

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بالكايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Architecture

Spécialité : Architecture et Technologie

Par : ICHOU Amina

Sujet

Vers des espaces paysagers durables : contribution du verre électrochromique à la performance environnementale dans la conception d'un centre culturel à Nedroma

Soutenu publiquement, le 23/ 06/2026, devant le jury composé de :

Mme MALTI Maliha	MCB	Université de Tlemcen	Présidente
Mme BRIKCI Samira	MAA	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme DJILALI Imene	MAA	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme Chib Djazia	/	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme BENABEDLKADER Nawal	MCB	Université de Tlemcen	Encadrante

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Au terme de ce travail, je ressens une profonde gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenue durant ce parcours exigeant et enrichissant.

Je remercie avant tout Dieu, qui m'a donné la force et la patience nécessaires pour surmonter les moments de doute et aller jusqu'au bout de cette aventure.

À mon encadrante, Mme Benabdelkader Nawal, j'adresse mes sincères remerciements pour son accompagnement, sa bienveillance, ses conseils précieux et sa confiance. Son soutien m'a permis de progresser, de me remettre en question et de donner le meilleur de moi-même.

J'exprime également ma profonde gratitude aux membres du jury Mme MALTI Maliha, Mme BRIKCI Samira et Mme DJILALI Imene, qui ont accepté d'évaluer ce travail. Je leur suis reconnaissante pour le temps consacré à la lecture de ce mémoire, pour leurs remarques pertinentes et pour l'intérêt porté à ce projet, qui ont contribué à enrichir et améliorer la qualité de ce travail.

À mes enseignants, je remercie l'ensemble du corps professoral pour le savoir transmis, pour l'inspiration et pour les valeurs professionnelles qu'ils m'ont inculquées tout au long de ces années d'étude.

À ma famille, aucun mot ne peut exprimer toute ma reconnaissance. Merci pour votre amour inconditionnel, votre patience, vos sacrifices et vos encouragements constants. Vous avez été mon pilier et ma source de motivation dans chaque étape de ce parcours.

À mes amis et à toutes les personnes qui m'ont soutenue, écoutée et encouragée, merci d'avoir cru en moi, même dans les moments où je doutais.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Ce mémoire représente bien plus qu'un travail académique ; il est le reflet d'années d'efforts, de persévérance et de passion.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont accompagné et soutenu mon parcours, avec amour, patience et encouragements.

À mes très chers parents,

Aucun mot ne pourra jamais exprimer toute la gratitude et l'amour que je vous porte. Merci pour vos sacrifices, votre patience, vos prières et votre soutien inconditionnel tout au long de mon parcours. Vous avez toujours cru en moi, même dans les moments de doute. Ce travail est le fruit de votre éducation, de vos valeurs et de votre confiance. Vous avez toujours été mon refuge, mon guide et ma plus grande source de motivation. Ce travail est avant tout le vôtre.

À mes frères, Ahmed, Noureddine et Zinedine, merci d'avoir été une source constante de force, de motivation et de courage. Votre présence, vos encouragements et votre soutien m'ont accompagnée dans chaque étape de cette aventure. Votre confiance et votre solidarité ont rendu ce parcours plus léger et plus fort. Je vous dédie ce travail avec toute mon affection et ma reconnaissance.

À ma chère amie Aya, pour son amitié sincère, son encouragement et les précieux moments de partage qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

À toutes mes amis, merci pour votre présence sincère, vos mots rassurants, vos encouragements dans les moments de fatigue et vos sourires qui ont allégé les périodes de stress. Vous avez rendu ce parcours plus léger et plus agréable.

À tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin, je dédie humblement ce mémoire.

Résumé

Face à l'aggravation constante des défis environnementaux et des impacts du changement climatique, la nécessité d'une conception durable des bâtiments et des environnements urbains se fait de plus en plus pressante. Cette recherche explorera l'utilisation de matériaux avancés pour améliorer la performance environnementale et offrir des espaces intérieurs et extérieurs de meilleure qualité. L'objectif principal de ce projet est d'étudier comment le verre électrochrome peut contribuer à accroître l'efficacité énergétique, à assurer le confort thermique et visuel des usagers et à créer des environnements extérieurs durables dans le cadre de la conception du nouveau Centre culturel de Nedroma. Ce matériau avancé offre une excellente opportunité de minimiser la consommation d'énergie tout en garantissant le confort des usagers grâce à sa capacité à contrôler dynamiquement la quantité de lumière et de chaleur qu'il transmet. La méthodologie employée est une approche qualitative combinant recherche théorique, analyse d'études de cas, analyse du site et développement de la conception architecturale. Le projet débute par un examen des concepts liés à l'architecture durable, à l'aménagement paysager et aux matériaux intelligents, suivi d'une analyse de projets existants illustrant ces concepts, puis d'une analyse approfondie des conditions du site de Nedroma. Les résultats de cette recherche aboutiront à la conception d'un Centre culturel intégrant harmonieusement le verre électrochrome dans une forme architecturale et paysagère cohérente. Le projet mettra en valeur l'interaction entre le bâtiment et le paysage environnant. Il vise à développer un centre culturel utilisant le verre électrochrome comme élément architectural d'une conception cohérente entre le bâtiment et ses abords. Ce verre contribuera à une meilleure transition entre les espaces intérieurs et extérieurs et permettra de créer des espaces économes en énergie, capables d'offrir l'atmosphère adaptée aux activités culturelles qui s'y dérouleront. Les résultats de ce projet démontrent que les avantages environnementaux du verre électrochrome et son efficacité face aux enjeux du développement durable peuvent être atteints grâce à une réduction des besoins énergétiques en chauffage et en climatisation et à un confort environnemental accru, le tout étant optimisé par l'architecture et l'aménagement paysager du centre culturel.

Mots clés : Architecture durable, Verre électrochromique, Performance environnementale, Centre culturel, Espaces paysagers, Confort thermique, Nedroma

ملخص

في ظلّ التحديات البيئية المتفاقمة باستمرار وتأثيرات تغيّر المناخ، تزداد الحاجة إلى تصميم مستدام للمباني والبيئات الحضرية إلحاحًا. يستكشف هذا البحث استخدام مواد متطورة لتحسين الأداء البيئي وتوفير مساحات داخلية وخارجية عالية الجودة. يهدف المشروع بشكل أساسي إلى دراسة كيفية مساهمة الزجاج الكهروكرومي في زيادة كفاءة الطاقة، وضمان الراحة الحرارية والبصرية للمستخدمين، وخلق بيئات خارجية مستدامة ضمن تصميم مركز نيدروما الثقافي الجديد. توفر هذه المادة المتطورة فرصة ممتازة لتقليل استهلاك الطاقة مع ضمان راحة المستخدم بفضل قدرتها على التحكم الديناميكي في كمية الضوء والحرارة التي تنقلها. تعتمد المنهجية المستخدمة على نهج نوعي يجمع بين البحث النظري، وتحليل دراسات الحالة، وتحليل الموقع، وتطوير التصميم المعماري. يبدأ المشروع بمراجعة المفاهيم المتعلقة بالعمارة المستدامة، وتصميم المناظر الطبيعية، والمواد الذكية، يليه تحليل للمشاريع القائمة التي توضح هذه المفاهيم، ثم تحليل معمق لظروف موقع نيدروما. ستُفُضِي نتائج هذا البحث إلى تصميم مركز ثقافي يدمج الزجاج الكهروكرومي بتناعم ضمن تصميم معماري وتنسيق مناظر طبيعية متكامل. سيُبرز المشروع التفاعل بين المبنى والمناظر الطبيعية المحيطة به، ويهدف إلى تطوير مركز ثقافي يستخدم الزجاج الكهروكرومي كعنصر معماري ضمن تصميم متناسق يربط المبنى بمحيطه. سيُسهّم هذا الزجاج في تحسين الانتقال بين المساحات الداخلية والخارجية، وسيُتيح إنشاء مساحات موفرة للطاقة قادرة على توفير الأجواء المناسبة للأنشطة الثقافية التي ستقام فيه. تُظهر نتائج هذا المشروع أن الفوائد البيئية للزجاج الكهروكرومي وفعاليته في مواجهة تحديات التنمية المستدامة يُمكن تحقيقها من خلال تقليل احتياجات الطاقة للتدفئة والتبريد وزيادة الراحة البيئية، وكل ذلك مُحسّن من خلال هندسة المركز الثقافي وتنسيق مناظره الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: العمارة المستدامة، الزجاج الكهروكرومي، الأداء البيئي، المركز الثقافي، المساحات المُنسقة،

الراحة الحرارية، ندرومة

Abstract

Faced with the ever-worsening environmental challenges and the impacts of climate change, the need for sustainable design of buildings and urban environments is becoming increasingly urgent. This research will explore the use of advanced materials to improve environmental performance and provide higher-quality indoor and outdoor spaces. The main objective of this project is to investigate how electrochromic glass can contribute to increased energy efficiency, ensure thermal and visual comfort for users, and create sustainable outdoor environments within the design of the new Nedroma Cultural Center. This advanced material offers an excellent opportunity to minimize energy consumption while guaranteeing user comfort thanks to its ability to dynamically control the amount of light and heat it transmits. The methodology employed is a qualitative approach combining theoretical research, case study analysis, site analysis, and architectural design development. The project begins with a review of concepts related to sustainable architecture, landscape design, and smart materials, followed by an analysis of existing projects illustrating these concepts, and then an in-depth analysis of the Nedroma site conditions. The results of this research will lead to the design of a cultural center that harmoniously integrates electrochromic glass into a coherent architectural and landscape form. The project will highlight the interaction between the building and the surrounding landscape. It aims to develop a cultural center using electrochromic glass as an architectural element within a coherent design that connects the building and its surroundings. This glass will contribute to a better transition between interior and exterior spaces and will allow for the creation of energy-efficient spaces capable of providing the appropriate atmosphere for the cultural activities that will take place there. The results of this project demonstrate that the environmental benefits of electrochromic glass and its effectiveness in addressing sustainable development challenges can be achieved through reduced energy needs for heating and cooling and increased environmental comfort, all optimized by the architecture and landscaping of the cultural center.

Keywords: Sustainable architecture, Electrochromic glass, Environmental performance, Cultural center, Landscaped spaces, Thermal comfort, Nedroma

Sommaire

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Résumé.....	III
ملخص.....	IV
Abstarct.....	V
Sommaire.....	VI
Introduction générale.....	1
I. Introduction.....	1
II. Problématique :.....	2
III. Hypothèses.....	3
IV. Objectifs de la recherche.....	3
V. L'intérêt de la recherche.....	3
VI. Méthodologie.....	4
VII. Structure du mémoire.....	6
Chapitre I: Approche théorique.....	8
I. Introduction.....	8
II. LA Ville intelligente :.....	8
III. Le paysage intelligent (Smart scape) :.....	12
IV. Les différents concepts technologiques dans l'aménagement urbain :.....	14
V. Façade intelligente (Smart Façade) :.....	15
VI. équipement culturel:.....	16
VII. Conclusion:.....	17
CHAPITRE II: Projet innovant.....	20
I. Introduction :.....	20
II. Présentation générale du verre électrochromique.....	20

III. Le site web :.....	28
IV. Conclusion :.....	31
Chapitre III : Approche analytique.....	33
I. Introduction :.....	33
II. Motivation du choix de la ville de Nedroma :.....	34
III. Situation de la ville de Nedroma.....	35
IV. CLIMAT :.....	35
V. Historique :.....	37
VI. L'accessibilité à Nédroma :.....	40
VII. Délimitation de zone :.....	41
VIII. Topographie :.....	42
IX. Système Viaire :.....	43
X. Trame structurelle :.....	45
XI. Carte Espace Bati - Non Bati -Espace vert :.....	46
XII. Carte Des Fonctions :.....	47
XIII. Gabarit :.....	48
XIV. État de bâties :.....	49
XV. Carte des risques naturels et artificiels :.....	49
XVI. Diagnostique :.....	50
XVII. Analyse des exemples :.....	54
XVIII. Tengah – Eco Smart Town (Singapour).....	57
XIX. Tableau comrratif entre les 2 villes analyser :.....	62
XX. Stratégies :.....	65
XXI. Tableau récapitulatif des éléments architectoniques de Nedroma:.....	70
XXII. Les éléments innovants utiliser :.....	71
XXIII. Le master plan :.....	74

Chapitre IV : PROGRAMMATION ARCHITECTURALE ET GENERATION D'IDEE.....	78
I. Introduction :.....	78
II. Synthèse d'analyse des exemples :.....	88
III. Analyse de site.....	89
IV. Zoning :.....	96
V. La programmation :.....	99
VI. La genèse architecturale :.....	108
VII. Conclusion :.....	109
Chapitre V : réponse architecturale et technique.....	111
I. Introduction.....	111
II. Descriptif des plans :.....	111
III. Approche stylistique :.....	115
IV. L'approche technique :.....	117
Conclusion générale.....	129
Bibliographie.....	131
ANNEXES.....	135
I. Annexe 1 : dossier graphique.....	135
II. Annexe 2 : BMC.....	153
III. Annexe3:Questionnaire et réponses.....	169

Table des illustrations

Figures:

Figure 1 : The Edge, Amsterdam (façades équipées de capteurs et de panneaux photovoltaïques); Source: https://edge.tech/portfolio/the-edge	16
Figure 2 : Musée du quai Branly, Paris (façade végétalisée avec systèmes de régulation de l'eau et lumière).	16
Figure 3 : Schéma de classification des équipements culturel; Source : auteur	17
Figure 4 : verre électro chromique ; Source : https://www.batiadvisor.fr/verre-electrochrome	21
Figure 5 : Schéma présentatif de la structure de verre électrochromique; Source : auteur générée par Ai	22
Figure 6 : schéma présentatif de principe de fonctionnement de verre électrochromique; Source : auteur générer par ai	22
Figure 7 : pose de verre électrochromique; Source : auteur générer par ai	23
Figure 8 : système de fixation de verre électrochromique; Source : auteur	23
Figure 9 : la réaction de verre électrochromique; Source : auteur générer par ai	24
Figure 10 : page d'accueil; Source : auteur	28
Figure 11 : page technologie; Source : auteur	29
Figure 12 : page d'applications; Source : auteur	29
Figure 13 : page de Visualisation des bâtiments intelligents; Source : auteur	29
Figure 14 : page de développement durable; Source : auteur	30
Figure 15 : page de galerie; Source : auteur	30
Figure 16 : page Renseigner; Source : auteur	30
Figure 17 : la mairie de la ville de Nedroma ;	34
Figure 18 : situation de Tlemcen par rapport l'Algérie; Source : https://www.google.coms	35
Figure 19 : situation de Nedroma par rapport Tlemcen; Source : https://www.google.coms	35
Figure 20 : Carte moyenne maximale et minimale; Source : https://fr.weatherspark.com ..	36
Figure 21 : Température moyenne à Nedroma	36
Figure 22 : Carte de Vitesse moyenne du vent à	36
Figure 23 : carte de niveau de confort selon	36
Figure 24 : Carte des Heures de clarté et crépuscule à Nedroma;	37

Figure 25 : Charte Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen à Nedroma; Source : https://fr.weatherspark.com	37
Figure 26 : Carte historique de la ville de nedroma / L p86;	40
Figure 27 :Chronologie de la ville de Nedroma; Source : Thèse doctorat, Mr.khattabi + l'auteur	40
Figure 28 Carte d'accessibilité de la ville de nedroma	41
Figure 29 : charte de délimitation de la zone d'étude; Source : Pdau + l'auteur	42
Figure 30 : coupe A-A ; Source : auteur	42
Figure 31 :coupe B-B ; Source : auteur	42
Figure 32 : Charte de la topographie; Source : auteur PDAU édité par l'auteur	43
Figure 33 : Charte de système viaire; Source : Pdau édité par l'auteur	44
Figure 34 :tableau des dimensions des voies de la ville de Nedroma	44
Figure 35 : carte des types de flux; Source : PDAU édité par l'auteur	45
Figure 36 : carte de la trame structurale; Source : auteur	46
Figure 37 : carte d'espace bâti-non bâti et espace vert	47
Figure 38 : Charte des fonctions de la ville; Source : Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur	48
Figure 39 : charte de gabarits; Source: Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur	48
Figure 40 :charte d'état de bâties de la ville	49
Figure 41 : Carte des risques naturels et artificiels	49
Figure 42 :charte de diagnostic sur le plan fonctionnel; Source : auteur	50
Figure 43 :charte de diagnostic sur le plan social;	51
Figure 44 :charte de diagnostic sur le plan architectural et patrimonial	52
Figure 45 :charte de diagnostic sur le plan urbain et paysager	53
Figure 46 : master plan de pungol digital district;	54
Figure 47 : Punggol Digital District; Source : https://www.google.com	55
Figure 48 :mobilité durable; Source: https://www.google.com	55
Figure 49 :master plan de Digital District;Source: https://www.google.com	56
Figure 50 :Système de collecte des eaux;Source: https://www.google.com	56
Figure 51 : Systèmes de climatisation; Source : https://www.google.com	56
Figure 52 :master plan de la ville; Source: https://www.google.com	56
Figure 53 :Punggol Digital District; Source : https://www.archdaily.com	56
Figure 54 :système de Sécurité & connectivité; Source : https://www.archdaily.com	57
Figure 55 :plan de Tengah-Eco Smart Town;Source : https://assets.weforum.org	57

Figure 56 : système climatisation; Source: https://www.spgroup-asia.com	60
Figure 57 :logement connecté;Source : https://www.demainlaville.com	60
Figure 58 :toiture solaire;Source : https://www.cnn.com	60
Figure 59 :mobilité durable; Source: https://www.cnn.com	61
Figure 60 :gestion urbaine intelligente; Source : https://www.cnn.com	61
Figure 61 :jardin de pluie; Source : https://www.cnn.com	61
Figure 62: Figure 61 :jardin de pluie; Source : https://www.cnn.com	61
Figure 63 : construction durable; Source: https://www.maisonbleue.fr/elements-beton-moules	61
Figure 64 : espace verte; Source : https://www.cnn.com	62
Figure 65 :charte de stratégies d'intervention sur le plan fonctionnel; Source : auteur	66
Figure 66 :charte de stratégie d'intervention sur le plan social	67
Figure 67 :charte de stratégie d'intervention sur le plan architectural et patrimonial	68
Figure 68 :charte de stratégie d'intervention sur le plan urbain et paysager;	69
Figure 69 :Arc en plein cintre / arc outrepassé;Source : http://millenaire1.fr	70
Figure 70 :Portes en bois sculpté;	70
Figure 71 moucharabieh / fer forgé;Source : https://fr.pinterest.com	70
Figure 72 :Zellige. Source : https://topdestinationsalgerie.com	70
Figure 73 :fontaines	71
Figure 74 :mortier de chaux	71
Figure 75 :Banc solaire intelligent avec chargeurs; Source: https://www.monamenagementjardin.fr	71
Figure76 :Abribus intelligent	71
Figure 77 : poubelle intelligente	72
Figure 78 :éclairage public	72
Figure 79 : smart glass	72
Figure 80 :Toitures végétalisées	72
Figure 81 :Réseau 5G urbain	72
Figure 82 :capteurs de détection des espaces libres; source: https://www.archweb.com	73
Figure 83 :capteurs urbains	73
Figure 84 :piste cyclable	73
Figure 85 :Tableaux en braille;	73
Figure 86 : bouche d’incendie intelligent	73
Figure 87 : master plan de la ville; Source : auteur	75

Figure 88 :arrêt de bus existant; Source : auteur	775
Figure 89 : arrêt de bus après la rénovation	75
Figure 90 :photo de la voie avant d'insérer les éléments innovants de smart city	75
Figure 91 :photo de la voie après d'insérer les éléments innovant de smart city et amélioration des façades	75
Figure 92 :arrêt de bus existant;Source : auteur	75
Figure 93 :arrêt de bus après la rénovation; Source : auteur	75
Figure 94 :placette avant l'aménagement; Source : auteur	75
Figure 95 : placette après l'aménagement; Source : auteur générer par ai	75
Figure 96 :parking; Source : auteur	75
Figure 97 :parking après la rénovation;Source : auteur	75
Figure 98 : façade urbaine après l'amélioration; Source : auteur	76
Figure 99 :parking après la rénovation;Source : auteur	76
Figure 100 :Aga khan Museum	79
Figure 101 :pole multiculturel	79
Figure 102 : Antipode cultural centre	79
Figure 103 ::situation de projet;Source : google Earth +auteur	81
Figure 104 :situation de projet	81
Figure 105 :situation de projet	81
Figure 106 :plan de masse de projet	82
Figure 107 : plan de masse de projet	82
Figure 108 : plan de masse de projet;	82
Figure 109 : les plans de projet	83
Figure 110 :les plans de projet; Source: https://www.archdaily.com/ +auteurs	83
Figure 111 :les plans de projet	83
Figure 112 : coupe de projet	84
Figure 113 :coupe de projet	84
Figure 114 : coupe de projet	84
Figure 115 : façade de projet 1	85
Figure 116 : façade de projet 02	85
Figure 117 : Façade de projet 03	85
Figure 118 : ambiances intérieures de projet	86
Figure 119 ambiance intérieure de projet	86
Figure 120 : ambiance intérieure de projet; Source: https://www.archdaily.com/ +auteur ...	86

Figure 122 : Aga Khan Museum & Ismaili Centre	88
Figure 123 :pole multiculturel d’Isbergues	88
Figure 124 :Antipode Cultural Centre	88
Figure 125 : carte de situation de terrain; Source : Pdau Nédroma 2008 édité par l’auteur	90
Figure 126 :carte de la morphologie et la topographie de terrain; Source : Pdau Nédroma 2008 édité par l’auteur	91
Figure 127 :charte d'ensoleillement de terrain; Source : https://www.suncalc.org	92
Figure 128 :Charte d'accessibilité et de données climatiques de terrain;Source : auteur	92
Figure 129 :charte d'existant sur terrain; Source : Pdau Nédroma 2008 édité par l’auteur .	94
Figure 130 : La carte d'implantation des réseaux; Source : Pdau Nédroma 2008 édité par l’auteur	95
Figure 131 zoning de projet. Source auteur	97
Figure 132 :shéma de définition de projet; Source : auteur	99
Figure 133 :la 1ère étape de la genèse de projet.	108
Figure 134 :la 2ème étape de genèse de projet.	108
Figure 135 :la 3ème étape de la genèse de projet.	108
Figure 136 :la4ème étape de genèse de projet;	108
Figure 137 : la 5ème étape de la genèse de projet;	109
Figure 138 :la 6ème étape de genèse de projet;	109
Figure 139 : la 7ème étape de genèse de projet;	109
Figure 140 :plan de masse; Source : auteur	112
Figure 141 : le KAFD de Zaha Hadid; Source : https://www.archdaily.com	115
Figure 142 :Tonglu High-speed Railway Station	115
Figure 143 : moucharabieh en acier	116
Figure 144 :verre électrochromique	116
Figure 145 : béton préfabriquée	116
Figure 146 :espace de circulation; Source : auteur	116
Figure 147 :galerie d'exposition; Source : auteur	116
Figure 148 : atelier de musique; Source : auteur	116
Figure 149 :sanitaires publics; Source : auteur	117
Figure 150 :restaurant; Source : auteur	117
Figure 151 : auditorium; Source : auteur	117
Figure 152 :façade ouest. Source : auteur	117

Figure 153 :assemblages des profils métalliques par boulonnage avec les semelles en béton armé; Source : https://info.cype.com	118
Figure 154 : structure poteau poutre en béton armé	118
Figure 155 :détaille de dalle collaborant	120
Figure 156 :détaille de plancher poutrelle hourdis	120
Figure 157 :détaille de dalle post contraint;	121
Figure 158 :détaille de mur rideau; Source : auteur	122
Figure 159 : détaille d'isolation acoustique utiliser; Source : Auteur, inspiré des principes de l'acoustique architecturale et des détails techniques des systèmes d'isolation phonique (Placoplatre, Rockwell, Knauf).	122
Figure 160 : chéneau; Source : https://comat.fr/wcontent/uploads/2025/02/cheneaux-5.webp	123
Figure 161 :chéma présentatif de Système d'Évacuation des Eaux Pluviales (Impluvium Intégré); Source : auteur générer par ai	123
Figure 162 :cassette	124
Figure 163 :schéma de climatisation centrale	124
Figure 164 :radiateurs à panneaux en aciers; Source : https://encrypted-tbn0.gstatic.com	124
Figure 165 :schéma d'installation d'ape; Source: Auteur	125
Figure 166 :shéma de système d'anti incendie; Source : auteur	126
Figure 167 :compteur; Source : https://www.google.com	126
Figure 168 :tableau général	126
Figure 169 :groupe électrogène; Source : https://www.google.com	126
Figure 170 : boîtes de distribution; Souurce : https://www.google.com	127
Figure 171 : boite de dérivation; Source : https://www.google.com/	127

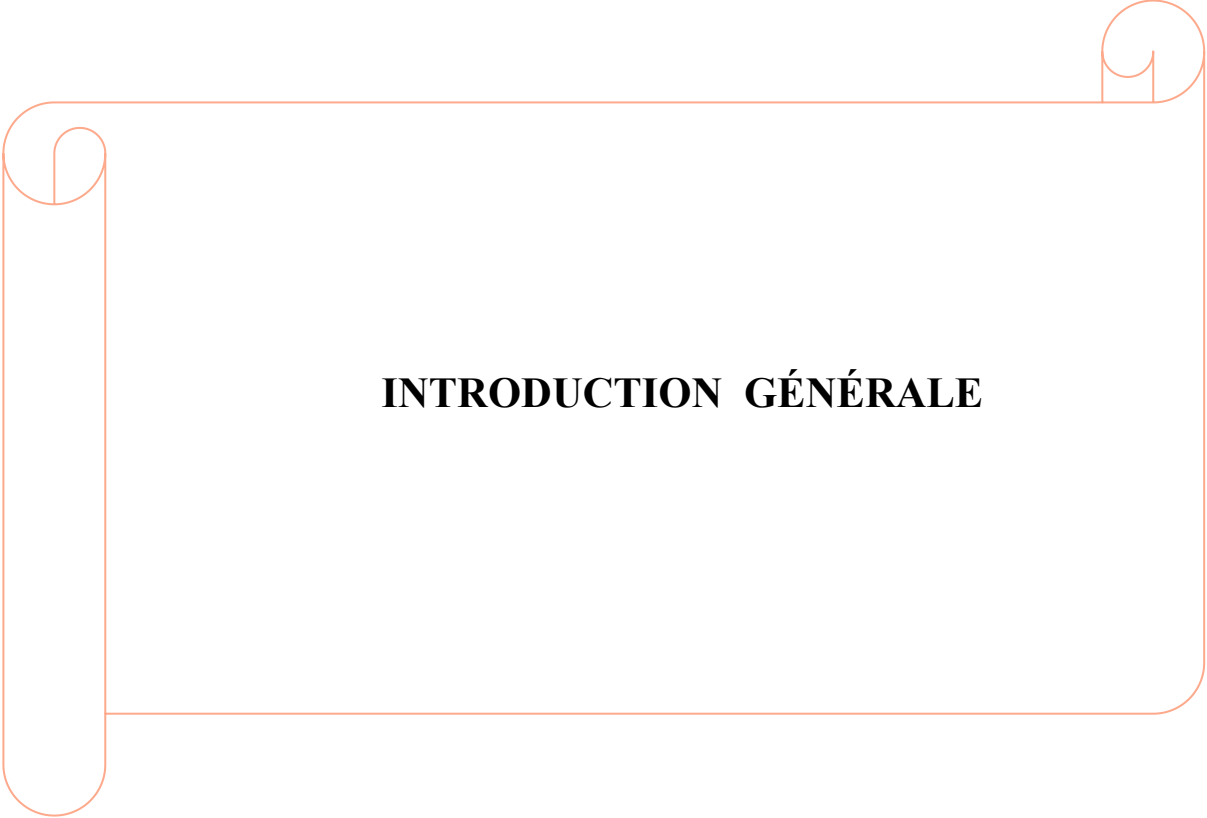
Tableaux:

TABLEAU 1 : Tableau de structure de verre électrocromique; Source : le journal scientifique Solar Energy martial et Solar Cells	21
TABLEAU 2 : tableau présentatif des principes utiliser dans la ville; Source : Arch Daily dédié par l'auteur	57
TABLEAU 3 : tableau résume les principes utiliser dans la ville de Tengah – Eco Smart Town; Source : https://www.cnn.com/style/article/singapore-tengah-eco-town+auteur	62
TABLEAU 4 : Tableau 04 : tableau comparatif entre les 2 villes analyser ;Source : auteur	64

TABLEAU 5 : Tableau récapitulatif des éléments architectoniques de Nedroma	71
TABLEAU 6 : tableau des éléments innovant utiliser dans la ville de Nedroma; Source : auteur	73
TABLEAU 7 : Tableau d'analyse thématique; Source: Auteur	87
TABLEAU 8 : Synthèse d'analyse des exemples; Source : auteur	89
TABLEAU 9 : Tableau analitique des façades. Source : auteur	93
TABLEAU 10 : Le programme de base; Source: Auteur	107

Planches

Planche 1 : Plan de situation; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 2 : Plan de masse; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 3 : Plan d'assemblage; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 4 : Plan de 1 ^{er} étage; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 5 : Plan de 2ème étage; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 6 : Plan de toiture; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 7 : Coupe AA et BB; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 8 : Façade est; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 9 : Façade ouest; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 10 : Plan d'anti incendie; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 11 : Plan de AEP; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 12 : Plan d'électricité; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 13 : Plan chaufferie; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 14 : Plan de climatisation centrale; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 15 : Ambiances extérieurs; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 16 : Ambiances extérieurs; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 17 : Ambiances extérieurs; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.
Planche 18 : Ambiances intérieurs; Source: Auteur	Erreur ! Signet non défini.

A decorative orange scrollwork border frames the central text. It features a vertical scroll on the left, a horizontal scroll at the top, and a small circular flourish on the right.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Introduction

Face aux bouleversements climatiques et aux dynamiques urbaines contemporaines, les villes doivent réinventer en profondeur leurs modalités de conception et d'aménagement. L'augmentation des températures, la dégradation des écosystèmes urbains ou encore la forte consommation énergétique des bâtiments soulignent la nécessité de recourir à des pratiques plus durables, capables de concilier enjeux environnementaux, qualité des espaces et bien-être des usagers (United Nations Environment Programme, 2021).

À ce titre, les espaces paysagers durables tiennent une place essentielle dans la requalification des environnements urbains. Ne se bornant pas à une dimension esthétique, ils participent activement à la régulation microclimatique, à la gestion des eaux pluviales et à l'amélioration du cadre de vie, tout en facilitant les interactions sociales et culturelles (World Health Organization, 2016).

Dans le même contexte, les innovations technologiques en matière de matériaux de construction offrent des réponses aux enjeux environnementaux. Au rang de ces innovations, le « verre électrochromique » apparaît comme un moyen particulièrement intéressant. En offrant la possibilité de moduler dynamiquement la transmission de lumière et de chaleur, il contribue à réduire les besoins d'éclairage artificiel et de climatisation, permettant ainsi de mieux maîtriser l'efficacité énergétique des bâtiments tout en garantissant un confort visuel et thermique supérieur (U.S. Département of Energy, 2020).

Les équipements culturels par leurs fonctions culturelles, espace de rencontre, de création, de diffusion artistique appelle des ambiances flexibles, ouvertes, à même de favoriser plusieurs modes d'usages pourrait ainsi prendre tout son sens. Il serait donc intéressant qu'il puisse devenir des équipements d'expérimentations de l'association du paysage, d'un effet technologique et d'une architecture durable. Tel est l'objet de ce travail de recherche, dont l'objet précis est la conception d'un centre culturel à Nedroma à partir du potentiel et de la richesse architecturale de cette ville, notamment de son fort potentiel patrimonial historique et culturel, en tant qu'élément identitaire, en tant que lieu de réflexion et de production sur la modernité durable.

Cette recherche vise à bien appréhender le potentiel du verre électrochromique en tant qu'un matériau d'amélioration de la performance environnementale des espaces paysagers dans la conception d'un équipement culturel au sein d'une approche architecturale, paysagère

et technologiquement plus intégrative, pour produire des espaces architecturaux dans le paysage qui soit à la fois durable, fonctionnel et à la recherche d'une qualité architecturale.

Problématique :

Dans de nombreuses villes contemporaines, les bâtiments culturels sont souvent conçus sans une prise en compte suffisante des enjeux environnementaux, du confort des usagers et des spécificités socioculturelles locales. L'utilisation de façades vitrées classiques, bien qu'elle favorise la transparence et l'apport de lumière naturelle, engendre fréquemment des problèmes d'éblouissement, de surchauffe et de forte consommation énergétique, notamment dans les régions à climat chaud.

Par ailleurs, ces solutions architecturales peuvent entrer en contradiction avec certaines valeurs culturelles, en particulier dans des contextes où la notion d'intimité occupe une place importante. L'absence de dispositifs permettant de contrôler la transparence des façades peut ainsi limiter l'appropriation des espaces par les usagers et nuire à leur confort visuel et psychologique. De plus, le manque d'articulation entre le bâtiment et son environnement extérieur affecte la qualité des espaces paysagers et réduit les interactions entre intérieur et extérieur.

Dans le cas des centres culturels, ces problématiques sont encore plus sensibles, dans la mesure où ces équipements doivent concilier ouverture, accessibilité et respect des usages culturels locaux. Il devient alors nécessaire de proposer des solutions architecturales capables de répondre à ces exigences multiples.

Dans ce contexte, le verre électro chromique apparaît comme une alternative innovante, permettant de moduler la transparence des façades selon les besoins, tout en améliorant la performance énergétique et le confort des usagers. En offrant la possibilité de contrôler la lumière et la visibilité, ce matériau contribue également à préserver l'intimité, en adéquation avec les valeurs culturelles locales.

Cependant, son intégration dans un projet architectural, notamment dans un équipement culturel, soulève plusieurs interrogations quant à son efficacité réelle, son impact environnemental et sa capacité à répondre aux exigences culturelles et paysagères.

Dès lors, la problématique de ce mémoire peut être formulée comme suit :

Comment l'intégration du verre électro chromique dans la conception d'un centre culturel à Nedroma peut-elle contribuer à l'amélioration du confort visuel et à la

performance environnementale du bâtiment, tout en respectant les valeurs culturelles liées à l'intimité et en participant à la qualité et à la durabilité des espaces paysagers environnants ?

Hypothèses

Dans le cadre de ce travail portant sur la conception d'un centre culturel à Nedroma intégrant le verre électro chromique, l'hypothèse suivante est formulée :

L'intégration du verre électro chromique dans la conception architecturale d'un centre culturel permet d'améliorer significativement la performance environnementale du bâtiment tout en renforçant la qualité des espaces paysagers et le confort des usagers.

Objectifs de la recherche

Dans cette perspective, la réalisation de cet objectif s'appuie sur les objectifs spécifiques suivants :

1. Étudier le fonctionnement et les performances du verre électro chromique dans l'architecture contemporaine.
2. Proposer une conception architecturale intégrée combinant paysage, technologie et forme bâtie.
3. Adapter le projet au contexte climatique et culturel de Nedroma.

L'intérêt de la recherche

Cette recherche s'inscrit dans une démarche visant à répondre aux enjeux contemporains liés à la durabilité environnementale, à l'innovation architecturale et à l'amélioration du cadre de vie urbain. Elle présente un intérêt à la fois scientifique, environnemental et architectural.

D'un point de vue scientifique, ce travail contribue à enrichir les connaissances sur l'intégration des matériaux intelligents, notamment le verre électro chromique, dans la conception architecturale. Il permet d'analyser leurs performances et leur impact sur le comportement énergétique des bâtiments ainsi que sur la qualité des ambiances intérieures et extérieures.

Sur le plan environnemental, cette étude met en évidence l'importance de développer des stratégies de conception visant à réduire la consommation énergétique des bâtiments et à améliorer leur interaction avec le climat local. L'intégration du verre électro chromique

apparaît ainsi comme une solution innovante pour limiter les apports solaires excessifs, optimiser l'éclairage naturel et contribuer à la création d'espaces plus confortables et durables.

D'un point de vue architectural et urbain, l'intérêt de cette recherche réside dans l'exploration de nouvelles approches de conception intégrée, combinant architecture, technologie et paysage. À travers le projet de centre culturel à Nedroma, il s'agit de proposer une réponse adaptée au contexte local, en valorisant à la fois l'identité culturelle et les exigences contemporaines en matière de performance environnementale.

Enfin, cette recherche présente également un intérêt pratique, en proposant des orientations concrètes pour la conception de bâtiments culturels durables. Elle peut ainsi servir de référence pour les architectes, urbanistes et décideurs souhaitant intégrer des solutions innovantes dans leurs projets, notamment dans des contextes similaires à celui de Nedroma.

Méthodologie

Dans le cadre de ce mémoire portant sur **la conception d'un centre culturel durable intégrant le verre électro chromique à Nedroma**, la méthodologie adoptée repose sur une démarche progressive combinant **recherche théorique, analyse et conception architecturale**.

VI.1. Démarche générale

La recherche s'inscrit dans une **approche qualitative à la fois analytique et projectuelle**.

Elle vise à comprendre les concepts théoriques (durabilité, paysage, matériaux intelligents) puis à les appliquer dans un projet concret.

VI.2. Phase théorique (recherche documentaire)

Cette étape consiste à collecter et analyser des informations à partir de :

- Ouvrages scientifiques
- Articles académiques
- Rapports spécialisés

Elle porte sur :

- Le développement durable en architecture
- Les espaces paysagers durables
- Le verre électro chromique et ses performances

Objectif : construire une base théorique solide.

VI.3. Phase analytique (études de cas)

Analyse de projets existants intégrant :

- Façades intelligentes
- Verre électro chromique
- Stratégies bioclimatiques

Objectif :

- Comprendre les solutions utilisées
- Identifier les bonnes pratiques
- Évaluer leurs performances

VI.4. Analyse du site

Étude du site du projet à Nedroma :

- Climat (ensoleillement, vent, température)
- Environnement urbain
- Contexte culturel et paysager

Objectif : adapter le projet au contexte réel.

VI.5. Phase de conception (projet architectural)

Élaboration du projet de centre culturel :

- Définition du programme
- Organisation des espaces
- Conception des volumes (formes courbes)
- Intégration du verre électro chromique en façade
- Aménagement des espaces paysagers

Objectif : proposer une solution architecturale durable.

VI.6. Synthèse finale

- Interprétation des résultats

- Validation des hypothèses
- Réponse à la problématique

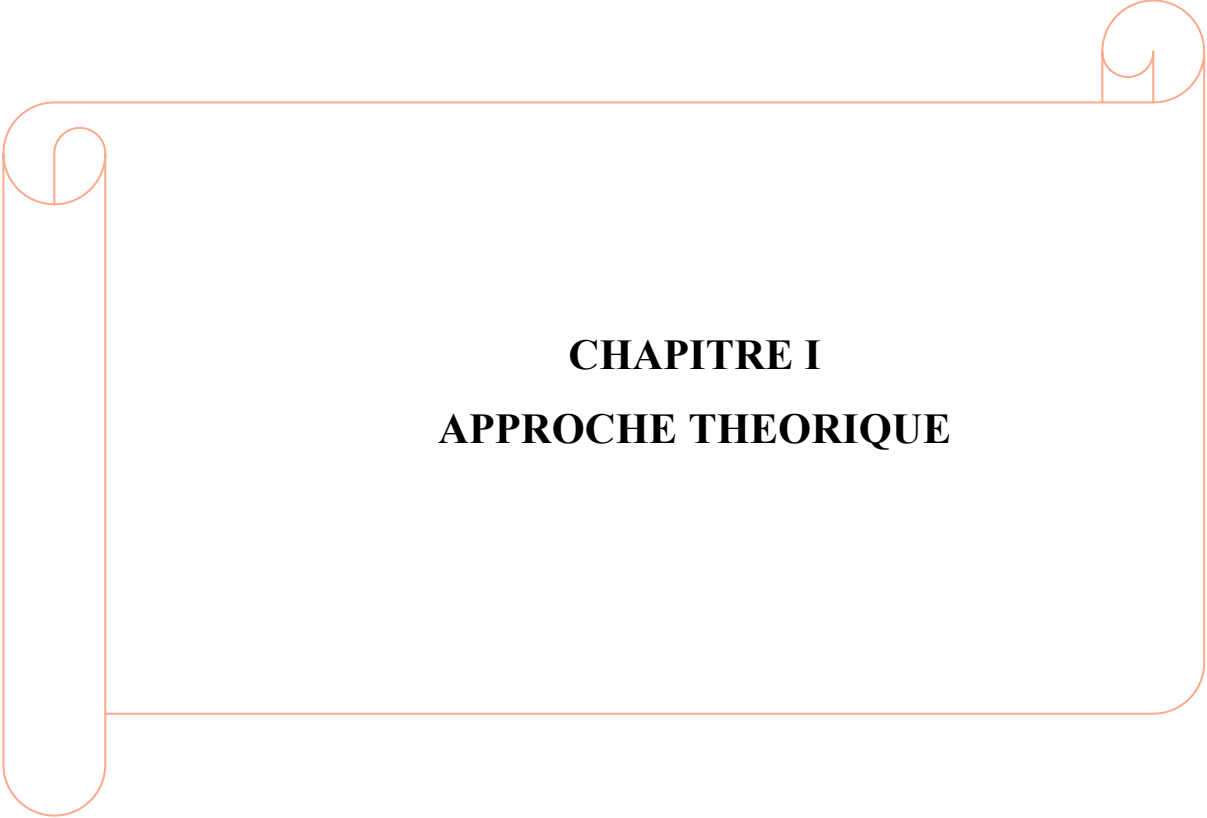
Structure du mémoire

Le mémoire se décompose en trois parties principales, progressives, et reliées entre elles, et répondant à la problématique de l'intégration du verre électro chromique.

La première partie est dédiée au cadre théorique et conceptuel, qui vise à définir les notions essentielles du développement durable, des espaces paysagers et des matériaux intelligents, et à positionner le verre électro chromique au sein du champ des innovations technologiques en architecture.

La deuxième partie est consacrée à l'analyse et l'illustration des études de référence, prenant d'une part les cas de projets architecturaux dotés de façades intelligentes, et d'autre part le site d'implantation de Nedroma, prenant en considération les paramètres climatiques, urbains et paysagers de ce dernier.

La troisième et dernière partie fera l'objet de l'approche projectuelle, cœur du mémoire qui définit programme, concept architectural, centre culturel, intégration du verre électro chromique et aménagement paysager durable. Le mémoire se conclut par une conclusion générale, synthétisant les résultats de la recherche, répondant à la question soumise et ouvrant sur des perspectives de recherches ultérieures

A decorative orange line forms a scrollwork border around the central text. It starts with a small scroll at the top right, goes left, then down on the left side with another scroll at the bottom, then right, and finally up on the right side to close the loop.

CHAPITRE I

APPROCHE THEORIQUE

Chapitre I: Approche théorique

Introduction.

Dans le cadre du présent mémoire qui traite de la conception d'un centre culturel durable intégrant le verre électrochromique à Nedroma, le présent chapitre a pour vocation de constituer un préalable à la réflexion. Avant d'entrer dans le vif du sujet et de développer les contours pratiques du projet, il est notable de rappeler les notions de base qui régissent cette recherche.

Aujourd'hui, l'architecture ne peut plus être considérée exclusivement comme une réponse fonctionnelle à la problématique posée par les enjeux écologiques et sociales de la ville dans un contexte de mutations rapides. Elle doit maintenant prendre en compte des dimensions écologiques, sociales et techniques. Dans cette perspective, le chapitre a pour objectif d'expliciter et de faire émerger les concepts de base liés au développement durable, aux espaces paysagers et aux matériaux intelligents en particulier au verre électrochromique.

Pour ce faire, différentes interrogations orienteront la réflexion dans cette partie : que signifie architecture durable ? Quel est le rôle joué par les espaces paysagers pour augmenter le confort et la qualité de vie ? Comment les matériaux innovants peuvent-ils prendre part à la performance environnementale des bâtiments.

L'intérêt de ce chapitre réside dans le fait qu'il permet de construire une base solide pour la suite du travail. Il établit un lien direct avec la problématique générale du mémoire et oriente les choix qui seront développés dans les phases d'analyse et de conception du projet.

LA Ville intelligente :

II.1. Définition et caractéristiques d'une ville intelligente :

La notion de ville intelligente (smart city) s'est développée au début du XXI^e siècle en réponse aux défis liés à l'urbanisation rapide, à la pression sur les ressources naturelles et à la nécessité d'améliorer la qualité de vie urbaine. Le concept repose sur l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans la gestion et le fonctionnement des villes.

Selon Caragliu, Del Bo et Nijkamp (2011), une ville intelligente est une ville « qui investit dans le capital humain et social, ainsi que dans les infrastructures traditionnelles et modernes de communication, afin de favoriser une croissance économique durable et une

qualité de vie élevée, tout en assurant une gestion rationnelle des ressources naturelles ».(Caragliu, Del Bo et Nijkamp, 2011)

De manière générale, une ville intelligente se caractérise par :

- L'usage intensif des données numériques et des systèmes connectés ;
- Une gestion optimisée des services urbains (transport, énergie, eau, déchets) ;
- Une approche orientée vers la durabilité environnementale ;
- Une forte implication des citoyens dans les processus décisionnels ;
- Une capacité d'innovation et d'adaptation face aux changements économiques, sociaux et climatiques.

Ainsi, la smart city ne se limite pas à une ville technologiquement avancée, mais constitue un modèle urbain global, combinant technologie, gouvernance et développement durable.

II.2. Les six dimensions du modèle de Giffinger (2007) :

Le modèle théorique proposé par **Giffinger et al. (2007)** est l'un des cadres de référence les plus utilisés pour analyser et comparer les villes intelligentes. Il repose sur **six dimensions fondamentales**, interdépendantes :

- **Smart Economy (Économie intelligente)**

Elle concerne l'innovation, la compétitivité, l'entrepreneuriat et la productivité économique.

- **Smart Mobility (Mobilité intelligente)**

Elle inclut les transports durables, les infrastructures connectées, la mobilité douce et l'accessibilité.

- **Smart Environment (Environnement intelligent)**

Cette dimension vise la protection de l'environnement, l'efficacité énergétique et la gestion durable des ressources.

- **Smart People (Citoyens intelligents)**

Elle repose sur le niveau d'éducation, la créativité, l'inclusion sociale et la participation active des habitants.

- **Smart Living (Qualité de vie intelligente)**

Elle englobe la santé, la culture, la sécurité, le logement et le bien-être urbain.

- **Smart Governance (Gouvernance intelligente)**

Elle concerne la transparence, la participation citoyenne, les services publics numériques et la prise de décision collaborative.

Ce modèle montre que l'intelligence urbaine repose sur une **approche systémique**, où la technologie soutient le développement humain, économique et environnemental. (Giffinger et al., 2007)

II.3. Les limites et défis de la smart city :

Malgré les bénéfices apportés par les technologies numériques, la **ville intelligente** présente plusieurs **limites et défis importants**. L'un des principaux problèmes réside dans une approche trop centrée sur la technologie, où les outils numériques prennent le dessus sur les besoins réels des habitants.

Selon l'**OCDE (2020)**, la mise en place des smart cities fait face à plusieurs difficultés, notamment : (OECD, 2020)

- Les **inégalités d'accès au numérique**, qui peuvent exclure une partie de la population ;
- Les **questions éthiques** liées à la protection des données personnelles ;
- Les **coûts élevés** d'installation et d'entretien des technologies intelligentes ;
- Une **dépendance excessive** aux systèmes numériques ;

Ainsi, une ville ne peut être considérée comme véritablement intelligente que si la technologie est utilisée comme un **outil au service de l'humain**, en favorisant l'équité sociale, la durabilité environnementale et l'amélioration du cadre de vie, plutôt que la seule performance technologique.

II.4. Enjeux de gouvernance, participation citoyenne et innovation urbaine :

II.7.1. Gouvernance intelligente :

La **gouvernance intelligente** désigne l'utilisation des technologies numériques pour améliorer la gestion urbaine, renforcer la transparence administrative et optimiser les

processus de prise de décision. Elle repose sur la numérisation des services publics, la circulation de l'information et la coordination entre les différents acteurs institutionnels. L'objectif principal est de rendre l'administration plus efficace, plus accessible et plus réactive aux besoins des citoyens.(Meijer & Bolívar, 2016)

II.7.2. Participation citoyenne :

La **participation citoyenne** constitue un pilier fondamental de la ville intelligente. Elle permet aux habitants de prendre part aux décisions urbaines à travers des outils numériques tels que les plateformes participatives, les consultations en ligne et les dispositifs d'open data. Cette implication favorise une meilleure adéquation entre les projets urbains et les attentes réelles de la population, tout en renforçant la démocratie locale.

Selon **Albino, Berardi et Dangelico (2015)**, l'engagement des citoyens dans les projets de smart city est essentiel pour garantir leur efficacité et leur acceptation sociale. (Albino, Berardi, & Dangelico, 2015)

II.7.3. Innovation urbaine :

L'**innovation urbaine** est un moteur central du développement des villes intelligentes. Elle consiste à expérimenter de nouvelles solutions technologiques et organisationnelles pour répondre aux défis urbains, notamment dans les domaines de la mobilité, de l'énergie, de l'environnement et des espaces publics. Les living labs et les projets pilotes jouent un rôle clé en permettant de tester ces innovations en conditions réelles.

D'après **Komninos (2013)**, l'innovation urbaine repose sur la collaboration entre les collectivités locales, les universités, les entreprises et les citoyens, favorisant ainsi une intelligence collective territoriale. (Komninos, 2013)

II.7.4. Les enjeux énergétiques, climatiques et sociaux dans la ville :

Les villes contemporaines sont confrontées à des **enjeux majeurs d'ordre énergétique, climatique et social**, résultant de l'urbanisation rapide, de la croissance démographique et de la concentration des activités économiques. Elles représentent aujourd'hui plus de **70 % de la consommation énergétique mondiale** et sont responsables d'une part importante des

émissions de gaz à effet de serre, ce qui les place au cœur des défis liés au changement climatique (UN-Habitat, 2022). (UN-Habitat, 2022)

Sur le plan **énergétique**, les villes font face à une forte dépendance aux énergies fossiles, à une augmentation de la demande en électricité et à une efficacité énergétique souvent insuffisante des bâtiments et des infrastructures urbaines. Ces problématiques nécessitent la mise en place de stratégies visant la **transition énergétique**, l'utilisation des énergies renouvelables et l'optimisation de la consommation énergétique urbaine (IEA, 2021).

D'un point de vue **climatique**, les effets du changement climatique se manifestent particulièrement en milieu urbain par l'intensification des **îlots de chaleur**, la multiplication des épisodes climatiques extrêmes (canicules, inondations, sécheresses) et la dégradation des écosystèmes urbains. Ces phénomènes accentuent la vulnérabilité des villes et rendent indispensable le développement de politiques d'**adaptation climatique**, intégrant la végétalisation, la gestion durable de l'eau et la résilience des espaces urbains (IPCC, 2022).

Sur le plan **social**, les transformations urbaines et environnementales accentuent souvent les **inégalités socio-spatiales**, notamment en matière d'accès au logement, aux services urbains, aux espaces verts et à un environnement sain. Les populations les plus vulnérables sont généralement les plus exposées aux risques climatiques et énergétiques, ce qui pose des enjeux majeurs de justice sociale et d'inclusion urbaine (UN-Habitat, 2022).

Ainsi, les enjeux énergétiques, climatiques et sociaux sont étroitement liés et appellent à une **approche intégrée de la planification urbaine**, capable de concilier développement urbain, protection de l'environnement et équité sociale.

Le paysage intelligent (Smart scape) :

III.1. Définition du Smart scape (paysage intelligent) :

Le **paysage intelligent (smart scape)** désigne un espace paysager urbain ou périurbain dans lequel les **technologies numériques** sont intégrées afin d'améliorer la **gestion environnementale**, la **qualité de vie** et la **résilience urbaine**. Il s'agit d'un paysage capable de **collecter, analyser et réagir aux données environnementales en temps réel**, tout en maintenant une forte dimension écologique et sociale.

Selon **Thiel (2018)**, le smart scape est un paysage « augmenté par la technologie, où les systèmes naturels et numériques interagissent pour créer des environnements adaptatifs, durables et sensibles aux usages humains ». (Thiel, 2018)

III.2. Caractéristiques d'un Smart scape :

Un paysage intelligent se distingue par plusieurs **caractéristiques fondamentales** :

- **Connectivité environnementale** : intégration de capteurs pour mesurer la température, l'humidité, la qualité de l'air ou l'état de la végétation ;
- **Adaptabilité** : capacité du paysage à s'ajuster automatiquement aux conditions climatiques (irrigation intelligente, éclairage adaptatif) ;
- **Hybridation nature–technologie** : coexistence entre éléments naturels et systèmes numériques ;
- **Interactivité** : interaction entre les usagers et le paysage via des interfaces numériques ;
- **Gestion durable des ressources** : optimisation de l'eau, de l'énergie et de la biodiversité. (Batty, 2019)

III.3. Objectifs des Smart scapes :

Les smart scapes poursuivent plusieurs **objectifs majeurs** dans le cadre du développement urbain durable :

- Améliorer la **résilience climatique** des villes ;
- Optimiser la **gestion écologique** des espaces verts ;
- Réduire les impacts environnementaux urbains ;
- Renforcer le **bien-être et la santé** des habitants ;
- Favoriser une **planification urbaine intelligente** basée sur les données ;
- Sensibiliser les citoyens aux enjeux environnementaux.

Selon **European Smart Cities (2021)**, les paysages intelligents constituent un levier stratégique pour concilier **innovation technologique et durabilité écologique**. (European Smart Cities, 2021)

III.4. Avantages des Smart scapes :

Les paysages intelligents offrent de nombreux **avantages** :

- Amélioration de la qualité de vie urbaine.
- Réduction des îlots de chaleur urbains.

- Meilleure gestion de l'eau et de l'énergie.
- Renforcement de la biodiversité urbaine.
- Soutien à l'innovation urbaine et à la recherche.
- Création d'espaces publics plus inclusifs et attractifs.

D'après **Batty (2019)**, les smart scapes contribuent à transformer le paysage urbain en un **système intelligent, durable et centré sur l'humain**. (Batty, 2019)

Les différents concepts technologiques dans l'aménagement urbain :

IV.1. Capteurs, réseaux intelligents dans l'aménagement urbain :

Les capteurs urbains sont des dispositifs électroniques capables de collecter des données en temps réel sur l'environnement, le trafic, la qualité de l'air, l'eau, l'énergie et la biodiversité. Ces données permettent de surveiller les villes, analyser et optimiser la gestion des ressources.

Les réseaux intelligents (smart grids) relient ces capteurs à des plateformes numériques qui centralisent les informations, permettant une gestion proactive et adaptative des services urbains, comme la distribution d'énergie, l'éclairage public la distribution d'énergie, ou le contrôle de la circulation.

- **Exemple d'application :**

Capteurs de qualité de l'air dans les parcs et rues pour ajuster la circulation ou activer des systèmes de purification.

Réseaux intelligents dans les bâtiments pour réguler l'énergie et l'eau automatiquement. (Komninos, 2013)

IV.2. Matériaux intelligents et écoconstruction :

Les matériaux intelligents sont des matériaux capables de réagir aux changements environnementaux pour améliorer l'efficacité énergétique le confort, et la durabilité. Ils sont souvent utilisés dans l'écoconstruction, c'est-à-dire la construction respectueuse de l'environnement.

- **Exemples de matériaux intelligents :**

- Verre électro chromé : qui ajuste sa transparence selon la luminosité.

- Béton photo catalytique : qui dégrade les polluants atmosphériques.
- Toitures végétalisées : capables d'absorber l'eau de pluie et réguler la température.

Ces technologies permettent de réduire la consommation énergétique des bâtiments, de diminuer l'impact environnemental et de créer des espaces urbains plus durables.(Addington & Schodek, 2005)

Façade intelligente (Smart Façade) :

V.1. Définition :

La **façade intelligente** est une enveloppe de bâtiment capable de **réagir automatiquement aux conditions environnementales** pour optimiser le confort des occupants et la performance énergétique. Elle combine souvent **technologies numériques, matériaux intelligents et systèmes de régulation** pour contrôler la lumière, la chaleur, la ventilation ou même la qualité de l'air à l'intérieur du bâtiment.

Elle fait partie intégrante des **bâtiments intelligents (smart buildings)** et contribue à la conception de villes plus durables et résilientes.(Addington & Schodek, 2005)

V.2. Caractéristiques principales :

- **Adaptabilité** : la façade peut ajuster son opacité, sa couleur ou sa ventilation selon la lumière, la température ou la qualité de l'air.
- **Contrôle énergétique** : permet de réduire la consommation d'énergie liée à la climatisation, au chauffage et à l'éclairage.
- **Interaction avec l'utilisateur** : certaines façades peuvent être contrôlées manuellement ou via des systèmes intelligents centralisés.
- **Intégration technologique** : combinaison de matériaux intelligents (verre électrochromique, panneaux photovoltaïques, membranes thermochromiques) et capteurs.
- **Esthétique et design** : amélioration de l'attrait visuel et de la modularité des bâtiments.

V.3. Objectifs :

- **Optimisation énergétique** : limiter les pertes de chaleur en hiver et réduire la surchauffe en été.

- **Confort des occupants** : améliorer la lumière naturelle, limiter l'éblouissement et réguler la température.
- **Durabilité** : réduire l'empreinte carbone et participer à la certification environnementale du bâtiment.
- **Innovation architecturale** : créer des façades interactives et modulables.

V.4. Exemples d'application :

- **Façades électro chromiques** : ajustent la transparence du verre selon l'ensoleillement.
- **Façades photovoltaïques intégrées** : produisent de l'énergie tout en servant de paroi isolante.
- **Façades ventilées intelligentes** : régulent la circulation de l'air et la température intérieure automatiquement.
- **Façades modulables interactives** : utilisent des écrans LED ou des panneaux dynamiques pour créer des effets visuels ou informer les habitants.

➤ **Exemples célèbres** :(figure 1 et 2)



Figure 1: The Edge, Amsterdam (façades équipées de capteurs et de panneaux photovoltaïques); **Source:** <https://edge.tech/portfolio/the-edge>



Figure 2: Musée du quai Branly, Paris (façade végétalisée avec systèmes de régulation de l'eau et lumière).

V.5. Avantages :

- Réduction de la consommation d'énergie du bâtiment.

- Amélioration du confort thermique et visuel des occupants.
- Augmentation de la durabilité et de la valeur architecturale du bâtiment.
- Contribution à la conception de **smart buildings** et de **smart scapes urbains**.

équipement culturel:

VI.1. Définition des équipements culturels :

Les équipements culturels sont des infrastructures qui permettent d'accueillir, produire et promouvoir des activités culturelles, artistiques et éducatives dans la société (Merlin & Choay, 2015). Dans ce sens, il constitue des espaces de diffusion du savoir, de création artistique, d'échange social et de mise en valeur du patrimoine culturel (UNESCO, 2016). Il s'agit notamment des centres culturels, bibliothèques, musées, théâtres, médiathèques et salles d'exposition (OQLF, 2021). Le Grand Dictionnaire Terminologique le définit comme : « L'ensemble des organismes et installations qui, en dehors de la scolarisation, contribue au développement des connaissances générales relatives à toutes les branches du savoir » (OQLF, 2021).

VI.2. Classification des équipements culturels :

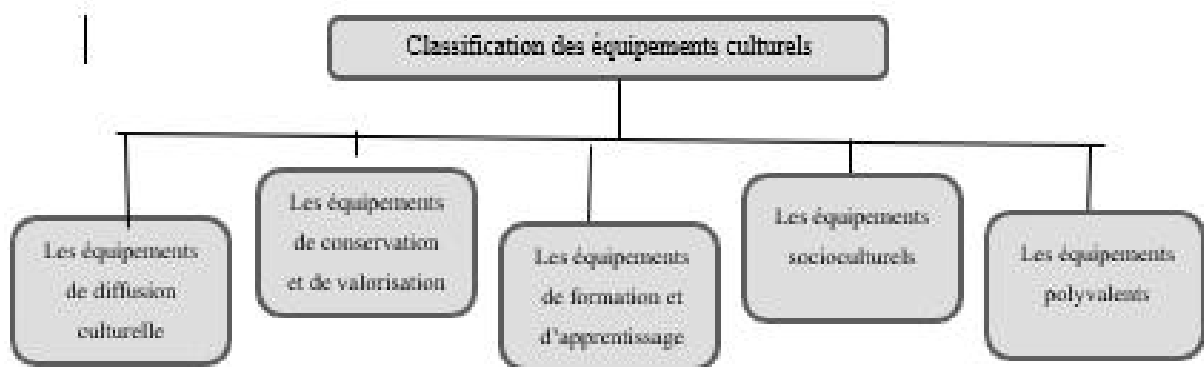


Figure 3: Schéma de classification des équipements culturels; **Source :** auteur

Conclusion:

Ce chapitre théorique a permis d'aborder les principaux concepts liés à la ville intelligente, aux paysages intelligents, aux technologies urbaines et aux façades intelligentes dans le cadre du développement durable. L'étude a mis en évidence l'importance de l'intégration des technologies numériques, des espaces paysagers et des solutions innovantes dans l'amélioration de la qualité de vie urbaine, de la performance énergétique et de la durabilité des villes contemporaines.

Les objectifs fixés au début du chapitre ont été atteints à travers l'analyse des enjeux énergétiques, climatiques et sociaux ainsi que la compréhension des nouvelles approches urbaines et architecturales adaptées aux défis actuels. Cette réflexion théorique a permis d'établir une base conceptuelle solide orientant la démarche du mémoire.

Le chapitre suivant sera consacré à l'étude du projet innovant, afin de présenter la technologie choisie, ses caractéristiques, son fonctionnement et son apport dans la conception architecturale du projet.

A decorative orange line forms a scroll-like border around the chapter title. It starts with a small scroll at the top right, goes down the right side, then left along the bottom, then up the left side, and finally right along the top, ending with a small scroll at the top right.

CHAPITRE II

PROJET INNOVANT

CHAPITRE II: Projet innovant

Introduction :

Face aux enjeux environnementaux et énergétiques actuels, l'architecture contemporaine cherche à intégrer des technologies innovantes capables d'améliorer la performance énergétique des bâtiments tout en assurant le confort des usagers (Baetens, Jelle et Gustavsen, 2010). Dans cette perspective, les matériaux intelligents occupent une place importante dans le développement des constructions modernes. Parmi ces innovations, le verre électrochromique représente une solution technologique avancée permettant de contrôler la lumière et la chaleur à travers les surfaces vitrées (Deb, 2008).

Grâce à sa capacité à modifier son niveau de transparence sous l'effet d'un courant électrique, ce vitrage intelligent contribue à réduire les besoins en climatisation et en éclairage artificiel, tout en améliorant le confort thermique et visuel des espaces intérieurs (Piccolo et Simone, 2020). Cette technologie s'inscrit ainsi dans une démarche de développement durable et d'optimisation énergétique des bâtiments modernes (International Energy Agency, 2021).

Ce chapitre a pour objectif de présenter le verre électrochromique, son principe de fonctionnement, ses composants, ainsi que ses avantages techniques, énergétiques et architecturaux.

Présentation générale du verre électrochromique

Le verre électrochromique est un vitrage intelligent capable de changer de couleur ou de transparence lorsqu'un faible courant électrique est appliqué (Deb, 2008). Cette technologie repose sur l'utilisation de couches minces de matériaux électrochromes intégrées entre deux vitrages. Sous l'effet de l'électricité, ces couches réagissent chimiquement en modifiant la transmission de la lumière et de la chaleur à travers le verre (Granqvist, 2014).

Le fonctionnement du verre électrochromique permet de passer progressivement d'un état clair à un état teinté selon les besoins d'éclairage et de protection solaire. Ce système peut être contrôlé manuellement ou automatiquement grâce à des capteurs liés aux conditions climatiques extérieures (U.S. Department of Energy, 2020).

Le verre électrochromique est principalement utilisé dans les bâtiments modernes, les façades vitrées, les bureaux, les équipements culturels et certains moyens de transport. Il offre plusieurs avantages, notamment la réduction de la consommation énergétique, l'amélioration

du confort visuel, la limitation de l'éblouissement et la valorisation esthétique des façades architecturales (Baetens, Jelle et Gustavsen, 2010).(figure04)



Figure 4: verre électro chromique ; **Source :** <https://www.batiadvisor.fr/verre-electrochrome>

II.1. Structure du verre électrochromique (figure05):

Couche / Élément	Description	Rôle dans le système
Verre extérieur	Vitrage de protection exposé à l'environnement extérieur	Assure la protection mécanique et climatique du système
Couche conductrice transparente (ITO ou FTO)	Oxyde d'indium-étain (ITO) ou oxyde de fluorine-étain (FTO)	Permet la conduction électrique tout en laissant passer la lumière
Couche électrochromique (WO_3)	Oxyde de tungstène actif	Change de couleur/opacité sous l'effet des ions et du courant électrique
Électrolyte ionique	Couche conductrice d'ions (Li^+ ou H^+)	Permet le déplacement des ions responsables du changement optique
Couche contre-électrode + verre intérieur	Couche complémentaire et vitrage intérieur	Équilibre les réactions électrochimiques et assure l'isolation finale

TABLEAU 1: Tableau de structure de verre électrochromique; **Source :** le journal scientifique Solar Energy martial et Solar Cells

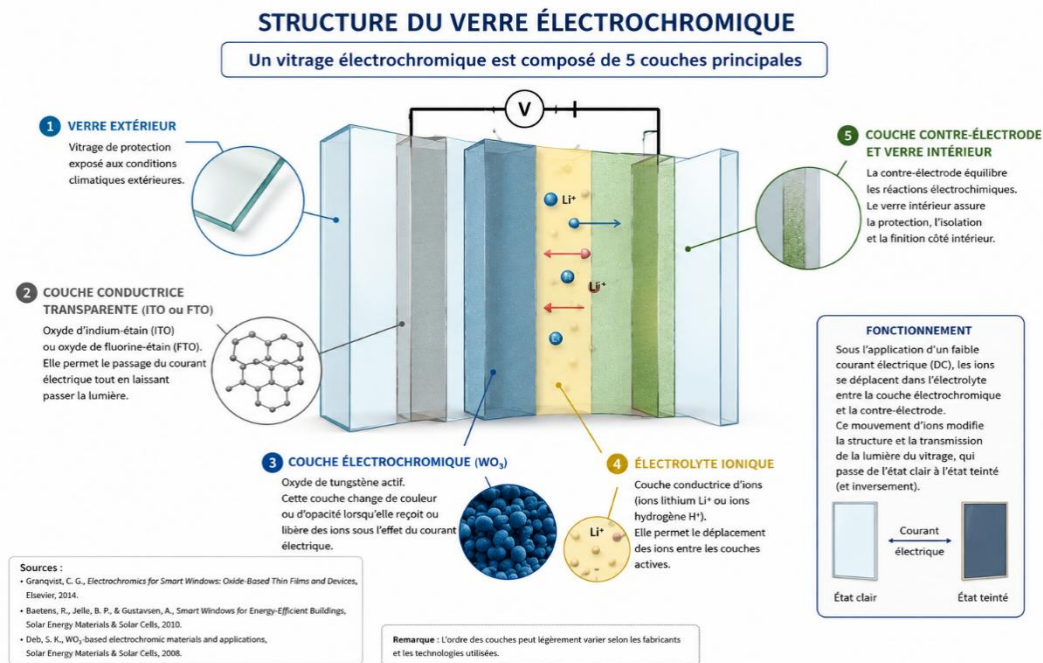
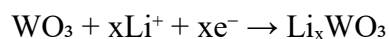


Figure 5: Schéma présentatif de la structure de verre électrochromique; **Source :** auteur générée par Ai

II.2. Principe de fonctionnement

Le verre électrochromique est un vitrage intelligent capable de modifier automatiquement ou manuellement son niveau de transparence sous l'effet d'un faible courant électrique. Considéré comme l'une des technologies les plus prometteuses pour le développement de l'architecture durable, il est constitué de plusieurs couches minces superposées, notamment une couche électrochromique à base d'oxyde de tungstène (WO₃), des couches conductrices transparentes et un électrolyte (Deb, 2008). Son fonctionnement repose sur une réaction électrochimique : lorsqu'une tension électrique est appliquée les ions lithium (Li⁺) migrent à travers l'électrolyte vers la couche électrochromique, où ils s'insèrent dans la structure de l'oxyde de tungstène selon la réaction suivante :



Cette réaction entraîne la formation de tungstène lithié (Li_xWO₃), responsable de la coloration progressive du vitrage et de la réduction de la transmission lumineuse et solaire (Granqvist, 2014 ; Mortimer, 2011). À l'inverse, lorsque la polarité est inversée, les ions sont extraits de la couche électrochromique, permettant au vitrage de retrouver

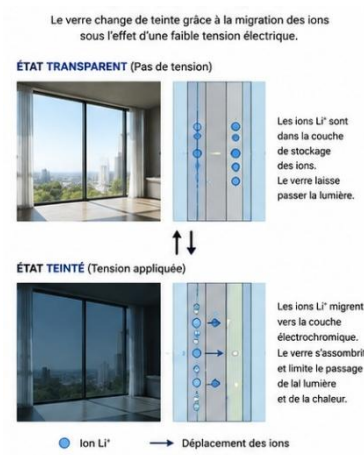


Figure 6: schéma présentatif de principe de fonctionnement de verre électrochromique; **Source :** auteur générer par ai

progressivement son état transparent initial. Grâce à ce mécanisme réversible, le verre électrochromique assure un contrôle dynamique des apports lumineux et thermiques à l'intérieur des bâtiments, réduisant ainsi les besoins en climatisation tout en améliorant le confort visuel et thermique des occupants (Baetens et al., 2010). Les façades vitrées deviennent ainsi des éléments actifs capables de s'adapter en temps réel aux conditions climatiques extérieures.

II.3. Pose du verre électrochromique :

La pose du verre électrochromique s'effectue de manière similaire à celle d'un vitrage isolant classique, tout en intégrant un raccordement électrique discret. Le vitrage est installé dans des cadres en aluminium, en acier ou dans un système de mur-rideau. Les connexions électriques sont dissimulées dans les profilés afin de préserver l'esthétique de la façade et d'assurer le bon fonctionnement du système (figure 07).



Figure 7: pose de verre électrochromique;

Source : auteur générer par ai

II.4. Fixation du verre électrochromique (figure 08) :

Le verre électrochromique peut être fixé à l'aide de plusieurs systèmes selon les exigences architecturales du projet :

- Fixation sur cadre aluminium traditionnel.
- Système de mur-rideau pour les grandes façades vitrées.
- Fixation ponctuelle par rotules en acier inoxydable.
- Façades structurales avec collage au silicone structurel.

Ces dispositifs garantissent la stabilité mécanique du vitrage tout en permettant le passage des câbles électriques nécessaires à son fonctionnement.

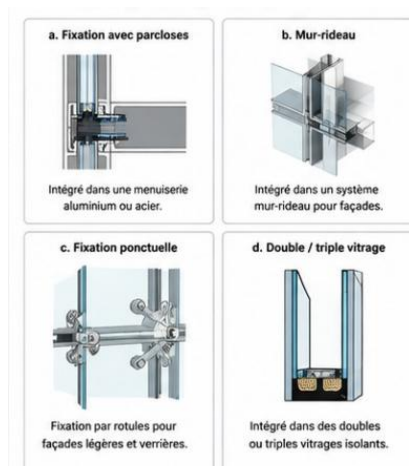


Figure 8: système de fixation de verre électrochromique;

Source : auteur

II.5. Réaction et comportement du verre électrochromique (figure 09):

Le verre réagit aux commandes manuelles ou aux signaux transmis par des capteurs de luminosité, de température ou de rayonnement solaire. Lorsque l'ensoleillement augmente, le vitrage s'assombrit progressivement afin de réduire les apports thermiques et l'éblouissement. En période de faible luminosité, il redevient transparent pour favoriser l'éclairage naturel. Cette réaction dynamique améliore le confort visuel et thermique tout en réduisant la consommation énergétique du bâtiment.



Figure 9 : la réaction de verre électrochromique;

Source : auteur généré par ai

II.6. Fabrication d'un prototype

La création d'un prototype de verre électrochromique nécessite plusieurs étapes techniques qui visent à assembler les différentes couches fonctionnelles du vitrage (Granqvist, 2014). La première consiste à nettoyer le verre conducteur afin d'éliminer les impuretés susceptibles d'altérer les performances électrochimiques du dispositif (Deb, 2008). Cette étape étant extrêmement névralgique pour garantir une bonne adhérence des couches déposées sur le substrat conducteur (Deb, 2008).

Une fois le verre conducteur nettoyé, vient le dépôt d'une fine couche d'oxyde de tungstène (WO_3) sur le verre, qui doit être réalisée par différents procédés, tels que la pulvérisation cathodique, le dépôt chimique ou la méthode sol-gel (Mortimer, 2011). L'oxyde de tungstène étant la couche électrochromique réalisable, l'électrolyte ionique doit alors être préparé afin d'accompagner le transfert d'ions entre les différentes couches du système.

L'assemblage final des couches fonctionnelles du vitrage se termine lorsqu'on insère une contre électrode qui va permettre le bon équilibre des échanges électriques. Le dispositif est ensuite relié à une source électrique basse tension pour réaliser les tests de coloration et décoloration du vitrage (Baetens et al., 2010).

Après son élaboration, le prototype subit diverses expériences de test afin de vérifier ses performances, notamment par rapport à la vitesse de coloration, la stabilité des matériaux et la capacité du vitrage à moduler les transmissions lumineuses (Solar Energy Materials and Solar

Cells, 2022). Testées préalablement à leur intégration dans des applications architecturales réelles, ces expérimentations permettent ainsi d'assurer l'efficacité du démonstrateur.

II.7. Résultats attendus

Le verre électrochromique fonctionne généralement sous faible tension, de 1 à 3 volts, avec un temps de coloration de 5 à 20 secondes (Mortimer, 2011). La transmission lumineuse peut être entre 20 % et 70 % pour gérer, par exemple, la lumière naturelle et la chaleur solaire (Baetens et al., 2010).

II.8. Caractéristiques principales :(Saint-Gobain Sage Glass)

- **Réactivité** : changement automatique de transparence ou de couleur selon la lumière, la température ou le courant électrique.
- **Efficacité énergétique** : réduit les besoins en climatisation, chauffage et éclairage artificiel.
- **Confort visuel et thermique** : limite l'éblouissement et régule la température intérieure.
- **Durabilité** : contribue à la performance énergétique et à la réduction de l'empreinte carbone.
- **Esthétique et design** : possibilité d'intégrer le verre dans des façades modernes, vitrines ou toitures pour créer des espaces interactifs et modulables.

II.9. Objectifs : (Saint-Gobain Sage Glass)

- Réduire la **consommation énergétique** des bâtiments.
- Optimiser le **confort des occupants** (température et luminosité).
- Intégrer la **technologie dans l'architecture** pour des façades et verrières interactives.
- Contribuer aux **bâtiments intelligents (smart buildings)** et aux **smart scapes urbains**.

II.10. Exemples d'application : (Saint-Gobain Sage Glass)

- **Façades de bureaux** équipées de verre électro chromique pour limiter l'éblouissement et les coûts énergétiques.
- **Toitures vitrées et verrières** utilisant du verre thermochromique pour réguler la lumière naturelle et réduire la chaleur.

- **Hôtels et bâtiments publics** intégrant le Smart Glass pour améliorer le confort intérieur tout en diminuant l'usage de la climatisation.

II.11. Avantages : (Saint-Gobain Sage Glass)

- **Réduction de la consommation énergétique** pour chauffage, climatisation et éclairage.
- **Confort thermique et visuel** amélioré pour les occupants.
- **Possibilité d'espaces modulables** et interactifs.
- Contribution à la **durabilité et aux certifications environnementales** (LEED, BREEAM).
- **Innovation architecturale** : façades dynamiques et esthétiques.

II.12. Etude de marcher :

L'étude de marché met en évidence un intérêt croissant pour les technologies innovantes et la construction durable en Algérie. Le verre électrochromique répond aux besoins d'efficacité énergétique des bâtiments publics, culturels, administratifs et privés en réduisant la consommation d'énergie tout en améliorant le confort thermique et visuel. Les principaux clients ciblés sont les institutions publiques, les architectes, les bureaux d'études, les promoteurs immobiliers, les entreprises de construction et les gestionnaires de bâtiments performants. Le marché algérien étant encore peu développé et fortement dépendant de l'importation, il offre une opportunité importante pour une production locale. Malgré la concurrence des vitrages traditionnels et des systèmes de protection solaire, le verre électrochromique se distingue par sa capacité à adapter automatiquement sa transparence aux conditions climatiques. L'étude confirme ainsi la faisabilité commerciale du projet et son fort potentiel de développement grâce à son caractère innovant, ses performances énergétiques et sa contribution à l'architecture durable.

II.13. L'analyse des résultats du questionnaire :

L'analyse du questionnaire révèle un intérêt significatif pour les solutions innovantes et durables dans le secteur de la construction. La majorité des répondants considèrent l'efficacité énergétique, le confort thermique et la réduction de la consommation d'énergie comme des critères essentiels dans le choix des matériaux de construction. Les résultats montrent également une forte sensibilité aux technologies intelligentes capables d'améliorer la qualité des espaces intérieurs tout en limitant l'impact environnemental.

Les architectes, bureaux d'études, entreprises de construction et institutions publiques interrogés se déclarent favorables à l'intégration du verre électrochromique dans les projets futurs, notamment pour les bâtiments culturels, administratifs et tertiaires. Les répondants estiment que cette technologie apporte une valeur ajoutée importante grâce à sa capacité à contrôler automatiquement la lumière naturelle et les apports thermiques.

L'enquête met cependant en évidence que le coût initial constitue le principal frein à l'adoption de cette solution. Malgré cela, la majorité des participants considèrent que les économies d'énergie réalisées à long terme justifient l'investissement. Les résultats confirment ainsi l'existence d'un marché potentiel pour le verre électrochromique en Algérie et démontrent la pertinence du projet en réponse aux nouvelles exigences de l'architecture durable et intelligente.

II.14. Analyse SWOT :

Force

- Amélioration de la performance énergétique
- Confort thermique et visuel
- Technologie intelligente et innovante
- Adaptabilité dynamique
- Réduction de l'usage de

Faiblesses

- Coût élevé
- Disponibilité limitée en Algérie
- Maintenance spécialisée
- Dépendance à l'électricité

Opportunités

- Tendance mondiale vers l'architecture durable.
- Potentiel d'intégration dans les politiques environnementales
- Climat de Tlemcen favorable
- Innovation dans le paysage architectural local

Menaces

- Manque de sensibilisation à cette technologie
- Contraintes économiques
- Concurrence avec des solutions plus simples
- Concurrence avec des solutions plus simples

Le site web :

Afin de valoriser le projet de verre électrochromique et de faciliter sa diffusion auprès du grand public, un site web interactif a été conçu. Cette plateforme numérique constitue un outil de communication moderne permettant de présenter le concept, le fonctionnement, les avantages et les applications du verre électrochromique de manière claire et accessible.

III.1. Objectifs du site web

Le site web a été développé dans le but de :

- Présenter le projet de manière professionnelle.
- Sensibiliser les visiteurs aux technologies intelligentes.
- Expliquer le fonctionnement du verre électrochromique.
- Mettre en avant les avantages énergétiques et environnementaux.
- Faciliter l'accès à l'information pour les étudiants, professionnels et investisseurs.

III.2. Concept de conception

Le design du site repose sur une approche moderne inspirée des principes de l'architecture intelligente (Smart Building). L'interface utilise des couleurs sobres et élégantes, des effets de transparence rappelant le verre ainsi qu'une navigation intuitive garantissant une expérience utilisateur fluide.

III.3. Structure du site

III.3.1. Page d'accueil :

La page d'accueil (figure 10) constitue le premier contact avec le visiteur. Elle présente une image représentative du verre électrochromique accompagnée d'un slogan mettant en valeur son caractère innovant.

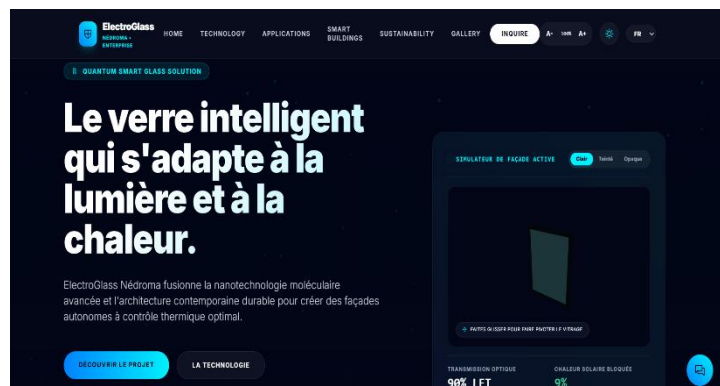


Figure 10: page d'accueil; Source : auteur

III.3.2. Section " Technologie" :

Objectif : Expliquer scientifiquement la transition physique à l'échelle nanométrique (figure 11).



Figure 11:page technologie; Source : auteur

III.3.3. Section " Applications" :

Le site présente différents domaines d'utilisation tels que :

Les bureaux, les centres d'Hospitalisation, les hôtels, les centres commerciaux....(figure 12)

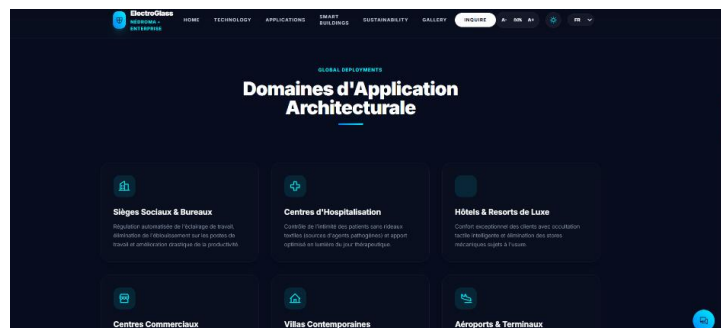


Figure 12:page d'applications; Source : auteur

III.3.4. Section " Visualisation des bâtiments intelligents" :

Cette section propose une visualisation interactive du verre électrochromique dans un bâtiment intelligent, mettant en évidence son influence sur la gestion de la lumière naturelle, le confort thermique et l'optimisation énergétique grâce à un tableau de bord domotique en temps réel (figure 13).

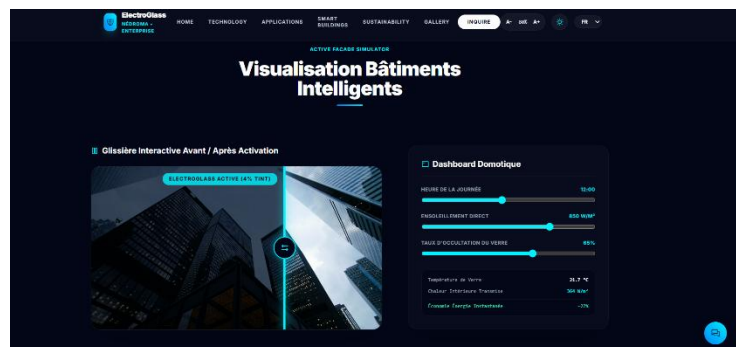


Figure 13: page de Visualisation des bâtiments intelligents; Source : auteur

III.3.5. Section " développement durable" :

Cette section met en avant la contribution du projet au développement durable en valorisant les ressources locales et en générant de réelles économies d'énergie et financières (figure 14).

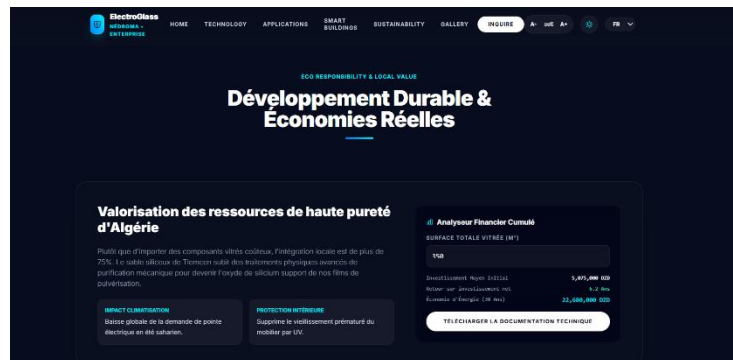


Figure 14:page de développement durable; Source : auteur

III.3.6. Section " galerie" :

Cette section présente une galerie d'intégration architecturale mettant en valeur différentes réalisations où le verre électrochromique est intégré de manière innovante dans des projets contemporains (figure 15).



Figure 15: page de galerie; Source : auteur

III.3.7. Section " Renseigner"

La section finale intègre un formulaire d'échange professionnel destiné à recueillir les demandes d'intégration technique et à coordonner les partenariats institutionnels avec l'unité de recherche.

Figure 16: page Renseigner; **Source :** auteur

III.3.8. Technologies utilisées

- Le développement du site web a été réalisé à l'aide des technologies modernes du web :
- HTML5 pour la structure.
- CSS3 pour la mise en forme.
- JavaScript pour l'interactivité.
- Vercel pour l'hébergement et la publication en ligne.

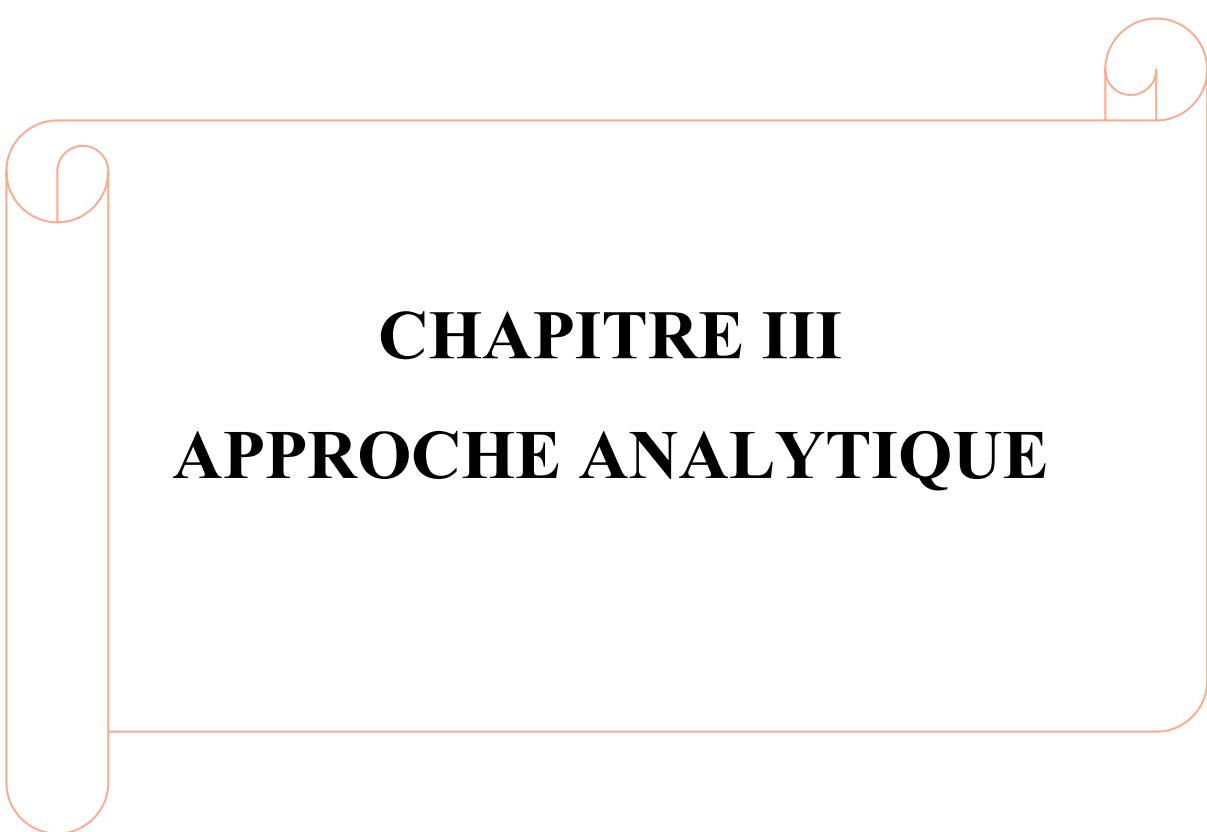
III.3.9. Accessibilité et diffusion

Le site a été optimisé pour être consultable sur ordinateur, tablette et smartphone. Son hébergement en ligne permet un accès rapide et permanent depuis n'importe quel endroit disposant d'une connexion Internet.

Conclusion :

Ce chapitre a présenté le verre électrochromique comme une technologie innovante permettant de contrôler la transparence du vitrage en fonction d'un courant électrique. Il a expliqué son principe de fonctionnement, sa structure multicouche ainsi que ses principaux composants. L'étude a également montré ses performances en matière de confort thermique et visuel, ainsi que son intérêt dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments.

Les applications, les caractéristiques et les perspectives de développement ont confirmé que ce vitrage intelligent constitue une solution prometteuse pour l'architecture durable, malgré certaines limites liées à son coût et à sa complexité technologique.

A decorative orange scrollwork border frames the chapter title. It features a vertical scroll on the left, a horizontal scroll at the top, and a small scroll on the right.

CHAPITRE III

APPROCHE ANALYTIQUE

Chapitre III : Approche analytique

Introduction :

La ville de Nedroma, située dans la wilaya de Tlemcen en Algérie, représente un exemple typique de ville moyenne du Maghreb, caractérisée par un patrimoine historique riche, un tissu urbain ancien et des dynamiques contemporaines liées à l'urbanisation et aux transformations socio-économiques (Ministère de la Culture et des Arts d'Algérie, 2019 ; Merlin & Choay, 2015). Cette ville, implantée dans un contexte méditerranéen, se distingue par ses espaces publics traditionnels, ses ruelles étroites et son architecture patrimoniale, tout en étant confrontée aux défis propres aux villes en mutation : croissance démographique, pression sur les infrastructures, besoins en espaces verts et adaptation aux nouvelles technologies urbaines (UNESCO, 2021 ; Batty, 2013)..

L'analyse urbaine de Nedroma vise à comprendre la structure, les fonctions et les dynamiques spatiales de la ville afin d'identifier les potentialités et les contraintes de son développement futur (Merlin & Choay, 2015). Elle repose sur plusieurs axes :

- L'étude de la morphologie urbaine, incluant le réseau de rues, les quartiers et l'organisation des espaces publics et privés
- L'identification des équipements et infrastructures urbaines, tels que les services publics, les zones commerciales et les installations culturelles.
- L'évaluation des flux et usages urbains, permettant de comprendre les interactions entre habitants, activités économiques et mobilité

La prise en compte des enjeux environnementaux et patrimoniaux, notamment la conservation des sites historiques et l'intégration d'espaces verts dans le tissu urbain. Cette démarche analytique constitue une étape essentielle pour la planification urbaine durable, l'amélioration de la qualité de vie des habitants et la préservation du patrimoine architectural et culturel de Nedroma (Gehl, 2011 ; UNESCO, 2021). Elle permet également de proposer des stratégies d'aménagement innovantes, notamment l'intégration de concepts modernes comme les smart scapes et les technologies intelligentes dans la ville, adaptées aux contextes locaux.

Ainsi, cette analyse urbaine se positionne comme une base de réflexion pour le développement futur de Nedroma, conciliant modernité, durabilité et identité patrimoniale. De proposer des stratégies d'aménagement innovantes, notamment l'intégration de concepts

modernes comme les smart scapes et les technologies intelligentes dans la ville, adaptées aux contextes locaux (Batty, 2013).

Ainsi, cette analyse urbaine se positionne comme une base de réflexion pour le développement futur de Nedroma, conciliant modernité, durabilité et identité patrimoniale (Merlin & Choay, 2015).

Motivation du choix de la ville de Nedroma :

Le choix de la ville de Nedroma pour cette étude urbaine repose sur plusieurs raisons principales :

1. **Patrimoine historique et culturel riche** : Nedroma possède un tissu urbain ancien et des éléments architecturaux traditionnels qui témoignent de son héritage historique. Étudier cette ville permet de comprendre comment le patrimoine peut être intégré dans des projets d'aménagement modernes.
2. **Taille et morphologie urbaines adaptées à l'étude** : En tant que ville moyenne, Nedroma offre un cadre idéal pour analyser la structure urbaine, les flux, les équipements et les espaces publics sans la complexité des grandes métropoles, tout en restant représentative des villes algériennes méditerranéennes.
3. **Défis contemporains liés à l'urbanisation** : La ville est confrontée à des problématiques typiques des villes moyennes en Algérie : pression démographique, gestion des infrastructures, besoins en espaces verts et adaptation aux nouvelles technologies urbaines. Cela permet d'étudier les enjeux urbains dans un contexte réel et concret.
4. **Potentiel d'intégration des innovations urbaines** : Nedroma offre un terrain d'étude pertinent pour réfléchir à l'intégration des concepts de **ville intelligente** et de **smart scapes**, permettant d'allier **modernité, durabilité et préservation patrimoniale**.

Ainsi, la ville de Nedroma constitue un **cas d'étude pertinent et représentatif**, permettant d'analyser les dynamiques urbaines locales tout en proposant des stratégies d'aménagement adaptées au contexte algérien.



Figure 17: la

mairie de la ville de Nedroma ;

Source : <https://www.google.com>

Situation de la ville de Nedroma

La ville de Nedroma est située dans l'Ouest algérien, au nord-ouest de la wilaya de Tlemcen, à une altitude supérieure à 600 mètres. Son territoire couvre une superficie de plus de 140 km² et elle s'étend sur le versant nord du Djebel Fillaoussène, dans le massif des Trara.

Nedroma se trouve à environ 160 km à l'ouest d'Oran, 54 km au nord-ouest de Tlemcen, 37 km au nord de Maghnia et 18 km au sud de Ghazaouet. Cette localisation stratégique lui confère un climat méditerranéen favorable à l'agriculture et aux espaces verts, tout en mettant en valeur son patrimoine historique et architectural.

Cette situation géographique en fait un **cas d'étude pertinent** pour l'analyse urbaine, permettant de réfléchir à l'intégration des **smart scapes** et des technologies intelligentes adaptées au contexte local (UNESCO World Heritage Centre, s.d.)



Figure 18: situation de Tlemcen par rapport l'Algérie; Source : <https://www.google.com>

Figure 19 : situation de Nedroma par rapport Tlemcen; Source : <https://www.google.com>

CLIMAT :

IV.1. Climat et moyennes météorologiques de Nedroma (Algérie) :

La ville de Nedroma présente un climat méditerranéen tempéré, caractérisé par des été chauds et secs et des hivers plus frais et humides. Sur l'ensemble de l'année, les températures varient généralement entre des minima proches de 4 °C et des maxima autour de 30-31 °C, avec des fluctuations rarement inférieures à 1 °C ou supérieures à 35 °C. Les mois d'été (de juin à septembre) sont dominés par des températures élevées, tandis que l'hiver (de novembre à mars) est marqué par des températures plus fraîches et des précipitations plus fréquentes. Ces conditions climatiques influencent fortement les activités humaines, l'agriculture et l'aménagement du territoire à Nedroma.

IV.2. Températures moyennes à Nedroma :

À Nedroma, la température maximale a Nedroma est entre 30 et 40 dans les mois juillet et aout et la température minimale est entre 8 et 15 dans les mois décembre et janvier.(Weather Spark, s.d.)

Moyenne	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Haute	15 °C	15 °C	17 °C	20 °C	23 °C	27 °C	30 °C	30 °C	27 °C	23 °C	19 °C	16 °C
Temp.	9 °C	10 °C	12 °C	14 °C	17 °C	21 °C	24 °C	25 °C	22 °C	18 °C	13 °C	10 °C
Basse	4 °C	6 °C	7 °C	9 °C	12 °C	15 °C	18 °C	19 °C	17 °C	13 °C	9 °C	6 °C

Figure 21: Température moyenne à Nedroma

Source: <https://fr.weatherspark.com>

IV.3. Caractéristiques du vent à Nedroma :

La période la plus venteuse s'étend de fin octobre à début mai, avec un maximum en décembre (16 km/h en moyenne) En revanche, la période la plus calme dure de mai à octobre, le mois d'août étant le plus tranquille avec une moyenne de 11,7 km/h.(Weather Spark, s.d.)

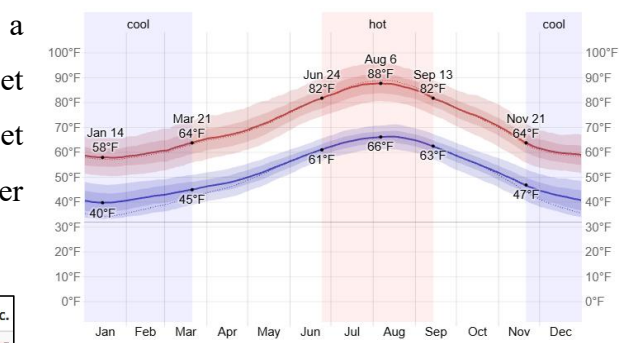


Figure 20: Carte moyenne maximale et minimale; **Source :** <https://fr.weatherspark.com>

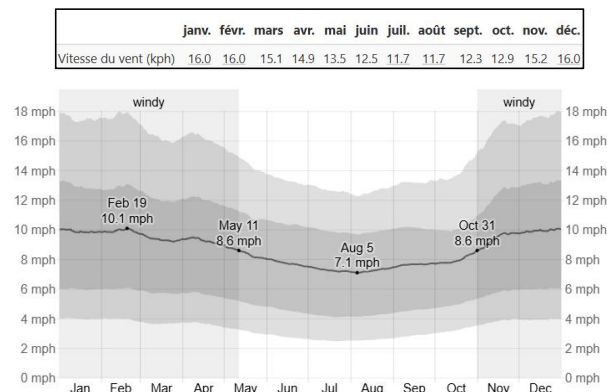


Figure 22: Carte de Vitesse moyenne du vent à Nedroma; **Source :** <https://fr.weatherspark.com>

IV.4. Humidité :

À Nedroma, l'humidité varie selon les saisons. La période la plus lourde s'étend de juin à octobre, où l'air devient plus humide et étouffant, surtout en août, le mois le plus oppressant. En revanche, l'hiver est plus sec et agréable avec un minimum d'humidité observé en février. (Weather Spark, s.d.)

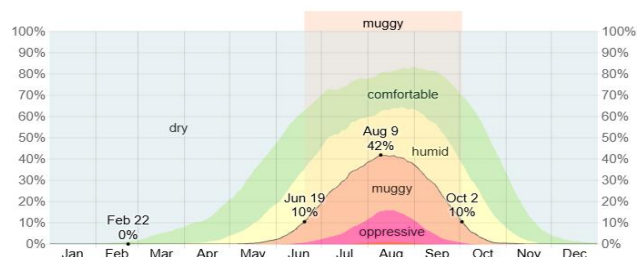


Figure 23: carte de niveau de confort selon l'humidité a Nedroma; **Source :** <https://fr.weatherspark.com>

IV.5. Soleil :

La longueur du jour à Nedroma varie considérablement au cours de l'année. En 2025, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 48 minutes de jour ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 31 minutes de jour. (Weather Spark, s.d.)

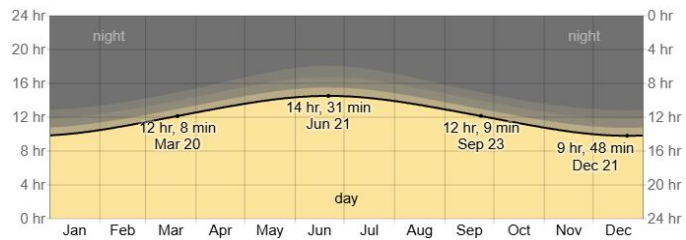


Figure 24: Carte des Heures de clarté et crépuscule à Nedroma;

Source : <https://fr.weatherspark.com>

À Nedroma, le rayonnement solaire varie fortement selon les saisons. La période la plus ensoleillée s'étend de mai à août, avec un maximum en juin (7,8 kWh/m²). À l'inverse, la période la plus sombre va d'octobre à février, atteignant son minimum en décembre (2,7 kWh/m²).

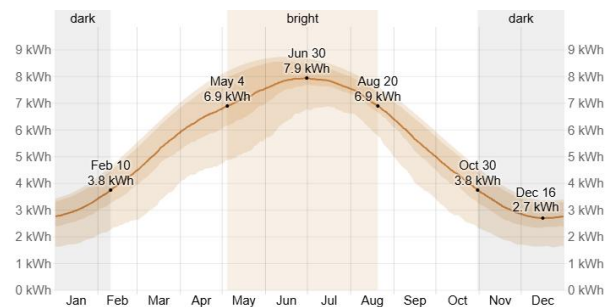


Figure 25: Charte Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen à Nedroma; Source : <https://fr.weatherspark.com>

Historique :

V.1. Origines et développement historique de Nedroma :

Nedroma a été fondée en 1150 par Abdal-Mu'min Ben Ali El-Koumi El-Nedromi, premier calife de la dynastie almohade et l'un des principaux artisans de l'unification du grand Maghreb. Son nom dérive des vestiges d'une ancienne cité berbère appelée Fellaoucen. Avant la période almohade, la région avait déjà connu un certain rayonnement sous les Almoravides au XI^e siècle, notamment en tant que centre religieux et culturel.

Sous l'impulsion d'Abdal-Mu'min, Nedroma voit son urbanisme se structurer et se développer, et son importance stratégique se consolider. Elle devient alors un centre d'influence de l'Empire almohade, enrichissant son patrimoine architectural au fil du temps. Ce patrimoine se manifeste notamment par la présence de nombreuses mosquées et édifices publics remarquables, qui témoignent de la richesse historique et culturelle de la ville. (UNESCO World Heritage Centre, 2025)

V.2. La période coloniale : une ville peu transformée (XIX^e – début XX^e siècle)

Contrairement à d'autres villes algériennes, la colonisation française n'a pas profondément modifié l'espace urbain de Nédroma. La médina conserve l'essentiel de sa structure morphologique et fonctionnelle.

Ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle et surtout au début du XX^e siècle que la ville connaît ses premières extensions : l'agrandissement du quartier Kherba vers l'est, la création d'un quartier européen au nord-est de la médina, ainsi que quelques lotissements au nord, à l'origine des actuels quartiers de Nouider et Sidi Yahia. (Bendjelid, Prenant, & Serdoun, 1986)

V.3. L'après Seconde Guerre mondiale : urbanisation spontanée

À partir de la fin de la Seconde Guerre mondiale, Nédroma entre dans une nouvelle phase d'urbanisation marquée par une rupture avec la configuration urbaine traditionnelle. Cette période est caractérisée par l'apparition de quartiers d'habitat spontané, souvent implantés dans des zones contraintes par le relief.

Des bidonvilles se développent notamment au sud, sur les pentes du Djebel Fellaoucène (quartier de Sidi Abderrahmane), ainsi qu'à l'ouest, dans le ravin de l'Oued Kessarine, donnant naissance au quartier de Ramla. (Bendjelid, Prenant, & Serdoun, 1986)

V.4. La période 1972–1980 : début d'une nouvelle dynamique urbaine

La période 1972–1980 marque un tournant majeur dans l'évolution urbaine de Nédroma. La ville commence à dépasser les limites de sa médina pour s'étendre vers les terres agricoles situées au nord. Cette phase est marquée par l'implantation des premières activités industrielles :

- L'ENATB (ex-SNLB), spécialisée dans la production de meubles (mise en service en 1978),
- L'ETICO (ex-SNAT), activité artisanale,
- La SOITEX (ex-SONITEX), unité de production de soierie.

Parallèlement, la ville se dote de grands équipements collectifs correspondant à son nouveau rôle administratif : établissements scolaires, polyclinique, cinéma, conservatoire de musique (ultérieurement transformé), banques et assurances. Cette période annonce la structuration de la « nouvelle ville » de Nédroma et les extensions futures. Les premiers lotissements individuels apparaissent, notamment à Haï Ben Badis, ainsi que la construction de logements semi-collectifs. (Bendjelid, Prenant, & Serdoun, 1986)

V.5. Désengagement de l'État et généralisation des lotissements (années 1980–1990)

À partir des années 1980, Nédroma bénéficie de peu de programmes de logements sociaux. La seule grande opération, la cité des 224 logements, n'est achevée qu'en 1984. Cette situation favorise le recours à l'auto construction et aux lotissements individuels, qui deviennent la forme dominante de l'urbanisation.

De nouveaux quartiers résidentiels se développent au nord de la ville (Cité Abdelmoumène, Cité Dakious, Cité Aïn Zebda), marquant une rupture nette avec la médina sur les plans morphologique et spatial. (PDAU de Nédroma, 1993 ; Bendjelid et al., 1986)

V.6. Les villages socialistes et la concurrence territoriale (1972–1990)

Entre 1972 et 1990, la région de Nédroma est également marquée par la création de villages socialistes, notamment Khoriba (1976) et Adjaïja, dans le cadre de la politique nationale de lutte contre la crise du logement et l'exode rural.

Le village de Khoriba, situé à environ 5 km de Nédroma, bénéficie d'une position stratégique sur les axes reliant Nédroma, Ghazaouet et Tlemcen. Dès les années 1980, il évolue vers un centre secondaire dynamique, doté d'équipements et de services, remettant progressivement en cause la centralité historique de Nédroma. (PDAU de Nédroma, 1993 ; Bendjelid et al., 1986)

V.7. De 1990 à 2009 : croissance urbaine accélérée et conurbation :

La période 1990–2009 est marquée par une croissance urbaine rapide, accentuée par un nouvel exode rural lié à l'insécurité dans les monts des Trara durant la décennie noire. Cette dynamique entraîne une densification des quartiers populaires et une consommation rapide des terrains prévus par le PDAU de 1993. Bien que ce plan ait retenu un scénario visant à limiter la dépendance vis-à-vis de Khoriba, l'urbanisation s'est développée principalement le long de l'axe Nédroma–Khoriba, favorisant un phénomène de conurbation. La révision du PDAU en 2004 confirme cette tendance tout en cherchant à mieux maîtriser l'étalement urbain. (PDAU de Nédroma, 1993, révisé en 2004)

V.8. Depuis 2009 : consolidation urbaine et équipements structurants

Depuis 2009, Nédroma a connu une urbanisation quasi complète des terrains programmés par le PDAU de 1993. Profitant d'une période d'investissement public soutenu, la ville s'est dotée de nombreux équipements structurants : hôpital, siège de daïra, tribunal, nouveau siège de l'APC, complexe sportif et bibliothèque.

Cette phase marque une consolidation du rôle administratif et urbain de Nédroma à l'échelle régionale, malgré les contraintes foncières et la saturation progressive du tissu urbain. (PDAU de Nédroma, 1993, 2004 ; documents communaux, APC de Nédroma)(figure 26 et 27)

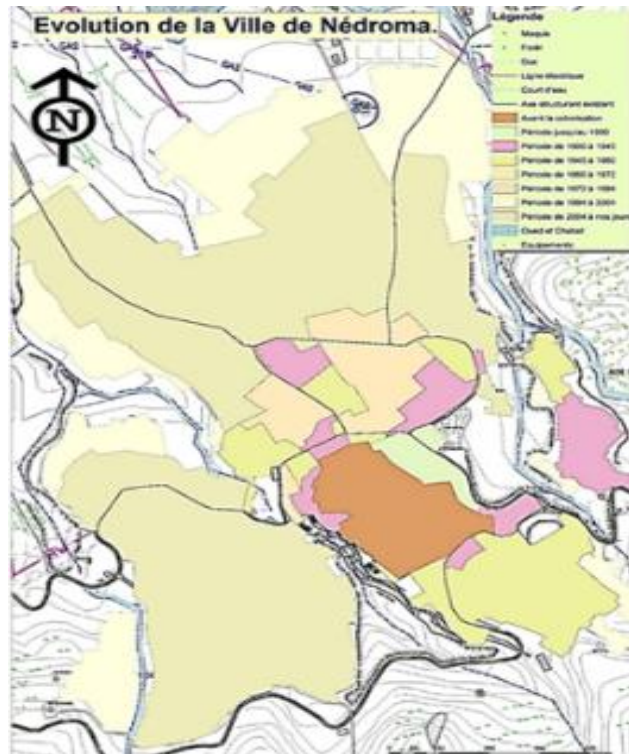


Figure 26: Carte historique de la ville de nedroma / L p86;

Source : Thèse doctorat, Mr.khattabi .

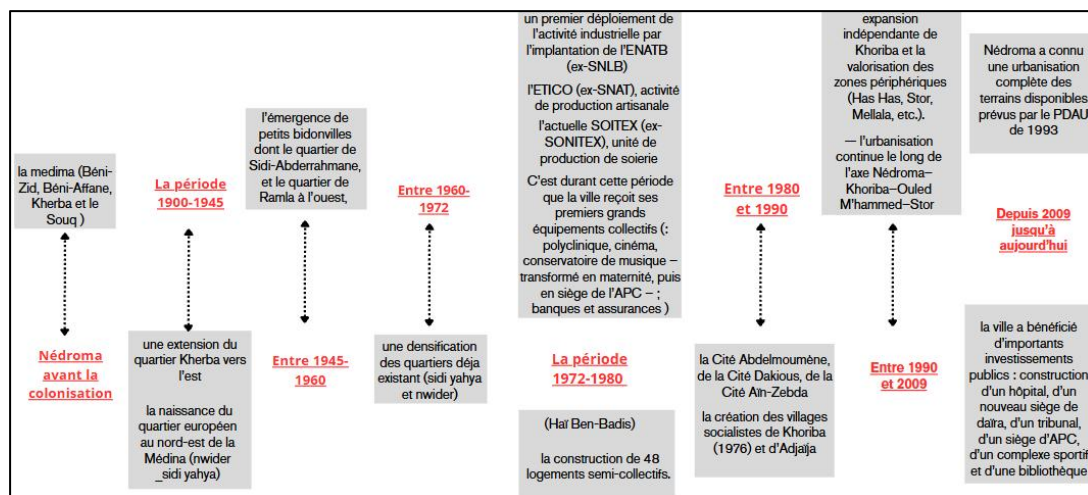


Figure 27:Chronologie de la ville de Nedroma; Source : Thèse doctorat, Mr.khattabi + l'auteur

L'accessibilité à Nédroma :

La ville de **Nédroma** bénéficie d'une accessibilité routière relativement développée, assurée par un réseau hiérarchisé de **routes nationales** et de **chemins de wilaya**, qui la relie

aux principales villes et pôles régionaux de l'Ouest algérien. Cette situation contribue à renforcer son rôle de centre urbain intermédiaire dans la wilaya de Tlemcen.

Nédroma est accessible à partir de **six principaux points d'entrée**. Elle est reliée à la ville de **Maghnia** par la **route nationale RN 99**, ainsi que par le **chemin de wilaya CW 100**, qui assure également une connexion avec la localité de **El Houanet**. La **route nationale RN 98** constitue un axe structurant reliant Nédroma à **Ghazaouet** et à **Tlemcen**, facilitant les échanges économiques et administratifs.

Par ailleurs, la ville est connectée à son arrière-pays par le **chemin de wilaya CW 38**, qui assure des liaisons vers **Souahlia** et **Aïn Kebira**, renforçant ainsi les relations entre le centre urbain et les zones rurales environnantes. Un autre accès par la **RN 99** permet également de rejoindre directement **Ghazaouet**, important pôle portuaire de la région (voir la figure 28).

L'ensemble de ces axes routiers confère à Nédroma une position stratégique dans le réseau de circulation régional, favorisant la mobilité des personnes, le transport des marchandises et l'intégration de la ville dans les dynamiques territoriales de la wilaya de Tlemcen..



Figure 28 Carte d'accessibilité de la ville de nedroma

Source : google maps + auteur

Délimitation de zone :

La carte de délimitation de la zone d'étude (figure 29) définit le périmètre spatial retenu pour l'analyse urbaine, structuré autour du centre-ville qui constitue le principal pôle de centralité. La zone est bordée par les secteurs de Khoriba au nord, Aïn Zabda à l'ouest et Stor à l'est, formant des limites urbaines fonctionnelles.

L'accessibilité du périmètre est assurée par trois entrées urbaines majeures : l'entrée nord en direction de Khoriba–Ghazaouate, l'entrée est vers Aïn Kbira et l'entrée sud vers Maghnia. Un axe structurant nord–sud traverse la zone d'étude et relie directement ces différentes

entrées au centre-ville, jouant un rôle clé dans l'organisation des flux, la hiérarchisation viaire et la structuration du tissu urbain.

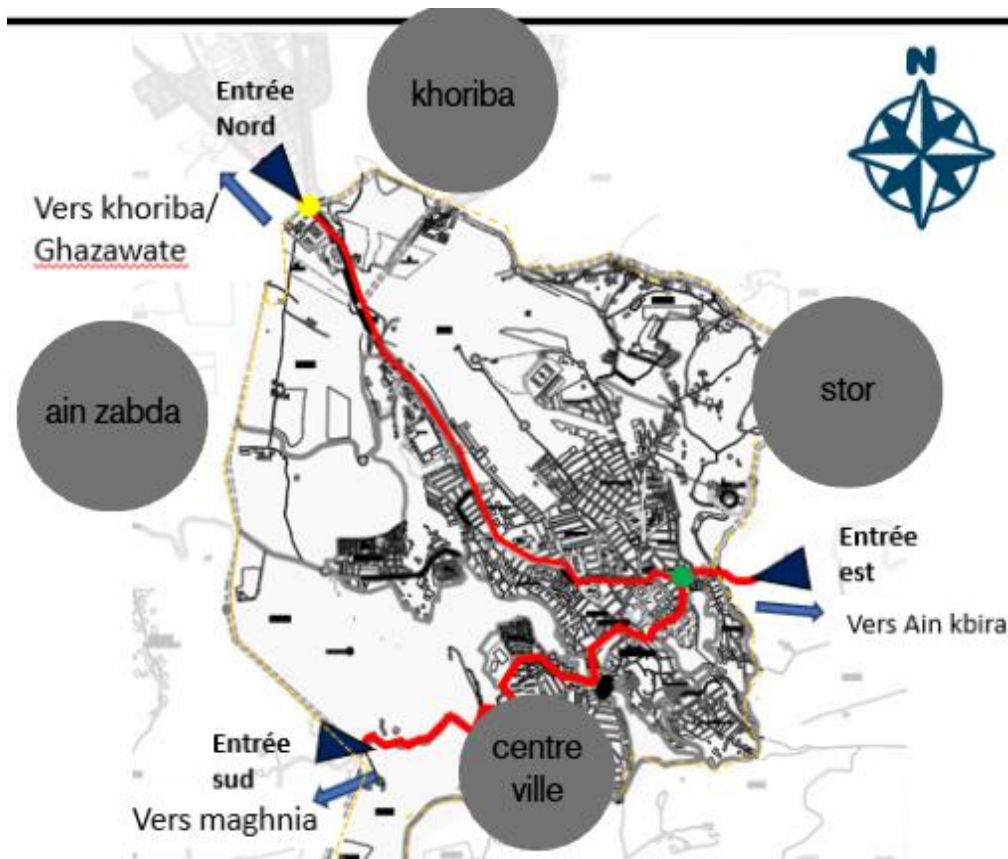


Figure 29: charte de délimitation de la zone d'étude; **Source :** Pdau + l'auteur

Topographie :

Nédroma est située sur le versant nord du massif des Trara, à environ 600 m d'altitude. La ville repose sur un relief montagneux et accidenté, avec des pentes douces vers le nord qui descendent vers les plaines méditerranéennes. Cette topographie en terrasse influence l'implantation des quartiers et la circulation à l'intérieur de la ville. (UNESCO World Heritage Centre, s.d.)



Figure 30: coupe A-A ; **Source :** auteur



Figure 31 : coupe B-B ; **Source :** auteur

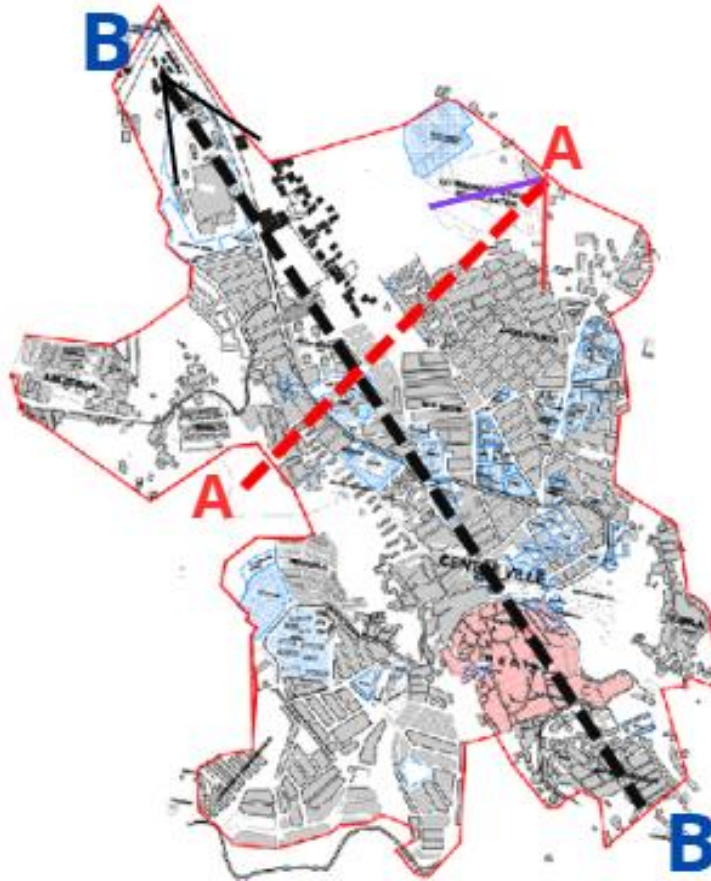
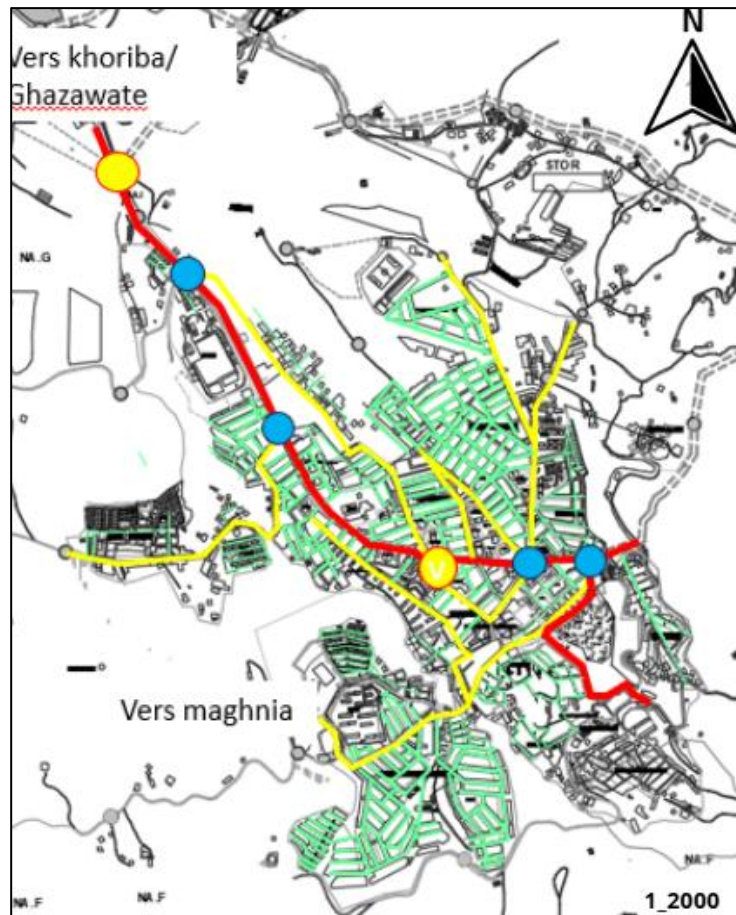


Figure 32: Charte de la topographie; Source : auteur PDAU édité par l'auteur

Système Viaire :

IX.1. Les voies :

- **Rocade Principale (flux fort)** : La rocade principale représente les routes principales qui relient les différentes parties de la ville. Ces routes supportent un trafic élevé et sont essentielles pour la mobilité urbaine.
- **Voies Secondaires (flux moyen)** : Les voies secondaires, sont des routes qui desservent les quartiers résidentiels et les zones commerciales. Elles ont un trafic modéré et jouent un rôle important dans la connectivité interne de la ville.
- **Voies Tertiaires (flux faible)** : Les voies tertiaires, marquées, sont des routes de moindre importance qui desservent des zones spécifiques comme les parcs, les écoles et les petits commerces. Elles ont un trafic plus faible et sont souvent utilisées pour des déplacements locaux.

**la légende :**

— Rode Principale (flux fort)	● nœuds fort
— Voies Secondaires (flux moyen)	● nœuds moyen
— Voies Tertiaires (flux faible)	

Figure 33: Charte de système viaire; **Source :** Pdau édité par l'auteur

	dimension de les voies	dimension du trottoir	des photos
voie principale	7 – 10 m	1,5 – 2 m	
voie tertiaire	05-07 m	1,2 – 1,8 m	
voie secondaire	2,5 – 4 m	souvent absents ou 0,8 – 1,2 m quand présents	

Figure 34: tableau des dimensions des voies de la ville de Nedroma

IX.2. Carte des Types de Flux :

À Nedroma, les flux urbains sont principalement organisés autour des axes routiers principaux reliant les différents quartiers et zones d'activités. La circulation est dominée par les flux automobiles, complétés par des déplacements piétonniers de proximité dans les zones résidentielles et commerciales (voir la figure 35).

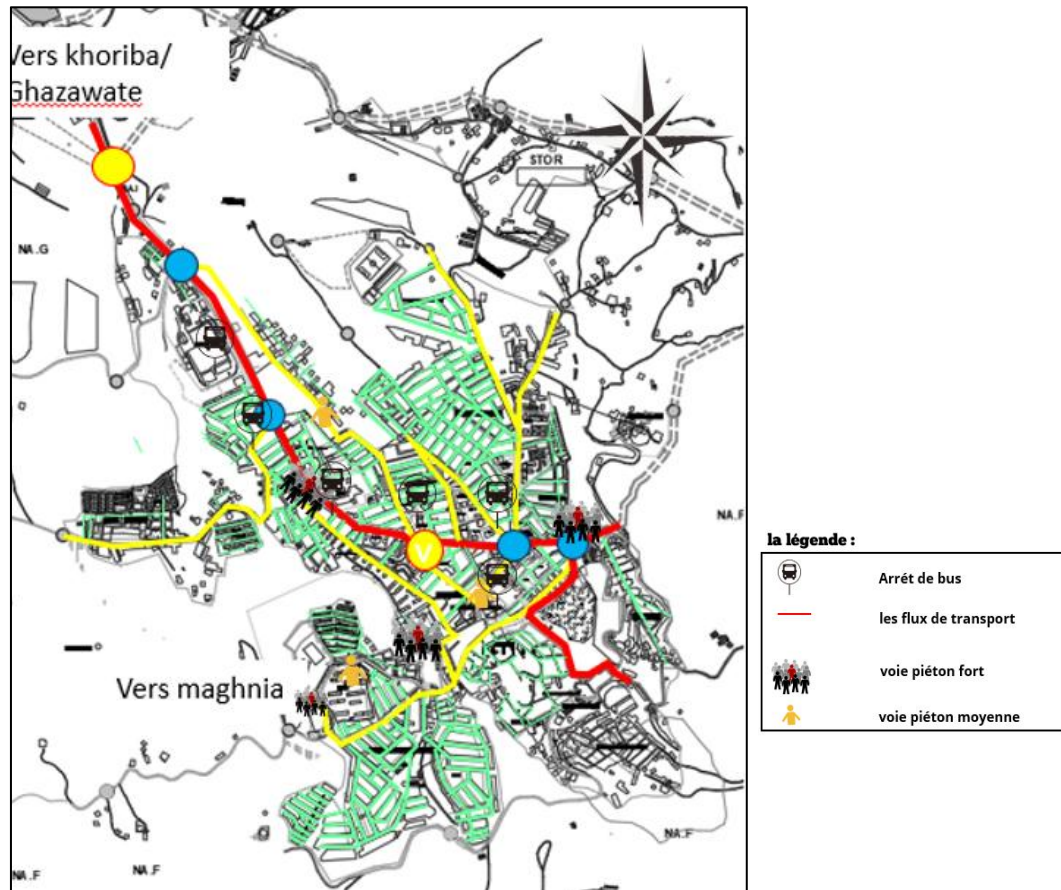


Figure 35: carte des types de flux; **Source :** PDAU édité par l'auteur

Trame structurelle :

- **Trame Orthogonale :** La trame orthogonale, représentée, fait référence au réseau de rues qui forment un quadrillage régulier. Cette structure facilite la navigation et l'organisation urbaine.
- **Trame Vernaculaire :** La trame vernaculaire, représente les anciennes routes et les ruelles qui suivent des schémas de développement historique et traditionnel. Ces routes sont souvent plus étroites et peuvent avoir une importance culturelle et historique.

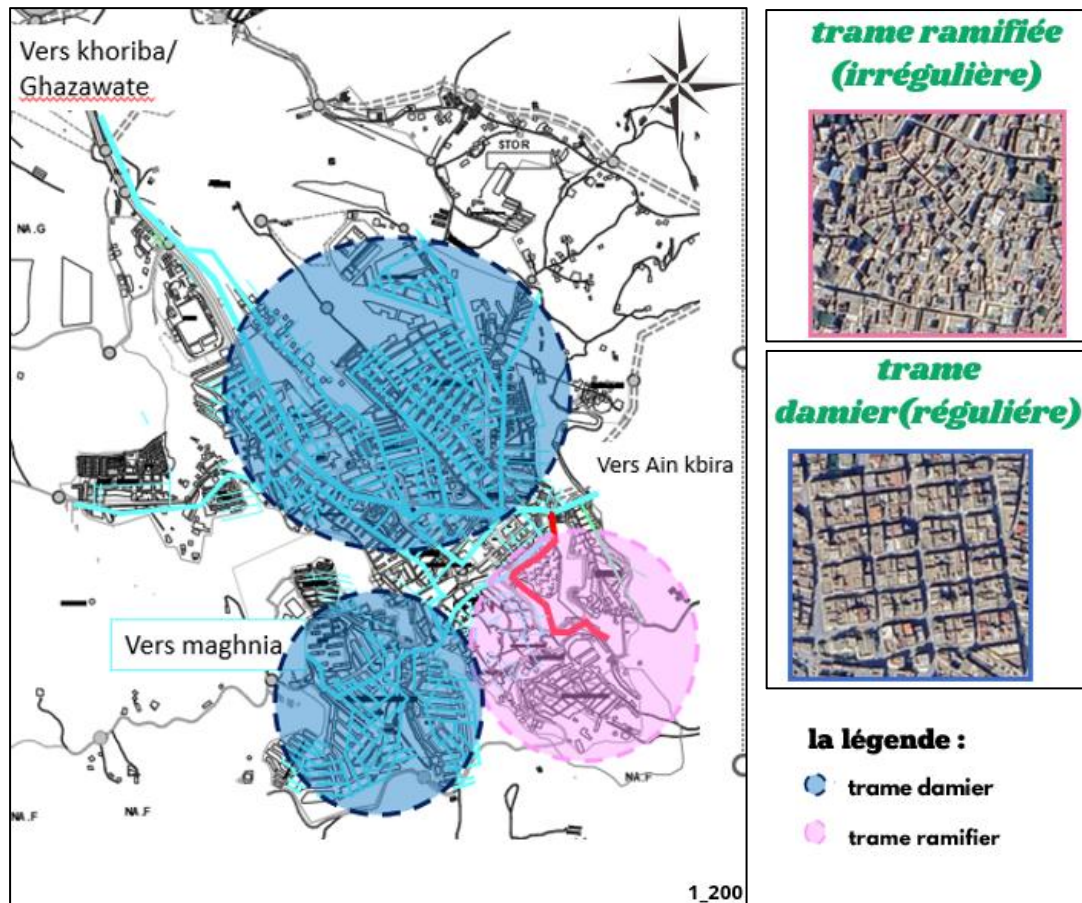


Figure 36: carte de la trame structurale; Source : auteur

Carte Espace Bati - Non Bati -Espace vert :

La carte du bâti, du non-bâti et des espaces verts (figure 37) met en évidence une nette dominance des zones bâties, représentant environ 70 à 80 % de la superficie totale de la zone d'étude, traduisant une forte densité urbaine, notamment au niveau du centre-ville et des axes structurants. Les zones non bâties, estimées entre 20 et 30 %, correspondent principalement à des espaces vacants et interstitiels situés en périphérie du tissu urbain dense, constituant des réserves foncières potentielles. Les espaces verts restent faiblement représentés, avec un taux inférieur à 5 %, et apparaissent de manière ponctuelle et dispersée, révélant un déficit en espaces verts structurés au sein du tissu urbain.

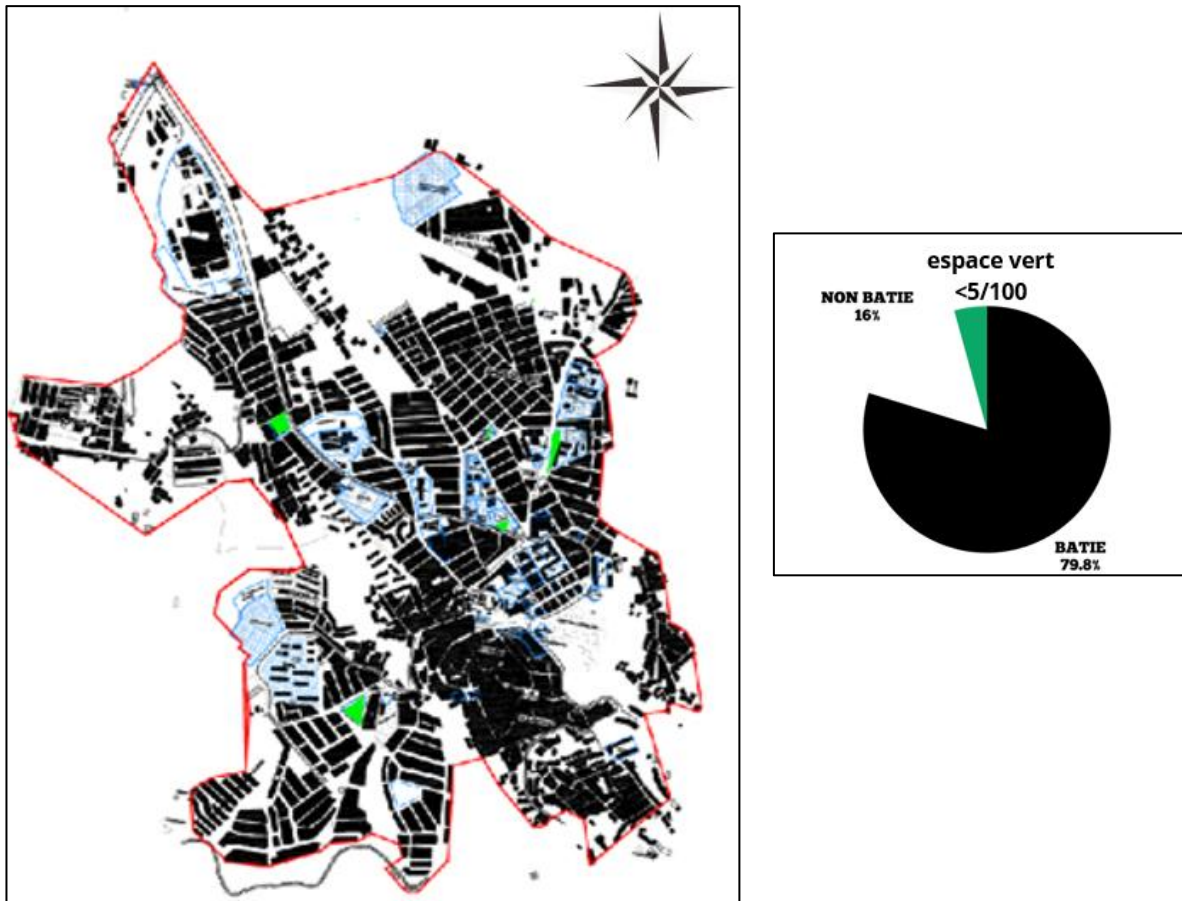


Figure 37: carte d'espace bâti-non bâti et espace vert

Carte Des Fonctions :

La carte des fonctions (figure 38) met en évidence l'organisation fonctionnelle de la zone d'étude et la répartition des principales activités urbaines. Elle révèle une dominance marquée de la fonction résidentielle, qui occupe la plus grande part du tissu urbain, traduisant le caractère principalement habitat de la zone. Les fonctions commerciales et éducatives se concentrent principalement le long des axes structurants et à proximité du centre-ville, jouant un rôle important dans l'animation urbaine et l'attractivité du secteur. Les équipements administratifs et sanitaires, bien que présents, restent de répartition ponctuelle, assurant un service de proximité. Les fonctions industrielles et de détente apparaissent de manière plus localisée et périphérique, contribuant à la diversité fonctionnelle tout en restant secondaires par rapport à l'habitat.

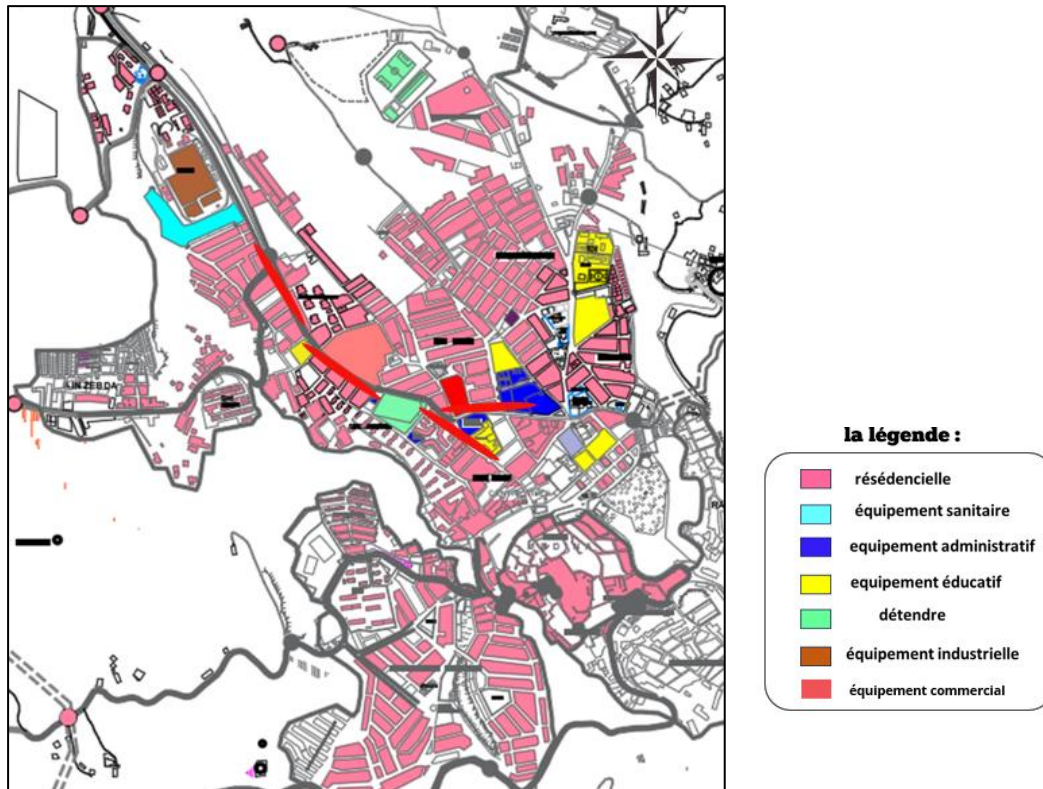


Figure 38 : Charte des fonctions de la ville; **Source** : Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur

Gabarit :

La carte de gabarit urbain (figure 39) montre la répartition des hauteurs bâties dans la ville de Nédroma. Elle met en évidence la prédominance des constructions de faible hauteur, principalement en R+1 et R+2, qui assurent une silhouette urbaine harmonieuse et respectueuse de l'échelle humaine.

Les gabarits intermédiaires (R+3) restent limités, tandis que les constructions de grande hauteur, dépassant R+4, apparaissent ponctuellement. Ces immeubles récents introduisent une rupture visuelle et morphologique dans le paysage urbain, contrastant avec le tissu traditionnel dominant.

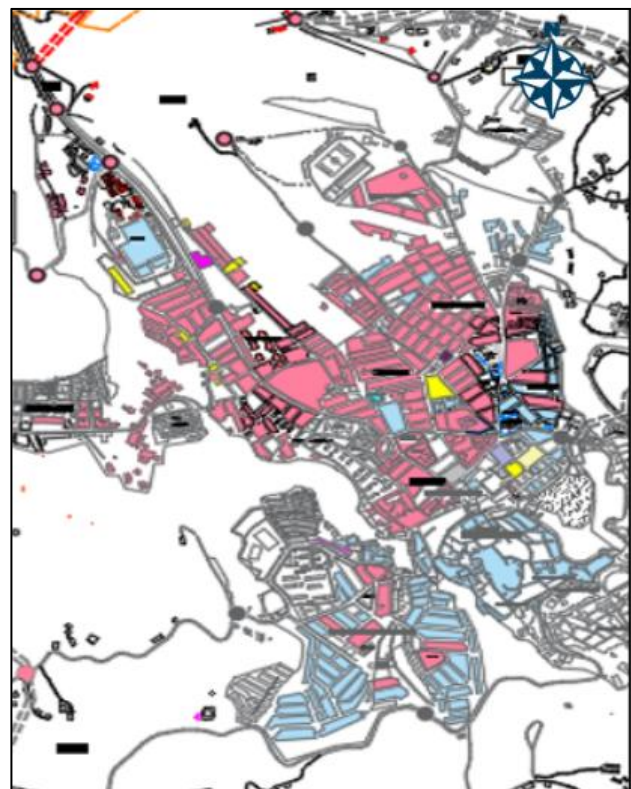


Figure 39 : carte de gabarits; **Source**: Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur



État de bâties :

À Nedroma, le bâti se divise en trois zones principales : la vieille médina, très dégradée avec des maisons anciennes en ruine ; les quartiers intermédiaires comme Sidi yahya, au bâti moyen mais nécessitant des améliorations ; et les zones périphériques récentes, où le bâti est plus moderne et en bon état, bien que peu intégré au tissu ancien (figure 40).

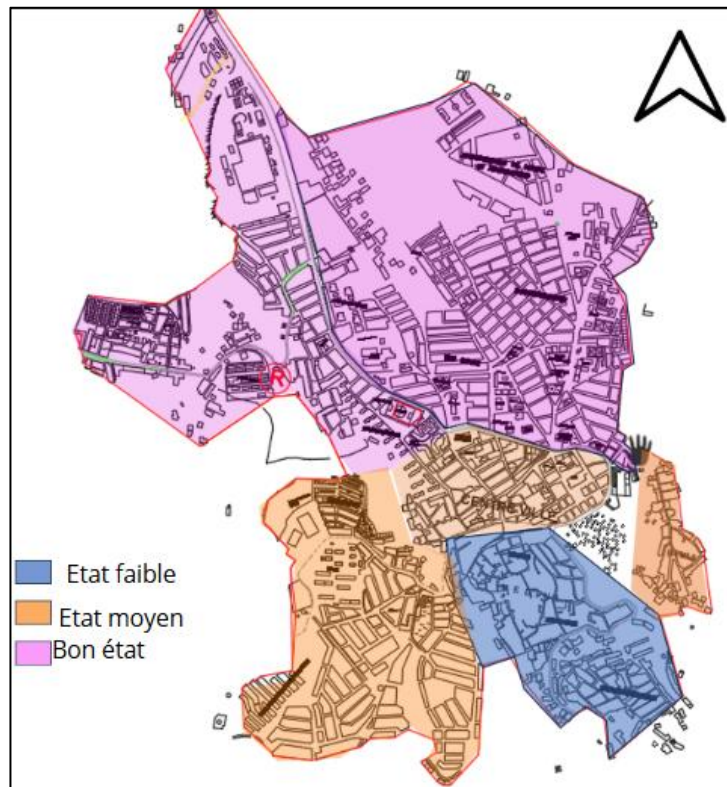


Figure 40: carte d'état de bâties de la ville; Source: Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur

Carte des risques

naturels et artificiels :

La carte des risques de Nédroma (figure 41) montre une variété de dangers naturels et artificiels qui nécessitent une gestion rigoureuse et des plans d'urgence appropriés. La présence de risques d'inondation, de glissements de terrain, et de risques sismiques indique la nécessité de constructions adaptées et de systèmes de surveillance efficaces. Les risques industriels et d'incendie doivent être gérés avec des réglementations strictes et des mesures préventives pour assurer la sécurité des

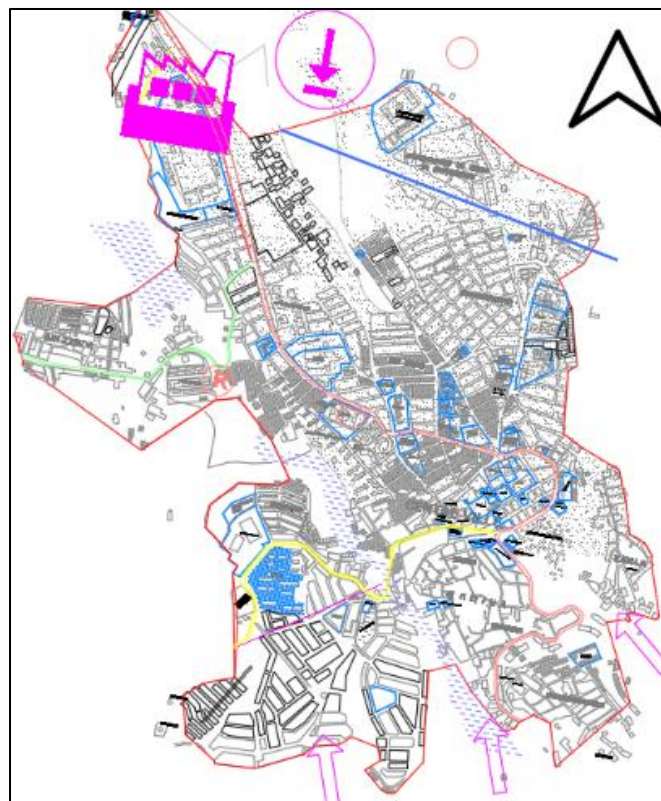
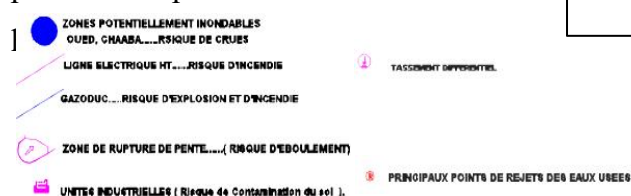


Figure 41: Carte des risques naturels et artificiels
Source: Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur

Diagnostic :

XVI.1. Sur le plan fonctionnel :

Ce plan de diagnostic fonctionnel doit être étudié à partir de l'analyse urbaine de la ville de Nedroma et il se veut le révélateur de nombreux dysfonctionnements urbains observés au niveau de son tissu urbain. L'objectif est non seulement de rendre compte des contraintes de la ville mais aussi d'orienter les choix architecturaux et urbains du projet.

L'analyse met d'abord en avant un déséquilibre entre les zones résidentielles et les espaces de services, avec une offre en équipements et en activités inégalement réparties au sein de la ville. En effet, certains quartiers font face à un manque d'équipements publics et d'infrastructures modernes capables de répondre aux besoins des habitants, notamment dans les domaines culturel, social et mobilité. En outre, le diagnostic met en avant certaines problématiques environnementales, notamment la mauvaise gestion des déchets urbains, qui affecte la qualité du paysage urbain et le confort des habitants.

Le diagnostic signale en outre un manque d'espaces de stationnement créant des encombrements au niveau des voies principales et une occupation anarchique de l'espace public. À cela s'ajoute une absence d'un plan de circulation structuré générant des conflits entre flux automobiles et piétons et une organisation de la mobilité urbaine peu efficace.

De plus, la ville est dépourvue d'un transport structurant efficace limitant les échanges entre les différents secteurs urbains. La question de l'accessibilité piétonne reste également faible sur plusieurs zones, du fait de la non-priorisation de l'aménagement au profit de déplacements doux et sécurisés

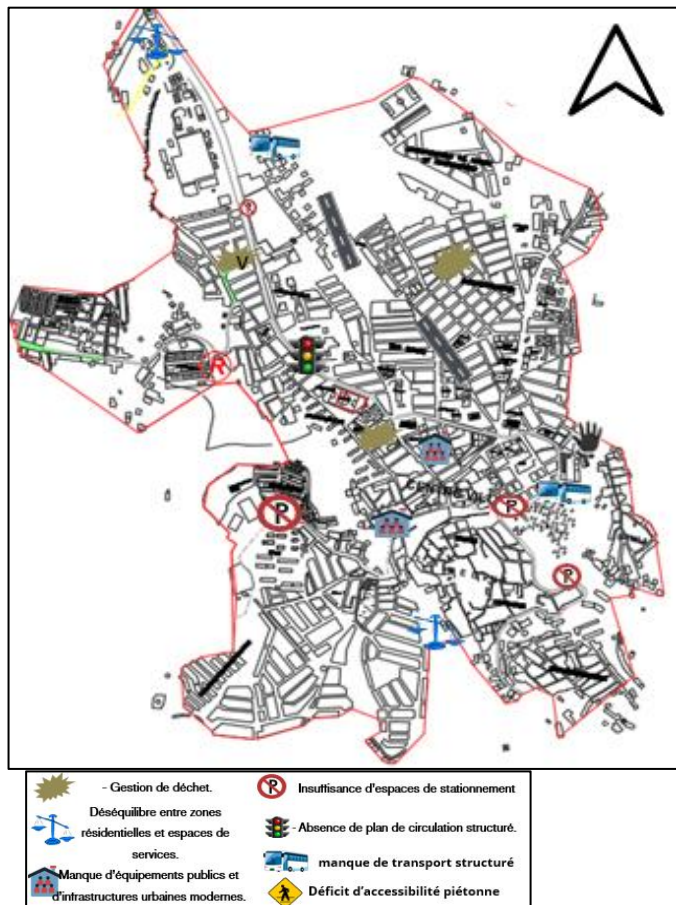


Figure 42: charte de diagnostic sur le plan fonctionnel; **Source :** auteur

XVI.2. Sur le plan social :

L'analyse sociale de la zone d'étude montre l'existence d'un décalage significatif en matière d'infrastructures et d'équipements socio-culturels notamment des centres culturels, des espaces loisirs, et des équipements sportifs ainsi que des espaces de rencontre et d'échange pour les habitants. Tout ceci limite les activités sociales et récréatives dans le quartier et empêche le contact entre différentes catégories de personnes. En effet, malgré une forte densité d'habitats et une certaine dynamique sociale, il est possible de constater l'absence d'espaces adaptés aux activités culturelles, éducatives et communautaires du quartier. La mise en place de nouveaux équipements multifonctionnels apparaît donc comme une nécessité pour assurer une cohésion sociale, une meilleure qualité de vie, la dynamique du quartier et du tissu urbain (figure 43).



Figure 43: charte de diagnostic sur le plan social;

Source : PDAU édité par l'auteur

XVI.3. Sur le plan architectural et patrimonial :

Le diagnostic architectural et patrimonial de la zone d'étude fait apparaître un cadre bâti ancien qui se dégrade progressivement, ainsi qu'une perte de valeur patrimoniale dans plusieurs secteurs du quartier. Nombreux sont en effet les bâtiments qui se trouvent dans un état de vétusté avancé, s'affichant de manière très visible par des façades détériorées, par des matériaux vieillissants, par un manque d'entretien généralisé affectant l'image urbaine et la qualité architecturale de l'ensemble. D'autre part, le manque d'opérations de restauration, réhabilitation et mise en valeur de ce patrimoine a généré la perte de certains éléments architecturaux bien intégrés anciennement dans le cadre de vie. Bien que le potentiel soit

important, la valorisation du patrimoine est pour ainsi dire marginale et ne s'intègre guère dans la dynamique urbaine contemporaine. Ainsi, le constat proposé par ce diagnostic semble

justifier une intervention architecturale et urbaine, sur deux enjeux principaux. D'une part, il s'agirait de redonner la valeur d'usage du bâti ancien pour marquer l'identité patrimoniale et l'esthétique du quartier. D'autre part, il vaudrait mieux restaurer le bâti dégradé tout en lançant des opérations de réhabilitation contextuelle à insérer ou à associer avec la construction de nouveaux bâtiments contemporains, afin de revaloriser l'image « historique » et « moderne » du secteur ou de la zone d'étude (figure 44).

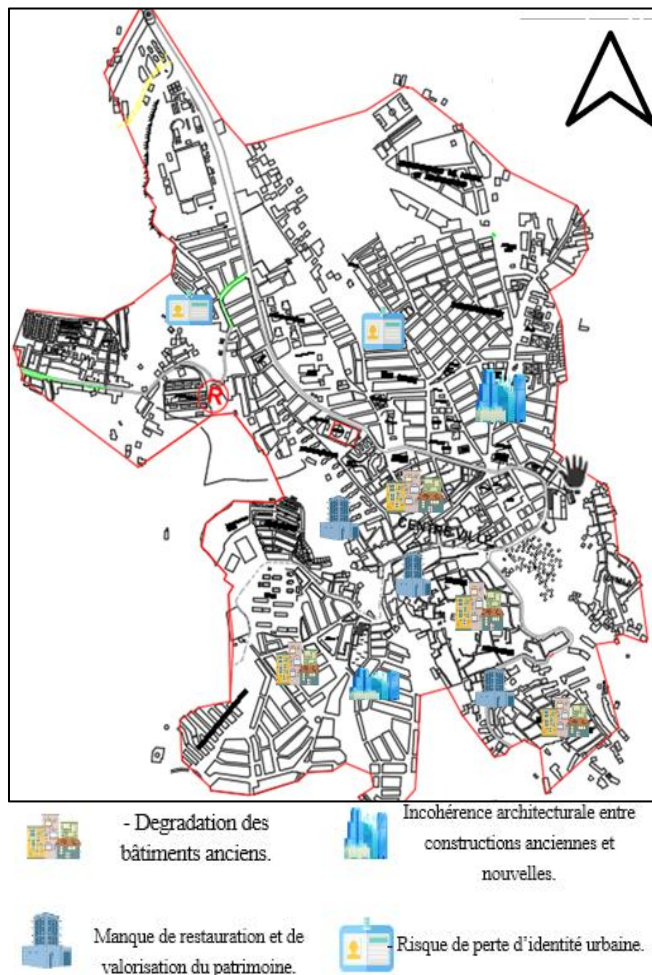


Figure 44: charte de diagnostic sur le plan architectural et patrimonial

XVI.4. Sur le plan urbain et paysager :

L'analyse urbaine et paysagère du secteur étudié a mis en évidence plusieurs dysfonctionnements liés à l'utilisation de l'espace, à la qualité de l'espace urbain et à la qualité des conditions environnementales dans le quartier. L'une des carences révélées à l'issue de l'analyse est le manque général d'espaces verts aménagés et d'espaces publics de détente, qui limitent les lieux de respiration urbaine et altèrent la qualité de vie des usagers. Elle dénote également une organisation anarchiste de l'habitat et des interventions urbaines mal maîtrisées, génératrices de pollution visuelle et de dévalorisation progressive de l'image urbaine. Ce processus d'urbanisation tissé dans le désordre crée un décalage dans la lecture du paysage et nuit à l'équilibre architectonique et environnant du quartier. Ainsi, ne pas avoir de véritable politique paysagère, se traduit par un retard d'aménagements végétalisés, de mobilier urbain et d'espaces conviviaux pour structurer et valoriser le tissu urbain, ce qui réduit

l'attractivité du quartier et limite son potentiel de développement urbain durable. Il a également été observé que la connectivité entre les différents secteurs est insuffisante, avec des trames urbaines peu opérantes et des espaces publics morcelés, entraînant une continuité urbaine limitée qui restreint les interactions et déplacements entre les différentes parties du site. Il est alors évident que le diagnostic préconise des actions qui tendent à restructurer les espaces publics, renforcer la présence végétale, améliorer les connexions urbaines et redéfinir le paysage de qualité du quartier, le tout pour offrir un cadre de vie soigné, fonctionnel et attrayant (figure 45).

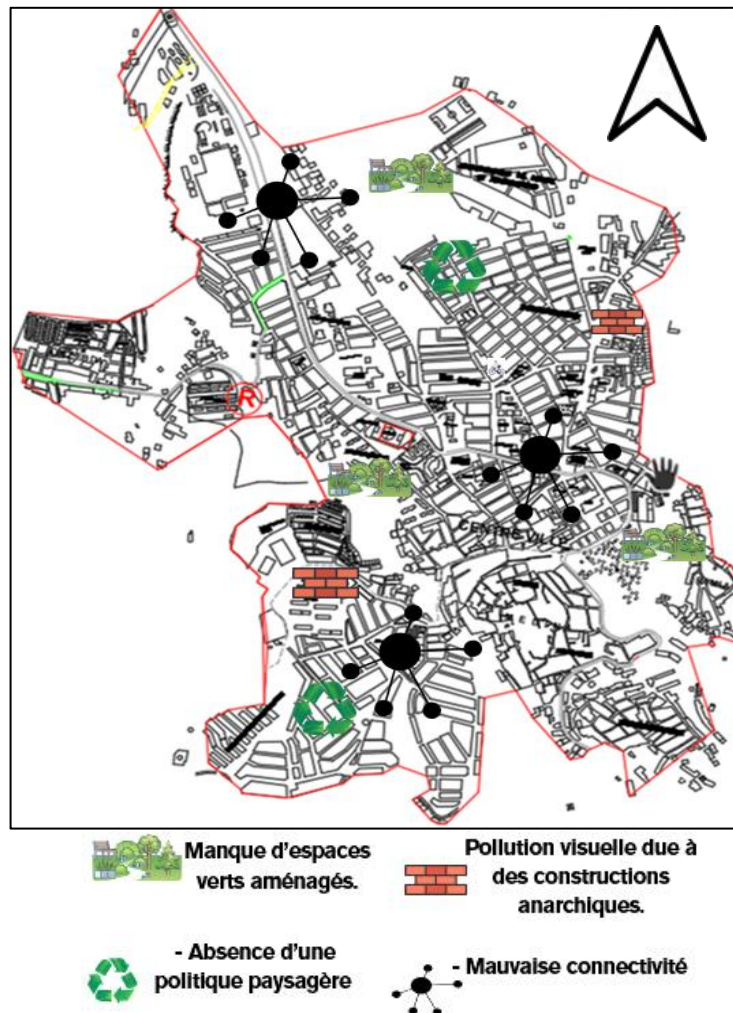


Figure 45: charte de diagnostic sur le plan urbain et paysager

Analyse des exemples :

XVII.1. Punggol Digital District – Quartier pilote intelligent et durable :

XVII.1.1. Localisation et contexte

Punggol Digital District est situé au nord-est de Singapour, sur la rive de la rivière Serangoon, dans la région de Punggol. Le projet couvre une superficie d'environ 50 hectares. (JTC Corporation, 2024)

Le district est développé par JTC Corporation en collaboration avec National University of Singapore et Urban Redevelopment Authority dans le cadre du « Master Plan 2019 » de Singapour et de la stratégie nationale « Smart Nation ». (URA, 2019)

Ce projet représente un nouveau modèle urbain intégrant technologies numériques, innovation économique et développement durable afin de créer un environnement connecté favorisant la qualité de vie et l'innovation technologique. (Smart Nation Singapore, 2023)



Figure 46: master plan de punggol digital district;

Source : <https://www.jtc.gov.sg/punggoldigitaldistrict>

XVII.1.2. Les principes de Punggol Digital District

XVII.1.2.1. Principe de la ville intelligente

Le district repose sur l'intégration des technologies numériques et des systèmes intelligents dans la gestion des infrastructures urbaines, permettant d'optimiser l'énergie, la mobilité, l'éclairage et les services urbains. (URA, 2019)

XVII.1.2.2. Principe de durabilité environnementale

Le projet adopte des bâtiments à énergie positive (PEB), des panneaux solaires, des façades ventilées et des systèmes de récupération de chaleur afin de réduire l'empreinte carbone et améliorer les performances énergétiques du quartier. (JTC Corporation, 2024)

XVII.1.2.3. Principe de mobilité douce

L'aménagement urbain est structuré autour d'un « Green Loop », un anneau vert piéton et cyclable reliant les différents espaces du district afin d'encourager les déplacements durables et limiter l'usage de l'automobile. (URA, 2019)

XVII.1.2.4. Principe des infrastructures intelligentes

Le quartier intègre des réseaux souterrains intelligents regroupant l'électricité, l'eau et les télécommunications afin de libérer l'espace public et faciliter les opérations de maintenance urbaine. (JTC Corporation, 2024)

XVII.1.2.5. Principe d'efficacité énergétique

Le district utilise un « District Cooling System (DCS) », un système centralisé de climatisation à haute efficacité énergétique permettant de réduire la consommation énergétique et les émissions de carbone. (JTC Corporation, 2024)

XVII.1.2.6. Principe de gestion écologique des déchets

Le projet comprend un système pneumatique automatisé de collecte des déchets afin d'améliorer l'efficacité de gestion des déchets urbains et réduire les nuisances environnementales. (Smart Nation Singapore, 2023)

XVII.1.2.6.I. Principe d'intégration paysagère

Plus de 30 % du site sont consacrés aux espaces verts, parcs et corridors écologiques afin de renforcer la biodiversité, améliorer le microclimat urbain et offrir un cadre de vie durable et agréable. (URA, 2019)

Domaine	Nouvelle technique / Innovation	Objectif principal	Illustration
Urbanisme intelligent	Planification intégrée avec jumeau numérique (« Digital Twin »)	Simuler en temps réel la gestion du trafic, de l'énergie et des flux urbains	 Figure 47: Punggol Digital District; Source : https://www.google.com
Mobilité durable	Système de transport autonome (navettes électriques sans conducteur) et pistes cyclables vertes	Réduction des émissions de CO ₂ et amélioration de la mobilité douce	 Figure 48: mobilité durable; Source: https://www.google.com

Énergie verte	Réseau intelligent (Smart Grid) avec panneaux solaires et stockage d'énergie	Optimisation de la consommation énergétique du quartier	 Figure 49: master plan de Digital District; Source: https://www.google.com
Gestion de l'eau	Système de collecte et de recyclage des eaux grises et pluviales	Réduction de la consommation d'eau potable	 Figure 50: Système de collecte des eaux; Source: https://www.google.com
Bâtiments intelligents	Systèmes de climatisation centralisés (District Cooling System) et capteurs IoT pour la gestion des bâtiments	Réduction de la consommation énergétique des bureaux et logements	 Figure 51: Systèmes de climatisation; Source : https://www.google.com
Espaces verts et bien-être	Corridors écologiques connectant les parcs et zones naturelles	Favoriser la biodiversité et le confort urbain	 Figure 52: master plan de la ville; Source: https://www.google.com
Économie numérique	Intégration d'entreprises technologiques et de centres de recherche (JTC)	Créer un écosystème d'innovation et d'emplois locaux	 Figure 53: Punggol Digital District; Source : https://www.archdaily.com

	Business Park)		
Sécurité & connectivité	Réseau 5G urbain et caméras intelligentes pour la sécurité publique	Ville plus sûre et connectée en temps réel	 Figure 54: système de Sécurité & connectivité; Source : https://www.archdaily.com

TABLEAU 2: tableau présentatif des principes utiliser dans la ville; **Source :** Arch Daily dédié par l'auteur

Tengah – Eco Smart Town (Singapour)

XVIII.1. Localisation et contexte de Tengah Eco Smart Town

Tengah Eco Smart Town est situé dans la région ouest de Singapour, entre les secteurs de Bukit Batok, Choa Chu Kang et Jurong Innovation District. Le projet couvre une superficie d'environ 700 hectares et constitue la 24^e ville nouvelle développée par le gouvernement singapourien. (Housing & Development Board – HDB)

Le projet est développé par Housing & Development Board dans le cadre de la stratégie nationale « Smart Nation » et des politiques de développement durable de Singapour. Tengah est considéré comme la première « Eco Smart Town » ou « Forest Town » du pays, visant à intégrer nature, urbanisme et technologies intelligentes dans un modèle urbain durable et innovant. (World Economic Forum, 2021)



Figure 55: plan de Tengah-Eco Smart Town; **Source :** <https://assets.weforum.org>

Le site était auparavant composé de forêts secondaires et de terrains militaires. Aujourd'hui, le projet prévoit la création d'environ 42 000 logements ainsi que plusieurs équipements publics, espaces verts et infrastructures intelligentes destinés à améliorer la qualité de vie des habitants tout en réduisant l'impact environnemental du développement urbain. (Frontiers in Environmental Science, 2021)

XVIII.2. Les principes de Tengah Eco Smart Town

XVIII.2.1. Principe de la ville-forêt (Forest Town)

Tengah repose sur le concept de « Forest Town », où la nature devient un élément structurant principal du projet urbain. Le quartier intègre des corridors écologiques, des parcs urbains et une forte présence du végétal afin de préserver la biodiversité et améliorer le cadre de vie. (HDB)

XVIII.2.2. Principe de durabilité environnementale

Le projet adopte plusieurs stratégies écologiques telles que les bâtiments à haute performance énergétique, les panneaux solaires, les systèmes de refroidissement urbain et la réduction des émissions carbone afin de promouvoir un développement urbain durable. (World Economic Forum, 2021)

XVIII.2.3. Principe de mobilité durable

Tengah est la première ville de Singapour à intégrer un centre-ville sans voitures en surface. Les routes et parkings sont partiellement souterrains afin de libérer l'espace public pour les piétons, les cyclistes et les espaces verts. (HDB)

XVIII.2.4. Principe de ville intelligente (Smart City)

Le quartier utilise des technologies numériques intelligentes pour la gestion de l'énergie, des infrastructures et des services urbains. Des capteurs et réseaux numériques permettent d'optimiser les ressources et améliorer l'efficacité urbaine. (Smart Nation Singapore)

XVIII.2.5. Principe de gestion intelligente des déchets

Le projet intègre un système automatisé de collecte pneumatique des déchets permettant une gestion plus propre, plus efficace et plus durable des déchets urbains. (HDB)

XVIII.2.6. Principe de connectivité écologique

Le plan directeur prévoit un corridor forestier de 100 mètres de large reliant les différentes réserves naturelles de Singapour afin d'assurer la continuité écologique et la préservation des habitats naturels. (Frontiers in Environmental Science, 2021)

XVIII.2.7. Principe de qualité de vie et bien-être urbain

Le projet favorise la création d'espaces publics végétalisés, de lieux de rencontre et d'équipements communautaires afin de renforcer le confort urbain, les interactions sociales et le bien-être des habitants. (HDB)

Domaine	Nouvelle technique / Innovation	Description /Fonctionnement	Objectif principal	Illustration
Gestion des déchets	Système pneumatique de collecte (PWCS)	Réseau souterrain qui aspire les déchets vers une station centrale.	Réduction des nuisances et des émissions.	
Énergie et Climatisation	Système de refroidissement centralisé (District Cooling)	Eau glacée distribuée à plusieurs immeubles via un réseau commun.	Efficacité énergétique accrue.	 Figure 56: système climatisation; Source:https://www.spgroup-asia.com
Habitat intelligent	Logements connectés (Smart Homes)	Capteurs, compteurs intelligents, contrôle domotique.	Confort et optimisation énergétique.	 Figure 57:logement connecté; Source : https://www.demainlaville.com
Énergie renouvelable	Toitures solaires et micro-réseaux	Panneaux photovoltaïques gérés par IA.	Ville à faible empreinte carbone.	 Figure 58:toiture solaire; Source : https://www.cnn.com

Mobilité durable	Navettes autonomes et pistes cyclables	Réseau intermodal sans dépendance automobile.	Réduire pollution et encombrement.	 Figure 59: mobilité durable; Source: https://www.cnn.com
Gestion urbaine intelligente	Capteurs IoT et Data Hub	Données en temps réel sur la qualité de l'air, bruit, trafic, éclairage.	Gestion prédictive et efficace.	 Figure 60: gestion urbaine intelligente; Source : https://www.cnn.com
Gestion de l'eau	Jardins de pluie et bassins de rétention	Filtration naturelle et stockage des eaux pluviales.	Prévenir les inondations.	 Figure 61: jardin de pluie; Source : https://www.cnn.com
Construction durable	Préfabrication et matériaux recyclables	Construction modulaire et réutilisable.	Moins de déchets et délais réduits.	 Figure 63: construction durable; Source: https://www.maisonbleue.fr/elements-beton-moules

Espaces verts	Corridors écologiques et parc centra	Connectivité écologique à travers la ville.	Améliorer microclimat et biodiversité.	 Figure 64: espace verte; Source : https://www.cnn.com
---------------	--------------------------------------	---	--	--

TABLEAU 3: tableau résume les principes utiliser dans la ville de Tengah – Eco Smart Town; **Source :** <https://www.cnn.com/style/article/singapore-tengah-eco-town+auteur>

Tableau comrratif entre les 2 villes analyser :

Catégorie	Punggol Digital District	Tengah – Eco Smart Town	Points communs	Différences
Vision générale	Quartier technologique basé sur l'innovation et le numérique	Ville résidentielle écologique entièrement nouvelle	Smart City + durable	Punggol = techno-économique / Tengah = écologique-résidentielle
Énergie/ efficacité	District Cooling System + Smart Grid	District Cooling + toitures solaires + micro-réseaux IA	Refroidissement centralisé + énergie optimisée	Tengah utilise beaucoup plus d'énergies renouvelables
Eau/ressources	Réutilisation eaux grises, irrigation intelligente	Jardins de pluie, bassins de rétention, solutions naturelles	Gestion durable de l'eau	Tengah = infiltration naturelle + gestion écologique

Déchets	Collecte pneumatique souterraine intelligente	Collecte pneumatique (PWCS)	Même technologie	-----
Mobilité durable	Pistes cyclables, bus, recharge VE	Navettes autonomes, pistes cyclables, zones sans voitures	Mobilité propre, réduction voiture	Tengah = zones sans voitures + navettes autonomes
Smart City & technologies	Open Digital Platform, capteurs IoT, maintenance IA	Smart Homes, IoT urbain, Data Hub	Capteurs + gestion intelligente	Punggol = plus orienté données et économie numérique
Logement & habitat	Façades haute performance, ventilation naturelle	Smart Homes : capteurs, compteurs intelligents, domotique	Confort + optimisation énergétique	Tengah = logements plus connectés
Conception bioclimatique	Ombres architecturales, matériaux réfléchissants	Orientation solaire optimale, corridors de ventilation naturels	Réduction chaleur + climatisation	Tengah = microclimat basé sur la nature
Espaces verts & biodiversité	Terrasses végétalisées, corridors verts	Grand parc central, corridors écologiques, forêt urbaine	Intégration végétale	Tengah = beaucoup plus vert (Forest Town)
Matériaux durables	Béton bas carbone, matériaux recyclés	Construction préfabriquée + matériaux recyclés	Réduction empreinte carbone	Tengah utilise massivement la préfabrication durable

Gestion du quartier	BMS centralisé, données en temps réel, maintenance prédictive	Data Hub urbain, gestion prédictive multi-domaines	Gestion intelligente	Punggol = gestion du bâtiment / Tengah = gestion entière de la ville
Objectif principal	Devenir le hub numérique et technologique de Singapour	Devenir la première ville carbone neutre et écologique du pays	Smart City + durabilité	Objectifs opposés : techno vs écologique

TABLEAU 4: Tableau 04 : tableau comparatif entre les 2 villes analyser ;**Source :** auteur

Stratégies :

XX.1. Sur le plan fonctionnel

Dans le cadre de la planification des stratégies d'intervention proposées pour le territoire objet de l'étude, il convient de répondre aux dysfonctionnements repérés dans le diagnostic urbain, à savoir la mobilité, le stationnement, l'accessibilité ou la gestion environnementale, mais surtout d'envisager une restructuration du fonctionnement urbain du quartier à l'issue d'une amélioration du cadre de vie des habitants.

Le renforcement de l'organisation de la circulation urbaine sera l'une des principales stratégies à mettre en place. En effet, on propose l'établissement d'un plan de circulation approprié permettant d'améliorer la fluidité des déplacements en réduisant significativement les conflits entre véhicules et piétons avec, au passage, l'adjonction de garages routiers mais aussi des dispositifs de géolocalisation intelligente du transport pouvant favoriser la mobilité et optimiser l'accessibilité à la diversité des secteurs du quartier.

La réalisation de parkings en surélévation, compactés ou en sous-sols dans les zones les plus remplies, est également prévue dans le projet ; cela vise, d'une part à réduire l'encombrement de l'espace public généré par le stationnement anarchique (en l'occurrence le stationnement occasionnant occupation anarchique) et d'autre part, surtout, à rendre libérées les surfaces extérieures au profit, notamment du « mieux vivre » dans cet espace, tout en améliorant l'image urbaine générée par cette recomposition fonctionnelle du site. De même, l'installation de capteurs de détection de places libres sur les parkings communaux assurera une gestion plus fine du stationnement aux abords de l'activité, et en répercutant la répartition des places libres, cette gestion participera au désengorgement progressif du stationnement public réduit, contribuant ainsi à réduire les problèmes de mobilité frustrante de tout usager au cœur de la crise de congestion urbaine. Dans le cadre de l'amélioration des transports publics, le projet prévoit l'aménagement d'arrêts de bus sécurisés ; le parking ainsi que des minibus de lignes régulières et accessibles pour tous types d'usagers sont, quant à eux, équipés de plusieurs abris afin de répondre à tous types de demandes confort et à une signalétique et une lisibilité adaptée à toutes les classes d'usagers souhaitant « opter » pour les transports collectifs. Le volet environnemental est également partie intégrante du projet de cette intervention. Celui-ci met en œuvre des solutions de recyclage et de gestion des déchets, et contribue ainsi à la mise en place d'un environnement étanche, durable et propre du quartier. Ces mesures de protection se répercutent sur la régénération de la qualité du cadre de vie, de

la qualité paysagère : cela participe de fait à réduire le degré de nuisances sur l'espace public (figure 65).



Figure 65: charte de stratégies d'intervention sur le plan fonctionnel; **Source :** auteur

Ainsi, cette stratégie d'intervention vise à développer un modèle urbain plus organisé, connecté et durable, capable de répondre aux besoins actuels des habitants tout en renforçant l'attractivité et le fonctionnement global de la zone d'étude.

XX.2. Sur le plan social :

La démarche d'intervention sociale présentée sur la zone d'étude ambitionne de privilégier la dynamique de la vie sociale, d'améliorer la qualité de vie des occupants et d'y reconstruire des infrastructures collectives manquantes, identifiées lors du diagnostic. On s'emploiera ainsi à améliorer le cadre de vie en le rendant plus vivant, accueillant et adapté aux besoins de tous les publics.

Une des premières actions sera de doter le quartier de nouveaux équipements de loisirs et de sport afin de permettre aux habitants de prendre part à des temps de loisirs, de détente, d'échanges et d'activités physiques. Ces nouveaux équipements contribueront alors à développer les interactions sociales, à favoriser la pratique d'activités collectives et à renforcer l'animation urbaine, tout particulièrement en direction des jeunes et des familles.

Le projet prévoit aussi de construire un centre culturel recevant diverses activités culturelles, éducatives et communautaires. Cet équipement sera important pour valoriser la vie sociale et culturelle de l'espace de vie de proximité auxquels ils ont accès, à travers un lieu d'expression, d'éducation, de rencontre entre les habitants, de convivialité, d'échanges. Sa construction devrait également renforcer une identité locale, génératrice du lien entre générations et groupes sociaux.

Au travers de ces interventions, la stratégie sociale doit permettre de transformer la zone d'étude en un espace plus attractif, plus vivant et mieux équipé, répondant aux besoins sociaux et culturels des habitants, mais aussi en permettant un meilleur fonctionnement et une meilleure image du quartier (figure 66).

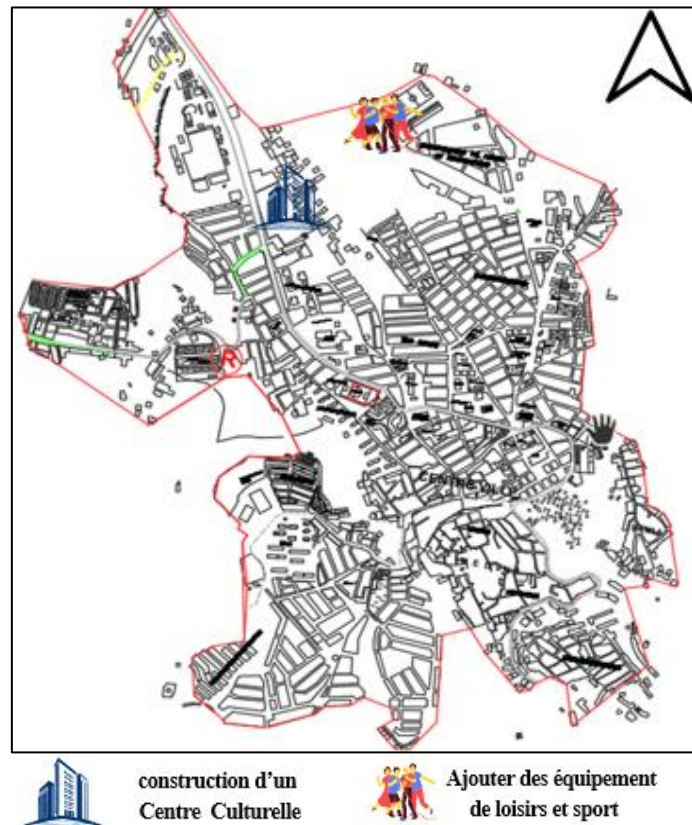


Figure 66: charte de stratégie d'intervention sur le plan social

XX.3. Sur le plan architectural et patrimonial :

La stratégie d'intervention architecturale et patrimoniale proposée pour la zone d'étude a pour but de préserver l'identité urbaine du quartier, de l'architecture et l'intégration des nouvelles constructions tout en valorisant le patrimoine existant, l'image urbaine et les continuités anciennes et nouvelles du tissu bâti. Au nombre des principales interventions, on procèdera à la restauration ou à la réhabilitation de bâtiments anciens ayant valeur architecturale ou patrimoniale. Ce programme permettra de préserver les caractéristiques anciennes du quartier, d'améliorer l'état physique des bâtiments dégradés et de redonner une nouvelle dynamique au paysage urbain. Un projet d'élaboration d'une charte architecturale définissant règles et orientations concernant les formes bâties, les matériaux, les hauteurs, les couleurs et les traitements des façades sera également proposé pour assurer la cohérence architecturale et limiter les interventions urbaines anarchiques dépassant la mémoire d'un site

La stratégie privilégie également la mise en scène des relations entre les constructions anciennes et les interventions contemporaines. L'objectif est de parvenir à un équilibre visuel et fonctionnel entre patrimoine et modernité, afin de préserver la mémoire du lieu, tout en répondant aux besoins du développement contemporain de l'urbain. Ce faisant, cette stratégie architecturale et patrimoniale vise in fine à renforcer l'attractivité du quartier, à valoriser son patrimoine architectural tout en permettant d'apporter une réponse durable à la qualité du cadre bâti et du paysage de la ville (figure 67).

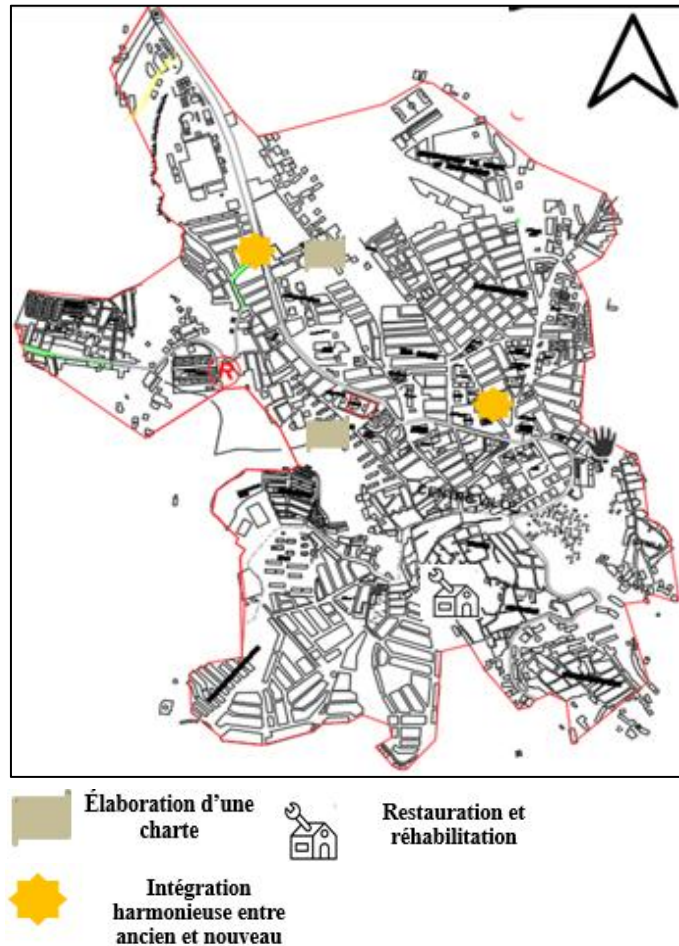


Figure 67: charte de stratégie d'intervention sur le plan architectural et patrimonial

XX.4. Sur le plan Urbain et paysager :

Le plan de stratégie d'intervention urbaine et paysagère que nous présentons est une étape décisive dans l'actualisation de la réflexion sur le développement durable et la requalification de la ville de Nedroma. Construit sur la déclinaison du diagnostic urbain et paysager établi dans la première partie de cette réflexion, il en dégage les différentes actions proposées afin d'améliorer le cadre de vie, rendre la ville plus attractive, plus prometteuse d'un patrimoine à valoriser, à l'échelle du cadre urbain. L'enjeu est bien évidemment, au sein de cette stratégie, de réintroduire plus de nature au cœur de l'urbain, tout en proposant des espaces plus agréables, plus fonctionnels qui s'adaptent mieux aux besoins des habitants. Les interventions sont proposées suivant différents axes répartis à l'échelle de la ville. De son côté, la stratégie initie la création de jardins suspendus et toits végétalisés, balcons plantés, pour améliorer la place du végétal dans la zone urbanisée dense. Bien sûr, avec ces aménagements il s'agit d'améliorer la forme esthétique de la ville mais aussi de réduire les effets d'ilots de chaleur, d'améliorer le confort climatique.

D'une manière concomitante, le plan s'organise autour de l'aménagement de murs et façades végétalisés localisés dans des zones stratégiques de la ville. L'objectif majeur de cette intervention se situe dans le désir de faire plus de place au paysage naturel dans le cadre de l'environnement bâti, l'améliorer tout autant que la qualité visuelle des espaces urbains qui le définissent, et de celle du patrimoine architectural de ses façades. Par oubli, peut-être opportun à signaler ici c'est prioritairement la revalorisation des façades urbaines qui est mise en avant à travers les opérations de rénovation et d'embellissement du cadre bâti. Cette action se doit de veiller à la préservation de l'image patrimoniale de Nedroma et du renforcement de son identité urbaine, tout en lui offrant une cohérence esthétique. Enfin, et ce n'est pas le moins important, le plan privilégie le développement des mobilités douces, cela implique des déplacements piétonniers et cyclables, à la réduction de la dépendance automobile pour rendre la ville accessible, durable et conviviale, tout autant à une meilleure connexion entre les divers secteurs urbains que des espaces publics. En somme, la présente stratégie d'intervention urbaine et paysagère se veut être la traduction d'une vision totale mais durable de transformation de la ville de Nedroma par la recherche d'un équilibre patrimoine/environnement/qualité de vie (figure 68).

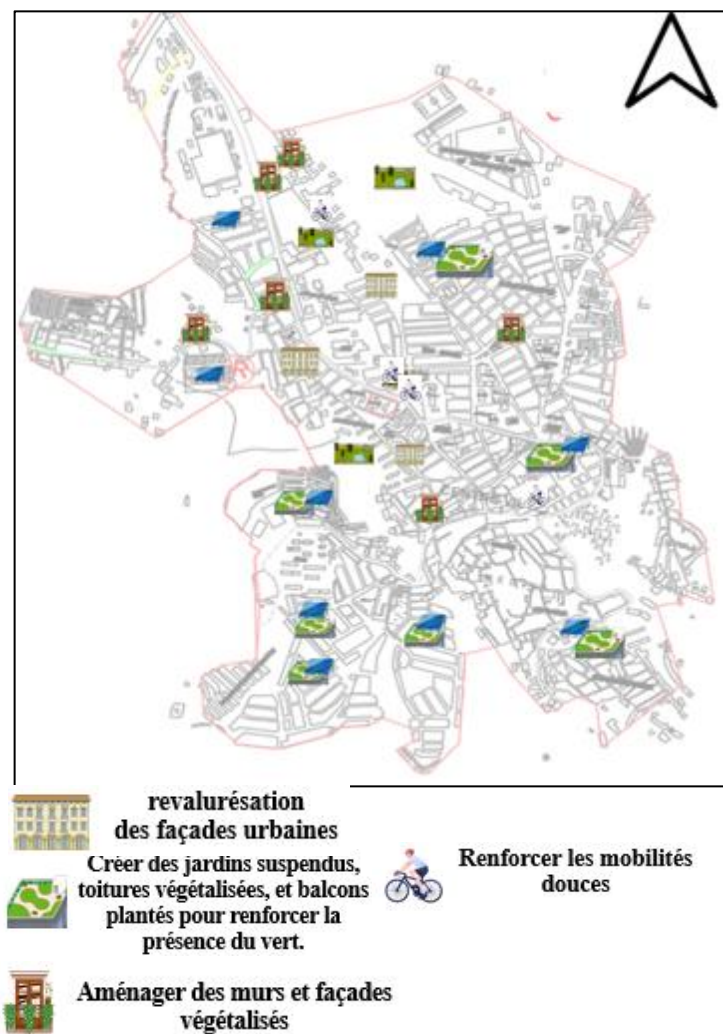
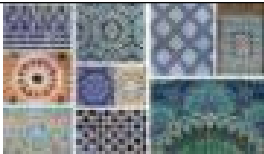


Figure 68: charte de stratégie d'intervention sur le plan urbain et paysager;

Source : auteur

Tableau récapitulatif des éléments architectoniques de Nedroma:

Ce tableau récapitulatif présente les principaux éléments architecturaux caractéristiques du patrimoine bâti de la ville de Nedroma. Ces composantes traduisent l'influence de l'architecture arabo-andalouse et méditerranéenne qui marque l'identité urbaine de la médina. Chaque élément possède une fonction spécifique, à la fois esthétique, climatique, sociale et constructive, contribuant à l'équilibre architectural et au confort des espaces traditionnels. Les informations présentées sont appuyées par des références bibliographiques spécialisées dans l'architecture vernaculaire et le patrimoine islamique maghrébin.

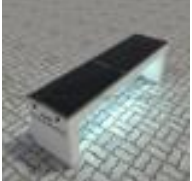
Élément architectural	Fonction	Photos
Arc en plein cintre / arc outrepassé .	Élément structurel assurant le support des charges et la transition entre les espaces architecturaux.	 Figure 69: Arc en plein cintre / arc outrepassé; Source : http://millenaire1.fr
Portes en bois sculpté.	Séparation entre espace public et privé, sécurité et valorisation artisanale.	 Figure 70: Portes en bois sculpté; Source : https://www.pinterest.com
Fenêtres avec moucharabieh / fer forgé.	Contrôle de la lumière, ventilation naturelle et préservation de l'intimité.	 Figure 71 moucharabieh / fer forgé; Source : https://fr.pinterest.com
Zellige et céramique décorative .	Décoration intérieure et extérieure reflétant l'identité artistique arabo-	 Figure 72: Zellige. Source :

	andalouse.	https://topdestinationsalgerie.com
Fontaines et points d'eau	Rafrâichissement des espaces urbains et usage domestique dans les médinas traditionnelles.	 Figure 73: fontaines Source: http://www.technic-systemes.com
Matériaux traditionnels (pierre, chaux, adobe)	Construction locale assurant une bonne régulation thermique et une adaptation au climat.	 Figure 74: mortier de chaux Source : https://www.molins.es

TABLEAU 5: Tableau récapitulatif des éléments architectoniques de Nedroma ;

Source : auteur

Les éléments innovants utiliser :

Éléments	Descriptions	Photos
Banc	Banc solaire intelligent avec chargeurs	  Figure 75: Banc solaire intelligent avec chargeurs; Source: https://www.monamenagementjardin.fr
Abribus	Abribus intelligent avec ports de chargement et point d'accès WiFi, fonctionnalités doubles, panneaux publicitaires lumineux	  Figure 76: Abribus intelligent Source : https://fr.made-in-china.com

Poubelle intelligente	La poubelle intelligente fonctionne grâce à des capteurs qui détectent la présence et ouvrent automatiquement le couvercle sans contact. Elle mesure aussi son niveau de remplissage et envoie une alerte lorsque qu'elle doit être vidée.	  Figure 77: poubelle intelligente Source : https://www.csp-environnement.com
Eclairage public	Éclairage de rue solaire tout en une haute puissance avec caméra de surveillance	 Figure 78: éclairage public Source : https://fr.made-in-china.com Light-with-CCTV-Camera_ysreignnug.html
Smart Glass pour façades	Verre change automatiquement (ou par commande) sa teinte/transparence selon la lumière ou la chaleur.	 Figure 79: smart glass Source : https://www.gw-news.eu
Toitures végétalisées	Isolation thermique + biodiversité	 Figure 80: Toitures végétalisées Source : https://hirschisolation.fr
Réseau 5G urbain	Connectivité des systèmes smart city	 Figure 81: Réseau 5G urbain https://knowhow.distrelec.com

Des capteurs de détection de places libres	Les capteurs détectent si une place est libre ou occupée et envoient l'information au système pour guider les conducteurs en temps réel.	 Figure 82: capteurs de détection des espaces libres; source: https://www.archweb.com
Capteurs urbains (trafic, air, bruit)	Gestion intelligente de la ville	 Figure 83: capteurs urbains Source : https://www.cerema.fr
enrobé coloré, béton lisse	Pistes cyclables	 Figure 84: piste cyclable Source : https://www.ville-avoine.fr/les-pistes-cyclables/
Béton moderne, dalles, pavés autobloquants	Utiliser dans les voies piétons	
Tableaux en braille	Tableaux en braille pour les aveugles	 Figure 85: Tableaux en braille; Source: https://fr.vecteezy.com
bouche d'incendie intelligent	Une bouche d'incendie connectée qui surveille automatiquement son état et envoie des alertes en cas d'anomalie.	 Figure 86: bouche d'incendie intelligent Source : https://fr.sino-fire.com

TABLEAU 6: tableau des éléments innovant utiliser dans la ville de Nedroma; **Source :** auteur

Le master plan :

Le master plan (voir la figure 87) constitue l'outil stratégique qui organise et structure le développement spatial du projet à l'échelle urbaine. Il traduit les orientations conceptuelles et fonctionnelles en une vision globale permettant d'assurer la cohérence entre les différents espaces, les flux de circulation et les composantes architecturales du projet.

Dans le cadre de la Cité Culturelle et Artistique de Nedroma, le master plan s'appuie sur les principes de la ville intelligente, durable et inclusive, tout en valorisant l'identité historique et culturelle de la ville. Son élaboration vise à créer un environnement harmonieux où les équipements culturels, les espaces publics, les zones de rencontre et les infrastructures de mobilité s'articulent de manière complémentaire.

Cette démarche permet d'optimiser l'accessibilité, de renforcer la qualité des espaces urbains et de favoriser les interactions sociales et culturelles. Le master plan constitue ainsi la traduction spatiale du concept du projet, garantissant son intégration dans le tissu urbain existant tout en répondant aux enjeux contemporains de durabilité, d'innovation et de qualité de vie.



Figure 88: arrêt de bus existant;
Source : auteur



Figure 89: arrêt de bus après la rénovation



Figure 90: photo de la voie



Figure 91: photo de la voie après d'insérer les éléments



Figure 87: master plan de la ville; Source :



Figure 92: arrêt de bus



Figure 93: arrêt de bus après la rénovation
Source :



Figure 94: placette avant



Figure 94: après l'aménagement



Figure 96: parking;



Figure 97: parking après la rénovation; Source : auteur

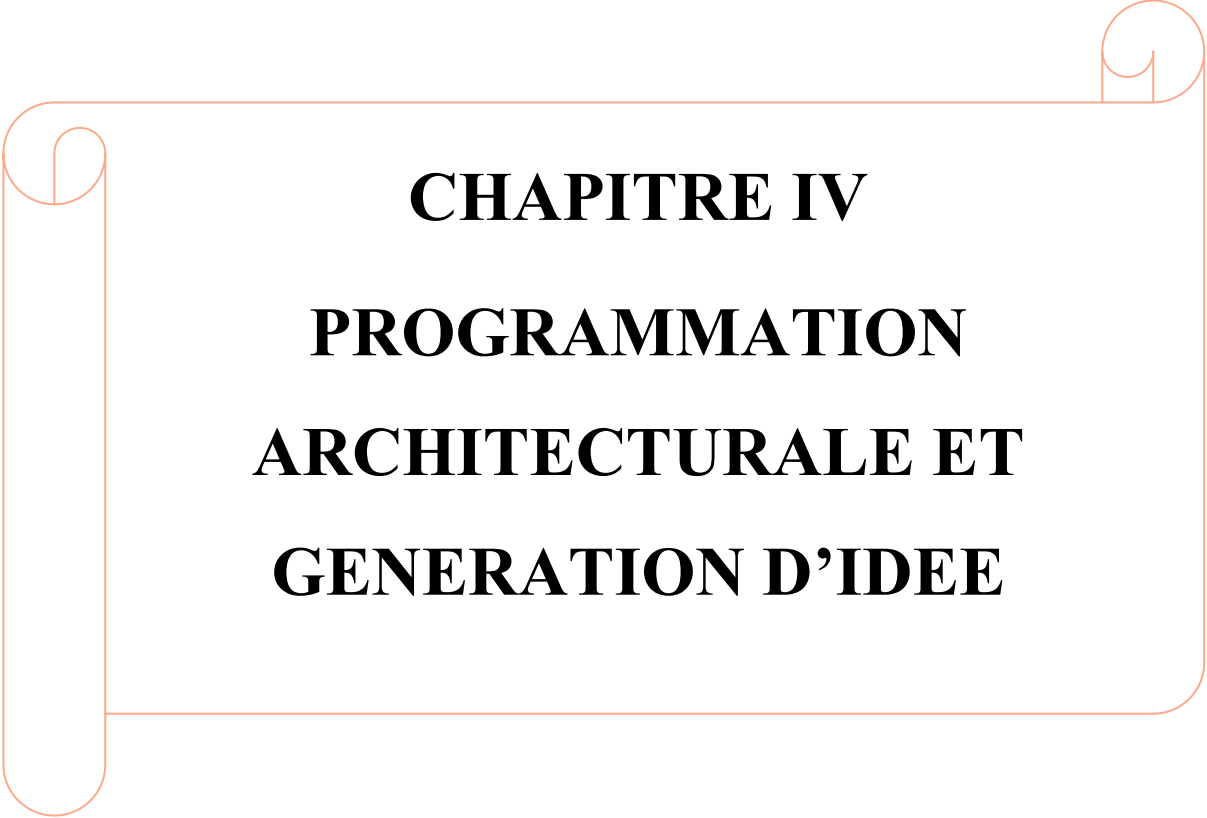
➤ **façade urbaine avant et après l'amélioration**



Figure 98: façade urbaine après l'amélioration; **Source :** auteur



Figure 99: parking après la rénovation; **Source :** auteur

A decorative orange scrollwork border frames the chapter title. It features a vertical scroll on the left, a horizontal scroll at the top, and a small scroll on the right.

CHAPITRE IV

PROGRAMMATION

ARCHITECTURALE ET

GENERATION D'IDEE

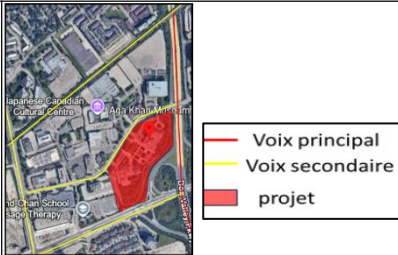
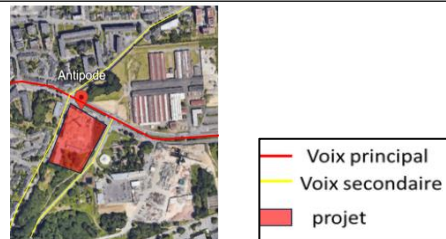
Chapitre IV : PROGRAMMATION ARCHITECTURALE ET GENERATION D'IDEE

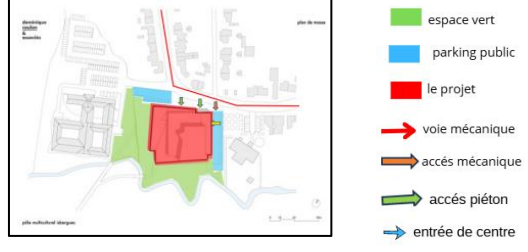
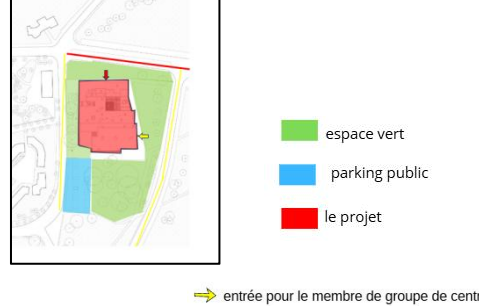
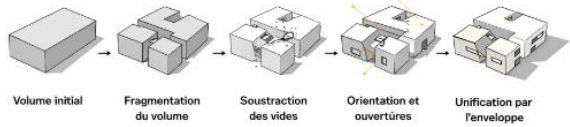
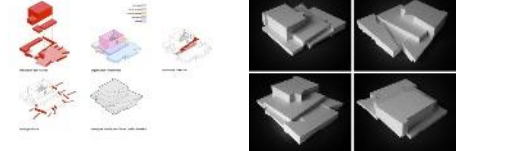
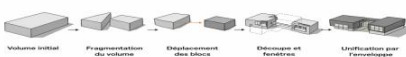
Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons traiter le type de projet à partir d'une analyse urbaine des références, permettant d'étudier à la fois les éléments à prendre en compte du site d'intervention et les cas types. Cette analyse nous amènera à proposer un programme de base permettant de concevoir au mieux le projet architectural, l'ensemble de la démarche étant de mettre au point une réponse architecturale adéquate face à un besoin mieux identifié dans un environnement urbain donné.

Exemples	Aga Khan Museum & Ismaili Centre (Archdaily)	Pôle multiculturel, médiathèque et salle de spectacles (Archdaily)	Antipode Cultural Centre (Archdaily)
Fiche de technique	 Figure 100: Aga Khan Museum Source: https://www.archdaily.com -Nom du projet : Aga Khan Museum & Ismaili Centre -Localisation : Toronto, Ontario, Canada (Don Mills / Wynford Drive) -Type de projet : Musée & centre culturel + espace social et communautaire -Maître d'ouvrage/client : Aga Khan Foundation Canada / Imara Wynford Ltd.	 Figure 101: pole multiculturel Source : https://www.archdaily.com -Nom du projet: Pôle multiculturel, médiathèque et salle de spectacles -Type: Équipement culturel public (médiathèque + salle de spectacles + espaces annexes) -Ville/ Pays : Isbergues, Pas-de-Calais, France (62330) -Architecte : Dominique Coulon & Associés (Dominique Coulon et Steve Letho Duclos) -Maître d'ouvrage : Ville d'Isbergues	 Figure 102: Antipode cultural centre Source: https://www.archdaily.com -Nom du projet : Antipode Cultural Centre -Adresse : 75 avenue Jules Maniez, 35000 Rennes, France -Client / Maître d'ouvrage : Ville de Rennes -Architecte : Dominique Coulon & Associés -Surface totale construite : ~5 824 m²

		-Surface totale construite : environ ($\approx$ 4 000 m²) -Année de réalisation : 2013 (ouverture / achèvement autour de cette période) -Ouverture au public : 2013 (ou fin 2013 / 2014)	
--	--	--	--

Situation	 Figure 103::situation de projet;Source : google Earth +auteur Le Centre culturel Aga Khan est situé dans le quartier North York de Toronto, Ontario, Canada, sur une parcelle de 6,8 hectares	 Figure 104:situation de projet Source : google Earth +auteur Le pôle multiculturel est implanté à Isbergues, au cœur du Parc des Cités, à l'interface entre le tissu urbain et un parc intercommunal, ce qui lui permet de créer une connexion directe entre la ville et les espaces verts environnants	 Figure 105:situation de projet Source : google Earth +auteur Le Antipode Cultural Centre est situé à Rennes, au 75 avenue Jules Maniez, dans un quartier urbain dynamique favorisant l'accessibilité et les échanges culturels
-------------------------	--	---	--

Plan De Masse	 Figure 106:plan de masse de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	 Figure 107: plan de masse de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	 Figure 108: plan de masse de projet; Source : https://www.archdaily.com/+auteurs
Volumétrie	 Le projet est issu d'un volume initial compact qui a été fragmenté, creusé puis réorganisé afin de répondre aux besoins fonctionnels et de créer une composition architecturale dynamique et harmonieuse.	 Le projet est issu d'une organisation progressive des différents volumes fonctionnels, assemblés et articulés afin de créer une composition architecturale cohérente, dynamique et adaptée aux besoins du programme.	 Le projet résulte de la transformation progressive d'un volume initial, fragmenté, modelé et réorganisé afin de générer une composition architecturale cohérente, fonctionnelle et adaptée à son contexte.

Fonctionnement	Salle d'exposition Patio Sdb Auditorium Magasi Restaurant Surculatation vertical Foyer Hall Bureau Figure 109: les plans de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	Hall Espace petite Espace fiction Salle de spectacle Salle Pole fiction de jeunesse Circulation priv Circulation Espace multimédia Sanitair Locaux techniques Circulation verticale Figure 110: les plans de projet; Source: https://www.archdaily.com/+auteurs	Cinéma-musique Bureaux Patio Audito Réception Biblioth Sanitaire Atelier Plateforme LOGE Studio Plateforme de déchargement Espace des événement Figure 111: les plans de projet Source: https://www.archdaily.com/+auteurs
------------------------------	--	---	---

La coup	Hall d'entrée secondaire Faible hauteur Espace principal/ salle double hauteur Fonction de service technique faible hauteur Figure 112: coupe de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	Toiture avec des formes variées (dôme, plat, inclinée) Le patio central en verre apporte une lumière zénithale abondante Circulation fluide assurée par un escalier Figure 113: coupe de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	Hauteur et portée importantes Accès du public depuis le niveau bas Gradins assurant visibilité et proximité Figure 114: coupe de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs
-----------------------	---	---	---

Façade

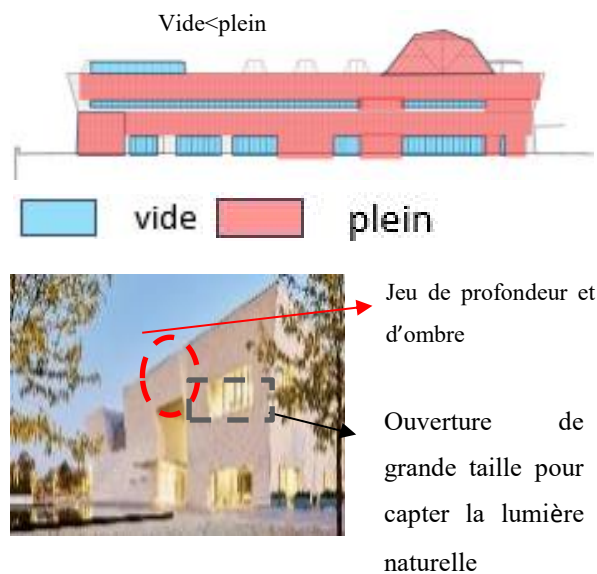


Figure 115: façade de projet 1

Source : <https://www.archdaily.com/+auteurs>

La façade du Centre culturel Aga Khan est simple et moderne, utilisant des matériaux clairs et la lumière naturelle pour créer une architecture calme et élégante.

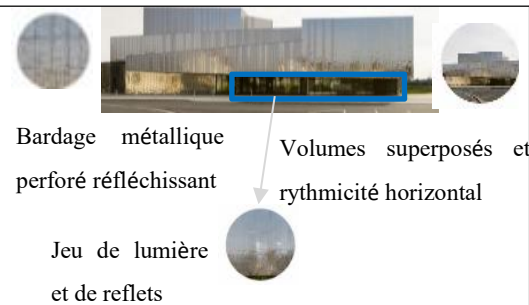


Figure 116: façade de projet 02

Source : <https://www.archdaily.com/+auteurs>

Le métal réfléchissant capte la lumière du jour et change d'aspect selon l'heure et la météo

-Façade contemporaine, élégante et épurée

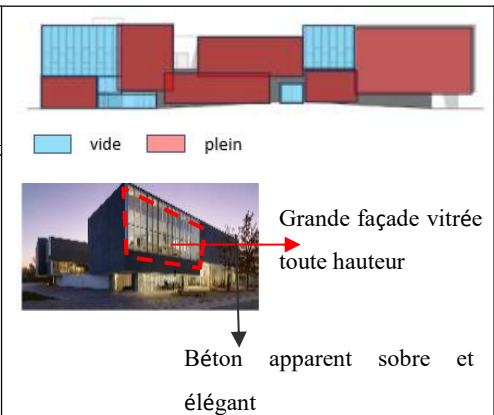
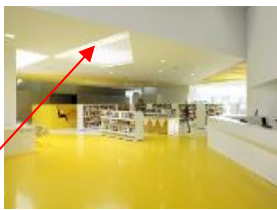
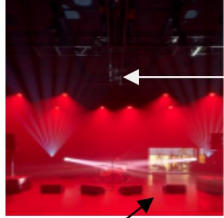


Figure 117: Façade de projet 03

Source : <https://www.archdaily.com/+auteurs>

Façade contemporaine, minimaliste et élégante

Ambiance intérieure	 Vitrines basses et transparentes pour une lecture dégagée des objets Éclairage zénithal par des puits de lumière créant une lumière douce et homogène Figure 118: ambiances intérieures de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs Les ambiances intérieures du Centre culturel Aga Khan sont calmes et lumineuses, marquées par une lumière naturelle filtrée, des matériaux clairs et des espaces ouverts qui favorisent la contemplation, le confort et l'échange culturel.	-Lumière naturelle grâce aux ouvertures en toiture et aux larges baies vitrées à l'arrière de plan complétée par un éclairage artificiel intégré, gérant une ambiance claire et énergisante -Ambiance dynamique, stimulante et accueillante favorise la concentration, la créativité et les échanges par l'utilisation de la couleurs jeune et blanc   Sol lisse facile d'entretien, adapté à un usage intensif Figure 119 ambiance intérieure de projet Source : https://www.archdaily.com/+auteurs -Utilisation des couleurs neutres : blanc, gris, beige, créant une ambiance apaisante et intemporelle.	 Dominante sombre pour absorber la lumière Lumière colorée pour dynamiser et marquer l'espace  Ambiance calme, naturelle et accueillante, sensation d'ouverture, de bien-être et de des effets  Bois acoustiques pour la chaleur et la qualité sonore Figure 120: ambiance intérieure de projet; Source: https://www.archdaily.com/+auteur Chaque ambiance répond à un usage précis et crée une expérience adaptée
-----------------------------------	---	--	---

Programme	
Espaces	Surfaces
hall d'entrée	260m²
réception	17m²
circulation	670m²
exposition	1080 m²
Cour	250m²
auditorium	300M²
Restaurant	290 M²
2 Atelier	50M²
Salle d'exposition	112M²
foyer	105 M²
magasin	90M²
cloak	30m²
SDB	60M² 50M²

Espaces	Surfaces
auditorium	260m²
foyer	120m²
salon	150m²
bureaux	375m²
circulation	500m²

Espace	surface
Rue intérieure	23,15m²
accueil médiathèque	150m²
espace multimédia	170,5m²
pole fiction jeunesse	95m²
Espace petite enfance	95m²
Espace bandes dessinés	160m²
ludothèque	80m²
Espace fiction adultes	172m²
salle polyvalente	85m²
Locaux de dépôt	25M²
billetterie	13m²
espace de travail	15m²
salle de répétitions	160m²
salle de spectacle	450m²
Locale de dépôt	40m²
Local entretien	11m²
chaufferie	55m²

espace	surface
atelier	16m²
Bureau collectif	25m²
magasin	26m²
Bureau individuel	15m²
Zone loge	19m²
Loge individuelle	9m²
Loge collective	12-18m²
garage	25m²

Espace	surface
Hall de réception	23,15m²
réception	150m²
hall d'exposition	170,5m²
espace de divertissement/événements culturels citoyens	95m²
kiosque	95m²
multimédia	160m²
foyer/caféteria	80m²
Salle de réunion	172m²
accueil des jeunes	85m²
3 BUREAU	25M²
Patio	13m²
stockage	15m²
billetterie/marchandise	160m²
salle de club	450m²
bar	40m²
Unité mobile de production	11m²
Grande diffusion	55m²
loges	15m²
Plateau de tournages	20m²
3 studios	15m²
bibliothèque	120m²
patio	60m²

espace	surface
local ventilation	47m²
kitchenette	18m²
salle réunion	20m²
magasin	15m²
atelier	35m²
bureau musique et cinéma	25m²
bureau espace adultes	«32m²
bureau espace jeunesse	25m²
direction	22m²
vide sur salle répétition	
vide sur salle spectacle	

TABLEAU 7: Tableau d'analyse thématique; **Source:** Auteur

Synthèse d'analyse des exemples :

Aga Khan Museum & Ismaili Centre  Figure 122: Aga Khan Museum & Ismaili Centre Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	Pôle multiculturel d'Isbergues  Figure 123: pole multiculturel d'Isbergues Source : https://www.archdaily.com/+auteurs	Antipode Cultural Centre  Figure 124: Antipode Cultural Centre Source : https://www.archdaily.com/+auteurs
- Le dialogue interculturel -La valorisation du patrimoine islamique -L'intégration entre culture, spiritualité et espace public	-la mixité des usages -la dynamique culturelle locale -la création d'un équipement accessible et ouvert à tous	- une forte orientation vers les pratiques artistiques contemporaines -une programmation flexible (concerts, répétitions, événements) - une volonté de créer un lieu vivant et évolutif
- composition géométrique épurée - utilisation de la lumière naturelle comme élément symbolique - organisation autour de jardins et espaces ouverts	- volumes simples mais expressifs - jeu de couleurs et de transparence - circulation fluide entre les espaces	- formes dynamiques et contemporaines -travail sur la lumière et la matérialité - espaces intérieurs adaptés à différents usages
- Ce projet nous montre comment un équipement culturel	- Ce projet illustre comment un équipement culturel peut renforcer la vie sociale et	-Ce projet met en avant l'idée d'un équipement culturel comme plateforme

peut devenir un lieu de rencontre et de partage	culturelle d'une petite ville.	créative et artistique.
---	--------------------------------	-------------------------

TABLEAU 8: Synthèse d'analyse des exemples; Source : auteur

Concernant ces trois références architecturales, nous avons pu constater qu'aujourd'hui, l'équipement culturel contemporain est bien plus qu'un équipement à fonction unique, il devient un véritable facteur de lien social, culturel, urbain.

Ces projets affirment la capacité de l'architecture à générer des lieux de rencontre, d'échange, de contact en valorisant l'identité de la culture locale tout autant que la qualité de vie urbaine.

- L'analyse de ces exemples, nous a permis d'extraire plusieurs principes fondateurs qui ont orienté notre réflexion conceptuelle tels que :
 - la mixité fonctionnelle entre espaces culturels, sociaux et de loisirs ;
 - l'ouverture du projet à son milieu urbain pour favoriser l'accessibilité et la socialisation ;
 - la flexibilité des espaces pour accueillir différents types de manifestations culturelles ;
 - en sus de l'importance de la lumière, de l'ambiance intérieure et de la dimension Sensorielle de l'expérience usager.
 - De même, il nous a semblé pertinent de produire un équipement culturel vivant, attractif des différentes catégories d'usagers et se voulant repère urbain et espace à socialiser.
 - Ces références ont ainsi constitué notre premier terreau d'inspiration pour envisager la conception de notre projet tout en ayant mené notre réflexion vers une approche architecturale contemporaine, ouverte, inscrite dans son contexte urbain.

Analyse de site

III.1. Situation de terrain :

Le terrain d'étude s'inscrit dans un contexte urbain stratégique, caractérisé par une forte accessibilité et une proximité avec les principaux équipements structurants de la ville. Situé dans un tissu urbain en évolution, il bénéficie d'une position intermédiaire entre des

zones résidentielles, commerciales, ce qui lui confère un potentiel d'intégration important dans la dynamique urbaine existante (figure 125).

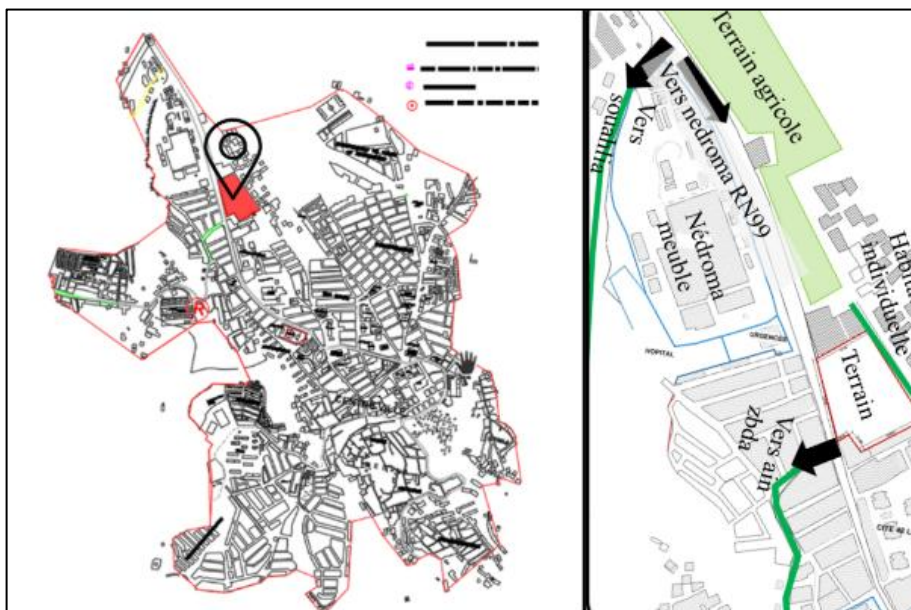


Figure 125: carte de situation de terrain; **Source :** Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur

III.2. Le choix de terrain :

L'implantation du projet dans l'entrée de Nedroma a été choisie pour sa position stratégique, à la fois seuil urbain et prise en charge de l'accueil des visiteurs dans la ville (figure 38). Mais cette imposition géographique répond aussi à une volonté de fonder un repaire architectural restituant l'image culturelle et identitaire de Nédroma.

Ce projet invite à la valorisation du patrimoine culturel de la ville par son écriture architecturale mais aussi par son intégration dans le paysage urbain, tout en affirmant une vision contemporaine vers l'avenir. L'enjeu est aussi d'améliorer l'attractivité urbaine de cette entrée de ville par un traitement qui transforme cet espace en un lieu vivant, dynamique, représentatif d'une identité locale.

En même temps, il répond aux besoins culturels et sociaux des habitants par des localisations d'espaces artisanaux, culturels et communautaires où se partagent rencontres, échanges, expression culturelle dans un espace accessible et convivial dédié aux différentes sortes d'utilisateur. Le projet se voudrait également un pôle culturel et social à l'écoute du rayonnement culturel et urbain de la ville.

III.3. La morphologie de terrain :

Le terrain possède une vocation agricole urbanisable selon les orientations du PDAU ce qui rend possible l'intégration d'un équipement structurant dans un secteur en mutation urbaine. Sa surface importante d'environ 15 000 m² (soit 1,5 hectares de terrain) permet en effet d'avoir une capacité d'aménagement suffisante pour accueillir les différentes parties fonctionnelles du projet tout comme les espaces extérieurs d'accompagnement paysager.

La topographie du site présente un relief presque plat avec peu de Pente, avec un dénivelé d'environ 2,00 mètres verticalement entre le point le plus haut et le point le plus bas. (Figure126). Cette disposition géométrique permet de réduire les opérations architecturales et techniques, toutes les contraintes de terrassement et de mise en œuvre se trouvant ainsi diminuées.

Le foncier présentant de surcroît une forme irrégulière constitue un potentiel de composition architecturale et même paysagère intéressant. Cette morphologie offre en effet la possibilité de face à une implantation architecturale souple, de concevoir une véritable culture architecturale animée par la proposition d'espaces publics, de zones de transition et d'aménagements paysagers en adéquation avec le cadre urbain et environnemental du foncier.

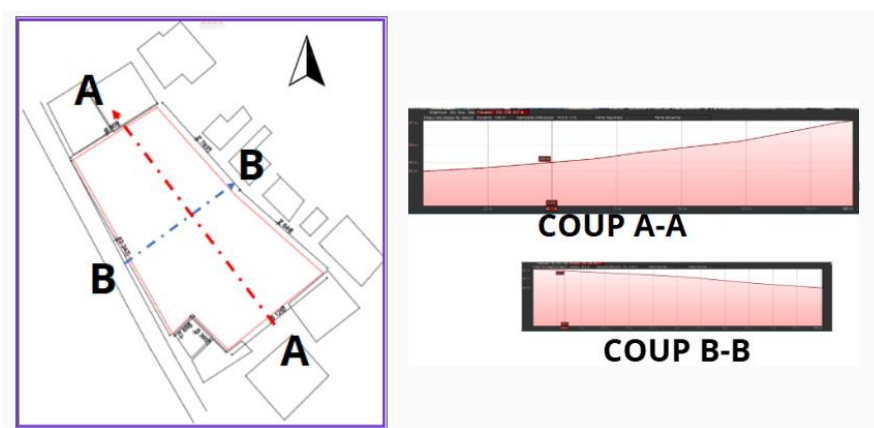


Figure 126:carte de la morphologie et la topographie de terrain; **Source :** Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur

III.4. L'accessibilité de terrain et les données climatiques :

L'observation de l'accessibilité et des données climatiques du site, fait ressortir plusieurs éléments en faveur de l'entière du projet. En effet, le site bénéficie d'une bonne desserte mécanique grâce à la route nationale RN99 au long du côté ouest, qui lui permet une accessibilité directe et fluide, depuis les différents secteurs de la ville de Nedroma. Elle constitue un axe structurant en favorisant la mobilité et la visibilité du projet.

L'analyse des flux piétons, indique la présence d'une fréquentation du site allant de moyenne à forte, au niveau des abords des espaces de vie se trouvant à l'est et au sud dudit terrain. Son voisinage avec les quartiers d'habitation renforce l'intégration urbaine du projet et facilite la proximité de ses usagers avec les équipements de service qui vont être sollicités.

Pour ce qui est des conditions climatiques, le site est principalement soumis aux vents dominants du côté ouest et éventuellement, l'apparition de vents chauds de type désertique depuis le sud-est. Ce constat climatique participe à orienter les choix architecturaux vers plus de protection thermique et une ventilation naturelle adaptée.

À cet égard, l'ensoleillement constitue également un critère clef d'appréciation. La course du soleil observée sur la façade sud du site offre toutes les promesses d'un bon potentiel d'éclairage naturel des espaces intérieurs et permet d'intégrer des solutions énergétiques durables tels que les panneaux photovoltaïques et dispositifs de protection solaire adaptés.

Il en va de même pour cette étude sur l'accessibilité et la prise en compte des données climatiques qui mettent en lumière les potentialités du site et les éléments limitants afin de préparer les choix urbains, architecturaux et environnementaux du projet.

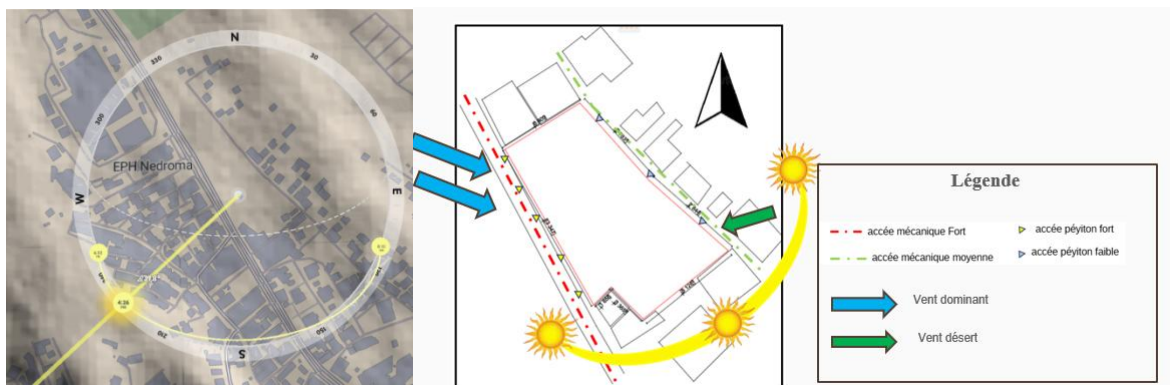


Figure 127:carte d'ensoleillement de terrain;
Source : <https://www.suncalc.org>

Figure 128:Carte d'accessibilité et de données climatiques de terrain;
Source : auteur

III.5. Analyse typologique et architecturale des façades environnantes

Ce tableau présente une analyse comparative des façades des constructions environnantes afin d'identifier les principales caractéristiques architecturales et

constructives du contexte urbain étudié. Cette étude permet de comprendre les tendances dominantes en matière de style, de matériaux, de traitement des ouvertures, de typologie des toitures ainsi que des couleurs utilisées dans le tissu bâti de Nedroma.

L'objectif de cette analyse est de dégager les éléments architecturaux récurrents pouvant orienter la conception du projet et assurer son intégration harmonieuse dans son environnement immédiat. Elle constitue également une base de réflexion pour l'élaboration d'une écriture architecturale cohérente, adaptée au contexte urbain, climatique et esthétique du site.

façade	style	matériaux	toiture	les ouvertures	couleurs
	moderne	bric , béton armé	plat	rectangulaire Superposition des bais	bleu
	moderne	bric , béton armé	Plat	rectangulaire Superposition des bais	beige , rouge, gris
	moderne	bric , béton armé	plat	arquée, Superposition des baises, entré remarquable	beige , rouge
	moderne	bric , béton armé,	plat	arquée	blanc ,bleu

TABLEAU 9: Tableau analytique des façades. **Source :** auteur

III.6. Existant sur terrain :

Cette charte présente l'état actuel du site avant toute intervention architecturale ou urbaine, tandis qu'elle peut contribuer à cibler les différentes dimensions physique et paysagère à révéler au regard des potentialités et des limitations du champ d'étude.

En effet, l'analyse fait apparaître la présence d'une clôture d'environ 1,5 mètre construite entre le terrain et le trottoir établissant une solidité de définition de la parcelle. Le site est aussi constitué d'arbres plantés le long des limites qui préservent une qualité paysagère intéressante et aident à l'amélioration du confort de vie.

Par ailleurs, le site s'intègre dans un urbanisme résidentiel en devenir, entouré par diverses hauteurs de constructions. Cette condition permet de repérer les relations visuelles et d'accès ainsi que les connexions avec l'environnement immédiat (figure 129).

Ainsi, cette lecture de l'existant s'avère pertinente au stade de la sélection des choix architecturaux et paysagers quant au travail à proposer, s'inscrivant dans les éléments enregistrés sur le site et sa définition à infléchir .



Figure 129: charte d'existant sur terrain; **Source :** Pdau Nédroma 2008 édité par l'auteur

III.7. VRD :

La figure ci-avant schématise l'organisation des réseaux divers (VRD) existants autour et dans le terrain d'étude. Elle permet d'identifier les différents dispositifs techniques nécessaires au bon fonctionnement du projet et d'en assurer la bonne intégration en s'articulant avec les infrastructures urbaines existantes.

On remarque ainsi la présence du réseau électrique le long de la voie principale, avec les poteaux électriques qui alimentent le secteur, du conduit d'alimentation en eau potable (AEP) et du collecteur général des eaux usées, proches de la parcelle et facilitant le futur raccordement du projet aux différentes solutions techniques en place.

L'analyse de ces dispositifs permet de connaître les contraintes techniques du site et de prévoir les modalités d'aménagement adéquates. L'étude des VRD permettra de garantir la faisabilité technique du projet, de bien optimiser les raccordements et de permettre un fonctionnement durable et efficace des futurs équipements (figure 130) .

espace disponible permet d'assurer une implantation fonctionnelle et évolutive du programme architectural qui inclut également des espaces extérieurs de qualité. La proximité d'équipements structurants comme l'hôpital et la caserne des pompiers amplifie l'importance du site dans le tissu urbain et les enjeux de sécurité, d'accessibilité et de desserte sont renforcés.

Sur le plan environnemental et paysager, l'étude montre l'existence d'une végétation déjà présente sur le site, en particulier des oliviers, qui constitue une valeur tant naturelle qu'identitaire dans le site. Ces éléments végétaux représentent un potentiel paysager à préserver et à intégrer à la conception du projet, pour faire le lien entre le projet et le milieu naturel. Leur intégration permettra aussi d'améliorer le confort climatique, le territoire « extérieur » et valoriser le projet.

La synthèse de l'analyse montre donc que le terrain présente des caractéristiques favorables au développement d'un projet structurant, apte à répondre aux besoins fonctionnels, tout en s'articulant avec le contexte urbain, environnemental et paysager.

Zoning :

À partir des résultats obtenus lors de l'analyse du site, plusieurs orientations de conception ont été dégagées afin d'assurer une implantation cohérente et fonctionnelle du projet. Ces analyses urbaines, climatiques, paysagères et fonctionnelles ont constitué la base de réflexion pour l'élaboration du zoning architectural (figure 131).

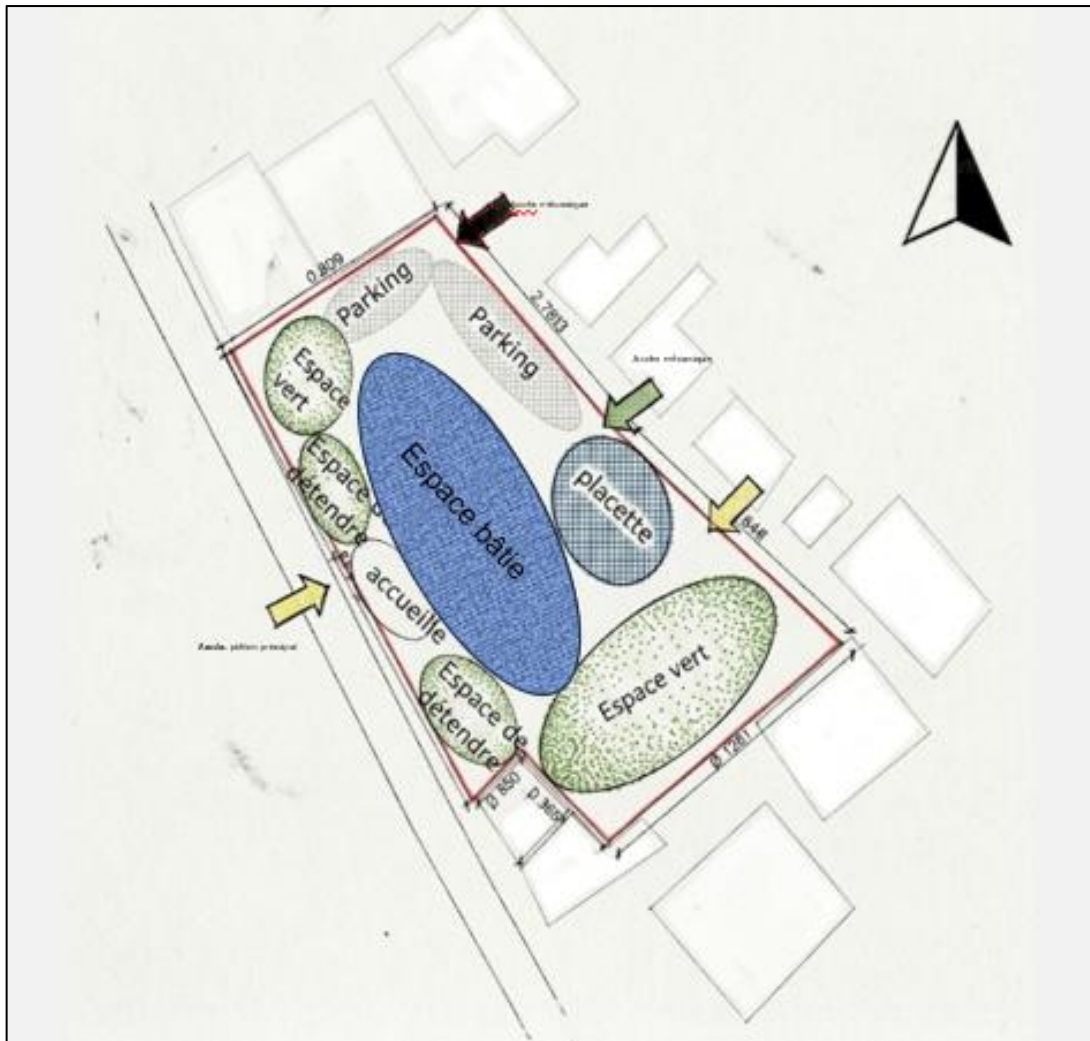


Figure 131 zoning de projet. **Source** auteur

Zoning est organisé selon une logique fonctionnelle et environnementale permettant d'assurer une circulation fluide, une bonne accessibilité et une répartition équilibrée des différentes composantes du projet. Chaque espace a été implanté stratégiquement selon sa fonction, son orientation et sa relation avec les flux piétons et mécaniques.

L'accès piéton principal a été placé à partir de la voie principale afin de faciliter l'accessibilité au projet et d'assurer une arrivée directe et visible pour les visiteurs. Cette position permet de valoriser l'entrée du projet tout en créant une liaison fluide vers l'espace d'accueil et le bâtiment principal. Elle renforce également la lisibilité du projet depuis l'espace urbain.

L'accès mécanique principal ainsi que l'accès mécanique secondaire ont été implantés à partir de la voie secondaire afin d'éviter la surcharge de circulation au niveau de la voie principale. Cette organisation permet de séparer les flux piétons et automobiles, tout en

assurant une circulation plus sécurisée et plus fluide à l'intérieur du site. Elle facilite également les manœuvres des véhicules et réduit les conflits de circulation.

Le parking a été positionné dans la partie nord du terrain, qui représente la zone la plus ombragée. Cet emplacement permet de protéger les véhicules de l'ensoleillement direct et d'améliorer le confort thermique des usagers. Sa proximité avec les accès mécaniques facilite aussi l'entrée et la sortie des automobiles sans perturber les espaces piétons et les zones de détente.

L'espace bâti a été implanté au centre du terrain afin d'assurer une distribution équilibrée des différentes fonctions du projet. Cette position centrale permet une connexion directe avec tous les espaces extérieurs et facilite l'organisation des circulations internes. Le bâtiment devient ainsi l'élément structurant du projet autour duquel s'articulent les différents espaces.

La placette a été aménagée à proximité immédiate de l'espace bâti afin de créer un espace de transition et de rencontre entre les différentes fonctions du projet. Son emplacement favorise les rassemblements, les échanges sociaux et les moments de détente, tout en offrant une ouverture visuelle sur les espaces verts environnants.

Les espaces verts ont été répartis autour du bâtiment pour créer une ambiance agréable et améliorer la qualité environnementale du projet. Leur implantation permet d'introduire des zones de respiration et de détente tout en assurant une transition paysagère entre les espaces construits et les zones de circulation. L'espace vert principal bénéficie d'un emplacement plus ouvert afin de profiter d'un meilleur ensoleillement et d'une relation directe avec la placette et les espaces de vie extérieurs.

L'espace détente a été placé dans une zone plus calme du projet afin d'offrir un cadre confortable et apaisant pour les usagers. Son implantation à proximité des espaces verts renforce la qualité paysagère et favorise une atmosphère de relaxation et de convivialité.

La programmation :

Le projet consiste en la création d'un Centre Culturel à Nédroma visant à valoriser le patrimoine culturel local et à dynamiser la vie artistique de la ville. Il regroupe des espaces de formation, de création, d'exposition et de rencontre, favorisant les échanges entre les différents usagers. Son programme a été élaboré à partir de l'analyse du contexte, des références architecturales et des normes de conception des équipements culturels.

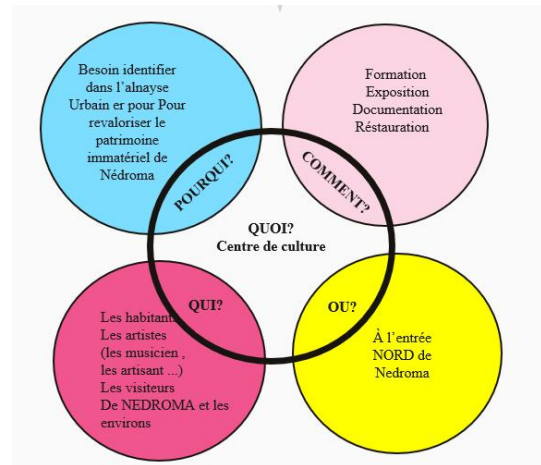


Figure 132: schéma de définition de projet; Source : auteur

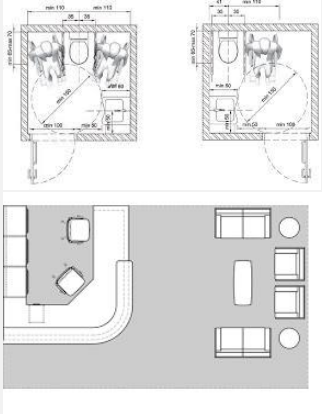
V.1. Échelle d'appartenance et capacité d'accueil du projet

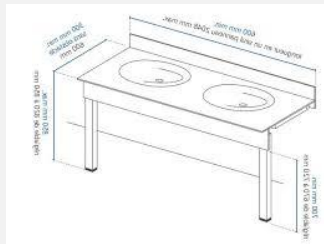
Le centre culturel de Nédroma s'inscrit dans une **échelle régionale maîtrisée**, pensée pour répondre aux besoins culturels d'une population d'environ **32 500 habitants**. Il ne s'agit pas seulement d'un équipement de diffusion, mais d'un véritable lieu de rencontre, d'échange et de valorisation du patrimoine local, destiné à renforcer l'identité culturelle de la ville et son rayonnement à l'échelle de la région de Tlemcen.

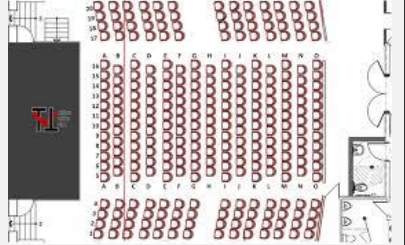
La capacité d'accueil du projet est fixée à environ **600 personnes**, un choix qui résulte d'une réflexion sur les normes des équipements culturels et sur l'analyse des structures similaires existantes.

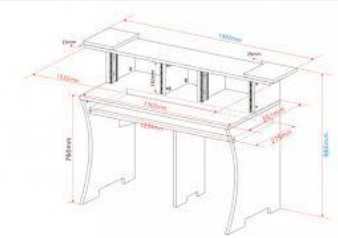
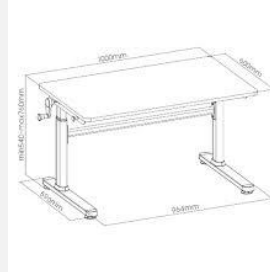
V.2. Le programme de base :

Le programme de base du centre culturel de Nédroma a été élaboré afin de répondre aux besoins culturels, éducatifs et récréatifs de la population tout en favorisant les échanges, la créativité et la valorisation du patrimoine local. Il regroupe un ensemble d'espaces complémentaires organisés autour d'une fonction culturelle principale.

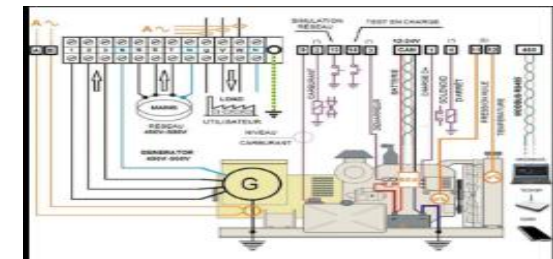
SERVICE	Espace	Surface unitaire (m²)	Nb	Surface totale (m²)	Ratio	Capacité	Norms
ACCUEIL & ESPACES PUBLICS	Hall d'accueil	150	1	150	1,5	100	L'espace d'accueil privilégie une lumière naturelle abondante et filtrée, complétée par un éclairage artificiel diffus et homogène, installé à une hauteur libre de 4 à 6 m afin de renforcer la sensation d'ouverture. Les couleurs claires et neutres sont favorisées pour améliorer la luminosité, tandis que des touches plus hautes participent à une ambiance accueillante. 
	Réception /information	35	1	60	10	6	
	Sanitaires publics	50	3	150	—	—	

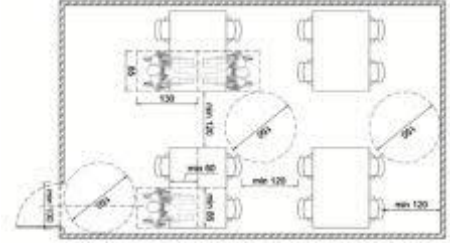
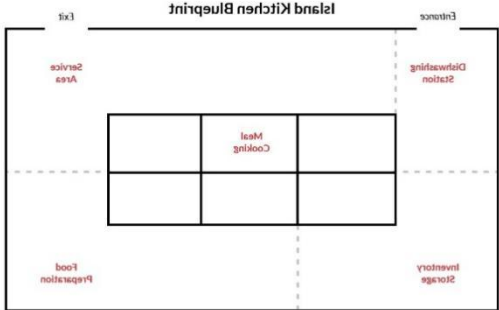
							
TOTAL				360		106 pers	
ADMINISTR ATION	Bureau de directeur	30,22	1	30,22	10	3	Un éclairage naturel est favorisé, complété par un éclairage artificiel homogène (300–500 lux) assurant de bonnes conditions de travail. Le confort thermique est maintenu par une température stable entre 20 et 24°C, avec une ventilation adaptée pour garantir la qualité de l'air. Enfin, un traitement acoustique approprié est intégré afin de limiter les nuisances sonores et favoriser la concentration.
	Bureau de Secrétaire	20,33	1	20,33	6	3	
	Bureau sous-directeur	31,47	1	31,47	10	3	
	Salle de réunion	45	1	45	2	22	
	Archives	28,35	1	28,35	—	—	
	TOTAL	127,02		127,02		31 Pers	

ESPACES CULTURELS & ARTISTIQUES	Salle de spectacles	1000	1	1000	1,5	600	La salle de spectacle utilise un éclairage artificiel entièrement contrôlé, avec une hauteur sous plafond de 8 à 14 m selon la capacité, permettant une mise en scène flexible et performante. Les couleurs sombres et mates sont privilégiées afin de limiter les reflets et renforcer la qualité visuelle et acoustique. La bibliothèque privilégie une lumière naturelle diffuse et non éblouissante, complétée par un éclairage artificiel homogène, avec une hauteur sous plafond de 3 à 4 m assurant confort de lecture. Les couleurs claires et apaisantes sont utilisées afin de favoriser la concentration et le calme. 
	Scène	85	1	85	—	—	
	Loges artistes	9	2	18	3	6	
	Salle de répétition	25	2	50	2	25	
	Salle polyvalente	210	1	210	1,5	140	
	Galerie d'exposition	230	1	230	2	115	
	Bibliothèque	365	1	365	3	120	
	Salle audiovisuelle	40	1	40	1,5	25	
	Salle de conférence	59	1	59	1,5	40	
	Multimédia	143	1	143	2,5	55	
	TOTAL			2200		600 pers	

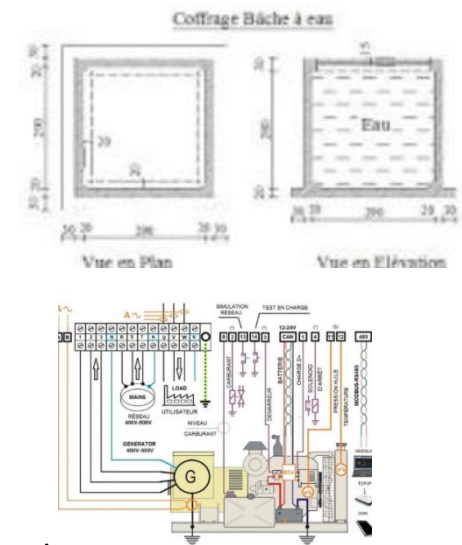
ESPACES PÉDAGOGI QUES & ATELIERS	Ateliers arts plastiques	100 m2	1	100	3	33	Les ateliers privilégient une lumière naturelle généreuse, complétée par un éclairage artificiel fonctionnel et orientable, avec une hauteur sous plafond de 3,50 à 4,50 m adaptée aux activités créatives. Les couleurs neutres et stimulantes favorisent la concentration, la créativité et la flexibilité des usages. 
	Atelier de poterie	95	1	95	4	24	
	Atelier de tissage	110	1	110	4	27	
	Atelier de musique	50	3	150	3	50	
	Magasin	33,72	1	33,72	3	11	
	Espace De travail En groupe	55,63 m2	1	55,63	2	28	
	TOTAL			1000		173 pers	 

Restauration	Cuisine	53,52	1	53,52	10m ² /pers s	5 pers	Un éclairage naturel est favorisé, complété par un éclairage artificiel chaleureux (2700K–3000K) créant une ambiance conviviale. Le confort thermique et la qualité de l'air sont assurés par une ventilation adaptée et une régulation de la température entre 20 et 24°C. Enfin, un traitement acoustique approprié est intégré pour limiter les nuisances sonores et garantir une atmosphère agréable aux usagers.
	Espace d'accueil	255	1	255	1 m ² /pers	255 pers	
	Chambre Chaud	10,42	1	10,42	15m/pers	1pers	
	Chambre Froid	6,56	1	6,56	15 m ² /pers	1pers	
	Stockage	18,51	1	18,51	15 m ² /pers	1pers	
	Bureau de Gérant	15,90	1	15,90	10 m ² /pers	2 pers	
	Vestiaire	8	2	16	2m ² /pers	8 pers	
	Sanitaire public	9	2	18m ²	3m ² /pers	6pers	
	Sanitaire privée	5	2	10m ²	3m ² /pers	3pers	
	Foyer	46,17	1	46,17	1m ² /pers	46 pers	



	Total			450,08		328 pers	 © Guide d'aide à la conception d'un bâtiment accessible - CAWaB 
TECHNIQUE & LOGISTIQUE	Climatisation Centralisée	28m2	1	28	—		Zones de stockage : Espaces bien ventilés et sécurisés pour les fournitures et équipements.
	Chaufferie	20	1	20			- Accessibilité : Circulations adaptées aux

					—		manutentions (largeur $\geq 1,20$ m).
	Bâche a eau	20	1	20	—		- Aménagement fonctionnel : Rangement optimisé pour faciliter l'organisation
	Magasin d'entretien	20	1	20	—		
	Groupe Électrogène	12	1	12	—		
	Stockage	25	1	25	—		
	Télé surveillance	46	1	46	10m ² /pers		
TOTAL	171			171	—		
DÉTENTE & ESPACES	Patio	75	1	75			
	Terrasse	90	2	180			



EXTÉRIEUR S COUVERTS	TOTAL ESPACES EXTÉRIEURS		255			
Stationnement	Parking public		90			
	TOTAL	850	90 plac es			

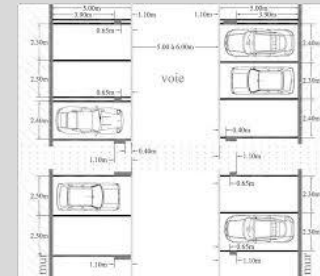


TABLEAU 10: Le programme de base; **Source:** Auteur

La genèse architecturale :

1. Forme de départ :

Nous partons d'une forme simple et symbolique : le demi-cercle, représentant le rassemblement, la scène et le rayonnement culturel .

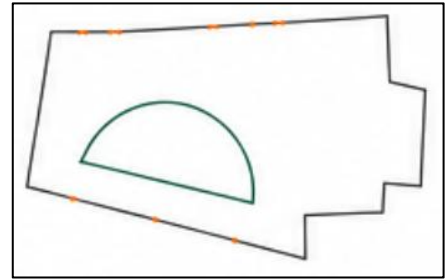


Figure 133: la 1ère étape de la genèse de projet.

Source : auteur

2. Implantation de la forme génératrice :

Le demi-cercle est implanté sur le terrain comme élément générateur du projet. Cette forme symbolise le rassemblement, la scène culturelle et le dialogue entre les usagers .

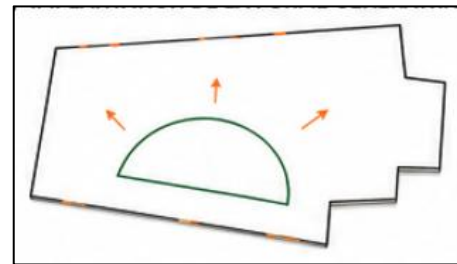


Figure 134: la 2ème étape de genèse de projet.

Source : auteur

3. Creusement central :

Le cœur est creusé pour libérer un espace central ouvert et fédérateur. Ce vide symbolise la rencontre, la respiration et le lien entre les différentes activités.

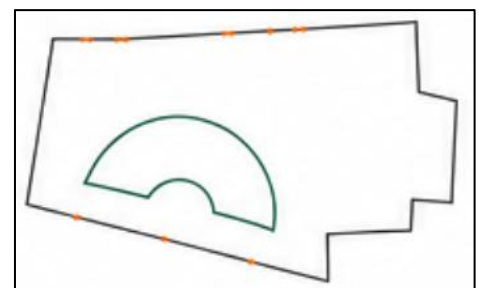


Figure 135: la 3ème étape de la genèse de projet.

Source : auteur

4. Décomposition et articulation

Le creusement est prolongé et accompagné d'un second volume venant se joindre au premier. Cela crée un dialogue entre les formes et une diversité d'usages en interaction.

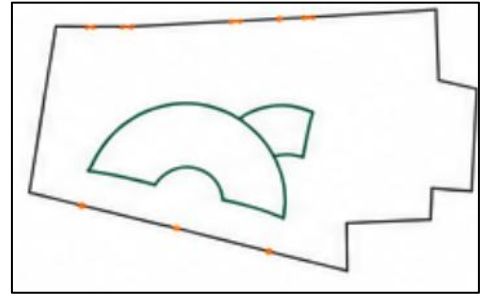


Figure 136: la 4ème étape de genèse de projet;

Source : auteur

5. Transformation de formes en bandes spatiales :

Chaque volume est attribué à une fonction spécifique selon les besoins du programme.

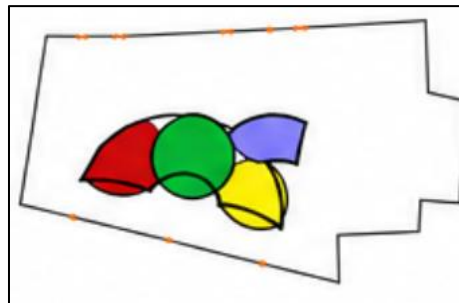


Figure 137 : la 5ème étape de la genèse de projet;

Source : auteur

6. Naissance des volumes :

Extrusion des bandes spatiales pour générer les formes 3d extrusion des bandes spatiales pour générer les formes 3d .

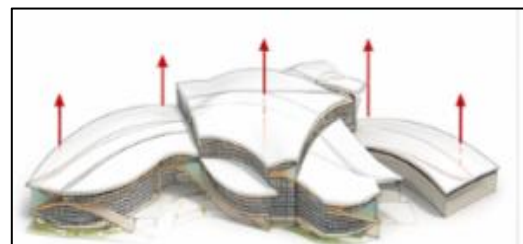


Figure 138: la 6ème étape de genèse de projet;

Source : auteur

7. Création des toitures (les ailes):

Les volumes sont coiffés par des toitures courbes qui expriment les ailes d'oiseau en vol qui traduisent visuellement le rythme de la musique tout en unifiant les volumes.

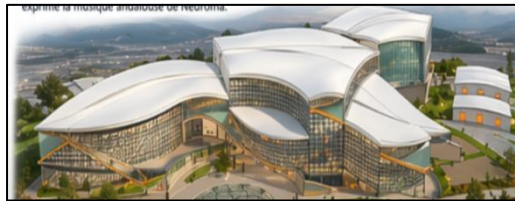


Figure 139: la 7ème étape de genèse de projet;

Source : auteur

Ce processus de genèse traduit une évolution progressive de la forme architecturale, passant d'une idée conceptuelle simple à une organisation spatiale complexe, fonctionnelle et en adéquation avec le contexte du projet

Conclusion :

En conclusion, ce chapitre a permis d'identifier les fondements du projet à travers l'analyse du contexte urbain, du site d'intervention et des références architecturales étudiées. Cette démarche a mis en évidence les contraintes, les potentialités et les besoins auxquels le projet doit répondre. Les enseignements tirés de cette analyse ont servi de base à l'élaboration d'un programme architectural cohérent et adapté à son environnement. Ainsi, l'ensemble des données recueillies constitue un support essentiel pour le développement du projet, en orientant les choix conceptuels, fonctionnels et architecturaux vers une réponse pertinente, intégrée et durable.

A decorative orange line forms a scrollwork border around the chapter title. It starts with a small scroll at the top right, goes left, then down on the left side with another scroll at the bottom, then right, and finally up on the right side to close the loop.

CHAPITRE V

RÉPONSE ARCHITECTURALE ET TECHNIQUE

Chapitre V : réponse architecturale et technique

Introduction

Après l'analyse du site, du programme fonctionnel et des besoins des usagers, ce chapitre présente la réponse architecturale adoptée pour le projet. Cette phase vise à traduire les objectifs conceptuels, techniques et environnementaux en une proposition architecturale cohérente. Le projet s'appuie sur une conception contemporaine mettant en valeur l'intégration du verre électrochromique comme solution innovante permettant d'améliorer le confort visuel et thermique tout en renforçant l'efficacité énergétique du bâtiment. À travers l'organisation spatiale, les choix formels, les circulations et les solutions constructives, cette réponse architecturale cherche à créer un équipement culturel fonctionnel, attractif et durable, répondant aux exigences actuelles de l'architecture intelligente.

Descriptif des plans :

On va aborder tous ce qui concerne le fonctionnement sur plan :

II.1. Plan de masse (voir la page 136) :

Le plan de masse du centre culturel a été élaboré selon une approche architecturale visant à assurer une parfaite intégration entre le projet et son environnement urbain. Situé le long de la Route Nationale RN99, le projet profite d'une position stratégique qui lui confère une grande visibilité et facilite son accessibilité à l'échelle de la ville de Nedroma. L'entrée principale a été orientée directement vers la RN99 afin de créer une relation forte entre le projet et l'axe urbain principal, tout en affirmant le caractère représentatif et attractif du centre culturel.

L'organisation spatiale du projet repose sur une composition équilibrée entre les espaces bâtis et les espaces extérieurs. Cette disposition permet de générer des parcours fluides et des espaces de transition favorisant les échanges culturels et sociaux. Les accès ont été hiérarchisés de manière fonctionnelle avec une séparation claire entre les flux piétons et les flux mécaniques, garantissant ainsi la sécurité et le confort des usagers.

Le traitement des espaces extérieurs constitue un élément majeur dans la conception du plan de masse. Le projet intègre plusieurs aménagements paysagers et espaces publics, tels qu'une placette centrale, un jardin de sculptures, des espaces de jeux ainsi qu'un

espace d'exposition extérieur. Ces aménagements contribuent à dynamiser le projet et à créer une continuité entre l'intérieur du centre culturel et son environnement extérieur.

À travers cette organisation, le plan de masse traduit la volonté de concevoir un équipement culturel contemporain, ouvert sur la ville et capable de devenir un véritable pôle d'attraction culturel et urbain.



Figure 140: plan de masse; Source : auteur

II.2. Présentation du plan d'assemblage (voir la page 137) :

Le plan d'assemblage représente l'organisation générale du projet architectural ainsi que l'articulation entre ses différents espaces fonctionnels. La conception du projet repose sur une distribution claire des fonctions autour d'un espace central d'accueil, permettant d'assurer une circulation fluide et une bonne orientation des usagers.

L'accès principal des piétons se fait depuis une placette extérieure qui constitue un espace de transition entre l'environnement urbain et le bâtiment. Cet accès mène directement vers le hall d'accueil, considéré comme le noyau principal de distribution vers les différentes entités du projet.

Le projet regroupe plusieurs fonctions culturelles et artistiques organisées en pôles complémentaires. Les ateliers artistiques, tels que les ateliers de tissage, d'arts plastiques et de poterie, sont implantés à proximité des espaces de travail collectif afin de favoriser les échanges et les activités collaboratives. L'auditorium, quant à lui, est implanté dans une zone spécifique du projet afin de garantir une bonne gestion des flux entre les artistes et le public. Il comprend des espaces annexes comme les loges, le foyer et la scène, assurant ainsi le bon déroulement des activités culturelles et événementielles.

Les espaces extérieurs occupent également une place importante dans la composition architecturale du projet. Le patio central permet d'assurer l'éclairage naturel et la ventilation des espaces intérieurs, tandis que les jardins, espaces de détente, aires de jeux et zones d'exposition extérieures renforcent le caractère convivial et ouvert du projet.

Par ailleurs, les fonctions de service et les espaces techniques ont été regroupés dans des zones indépendantes afin de ne pas perturber les espaces publics. Cette organisation permet de séparer clairement les circulations publiques, techniques et de service, garantissant ainsi un fonctionnement efficace et harmonieux de l'ensemble du projet.

Ainsi, le plan d'assemblage traduit une conception architecturale fondée sur la fluidité des circulations, la hiérarchisation des espaces et l'intégration des fonctions culturelles dans un environnement fonctionnel, accessible et dynamique.

II.3. Description du plan du Premier étage (R+1) (voir la page 138) :

Le premier étage est principalement consacré aux activités artistiques, pédagogiques et culturelles complémentaires. Il représente un espace dynamique et flexible destiné à accueillir différentes pratiques créatives et événementielles. Son organisation spatiale a été pensée de manière à assurer une continuité fonctionnelle avec le rez-de-chaussée tout en offrant des espaces adaptés aux activités culturelles et artistiques.

Ce niveau accueille les ateliers de musique, conçus pour répondre aux besoins des pratiques artistiques individuelles et collectives. Ces espaces sont accompagnés de locaux de stockage et de salles annexes permettant d'assurer le bon fonctionnement des activités. La disposition de ces espaces garantit une circulation fluide et une organisation fonctionnelle adaptée aux différents usages.

Le vide sur l'auditorium représente un élément architectural important de ce niveau. Il crée une relation visuelle entre les différents étages du projet, renforce la perception spatiale et permet une meilleure diffusion de la lumière naturelle à l'intérieur du bâtiment. Cette ouverture contribue également à donner plus de dynamisme et de fluidité aux espaces intérieurs.

Les salles polyvalentes et audiovisuelles constituent également des éléments majeurs de ce niveau. Elles permettent l'organisation d'ateliers, de projections, de formations et de diverses manifestations culturelles. La flexibilité de ces espaces favorise leur adaptation à plusieurs usages selon les besoins des utilisateurs et des événements organisés au sein du centre culturel.

Le patio central représente un élément architectural important de ce niveau. Il apporte un éclairage naturel et une ventilation aux espaces intérieurs tout en créant une relation

visuelle entre les différents étages du bâtiment. Cette ouverture contribue à renforcer la qualité spatiale et environnementale du projet.

Par ailleurs, les terrasses aménagées jouent un rôle important dans la qualité environnementale du projet. Elles offrent des espaces de détente et de transition pour les utilisateurs tout en renforçant l'ouverture du bâtiment sur son environnement extérieur.

Ainsi, le premier étage traduit une approche architecturale fondée sur la flexibilité des espaces, la valorisation des activités culturelles et artistiques, ainsi que sur la création d'un environnement fonctionnel, ouvert et adapté aux besoins des usagers.

II.4. Description du plan du Deuxième étage (R+2) :(voir la page 139)

Le deuxième étage représente un niveau consacré principalement aux fonctions administratives, culturelles et intellectuelles du projet. Son organisation spatiale a été pensée de manière à assurer une continuité fonctionnelle avec les niveaux inférieurs tout en offrant des espaces plus calmes et adaptés aux activités de gestion, de consultation et de rencontre.

Ce niveau accueille plusieurs espaces administratifs, notamment les bureaux du directeur, du sous-directeur, du secrétariat ainsi que des espaces de travail et de réunion destinés à la gestion et à l'organisation des différentes activités du centre culturel. La disposition de ces espaces permet une circulation claire et une séparation efficace entre les zones administratives et les espaces accessibles au public.

La bibliothèque constitue l'un des éléments majeurs du deuxième étage. Elle offre un environnement propice à la lecture, à la recherche et à la consultation, favorisant les activités intellectuelles et éducatives. Les espaces multimédias et les salles de conférence destinées au public viennent compléter ce niveau en permettant l'organisation de présentations, de rencontres culturelles et d'activités pédagogiques.

Par ailleurs, les terrasses aménagées jouent un rôle important dans la qualité environnementale du projet. Elles offrent des espaces de détente et de transition pour les utilisateurs tout en renforçant l'ouverture du bâtiment sur son environnement extérieur. Ainsi, le deuxième étage traduit une organisation architecturale équilibrée entre les

fonctions administratives, culturelles et éducatives, tout en assurant confort, fluidité des circulations et continuité spatiale avec l'ensemble du projet.

II.5. Présentation du plan de toiture (voir la page 140):

Le plan de toiture constitue un élément majeur de l'identité architecturale du projet. Les toitures ont été conçues sous forme de volumes fluides et courbes inspirés du mouvement des ailes d'un oiseau, traduisant ainsi les notions de dynamisme, de liberté et de rayonnement culturel. Cette expression formelle renforce le caractère contemporain et symbolique du centre culturel.

Au-delà de leur rôle esthétique, les toitures participent activement à l'amélioration des performances environnementales du bâtiment. Leur forme permet d'optimiser l'éclairage naturel, la ventilation et la protection solaire des espaces intérieurs. Les variations de hauteurs et les ouvertures intégrées dans les toitures favorisent également la création d'ambiances lumineuses dynamiques adaptées aux différentes fonctions culturelles du projet.

Les terrasses et les surfaces accessibles intégrées dans la toiture créent des espaces supplémentaires de rencontre et de contemplation tout en renforçant la relation entre l'architecture et le paysage urbain environnant. Ainsi, le traitement des toitures ne constitue pas uniquement une réponse technique, mais également un élément conceptuel fort participant à l'identité et au rayonnement du projet architectural.

Approche stylistique :

III.1. Les sources d'inspirations

Le projet s'inspire des sources suivantes :



Figure 141: le KAFD de Zaha Hadid;
Source : <https://www.archdaily.com>



Figure 142: Tonglu High-speed Railway Station; **Source :**
<https://i.pinimg.com>

III.2. Choix de matériaux :

Les matériaux retenus pour le projet ont été sélectionnés en fonction de leurs performances techniques, de leur contribution esthétique et de leur adéquation avec le concept architectural adopté.

Moucharabieh en acier : Le moucharabieh en acier a été intégré à la façade afin de préserver et valoriser l'identité architecturale locale de la ville

Verre électrochromique : Le verre électrochromique a été choisi pour sa capacité à réguler automatiquement l'apport de lumière et de chaleur, améliorant ainsi le confort visuel et thermique des usagers tout en réduisant la consommation énergétique du bâtiment.

Béton préfabriqué : Le béton préfabriqué a été utilisé pour son aspect contemporain, sa durabilité et sa capacité à offrir une enveloppe architecturale homogène, tout en garantissant une mise en œuvre rapide et une excellente résistance aux conditions climatiques.

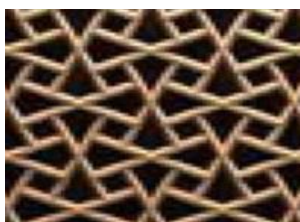


Figure 143: moucharabieh en acier ; **Source :**
<https://i.pinimg.com>

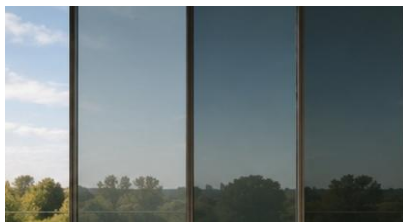


Figure 144: verre électrochromique; **Source :**
auteur générer par ai



Figure 145: béton préfabriquée
Source : <https://www.google.com>

III.3. Ambiance intérieure :

Les espaces intérieurs adoptent un style contemporain et durable, avec une lumière naturelle maîtrisée et des teintes neutres créant une ambiance lumineuse, confortable et accueillante.



Figure 148: atelier de musique;
Source : auteur



Figure 146: espace de circulation;
Source : auteur



Figure 147: galerie d'exposition;
Source : auteur



Figure 149: sanitaires publics;
Source : auteur



Figure 150: restaurant;
Source : auteur



Figure 151: auditorium;
Source : auteur

III.4. La façade :

La façade principale du projet est orientée vers l'ouest e qui l'expose fortement au rayonnement solaire durant l'après-midi. Afin de limiter les apports thermiques excessifs tout en garantissant un confort visuel optimal, le projet intègre du verre électrochromique. Par ailleurs, des moucharabiehs contemporains inspirés du patrimoine de Nedroma renforcent l'identité architecturale du bâtiment (figure 152).



Figure 152: façade ouest. **Source :** auteur

L'approche technique :

Ce chapitre a pour objectif de présenter les différents aspects techniques du projet, notamment les choix structurels, les matériaux et les technologies adoptées dans la conception du bâtiment. Il vise également à expliquer les solutions mises en œuvre afin d'assurer le confort, la sécurité et la performance fonctionnelle et environnementale de l'équipement.

IV.1. Système structurelle de projet :

IV.1.1. L'infrastructure :

Le projet, implanté sur un terrain en pente dans la ville de Nédroma, nécessite une préparation rigoureuse du sol afin d'assurer la stabilité générale de l'ouvrage et une bonne adaptation à la topographie du site. L'infrastructure a été pensée selon une logique structurelle mixte, combinant une structure métallique au niveau de la salle de spectacle et une structure en béton armé pour les autres composantes du projet.

La salle de spectacle adopte une structure métallique composée principalement de profilés métalliques en I, choisis pour leur capacité à franchir de grandes portées tout en offrant une légèreté structurelle et une grande flexibilité architecturale. Cette solution permet de créer un espace intérieur dégagé, adapté aux exigences acoustiques et fonctionnelles d'un auditorium contemporain. Les éléments métalliques sont assemblés à l'aide de systèmes de boulonnage assurant une connexion rigide et stable entre les différentes pièces structurelles. Les poteaux métalliques sont ancrés à l'infrastructure grâce à des platines boulonnées fixées par des tiges filetées intégrées dans le béton, garantissant ainsi une transmission efficace des charges verticales et horizontales vers le sol tout en assurant la durabilité et la stabilité de l'ensemble structurel. (Figure 153)

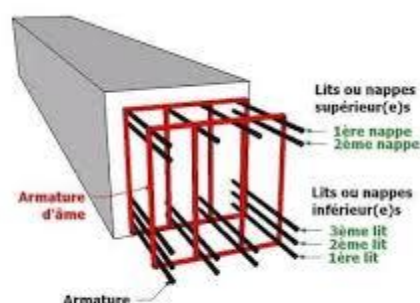


Figure 153: assemblages des profils métalliques par boulonnage avec les semelles en béton armé; **Source :** <https://info.cype.com>

Concernant le reste du projet, le système constructif adopté repose sur une structure en poteaux-poutres en béton armé. Ce choix permet d'assurer une grande résistance mécanique ainsi qu'une bonne stabilité de l'édifice. Les poteaux et les poutres travaillent de manière complémentaire afin de transmettre les charges vers le sol de façon homogène,

assurant ainsi l'équilibre général du bâtiment. Ce système constructif offre également une grande flexibilité dans l'organisation des espaces intérieurs et facilite l'intégration des différentes fonctions culturelles du projet.

L'utilisation combinée de la structure métallique et du béton armé permet de répondre aux spécificités fonctionnelles de chaque entité architecturale tout en garantissant une cohérence technique et constructive à l'échelle du projet. Cette complémentarité structurelle participe également à l'expression architecturale du centre culturel, en associant performance technique, innovation et qualité spatiale.

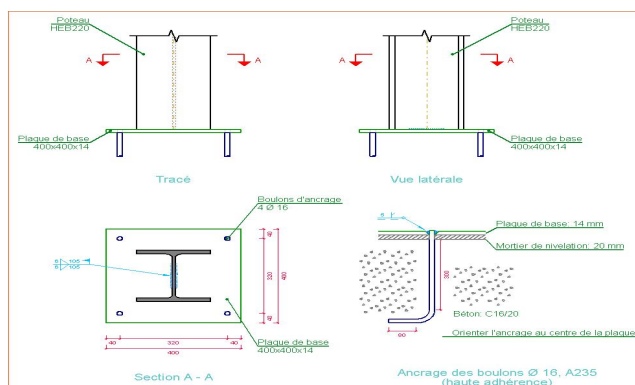


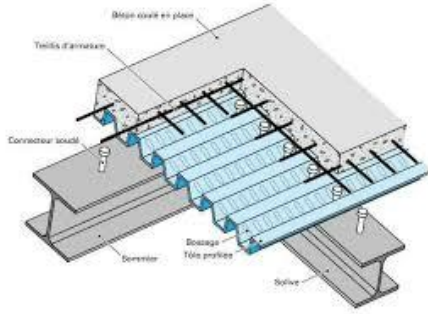
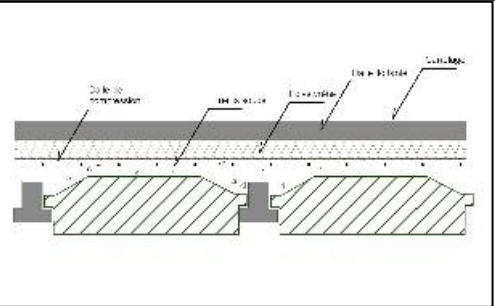
Figure 154: structure poteau poutre en béton armé

Source : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>

IV.1.2. La super structure :

Le projet s'articule autour d'un système structurel hybride combinant plusieurs types de planchers et de couvertures, chacun étant choisi selon les exigences fonctionnelles, techniques et architecturales des différents espaces. Cette diversité constructive permet d'assurer à la fois la stabilité de l'ouvrage, le confort des usagers ainsi qu'une optimisation des portées et des charges.

Voici un tableau récapitulatif adapté à ton projet, intégrant les différents espaces, types de planchers, justifications techniques et schémas simplifiés

Espace	Type de plancher	Description	Détaille
Auditorium	Dalle collaborant sur structure métallique (figure 155).	La salle d'auditorium est réalisée avec un plancher collaborant acier-béton reposant sur une structure métallique afin de franchir de grandes portées sans poteaux intermédiaires. Ce système permet de réduire le poids de la structure, d'améliorer la reprise des efforts de flexion et d'assurer une bonne stabilité face aux vibrations.	 Figure 155:détaille de dalle collaborant Source : https://encrypted-tbn0.gstatic.com
Le reste de projet	Plancher poutrelles-hourdis (figure 156).	Système économique adapté aux portées moyennes. Il assure une bonne reprise des charges avec un poids réduit grâce aux hourdis, tout en garantissant rapidité d'exécution et optimisation structurelle.	 Figure 156:détaille de plancher poutrelle hourdis Source : https://www.leplancherpoutrelleshourdispourlesnuls.com

Porte-à-faux	Dalle post-contraint / console métallique (figure 157).	Solution structurelle permettant de franchir de grandes portées sans appuis. Elle réduit les flèches et assure la stabilité du volume en porte-à-faux grâce à la précontrainte ou à une structure métallique.	Figure 157:détaille de dalle post contraint; Source : data : image/png
----------------------------	--	--	---

IV.2. Mur rideau :

Le mur rideau du projet constitue une façade vitrée moderne composée d'une structure légère en aluminium et de panneaux de verre électrochromique. Il permet d'assurer une grande transparence, un apport optimal en lumière naturelle et une relation visuelle entre l'intérieur et l'extérieur. Grâce au vitrage intelligent, la façade adapte automatiquement sa transparence selon l'ensoleillement afin d'améliorer le confort thermique et visuel des usagers. Ce système contribue également à réduire la consommation énergétique du bâtiment tout en renforçant l'image architecturale contemporaine et durable du centre.

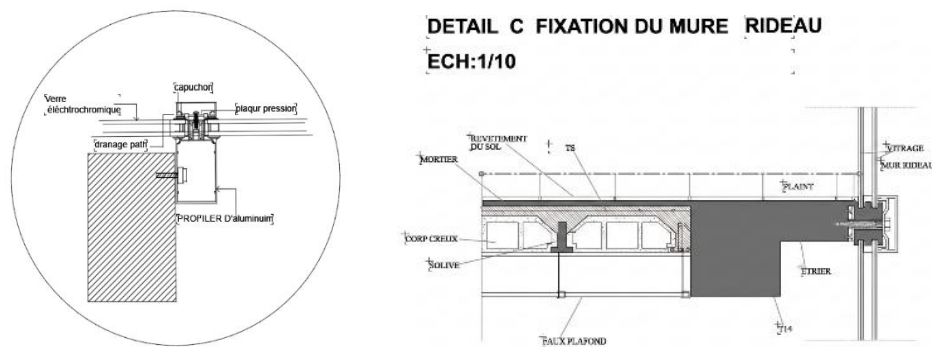


Figure 158: détail de mur rideau; Source : auteur

IV.3. Isolation acoustique :

Les murs de l'auditorium et des salles de musique sont conçus à partir d'une structure en brique creuse associée à un complexe acoustique multicouche. Ce système comprend une ossature métallique désolidarisée, une isolation en laine de roche et un revêtement acoustique intérieur en panneaux perforés. Cette composition permet d'assurer une excellente isolation phonique tout en améliorant la qualité acoustique intérieure des espaces culturels. La présence d'une lame d'air et de matériaux absorbants contribue à réduire la réverbération et la transmission des vibrations sonores entre les différents espaces du projet.

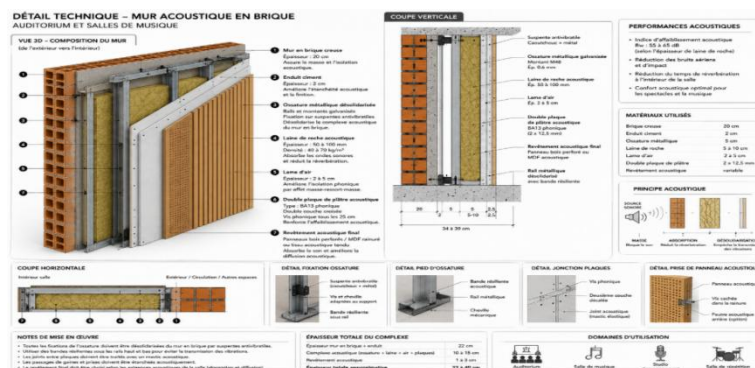


Figure 159 : détail d'isolation acoustique utiliser; Source : Auteur, inspiré des principes de l'acoustique architecturale et des détails techniques des systèmes d'isolation phonique (Placoplatre, Rockwell, Knauf).

IV.4. Système d'Évacuation des Eaux Pluviales (Impluvium Intégré)

La gestion hydrique du projet est intimement liée à sa morphologie, transformant la toiture organique en "vagues" en un impluvium géant qui guide gravitationnellement et rapidement les eaux pluviales vers les lignes de rive périphériques. À la jonction de la coque et de la façade, le flux est collecté par un chéneau continu encastré en matériau composite (figure 160) ; ce canal, traité anti-UV et doté d'une pente interne de 1 %, est subtilement dissimulé derrière l'arc de rive métallique afin de préserver la pureté et la continuité visuelle de l'enveloppe. L'évacuation vers le sol s'opère ensuite via des conduites siphoniques en PEHD de gros diamètre ($\varnothing$ 200 mm), entièrement noyées dans la structure des poteaux et des culées de fondation en béton. Afin de garantir un confort acoustique absolu au sein de l'auditorium et d'éliminer les bruits d'écoulement parasites pendant les représentations, ces tuyaux de descente sont enveloppés d'une gaine isolante auto-adhésive et suspendus par des colliers amortisseurs de vibrations. Enfin, s'inscrivant dans un cycle écoresponsable, les eaux collectées traversent un filtre mécanique primaire en pied de culée avant d'être stockées dans une citerne enterrée, assurant ainsi l'autonomie du centre pour l'alimentation des chasses d'eau et l'arrosage des aménagements paysagers du parvis (figure 161).



Figure 160: chéneau;

Source : <https://comat.fr/wcontent/uploads/2025/02/cheneaux-5.webp>

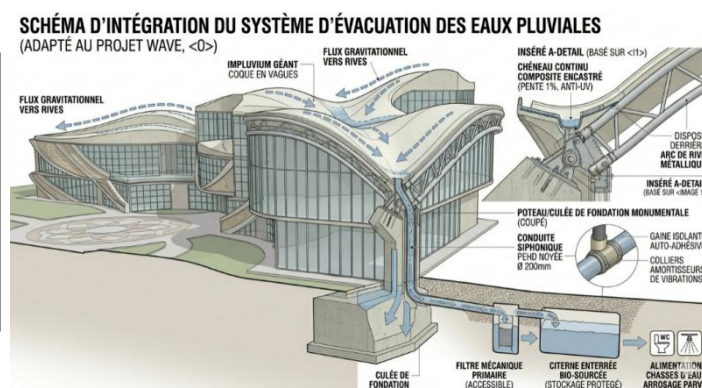


Figure 161: schéma représentatif de Système d'Évacuation des Eaux Pluviales (Impluvium Intégré); **Source :** auteur générer par ai

3.6. Système de climatisation centrale :

Le projet adopte un système de climatisation centrale afin d'assurer un confort thermique optimal dans les différents espaces culturels. Ce système permet le traitement et la distribution homogène de l'air à travers des centrales de traitement d'air et un réseau de

gaines intégrées à la structure architecturale, garantissant ainsi performance énergétique, confort acoustique et qualité d'air intérieur.



Figure 162:cassette

Source : <https://www.shutterstock.com>

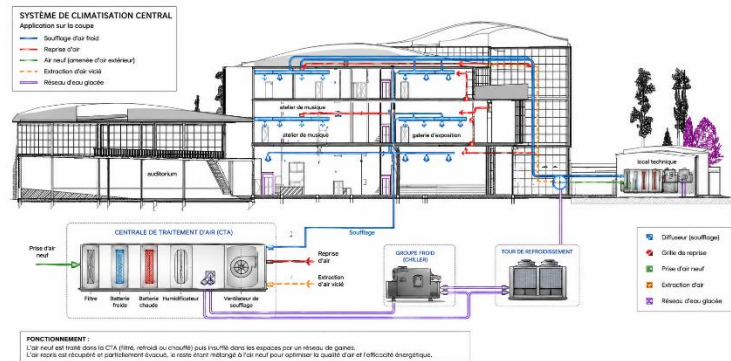


Figure 163:schéma de climatisation centrale; Source : auteur générer par AI

IV.5. Système de chauffage central :

Le projet est équipé d'un système de chauffage central alimenté par une pompe à chaleur air-eau assurant une production de chaleur performante et économe en énergie. La distribution est assurée par un réseau de canalisations calorifugées alimentant des radiateurs à panneaux en acier (figure 164) et des ventilo-convecteurs dans les espaces de grande surface comme l'auditorium. Ces équipements ont été choisis pour leur rendement thermique élevé, leur rapidité de montée en température et leur capacité à diffuser la chaleur de manière homogène. L'ensemble est piloté par une régulation centralisée permettant d'optimiser le confort thermique tout en réduisant la consommation énergétique du bâtiment.



Figure 164:radiateurs à panneaux en aciers; Source : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>

IV.6. Système AEP :

Le système d'alimentation en eau potable du projet est raccordé au réseau public et comprend une bache de stockage, un groupe de surpression et un réseau de distribution en tubes multicouches PEX-AL-PEX ou en PPR, choisis pour leur durabilité et leur résistance à la corrosion. Les conduites sont intégrées dans les gaines techniques, les faux plafonds et les planchers techniques, puis fixées par des colliers anti vibratiles et protégées par un calorifugeage. L'installation est complétée par des vannes des clapets anti-retours et des dispositifs de contrôle assurant une distribution fiable, sécurisée et facile à entretenir (figure 167).

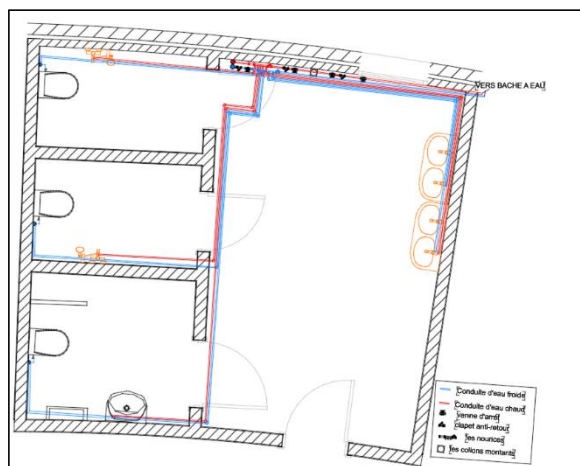


Figure 165: schéma d'installation d'ape; Source: Auteur

IV.7. Système de protection contre l'incendie :

Afin d'assurer la sécurité des usagers et la protection du bâtiment, le projet est équipé d'un système de protection incendie intégré conforme aux exigences des établissements recevant du public (ERP). Le dispositif repose sur un réseau d'eau incendie dédié alimentant des sprinklers automatiques répartis dans les différents espaces du bâtiment. Ces sprinklers sont raccordés à une centrale de détection incendie reliée à des détecteurs de fumée, permettant une détection précoce du sinistre, le déclenchement de l'alarme et la localisation rapide de la zone concernée.

Le système est complété par des Robinets d'Incendie Armés (RIA), implantés dans des emplacements stratégiques afin de permettre une intervention immédiate sur les départs de feu, ainsi que par des extincteurs portatifs adaptés aux différents risques présents dans le bâtiment. L'ensemble du système est complété par une signalisation de sécurité, un éclairage de secours et des issues d'évacuation clairement identifiées permettant une évacuation rapide et sécurisée des occupants en cas d'urgence. Cette organisation garantit un niveau élevé de protection des personnes et des biens tout en répondant aux normes de sécurité applicables aux équipements culturels (figure 166).

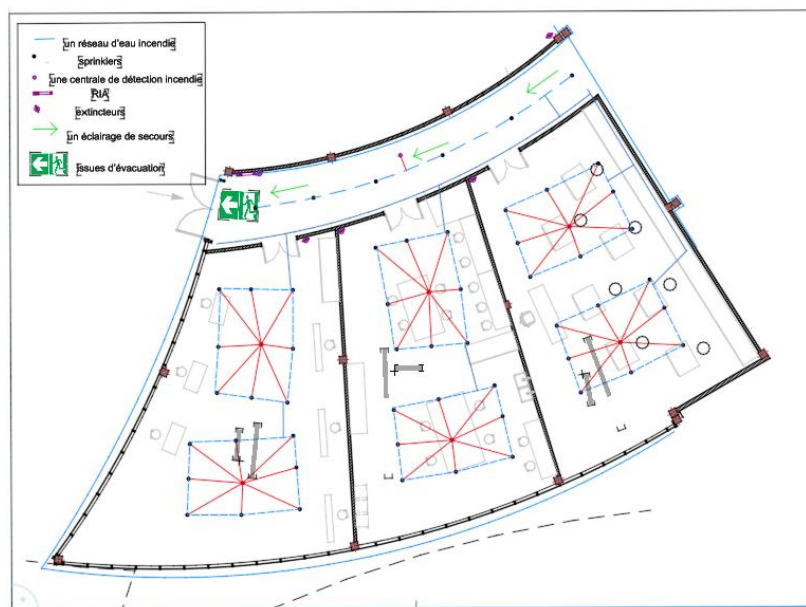


Figure 166: schéma de système d'anti incendie; Source : auteur

IV.8. Système électrique :

L'électricité du centre culturel arrive d'abord au compteur principal, puis peut être alimentée en secours par un **groupe électrogène** (figure 168) en cas de coupure. Elle est ensuite dirigée vers le **tableau général basse tension (TGBT)** (figure 169), qui assure la distribution et la protection de l'ensemble du bâtiment.

À partir du TGBT, l'énergie est répartie vers des **boîtes de distribution** (figure 170) qui alimentent chaque zone du projet. Ensuite, le courant passe par des **boîtes de dérivation** (figure 171) permettant la répartition locale des circuits. Enfin, l'électricité arrive aux **interrupteurs, prises et luminaires**, assurant le contrôle et l'utilisation dans les différents espaces.



Figure 167: compteur; Source : <https://www.google.com>



Figure 168: tableau général; Source : <https://www.google.com>



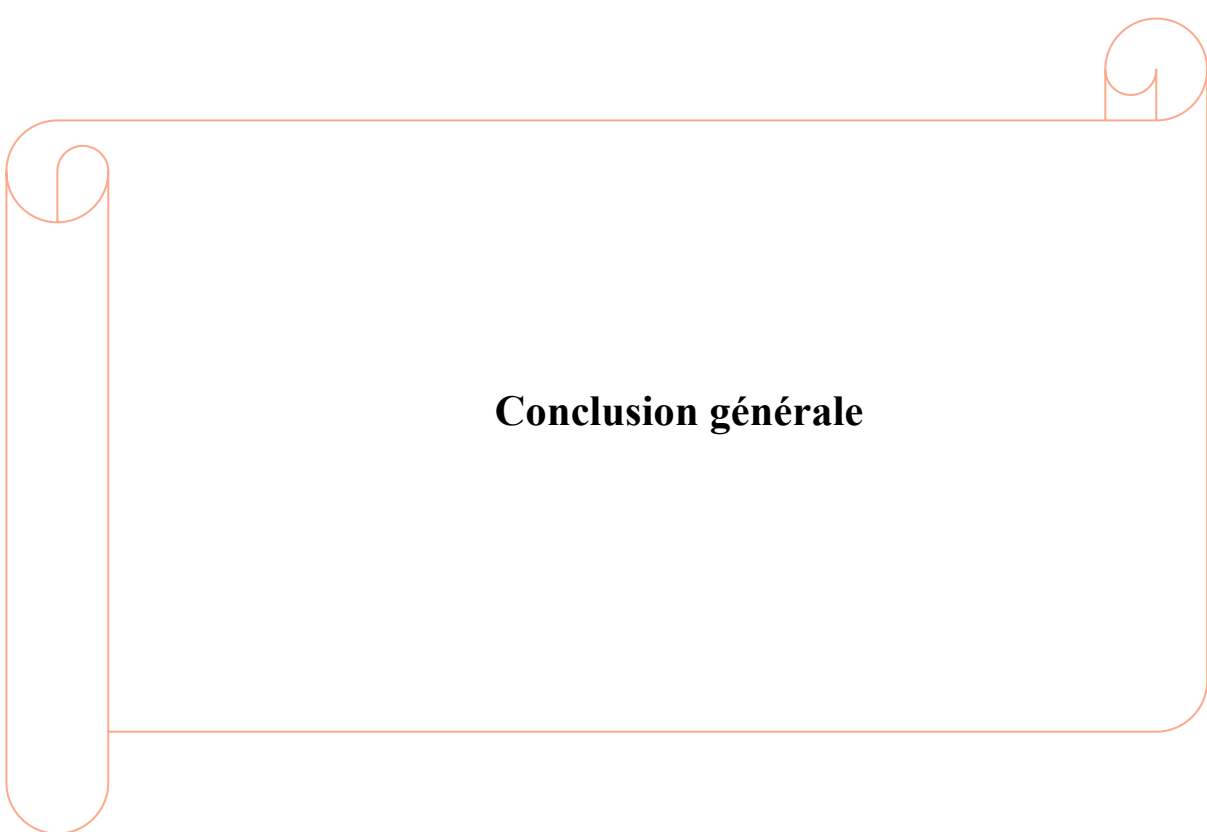
Figure 169: groupe électrogène; Source : <https://www.google.com>



Figure 170: boîtes de distribution; Source : <https://www.google.com>



Figure 171: boîte de dérivation; Source : <https://www.google.com/>

A decorative orange scrollwork border frames the central text. It starts with a small scroll at the top right, goes left, then down on the left side with another scroll at the bottom left, then right, and finally up on the right side to close the frame.

Conclusion générale

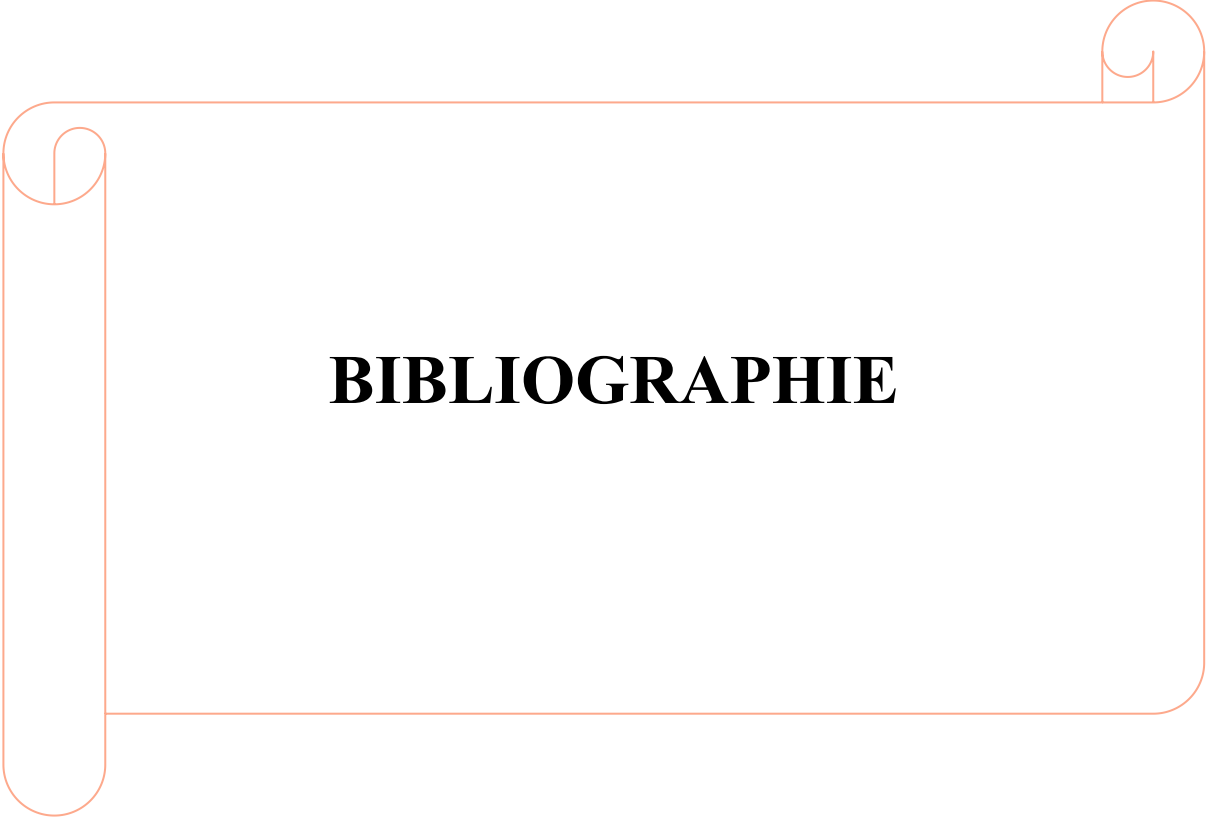
Conclusion générale

Au terme de ce travail de recherche intitulé « Vers des espaces paysagers durables : la contribution du verre électrochromique à la performance environnementale dans la conception d'un centre culturel à Nedroma », il apparaît que l'intégration de technologies innovantes constitue une réponse pertinente aux enjeux environnementaux, énergétiques et culturels de l'architecture contemporaine.

La problématique de cette étude consistait à comprendre comment le verre électrochromique pouvait améliorer le confort visuel, la performance environnementale et la qualité des espaces paysagers d'un centre culturel tout en respectant les valeurs culturelles liées à l'intimité. Les résultats obtenus ont permis de confirmer l'hypothèse de départ, démontrant que ce matériau intelligent contribue à la maîtrise des apports solaires, à la réduction de la consommation énergétique et à l'amélioration du confort des usagers.

Les objectifs fixés ont été atteints à travers l'étude du verre électrochromique, l'élaboration d'une conception architecturale intégrée associant paysage et technologie, ainsi que l'adaptation du projet aux spécificités climatiques et culturelles de Nedroma. Le projet proposé met en évidence l'importance d'une relation harmonieuse entre le bâtiment et son environnement, où les espaces paysagers participent pleinement à la qualité architecturale et au bien-être des usagers.

En définitive, cette recherche démontre que le verre électrochromique représente une solution innovante capable de renforcer la durabilité des équipements culturels tout en améliorant leur performance environnementale. Le centre culturel conçu dans le cadre de ce mémoire constitue ainsi une proposition architecturale conciliant innovation, identité locale et développement durable, ouvrant de nouvelles perspectives pour la conception des équipements publics en Algérie.

A decorative orange line forms a scrollwork border around the central text. It starts with a small scroll at the top right, goes left, then down on the left side with another scroll at the bottom, then right, and finally up on the right side to close the loop.

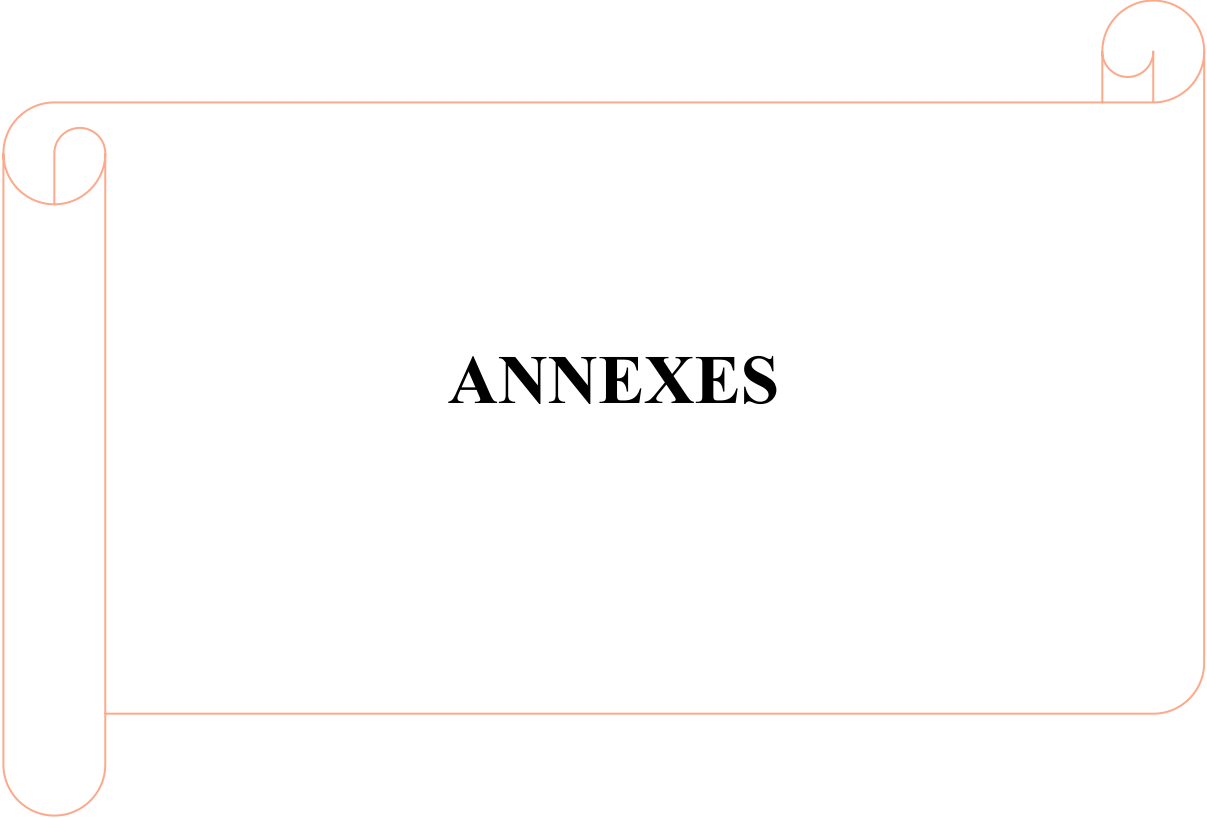
BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

1. Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. Taylor & Francis.
2. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities. Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, Vienna, Austria. Disponible sur : https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf (consulté le 10 mai 2026).
3. OECD. (2020). Smart Cities and Inclusive Growth: Building Resilient and Sustainable Cities. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris. Disponible sur : https://www.oecd.org/cfe/cities/OECD_Policy_Paper_Smart_Cities_and_Inclusive_Growth.pdf (consulté le 10 mai 2026).
4. Kitchin, R. (2014). The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14. Springer. DOI : 10.1007/s10708-013-9516-8. Disponible sur : <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-013-9516-8> (consulté le 10 mai 2026).
5. Meijer, A., & Bolívar, M. P. R. (2016). Governing the Smart City: A Review of the Literature on Smart Urban Governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392-408. DOI : 10.1177/0020852314564308. Disponible sur : <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0020852314564308> (consulté le 10 mai 2026).
6. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21. Taylor & Francis. DOI : 10.1080/10630732.2014.942092. Disponible sur : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10630732.2014.942092> (consulté le 10 mai 2026).
7. Komninos, N. (2013). What makes cities intelligent?. In Deakin, M. (Ed.), *Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition* (pp. 77-98). Routledge, London. Disponible sur : <https://www.routledge.com/Smart-Cities-Governing-Modelling-and-Analysing-the-Transition/Deakin/p/book/9780415893164> (consulté le 10 mai 2026).

8. UN-Habitat. (2022). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. Nairobi : United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/wcr/> (consulté le 10 mai 2026).
9. Thiel, S. (2018). Smart Landscapes: Digital Technologies in Landscape Architecture and Urban Design. London: Routledge. Disponible sur : <https://www.routledge.com/Smart-Landscapes-Digital-Technologies-in-Landscape-Architecture-and-Urban-Design/Thiel/p/book/9781138690426> (consulté le 10 mai 2026).
10. Batty, M. (2019). *Urban analytics defined*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 46(3), 403–405. SAGE Publications. DOI : 10.1177/2399808319839494. Disponible sur : <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2399808319839494> (consulté le 10 mai 2026).
11. European Smart Cities. (2021). Smart Urban Landscapes. European Commission.
12. Batty, M. (2019). The Computational City. Environment and Planning B.
13. Komninos, N. (2013). Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces. Routledge.
14. Addington, M., & Schodek, D. (2005). Smart Materials and Technologies in Architecture. Architectural Press.
15. Weather Spark, Climat moyen à Nedroma (Algérie), disponible sur : <https://fr.weatherspark.com>, consulté le 28 Janvier 2026
16. UNESCO World Heritage Centre. (2025). Nedroma et les Trara. Liste indicative du patrimoine mondial. Consulté le 28 janvier 2026, sur [UNESCO World Heritage Centre](#)
17. Bendjelid A., Prenant A., Serdoun A., Nédroma (Algérie) 1954-1984, Oran, OPU, 1986. Disponible sur : [Open Library](#), consulté le 28 Janvier 2026.
18. PDAU de Nédroma (1993) ; Bendjelid et al. (1986).
19. PDAU de Nédroma (1993, révision 2004).

20. PDAU de Nédroma (1993, 2004) ; documents communaux (APC de Nédroma).
21. UNESCO World Heritage Centre. (s.d.). Tentative List: Nédroma. Consulté le 28 janvier 2026, à l'adresse : <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6835>
22. JTC Corporation, 2024
23. URA, 2019
24. Smart Nation Singapore, 2023
25. Housing & Development Board – HDB
26. World Economic Forum, 2021
27. Frontiers in Environmental Science, 2021
28. HDB [World Economic Forum – Sustainable Smart Town](#)
29. HDB – Car-Free Town Centre [Singapore Smart Nation Initiative](#)
30. HDB – Smart Waste Management [Frontiers – Ecological Connectivity in Singapore](#)
31. HDB – Smart and Sustainable Living

A decorative orange scrollwork border frames the central text. It features a vertical scroll on the left, a horizontal scroll at the top right, and a horizontal line at the bottom right.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : dossier graphique

جمهورية الجزائر الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Architecture

Spécialité : Architecture et technologie

Par : Ichou Amina

Sujet

Vers des espaces paysagers durables : contribution du verre électrochromique à la performance environnementale dans la conception d' un centre culturel à Nedroma

Soutenu publiquement, le 23/06/2026, devant le jury composé de :

Mme MALTI Maliha	MCB	Université de Tlemcen	Présidente
Mme BRIKCI Samira	MAA	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme DJILALI Imene	MAA	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme BENABEDLKADER Nawal	MCB	Université de Tlemcen	Encadrante

Année universitaire : 2025/2026

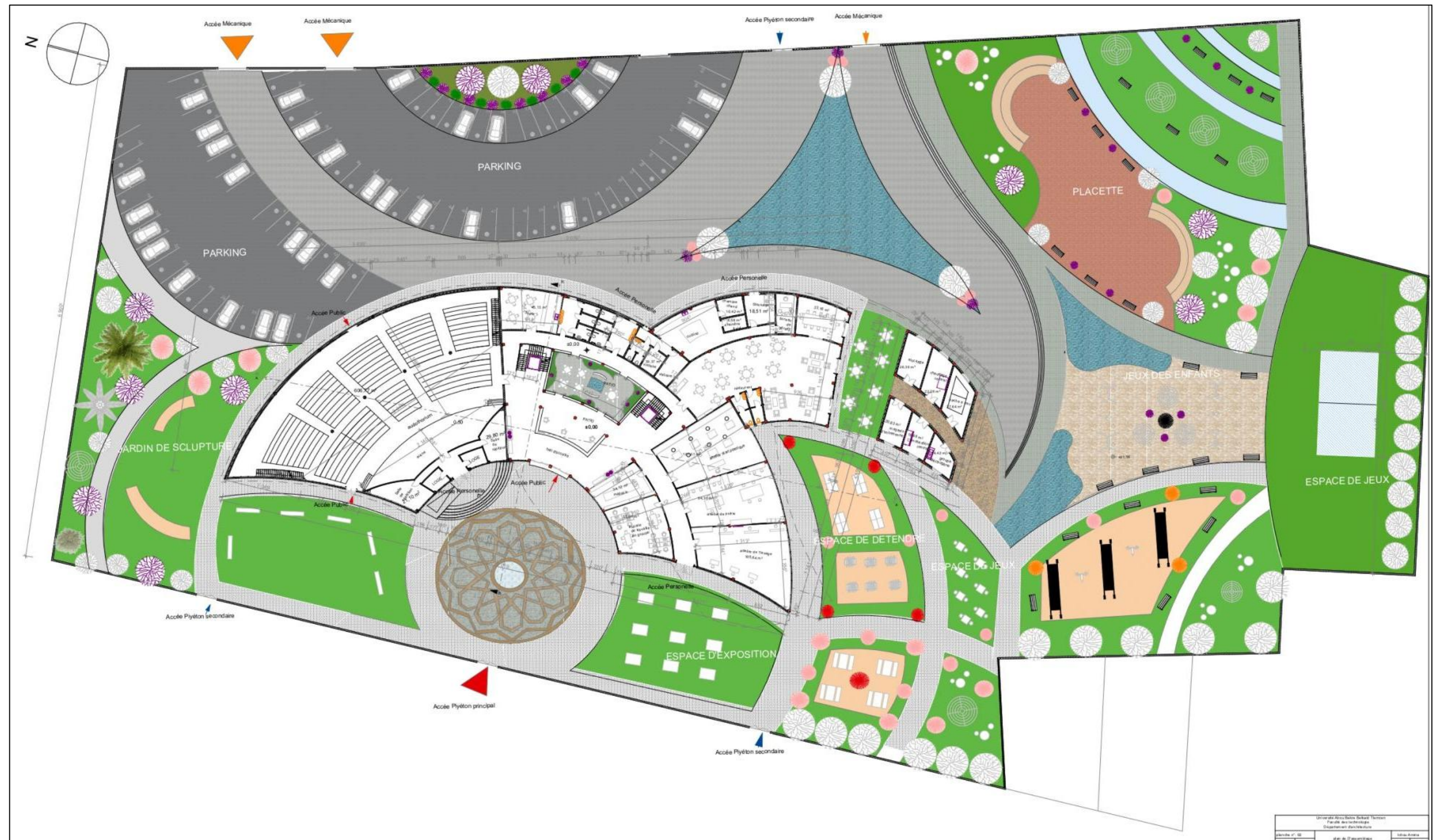


Plan de situation :

Plan de masse :



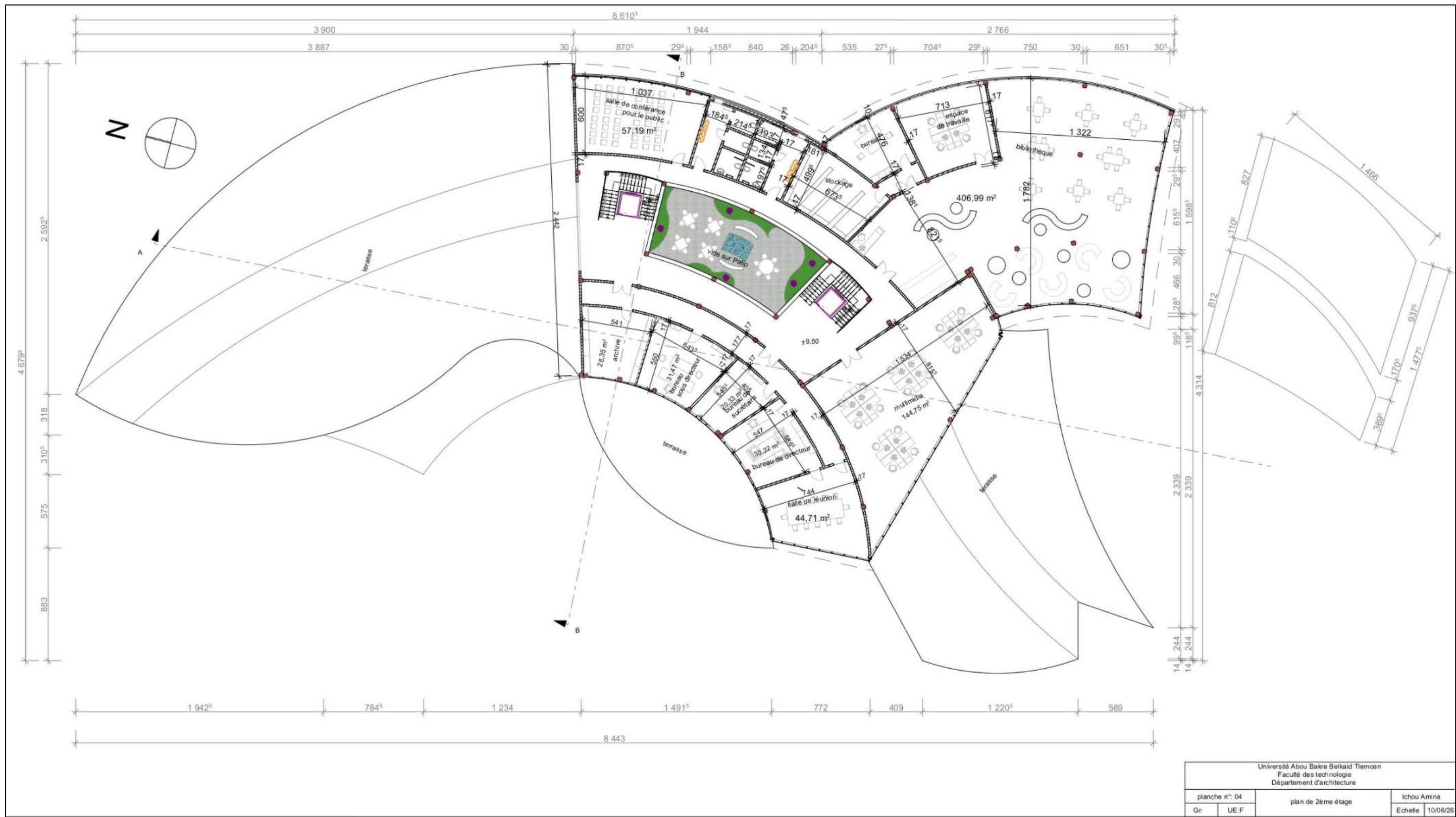
Plan d'assemblage :



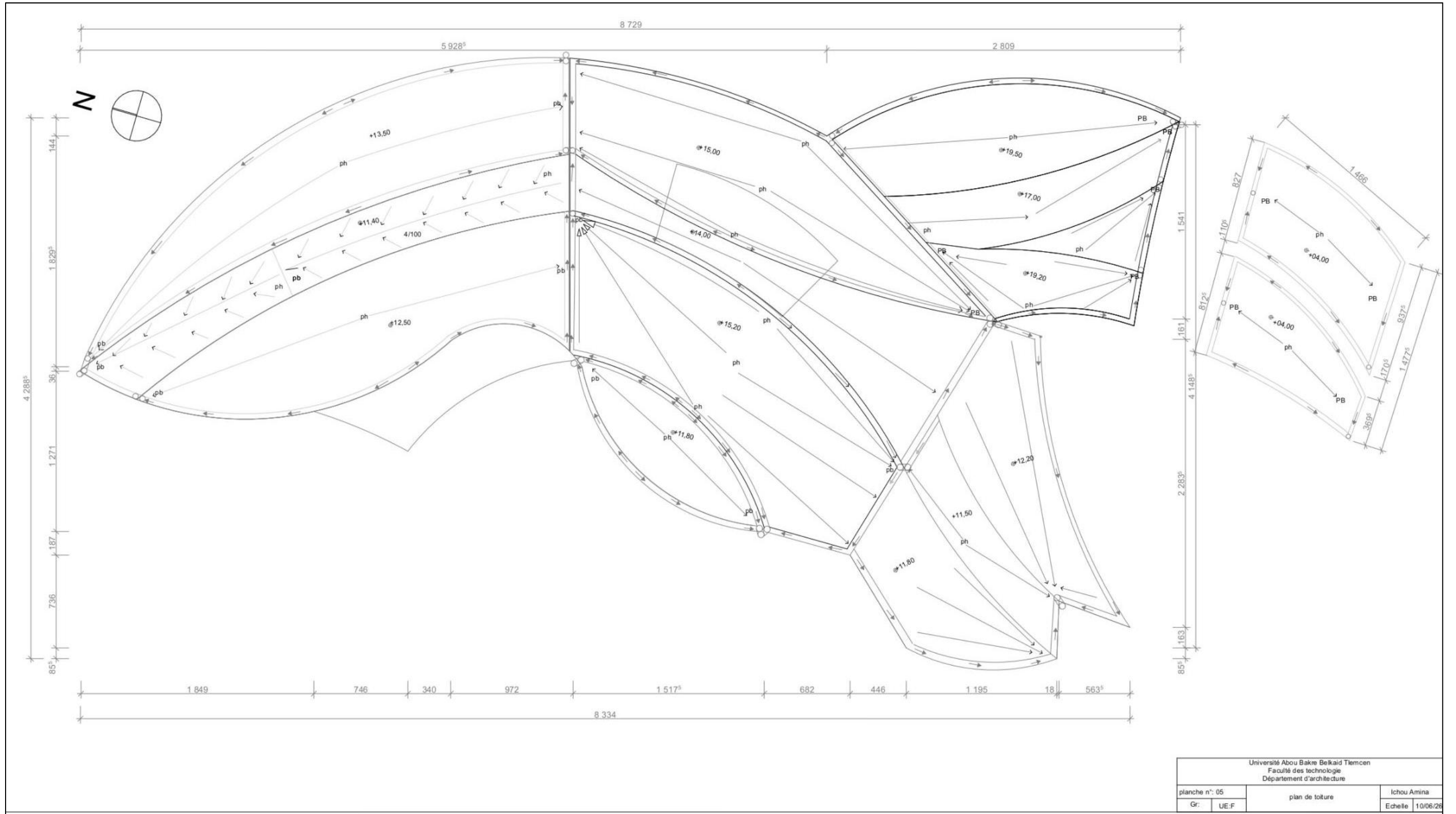
Plan de 1^{er} étage :



Plan de 2^{ème} étage

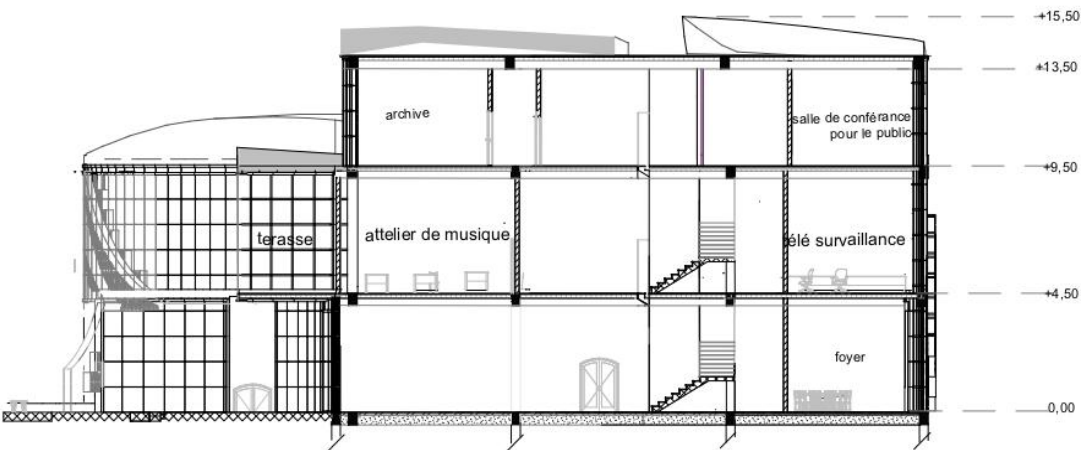
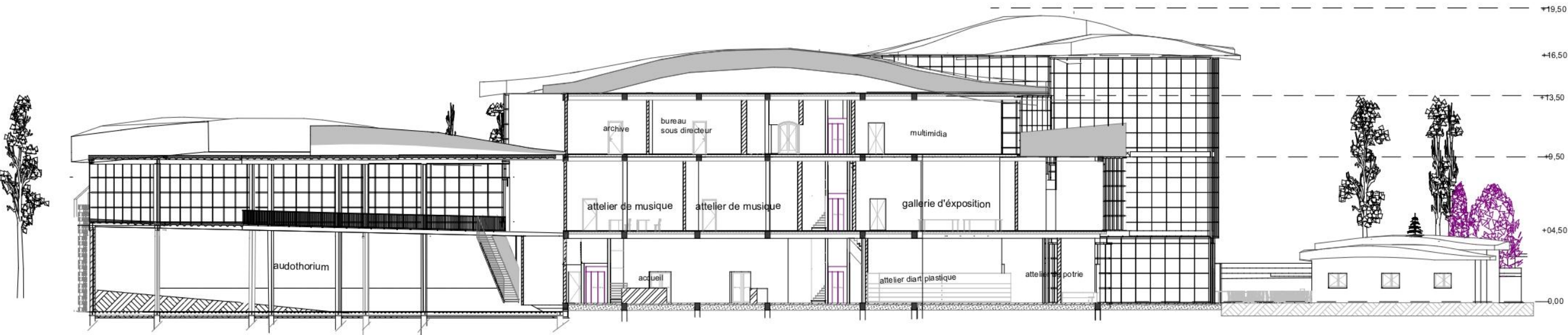


Plan de toiture :



Les coupes

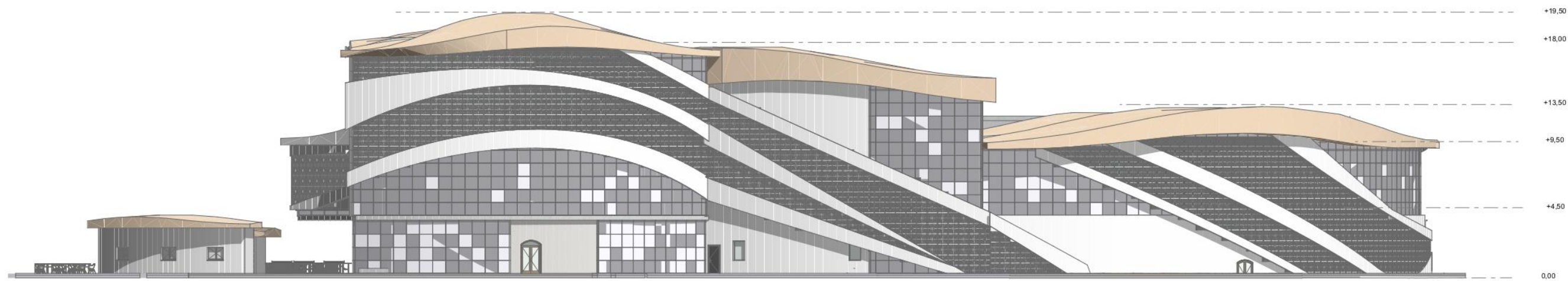
COUPE A-A



COUPE B-B

Université Abou Bakre Belkaid Tlemcen Faculté des technologies Département d'architecture			
planche n°: 06		Les coupes	Ichou Amina
Gr:	UE:F		Echelle 10/06/26

Les façades

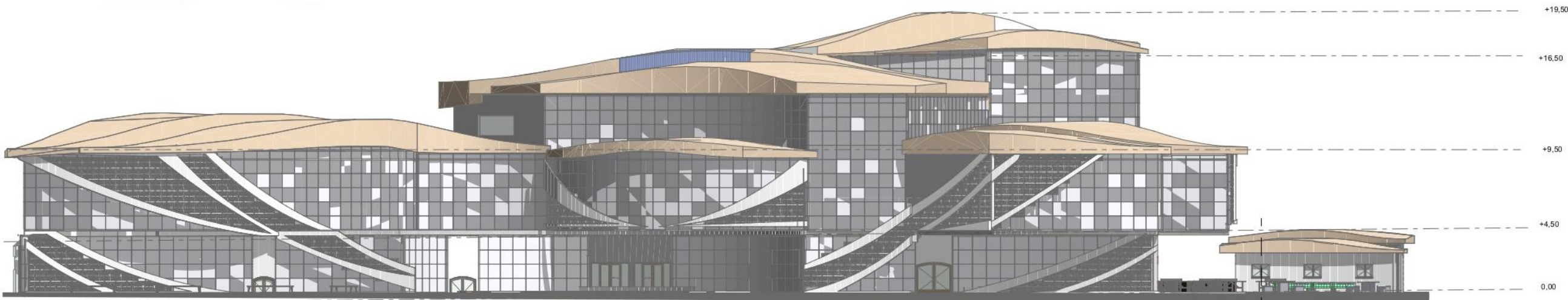


Façade est



Université Abou Bakre Belkaid Tlemcen			
Faculté des technologies			
Département d'architecture			
planche n°: 08		Ichou Amina	
Gr:	UE:F	plan de D'assemblage	Echelle 10/06/26

Les façades

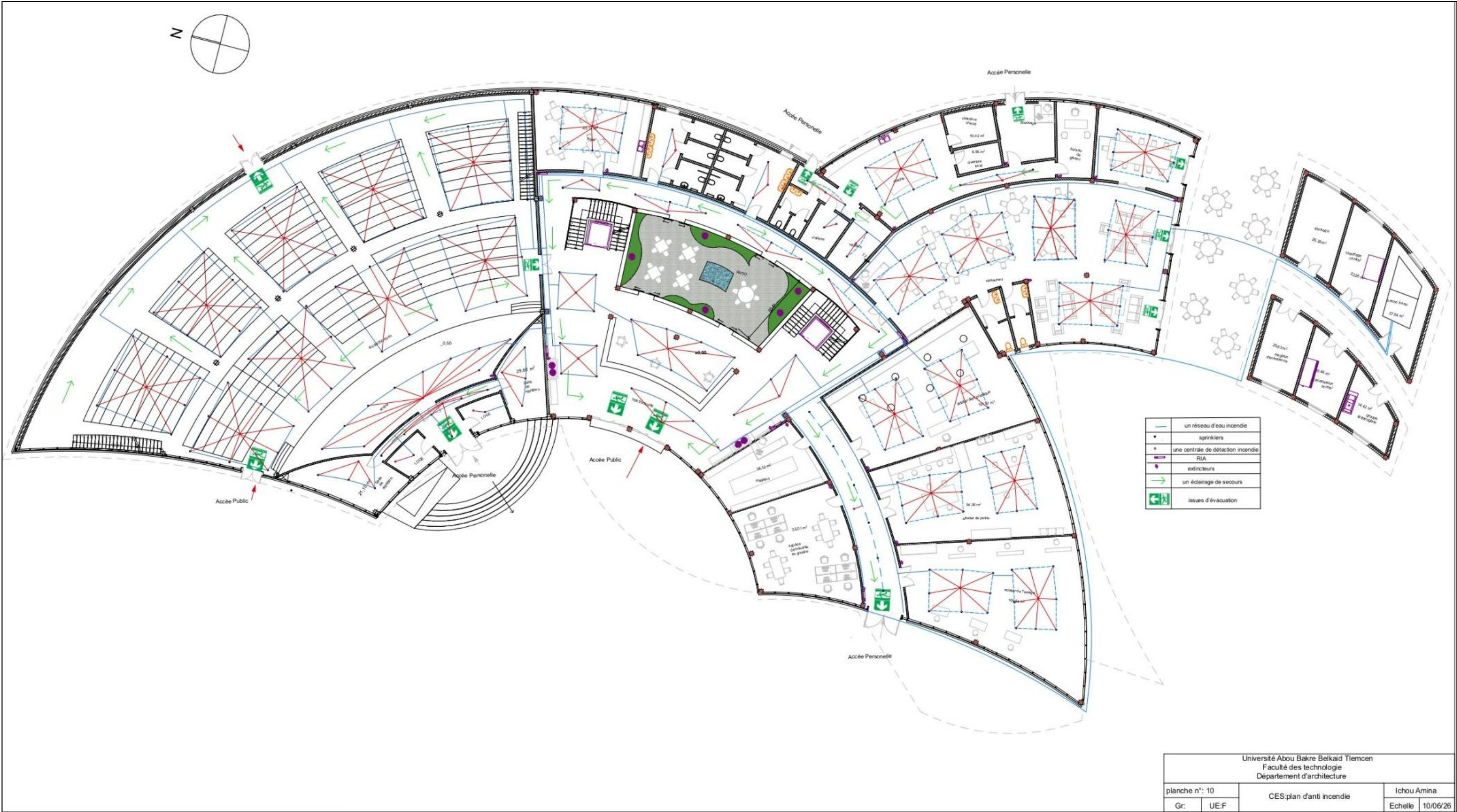


Façade ouest



Université Abou Bakre Belkaid Tiemcen			
Faculté des technologies			
Département d'architecture			
planche n°: 07		plan de D'assemblage	Ichou Amina
Gr:	UE:F		
		Echelle	10/06/26

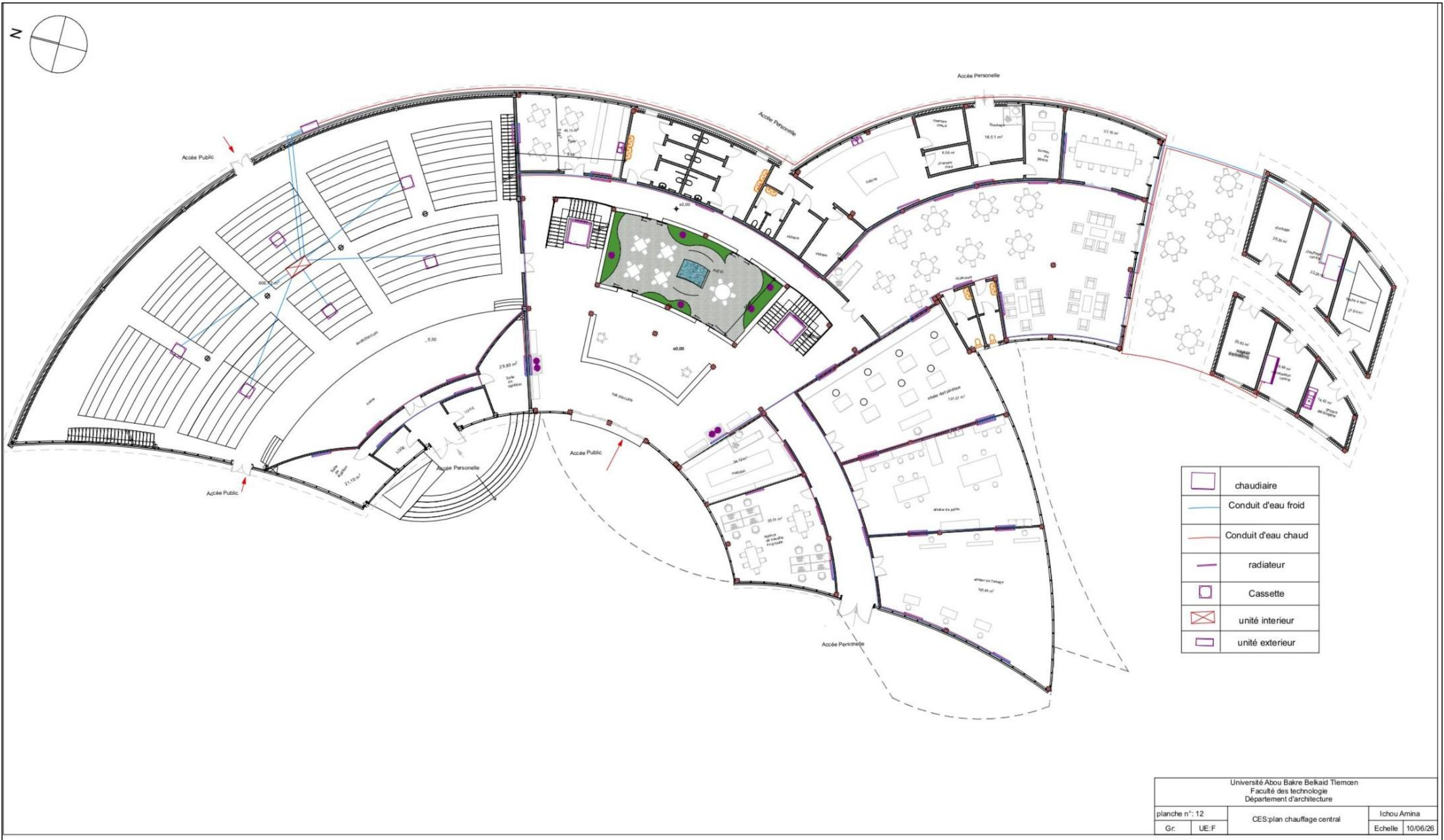
Plan d'anti incendie :



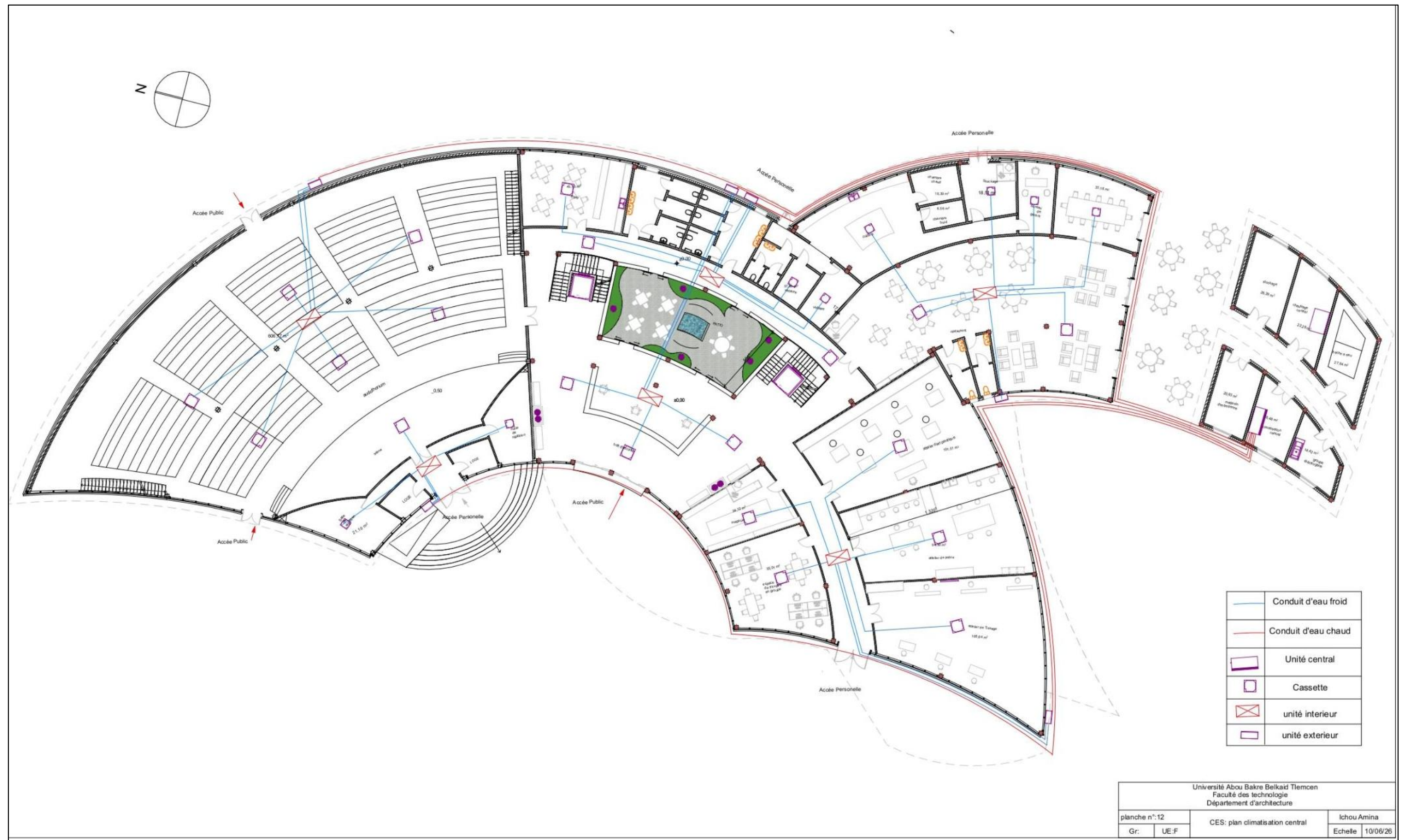




Plan chaufferie



Plan de climatisation



Ambiances extérieures



Université Abou Bakre Belkaid Tlemcen Faculté des technologies Département d'architecture		
planche n°:	les ambiances	
Gr:	UE:F	Ichou Amina Echelle 10/06/26



Université Abou Bakr Belkaid Tiemcen Faculté des technologies Département d'architecture		
planche n°:	les ambiances	Ichou Amina
Gr: UE.F		Echelle 10/06/26



Université Abou Bakre Belkaid Tiemcen Faculté des technologies Département d'architecture		
planche n°:	rendu	Idrou Amina
Gr: UE:F		Echelle 10/06/26

Ambiances intérieures :



Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen			
Faculté des technologies			
Département d'architecture			
planche n°:		rendu	Idriss Amina
Gr:	UE F		Edwile 10/06/20

Annexe 2 : BMC



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

Business Model Canvas

BMC

N° de projet : verre électrochromique

Faculté/Institut : technologie

Département : d'Architecture

Nom du projet : Verre électrochromique

Encadrant 1 : Mme Benabdelkader Nawel

Etudiants : - Ichou Amina

Année universitaire : 2025/2026

1- Proposition de valeur (Value Proposition) القيمة المقترحة

a. Quels problèmes résolvons-nous pour nos clients ?

ما هي المشاكل التي نحلها لعملائنا ؟

- Réduction de la surchauffe intérieure
- Diminution de la consommation énergétique
- Amélioration du confort des usagers
- Valorisation architecturale et esthétique
- Contribution au développement durable

a. Quels besoins de nos clients satisfont nos produits ou services ?

ما هي الاحتياجات التي يلبّيها منتجاتنا أو خدماتنا لعملائنا ؟

- Besoin de confort thermique
- Besoin de confort visuel
- Besoin d'économie d'énergie
- Besoin d'innovation architecturale
- Besoin de durabilité environnementale
- Besoin de flexibilité et d'adaptation

b. En quoi notre offre est-elle différente de celle de nos concurrents ?

في ماذا تختلف عروضنا عن تلك التي يقدمها منافسونا ؟

- Une technologie intelligente et dynamique
- Intégration dans une architecture durable
- Réduction énergétique plus performante
- Adaptée aux villes algériennes
- Valeur esthétique et technologique

c. Quelles est notre proposition unique de valeur ?

ما هو العرض الفريد للقيمة لدينا ؟

Contrairement aux solutions traditionnelles, notre projet propose une technologie capable de modifier automatiquement la transparence du verre selon les conditions climatiques et les besoins des utilisateurs, tout en réduisant la consommation énergétique du bâtiment.

Segments de clients (Customer Segment) : أنواع العملاء :

b. Quels sont nos clients principaux ?

من هم العملاء او الزبائن الرئيسيون؟

- Les architectes et bureaux d'études
- Les promoteurs immobiliers
- Les entreprises de construction
- Les institutions publiques

c. Quels sont les différents segments de clients que nous visons ?

ما هي الفئات المختلفة من العملاء التي تستهدفها؟

- Réduction de la consommation énergétique des équipements publics
 - Respect des normes environnementales
 - Solutions durables et innovantes pour les projets publics
 - Optimisation des budgets de fonctionnement à long terme
- **Segment professionnel (architectes, ingénieurs, BET)**
- Matériaux innovants et performants
 - Solutions techniques intégrables dans les projets architecturaux
 - Amélioration de la performance énergétique des bâtiments
- **Segment immobilier et investisseurs**
- Valorisation des projets immobiliers
 - Bâtiments attractifs et différenciants
 - Rentabilité énergétique à long terme
 - Réduction des coûts d'exploitation
 - Image haut de gamme et moderne des projets
- **Segment culturel et éducatif (centres culturels, musées, universités)**
- Confort thermique et visuel pour les usagers
 - Contrôle de la lumière naturelle (expositions, lecture)
 - Espaces agréables et adaptés aux activités culturelles
 - Réduction de l'éblouissement dans les salles
 - Qualité architecturale et identité culturelle forte

➤ **Segment environnemental et durable**

- Confort thermique et visuel pour les usagers
- Contrôle de la lumière naturelle (expositions, lecture)
- Espaces agréables et adaptés aux activités culturelles
- Réduction de l'éblouissement dans les salles
- Qualité architecturale et identité culturelle forte

d. Comment pouvons-nous catégoriser nos clients en groupes distincts ?

كيف يمكن تصنيف عملائنا الى مجموعات مختلفة؟

On peut classer les clients selon :

1. **Selon le type d'activité**

- Clients institutionnels
- Clients professionnels
- Clients commerciaux et investisseurs

2. **Selon les besoins**

- Clients recherchant le confort
- Clients recherchant la performance énergétique
- Clients recherchant l'innovation

3. **Selon la capacité d'investissement**

- Clients à fort investissement
- Clients à investissement moyen

2- **Relation avec les clients (Consumer Relationships) علاقة مع العملاء**

a. Quel type de relation chaque segment de clients attend il de nous ?

اي نوع من العلاقة يتوقعه كل فئة من العملاء منا؟

➤ **Segment institutionnel (administrations et organismes publics)**

- Relation professionnelle et durable, Suivi des performances du projet, Garantie de qualité et de conformité Support technique et suivi régulier
 - **Segment professionnel (architectes, ingénieurs, BET)**
 - Collaboration technique continue, Assistance dans l'intégration du système, Échange d'informations et innovation, Support de conception et de réalisation
 - **Segment immobilier et investisseurs**
 - Relation orientée rentabilité et performance, Conseils stratégiques et économiques,
 - Présentation des avantages financiers, Service après-vente fiable
 - **Segment culturel et éducatif**
 - Accompagnement personnalisé
 - Sensibilisation aux avantages environnementaux
 - Formation à l'utilisation du système
 - Suivi du confort des utilisateurs Rapports sur performance et satisfaction
 - **Segment environnemental et durable**
 - Une relation basée sur les valeurs écologiques.
- b. Comment entretenons-nous actuellement les relations avec nos clients ?
- كيف نحافظ حاليًا على العلاقات مع عملائنا؟ Communication directe et continue
- Emails professionnels et suivi régulier
 - Sensibilisation et présentation du produit
 - Participation aux événements et échanges professionnels
- c. Comment pouvons-nous améliorer ou personnaliser nos interactions avec nos clients ?

كيف يمكننا تحسين أو تخصيص تفاعلاتنا مع عملائنا؟

- Utiliser des outils numériques et interactifs
- Offrir un accompagnement personnalisé
- Renforcer le suivi client
- Développer une relation basée sur l'écoute
- Proposer des solutions adaptées au contexte local

4-Canaux de distribution (Channels) : قنوات التوزيع

a- Par quels canaux nos clients veulent-ils être atteints ?

من خلال أي قنوات يفضل عملاؤنا أن يتم التواصل معهم؟

- Les canaux numériques
- Les présentations et démonstrations visuelles (des vidéos explicatives, des simulations 3D, des rendus architecturaux, et des démonstrations du prototype)
- Les rencontres professionnelles (les réunions directes, les conférences)
- Les partenariats institutionnels (des collaborations avec les bureaux d'études et architectes.)
- **Le bouche-à-oreille et les recommandations (Les recommandations professionnelles et les expériences positives constituent aussi un canal important pour attirer de nouveaux clients.)**

b- Quels canaux sont les plus efficaces pour atteindre chaque segment de clients ?

ما هي القنوات الأكثر فعالية للوصول إلى كل فئة من العملاء؟

- **Segment institutionnel** : Présentations techniques, Dossiers administratifs et rapports, Conférences et événements institutionnels
- **Segment professionnel** : Présentations 3D et démonstrations, LinkedIn, Ateliers techniques
- **Segment immobilier et investisseurs** : Réunions d'affaires , Études économiques
- **Segment environnemental et durable** : Forums sur le développement durable , Publications scientifiques, plateformes liées aux bâtiments verts.

c- Comment pouvons-nous intégrer différents canaux pour améliorer l'expérience clients ?

كيف يمكننا دمج مختلف القنوات لتحسين تجربة العملاء؟

- **Créer une communication multicanale** Nous pouvons combiner :les réseaux sociaux, les e-mails, les plateformes numériques, les appels téléphoniques, et les réunions directes.
- **Relier les supports numériques aux démonstrations réelles**
- **Uniformiser les informations sur tous les canaux**

- Adapter chaque canal au type de client
- Utiliser des outils interactifs (formulaires numériques, questionnaires en ligne)
- Assurer un suivi continu

5-Partenaires clés (Key Partnerships) : الشراكة الرئيسية :

a. Qui sont nos partenaires clés ?

من هم شركاؤنا الرئيسيون؟

- Les architectes et bureaux d'études
- Les entreprises de construction
- Les institutions publiques et collectivités locales
- Les universités et centres de recherche
- Les partenaires technologiques et numériques
- Les partenaires environnementaux
- Les investisseurs et partenaires financiers

b. Quels sont les partenariats qui nous aident à réduire les coûts, à accéder à de nouvelles ressources ou à améliorer notre proposition de valeur ?

ما هي الشراكات التي تساعدنا على خفض التكاليف أو الوصول إلى موارد جديدة أو تحسين قيمتنا المقترحة؟

- Partenariat avec des fournisseurs pour réduire le coût des matériaux
- Collaboration avec les universités et les centres de recherche pour la recherche et le développement
- Partenariats avec les entreprises de construction pour améliorer l'efficacité du projet sur le chantier.
- Partenariats avec les institutions publiques qui renforcent la viabilité du projet
- Partenariats technologiques et numériques pour augmenter la valeur technologique de l'offre.
- Partenariats avec les organisations environnementales pour Renforcement de l'image écologique du projet Renforcer l'image écologique du projet

- Partenariats financiers et investisseurs pour la réduction des contraintes budgétaires

c. Comment pouvons-nous aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires ?

كيف يمكننا مزامنة مصالحنا مع تلك لشركائنا؟

- Définir des objectifs communs
- Mettre en place une collaboration gagnant-gagnant
- Développer une stratégie durable commune (Cela crée des bénéfices à long terme pour toutes les parties.)
- Assurer une communication transparente

6-Activités clés (Key Activities) : الأنشطة الرئيسية:

a. Quelles sont les actions principales que nous devons entreprendre pour livrer notre proposition de valeur ?

ما هي الأنشطة الرئيسية التي يجب علينا القيام بها لتقديم قيمتنا المقترحة؟

- Recherche et développement (R&D)
- Fabrication du prototype et des composants
- Conception architecturale et technique
- Réalisation de prototypes
- Coordination avec les partenaires
- Gestion de projet et planification
- Communication et présentation du projet
- Tests et évaluation des performances

b. Quelles sont les opérations essentielles pour notre entreprise ?

Conception et ingénierie du projet ما هي العمليات الأساسية لشركتنا؟

- Conception et ingénierie du projet
- Approvisionnement et gestion des matériaux
- Fabrication et assemblage des éléments

- Installation sur site
- Contrôle qualité et performance
- Maintenance et suivi technique
- Gestion de projet et coordination

c. Quelles sont les activités qui créent le plus de valeur pour nos clients ?

ما هي الأنشطة التي تخلق أكبر قيمة لعملائنا؟

- Conception architecturale intelligente (bâtiment plus performant, confortable et esthétique.)
- Simulation et optimisation énergétique (économies d'énergie et meilleure performance environnementale.)
- Expérience utilisateur et confort : Amélioration du confort visuel (anti-éblouissement), contrôle de la chaleur intérieure.
- Accompagnement et démonstration du projet

7- Ressources clés (Key resources): الموارد الرئيسية:

a. Quels sont nos actifs matériels, immatériels et humains essentiels ?

ما هي الأصول المادية وغير المادية والبشرية الأساسية لدينا؟

➤ **Ressources matérielles:**

Unité de production ou capacité de fabrication du verre électrochromique
Matières premières et composants électroniques
Équipements de fabrication et de test
Outils de contrôle de qualité

➤ **Ressources immatérielles:**

Savoir-faire dans la conception du verre électrochromique
Innovations techniques
Vision architecturale intégrée au développement durable

➤ **Ressources humaines:**

Chercheurs et développeurs
Ingénieurs en matériaux et électronique
Techniciens de production et de laboratoire



b. Quels sont les outils, les technologies ou les partenariats dont nous avons besoin pour réussir ?

165

ما هي الأدوات والتكنولوجيا أو الشراكات التي نحتاجها لتحقيق النجاح؟

- Outils techniques et de conception
- Technologie de vitrage intelligent (contrôle de la transparence)
- Systèmes électriques et électroniques de commande
- Technologies numériques et innovantes (modélisation et simulation numérique avancée, Intelligence artificielle pour optimisation énergétique, IoT pour le contrôle intelligent, Systèmes de monitoring en temps réel.
- Partenariats avec universités et centres de recherche
- Partenariats techniques et industriels

c. Quels sont les principaux avantages concurrentiels de nos ressources ?

ما هي المزايا التنافسية الرئيسية لمواردنا؟

- Innovation énergétique et environnementale
- Flexibilité et adaptation au contexte local
- Valeur ajoutée esthétique
- Réduction des coûts à long terme
- Solution écologique

8- Charges et coûts (Coste structure) : التكاليف

a. Quels sont les coûts fixes et variables associés à notre modèle économique ?

ما هي التكاليف الثابتة والمتغيرة المرتبطة بنموذجنا الاقتصادي؟

• Coûts fixes :

- Recherche et développement (R&D)
- Salaires du personnel permanent (ingénieurs, architectes, chercheurs)

- Équipements de laboratoire et de production
- Frais administratifs et gestion du projet
- Amortissement des machines et équipements
- Recherche et développement

• Coûts **variables** :

- Matières premières pour le verre électrochromique
- Composants électroniques et capteurs
- Coûts de fabrication et d'assemblage
- Transport et logistique des matériaux
- Installation sur site dans les projets architecturaux
- Tests et contrôle qualité par projet
- Consommation d'énergie (électricité)

b. Quels sont les coûts les plus importants pour notre entreprise ?

ما هي التكاليف الأكثر أهمية لشركتنا؟

- Matériaux et production du verre électrochromique
- Équipements industriels et technologiques
- Installation et mise en œuvre sur site
- Salaires des experts et ingénieurs
- Recherche et développement (R&D)

c. Comment pouvons-nous réduire les coûts ou améliorer l'efficacité de nos opérations ?

كيف يمكننا خفض التكاليف أو تحسين كفاءة عملياتنا؟

- Utiliser des matériaux locaux moins coûteux
- Digitalisation des processus pour diminuer les erreurs et optimiser le coût de correction
- Collaborer avec des partenaires (universités, BTP)

- Création de modules de vitrage électrochromique standardisés pour gagner le temps et réduire le coût industriel.

Revenus (Revenue): مصادر الدخل:

d. Quels produits ou services nos clients sont-ils prêts à payer ?

ما هي المنتجات أو الخدمات التي يكون عملاؤنا على استعداد لدفع ثمنها؟

- la fourniture et installation du verre électrochromique
- Les services de conception
- Les solutions sur mesure
- La maintenance et les services d'ingénierie associés.

a. Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ?

ما هي الطرق المختلفة التي يمكننا من خلالها تحقيق الدخل؟

- Vente du produit (verre électrochromique)
- Installation et intégration du système
- Conception et ingénierie architecturale
- Projets sur mesure (customisation)
- Maintenance et services après-vente
- Formation et transfert de technologie
- Partenariats et projets institutionnels

a. Quel est notre modèle de tarification ?

ما هو نموذج التسعير لدينا؟

- Tarification au mètre carré (prix du produit)
- Tarification globale du projet (forfait)
- Tarification sur mesure (premium)



- Tarification de maintenance (abonnement)
- Tarification institutionnelle (marchés publics)

Business Model Canevas : BMC

Partenaires clés Key Partnerships

الشراكة الرئيسية

Les partenaires clés incluent les acteurs technologiques, académiques, industriels, institutionnels et financiers nécessaires au développement et à la réalisation du projet.

Activités clés Key Activities

الأنشطة الرئيسية

la recherche et développement, la conception architecturale, la fabrication du verre électrochromique, l'installation.

Ressources clés Key resources

les équipements de production, la technologie du verre électrochromique, les compétences humaines, les outils numériques et les ressources financières nécessaires à la réalisation du projet.

Proposition de valeur Value Proposition

القيمة المقترحة

-Innovation technologique
-Performance énergétique et environnementale
-Amélioration du confort des utilisateurs
-Valeur architecturale et esthétique

Relation clients Consumer Relationship

علاقة مع العملاء

La relation client repose sur un accompagnement personnalisé, une assistance technique, une collaboration continue.

Canaux de distribution Channels

قنوات التوزيع

les bureaux d'architecture, les appels d'offres publics, les plateformes numériques, les réseaux sociaux, les salons professionnels et les partenariats industriels.

Segment client Customer Segment

أنواع العملاء

Les segments de clients incluent les institutions publiques, les architectes, les promoteurs immobiliers, les établissements culturels, les clients privés haut de gamme et les entreprises du secteur tertiaire.

Coûts Coste structure التكاليف

Matières premières – Production – Équipements industriels – recherche et développement – Salaires – Installation et maintenance – Marketing – Logistique et transport – Énergie – Certifications et contrôle qualité.

Revenus (Revenue): مصادر الدخل

Vente du verre électrochromique-Installation et intégration-Services de conception et ingénierie-Maintenance et service après-vente-Formations et transfert de technologie-Solutions personnalisées et premium. Projets publics et appels d'offres

I.1. Segments de clients (CS)

- Institutions publiques
 - Bureaux d'architecture et ingénierie
 - Promoteurs immobiliers et entreprises de construction
 - Clients privés haut de gamme
 - Partenaires industriels et technologiques
-

I.2. Proposition de valeur (VP)

Notre proposition de valeur est une façade intelligente en verre électrochromique qui réduit la consommation énergétique, améliore le confort et transforme les bâtiments en espaces durables, modernes et adaptatifs.

I.3. Canaux (CH)

- Vente directe (canal principal)
- Bureaux d'architecture et d'ingénierie
- Appels d'offres publics
- Site web et plateforme digitale
- Salons professionnels et événements
- Partenariats industriels et technologiques
- Réseaux académiques et recherche

I.4. Relations avec les clients (CR)

- Relation personnalisée (accompagnement spécifique pour chaque projet, Études adaptées aux besoins du client)
 - Relation digitale (communication via plateformes en ligne, Suivi de projet à distance)
 - Relation collaborative (co-crédation) : travail conjoint avec architectes et bureaux d'études
 - Support après installation (service après-vente)
-

I.5. Sources de revenus (RS)

- Vente du verre électrochromique
- Installation et intégration
- Conception et ingénierie
- Projets sur mesure (premium)
- Maintenance et service après-vente

- Formation et transfert de technologie
- Projets institutionnels et appels d'offres

I.6. Ressources clés (KR)

- Incluent la technologie du verre électrochromique
- Les compétences humaines (ingénieurs, techniciens)
- Les équipements de production
- Les outils numériques et les connaissances techniques nécessaires au projet

7. Activités clés (KA)

- **Recherche et développement (R&D)**
- Conception architecturale et technique
- Production du verre électrochromique
- Installation et intégration sur site
- Tests et optimisation des performances
- Gestion de projet et coordination
- Communication et valorisation

I.7. Partenaires clés (KP)

- Partenaires technologiques et industriels
- Partenaires académiques et de recherche
- Partenaires de construction et d'ingénierie
- Partenaires institutionnels
- Partenaires financiers

I.8. Structure des coûts (C\$)

- Coûts de recherche et développement
- Coûts de production
- Coûts des équipements et infrastructures
- Coûts de main-d'œuvre
- Coûts d'installation et de mise en œuvre
- Coûts de maintenance et exploitation
- Coûts marketing et communication

ANNEXE 3**Questionnaire : Verre électrochromique appliqué à un centre culturel durable**

1. 1. Vous êtes :

- ☐ Architecte
- ☐ Ingénieur
- ☐ Promoteur immobilier
- ☐ Entreprise de construction
- ☐ Fournisseur de matériaux
- ☐ Client (usager)
- ☐ Autre : _____

2. 2. Avez-vous déjà participé à un projet de construction ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

3. 3. Zone d'activité :

- ☐ Tlemcen
- ☐ Autre wilaya

4. 4. Connaissez-vous le verre électrochromique ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

5. 5. Si oui, comment l'avez-vous connu ?

- ☐ Études / formation
- ☐ Internet
- ☐ Projets professionnels
- ☐ Autre : _____

6. 6. Comment évaluez-vous votre niveau de connaissance ?

- ☐ Faible

☐ Moyen

☐ Élevé

7. 7. Pensez-vous que les matériaux intelligents sont importants dans l'architecture durable ?

☐ Oui

☐ Non

☐ Peut-être

8. 8. Le verre électrochromique peut-il améliorer ? (Plusieurs choix possibles)

☐ Le confort thermique

☐ Le confort visuel

☐ L'économie d'énergie

☐ L'esthétique architecturale

9. 9. Seriez-vous intéressé par l'utilisation de ce type de verre dans un projet ?

☐ Oui

☐ Non

☐ Peut-être

10. 10. Le coût influence-t-il votre décision d'adopter cette technologie ?

☐ Oui fortement

☐ Oui modérément

☐ Non

11. 11. Seriez-vous prêt à investir dans cette technologie si elle permet d'économiser de l'énergie ?

☐ Oui

☐ Non

☐ Peut-être

12. 12. Selon vous, le coût du verre électrochromique est :

- ☐ Acceptable
- ☐ Élevé
- ☐ Très élevé

13. 13. Quels sont les principaux obstacles ?

- ☐ Coût élevé
- ☐ Manque de disponibilité
- ☐ Manque d'information
- ☐ Difficulté technique
- ☐ Maintenance

14. 14. Pensez-vous que cette technologie est adaptée au contexte algérien ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ À développer

15. 15. Vous êtes :

- ☐ Fournisseur
- ☐ Importateur
- ☐ Entreprise de construction

16. 16. Seriez-vous intéressé par :

- ☐ La distribution de ce produit
- ☐ Un partenariat
- ☐ L'intégration dans vos projets

17. 17. Quels sont vos besoins pour adopter cette technologie ?

- ☐ Formation
- ☐ Réduction des coûts

☐ Disponibilité locale

☐ Support technique

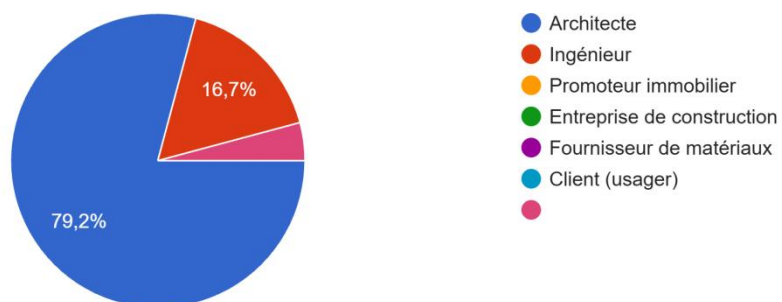
18. 18. Avez-vous des suggestions ou remarques concernant l'utilisation du verre électrochromique dans l'architecture en Algérie ?

☐ Réponse libre

Réponses :

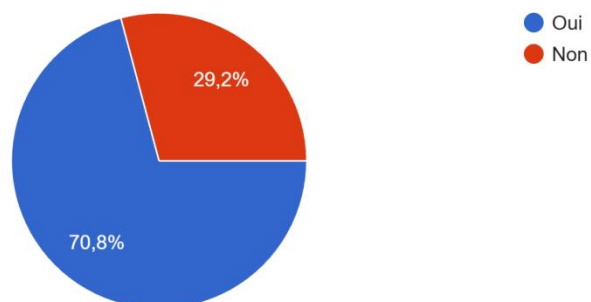
Vous êtes :

24 réponses



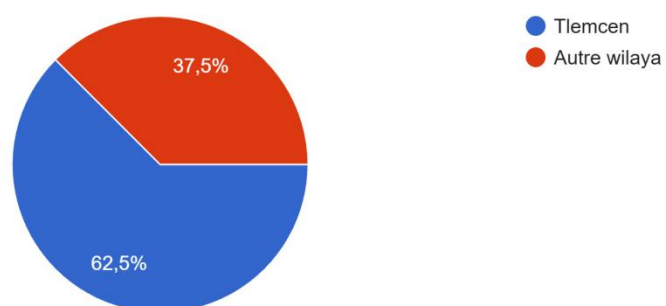
Avez-vous déjà participé à un projet de construction ?

24 réponses



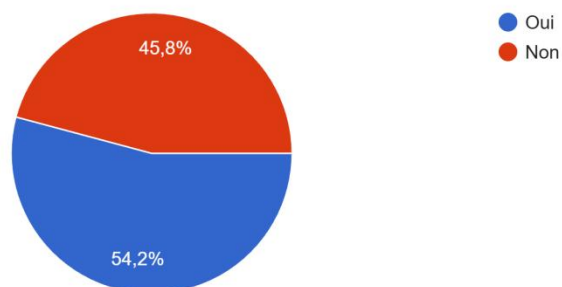
Zone d'activité :

24 réponses



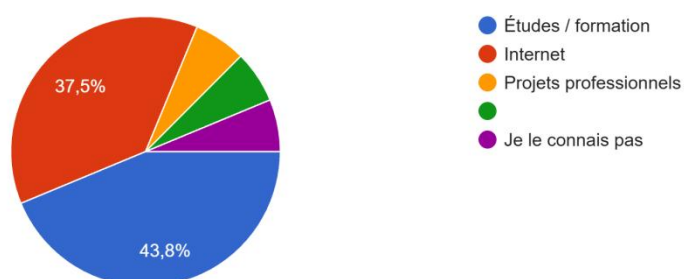
Connaissez-vous le verre électrochromique ?

24 réponses



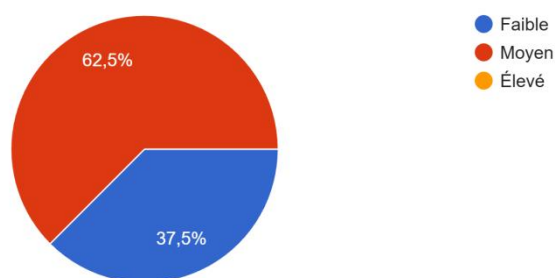
Si oui, comment l'avez-vous connu ?

16 réponses



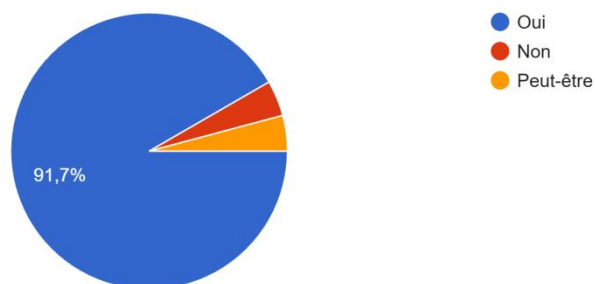
Comment évaluez-vous votre niveau de connaissance ?

24 réponses



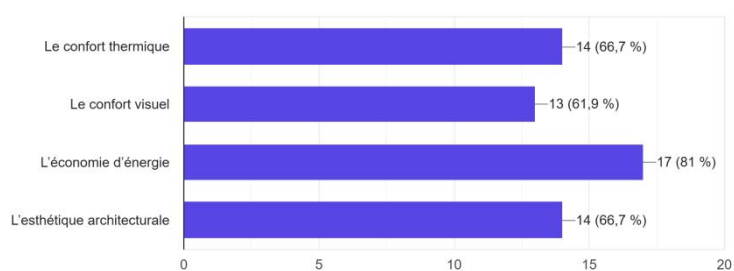
Pensez-vous que les matériaux intelligents sont importants dans l'architecture durable ?

24 réponses



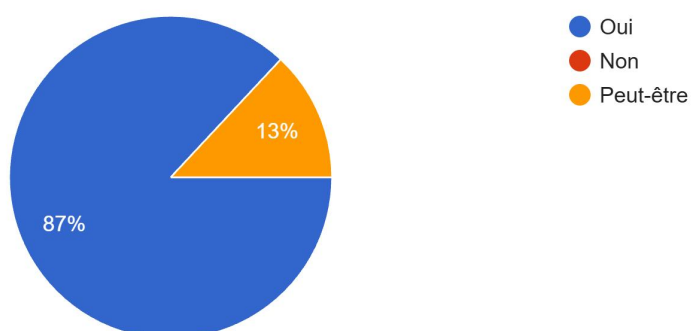
Le verre électrochromique peut-il améliorer : (Plusieurs choix possibles)

21 réponses



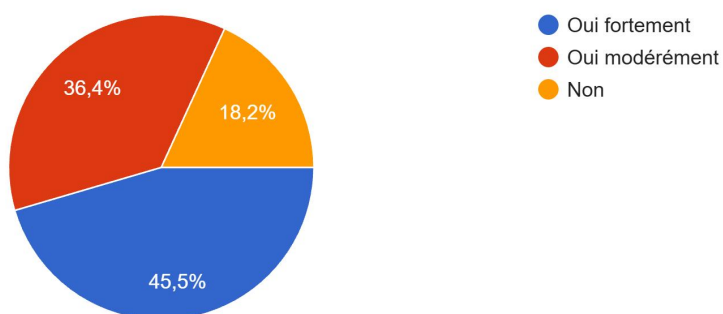
Seriez-vous intéressé par l'utilisation de ce type de verre dans un projet ?

23 réponses



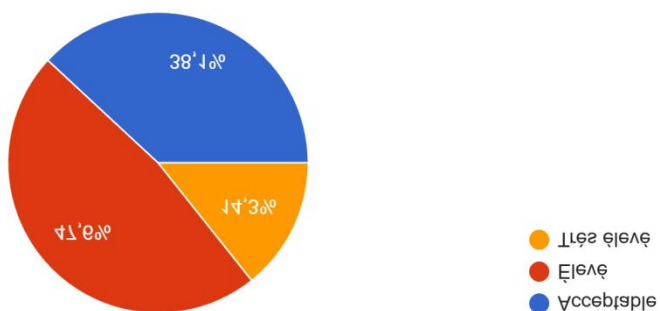
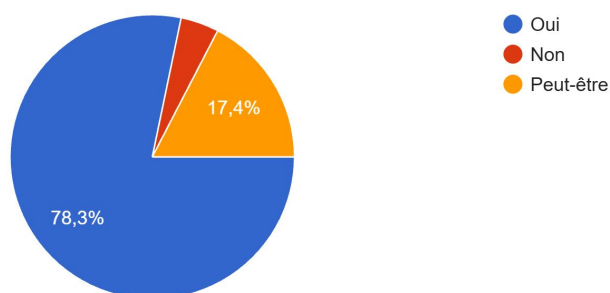
Le coût influence-t-il votre décision d'adopter cette technologie ?

22 réponses



Seriez-vous prêt à investir dans cette technologie si elle permet d'économiser de l'énergie ?

23 réponses

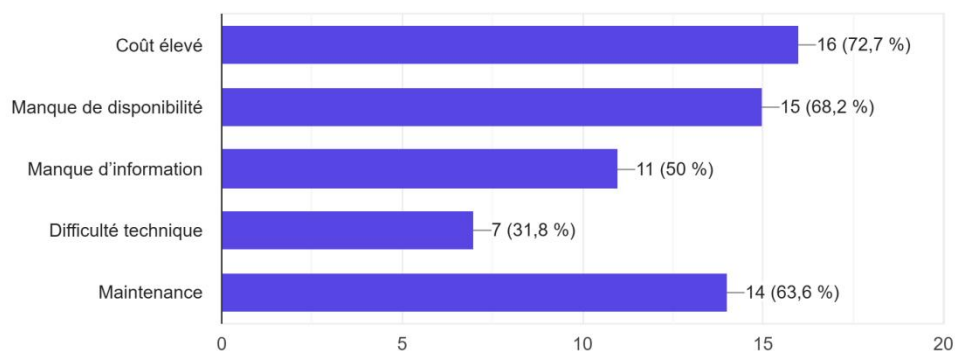


21 réponses

Selon vous, le coût du verre électrochromique est :

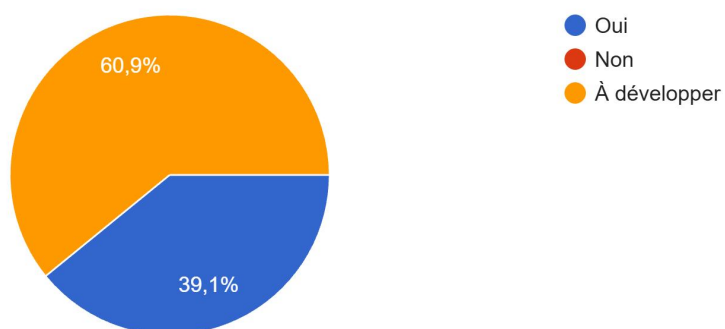
Quels sont les principaux obstacles ?

22 réponses



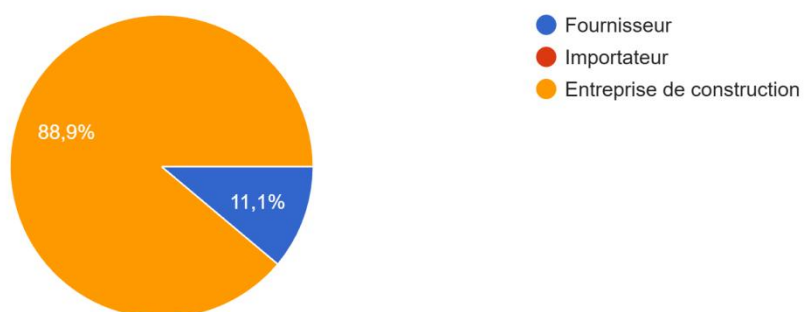
Pensez-vous que cette technologie est adaptée au contexte algérien ?

23 réponses



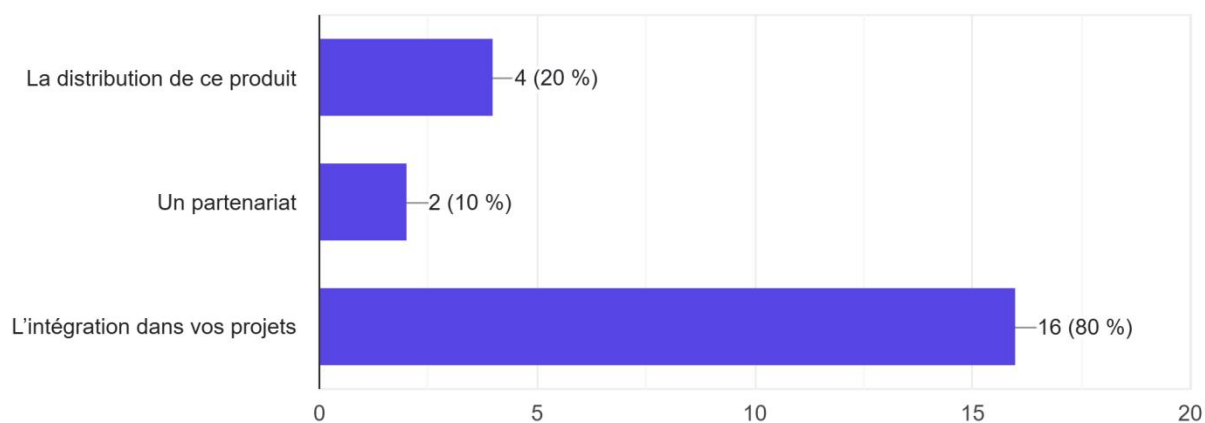
Vous êtes :

9 réponses



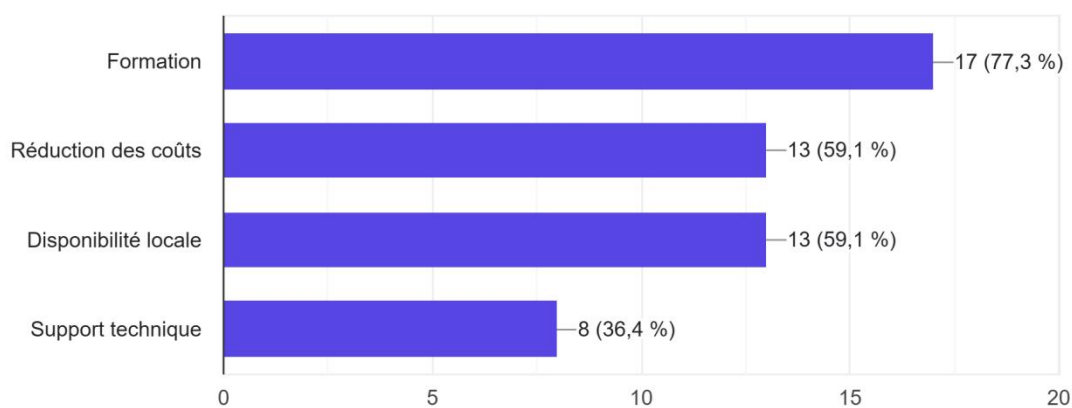
Seriez-vous intéressé par :

20 réponses



Quels sont vos besoins pour adopter cette technologie ?

22 réponses



Question 21 : Avez-vous des suggestions ou remarques concernant l'utilisation du verre électrochromique dans l'architecture en Algérie ?

10 réponses

Non

je pense que l'algérie n'est pas un pays très chaud pour utiliser ce type de verre , par exemple mtn on est en avril et y'a pas encore de soleil .. bon courage

Le verre électrochromique est une solution innovante et adaptée au climat algérien pour améliorer le confort thermique et réduire la consommation d'énergie. Cependant, son coût élevé, et le manque de disponibilité limitent encore son adoption.

Le verre électrochromique est très adapté au climat algérien car il réduit la chaleur, l'éblouissement et la consommation de climatisation.

Mais :

il est cher

il demande une installation et maintenance spécialisées

ce n'est pas une solution miracle

Il faut l'utiliser intelligemment, surtout sur les façades exposées au soleil, et toujours le combiner avec une conception bioclimatique (brise-soleil, bonne orientation, isolation...).

Ce type de verre peut développer l'architecture en Algérie, surtout avec le climat chaud. Mais cela nécessite des matières premières et des formations spécialisées. À l'avenir, son adoption permettra de créer des bâtiments modernes aux normes internationales

Non

Éduquer et former les gens

Réduire le coût

Oui, le verre électrochromique est adapté à l'architecture en Algérie grâce au fort ensoleillement. Il améliore le confort thermique et réduit la consommation d'énergie. Cependant, son coût élevé et sa faible disponibilité peuvent limiter son utilisation.

l'utilisation du verre électrochromique pour améliorer le confort thermique et énergétique en Algérie. assurer la disponibilité locale

Table de matière

Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumé	III
ملخص	IV
Abstarct	V
Sommaire	VI
Introduction générale	1
I. Introduction	1
II. Problématique :	2
III. Hypothèses	3
IV. Objectifs de la recherche	3
V. L'intérêt de la recherche	3
VI. Méthodologie	4
VI.1. Démarche générale	4
VI.2. Phase théorique (recherche documentaire)	4
VI.3. Phase analytique (études de cas)	5
VI.4. Analyse du site	5
VI.5. Phase de conception (projet architectural)	5
VI.6. Synthèse finale	5
VII. Structure du mémoire	6
Chapitre I: Approche théorique	8
I. Introduction.	8
II. LA Ville intelligente :	8
I.1. Définition et caractéristiques d'une ville intelligente :	8
I.2. Les six dimensions du modèle de Giffinger (2007) :	9
I.3. Les limites et défis de la smart city :	10

I.4. Enjeux de gouvernance, participation citoyenne et innovation urbaine :	10
III. Le paysage intelligent (Smart scape) :	12
III.1. Définition du Smart scape (paysage intelligent) :	12
III.2. Caractéristiques d'un Smart scape :	13
III.3. Objectifs des Smart scapes :	13
III.4. Avantages des Smart scapes :	13
IV. Les différents concepts technologiques dans l'aménagement urbain :	14
IV.1. Capteurs, réseaux intelligents dans l'aménagement urbain :	14
IV.2. Matériaux intelligents et écoconstruction :	14
V. Façade intelligente (Smart Façade) :	15
V.1. Définition :	15
V.2. Caractéristiques principales :	15
V.3. Objectifs :	15
V.4. Exemples d'application :	16
V.5. Avantages :	16
VI. équipement culturel:	17
VI.1. Définition des équipements culturels :	17
VI.2. Classification des équipements culturels :	17
VII. Conclusion:	17
CHAPITRE II: Projet innovant	20
I. Introduction :	20
II. Présentation générale du verre électrochromique	20
II.1. Structure du verre électrochromique :(figure05)	21
II.2. Principe de fonctionnement	22
II.3. Pose du verre électrochromique :	23
II.4. Fixation du verre électrochromique (figure 08) :	23
II.5. Réaction et comportement du verre électrochromique :(figure 09)	24

II.6. Fabrication d'un prototype	24
II.7. Résultats attendus	25
II.8. Caractéristiques principales :(Saint-Gobain Sage Glass)	25
II.9. Objectifs : (Saint-Gobain Sage Glass)	25
II.10. Exemples d'application : (Saint-Gobain Sage Glass)	25
II.11. Avantages : (Saint-Gobain Sage Glass)	26
II.12. Etude de marcher :	26
II.13. L'analyse des résultats du questionnaire :	26
II.14. Analyse SWOT :	27
III. Le site web :	28
III.1. Objectifs du site web	28
III.2. Concept de conception	28
III.3. Structure du site	28
IV. Conclusion :	31
Chapitre III : Approche analytique	33
I. Introduction :	33
II. Motivation du choix de la ville de Nedroma :	34
III. Situation de la ville de Nedroma	34
IV. CLIMAT :	35
IV.1. Climat et moyennes météorologiques de Nedroma (Algérie) :	35
IV.2. Températures moyennes à Nedroma :	35
IV.3. Caractéristiques du vent à Nedroma :	36
IV.4. Humidité :	36
IV.5. Soleil :	36
V. Historique :	37
V.1. Origines et développement historique de Nedroma :	37
V.2. La période coloniale : une ville peu transformée (XIX ^e – début XX ^e siècle)	37

V.3. L'après Seconde Guerre mondiale : urbanisation spontanée	38
V.4. La période 1972–1980 : début d'une nouvelle dynamique urbaine	38
V.5. Désengagement de l'État et généralisation des lotissements (années 1980–1990)	39
V.6. Les villages socialistes et la concurrence territoriale (1972–1990)	39
V.7. De 1990 à 2009 : croissance urbaine accélérée et conurbation :	39
V.8. Depuis 2009 : consolidation urbaine et équipements structurants	39
VI. L'accessibilité à Nédroma :	40
VII. Délimitation de zone :	41
VIII. Topographie :	42
IX. Système Viaire :	43
IX.1. Les voies :	43
IX.2. Carte des Types de Flux :	45
X. Trame structurelle :	45
XI. Carte Espace Bati - Non Bati -Espace vert :	46
XII. Carte Des Fonctions :	47
XIII. Gabarit :	48
XIV. État de bâties :	49
XV. Carte des risques naturels et artificiels :	49
XVI. Diagnostique :	50
XVI.1. Sur le plan fonctionnel :	50
XVI.2. Sur le plan social :	51
XVI.3. Sur le plan architectural et patrimonial :	51
XVI.4. Sur le plan urbain et paysager :	52
XVII. Analyse des exemples :	53
XVII.1. Punggol Digital District – Quartier pilote intelligent et durable :	53
XVIII. Tengah – Eco Smart Town (Singapour)	57
XVIII.1. Localisation et contexte de Tengah Eco Smart Town	57

XVIII.2. Les principes de Tengah Eco Smart Town	58
XIX. Tableau comparatif entre les 2 villes analyser :	62
XX. Stratégies :	65
XX.1. Sur le plan fonctionnel	65
XX.2. Sur le plan social :	66
XX.3. Sur le plan architectural et patrimonial :	67
XX.4. Sur le plan Urbain et paysager :	68
XXI. Tableau récapitulatif des éléments architectoniques de Nedroma:	70
XXII. Les éléments innovants utiliser :	71
XXIII. Le master plan :	74
Chapitre IV : PROGRAMMATION ARCHITECTURALE ET GENERATION	
D'IDEE	78
I. Introduction :	78
II. Synthèse d'analyse des exemples :	88
III. Analyse de site	89
III.1. Situation de terrain :	89
III.2. Le choix de terrain :	90
III.3. La morphologie de terrain :	90
III.4. L'accessibilité de terrain et les données climatiques :	91
III.5. Analyse typologique et architecturale des façades environnantes	92
III.6. Existant sur terrain :	93
III.7. VRD :	94
III.8. Synthèse de l'analyse du site :	95
IV. Zoning :	96
V. La programmation :	99
V.1. Échelle d'appartenance et capacité d'accueil du projet	99
V.2. Le programme de base :	99

VI. La genèse architecturale :	108
VII. Conclusion :	110
Chapitre V : réponse architecturale et technique	112
I. Introduction	112
II. Descriptif des plans :	112
II.1. Plan de masse :	112
II.2. Présentation du plan d'assemblage :(voir le plan) :	113
II.3. Description du plan du Premier étage (R+1) :(voire la page)	114
II.4. Description du plan du Deuxième étage (R+2) :(voir la page)	114
II.5. Présentation du plan de toiture : (voir la page)	115
III. Approche stylistique :	116
III.1. Les sources d'inspirations	116
III.2. Choix de matériaux :	117
III.3. Ambiance intérieur :	118
III.4. La façade :	118
IV. L'approche technique :	118
IV.1. Système structurelle de projet :	119
IV.2. Mur rideau :	123
IV.3. Isolation acoustique :	123
IV.4. Système d'Évacuation des Eaux Pluviales (Impluvium Intégré)	124
IV.5. Système de chauffage central :	125
IV.6. Système AEP :	126
IV.7. Système de protection contre l'incendie :	126
IV.8. Système électrique :	127
Conclusion générale	130
Bibliographie	132
ANNEXES	136

I. Annexe 1 : dossier graphique	136
II. Annexe 2 : BMC	Erreur ! Signet non défini.
iIII. Annexe3: Questionnaire et réponses.....	169