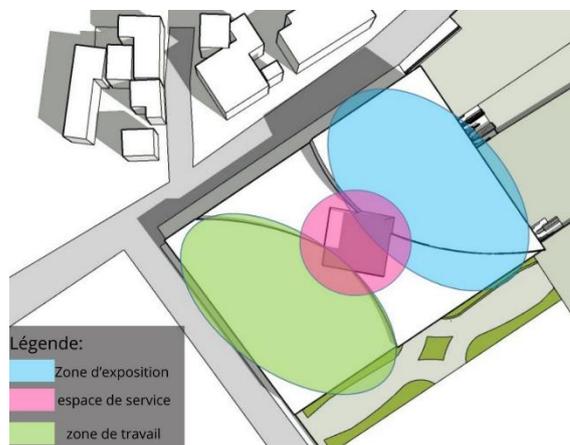


Figure 112: Zonage thermique du projet. Source: Auteurs, 2025.

5.5.3 / Ventilation naturelle :

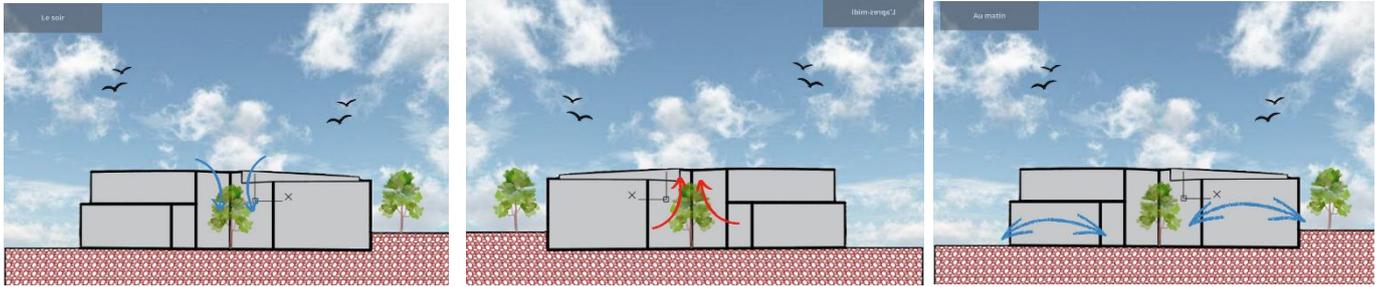


Figure 114: Coupe explicatif de ventilation naturelle du projet de patio. Source: Auteurs, 2025.

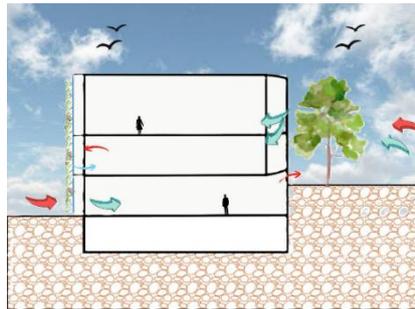


Figure 113: coupe explicatif de ventilation naturelle du projet de végétation. Source: Auteurs, 2025.

5.5.4 / Dispositifs d'ombrage :

Tableau 21: Dispositifs d'ombrage adopté pour le projet. Source: Auteurs, 2025.

Dispositifs d'ombrage	illustration
<p>L'écran végétal.</p>	<p>Figure 115: schéma fonction des murs végétaux Source: https://citygreen.com/</p>

Des brises du soleil.



Figure 116: brise de soleil (moucharabieh). Source: Pinterest.

5.5.5 / Éclairage naturel

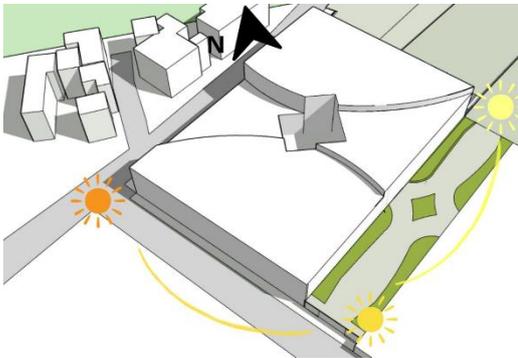


Figure 119: trajectoire du soleil. Source: Auteurs, 2025.

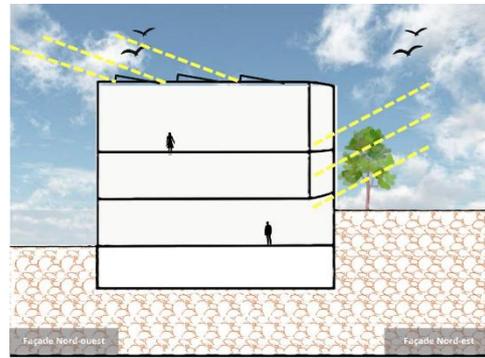


Figure 118: éclairage par ouverture zénithale, et verticale. Source: Auteurs, 2025.

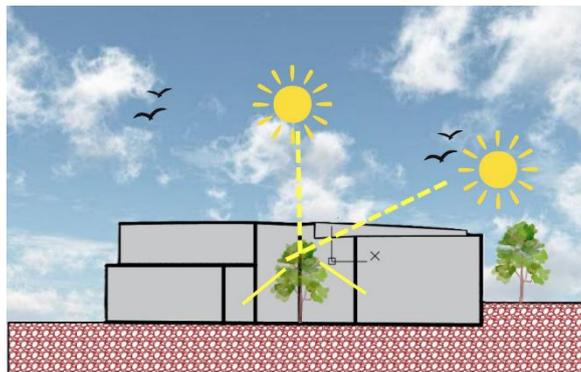


Figure 117 éclairage par patio. Source: Auteurs, 2025.

5.5.6 / Matériaux écologique utilisés dans le projet :



Figure 120: les différents matériaux utilisés dans le projet.

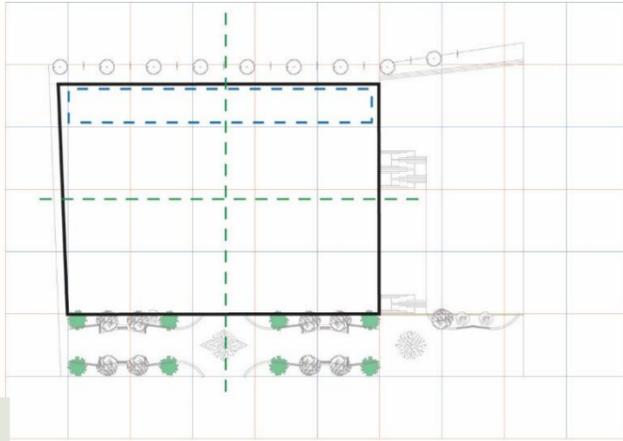
5.5.7 / Intégration de la technologie des P.V :

Nous avons choisi le polycristallin comme type de panneau photovoltaïque pour son bon rendement énergétique, sa performance en chaleur, son impact écologique réduit et son coût plus abordable. Il peut être intégré aux façades et aux toitures.

6 | Génése du projet :

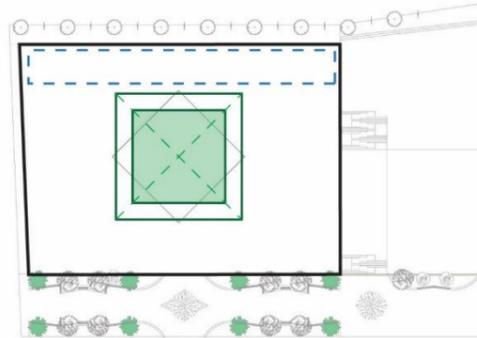
Étape N°01 : Terrain et limites

- La première étape consiste à délimiter le terrain selon les recommandations et les besoins urbains [Les trottoirs, recul pour l'entrée principale...].
- Toutes les modules utilisés dans le projet sont les mêmes utilisées dans le plan d'aménagement pour avoir une continuité.
- Également le choix du centre du terrain pour placer le patio, qui doit être un espace important donnant sur l'ensemble du projet.



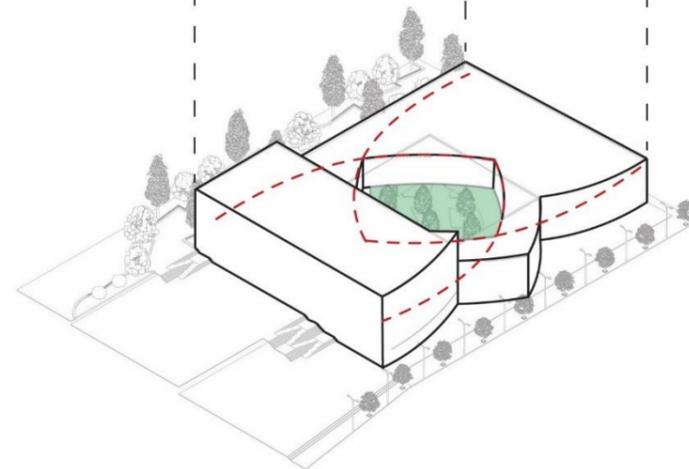
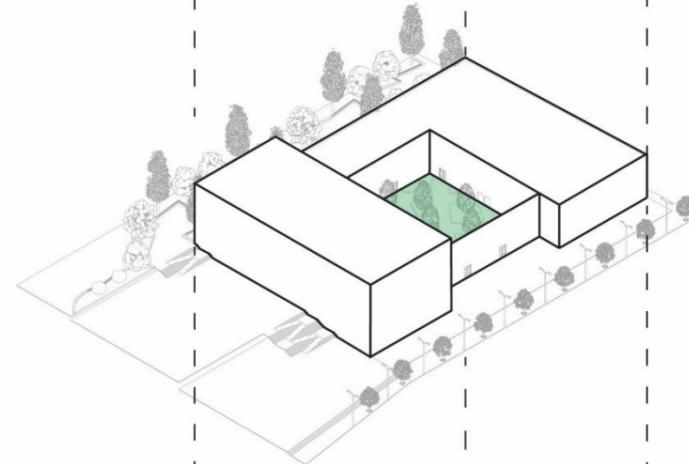
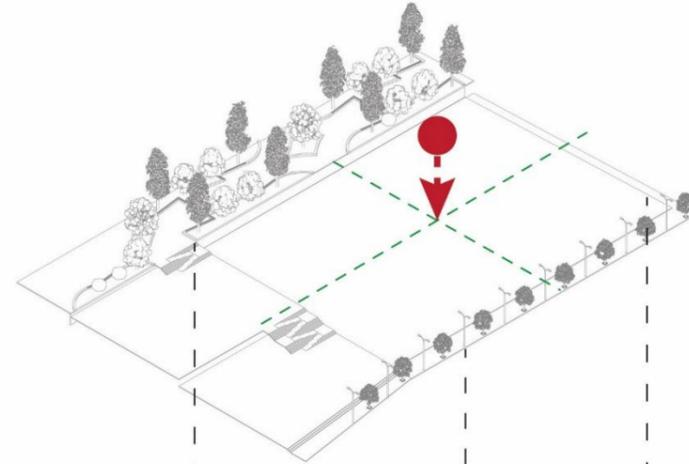
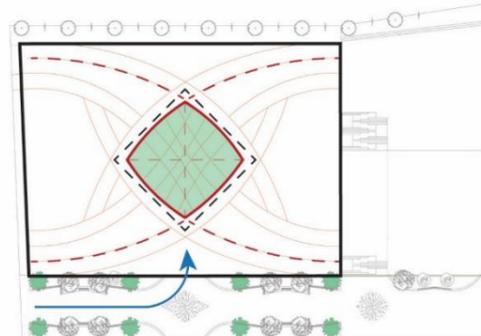
Étape N°02 : Forme primaire

- Commencer à élever la forme de base du projet après avoir placé l'atrium au centre
- L'utilisation des formes rigides et droites représentant l'idée de statique pour l'ensemble du projet, respectant les alignements du projet avec son environnement
- Marquage des points importants dans le périmètre du projet, tels que l'entrée principale et secondaire, les vues importantes et celle faisant face au trajet du soleil [comme déjà mentionné dans les analyses précédentes].

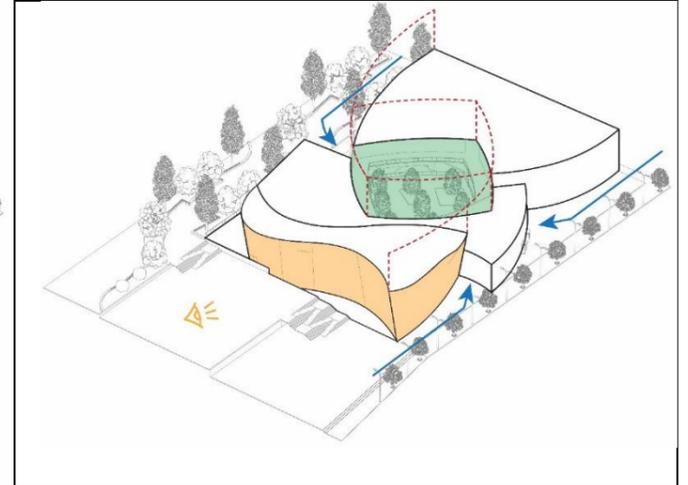


Étape N°03 : Trame et dynamisme

- Introduire la mention du dynamisme d'abord par la rotation de notre élément central statique puis courber un peu les côtés
- Assurer la continuité de la courbure du patio, et le prendre comme une trame dynamique basé sur une forme statique afin que l'ensemble du projet [rez-de-chaussée et les niveaux supérieurs] soit homogène
- Profitez de cette nouvelle trame pour créer des entrées de projet importantes liées à l'environnement urbain, et pour marquer l'importance de la forme du projet, surtout la partie "exposition".



Étape N°04 : Touches finales



7 | La composition des façades :

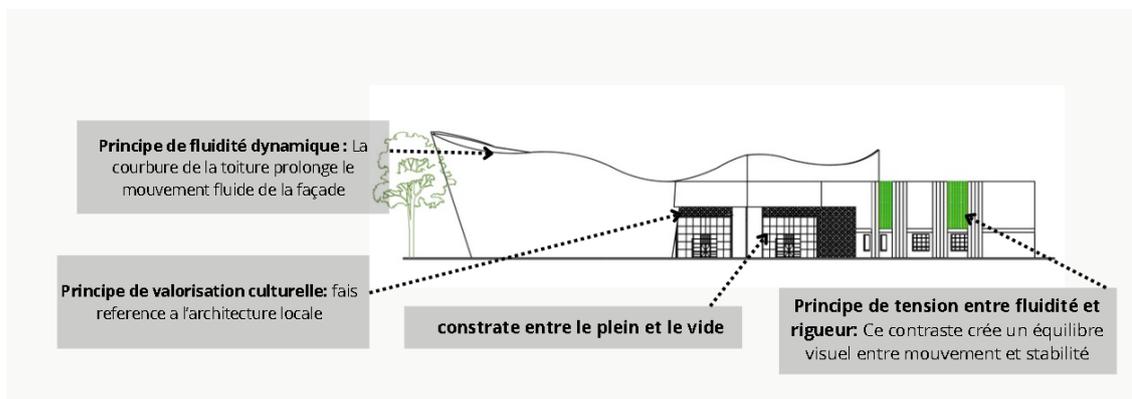


Figure 123 : Les principes de composition des façades- Façade principale. Source : Auteurs 2025

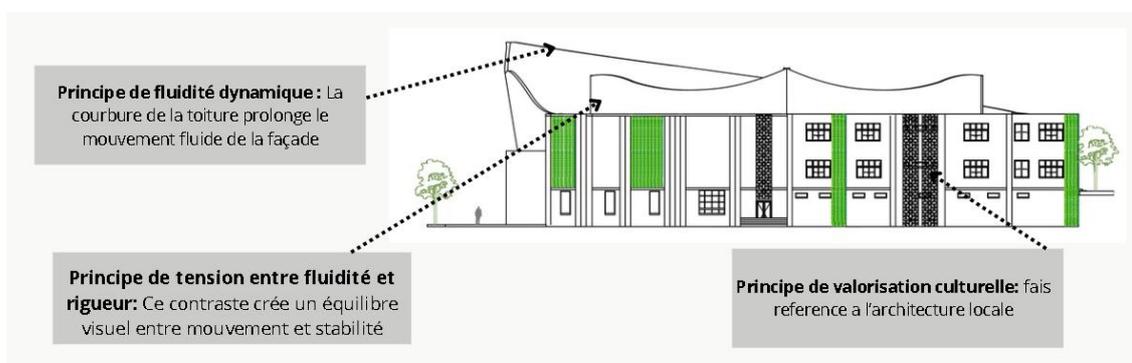


Figure 122 : Les principes de composition des façades- Façade latérale. Source : Auteurs 2025

8 | La structure :

Le projet présente une grande diversité de volumes, de hauteurs et de fonctions, avec des bâtiments allant du R+1 au R+3, voire R+5 pour certaines entités. Cette variation reflète la diversité des usages : espaces publics, zones d'exposition, services techniques, etc.

Certains blocs disposent d'un sous-sol destiné principalement au stationnement, tandis que d'autres, sans niveau en infrastructure, sont aménagés avec des toitures végétalisées sous forme de terrasses-jardins, offrant des espaces extérieurs accessibles.

Sur le plan structurel, le projet intègre à la fois des toitures métalliques (notamment pour les halls dégagés) et des dalles pleines (béton armé) pour les zones à trame régulière.

Nous proposons donc différents types de structures adaptés à chaque entité, bloc ou fonction :

- Structure en béton armé : poteaux porteurs selon une trame régulière de 5 à 6 m, associés à des dalles pleines. Certains espaces présentent une double hauteur.

CHAPITRE 03 : CAS D'ÉTUDE

- Structure métallique : composée de poutres principales rigides tridimensionnelles, avec des portées allant de 8 à 22 m (pour les grands volumes en double hauteur). Ces poutres sont posées sur des poteaux principaux et reliées à des poutres secondaires.

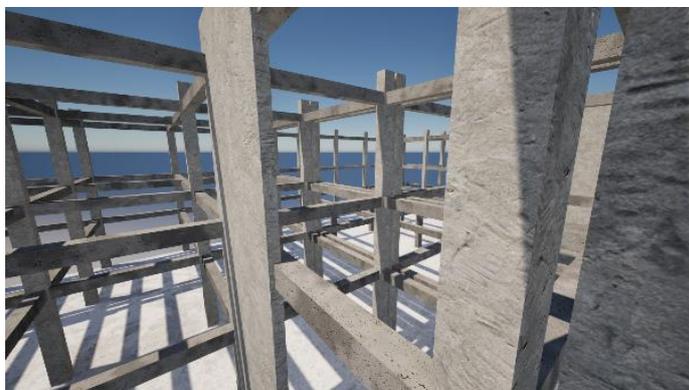


Figure 124: Structure en béton armé. Source : Auteurs 2025.



Figure 125 : Structure métallique. Source : Auteurs 2025.

**CHAPITRE 4 : ETUDE
NUMIRIQUE ET PISTES
D'OPTIMISATION
ARCHITECTUREL**

IV | CHAPITRE 4 : ETUDE NUMIRIQUE ET PISTES D'OPTIMISATION ARCHITECTURELE

1 | Introduction :

Afin de concevoir notre projet « Musée », il est nécessaire de vérifier les stratégies et les techniques que nous avons appliquées dans le cadre de notre projet d'optimisation de l'efficacité énergétique.

Pour cela, ce chapitre vise à évaluer l'impact de la végétation sur notre projet en prenant en compte le fichier climatique de la région de Blida, à travers une simulation dynamique comparative permettant d'atteindre l'objectif.

2 | Généralité sur la STD :

2.1 | Définition de la STD :

Une simulation thermique dynamique (STD) est une technique de modélisation informatique d'un bâtiment qui permet de simuler et prédire son comportement thermique en fonction de différents paramètres tels que les matériaux de construction, la disposition des pièces, les systèmes de ventilation, de chauffage et de climatisation, ainsi que les conditions climatiques externes. (CEE, 2024).

2.2 | L'objectif de la STD :

L'objectif de la simulation thermique dynamique est d'estimer la consommation d'énergie, la température intérieure, l'humidité relative, la qualité de l'air intérieur et d'autres paramètres importants liés au confort et à l'efficacité énergétique du bâtiment. (CEE, 2024).

2.3 | Choix des outils de la STD :

Pour effectuer cette opération de simulation, nous avons choisi deux logiciels Météo-norme pour obtenir un fichier climatique de notre région, et Design Builder pour la modélisation et la simulation du projet.

2.3.1 / Présentation de Design Builder :

Design Builder est un logiciel de simulation dynamique doté d'une interface graphique offrant de nombreuses fonctionnalités qui ne sont pas disponibles simultanément dans les logiciels existants :

- Modeleur du bâtiment incluant des assistants de création de fenêtre, composition de la construction, détection automatique du type de paroi qui vous évitent de nombreuses saisies ou dessin.
- Gestion de l'occupation, de la ventilation mécanique, des ouvertures de fenêtre, de l'occultation des baies, des apports internes ... par planning paramétrable selon le type de jour, les mois, les heures (ou infra horaire).
- Calcul des déperditions/gains thermiques de l'enveloppe en hiver/été.
- Simulation dynamique (STD) restituant des données de confort, de bilan thermique, ventilation, etc. (Batisim, 2025).

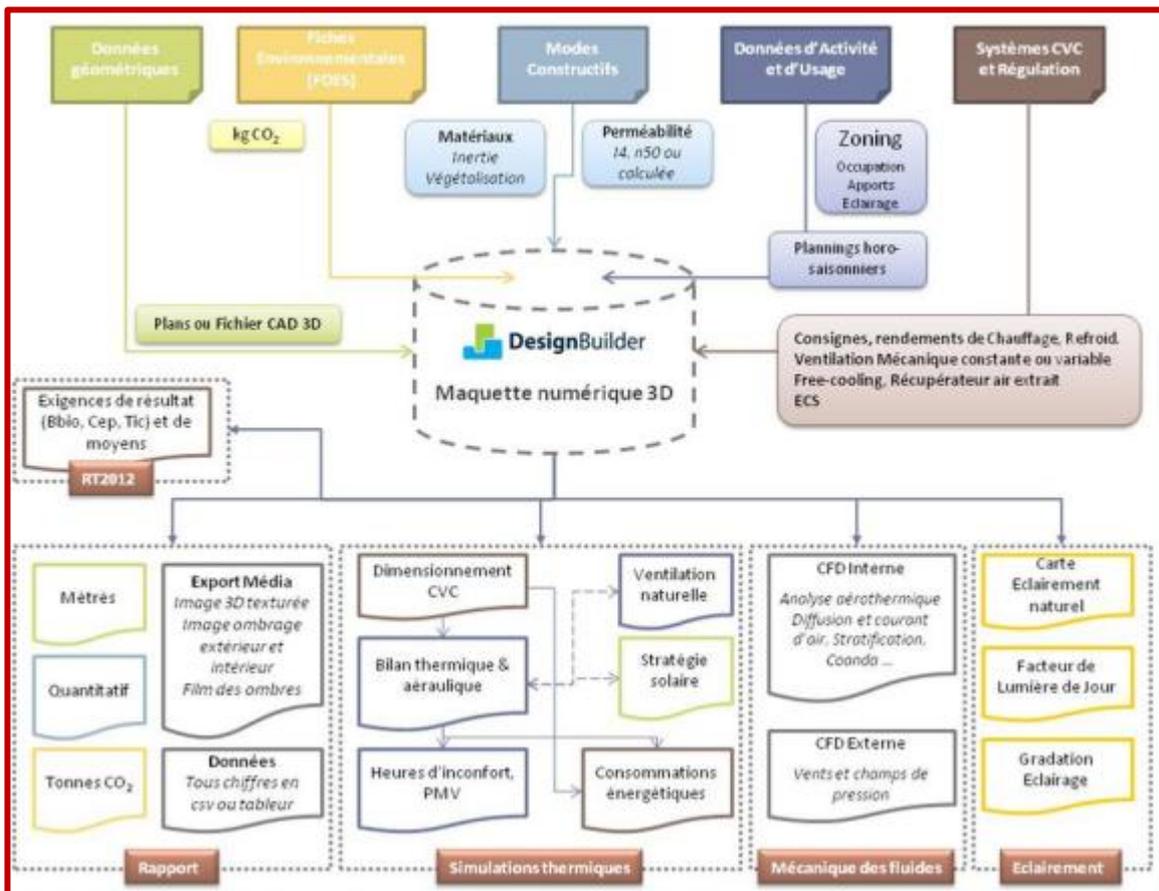


Figure 126:fonctionnement de Design Builder.
Source: <https://www.batisim.net/>.

2.3.2 / *Présentation de Météo-Norme* :

Le logiciel Météo-norme est un outil développé par la société suisse Meteotest, utilisé pour générer des données météorologiques précises à partir de mesures au sol et de modèles climatiques. Il est particulièrement utile pour les simulations thermiques dynamiques (STD), les calculs d'ensoleillement et l'évaluation des performances énergétiques des bâtiments. (IZUBA, 2022).

2.3.3 / *Présentation de PV*SOL Premium* :

PV*SOL Premium est un logiciel de simulation dédié à la modélisation des installations photovoltaïques, permettant d'évaluer la production énergétique, les pertes par ombrage, ainsi que la rentabilité technico-économique d'un système. Il intègre des bases de données climatiques, des composants commerciaux, et autorise une visualisation 2D/3D précise de l'environnement du projet.



Figure 127 : Logo du logiciel. Source : <https://pvsol.software/>

3 | **Processus de la simulation sous Design Builder :**

3.1 | **Méthode de la simulation :**

Afin de répondre à l'objectif de notre thématique, nous avons suivi une méthodologie de simulation sous Design-Builder structuré en plusieurs étapes :

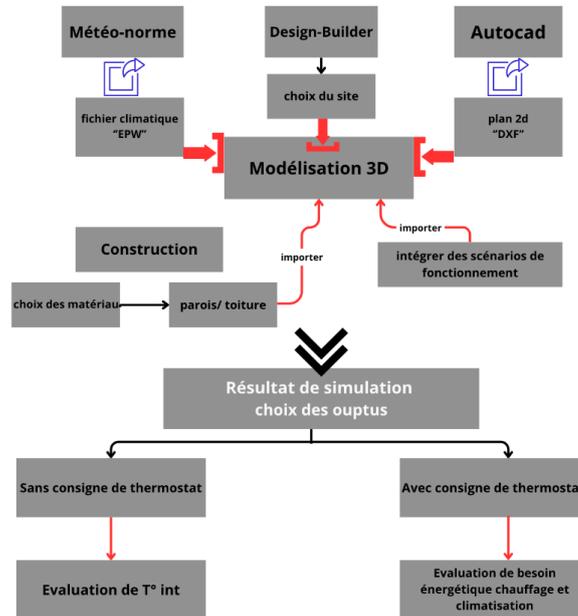


Figure 128: méthodologie de simulation sous Design-Build. Source: Auteurs, 2025.

3.2 | Présentation de cas d'étude :

3.2.1 | Découpage du projet en zone thermique :

Nous avons choisi La Salle d'exposition comme cas d'étude, car c'est l'espace le plus important dans notre projet « Musée » et c'est le cas le plus défavorable, car elle est en contact direct avec les conditions climatiques (les murs extérieurs et la toiture).

Le tableau suivant représente les caractéristiques de la zone :

Zone	Surface	Volume M3	Orientation
1	1000 m ²	9500m ³	Nord-Est/Nord-Ouest/Sud-Ouest

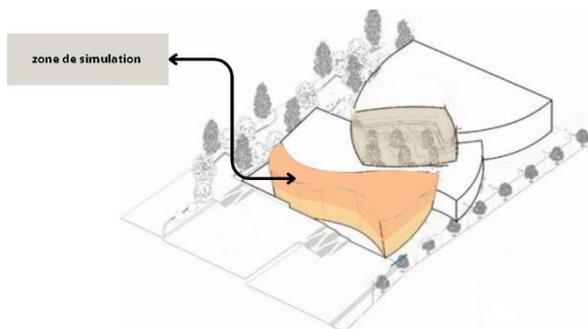


Figure 129: Zone de simulation dans le projet. Source : Auteur, 2025.

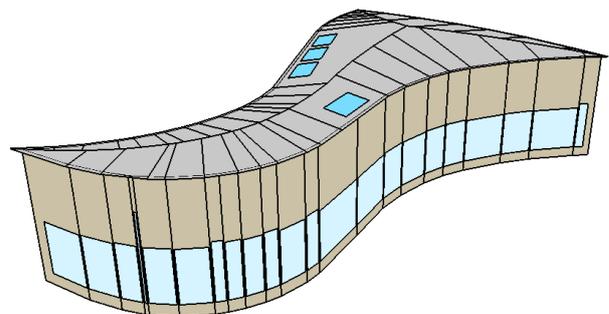


Figure 130: Zone de simulation dans le projet. Source : Design-Build.

3.2.2 / Caractéristique thermiques des matériaux:

3.2.2.1 / Pour les parois:

Tableau 22: Caractéristique thermique des matériaux pour les parois .Source: Auteurs,2025.

Paroi	Matériau	Conductivité $\lambda(\text{w/m}^2.\text{k})$	Densité (Kg/m3)	Epaisseur(m)
Mur extérieur	Plaque de plâtre	0.25	2800	0.01
	Brique	0.72	1920	0.1
	Isolant (polystyrène)	0.03	35	0.1
	Brique Int	0.81	1650	0.1
	Plâtre Int	0.16	600	0.01
Plancher bas	Béton	1.4	2400	0.12
	Treille soudé	50	7850	0.006
	Tôle nervuré	50	7850	0.001
Toiture	Etanchieté	0.14	1200	0.005
	Isolation thermique	0.04	70	0.1
	Par vapeur	/	/	0.002
	Bac acier	50	7800	0.06
	Panne en acier	50	7800	0.002

3.2.2.2 / Pour les ouvertures :

Tableau 23: Caractéristique thermique des matériaux pour les ouvertures.Source: Auteurs,2025.

Ouverture (Fenêtre)	Coeff de gain de chaleur	Transmission solaire directe (%)	Transmission de la lumière (%)	Valeur U (W/m ² K)
Double vitrage (Generic Blue6mm)	0.479	0.373	0.505	2.665

3.3 |Les variantes étudiées:

Dans le but de répondre à l'objectif de notre thématique, nous avons choisis d'étudier l'impact du végétal sur le confort thermique et la consommation énergétique.

3.3.1 / 1 ère variante : Cas standard (sans amélioration) :

Tableau 24: Les caractéristique thermique des matériaux de premier cas. La source: Auteurs,2025.

Paroi	Matériau	Conductivité $\lambda(w/m^2.k)$	Densité (Kg/m3)	Eppaisseur(m)
Mur extérieur	Plaque de plâtre	0.25	2800	0.01
	Brique	0.72	1920	0.1
	Isolant (polystyrène)	0.03	35	0.1
	Brique Int	0.81	1650	0.1
	Plâtre Int	0.16	600	0.01
	Treille soudé	50	7850	0.006
	Tôle nervuré	50	7850	0.001
				0.327
Toiture	Etanchéité	0.14	1200	0.005
	Isolation thermique	0.04	70	0.1
	Par vapeur	/	/	0.002
	Bac acier	50	7800	0.06
	Panne en acier	50	7800	0.002

3.3.2 / 2 ème variante : Toit végétalisé :

Tableau 25: Les caractéristique thermique des matériaux pour le 2 eme cas. Source: Auteurs,2025.

Les couches.	conductivité $\lambda(w/m^2.k)$	Densité (Kg/m3)	Eppaisseur(m)
Couche de drainage	0.3	400	0.3
Géotextile filtrant	0.04	150	0.003
Substrat végétale	0.3	1200	0.10
Couche végétal	0.4	50	0.15

3.3.3 / 3 ème variante: Mur végétal:

Tableau 26: Les caractéristique thermiques des matériaux pour le 3^{eme} cas. Source: Auteurs,2025.

Les couches.	conductivité $\lambda(\text{w/m}^2.\text{k})$	Densité(Kg/m3)	Eppaisseur(m)
Feutre horticole	0.06	300	0.005
Substrat végétale	0.3	1200	0.10
Couche végétal	0.4	50	0.15

3.3.4 / 4^{ème} variante: Toit et Mur végétale:

C'est de mettre la 2^{ème} variante avec la 3^{ème} au même temps.

4 | Résultat obtenus et discussion :

4.1 |Les résultat des températures :

4.1.1 / Scénario 01 : Cas standard (sans amélioration) :

Les figures ci-dessus représentent l'évaluation des températures intérieures moyennes pour le cas d'étude pour la période annuelle :

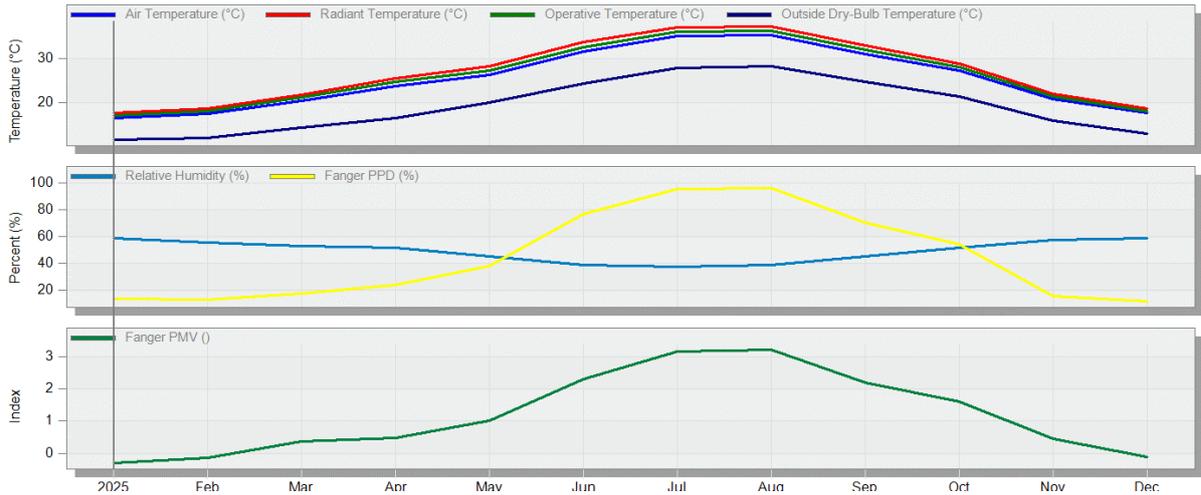


Figure 131: Diagramme des température de cas initiale. Source: Design-builder.

Month	2025	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Air Temperature (°C)	16.44	17.34	20.35	23.72	26.22	31.52	35.01	35.23	31.03	27.24	20.74	17.49
Radiant Temperature (°C)	17.45	18.51	21.73	25.46	28.10	33.67	37.08	37.23	32.87	28.77	21.85	18.44
Operative Temperature (°C)	16.95	17.92	21.04	24.59	27.16	32.60	36.05	36.23	31.95	28.00	21.30	17.96
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	11.45	11.85	14.28	16.45	19.95	24.15	27.87	28.25	24.62	21.33	15.75	12.82
Relative Humidity (%)	58.77	55.60	52.99	51.49	45.04	38.91	37.60	39.05	44.85	51.63	57.38	58.94
Fanger PPD (%)	13.88	13.13	17.34	23.79	38.24	76.94	95.16	95.94	70.21	54.47	15.40	11.75
Fanger PMV (I)	-0.30	-0.15	0.37	0.47	1.02	2.30	3.15	3.22	2.19	1.60	0.44	-0.13

Tableau 27: Résultat des température de la simulation du cas initiale. Source: Deign-Builder.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Salle d'expo-sition	16.95	17.92	21.4	24.59	27.16	32.6	36.06	36.23	31.95	28	21.3	17.96
Température extérieur	16.44	17.34	20.35	23.72	26.22	31.52	35.01	35.23	31.03	27.24	20.74	17.49

Selon ce diagramme on remarque que cette zone présente des conditions d'inconfort thermique en été, avec une température opérative atteignant jusqu'à 37.2°C en Août.

En hiver, les températures opératives varient entre 16.9°C et 18.5°C, indiquant un intérieur frais, potentiellement inconfortable sans un chauffage efficace.

C'est résultats peuvent être justifiées par la densité d'occupation, et la puissance dissipée des appareils électriques, en plus de l'absence aucune stratégie bioclimatique.

4.1.2 / Scénario 02 : Effet de Toiture végétalisée :

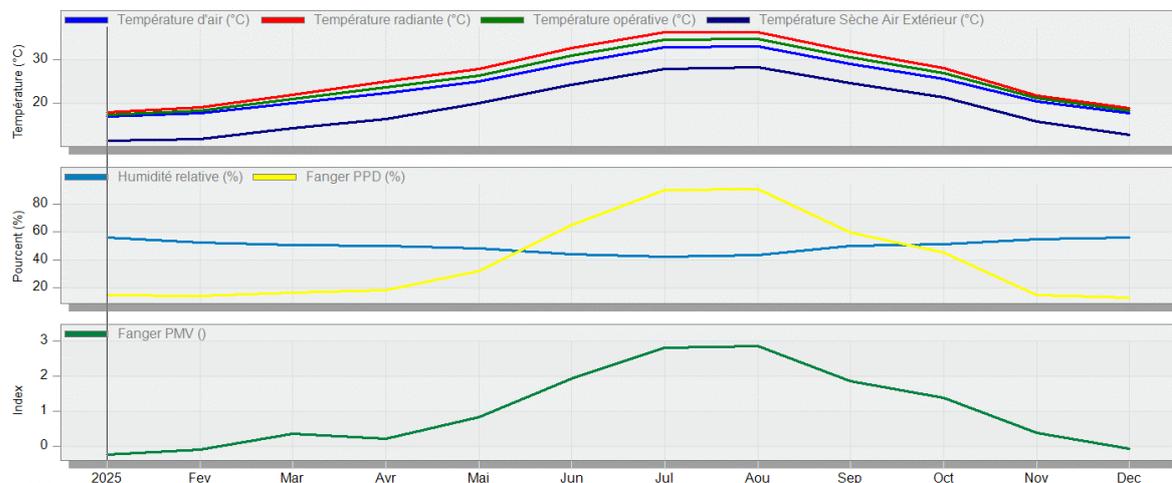


Figure 132: Diagramme de simulation de l'effet du toit végétalisé. Source: Design-Builder.

Mois	2025	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Température d'air (°C)	16,90	17,72	20,09	22,34	24,92	29,26	32,88	33,03	28,97	25,59	20,38	17,81
Température radiante (°C)	17,95	19,05	21,96	24,96	27,79	32,64	36,16	36,23	31,89	28,06	21,83	18,87
Température opérative (°C)	17,42	18,39	21,02	23,65	26,35	30,95	34,52	34,63	30,43	26,82	21,11	18,34
Température Sèche Air Extérieur (°C)	11,45	11,85	14,28	16,45	19,95	24,15	27,87	28,25	24,62	21,33	15,75	12,82
Humidité relative (%)	56,24	52,72	50,73	49,76	48,19	43,93	42,06	43,70	49,95	51,15	55,12	56,19
Fanger PPD (%)	14,70	14,04	16,26	18,38	31,98	65,05	90,08	90,94	59,94	45,27	14,61	12,77
Fanger PMV (I)	-0,23	-0,08	0,35	0,22	0,83	1,93	2,80	2,84	1,84	1,37	0,39	-0,08

Tableau 28: Résultat des température de simulation de l'effet du toit végétal. Source: Design-builder.

	Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Salle d'expo-sition	17,42	18,39	21,02	23,65	26,35	30,95	34,52	34,63	30,43	26,82	21,11	18,34
Température extérieure	16,9	17,72	20,09	22,34	24,92	29,26	32,88	33,03	28,97	25,59	20,38	17,81

Selon ce diagramme les températures offre un confort thermique acceptable en Hiver, mais devient très inconfortable en Eté, mais si on la compare au cas initial, On constate alors que la température opérationnelle de la zone diminue de 2 °C en été et augmente d'un degré en hiver. Cela prouve que le toit végétalisé a un effet positif sur la régulation de la température dans la zone.

4.1.3 / Scénario 03 : Effet de Mur végétalisé :

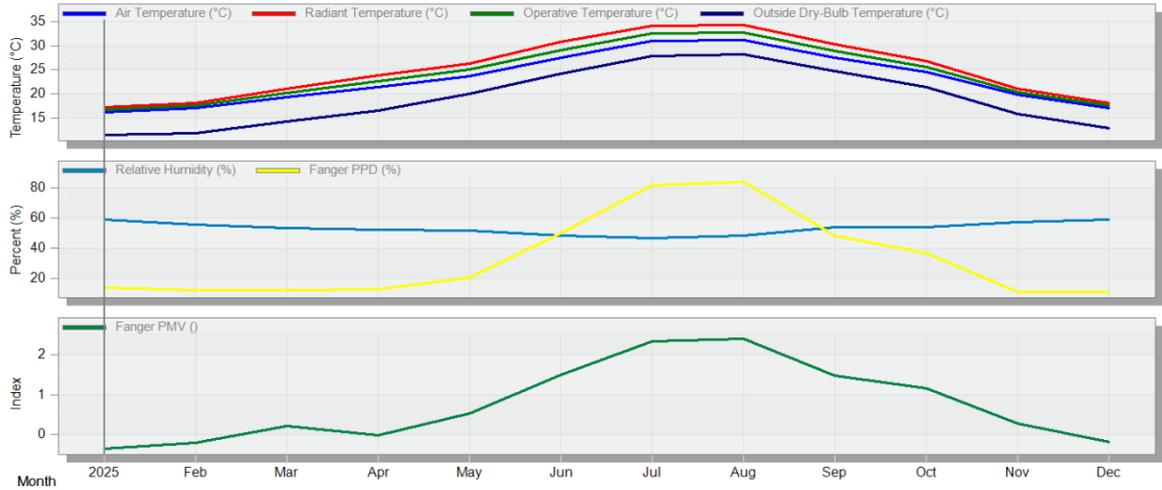


Figure 133: Diagramme des températures de l'effet de mur végétal. Source: Design-Builder.

Month	2025	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Air Temperature (°C)	16.14	16.94	19.32	21.42	23.73	27.48	30.97	31.21	27.49	24.50	19.77	17.10
Radiant Temperature (°C)	17.14	18.13	20.98	23.78	26.35	30.72	34.11	34.29	30.27	26.79	21.06	18.04
Operative Temperature (°C)	16.64	17.54	20.15	22.60	25.04	29.10	32.54	32.75	28.88	25.64	20.41	17.57
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	11.45	11.85	14.28	16.45	19.95	24.15	27.87	28.25	24.62	21.33	15.75	12.82
Relative Humidity (%)	58.99	55.50	53.22	52.14	51.44	48.68	46.79	48.35	54.11	53.80	57.32	59.04
Fanger PPD (%)	13.88	12.53	12.22	12.67	20.86	49.98	81.27	83.72	48.39	36.89	11.25	11.38
Fanger PMV (I)	-0.35	-0.22	0.21	-0.01	0.54	1.50	2.34	2.41	1.49	1.17	0.28	-0.20

Tableau 29: Résultat des températures de l'effet de mur végétal. Source: Design-Builder.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Salle d'exposition	16.64	17.54	20.15	22.60	25.04	29.10	32.54	32.75	28.88	25.64	20.41	17.57
Température extérieur	16.14	16.94	19.32	21.42	23.73	27.48	30.97	31.21	27.49	24.50	19.77	17.10

Selon ce diagramme les températures les températures opératives se sont assez basses, avec un léger inconfort thermique en Hiver, mais devient très inconfortable en Eté, mais si on la compare au cas initial, On constate alors que la température opérationnelle de la zone diminue de 4°C en Eté et augmente d'un 0.5°C en hiver. Cela prouve que le mur végétalisé a un effet positif sur la régulation de la température dans la zone.

4.1.4 / Scénario 04 : Effet de Toit végétalisé et de Mur végétalisé en même temps :

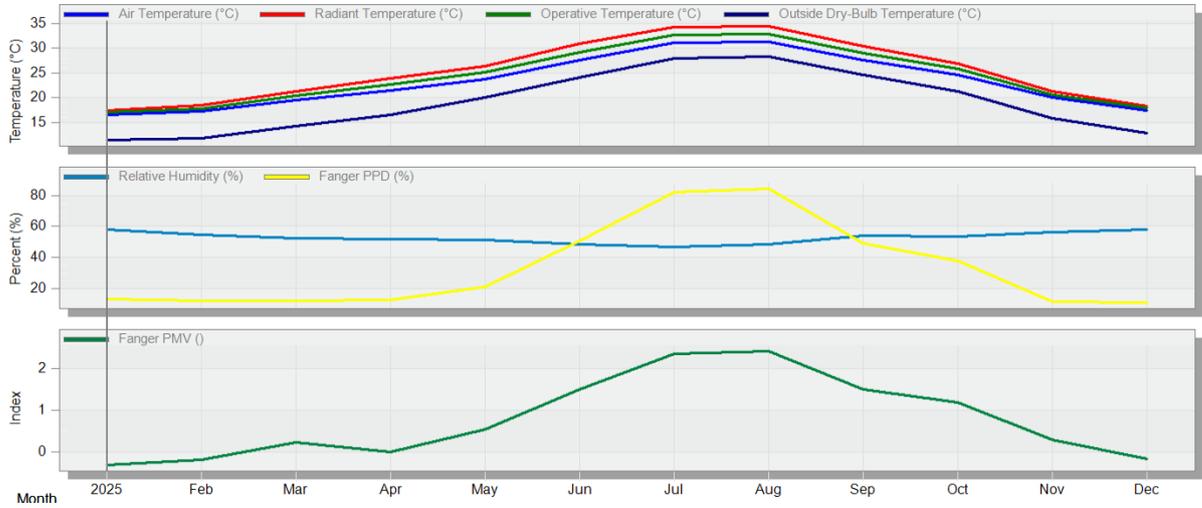


Figure 134: Diagramme des température de effet toit et mur végétaux. Source: Design-builder.

Month	2025	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Air Temperature (°C)	16.47	17.22	19.49	21.52	23.76	27.53	31.02	31.26	27.55	24.59	19.94	17.37
Radiant Temperature (°C)	17.47	18.42	21.17	23.94	26.43	30.82	34.21	34.40	30.40	26.95	21.28	18.34
Operative Temperature (°C)	16.97	17.82	20.33	22.73	25.09	29.17	32.62	32.83	28.98	25.77	20.61	17.85
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	11.45	11.85	14.28	16.45	19.95	24.15	27.87	28.25	24.62	21.33	15.75	12.82
Relative Humidity (%)	57.84	54.39	52.47	51.70	51.28	48.44	46.65	48.18	53.89	53.46	56.42	57.78
Fanger PPD (%)	13.21	11.98	12.29	12.46	20.89	50.63	81.81	84.29	49.15	37.63	11.42	10.93
Fanger PMV (I)	-0.30	-0.17	0.24	0.01	0.55	1.52	2.36	2.43	1.51	1.19	0.31	-0.15

Tableau 30: Résultat des température de toit et murs végétaux. Source: Design-builder.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Salle d'exposition	16.97	17.82	20.33	22.73	25.09	29.17	32.62	32.83	28.98	25.77	20.61	17.85
Température extérieure	16.47	17.22	19.49	21.52	23.73	27.53	31.02	31.26	27.55	24.59	19.94	17.37

Selon ce diagramme les températures les températures opératives se sont assez basses, avec un léger inconfort thermique en Hiver, mais devient très inconfortable en Eté, mais si on la compare au cas initial, On constate alors que la température opérationnelle de la zone diminue de 4°C en Eté et augmente d'un 1°C en hiver. Cela prouve que le mur végétalisé a un effet positif sur la régulation de la température dans la zone.

Enfin, selon les résultats de l'analyse des températures dans les 4 scenarios on choisit le 4 eme scenario qui combine effet de toit et mur végétaux.

4.2 | Les résultats de la consommation énergétique :

On prend 2 cas un plus défavorable et l'autre le plus favorable:

4.2.1 | cas plus défavorable (cas initiale) :

La consommation dans ce cas de climatisation est 101.10MWh .

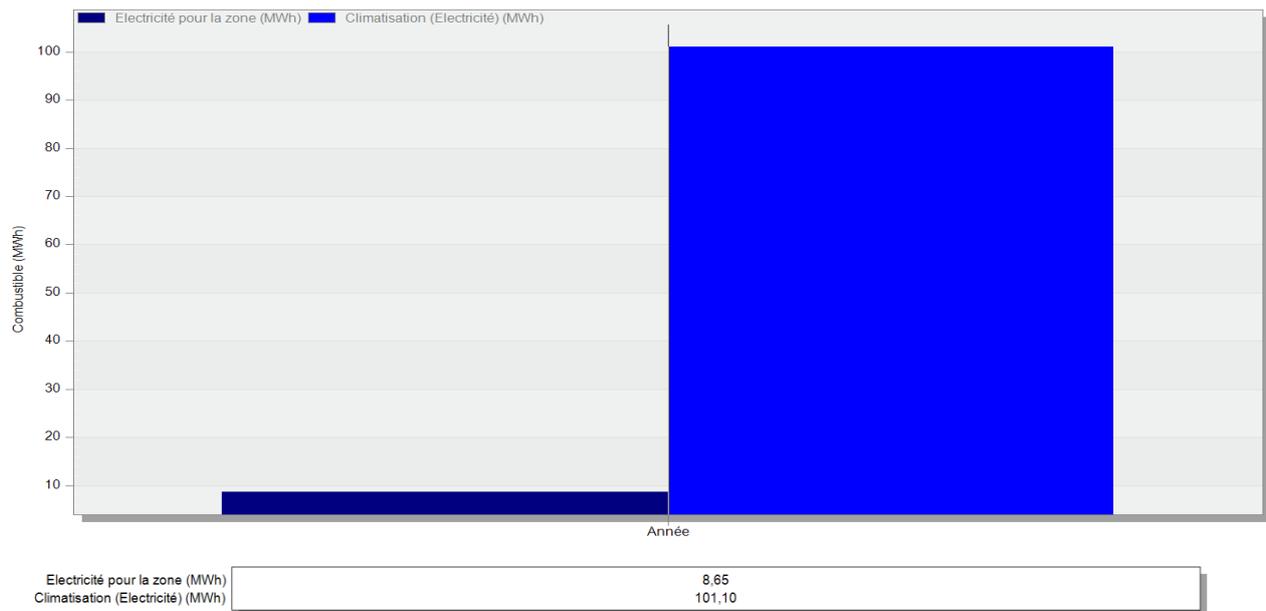


Figure 135: Diagramme de la consommation de l'électricité pour la climatisation dans le cas initiale. Source: Design-Builder.

4.2.2 | cas le plus favorable : (toit et mur végétaux) :

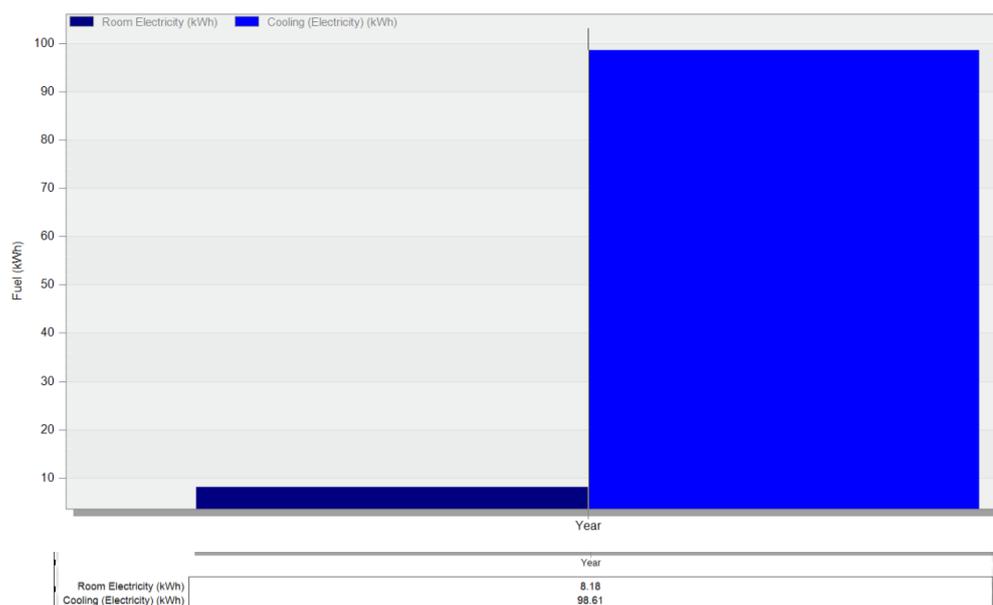


Figure 136: Diagramme de la consommation de l'électricité pour la climatisation dans le cas optimal. Source: Design-builder

La consommation dans ce cas de climatisation est 98.61 KWh.

Selon la comparaison entre les 2 cas, les murs et le toit végétaux reduient 101 100 kWh de la consommation d'énergie par rapport le cas initiale.

5 | LES CALCULS DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES [Énergie].

Dans le cadre de notre engagement vers des pratiques durables, nous avons intégré des panneaux photovoltaïques pour réduire la consommation d'électricité de notre bâtiment.

- Type : panneaux solaires photovoltaïques simples ajustables
- Dimensions : $150 \text{ cm} \times 150 \text{ cm} = 2,25 \text{ m}^2/\text{panneau}$.
- Puissance nominale : 400 W
- Rendement moyen réel estimé : 50 à 55 %.
- Montage : inclinable manuellement entre 25° et 50° selon les saisons.

5.1 | Calcul de l'angle optimal des PV :

Inclinaison = Latitude \pm correction saisonnière

Inclinaison = $36.5 \pm 10/15$

- Hiver : inclinaison de 50° .
- Printemps/automne : inclinaison de 35° .
- Été inclinaison de 20° - 25° .

5.2 | Calcul d'angle solaire :

Altitude solaire à midi = $90^\circ - (\text{latitude} - 23.5^\circ)$

[Latitude a Blida $\sim 36.5^\circ / 23.5 = L$ inclinaison de l'axe de rotation de la Terre]

- En hiver : $90 - |36.5 + 23.5| = 90 - 60 = 30^\circ$.
- En printemps/automne : $90^\circ - |36.5 - 0| = 90 - 36.5 = 53.5^\circ$.
- En été : $90 - |36.5 - 23.5| = 90 - 13 = 77^\circ$.

5.3 | Calcul de l'espacement anti-ombrage [plus défavorable] :

Inclinaison choisie : 35° / Angle solaire choisie : 30°

- Hauteur verticale du panneau : $1.5 \text{ m} \times \sin(35^\circ) = 0.86 \text{ m}$
- Longueur d'ombre projetée : $L = 0.86 \div \tan(53^\circ) = 1.489 \approx 1.5 \text{ m}$
- Distance entre deux panneaux : 20cm

- Surface nécessaire par panneau avec ombrage : $(1.5 \text{ m} + 0.2\text{m}) \times (1.5 \text{ m} + 1.5 \text{ m})$
= **5.1 m²/ panneau**

5.4 | Calcul du nombre de panneaux

Surface utilisée : 255m².

$255 \div 5.1 = 50$ **panneaux**

5.5 | Calcul de la production totale :

5.5.1 | Calcul manuel :

Puissance panneau = 0.4 kW

Heures d'ensoleillement moyen/jour à Blida = 5.6 h

Production journalière brute : $0.4 \times 5.6 = 2.24$ kWh/jour/panneau

Des pertes de rendement réel ≈ 50 %

Production réelle : $2.24 \times 0.5 = 1.12$ kWh/jour/panneau

Production annuelle (sur 365 jours) : $1.12 \times 365 = 408.8$ kWh/an/panneau

Production totale pour 50 panneaux : $50 \times 408.8 = 20,440$ kWh/an

5.5.2 | Avec PV*sol premium 2025 :

5.5.2.1 | Les étapes d'utilisation de logiciel.

- Lancez le logiciel PV*SOL Premium.
- Importer le fichier climatique de Blida (2001-2020, Métronome 8.2) contenant les données météorologiques de la région du projet.
- Créer ou importer la modélisation 3D du site (toit, bâtiment, ombrages, etc.).
- Ajouter et configurer les modules photovoltaïques (panneaux, onduleurs, type de pose, etc.).
- Lancer la simulation pour obtenir les résultats.

5.5.2.2 / Résultats de la simulation :

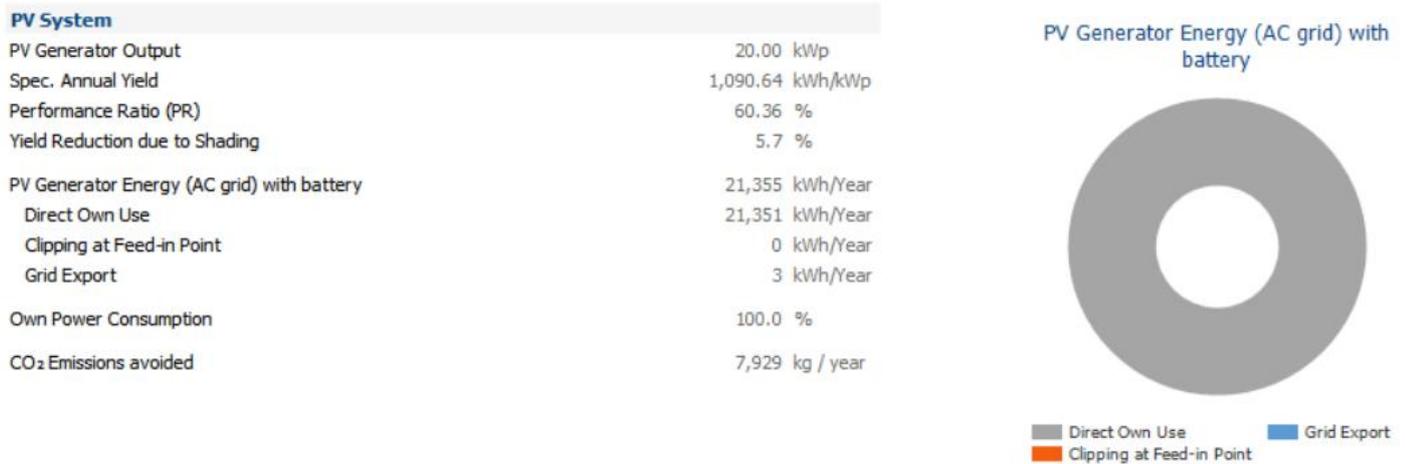


Figure 137 : La production totale des PV, calculée par le logiciel PV*SOL.



Figure 138 : : Pourcentage d'utilisation de l'électricité générée par les PV par rapport à la consommation totale. Source : PV*SOL

Selon les résultats obtenus avec Design Builder, la consommation énergétique du projet est estimée à 110 000 kWh/an. D'après notre simulation, le système photovoltaïque couvre environ 19,4 % de ces besoins.

5.6 | Calcul de la consommation énergétique annuelle totale de l'éclairage dans l'espace d'exposition :

Dans ce cas, l'analyse porte uniquement sur la consommation énergétique de l'espace d'exposition, en ce concerne sur l'éclairage — incluant tous les types de luminaires utilisés.

L'analyse de l'espace d'exposition révèle la présence de plusieurs catégories d'œuvres et de dispositifs d'exposition. On évalue à environ 50 le nombre d'œuvres murales (tableaux) qui nécessitent un éclairage d'accentuation ciblé. En outre, environ 75 pièces, incluant des

sculptures et des éléments posés, nécessitent un système d'éclairage LED latéral intégré. En outre, un éclairage général est planifié afin d'assurer la circulation et la mise en valeur globale des espaces d'exposition.

5.6.1 / Calcul du nombre de luminaires nécessaires pour l'espace d'exposition.

- Lumières d'accentuation : 50 œuvres d'art × 2 spots par œuvre = 100 luminaires au total
- Éclairage LED latéral (sculptures) : 75 pièces d'art × 3 à 4 spots par pièce = 225 à 300 luminaires au total
- Éclairage général pour l'espace (1 800 m²) : 1 luminaire pour 13 m² ≈ 150 luminaires au total
- Calcul de l'énergie consommée par les lampes : Durée : 10 h/jour × 300 jours/an

Lumières d'accentuation : puissance 30 W

$$30 \times 100 \times 10 \text{ h} \times 300 \text{ j} \div 1000 = 9,000 \text{ kWh/an}$$

Éclairage LED latéral (sculptures) : puissance 5.5 W

$$5.5 \times 300 \times 10 \text{ h} \times 300 \text{ j} \div 1000 = 4,950 \text{ kWh/an}$$

Éclairage général pour l'espace : puissance 35 W

$$35 \times 150 \times 10 \text{ h} \times 300 \text{ j} \div 1000 = 15,750 \text{ kWh/an}$$

Calcul de l'énergie totale consommée par les lampes :

$$9,000 + 4,950 + 15,750 = 29,700 \text{ kWh/an.}$$

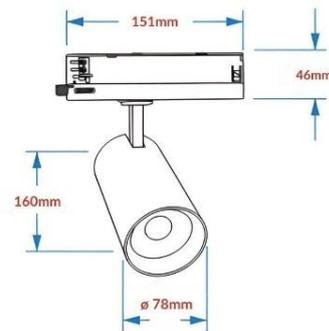


Figure 139 : Spot LED sur Rail COB Triphasé 30W. source: <https://www.silamp.fr>

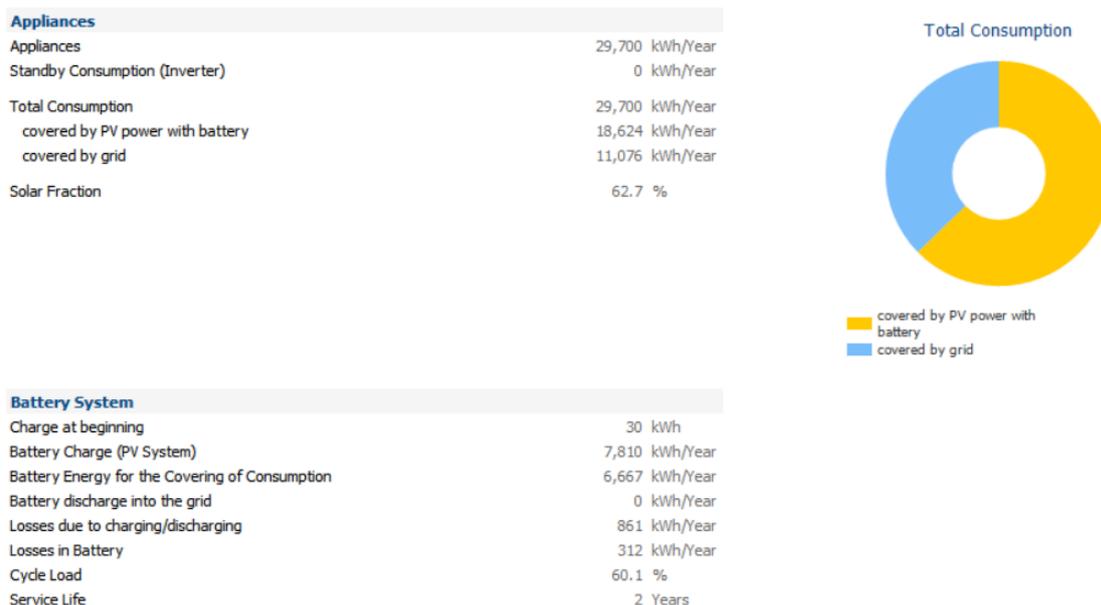


Figure 140 : Comparaison entre l'énergie totale consommée par les lampes et l'énergie produite par le système photovoltaïque. Source : : PV*SOL

L'installation de panneaux photovoltaïques a permis de couvrir 62,7 % de la consommation d'énergie totale liée à l'éclairage dans l'ensemble de l'espace d'exposition.

Cette couverture partielle permet de réduire significativement la dépendance au réseau électrique, tout en contribuant à une démarche d'efficacité énergétique et de développement durable

6 | Synthèse :

D'après cette simulation, qui a permis de mesurer l'effet de la végétation et des technologies durables (utilisation des panneaux photovoltaïques), sur notre musée, nous avons confirmé notre hypothèse selon laquelle il est possible d'optimiser l'efficacité énergétique du bâtiment.

V | Conclusion générale :

Durant toute cette année universitaire, nous avons consacré tous nos efforts à la recherche et à toutes les étapes nécessaires à la conception d'un projet architectural.

Tout d'abord, nous avons abordé la question du réchauffement climatique et du manque d'espaces verts en ville. Cette problématique a été examinée en analysant la formation et la transformation de la ville, ainsi que les besoins considérables des habitants en termes d'espaces verts et de lieux de détente.

Dans un premier temps, nous avons étudié le lien entre l'efficacité énergétique et le confort thermique en nous penchant sur les principes de l'architecture bioclimatique. Nous avons constaté que cette approche repose sur l'adoption de stratégies urbaines et architecturales s'inspirant de l'architecture locale de la ville, ce qui permet d'optimiser le confort.

Pour répondre à la problématique posée précédemment, nous avons formulé une hypothèse qui implique l'intégration de stratégies passives dans la conception d'un projet écologique. Notre objectif est de concevoir un projet qui s'adapte à son environnement naturelle.

Pour atteindre notre objectif, nous envisageons d'utiliser des toits et des murs végétaux, qui permettent de réduire la température jusqu'à 4 °C.

Parallèlement, nous avons accordé une importance particulière à la mise en valeur de l'architecture locale. Nous avons utilisé le prospect et le patio comme régulateurs thermiques, tout en les associant à une approche architecturale contemporaine.

Par la suite, nous avons pu confirmer cette hypothèse grâce à des simulations thermiques dynamiques par le logiciel Design-Builder, qui nous ont permis d'établir des comparaisons de différents scénarios en matière de confort thermique, mais aussi de réduire la consommation énergétique. L'intégration des panneaux photovoltaïques nous a également permis de réduire la consommation énergétique, ce qui s'est avéré conforme à notre hypothèse. Cette constatation nous a ensuite conduites à évaluer l'impact de ce microclimat sur le confort intérieur du projet, qui s'est avéré significatif, ayant un impact significatif sur la consommation énergétique.

Enfin, après tout ce travail de recherche, de conception et de simulation, on conclut que l'adaptation à son environnement naturel est la meilleure façon d'optimiser l'efficacité énergétique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Agence d'Urbanisme Bordeaux, A. (2021). *De l'îlot de chaleur urbain à l'îlot de fraîcheur*. Récupéré sur A'urba: <https://www.aurba.org/productions/de-lilote-de-chaleur-urbain-a-lilote-de-fraicheur/>

Aie, I. I. (2012). *rapport World Energy Outlook*.

Batisim. (2025). *DesignBuilder*. Récupéré sur Batisim: <https://www.batisim.net/index.php/designbuilder.html>

Baudry, P. (2015). *Efficacité énergétique: Des principes à la réalité*. Lavoisier.

bouzir.b. (2024). les panneaux solaire.

Bruyère., J. D.-L. (1988). *Urbanisation en Algérie : Blida. Processus et formes*. Alger: l'Office des Publications Universitaires (OPU).

CEE, C. (2024, juillet 17). *Qu'est-ce qu'une simulation thermique dynamique (STD)*. Récupéré sur Calcul CEE: <https://www.calculcee.fr/article/simulation-thermique-dynamique-std/#:~:text=L'objectif%20de%20la%20simulation,l'efficacit%C3%A9%20%C3%A9nerg%C3%A9tique%20du%20b%C3%A2timent.>

d'ambiance, d. (s.d.). *Qu'est-ce que l'éclairage zénithal*. Récupéré sur déco d'ambiance: <https://www.decodambiance.com/eclairage-zenithal/>

Efficacité énergétique et changement climatique. (2013, Aout 7). Récupéré sur climat developement: <http://climatdevelopement.org/efficacite-energetique-et-changement-climatique/>

Evans, J. M. (2007). *THE COMFORT TRIANGLES: A NEW TOOL FOR BIOCLIMATIC DESIGN*. London: van de Architectural Association,.

Genowas, H. H. (2008). *Museum Origins: Reading in Early Museum History and Philosophy.* New York: Routledge.

Herde, A. L. (2006). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.* France: Le Moniteur.

IZUBA, É. (2022). *Pack Meteonorm.* Récupéré sur IZUBA Énergies: https://docs.izuba.fr/v4/fr/index.php/Pack_Meteonorm

l'Énergie., M. d. (2021). *Bilan Énergétique National.* Algérie: Ministère de l'Énergie.

l'energie, m. d. (s.d.). *programme nationale d'efficacité énergitique.* Algérie. Récupéré sur [ministere de l'energie: https://www.energy.gov.dz/?article=efficacite-energetique-3](https://www.energy.gov.dz/?article=efficacite-energetique-3)

Licht, F. G. (2007.). *Good Lighting for Museums, Galleries and Exhibitions.* Frankfurt.

l'ICOM, L. C. (2021). Récupéré sur Le Conseil national de l'ICOM.

Liebard, A. (2004). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique.* Paris, France: Moniteur.

Olgyay. (1970). *Design with climate: Bioclimatic to architectural reggionalism.*

Unies, N. (2015). *Accord de Paris sur le climat.*

LES ANNEXES

1 | le programme :

1.1 | Tableaux des surfaces

Tableau 31: Programme superficiel et normes - accueil. Source : Auteurs ,2025

Accueil	Espace d'attente	0,5 à 1 m² par personne [Attente debout]	entre 70 et 150 m²
		1 à 1,5 m² par personne [Assis sur bancs ou chaises alignées]	
		1,5 à 2,5 m² [Assis avec fauteuils confortables et tables]	
	Espace d'exposition temporaire [des panneaux autoportants, des écrans multimédias]	3 à 4 m² par personne [sur pieds, au centre de l'espace]	environ 50 m²
	Comptoir de billetterie et orientation	3 à 5 guichets	entre 10 et 35 m²
Zone de contrôle		environ 15 m²	

Tableau 32: Programme superficiel et normes - Gestion. Source : Auteurs ,2025

Gestion	Bureaux administration, [direction, gestion, communication]	Bureau de directeur	20m² - 25m²
		Secrétariat	15 m²
		Salle de réunion [Entre 15 et 20 personnes]	55-75 m²
		Open Space [Entre 06 et 10 personnes]	40 m²
		Bureau de comptabilité [03 personnes]	25 m²

		Bureau des Graphistes	10 m²	
		Bureau de ressources humaines		
		Bureau de relation public/Marketing		
		Entretien		
		Bureau de responsables financiers		
		Bureau de responsables communication		
		Bureau de responsable technique		
		Bureau de chef		15 m²
		Salle de de documentation et archives		50 m²
	locaux technique et logistique	bureau de contrôle vidéo/Sécurité	environ 30 m²	
		Local chaufferie / climatisation	environ 40 m²	
		Local électrique et informatique	environ 25 m²	
		Locaux de maintenance et rangement des outils	environ 35 m²	

Tableau 33:Programme superficiel et normes - Archives. Source : Auteurs ,2025

Archives	Archives et reserves	Réserve des œuvres, stockage sécurisé et climatisé [environ 10 % de la surface d'exposition]	environ 250 m²
		Salle de consultation des archives	entre 30 et 60 m²
	Locaux de gestion des œuvres et conservation	Salle de transit et de déballage des œuvres	entre 30 et 60 m²
		Atelier de restauration	entre 75 et 100 m²
		Salle de quarantaine pour les œuvres sensibles	entre 20 et 50 m²
		Stockage du matériel muséographique	entre 75 et 100 m²
	quai logistique	Espace de réception et déchargement	entre 40 et 100 m²
		Zone de contrôle et emballage + Stockage temporaire	entre 40 et 80 m²

Tableau 34: Programme superficiel et normes - Exposition. Source : Auteurs, 2025

Exposition	Exposition permanent [Collection principale]	Espaces d'exposition représentent 40 à 60 % de la surface totale	entre 1350 m² et 2000 m²
		Prévoir 10 à 15 m² par œuvre	
Petits artefacts : 3–5 m² par objet Objets de taille moyenne : 10–15 m² par objet Grands objets : 20–50+ m² par objet			
5 à 10 m² par visiteur			
	Espaces d'exposition temporaire [renouvelables] représentent environ 20 % de la surface totale		Environ 700 m²

Formation	Education	salles classiques cours Discussion	3 à 5 m² par enfants [15-30p] 2 à 3 m² par adultes [20-40p]	entre 40 et 150 m²
		Salles / Ateliers pratiques - Interactif	4 à 5 m² par enfants [15-20p] 3 à 5 m² par adultes [20-25p]	entre 60 et 125 m²
		Atelier technique avec machines ou équipements spécialisés	5 à 10 m² par personne [10-20]	entre 50 et 200 m²
		bibliothèque	1,5 à 2 m² par lecteur environ 0,08 m² par livre	environ 200 m²

recherche	salle de documentation scientifique pour les chercheurs [+Bibliothèques]	3 à 4 m ² p.p [Bureaux de recherche individuels]	entre 200 et 300 m ²	
		2,5 à 3 m ² p.p [Espaces de travail collaboratifs]		
		3 à 4 m ² p.p [Informatique et ressources numériques]		
	Bureau de chercheur	10 à 15 m ² Carré par personne	entre 60 et 100 m ²	
		laboratoire d'analyse environnementale	environ 50 m ²	
conférence	Salle de conférence	0.8 à 1.2 m ² par personne [Assis en rangées / 220]	entre 176 et 264 m ²	
	Scène / Estrade	Moyenne	entre 30 et 50 m ²	
	Régie technique/ stockage/ Local technique	Espaces de	environ 50 m ²	
	Bureau et vestiaires pour conférenciers		environ 30 m ²	

1.2 | Détails des dimensions d'aménagement :

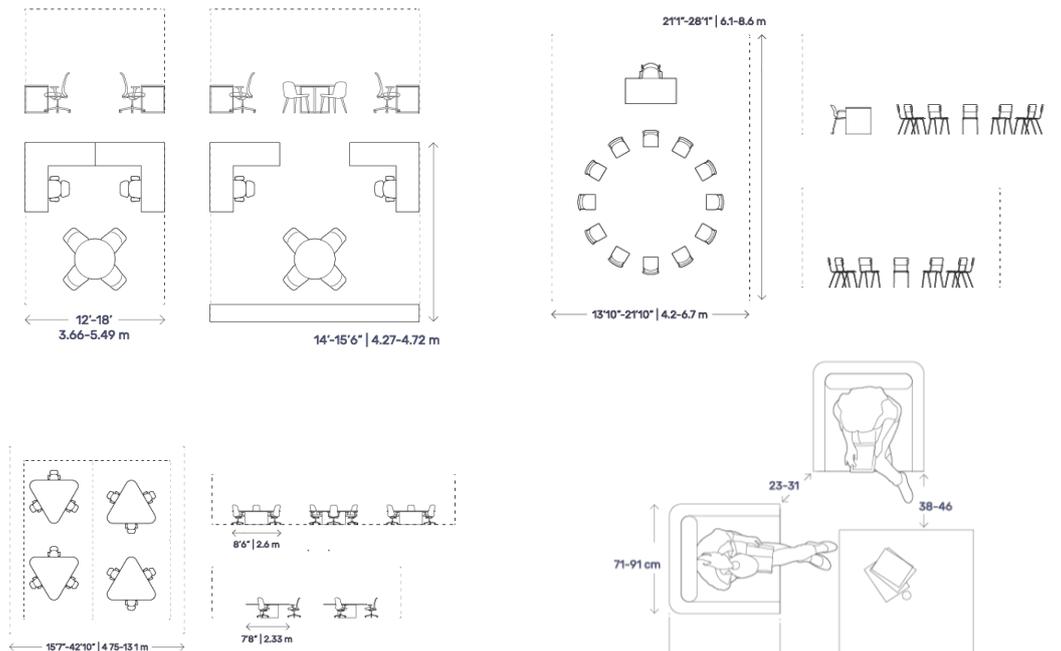


Figure 141 : Détails des dimensions de quelques meubles . source : www.dimensions.com

2 | Circuit dans le musée:

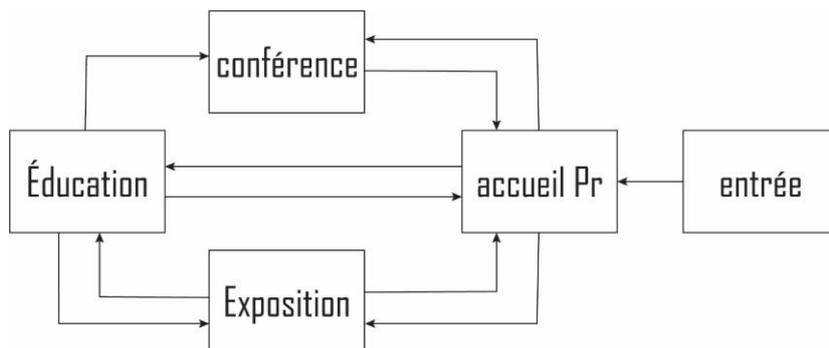


Figure 142 : Circuit des visiteurs. Source : Auteurs 2025.

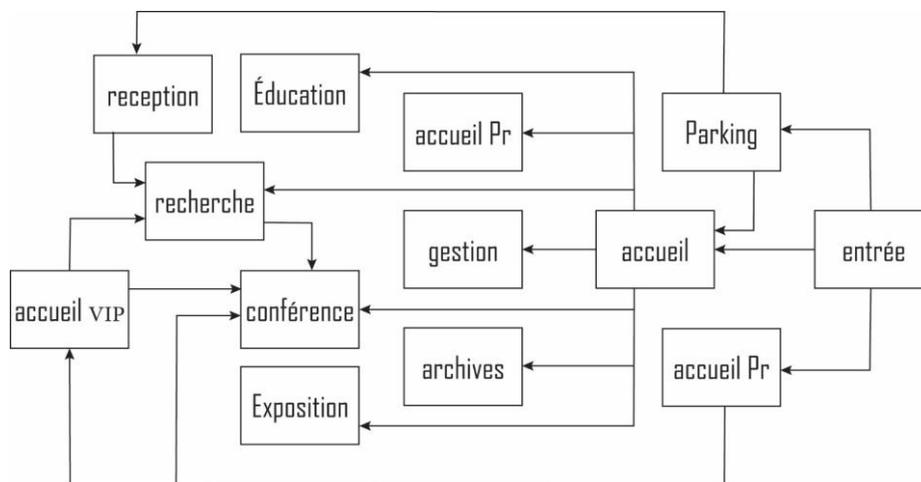


Figure 144 : Circuit des personnels. Source : Auteurs 2025.

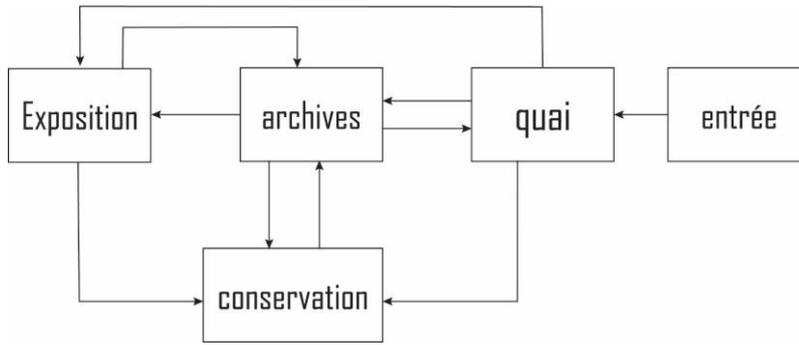


Figure 146 : Circuit des pièces d'art. Source: Auteurs 2025.

3 | Installation des panneaux photovoltaïques

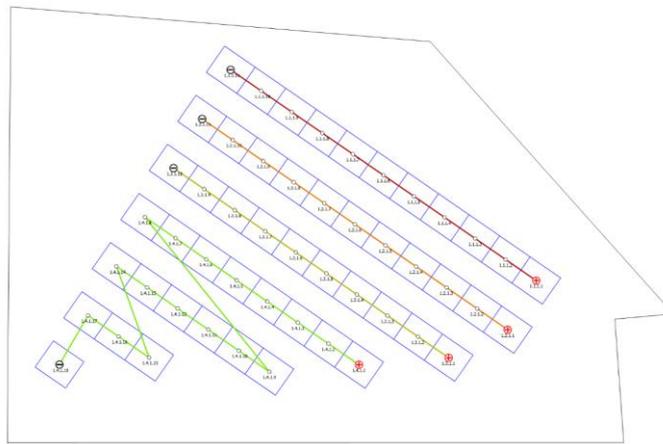


Figure 148 : Raccordement des panneaux photovoltaïques. Source : PV*spl

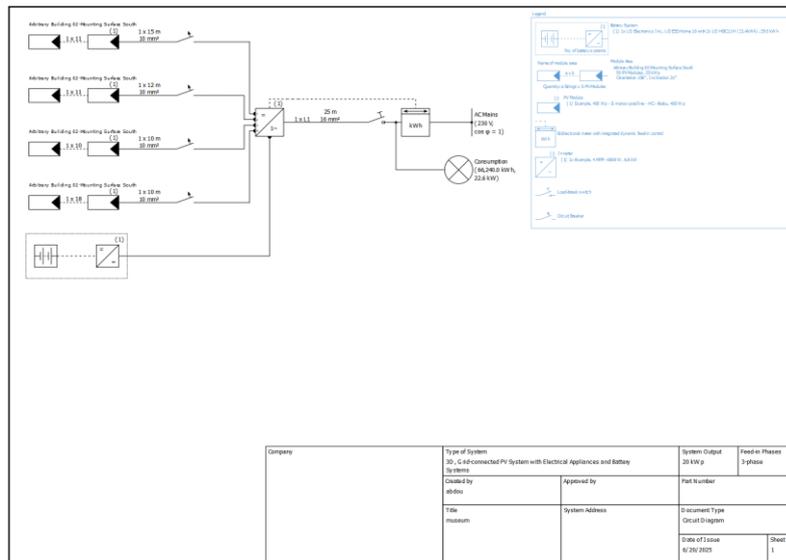


Figure 149 : Schéma électrique de la source PV. Source : PV*Sol