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 بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté des TECHNOLOGIES

MEMOIRE

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

En : Architecture
Option : Nouvelles Technologies

Thème : Bâtiment Intelligent Et Intelligence Artificielle

Par:

– Medjahdi Mohammed Alaa Eddine
– Achour Aoul Zakarya Achraf

Sujet

Lycée technique intelligent à Tlemcen

Soutenu le 24 juin 2026 devant les membres du jury :

Président : Mr. KHERBACHE Redouane	Université de Tlemcen	Ingénieur
Examinateur : Mr. Kasmi Mohammed El Amine	Université de Tlemcen	MCA
Examinatrice : Mme. Hamdane Amina	Université de Tlemcen	Architecte
Encadrant : Mr. Hamma Walid	Université de Tlemcen	Professeur

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu Tout-Puissant qui nous a accordé la force, la volonté et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Ainsi nous adressons notre respectueux remerciement à notre encadrant Mr HAMMA WALID pour sa bonne contribution dans l'élaboration de ce projet grâce à ses orientations et ses conseils.

Nous remercions vivement Mr KHERBACHE REDOUANE d'avoir accepté de présider le jury. Nos remerciements vont également à Mr KASMI AMINE ainsi que Mme HAMDANE AMINA pour avoir accepté de juger ce travail.

Enfin, à toutes les personnes qui nous ont soutenus de près comme de loin durant notre cursus universitaire.

Dédicace

Je dédié ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères.

A mes chers parents, qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours académique avec leur patience, leur encouragement et leur sacrifice.

A mes frères, en leur souhaitant la réussite dans leur vie.

A tous mes proches de la famille, mes amis, et tous ceux qui comptent pour moi et je compte pour eux, en espèrent être toujours à la hauteur de leurs attentes.

Medjahdi Mohammed Alaa Eddine

Dédicace

Je dédié ce mémoire à mes très chers parents, aucun mot ne saurait exprimer ma profonde gratitude pour votre amour, votre patience et vos sacrifices. Merci pour votre soutien inconditionnel tout au long de mon parcours

A ma famille, pour leurs encouragements permanents et leur confiance

A mes amis et collègues, pour leur aide, leur présence et les précieux moments partagés.

A tous mes enseignants et encadreurs, qui contribué à ma formation par leurs conseils et leurs connaissances

Enfin, a toutes les personnes ayant participé, de prés ou de loin, à la réalisation de ce travail

Achour Aoul Zakarya Achraf

Résume

À l'heure où les modèles pédagogiques traditionnels sont de plus en plus remis en question, l'émergence des technologies numériques, des sciences cognitives et des approches pédagogiques actives ouvre de nouvelles perspectives pour repenser l'espace éducatif. L'architecture scolaire ne se limite plus à offrir des salles de classe, mais devient un véritable outil d'apprentissage capable de stimuler l'autonomie, la créativité, l'expérimentation et l'innovation.

Dans ce contexte, le présent travail propose la conception d'un lycée technique intelligent à Tlemcen, pensé comme un établissement innovant intégrant les principes de l'architecture durable, des technologies intelligentes et des nouvelles méthodes d'enseignement.

Ce projet vise à créer un environnement éducatif flexible et interactif, adapté aux exigences de la formation technique et aux besoins des élèves.

Ce travail représente ainsi une opportunité de réinventer l'architecture scolaire en Algérie, en dépassant les schémas conventionnels pour proposer un modèle éducatif plus performant, durable et adapté aux mutations technologiques contemporaines. Il s'agit de concevoir un établissement capable de répondre aux enjeux de la formation technique, de soutenir l'innovation pédagogique et de contribuer au développement socio-économique de la ville de Tlemcen.

Mots clés : lycée, intelligent, innovation, éducation, Tlemcen

Abstract

At a time when traditional pedagogical models are increasingly being questioned, the emergence of digital technologies, cognitive sciences and active learning approaches opens new perspectives for rethinking educational spaces. School architecture is no longer limited to providing classrooms, but becomes a true learning tool capable of stimulating autonomy, creativity, experimentation and innovation.

In this context, the present work proposes the design of an intelligent technical high school in Tlemcen, conceived as an innovative institution integrating the principles of sustainable architecture, smart technologies and new teaching methods.

This project aims to create a flexible and interactive educational environment, adapted to the requirements of technical training and the needs of students.

This work thus represents an opportunity to reinvent school architecture in Algeria, going beyond conventional models to propose a more efficient, sustainable and contemporary educational framework. It seeks to design an institution capable of meeting the challenges of technical education, supporting pedagogical innovation and contributing to the socio-economic development of the city of Tlemcen.

Keywords: high school, smart, innovation, education, Tlemcen

ملخص

في وقت تتزايد فيه التساؤلات حول النماذج التربوية التقليدية، تفتح التكنولوجيات الرقمية والعلوم المعرفية والمناهج البيداغوجية النشطة آفاقاً جديدة لإعادة التفكير في الفضاء التعليمي. لم تعد العمارة المدرسية مجرد توفير لقاعات الدراسة، بل أصبحت أداةً حقيقية للتعلم، قادرة على تحفيز الاستقلالية، والإبداع، والتجريب، والابتكار.

في هذا السياق، يقترح العمل الحالي تصميم ثانوية تقنية ذكية بتلمسان، تُصوَّر كمؤسسة مبتكرة تدمج مبادئ العمارة المستدامة والتقنيات الذكية وأساليب التدريس الحديثة.

يهدف هذا المشروع إلى خلق بيئة تعليمية مرنة وتفاعلية، تستجيب لمتطلبات التكوين التقني واحتياجات التلاميذ.

ويمثل هذا العمل فرصة لإعادة ابتكار العمارة المدرسية في الجزائر، بتجاوز الأنماط التقليدية واقتراح نموذج تعليمي أكثر كفاءة واستدامة وملاءمة للتحولات التكنولوجية المعاصرة. ويسعى إلى تصميم مؤسسة قادرة على مواجهة تحديات التكوين التقني، ودعم الابتكار البيداغوجي، والمساهمة في التنمية الاجتماعية والاقتصادية لمدينة تلمسان.

الكلمات المفتاحية: المدرسة الثانوية، الذكاء، الابتكار، التعليم، تلمسان.

Sommaire

Remerciements I
Dédicace II
Dédicace III
Résume IV
Abstract V
ملخص VI
Sommaire VII
Table des illustrations XIII
Introduction: 1
Choix du thème : 2
Choix de corpus d'étude : 2
Etat de l'art : 3
Problématique : 3
Hypothèse : 4
Objectifs : 4
Outils de recherche : 5
Méthodologie de recherche: 5
Chapitre I : 7
Approche Théorique 7
Introduction : 8
1 L'éducation : 8
1.1 Définition de l'éducation : 8
1.2 Rôle de l'éducation : 9
1.2.1 Dans la société : 9
1.2.2 Dans l'économie : 10
1.2.3 Dans l'innovation technologique : 11
1.3 L'éducation en Algérie : 11
2 Lycée : 12
2.1 Définition de lycée : 12
2.2 L'importance de lycée : 13
2.3 Définition de lycée intelligent : 13

2.4 Caractéristique d'un lycée intelligent : 14
2.5 Avantages de lycée intelligent : 16
3 Lycée technique : 17
3.1 Avantages de lycée technique : 17
4 Historique de lycée : 19
4.1 Historique de lycée en Algérie : 20
4.2 Histoire de lycée technique en Algérie : 21
5 Classification : 22
6 Législation algérienne : 23
7 Analyse des exemples : 24
8 Synthèse : 30
Conclusion : 31
Chapitre II : 32
Bâtiment Intelligent et l'intelligence artificielle 32
Introduction : 33
1 Bâtiment intelligent : 33
1.1 Définition : 33
1.2 Fonctionnement : 34
1.3 Avantages : 36
1.4 Bâtiment intelligent et internet des objets (IoT) : 38
1.5 Exemples des technologies couramment utilisées : 39
2 L'intelligence artificielle (IA) : 39
2.1 Définition : 39
2.2 Fonctionnement de l'intelligence artificielle : 40
2.3 Types de l'intelligence artificielle : 41
2.4 Intelligence artificielle (IA) et internet des objets (IoT) : 42
2.5 Rôle de l'intelligence artificielle : 42
2.6 Avantages : 43
2.7 L'intelligence artificielle dans l'éducation : 43
2.8 Domaine d'usage de l'intelligence artificielle : 44
3 Relation entre bâtiment intelligent et l'intelligence artificielle : 45
4 Analyse des exemples : 46
4.1 Curro Durbanville High School : 46
4.1.1 Fiche technique : 46

4.1.2 Description : 46
4.1.3 Gestions intelligentes utilisées : 47
4.2 The Crystal: 48
4.2.1 Fiche technique: 48
4.2.2 Description : 48
4.2.3 Gestions intelligentes utilisées : 48
4.3 Saunalahti School : 49
4.3.1 Fiche technique : 49
4.3.2 Description : 50
4.3.3 Gestions intelligentes utilisées : 50
5 Les gestions intelligentes : 51
5.1 Gestion intelligente de climatisation : 51
5.2 Gestion intelligente de ventilation : 52
5.3 Gestion intelligente de chauffage : 53
5.4 Gestion intelligente de lumière : 53
5.5 Gestion intelligente d'électricité : 54
5.6 Gestion intelligente de l'eau : 55
Conclusion : 57
Chapitre III : 58
Analyse Urbaine et Programmation 58
Introduction : 59
1 Motivation du choix : 59
1.1 Situation : 59
1.2 Limite périmètre et surface : 61
1.3 Environnement climatique : 61
1.3.1 Ensoleillement : 61
1.3.2 Vents : 63
1.3.3 Pluviométrie : 63
1.3.4 Température : 64
1.3.5 Humidité : 65
1.4 Environnement naturel : 66
1.4.1 Topographie : 66
1.4.2 Nature de sols : 67
1.4.3 Hydrographie : 67

1.4.4 Hydrogéologie : 68
1.4.5 Végétation : 69
1.4.6 Risques naturels : 69
1.5 Environnement bâti : 71
1.5.1 Trame urbaine : 71
1.5.2 Accessibilité et voiries : 72
1.5.3 Typologie de bâti : 73
1.5.4 Style architectural : 73
1.5.5 Etat de bâti : 74
Synthèse de l'analyse urbaine : 74
2 Critères de choix de site : 74
2.1 Choix et analyse de terrain d'implantation : 75
2.2 Analyse de site : 76
2.2.1 Situation : 76
2.2.2 Délimitation et forme : 77
2.2.3 Accessibilité et circulation : 77
2.2.4 Points visuels et de repères : 78
2.2.5 Nature de sol : 78
2.2.6 Données climatiques : 78
2.2.7 Morphologie et topographie : 79
2.2.8 VRD : 80
2.2.9 Existant sur terrain : 80
2.2.10 Percés visuelles : 81
Synthese : 82
Programmation architecturale : 83
Introduction : 83
1 Objectif de programme : 83
2 Identifications des usagers : 84
3 Programme de base : 85
4 Capacité d'accueil : 85
5 Programme spécifique qualitatif et surfacique : 86
5.1 Répartition des fonctions : 92
6 programme spécifique quantitatif : 92
7 Organigramme fonctionnel : 93

8 Organigramme spatial : 94
Chapitre IV : 96
Conception Architecturel 96
Introduction : 97
1 Idée de projet : 97
2 Genèse de projet : 97
3 Zoning fonctionnel : 99
4 Zoning vertical : 99
5 Description de plan de masse : 101
6 Description de volume : 102
7 Description des plans : 102
7.1 Rez-de-chaussée : 103
7.2 1ier étage : 103
7.3 2ème étage : 104
8 Description des façades : 105
9 Coupe : 106
Conclusion : 107
Chapitre V : 108
Approche Technique 108
Introduction : 109
1 Système structurel : 109
2 Murs extérieurs et intérieurs : 109
2.1 Murs extérieurs : 109
2.2 Murs intérieurs : 109
3 Revêtements extérieurs et intérieurs : 110
3.1 Revêtements extérieurs : 110
3.2 Revêtements intérieurs : 111
3.3 Revêtement de sols : 111
3.4 Revêtement de plafonds : 112
4 Peintures : 113
5 Menuiserie : 114
5.1 Portes : 114
5.2 Fenêtres : 114
6 Gestions intelligentes des Corps d'Etat Secondaire (CES) : 117

6.1 Systèmes recommandés : 117
6.1.1 Système BMS : 117
6.1.2 Système SCADA : 117
6.1.3 Serveur de base de données : 117
6.1.4 Capteurs IoT : 117
6.2 Gestion intelligente de l'eau (AEP) : 118
6.3 Gestion intelligente d'énergie : 118
6.3.1 Electricité : 118
6.3.2 Gaz : 118
6.4 Gestion intelligente de confort : 119
6.4.1 Climatisation : 119
6.4.2 Chauffage : 119
6.4.3 Ventilation : 119
6.4.4 Lumière : 120
6.5 Gestion intelligente de sécurité : 120
6.5.1 Vidéosurveillance : 120
6.5.2 Lutte contre incendie : 121
6.6 Gestion intelligente de télécommunication et réseaux : 121
6.6.1 Réseau téléphonique : 121
6.6.2 Réseau wifi : 121
6.7 Gestion intelligente de parking : 122
Conclusion : 124
Conclusion générale : 125
Bibliographie : 126

Table des illustrations

Figures :

Figure 1 : Relation entre la qualité des systèmes éducatifs et la croissance économique d'environ 100 pays sur une longue période (1960-2010). 10
Figure 2 : Structuration du système éducatif 12
Figure 3 : Avantages de lycée intelligent 16
Figure 4 : Site archéologue de lycée d'Aristote (en rouge) 19
Figure 5 : Premier lycée "Louis Le Grand" en 1802 par Napoléon Bonaparte 20
Figure 6 : Le lycée Bugeaud ou Le Grand Lycée d'Alger 21
Figure 7 : Lycée Technique d'Etat (LTE) de Dellys, ancienne école des Arts et Métiers 22
Figure 8: Karratha senior high school 25
Figure 9 : Lycée professionnel et technique Nedim Uysal 25
Figure 10 : Lycée technique et industriel de Bursa 25
Figure 11 : Plan situation (Karratha) 25
Figure 12 : Plan situation (Nedim Uysal) 25
Figure 13 : Plan situation (Bursa) 25
Figure 14 : Plan de masse (Karratha) 26
Figure 15 : Plan de masse (Nedim Uysal) 26
Figure 16 : Plan de masse (lycée Bursa) 26
Figure 17: Plans (Karratha) 26
Figure 18 : Plans (Nedim Uysal) 26
Figure 19 : Plans (Lycée Bursa) 26
Figure 20 : Organigrammes et coupes (Karratha) 27
Figure 22 : Organigrammes et coupes (lycée Bursa) 27
Figure 21 : Organigrammes et coupes (Nedim Uysal) 27
Figure 23 : Façades et volumétrie (Karratha) 28
Figure 24 : Façades et volumétrie (Nedim Uysal) 28
Figure 25 : Façades et volumétrie (lycée Bursa) 28
Figure 26 : Fonctions de bâtiment intelligent 36
Figure 27 : Avantages de bâtiment intelligent 38
Figure 28 : Modèle de fonctionnement d'une intelligence artificielle. 41
Figure 29 : Domaine d'utilisation de l'IA 44
Figure 30 : relation entre bâtiment intelligent et l'IA 45

Figure 31 : Curro Durbanville High School 46
Figure 32 : The Crystal 48
Figure 33 : Saunalahti School 49
Figure 34 : Schéma de gestion intelligente de la climatisation 51
Figure 35 : Schéma de gestion intelligente de la ventilation 52
Figure 36 : Schéma de gestion intelligente de chauffage 53
Figure 37 : Schéma de gestion intelligente de lumière 53
Figure 38 : Schéma de gestion intelligente d'électricité 54
Figure 39 : Schéma de gestion intelligente de l'eau 55
Figure 40 : situation géographique de Tlemcen 60
Figure 41 : limites de Tlemcen 61
Figure 42 : Heures et clarté et crépuscule à Tlemcen 62
Figure 43 : Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule à Tlemcen 62
Figure 44 : Vitesse moyenne du vent à Tlemcen 63
Figure 45 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Tlemcen 64
Figure 46 : Température moyenne, minimal et maximal à Tlemcen 65
Figure 47 : Niveaux de confort selon l'humidité à Tlemcen 66
Figure 48 : Coupe topographique 67
Figure 49 : réseau hydrographique de Tlemcen 68
Figure 50 : Carte occupation de sol Tlemcen 69
Figure 51 : Carte des risques naturels à Tlemcen 70
Figure 52 : carte de trame urbaine 71
Figure 53 : carte des voiries 72
Figure 54 : Carte de typologie de bâti 73
Figure 55 : situation de terrain 76
Figure 56 : délimitation et forme de terrain 77
Figure 57 : accessibilité de terrain 77
Figure 58 : points de repères 78
Figure 59 : ensoleillement et vents 79
Figure 60 : Coupes du terrain 79
Figure 61 : réseaux VRD 80
Figure 62 : existants sur terrain 80
Figure 63 : Percées visuelles 81
Figure 64 : Synthèse analyse de terrain 82
Figure 65 : Outils méthodologiques pour programmation architecturale 83

Figure 66 : Organigramme fonctionnel 93
Figure 67 : Organigramme spatial RDC 94
Figure 68 : Organigramme spatial 1ier étage 95
Figure 69 : Organigramme spatial 2ème étage 95
Figure 70 : La genèse de la forme 98
Figure 71 : Zoning fonctionnel 99
Figure 72 : Zoning vertical 100
Figure 73 : Plan de masse 101
Figure 74 : Volume 102
Figure 75 : Plan rez-de-chaussée 103
Figure 76 : Plan de 1ier étage 104
Figure 77 : Plan de 2ème étage 104
Figure 78 : Brise soleil utilisé 105
Figure 79 : Façade Sud 105
Figure 80 : Façade Est 105
Figure 81 : Façade Nord 106
Figure 82 : Façade Ouest 106
Figure 83 : Coupe vertical 3D atrium 106
Figure 84 : Coupes de murs 110
Figure 85 : Details faux plafond 113
Figure 86 : Peintures utilisées 113
Figure 87 : Matériaux et gestions intelligentes de de portes utilisées 115
Figure 88 : Types et gestions intelligentes de fenêtres utilisées 116
Figure 89 : Gestion de l'eau 118
Figure 90 : Schéma de système CVC 120
Figure 91 : Schéma de gestion des réseaux 122
Figure 92 : Schéma récapitulatif des gestions intelligentes intégrées 123

Tableaux :

Tableau 1 : Analyse des exemples 25
Tableau 2 : Comparaison entre exemples 30
Tableau 3 : Systèmes techniques intelligents 56
Tableau 4 : Comparaison entre terrains 75
Tableau 5 : Evaluation des terrains 76

Tableau 6 : Identification des usagers 84
Tableau 7 : Programme de base 85
Tableau 8 : programme qualitatif 87
Tableau 9 : Programme qualitatif 88
Tableau 10 : Programme qualitatif 89
Tableau 11 : Programme qualitatif 90
Tableau 12 : Programme qualitatif 91
Tableau 13 : Programme spécifique quantitatif 92
Tableau 14 : Revêtement murales dans les différents espaces 111
Tableau 15 : Revêtement de sols dans les différents espaces 112

INTRODUCTION GENERALE

Introduction:

À l'aube du XXIe siècle, les sociétés contemporaines traversent une période de transformation profonde, portée par l'essor des nouvelles technologies et la mondialisation des savoirs. Dans ce contexte de mutations accélérées, l'**éducation** occupe une place centrale et stratégique, en tant que levier fondamental du développement humain et économique. Comme le souligne l'UNESCO :

« L'éducation est l'arme la plus puissante que vous puissiez utiliser pour changer le monde. Elle est à la fois un droit fondamental et un vecteur irremplaçable de progrès social, économique et technologique. »[1]

Avec le **progrès technologique**, qui touchent l'ensemble des sphères de l'activité humaine, de l'économie à la culture, de la santé à la communication. Au cœur de ces bouleversements, l'**éducation** apparaît comme le pivot central permettant aux sociétés de s'adapter, d'innover et de se projeter vers l'avenir. Elle n'est plus simplement un droit fondamental, elle est devenue un enjeu stratégique de premier ordre.

Dans l'architecture des systèmes éducatifs, le lycée occupe une position fondamentale en tant qu'étape charnière de la formation de l'individu. Lieu de construction intellectuelle, sociale et citoyenne, il accueille des élèves en pleine adolescence et les accompagne vers l'âge adulte, en leur transmettant à la fois des savoirs disciplinaires solides et des compétences transversales indispensables à leur épanouissement. Face aux progrès technologiques qui reconfigurent les modes de vie, de travail et de communication, le lycée est appelé à évoluer en profondeur. Il ne saurait rester à l'écart des mutations qui traversent la société ; au contraire, il en est un acteur central, chargé de former des générations capables de comprendre le monde, de s'y adapter et d'y contribuer de manière éclairée et responsable.

L'intelligence artificielle et les systèmes intelligents permettent d'améliorer le fonctionnement d'un lycée. Ils ne constituent pas une simple addition d'outils au service de pédagogies existantes, mais engendrent de véritables ruptures épistémologiques dans la manière d'enseigner, d'apprendre et d'évaluer. Le rapport de l'OCDE (2019) insiste sur cette dimension transformatrice :

[1] UNESCO. (2021). *Rapport mondial de suivi sur l'éducation, 2021/2 : Les acteurs non étatiques dans l'éducation : Qui décide ? Qui est perdant ?* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382988 (consulté le 27/03/2026)

« La quatrième révolution industrielle exige que les systèmes d'éducation et de formation opèrent une transition profonde : il ne s'agit plus de transmettre un corpus fixe de connaissances, mais de développer la capacité des apprenants à s'adapter, à collaborer et à innover face à des technologies en perpétuelle évolution. »[2]

Choix du thème :

Ce mémoire porte sur la conception d'un lycée technique intégrant l'intelligence artificielle et les systèmes intelligents, dans le but d'améliorer la qualité de l'apprentissage. Face aux mutations profondes imposées par l'essor technologique, l'établissement scolaire technique ne peut plus se contenter de ses modèles traditionnels d'enseignement. Il est désormais nécessaire de repenser sa structure, ses outils et ses pratiques pédagogiques en tirant pleinement parti des apports de l'intelligence artificielle, personnalisation des parcours, aide à la décision, détection des difficultés, automatisation des tâches administratives. Afin d'offrir à chaque élève un cadre d'apprentissage plus efficace, plus équitable et mieux adapté aux exigences du monde professionnel contemporain.

Choix de corpus d'étude :

Le choix de la ville de Tlemcen comme corpus d'étude pour la conception d'un lycée technique intelligent repose sur plusieurs facteurs stratégiques, urbains et éducatifs. Située à l'ouest de l'Algérie, Tlemcen occupe une position géographique importante grâce à sa proximité avec les principaux axes routiers reliant différentes communes et wilayas, ce qui facilite l'accès rapide au futur établissement. La ville possède également un potentiel de développement important dans les domaines de l'éducation, de la technologie et de l'innovation, mais elle connaît une absence d'établissements spécialisés dans l'enseignement technique. Ainsi, l'implantation d'un lycée technique intelligent à Tlemcen représente une opportunité de créer un site éducatif moderne capable d'améliorer les conditions d'apprentissage, de favoriser l'utilisation des systèmes intelligents et de répondre aux besoins futurs en formation scientifique et technologique. Ce projet contribuerait également au développement urbain et éducatif de la région tout en renforçant l'intégration des technologies numériques dans le secteur de l'éducation.

---

[2] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/fr/publications/reports/2019/05/oecd-skills-outlook-2019_c8896fe0/a0e29ca9-fr.pdf (consulté le 27/03/2026)

Etat de l’art :

L'élaboration du présent projet s'est appuyée sur l'analyse d'expériences existantes en matière de **lycées techniques**. Pour mieux comprendre le fonctionnement de ce dernier, trois cas seront étudiés :

- **Karratha Senior High School Technical Learning Facilities :**

Ce projet pédagogique a été élaboré pour répondre aux exigences de la formation technique et professionnelle au cœur de la zone industrielle de Karratha.
L'arrangement des espaces offre un lien direct entre la théorie et la mise en pratique, préparant ainsi les étudiants dans les secteurs industriels et technologiques.
Le bâtiment privilégie aussi le confort thermique, la lumière naturelle et l'intégration des tech nologies intelligentes dans le but d'optimiser les performances éducatives.

- **IAOIZ Nedim Uysal Professional and Technical Private High School :**

Ce lycée professionnel et technique a été conçu pour appuyer l'éducation industrielle et techno logique en incorporant les équipements à la pointe de la technologie, répondant aux exigences de la formation professionnelle.
Le lycée se fonde sur une structure pédagogique qui encourage l’innovation, l’emploi des tech nologies modernes et le lien entre l’éducation et le milieu industriel.

- **Auotmative Industry Exporters Union Technical and Industrial High School :**

Cette structure est dédiée aux secteurs industriels et automobiles et illustre bien l'harmonisatio n entre l'éducation technique et les exigences du domaine économique.
L'approche architecturale encouragera la fonctionnalité et la modularité des espaces tout en int égrant des technologies modernes afin de rehausser la qualité pédagogique et d'élaborer un ca dre éducatif novateur en adéquation avec les professions techniques de demain.

Problématique :

Face aux mutations profondes qu'imposent l'essor du numérique et l'émergence de l'intelligence artificielle dans tous les secteurs de la société, le domaine de l'éducation se trouve aujourd'hui confronté à un impératif de transformation. Les établissements scolaires traditionnels, et plus particulièrement les lycées techniques, peinent à s'adapter à la rapidité de ces changements, au risque de former des élèves décalés par rapport aux réalités d'un marché du travail en constante

évolution. Dans ce contexte, la notion de **lycée technique intelligent**, établissement intégrant les systèmes intelligents, l'intelligence artificielle et les technologies numériques au cœur de ses pratiques pédagogiques et de son organisation spatiale, s'impose comme une réponse concrète et ambitieuse à ces défis.

La ville de Tlemcen, capitale historique et universitaire de l'ouest algérien, n'échappe pas à cette réalité. Malgré son potentiel démographique, académique et économique, elle accuse un déficit notable en établissements techniques modernes capables de répondre aux besoins croissants de sa jeunesse en matière de formation scientifique et technologique de qualité. L'absence d'un lycée technique intégrant les outils intelligents constitue ainsi un frein au développement éducatif de la région et un manque à combler de toute urgence, C'est précisément de cette réalité que découle la question fondamentale autour de laquelle s'articule ce travail de recherche :

Comment concevoir un lycée technique intelligent à Tlemcen ?

Hypothèse :

L'hypothèse de ce travail au regard de la problématique ci-dessus est la suivante :

La conception d'un lycée technique intelligent à Tlemcen par l'intégration de l'immotique et l'intelligence artificielle

Objectifs :

- **Concevoir un établissement moderne :** répondant aux normes architecturales et pédagogiques d'un lycée technique intelligent, adapté au contexte urbain et climatique de Tlemcen.
- **Intégrer l'intelligence artificielle et les systèmes intelligents :** dans les espaces d'enseignement, de gestion et d'administration afin d'optimiser le fonctionnement global de l'établissement.
- **Améliorer la qualité de l'apprentissage :** en proposant des environnements pédagogiques adaptés, interactifs et centrés sur les besoins de chaque élève.
- **Favoriser l'innovation pédagogique :** en intégrant des outils numériques, des laboratoires intelligents et des espaces de travail collaboratif au cœur du projet architectural.

- **Assurer l'optimisation énergétique du bâtiment :** en intégrant des systèmes de gestion intelligente de l'énergie, éclairage automatique, régulation thermique, énergies renouvelables, afin de concevoir un établissement sobre, durable et respectueux de l'environnement.
- **Contribuer au développement urbain et éducatif de Tlemcen :** en faisant du lycée un équipement structurant et un pôle d'excellence au service de toute la région.

Outils de recherche :

- **Sites web:** Google scholar, ResearchGate, Archdaily, OpenStreetMap, Google Earth.
- **Outils académique et documentaire :** PDAU, Neufert, DTR, Journal Officiel.
- **Logiciel:** Revit, Photoshop, Illustrator, TwinMotion.

Méthodologie de recherche:

- **Approche urbaine :**

A permis d'analyser le site d'implantation dans son contexte territorial, en étudiant sa position par rapport aux principaux axes routiers, aux équipements existants et aux dynamiques de développement de la ville de Tlemcen, afin de garantir une insertion urbaine cohérente et stratégique du futur établissement.

- **Approche thématique :**

Repose sur l'intégration de l'intelligence artificielle et des technologies intelligentes dans l'environnement scolaire afin d'améliorer la qualité de l'enseignement technique. Le projet met l'accent sur l'innovation, la numérisation et l'utilisation des systèmes intelligents pour créer un cadre pédagogique moderne favorisant l'apprentissage interactif, la gestion intelligente et le développement des compétences technologiques des élèves.

- **Approche programmatique :**

Défini l'ensemble des espaces et des fonctions nécessaires au bon fonctionnement du lycée, en établissant un programme architectural détaillé répondant aux besoins des élèves, des enseignants et du personnel administratif, tout en intégrant les exigences spécifiques d'un établissement intelligent.

- **Approche architecturale :**

Traduit l'ensemble de ces données en un projet spatial cohérent, en proposant une organisation fonctionnelle, une composition formelle et une expression architecturale, afin de créer un environnement d’apprentissage dynamique et attractif.

Approche technique :

Repose sur l’intégration des systèmes intelligents, les dispositifs d'intelligence artificielle et les solutions d'optimisation énergétique dans le bâtiment, assurant ainsi la cohérence entre le concept architectural et les performances technologiques attendues.

Chapitre I :
Approche Théorique

Introduction :

Le domaine de l'éducation constitue un pilier fondamental du développement des sociétés contemporaines.

Dans ce contexte, le lycée représente une étape essentielle du parcours éducatif, assurant la transition entre l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur ou l'insertion professionnelle. Il s'inscrit dans un cadre institutionnel structuré, régi par des objectifs pédagogiques définis et un dispositif réglementaire spécifique, notamment pour les **lycées techniques**, qui visent le développement de compétences pratiques et professionnelles.

Ce premier chapitre a pour objectif de poser les bases théoriques nécessaires à la compréhension du sujet. Il s'agit en premier lieu d'éclairer la notion d'éducation, établir les bases théoriques nécessaires à la compréhension du lycée technique, à travers l'étude de ses fondements, de son organisation et de son rôle au sein du système éducatif.

1 L'éducation :

1.1 Définition de l'éducation :

L'éducation consiste à favoriser l'acquisition de connaissances ainsi que de valeurs morales, physiques, intellectuelles et scientifiques jugées indispensables pour atteindre un certain niveau de culture. Elle assure également la transmission, d'une génération à une autre, des éléments culturels nécessaires à l'épanouissement de la personnalité et à l'intégration sociale de l'individu.[3]

L'UNESCO considère que l'éducation est un droit humain fondamental et un pilier pour établir la paix, éradiquer la pauvreté et contribuer au développement durable. Cependant, l'accès à l'éducation n'est pas suffisant en soi ; la qualité de l'éducation est essentielle.

Un apprentissage de mauvaise qualité a des conséquences profondes et durables sur la vie et l'emploi. Lorsque les élèves n'acquièrent pas les compétences en lecture, en écriture, en calcul, ainsi qu'en matière de gestion des émotions et de réflexion critique, ils se heurtent à des obstacles importants pour poursuivre leurs études, trouver un emploi décent dans un marché du travail en rapide évolution et de plus en plus axé sur les connaissances, et participer de manière significative à la société.

[3] La Toupie. (2006, 9 avril). *Définition : Éducation*. https://www.toupie.org/Dictionnaire/Education.htm (consulté le 2 avril 2025)

L'UNESCO estime que 754 millions de jeunes et d'adultes ne disposent pas des compétences de base en lecture et écriture, ce qui compromet leur capacité à améliorer leurs conditions de vie et à contribuer de manière productive à leur communauté.[4]

Selon "Emile Durkheim" l'éducation est un processus social essentiel visant à former l'individu conformément aux exigences de la société.

"Émile Durkheim" définit l'éducation comme "l'action exercée par les générations adultes sur celles qui ne sont pas encore mûres pour la vie sociale". Cette définition met en avant le caractère intergénérationnel de l'éducation, où les adultes jouent un rôle actif dans la formation des jeunes individus. L'objectif principal est de développer chez l'enfant des états physiques, intellectuels et moraux nécessaires pour une intégration harmonieuse dans la société.[5]

1.2 Rôle de l'éducation :

L'éducation est très importante dans les différents niveaux :

1.2.1 Dans la société :

L'éducation joue un rôle majeur dans la diffusion des idées et des valeurs au sein d'une société. En offrant un espace de réflexion et de débat, elle permet aux individus d'explorer différentes perspectives et de développer leur esprit critique. De plus, les programmes éducatifs peuvent être conçus pour promouvoir des valeurs telles que le respect, la tolérance et la diversité, contribuant ainsi à la construction d'une société plus harmonieuse et inclusive. En encourageant la discussion autour de sujets socialement et politiquement importants, l'éducation permet également de favoriser l'émergence de nouveaux courants de pensée et de la créativité intellectuelle.

[4] Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). (s.d.). *Pourquoi l'éducation est-elle importante ?* https://www.unesco.org/fr/quality-learning/need-know dernière mise à jour 27 mai 2025 (consulté le 2 avril 2026)

[5] Ithy. (s.d.). *Définition de l'éducation selon Émile Durkheim*. https://ithy.com/article/definition-education-durkheim-c5x2gh4t (consulté le 2 avril 2026)

1.2.2 Dans l'économie :

L'éducation joue un rôle crucial dans le développement économique des sociétés modernes. En fournissant aux individus les compétences et les connaissances nécessaires, elle permet de créer une main-d'œuvre qualifiée, favorisant ainsi la productivité et la compétitivité des entreprises. De plus, l'éducation contribue à réduire le chômage en offrant des opportunités d'emploi aux diplômés. En investissant dans l'éducation, les gouvernements peuvent stimuler la croissance économique, réduire les inégalités et améliorer les conditions de vie de la population.

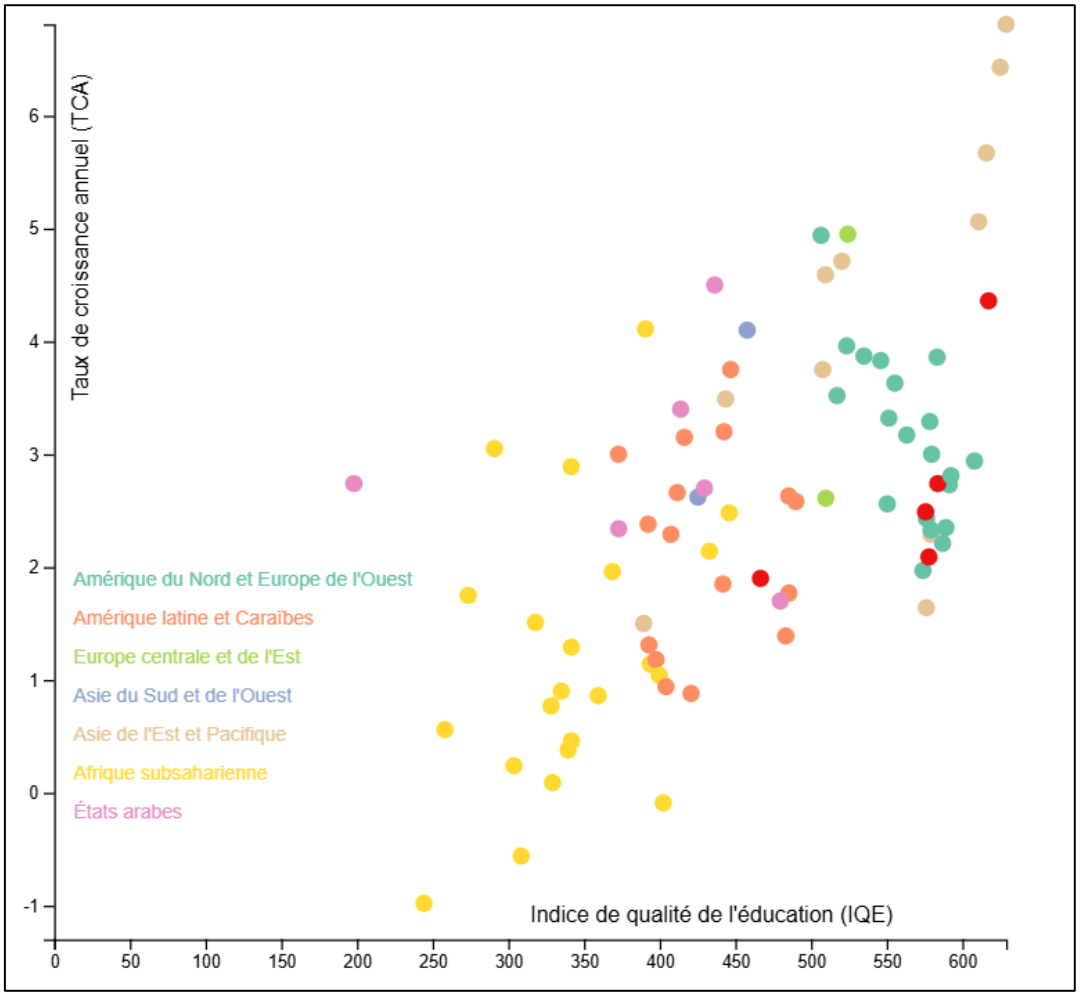


Figure 1 : Relation entre la qualité des systèmes éducatifs et la croissance économique d'environ 100 pays sur une longue période (1960-2010).

Source : (2017, 25 octobre). *Améliorer la qualité de l'éducation permet une croissance forte*. https://theconversation.com/ameliorer-la-qualite-de-leducation-permet-une-croissance-forte-86586

Ce graphique ressort une relation positive assez explicite : plus les systèmes éducatifs sont de qualité (indicateur IQE), plus les pays connaissent un développement économique important (indicateur TCA).

1.2.3 Dans l'innovation technologique :

L'éducation est étroitement liée à l'innovation technologique dans les sociétés modernes. En fournissant une base solide de connaissances scientifiques et techniques, les systèmes éducatifs encouragent la créativité et l'esprit d'innovation chez les individus. De plus, les établissements d'enseignement supérieur jouent un rôle crucial dans la recherche et le développement technologique, en formant des chercheurs et des ingénieurs de haut niveau. En favorisant l'apprentissage des nouvelles technologies, l'éducation permet également aux entreprises de rester compétitives sur le marché mondial.[6]

1.3 L'éducation en Algérie :

Le système éducatif algérien a pour vocation d'assurer la formation et l'instruction de l'ensemble des citoyens, conformément aux principes consacrés par la Constitution, notamment le droit à l'éducation et l'égalité d'accès entre les sexes. Il est piloté par le ministère de l'Éducation nationale.

Il s'inscrit dans une logique d'organisation centralisée, caractérisée par un pilotage national des programmes et des orientations pédagogiques. À ce titre, la réforme éducative a impliqué « des changements à la fois au niveau des curriculums[7], de l'évaluation des acquis des élèves, de la formation et des moyens didactiques » (Xavier Roegiers, in Noureddine Toualbi-Thaâlibi & Sobhi Tawil, 2006, p. 173). Par ailleurs, ce système est historiquement structuré autour d'orientations définies par l'État, dans la mesure où il a été « volontairement orienté vers un objectif restreint d'authentification identitaire » (Noureddine Toualbi-Thaâlibi,2006,

p. 18). Ces éléments traduisent une volonté d'uniformisation et de cohérence du système éducatif à l'échelle nationale.[8]

---

[6] Aithor. (2024, août 13). *Le rôle de l'éducation dans la formation des sociétés modernes*. https://aithor.com/essay-examples/le-role-de-leducation-dans-la-formation-des-societes-modernes (consulté le 2 avril 2026)

[7] Curriculum : un plan structuré d'enseignement précisant objectifs, contenu, méthodes, évaluation et matériel pédagogique. UNESCO. (3/09/2025). *Ce qu'il faut savoir sur le curriculum*. https://www.unesco.org/fr/curriculum/need-know

[8] Tousalbi-Thaâlibi, N., & Tawil, S. (dirs.). (2006). *Réforme de l'éducation et innovation pédagogique en Algérie*. UNESCO Office Rabat. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158372 (consulté le 3 avril 2026)

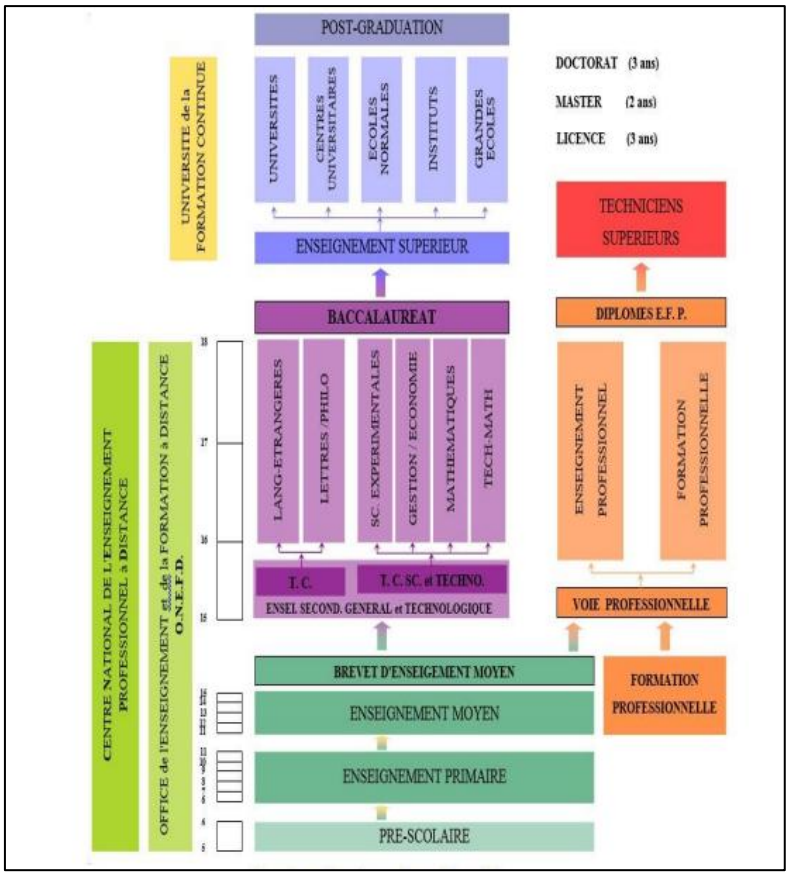


Figure 2 : Structuration du système éducatif

Source : ministère de l'éducation nationale

2 Lycée :

Le système éducatif en Algérie est structuré en trois niveaux principaux, couvrant l'enseignement fondamental, moyen et secondaire, mais l'objet de ce travail se limite spécifiquement à l'étude du lycée.

2.1 Définition de lycée :

Un lycée est un établissement d'enseignement secondaire où les adolescents reçoivent une éducation avant d'entrer à l'université ou de trouver un emploi.[9]

En général, il comprend trois années d'études : la première**,** la seconde, et la terminale.

Selon le Dictionnaire Larousse, « un lycée est un établissement d'enseignement du second degré, couvrant les classes de la seconde à la terminale »[10]. Il prépare aux baccalauréats (général, technologique ou professionnel)

[9] Vocabulary.com. (n.d.). *High school*. In Vocabulary.com dictionary. https://www.vocabulary.com/dictionary/high%20school (consulté le 3 avril 2026)

[10] Larousse. (n.d.). *Lycée*. In *Dictionnaire de français*. (larousse.fr) (consulté le 3 avril 2026)

2.2 L'importance de lycée :

Le lycée représente une étape cruciale dans la vie d'un jeune, car elle marque le début de l'enseignement supérieur et ouvre les portes vers de nombreuses opportunités professionnelles. Beaucoup de personnes se demandent pourquoi il est important d'aller au lycée et quelles sont les avantages de poursuivre ses études. Parmi ces avantages :

Aller au lycée permet aux élèves d'acquérir des connaissances et des compétences essentielles dans diverses matières, tout en offrant des options et des spécialisations adaptées à leurs intérêts et projets professionnels. Il prépare également à l'avenir professionnel en permettant de découvrir différents métiers, de réaliser des stages et de développer des compétences pratiques.

Le lycée favorise le développement de compétences transversales telles que le travail en équipe, la communication, la gestion du temps et la résolution de problèmes, utiles tout au long de la vie professionnelle. Il contribue aussi à l'épanouissement personnel grâce aux activités extrascolaires, clubs et projets artistiques, sportifs ou humanitaires, permettant de développer talents, créativité et sens des responsabilités.[11]

Enfin, le lycée joue un rôle essentiel dans la formation des adolescents, en préparant à la vie active et aux études supérieures.

2.3 Définition de lycée intelligent :

Lycée intelligent est un concept moderne qui s'appuie sur les technologies de pointe pour améliorer la qualité de l'éducation et optimiser l'apprentissage. Elle utilise des technologies telles que l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique, la réalité virtuelle et la réalité augmentée afin de permettre aux élèves d'apprendre de manière optimale et de leur offrir un environnement d'apprentissage adapté à leurs besoins spécifiques.

L'école intelligente est une intégration des technologies et de l'éducation visant à améliorer la qualité de l'enseignement et l'efficacité de l'apprentissage. Elle propose divers services éducatifs aux élèves, tels que des classes virtuelles et la communication électronique entre élèves, enseignants, conseillers pédagogiques et assistants. La mise en œuvre de l'école intelligente est

[11] umvie.com. (n.d.). *Pourquoi aller au lycée ? Les avantages de poursuivre ses études*. https://umvie.com/pourquoi-aller-au-lycee-les-avantages-de-poursuivre-ses-etudes/ (consulté le 3 avril 2026

considérée comme une méthode moderne et efficace pour rehausser la qualité de l'éducation et améliorer le niveau d'apprentissage et la productivité des élèves.[12]

Le lycée connecté représente une transformation complète du système éducatif traditionnel. Il s'agit d'un modèle où les technologies éducatives sont intégrées dans l'enseignement quotidien pour offrir une expérience d'apprentissage plus interactive, flexible et moderne. À travers des outils collaboratifs et des plateformes pédagogiques, les élèves ont désormais accès à des ressources en ligne variées, permettant de renforcer leurs connaissances et compétences à tout moment.[13]

2.4 Caractéristique d'un lycée intelligent :

Un lycée intelligent apporte non seulement des avantages modernes, mais favorisent également le développement global des élèves, améliorent la qualité de la gestion scolaire et permettent aux services concernés de gagner du temps opérationnel. parmi ces caractéristiques :

Porte d'école intelligente :

- Système de reconnaissance faciale et de cartes d'identité : Suivi automatique des présences des élèves et des enseignants grâce à des systèmes avancés de reconnaissance faciale et de cartes d'identité.
- Contrôle des accès : Suivre les entrées et les sorties afin de garantir un environnement éducatif sécurisé au sein de l'établissement scolaire.
- Contrôle des visiteurs : gérer efficacement les visiteurs et les parents, faciliter les arrivées et les départs tout en empêchant les accès non autorisés à l'établissement.

Salle de classe intelligente :

- Équipements interactifs et modernes : Utilisez des tableaux blancs interactifs et des appareils avancés tels que des haut-parleurs et des caméras pour créer des leçons dynamiques et attrayantes qui encouragent la participation active des élèves.
- Apprentissage en ligne de haute qualité : Garantissez une expérience d'apprentissage en ligne fluide grâce à des connexions haut débit et une qualité audio et vidéo supérieure.

---

[12] Edu Step Up. (2023). *What is a smart school and benefits*. https://edustepup.com/en/what-is-smart-school-and-benefits (consulté le 4 avril 2026)

[13] Ouragan Cerf-Volant. (s. d.). *Mode d'emploi : lycée connecté – comment adapter l'école au numérique*. https://ouragan-cerfvolant.fr/mode-emploi-lycee-connecte-comment-adapter-ecole-numerique/ (consulté le 4 avril 2026)

- Interaction améliorée : faciliter le partage flexible de contenu et l'interaction avec les étudiants.
- Gestion optimisée de la classe : rationalisez les activités en classe et d'enseignement, et économisez du temps et des ressources.

Salle de conférence :

- Connectivité efficace : Organisez facilement des webinaires, des réunions en ligne et des sessions de formation à distance grâce à une configuration rapide et efficace.
- Économies de temps et d'argent : Réduisez les coûts et le temps liés à l'organisation des réunions et aux déplacements.
- Productivité accrue : Améliorer l'efficacité et le professionnalisme au travail, ainsi que les communications et les collaborations.

Bus scolaire intelligent :

- Gestion de flotte : Superviser efficacement les opérations des bus, les horaires des trajets et les listes d'élèves.
- Suivi parental : Permet aux parents de suivre le parcours de leur enfant grâce aux données de lecture de carte.
- Confirmation de sécurité : Assurez la sécurité des élèves grâce à la confirmation des enseignants et des chauffeurs via l'application de gestion.

Bibliothèque numérique :

- Gestion centralisée : Gérez avec précision tous les équipements, documents et outils de la bibliothèque.
- Emprunt de livres simplifié : inscrivez-vous et empruntez facilement des livres ou du matériel via une application ou une carte.
- Suivi complet : Suivez toutes les activités d'emprunt et de retour grâce à un système de gestion électronique.

Cafétéria et cantine intelligentes :

- Gestion nutritionnelle : Mettre en place un système de gestion des besoins alimentaires des élèves et des menus quotidiens.

- Accès parental : Permettez aux parents de consulter et d'enregistrer facilement les menus de leurs enfants via une application.
- Distribution transparente des repas : veiller à ce que les élèves reçoivent leurs repas attribués de manière transparente grâce à leurs cartes.

Espaces publics intelligents :

- Affichage d'informations : Utilisez des écrans LED et des haut-parleurs pour la diffusion centralisée des annonces et des informations.
- Planification efficace : Gérez les diffusions sur n'importe quel écran du campus scolaire grâce à un système optimisé.[14]

2.5 Avantages de lycée intelligent :

Le modèle d'école intelligente s'est développé dans de nombreux pays à travers le monde, comme les États-Unis, le Japon et la Corée du Sud. La mise en œuvre de ce modèle offre de nombreux avantages pratiques, notamment dans le cadre de la transformation numérique globale.

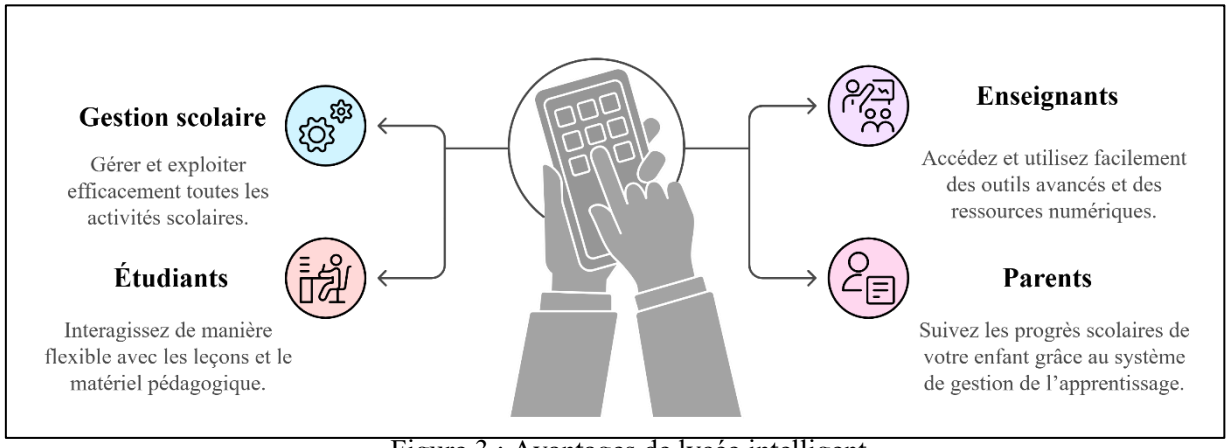


Figure 3 : Avantages de lycée intelligent

Source : Zodiac (traité par l'auteur)

[14] Zodiac. (2024, 15 juillet). *Smart school model – The future of education*. https://zodiac.com.vn/en/smart-school-model-the-future-of-education/ (consulté le 4 avril 2026)

3 Lycée technique :

À l'instar des écoles techniques, un lycée technique propose un cursus conçu pour préparer les lycéens à un métier précis avant leurs études supérieures. Ces établissements enseignent les mathématiques, les sciences, la géographie et d'autres matières fondamentales. Ils enseignent également les techniques d'exercice d'un métier spécifique.

Les avantages comprennent généralement l'aide apportée aux lycéens pour trouver, choisir et se préparer à un parcours professionnel précis. Ce programme soutient leur parcours scolaire tout en les encourageant à s'intéresser davantage aux différentes formations. Il leur permet d'obtenir des informations sur le programme de leur choix et sur divers domaines.

Ces écoles proposent fréquemment de tels programmes de formation dans leurs classes supérieures et forment des élèves titulaires d'un diplôme d'études secondaires, ainsi que des compétences et une formation dans des domaines qui leur permettent d'entamer leur carrière immédiatement après le lycée.[15]

Les lycées professionnels, également connus sous le nom de lycées techniques, offrent une formation pratique visant à préparer les élèves à exercer un métier spécifique. Plutôt que d'offrir des cours d'enseignement général dispensés dans les lycées traditionnels, les cours des lycées professionnels se concentrent uniquement sur les compétences et les connaissances nécessaires à l'exercice d'un métier spécifique.[16]

3.1 Avantages de lycée technique :

Une formation concrète et pratique :

Un des atouts majeurs du lycée professionnel est la priorité donnée à la formation pratique. L'essentiel du temps des étudiants est réparti entre des séances en atelier, en laboratoire ou des stages en entreprise, ce qui favorise l'application des compétences apprises en cours.

1. Ateliers et laboratoires : Les lycées techniques possèdent des infrastructures approprié es pour les travaux pratiques, qui permettent aux étudiants de s'exercer et d'approfondi r leurs compétences dans leur spécialisation.

[15] New England Institute of Technology. (s. d.). *What is a technical school?* https://www.neit.edu/blog/what-is-a-technical-school (consulté le 4 avril 2026)
[16] Coursera. (s. d.). *What is a trade school?* https://www.coursera.org/fr-FR/articles/trade-school (consulté le 4 avril 2026)

2. Les stages en entreprise : Une partie essentielle de la formation.
   Ils offrent aux étudiants l'opportunité d'explorer le monde du travail, d'acquérir des co mpétences dans un contexte réel et de constituer un réseau professionnel.

Une insertion professionnelle facilitée :

Le lycée professionnel est conçu pour faciliter l'entrée sur le marché de l'emploi, affichant dans certains domaines des taux d'insertion généralement très satisfaisants.Les étudiants sont préparés pour des professions spécifiques, les rendant directement compétents dès l'achèvement de leur formation.

1. Coopérations avec les sociétés : Plusieurs lycées techniques entretiennent des collaborations étroites avec des entreprises à l'échelle locale et nationale, ce qui simpli fie l'accès à des stages et à des propositions de travail.
2. Diplômes validés : Les qualifications décernées par les écoles secondaires professionnelles sont saluées par les recruteurs et témoignent de compétences spécifiq ues et prisées.

Un environnement pédagogique adapté :

Les lycées professionnels fournissent souvent un cadre éducatif plus approprié pour les étudiants rencontrant des problèmes avec les filières générales ou qui privilégient une formation pratique.

1. Soutien accru : Les salles de classe des lycées professionnels sont généralement plus r estreintes, facilitant ainsi un accompagnement plus individualisé pour chaque étudiant
2. Méthode d'enseignement personnalisée : Les professeurs emploient des techniques d'e nseignement ajustées aux particularités des élèves, favorisant dès lors leur implication et leur prospérité.[17]

[17] Top Soutien Scolaire. (2024, juillet 9). *Le lycée professionnel : Une voie vers l'avenir*. https://www.topsoutienscolaire.fr/blog/lycee-professionnel (consulté le 4 avril 2026)

4 Historique de lycée :

L'histoire du lycée dans le monde remonte à l'antiquité grecque, le lycée "d'Aristote", fondé vers 335 av. J.-C. à Athènes près du temple d'Apollon lycien, est considéré comme le tout premier « lycée » de l'histoire, école philosophique où Aristote enseignait en se promenant.[18]

Son école a été nommée péripatétique, ou péripatéticienne, du grec ancien "*peripatetikós*" (« qui aime se promener en discutant ») indiquant qu'Aristote enseignait au Lycée d'Athènes en marchant avec ses élèves.[19]

En 1802 Napoléon Bonaparte est considéré comme le fondateur des lycées par la loi du 1er mai, s le but de préparer les élites intellectuelles, administratives et militaires de l'État, cette institution s'est progressivement imposée comme le fondement de l'enseignement secondaire français. Elle a ensuite servi de référence pour de nombreux systèmes éducatifs à travers le monde, en particulier dans les anciennes colonies françaises où le terme « lycée » demeure encore en usage aujourd'hui.[20]

dans le but de préparer les élites intellectuelles, administratives et militaires de l'État, cette institution s'est progressivement imposée comme le fondement de l'enseignement secondaire français. Elle a ensuite servi de référence pour de nombreux systèmes éducatifs à travers le



Figure 4 : Site archéologue de lycée d'Aristote (en rouge)

Source : Le Monde. (2014, 5 juin). Les vestiges de l'école péripatéticienne d'Aristote ouvrent à Athènes. (consulté le 6 avril 2026)

[18] Le Monde. (2014, 5 juin). *Les vestiges de l'école péripatéticienne d'Aristote ouvrent à Athènes*. https://www.lemonde.fr/culture/article/2014/06/05/les-vestiges-de-l-ecole-peripateticienne-d-aristote-ouvrent-a-athenes_4432419_3246.html (consulté le 6 avril 2026)

[19] Grèce Hebdo. (2014, 12 juin). *Le Lycée d'Aristote à Athènes a ouvert ses portes au public*. https://www.grecehebdo.gr/le-lycee-daristote-athenes-ouvert-ses/ (consulté le 6 avril 2026)

[20] Didac-TIC. (s.d). *Le lycée*. https://www.didac-tic.fr/emile/lycee/ (consulté le 6 avril 2026)

monde, en particulier dans les anciennes colonies françaises où le terme « lycée » demeure encore en usage aujourd'hui.[21]

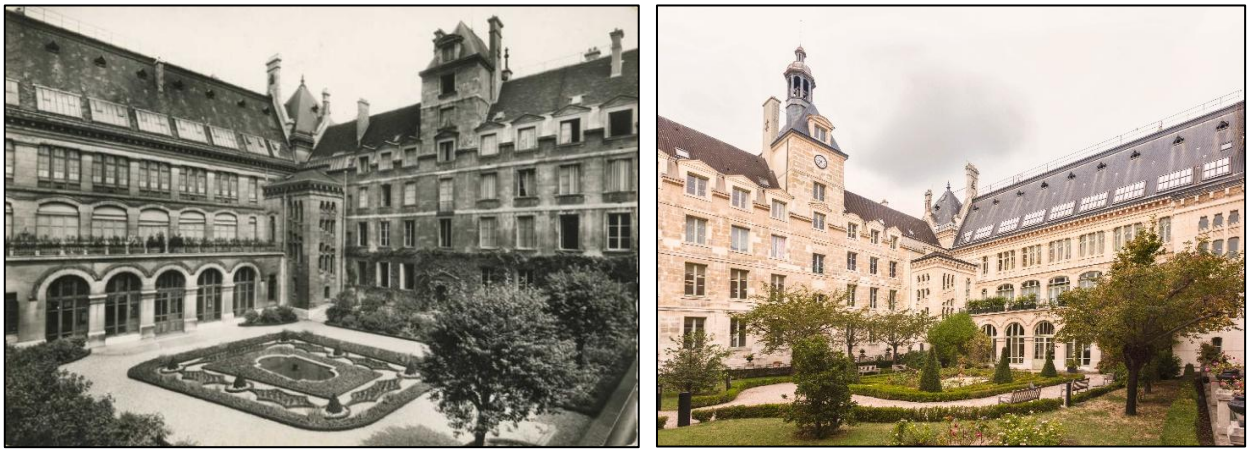


Figure 5 : Premier lycée "Louis Le Grand" en 1802 par Napoléon Bonaparte

Source : Lycée Louis-le-Grand. (s. d.). Histoire du lycée. https://louislegrand.fr/le-lycee/histoire-du-lycee/

4.1 Historique de lycée en Algérie :

L'établissement scolaire d'Alger trouve son origine en 1833, lorsqu'il est fondé à la rue de Socgemah avec un effectif initial de 37 élèves. Dès l'année suivante, il est transféré à la rue du Sagittaire, où il accueille environ 50 élèves, majoritairement issus de familles de fonctionnaires et de militaires. Le 27 avril 1835, le collège d'Alger est officiellement installé à la rue des Trois Couleurs, dans une modeste maison mauresque. Toutefois, en raison de l'exiguïté et de la vétusté des locaux face à l'augmentation progressive des effectifs, l'établissement est déplacé à la rue de Bab Azoun, dans une ancienne caserne de janissaires.

Une étape déterminante est franchie le 21 septembre 1848 avec la création de l'académie d'Alger, marquant l'érection du collège en **lycée**. Afin de répondre aux besoins croissants, la construction d'un nouvel édifice est entreprise en 1861. Celui-ci est inauguré le 6 octobre 1868 et mis en service la même année, accueillant alors 465 élèves, tandis que les anciens bâtiments du lycée de Bab-Azoun, devenus vétustes, sont progressivement abandonnés puis démolis.

Le « Grand Lycée » ainsi établi est implanté à l'extrémité de la rue Bab El-Oued, en bordure du jardin Marengo, dans un secteur considéré comme l'un des plus salubres de la ville, au sein du quartier de l'Esplanade. Par la suite, son développement est renforcé par la création de deux annexes, situées respectivement à Ben Aknoun et à Mustapha, portant l'effectif global à environ

[21] Didac-TIC. (s.d). *Le lycée*. https://www.didac-tic.fr/emile/lycee/ (consulté le 6 avril 2026)

1400 élèves. L'organisation de l'établissement repose sur une discipline à la fois rigoureuse et empreinte de bienveillance, reflétant les principes éducatifs de l'époque.[22]



Figure 6 : Le lycée Bugeaud ou Le Grand Lycée d'Alger

Source : https://www.judaicalgeria.com/

4.2 Histoire de lycée technique en Algérie :

L'enseignement technique en Algérie remonte aux années 1920 avec la création d'écoles professionnelles destinées aux ouvriers, suivies, à partir des années 1940-1950, de centres d'apprentissage puis de Cours Complémentaires d'Enseignement Professionnel (CCEP). C'est à partir de 1958 que des **collèges et lycées techniques** voient le jour dans les grands centres (Alger, Oran, Constantine, Annaba, Dellys), chargés de former des techniciens grâce à un enseignement articulant théorie et pratique. Après l'indépendance, les lycées techniques se développent dans le cadre d'un système structuré autour des Collèges Nationaux d'Enseignement Technique (CENT) puis des technicums, avant de connaître, à partir des années

[22] Judaicalgeria. (2024). *Alger : écoles, lycées, université*. https://www.judaicalgeria.com/pages/alger-ecoles-lycees-universite.html (consulté le 6 avril 2026)

1980, une évolution marquée par la réduction des enseignements pratiques et une réorientation progressive de la filière.[23]



Figure 7 : Lycée Technique d'Etat (LTE) de Dellys, ancienne école des Arts et Métiers
Source : Facebook **Lycée Technique d'Etat de Dellys (LTE Dellys)**

5 Classification :

Typologie du lycée : selon « le Journal Officiel de République Algérienne » :

Article 18 : La typologie des constructions scolaires du lycée comprend trois (3) types :

- Type « 600 » : englobe vingt (20) salles d'études pouvant accueillir un total de six cents (600) étudiants
- Type « 800 » : englobe vingtsept (27) salles pédagogiques pouvant accueillir huit cents (800) étudiants.
- Type « 1000 » : regroupe trentequatre (34) salles de classe pouvant accueillir mille (1000) élèves.

Art.19:En plus des classifications scolaires pour le lycée évoquées à l'article 18 précédent, cha que catégorie de lycée peut avoir un mode spécifique de demi-pension..

Art. 20 : La typologie des constructions scolaires de la demi-pension au lycée comprend deux (2) types :

[23] La Coordination Nationale des Lycées Techniques et Technicum. (2010). *Réflexion sur l'enseignement technique en Algérie*. https://cnltt.fr.gd/r-e2-flexion-sur-l-enseignement-technique-.htm (consulté le 6 avril 2026)

- Type « 200 » d'une capacité de recevoir deux cents (200) rationnaires. Cela se fait dans un lycée classé « 600 » et « 800 ».
- Type « 300 » Avec une capacité d'accueil de trois cents (300) rationnaires. Le travail s'effectue dans un lycée de catégorie « 1000 ».

Art. 21 : En plus des catégories de lycées mentionnées à l'article 18 ci-dessus, chaque catégorie de lycée peut avoir une forme spécifique d'internat.

Art. 22 : La typologie des constructions scolaires d'un internat de lycée comprend deux (2) types :

- Type « 200 » d'une capacité d'hébergement de deux cents (200) lits. Il est effectué dans un établissement secondaire de catégories « 600 » et « 800 ».
- Type « 300 » avec une capacité de trois cents (300) lits. Cela se déroule dans un lycée de catégorie « 1000 ».[24]

6 Législation algérienne :

Le lycée est un établissement public administratif doté de personnalité morale et d'autonomie financière, spécialisé en éducation et enseignement, placé sous tutelle du ministre de l'Éducation Nationale, il est créé ou supprimé par décret sur proposition de ce ministre, ses installations ne peuvent servir uniquement à des fins éducatives.

La wilaya contribue à la demande sociale d'éducation en réalisant, entretenant, maintenant et renouvelant les équipements du lycée.

Elle assure notamment la construction selon la typologie scolaire fixée par arrêté ministériel, le dotement en mobilier et équipements, la maintenance, et la promotion d'activités éducatives,

sportives et culturelles avec les parents. Des lycées spéciaux peuvent répondre à des besoins pédagogiques spécifiques.

Chaque lycée couvre une circonscription géographique fixée par arrêté ministériel pour une répartition équitable des élèves.

[24] République algérienne démocratique et populaire. (2021). *Décret exécutif n° 21-170 du 28 avril 2021 fixant les programmes surfaciques et la typologie des constructions scolaires*. Journal officiel de la République algérienne, n° 33 du 5 mai 2021. https://lentrepreneuralgerien.com/images/pdf/startup/decret-21-170-28-04-2021-jo-33.pdf (consulté le 7 avril 2026).

Il comprend un bloc pédagogique (salles de classe, laboratoires, ateliers artistiques/musicaux, salle polyvalente, bibliothèque, amphithéâtre), un bloc administratif (bureaux, salle des professeurs, etc.), des installations sportives (salle de sport), et des espaces éducatifs (terrain de sport, clubs) ; il peut aussi avoir logements de fonction, réfectoire, dortoirs et unité de santé scolaire.

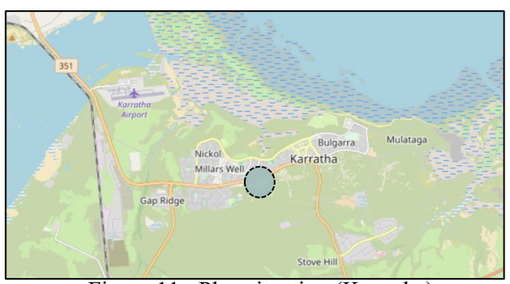
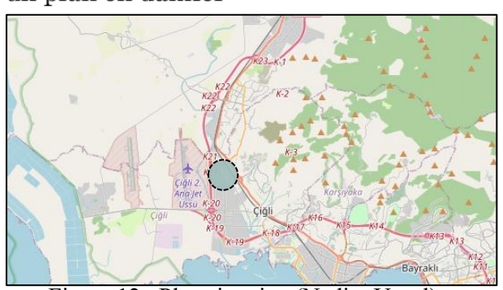
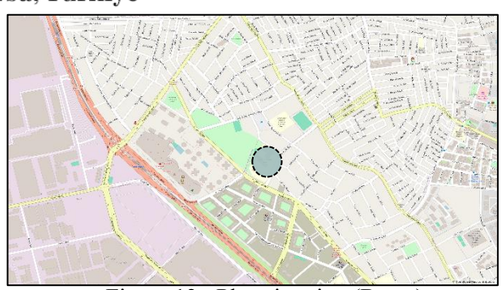
Il fonctionne en externat, avec possibilité de demi-pension ou internat, et peut accueillir des élèves d'autres établissements selon la carte scolaire.

Lors de sa réalisation, des espaces doivent être réservés pour l'accessibilité des élèves handicapés.[25]

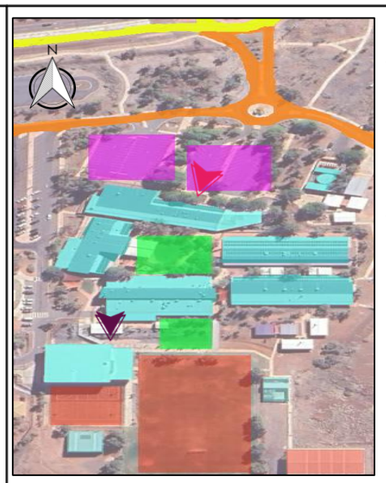
7 Analyse des exemples :

[25] Secrétariat général du gouvernement. (2017). *Décret exécutif fixant le statut-type du lycée*. Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire, n° 30, 17 mai 2017. Consulter le document (consulté le 7 avril 2026).

Tableau 1 : Analyse des exemples Source : auteur

Critères d'analyse \ Exemples	**Exemple 01**: Karratha Senior High School Technical Learning Facilities	**Exemple 02:** Lycée privé professionnel et technique IAOIZ Nedim Uysal	**Exemple 03:** Lycée technique et industriel de BURSA
Justification du choix	Un **pole d'apprentissage technique** intégré dans un lycée existé. Nous avons choisi cet exemple car il représente un modèle de lycée technique contemporain qui allie innovation pédagogique, performance environnementale et qualité architecturale. Ce projet montre comment l'architecture peut aller au-delà de sa fonction traditionnelle pour devenir un véritable outil pédagogique, en créant des espaces adaptés aux nouvelles méthodes d'enseignement centrées sur l'apprentissage pratique, la collaboration et la flexibilité.	Nous avons choisi cet exemple car il représente une réponse contemporaine à l'architecture scolaire technique, alliant innovation pédagogique, organisation fonctionnelle et qualité spatiale .Le projet entend donner une nouvelle vision du lycée technique en transformant les espaces d'apprentissage en des environnements ouverts, interactifs et collaboratifs, adaptés aux méthodes pédagogiques modernes.	Nous avons choisi cet exemple car il incarne une vision moderne du lycée technique, où l'architecture participe directement au processus d'apprentissage. Le projet va au-delà du modèle scolaire traditionnel en proposant des espaces ouverts, flexibles et interactifs qui encouragent la collaboration entre les élèves.
Fiche technique	**Situation :** KARRATHA, AUSTRALIE **Architecte :** Iredale Pedersen Hook Architects **Année de construction :** 2024 **Surface :** 1909 m² **Capacité (lycée) :** 1200 élèves **Gabarit :** R+1  Figure 8: Karratha senior high school Source :https://uni.xyz	**Situation :** IZMIR, TÜRKIYE **Architecte :** M arti D Mimarlik **Année de construction :** 2016 **Surface :** 13697 m² **Capacité (lycée) :** 500 élèves **Gabarit :** R+4 Figure 9 : Lycée professionnel et technique Nedim Uysal Source :https://divisare.com	**Situation :** BURSA, TÜRKIYE **Architecte :** Oficina Asma Bahçeleri Houses **Année de construction :** 2008 **Surface :** 32000 m² **Capacité (lycée) :** 720 élèves **Gabarit :** R+4 Figure 10 : Lycée technique et industriel de Bursa Source :https://archello.
Plan de situation	Situé a Karratha, Australie dans une zone cyclonique (région D), caractérisée par un climat semi-aride chaud et sujet à des pluies et des vents violents lors des cyclones réguliers  Figure 11 : Plan situation (Karratha) Source :www.openstreetmap.org	Le bâtiment du lycée technique et industriel est situé sur l'une des parcelles typiques de la zone industrielle organisée Atatürk d'Izmir, planifiée selon un plan en damier  Figure 12 : Plan situation (Nedim Uysal) Source :www.openstreetmap.org	Le lycée est situé dans la zone industrielle organisée de Hasanağa à Bursa : Hasanağa Organize Sanayi Bölgesi, Nilüfer / Bursa, Türkiye  Figure 13 : Plan situation (Bursa) Source :www.openstreetmap.org

Plan de masse



Le projet s'implante sur un terrain de forme régulière bordé par 2 voies mécanique qui mène à un large parking destiné aux personnels et aux visiteurs, et accessible par un accès principal et un accès pour chaque bloc

Figure 14 : Plan de masse (Karratha)

Source : Auteur



Figure 15 : Plan de masse (Nedim Uysal)

Le projet s'implante sur un terrain de forme régulière bordé par deux voies mécaniques, et accessible par un grand accès principal pour véhicule qui mène au parking et un accès piéton pour les élèves

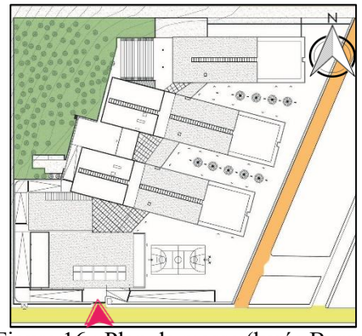


Figure 16 : Plan de masse (lycée Bursa)

Source : Auteur

Le projet s'implante sur un terrain de forme irrégulière avec une forte pente, bordé de deux voies mécaniques et un champ d'oliviers

Légende

Accès principale
Accès bloc technique
Voie mécanique principal
Voie mécanique secondaire
Bâti
Parking
Espace vert
Sport

Accès principale
Voie mécanique principal
Voie mécanique secondaire

Accès principale
Voie mécanique principal
Voie mécanique secondaire

Plans

La construction sur deux étages a permis d'obtenir une emprise au sol compacte sans empiéter sur un précieux espace de loisirs extérieurs. Le plan économique a permis l'aménagement d'espaces extérieurs supplémentaires. Un large passage couvert central relie les différents espaces tout en offrant une vue imprenable sur les collines ancestrales au loin

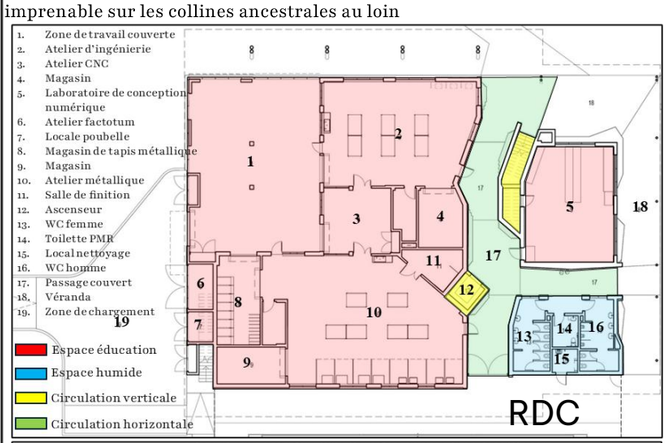


Figure 17: Plans (Karratha)

Source : Auteur

Les nouvelles installations comprennent des ateliers d'ingénierie, des salles de classe multimédias et des laboratoires de sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STEM), conçus pour être adaptables et multifonctionnels. Cette flexibilité permet d'adopter diverses méthodes d'enseignement et styles d'apprentissage

Le bâtiment est réparti sur 5 étages. Les grands espaces tels que la salle de conférence, la salle de sport, les ateliers et les espaces de convivialité comme la cantine et le réfectoire se trouvent au rez-de-chaussée et au 1er étage. Les salles de classe, les bureaux administratifs, les salles des professeurs et la bibliothèque sont situés aux 2e, 3e et 4e étages.

Les ateliers techniques et les espaces sociaux sont répartis dans cinq blocs organisés autour d'un atrium. Le bloc éducatif occupe les étages supérieurs.

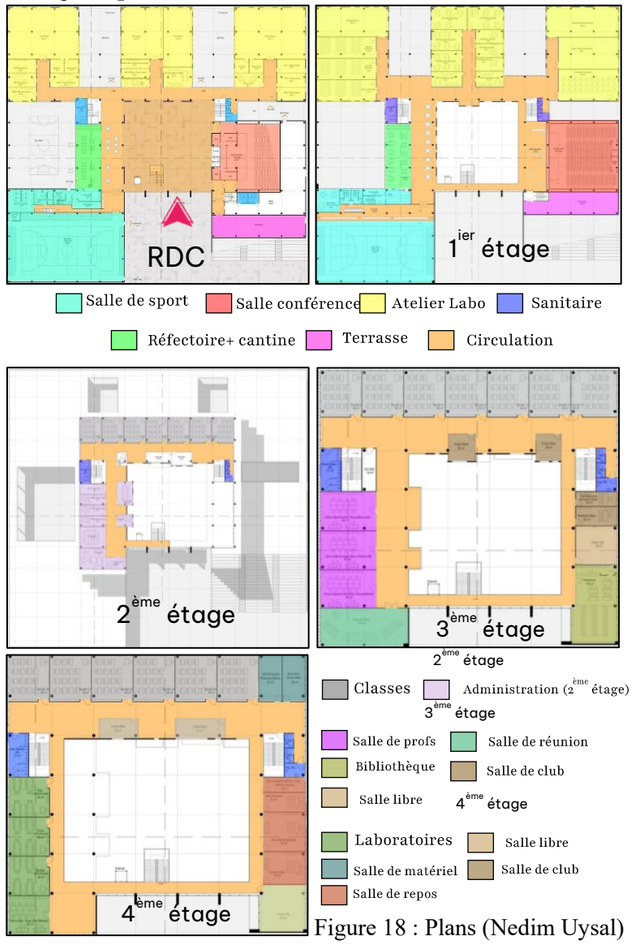


Figure 18 : Plans (Nedim Uysal)

L'agencement fonctionnel du bâtiment comprend trois zones d'activité principales : l'éducation/la formation, l'hébergement des élèves internes et la socialisation, en plus de ses espaces techniques.

En tant qu'établissement dispensant un enseignement dans six domaines différents tels que les technologies de l'information, les technologies électriques et électroniques, les technologies d'automatisation industrielle, les technologies des machines, les technologies métallurgiques et les technologies des véhicules automobiles.

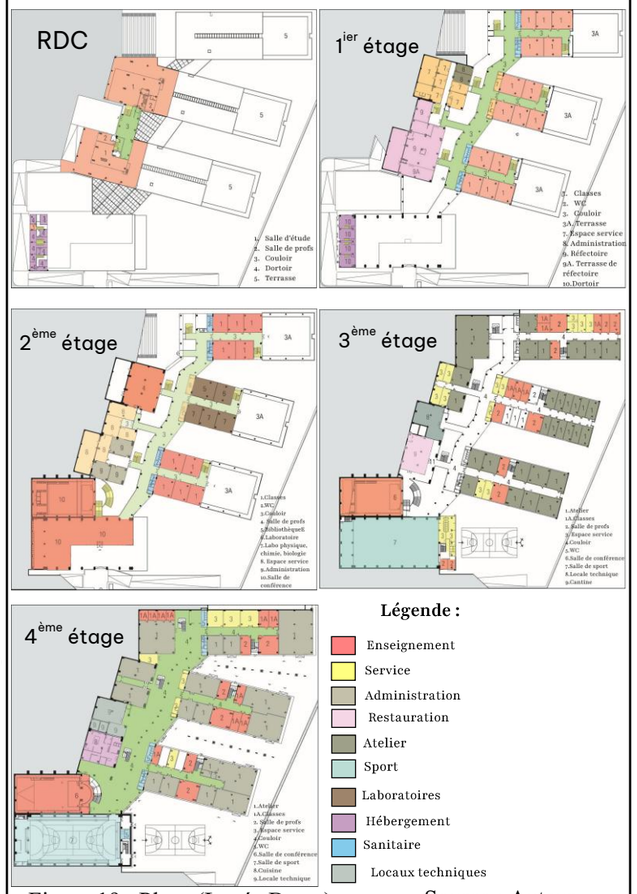
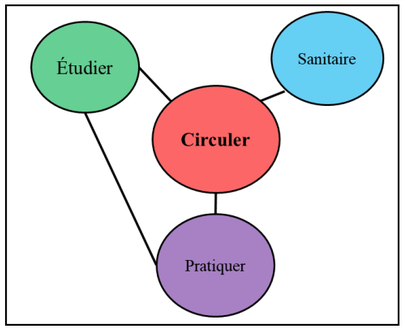
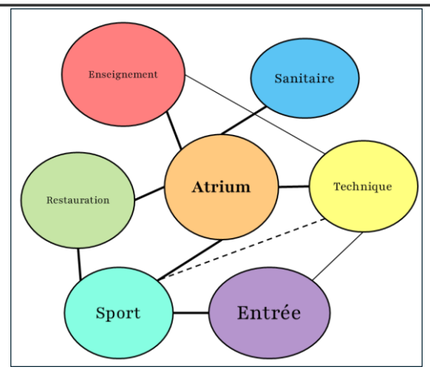


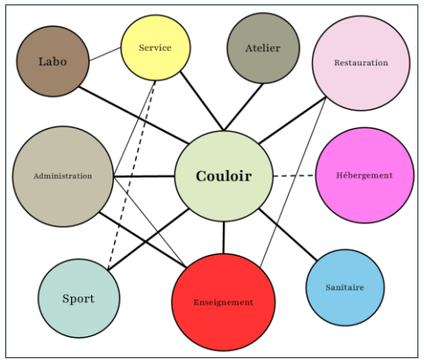
Figure 19 : Plans (Lycée Bursa)

Source : Auteur

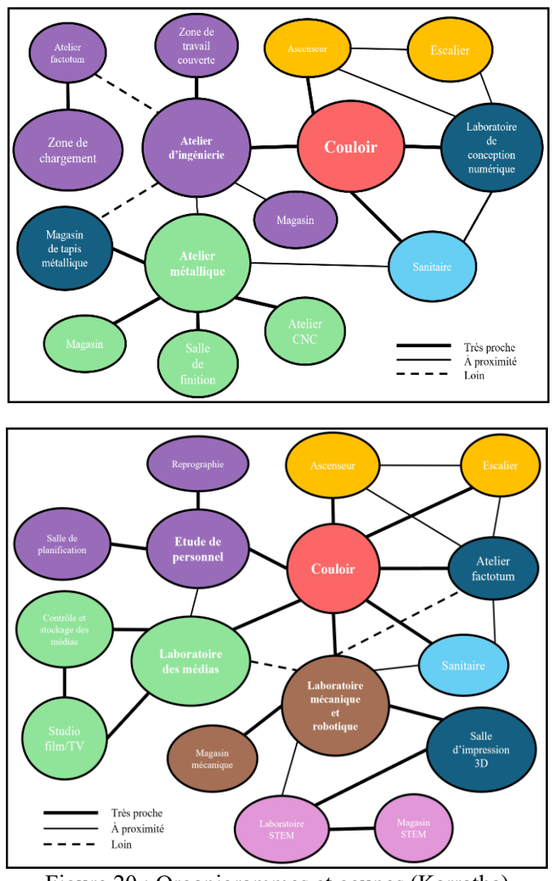
Organigramme fonctionnel

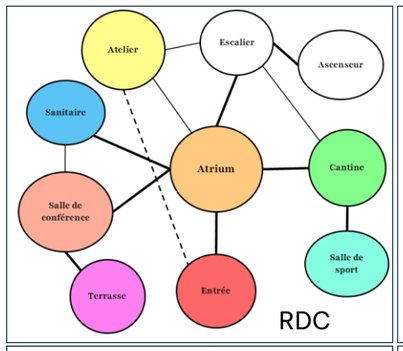


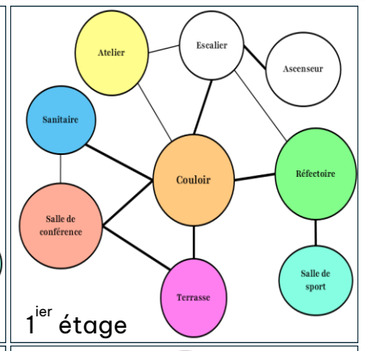


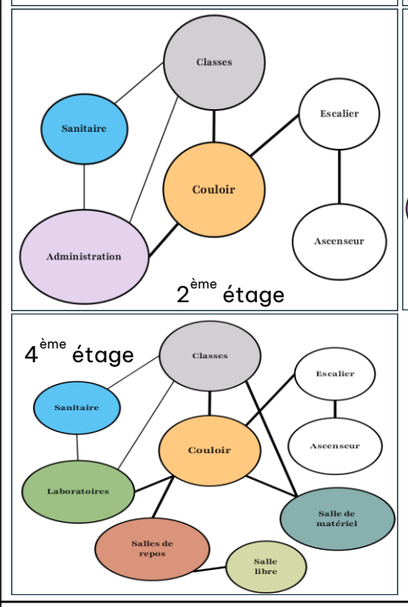


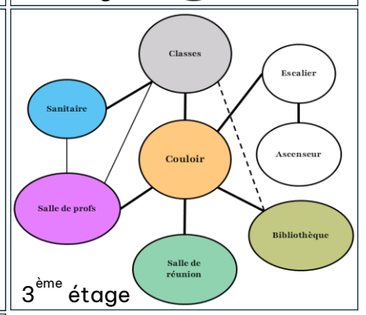
Organigramme spatial











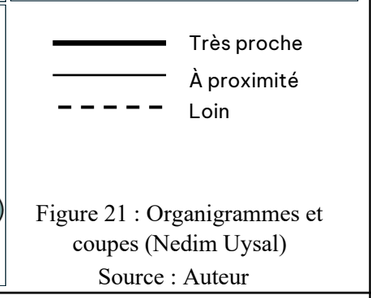


Figure 20 : Organigrammes et coupes (Karratha)

Source : Auteur

Figure 21 : Organigrammes et coupes (Nedim Uysal)

Source : Auteur

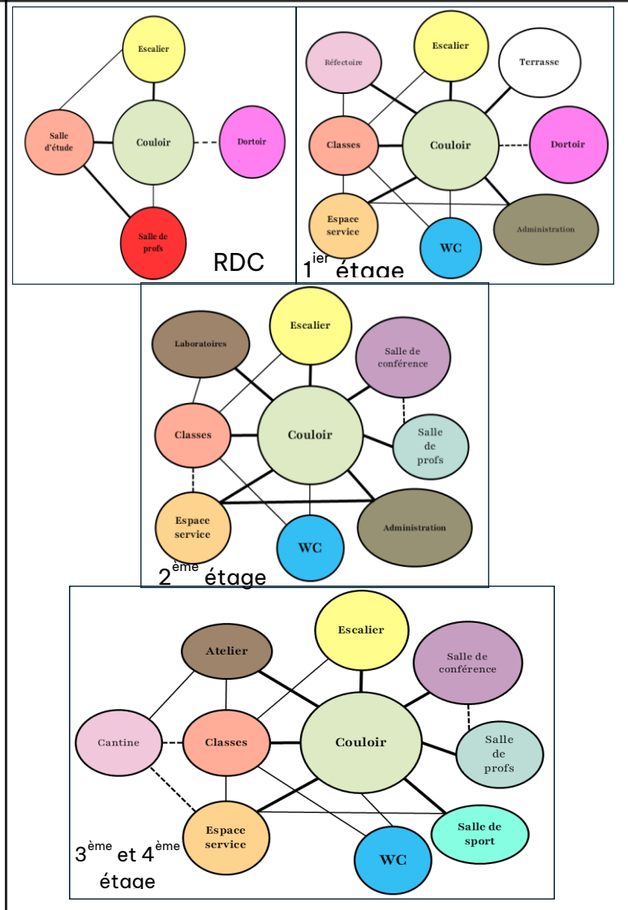
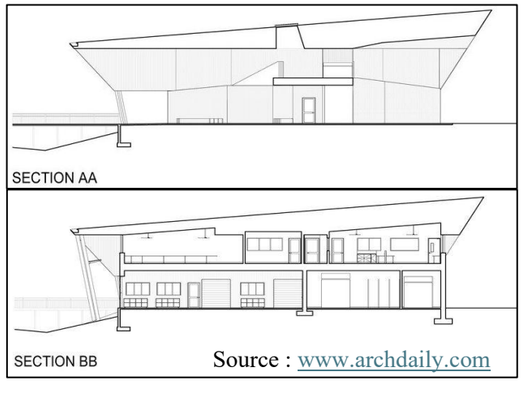


Figure 22 : Organigrammes et coupes (lycée Bursa)

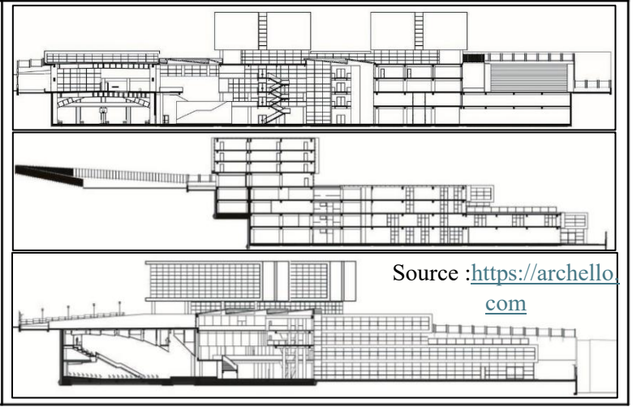
Coupe



Source : www.archdaily.com



Source :https://divisare.com



Source :https://archello.com

Analyse des façades

Les façades du projet se caractérisent par une composition stratifiée mêlant robustesse matérielle et légèreté structurelle, et intégrant une réponse bioclimatique adaptée aux orientations. L'alternance entre transparence et opacité optimise les apports de lumière et de chaleur, la toiture jouant un rôle unificateur et protecteur qui renforce l'identité architecturale du bâtiment.

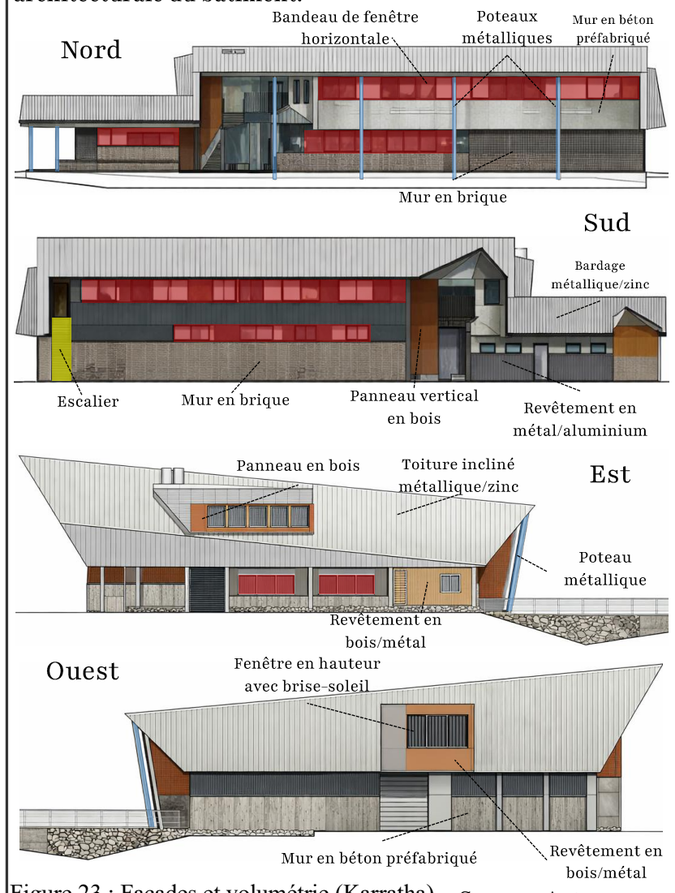
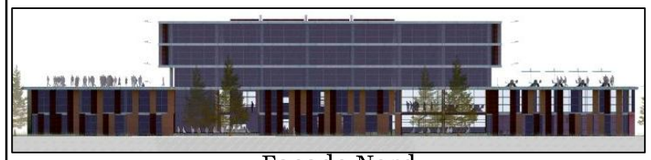


Figure 23 : Façades et volumétrie (Karratha) Source : Auteur

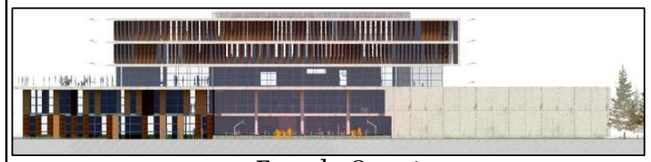
Les façades du projet présentent une composition contemporaine qui allie transparence, protection climatique et modularité. Le verre, le béton et les éléments métalliques sont utilisés pour créer une architecture dynamique et adaptée au climat, tout en reflétant l'identité technologique et pédagogique du lycée technique.



Façade Nord



Façade Est



Façade Ouest

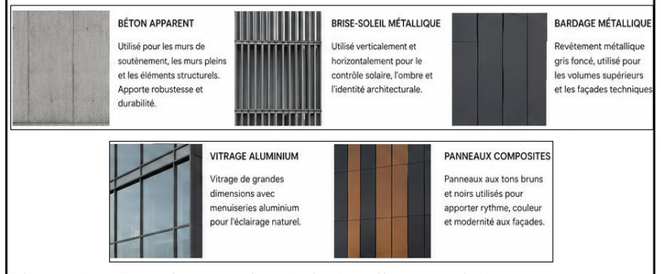
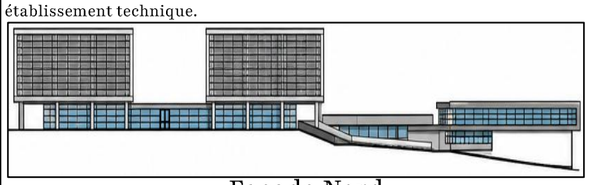
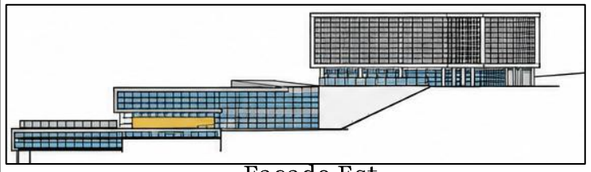


Figure 24 : Façades et volumétrie (Nedim Uysal) Source : Auteur

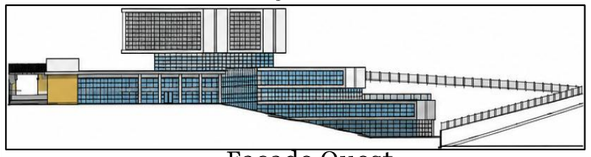
Les façades du projet présentent une composition contemporaine qui repose sur l'empilement de volumes orthogonaux en porte-à-faux. Les blocs opaques habillés de panneaux préfabriqués en béton fibré jouent en contraste avec les grandes surfaces vitrées en verre et aluminium, établissant une alternance équilibrée entre pleins et vides. Cette composition facilite l'entrée de la lumière naturelle, augmente la transparence des espaces et affirme clairement l'identité technologique du lycée. Le tout confère au bâtiment un caractère moderne, dynamique et tout à fait adapté à la fonction d'un établissement technique.



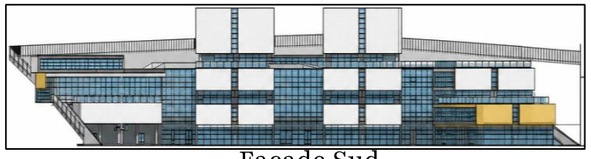
Façade Nord



Façade Est



Façade Ouest



Façade Sud

Figure 25 : Façades et volumétrie (lycée Bursa)

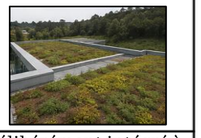
Panneaux préfabriqués en béton fibré



Façades vitré verre - aluminium

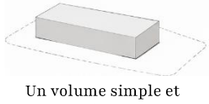


Toitures végétalisées



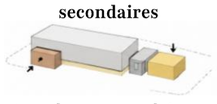
Volumétrie

1. Volume de base



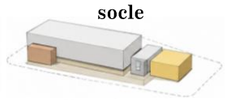
Un volume simple et allongé pour les espaces principaux

2. Ajout des volumes secondaires



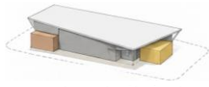
Des volumes secondaires sont ajoutés pour les fonctions complémentaires et services

3. Mise en place du socle



Un socle suit la topographie du site pour installer le volume

4. Ajout de toiture



Une toiture inclinée vient unifier l'ensemble des volumes et créer une identité forte

5. Creusement des espaces



Des creux et des espaces couverts sont créés pour les entrées, circulations et espaces extérieurs

6. Volumétrie finale



La volumétrie finale combine compacité, protection climatique et intégration au site

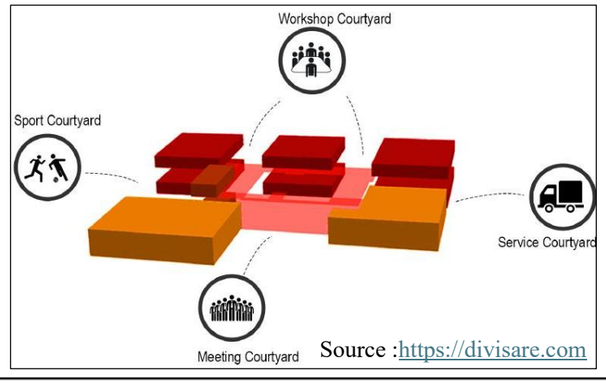






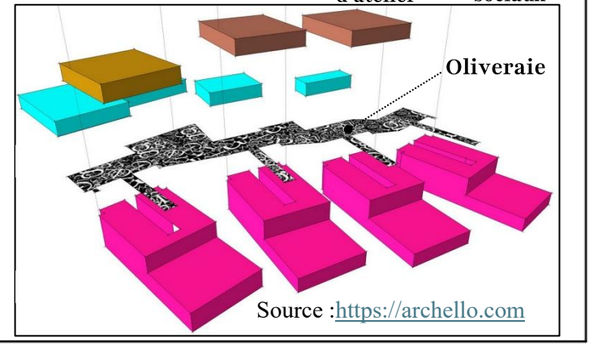
Source : Auteur

Des volumes rectangulaires repliés sur eux-mêmes, disposés sur des parcelles rectangulaires, caractérisent l'implantation de ce type de zone industrielle. Des îlots divisés, reliés par des cours intérieures, forment la base d'un ensemble abritant des espaces éducatifs et créant une terrasse. Cette terrasse, connectée à la place d'entrée, est considérée comme un lieu prestigieux pouvant accueillir des cérémonies et des activités scolaires.



Source :https://divisare.com

Le motif végétal existant – une oliveraie – est délibérément intégré à la volumétrie du bâtiment. Tandis qu'une partie des terrasses aménagées à différents niveaux est transformée en espaces ouverts pour les étudiants, l'accent est mis ailleurs sur la continuité de la végétation. Ainsi, les salles de formation professionnelle, les espaces de vie, les équipements culturels, et le gymnase sont tous reliés aux galeries, ce qui favorise la circulation entre les différents espaces grâce à des cours intérieures et à des galeries à la conception fluide, flexible et perméable. **Dortoirs** **Salles d'atelier** **Espaces sociaux**



Source :https://archello.com

Programme

Catégorie d'Espace	Nom de l'Espace	Surface Estimée (m^2)
ENSEIGNEMENT et ATELIERS (RDC)	Zone de travail couverte	220
	Atelier d'ingénierie	160
	Atelier CNC	65
	Laboratoire de conception numérique	110
	Atelier métallique	185
	Salle de finition	35
ENSEIGNEMENT et LABORATOIRES (Étage)	Laboratoire des médias	125
	Étude de personnel / Bureaux	95
	Studio film / TV	55
	Laboratoire mécatronique et robotique	130
	Salle d'impression 3D	45
	Laboratoire STEM	145
SERVICES et STOCKAGE	Magasins et stockage (RDC)	70
	Magasins mécaniques / STEM (Étage)	45
	Local poubelle (RDC)	12
	Local nettoyage (Étage)	10
ESPACES HUMIDES (Sanitaires)	Blocs sanitaires (RDC)	60
	Blocs sanitaires (Étage)	55
CIRCULATIONS	Ascenseurs et escaliers	
	Passage couvert et pont	
ESPACES EXTÉRIEURS et TECHNIQUES	Véranda	45
	Zone de chargement	35
SURFACE TOTAL	**1909 m^2**	

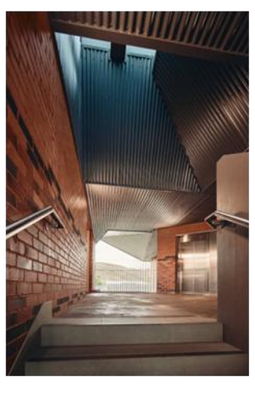
Niveau	Catégorie d'Espace	Nom de l'Espace	Surface approx. (m^2)
RDC	Ateliers Techniques	Atelier de Moulage	345 m^2
		Atelier CNC	200 m^2
		Atelier de Panneautage	160 m^2
		Atelier de Mécanique	350 m^2
	Sport et Culture	Gymnase / Salle de Sport (500 pers.)	760 m^2
		Auditorium / Conférence (500 pers.)	630 m^2
	Services	Cafétéria / Cantine	158 m^2
		Hall d'entrée principal	-
1er Étage	Laboratoires	Labo de Contrôle Analytique	200 m^2
		Labo CAO-CAM	120 m^2
		Labo Informatique / Serveur	120 m^2
		Labo Électrique & Électronique	180 m^2
		Labo Dessin Technique	180 m^2
	Sport et culture	Gradins Gymnase (partie haute)	140 m^2
		Foyer Conférence	135 m^2
2ème Étage	Enseignement	Salles de classe	58 m^2 chacune
	Administration	Bureau Proviseur	56 m^2
		Bureaux Adjoints	30 m^2x3
		Salle de réunion	40 m^2
		Secrétariat / Attente	26 m^2
3ème Étage	Enseignement	Salles de classe	58 m^2 chacune
	Espaces Profs	Salle des professeurs	65 m^2
		Salle des professeurs (Mathématiques)	65 m^2
		Salle des professeurs (Langues)	65 m^2
		Grande Salle de réunion	103 m^2
	Culture	Bibliothèque	130 m^2
4ème Étage	Enseignement	Salles de classe	58 m^2 chacune
	Sciences	Laboratoire de Physique	50 m^2
		Laboratoire de Chimie	50 m^2
		Laboratoire de Biologie	50 m^2
	Administration	Bureau d'orientation	25 m^2
		Bureau de l'Association des parents	50 m^2

Zone fonctionnelle	Espaces principaux	Surface approximative (m^2)
Enseignement général	24 salles de classe théoriques	1 800
Ateliers techniques	Ateliers des 6 spécialités (informatique, électricité-électronique, automatisation industrielle, mécanique, métallurgie, automobile)	6 500
Laboratoires spécialisés	Laboratoires informatiques et scientifiques	1 200
Bibliothèque / Médiathèque	Salle de lecture et recherche	500
Salle polyvalente	Multi-purpose room	600
Salle de conférence	Amphithéâtre de 540 places	1 100
Salle de sport couverte	Basketball, volleyball, handball	1 800
Administration	Direction, secrétariat, bureaux	600
Salle des enseignants	Réunions et préparation	250
Cafétéria / Réfectoire	Salle à manger des élèves	1 000
Cantine	Service rapide	250
Internat garçons/filles	300 lits (dont 50 pour filles)	7 500
Logements des enseignants	4 logements de fonction	600
Espaces communs de l'internat	Salles d'étude, TV, détente	1 200
Vestiaires étudiants	Liés aux ateliers	500
Magasins et locaux de stockage	Outils et matériel	900
Locaux techniques	Électricité, CVC, maintenance	1 000
Sanitaires	Élèves et personnel	700
Circulations intérieures	Galeries vitrées, ponts, couloirs	4 000
Terrasses et patios	Cours, jardins, toitures végétalisées	1 000

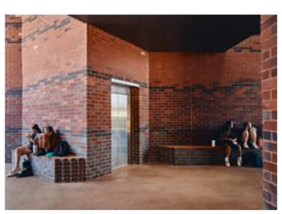
Systèmes et matériaux de construction

Le projet s'appuie sur un système constructif mixte combinant béton, acier et maçonnerie, assurant stabilité et souplesse spatiale. Le choix des matériaux, mêlant éléments lourds à forte inertie et enveloppes métalliques légères, permet de répondre efficacement aux contraintes climatiques tout en assurant durabilité, performance thermique et identité architecturale.

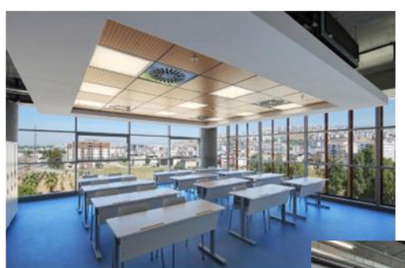
- Structure mixte acier/béton
- Toiture avec structure métallique , couverture en tôle métallique nervurée
- Utilisation de briques de différents couleurs dans les espaces intérieurs
- Utilisation de différents éléments de revêtements dans la façade brique/bois/métal

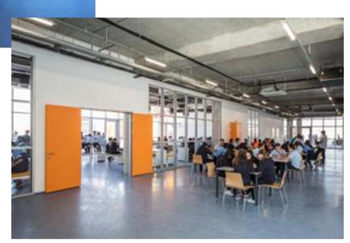






Le lycée s'appuie sur un système constructif mixte associant béton armé, acier et façades vitrées. L'utilisation de matériaux industriels comme le verre, l'aluminium et les panneaux métalliques permet de concevoir une architecture contemporaine, modulable et adaptée au climat méditerranéen, tout en mettant en valeur l'identité technologique et pédagogique du bâtiment.
La diversité des matériaux est réduite au minimum, les revêtements muraux et de surface sont supprimés, les systèmes structurels, électriques et mécaniques sont exposés grâce au choix d'un langage architectural transparent qui met en valeur le fonctionnement du bâtiment plutôt que de le cacher ou de le recouvrir.





La conception du bâtiment comme école technique a orienté la réflexion vers une intégration des systèmes mécaniques dans son organisation spatiale. Dans le but de concevoir un projet à la structure simple et épurée, les blocs de béton armé sont reliés par des poutres d'acier et des surfaces transparentes revêtues de placage de verre. Afin de minimiser la diversité des matériaux de construction, les revêtements de plafonds, de sols et de murs ont été supprimés. Cette approche a également permis d'accélérer le processus de construction.

Structure principale:
Béton armé C40
Poutre en acier
Surface vitrées avec placage en verre
Colonne:
Colonnes circulaires
Coffrage en papier jetable
Cloisons intérieures:
Enduit de finitions sur cloisons
Faux plafonds:
Plafonds suspendus en bois
Utiliser dans: salle de classe, cantine, cafétéria
Revêtement de sols:
Enduit lissé
Durcisseur époxy pour béton

Béton armée C40 apparent



Structure en acier



Sol en béton avec finition époxy



8 Synthèse :

Critères d'analyse	Karratha Senior High School Technical Learning Facilities	Lycée privé professionnel et technique IAOIZ Nedim Uysal	AEU Technical and Industrial Vocational High-School
Situation	Karratha, Western Australie , climat chaud et aride , terrain relativement plat au **sein d'un campus scolaire existant.**	Çiğli, Izmir , zone industrielle organisée (IAOSB) , terrain plat dans un contexte industriel.	Nilüfer, Bursa , zone industrielle de Hasanağa (HOSAB) , terrain en pente avec oliveraie.
Plan de masse	Implantation en plusieurs volumes reliés , organisation claire autour de cours et d'espaces extérieurs pédagogiques.	Composition compacte structurée autour d'un grand atrium central favorisant les interactions et la ventilation naturelle.	Ensemble étagé suivant la pente, blocs reliés par des galeries vitrées, patios et terrasses.
Programme	Ateliers techniques, laboratoires, salles de classe, espaces collaboratifs et locaux de support.	Salles de classe, laboratoires, ateliers, atrium, cafétéria, salle polyvalente et administration.	Enseignement théorique, ateliers spécialisés, amphithéâtre, salle de sport, internat, cafétéria et logements de fonction.
Aspect architectural	Volumétrie expressive avec toitures inclinées , matériaux métalliques et béton , image contemporaine adaptée au climat australien.	Architecture industrielle contemporaine , atrium lumineux , façades en béton, verre et métal avec protections solaires.	Volumes orthogonaux en porte-à-faux, contraste entre blocs opaques blancs et façades vitrées , forte horizontalité.
Aspect technique	Structure mixte acier-béton , bardage métallique , ventilation naturelle et protection solaire.	Ossature en béton armé et acier , façades vitrées , dispositifs bioclimatiques (brise-soleil, ventilation naturelle).	Béton armé C40, poutres en acier, panneaux préfabriqués en béton fibré, toitures végétalisées, sols époxy.

Tableau 2 : Comparaison entre exemples

Source : auteur

Conclusion :

Ce premier chapitre a permis de poser les fondements théoriques et analytiques nécessaires à la compréhension de notre objet. En étudiant le contexte éducatif général, l'évolution historique des lycées généraux et techniques, le concept de lycée intelligent et en analysant des exemples concrets, nous avons pu identifier les enjeux fondamentaux liés à la conception d'un établissement scolaire technique moderne.

L'analyse comparative des exemples de référence a permis d'identifier les principes organisationnels, fonctionnels et architecturaux qui fondent la conception d'un lycée technique.

Chapitre II : Bâtiment Intelligent et l'intelligence artificielle

Introduction :

Dans un contexte mondial marqué par la digitalisation croissante et les impératifs de développement durable, le secteur de bâtiment connait une transformation profonde portée par l'émergence des technologies intelligentes.

Le bâtiment intelligents, fruit de la convergence entre l'automatisation, la connectivité et le traitement avancée des donnés, s'impose désormais comme un modèle de référence dans la conception architecturale contemporaine.

Cette intelligence du bâti repose principalement sur deux piliers technologiques complémentaires : l'immotique, qui assure l'intégration el le pilotage centralisé des systèmes techniques, et l'intelligence artificielle (IA), qui optimise le fonctionnement grâce a des capacités d'apprentissage, de prédiction et de prise de décision autonome.

La maitrise de ces concepts constitue un préalable indispensable à toute démarche de conception d'un bâtiment intelligent.

Ce chapitre a pour objectif de présenter les fondements théoriques du bâtiments intelligent et de l'intelligence artificielle, d'examiner leurs composantes principales, il mettra également en évidence les avantages de ces technologies dans la conception d'un établissement innovant, durable et adaptés aux exigences pédagogiques et technologiques actuelles.

1 Bâtiment intelligent :

1.1 Définition :

Un bâtiment intelligent ou « smart building » est peu ou prou un bâtiment à énergie positive intégrant des dispositifs numériques et innovants. Il peut s'agir de capteurs et d'actionneurs connectés collectant des données en temps réel, qu'ils vont transmettre à une plateforme logicielle SaaS accessible à tous les occupants de l'immeuble. Ces données permettent par la suite de mieux gérer une immotique. [26]

Pour cela, le bâtiment intelligent reçoit, dès sa construction, des capteurs et actionneurs connectés : ceux-ci agissent sur l'ensemble des équipements afin d'adapter la consommation et

[26] Naitways. (s.d.). *Qu'est-ce qu'un bâtiment intelligent ?* https://www.naitways.com/nos-guides/guide-smartbuilding/quest-ce-quun-batiment-intelligent/ (consulté le 11/052026)

améliorer durablement l'efficacité énergétique des bâtiments, mais aussi de procurer un maximum de confort et de sécurité aux utilisateurs.[27]

1.2 Fonctionnement :

Pour fonctionner de manière "intelligente", un bâtiment s'appuie sur trois piliers technologiques majeurs : des capteurs, un réseau de communication et un système de gestion centralisé.

1 Les Capteurs : les "sens" du bâtiment :

À l'image de nos cinq sens, le bâtiment intelligent est doté d'une multitude de capteurs disséminés dans ses murs, ses plafonds, ses sols et ses équipements. Ces dispositifs minuscules, mais puissants, mesurent en permanence des paramètres essentiels :

• **L'environnement intérieur :** Température, humidité, qualité de l'air (CO2, particules fines),luminosité.

• **L'occupation des espaces :** Détecteurs de présence et de mouvement pour savoir si une pièce est utilisée.

• **La consommation des ressources :** Compteurs d'électricité, d'eau, de gaz, pour un suivi précis.

• **La sécurité :** Détecteurs d'incendie, de fuites d'eau, capteurs d'ouverture pour les fenêtres et portes.

• **L'environnement extérieur :** Capteurs météorologiques (température extérieure, ensoleillement)pour anticiper les besoins.

Ces capteurs agissent comme les "yeux et les oreilles" du bâtiment, collectant sans cesse des données cruciales sur son état et son utilisation.

2 La connectivité : Le "système nerveux" du bâtiment :

Une fois collectées, les données des capteurs ne restent pas isolées. Elles sont transmises via un réseau de communication qui constitue le "système nerveux" du bâtiment. Ce réseau peut être filaire (Ethernet, protocoles spécifiques comme KNX ou Modbus pour les professionnels) ou sans fil (Wi-Fi, LoRaWAN, Zigbee, etc.).

Cette connectivité assure que toutes les informations remontent vers une plateforme centrale et que les commandes peuvent être envoyées aux différents équipements du bâtiment. C'est elle qui permet la "discussion" entre tous les éléments.

---

[27] Synox. (s.d.). *Bâtiment intelligent : définition, avantages et enjeux*. https://www.synox.io/cat-smart-building/batiment-intelligent-definition/ (consulté le 11/05/2026)

3 Le cerveau du bâtiment : La Gestion Technique Centralisée (GTC) et du Bâtiment (GTB) :

Toutes les informations remontées par les capteurs convergent vers un "cerveau" qui analyse, coordonne et commande les différents systèmes :la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) et la Gestion Technique Centralisée (GTC).

• La GTB (Gestion Technique du Bâtiment) : L'orchestrateur Complet

La Gestion Technique de Bâtiment (GTB) coordonne tous les équipements techniques du bâtiment : chauffage, ventilation, climatisation (CVC), illumination, stores, ainsi que les systèmes d'électricité, de sécurité incendie et de contrôle d'accès. Cette interface unique offre la possibilité de surveiller et de gérer tous ces systèmes en un seul endroit.

Grâce à la GTB, le bâtiment peut automatiquement :

◦ **Adapter l'éclairage :** Éteindre les lumières dans une pièce vide, ajuster l'intensité en fonction de la lumière naturelle.

◦ **Réguler le climat :** Baisser le chauffage quand personne n'est présent ou anticiper une vague de chaleur.

◦ **Optimiser la consommation :** Identifier les gaspillages et ajuster les réglages pour réduire la facture énergétique.

• La GTC (Gestion Technique Centralisée) : La Supervision Spécifique

La GTC est souvent complémentaire à la GTB. Elle peut superviser un ou plusieurs lots techniques spécifiques (par exemple, uniquement le système de chauffage ou l'ensemble des alarmes) ou offrir une vue d'ensemble sur plusieurs bâtiments au sein d'un même site. C'est un outil précieux pour les exploitants qui veulent une supervision fine d'un aspect particulier ou d'un ensemble de sites.[28]

[28] GF3E. (s.d.). *Bâtiment intelligent : comment ça fonctionne ?* https://www.gf3e.com/articles/batiment-intelligent-comment-ca-fonctionne (consulté le 11/05/2026)

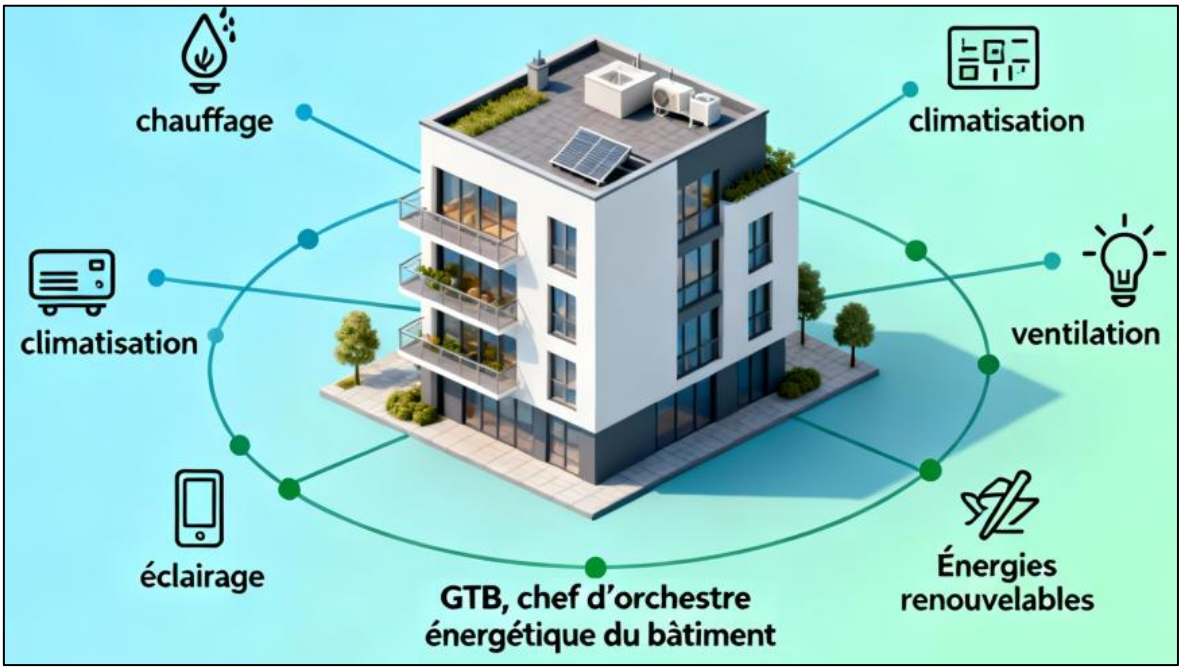


Figure 26 : Fonctions de bâtiment intelligent
Source : https://smart-green-execution.com/

1.3 Avantages :

Optimisation des coûts et gestion intelligente de la consommation d'énergie :

- Les edifices intelligents se servent de capteurs pour repérer les espaces non occupés et adapter l'éclairage et la température intérieure en fonction, ce qui diminue grandement la dépense énergétique. Cela offre non seulement une diminution des coûts d'exploitation, mais également une réduction de l'empreinte carbone du bâtiment.

- Les édifices intelligents sont également capables de fournir des informations sur l'occupation de l'immeuble, qui peuvent être exploitées pour optimiser les taux de remplissage et accroître les recettes de l'immeuble.
- L'univers des smart buildings est en plein essor, avec l'émergence annuelle de nombreuses nouvelles entreprises dites Proptechs, issues du secteur de la construction. Ces sociétés novatrices soutiennent les propriétaires dans la mise en place d'une stratégie d'efficacité énergétique en offrant des solutions techniques sur mesure et/ou des services de consultation.

Automatisation et entretien préventif pour édifice intelligent :

- Les édifices intelligents pourraient aussi être en mesure de livrer des informations en direct concernant le rendement des appareils du bâtiment. Ces informations aident à repérer les difficultés et les possibilités d'amélioration, optimisant ainsi les opérations du bâtiment.

Surveillance de la qualité de l'air à l'intérieur :

- Un autre exemple d'application du bâtiment intelligent est l'optimisation de la qualité de l'air à l'intérieur d'un édifice. Les edifices intelligents s'appuient sur des capteurs pour identifier une détérioration de la qualité de l'air intérieur et modifient les systèmes de ventilation en fonction de cette détection. Cela limite la diffusion des microbes et des virus tout en favorisant la santé et le bien-être global des résidents de l'édifice. Les constructions intelligentes peuvent aussi avoir recours à des dispositifs de purification de l'air et d'autres technologies de nettoyage de l'air pour garantir la qualité de l'air intérieur en permanence.

Efficacité et commodité :

- Les gestionnaires ou les propriétaires d'immeubles peuvent renforcer le bien-être et l'efficacité de leurs résidents en intégrant l'utilisation de capteurs de lumière pour moduler l'éclairage intérieur, contribuant ainsi à une optimisation du confort visuel de ceux qui y résident. Ils peuvent également faire appel à des capteurs de température pour garantir que la température dans le bâtiment demeure toujours agréable. Il est aussi envisageable d'aménager les édifices malins avec des capteurs sonores pour moduler le niveau sonore de la musique d'ambiance et des autres bruits, de ce fait, on obtient un environnement de travail ou de circulation plus plaisant et plus efficace.

Sécurité des édifices intelligents :

- Grâce à l'implémentation de systèmes de connectivité, les bâtiments intelligents sont nettement plus connectés que les constructions classiques. Ils s'intègrent aisément à d'autres systèmes, comme les systèmes de sécurité, afin de proposer une expérience plus sûre à leurs résidents. Ces dispositifs peuvent être couplés à d'autres équipements intelligents, comme les téléphones intelligents et les tablettes, pour offrir aux résidents

la possibilité de gérer les systèmes du bâtiment à distance. Cela peut favoriser une plus grande facilité d'accès et de confort du bâtiment pour les personnes qui y résident.[29]

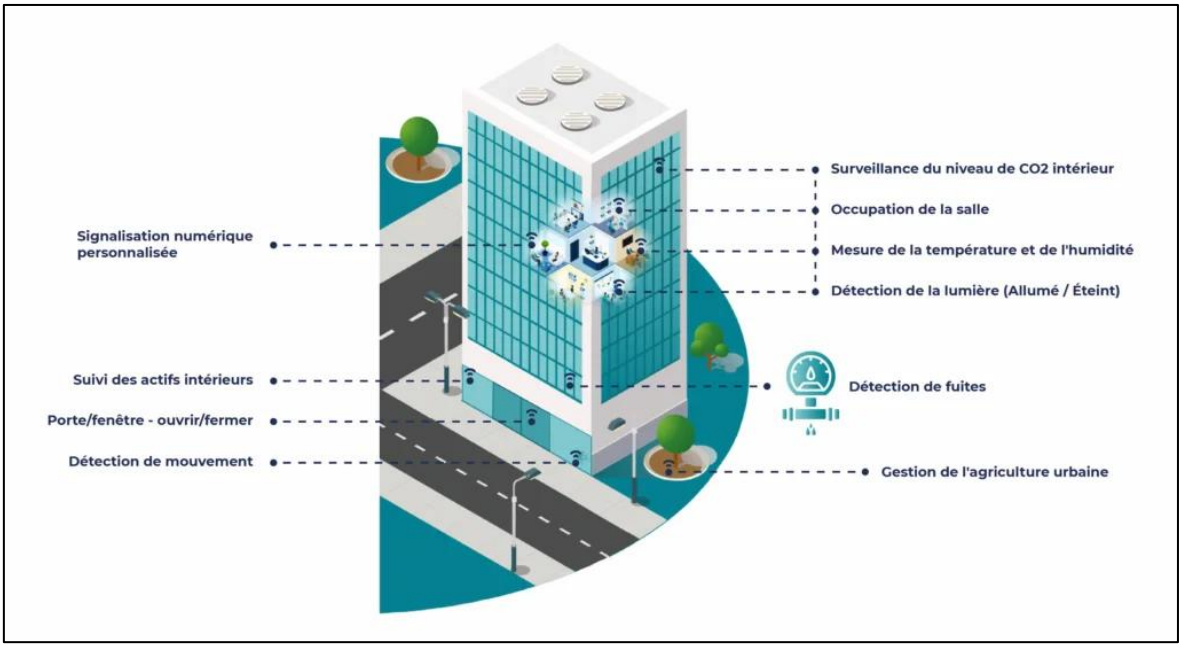


Figure 27 : Avantages de bâtiment intelligent

Source : https://hapyservices.com/batiments-intelligents/

1.4 Bâtiment intelligent et internet des objets (IoT) :

L'Internet des Objets (IoT) joue un rôle fondamental dans la transformation des bâtiments en infrastructures intelligentes. Grâce à des capteurs et des plateformes de gestion des données, il permet d'améliorer l'efficacité énergétique, d'automatiser les processus et d'assurer un suivi en temps réel de divers paramètres clés du bâtiment.

La technologie IoT permet de connecter divers équipements et infrastructures, pour optimiser la gestion des bâtiments, d'améliorer leur performance énergétique et d'offrir un meilleur confort aux occupants. Grâce à l'exploitation des données en temps réel, les gestionnaires de bâtiments peuvent prendre des décisions plus éclairées et anticiper les besoins de maintenance.[30]

[29] Wattsense. (s.d.). *Smart building : définition, fonctionnement et avantages*. https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/smart-building-definition/ (consulté le 11/05/2026).

[30] Kuzzle. (s.d.). *Bâtiment intelligent : comprendre le concept du smart building*. https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept (consulté le 11/05/2026)

1.5 Exemples des technologies couramment utilisées :

Les bâtiments intelligents s'appuient sur diverses technologies avancées pour optimiser leur fonctionnement et améliorer l'expérience des occupants. Voici un aperçu des solutions courantes :

- **Éclairage intelligent** : ajuste automatiquement la lumière selon la présence et la lumière naturelle pour réduire la consommation d'énergie.
- **CVC intelligent (chauffage, ventilation, climatisation)** : régule la température et la qualité de l'air en fonction de l'occupation et des conditions extérieures.
- **Fenêtres intelligentes** : adaptent leur teinte pour limiter la chaleur et l'éblouissement, améliorant le confort thermique.
- **Gestion des salles** : détecte l'occupation des espaces et facilite la réservation et l'organisation des salles.
- **Gestion des espaces de travail** : analyse l'utilisation des bureaux pour optimiser l'aménagement et réduire les coûts.
- **Contrôle d'accès intelligent** : sécurise les zones grâce à des systèmes électroniques (cartes, biométrie, etc.).
- **Maintenance prédictive** : surveille les équipements et anticipe les pannes pour réduire les interruptions et les coûts.[31]

2 L'intelligence artificielle (IA) :

2.1 Définition :

Le Parlement européen définit l'intelligence artificielle comme « tout outil utilisé par une machine capable de reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité ».[32]

L'intelligence artificielle désigne la possibilité pour une machine de reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité.
Elle permet à des systèmes techniques de percevoir leur environnement, gérer ces perceptions, résoudre des problèmes et entreprendre des actions pour atteindre un but précis.

[31] CalculCEE. (2024). *Smart building ou bâtiment intelligent : définition et enjeux*. https://www.calculcee.fr/article/smart-building-batiment-intelligent/ (consulté le 11/05/2026)
[32] Kuzzle. (s.d.). *Bâtiment intelligent : comprendre le concept du smart building*. https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept (consulté le 11/05/2026)

L'ordinateur reçoit des données (déjà préparées ou collectées via ses capteurs - une caméra, par exemple) les analyse et réagit.

Les systèmes dotés d'IA sont capables d'adapter leurs comportements (plus ou moins) en analysant les effets produits par leurs actions précédentes, travaillant de manière autonome.[33]

2.2 Fonctionnement de l'intelligence artificielle :

On peut décrire le fonctionnement d'une IA en quatre étapes principales :

- **L'acquisition de données :** L'intelligence artificielle s'appuie sur un amas d'informations (images, écrits, séquences vidéo, enregistrements sonores, etc.) issues des différentes sources auxquelles on l'autorise à accéder. Plus l'IA a la capacité de rassembler des données, plus elle peut être précise. Une IA destinée à perfectionner le diagnostic en milieu médical pourrait exploiter les dossiers patients, les images médicales (telles que les scanners, IRM, échographies et autres), en plus des informations de santé publique et des articles médicaux récents, sans oublier l'ensemble de la connaissance médicale qui pourrait lui être fournie.
- **La phase d'entraînement :** en utilisant les méthodes d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond, l'intelligence artificielle examine les données et repère les bons patterns pour les traiter. En quelque sorte, l'IA apprend à établir des liens entre les différentes informations pour les identifier, puis les analyser, les interpréter... et finalement, les utiliser.
- **Phase de prédiction et d'action ou de génération :** Il s'agit d'un moment où l'IA suggère une réponse qu'elle estime être la plus pertinente en fonction du modèle qu'elle a détecté. Avec une IA générative telle que Chat-GPT, c'est le moment où l'IA « compose » un texte.
- **L'évolution constante :** à l'heure actuelle, il est possible de programmer une IA afin qu'elle puisse continuer à rassembler automatiquement des données, perpétuer l'entraînement de son modèle et optimiser sans cesse ses futures réponses. Elle se perfectionne donc automatiquement, tant que ses programmeurs le lui ordonnent.[34]

---

[33] Parlement européen. (2020, 27 août). *Intelligence artificielle : définition et utilisation*. https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation (consulté le 11/05/2026)

[34] Réussir en B4A. (s.d.). https://xn--russir-en-b4a.fr/comment-fonctionne-intelligence-artificielle/ ((consulté le 11/05/2026)

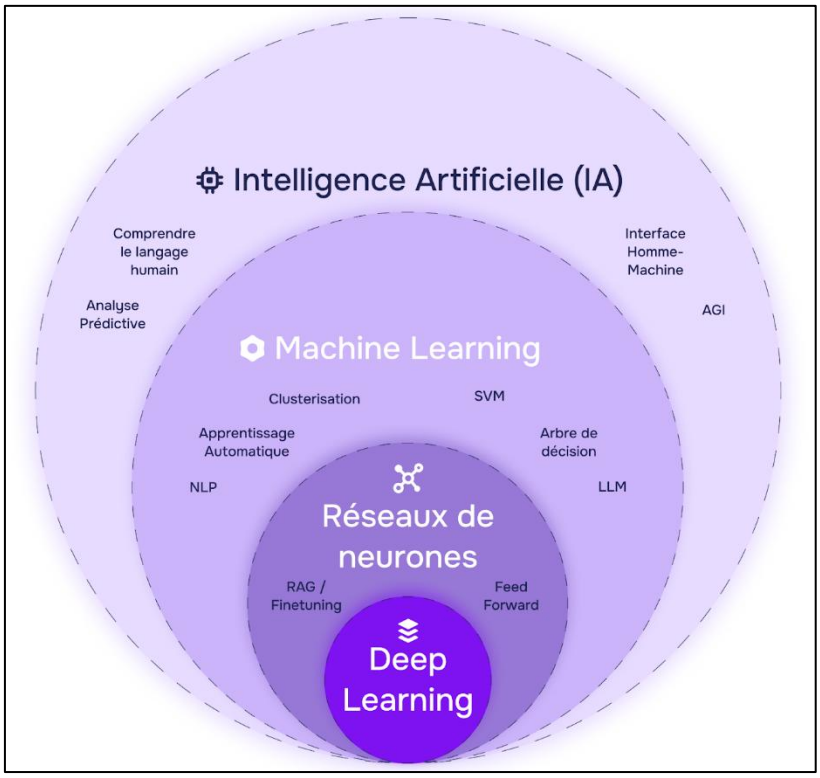


Figure 28 : Modèle de fonctionnement d'une intelligence artificielle.
Source : https://www.data-bird.co/

2.3 Types de l'intelligence artificielle :

IA faible ou spécialisée (narrow AI) :

L'**IA faible** est conçue pour accomplir des tâches spécifiques et limitées, telles que la reconnaissance d'image ou les chatbots. Elle n'a pas de conscience ni d'intelligence générale, et ne peut exécuter que ce pour quoi elle a été programmée.

IA forte ou générale (AGI) :

De son côté, l'**IA forte**, ou intelligence artificielle générale (AGI), désigne une machine capable de comprendre, apprendre et effectuer des tâches variées à un niveau comparable à l'intelligence humaine. Elle serait capable de raisonner de manière flexible et d'adapter ses connaissances à de nouveaux contextes.

IA super-intelligente (super intelligence) :

L'**IA super-intelligente**, quant à elle, dépasse l'intelligence humaine dans tous les domaines, y compris la créativité, la résolution de problèmes et la prise de décision. Ce type d'IA pourrait

améliorer elle-même ses capacités, jusqu'à surpasser l'intelligence humaine dans tous les aspects.[35]

2.4 Intelligence artificielle (IA) et internet des objets (IoT) :

L'Internet of Things (IoT) agit comme le système nerveux du bâtiment. Grâce à des capteurs sans fil et autonomes, on peut désormais instrumenter un bâtiment sans travaux lourds (mesure de température, qualité de l'air, présence, ouverture de fenêtres).

Une fois ces données captées, l'Intelligence Artificielle (IA) entre en jeu. Elle analyse les flux d'informations en temps réel pour détecter des anomalies (fuite d'eau, surconsommation anormale) ou faire de la maintenance prédictive. L'IA transforme la donnée brute en plan d'action concret pour l'exploitant.[36]

2.5 Rôle de l'intelligence artificielle :

- **Automatisation intelligente** : Elle prend en charge les tâches répétitives et volumineuses de façon fiable, sans fatigue, tout en nécessitant toujours l'intervention humaine pour la mise en place et l'orientation stratégique.
- **Amélioration des produits existants** : De Siri aux caméras intelligentes, l'IA s'intègre aux technologies actuelles pour les enrichir, que ce soit dans la détection de fraude, l'analyse financière ou la domotique.
- **Apprentissage adaptatif** : Grâce aux algorithmes progressifs, l'IA apprend directement à partir des données et s'améliore continuellement, comme un moteur de recommandation qui affine ses suggestions au fil du temps.
- **Analyse en profondeur** : Les réseaux de neurones à multiples couches permettent des analyses complexes autrefois impossibles, rendues accessibles par la puissance de calcul moderne et le big data.
- **Précision croissante** : Plus l'IA est utilisée, plus elle devient précise. En médecine notamment, elle rivalise désormais avec les experts humains dans la détection de pathologies sur des images médicales.

---

[35] Parlement européen. (2020, 27 août). *Intelligence artificielle : définition et utilisation*. https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation (consulté le 11/05/2026)

[36] Wattsense. (s.d.). *Smart building : définition*. https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/smart-building-definition/ (consulté le 11/05/2026)

- **Valorisation des données** : Les données deviennent un actif stratégique majeur. Dans un marché compétitif, la qualité des données est souvent l'avantage décisif — à condition que les systèmes d'IA restent éthiques, équitables et durables.[37]

2.6 Avantages :

- **Compréhension du langage** : L'IA analyse et comprend les textes oraux et écrits pour interagir naturellement avec les humains. Les chatbots en sont l'exemple concret, utilisés notamment dans la relation client.
- **Aide à la décision** : En modélisant des connaissances complexes, l'IA reproduit un raisonnement expert pour orienter des décisions critiques, comme proposer des traitements personnalisés en oncologie.
- **Apprentissage automatique** : Via la machine Learning, l'IA détecte des tendances et corrélations dans de grandes masses de données pour générer ses propres connaissances et formuler des prédictions précises, notamment en consommation d'énergie ou en maintenance prédictive.
- **Analyse visuelle en temps réel** : Grâce au Deep Learning et aux réseaux de neurones profonds, l'IA reconnaît des visages, détecte des défauts de fabrication et surveille des processus industriels en temps réel et à grande échelle.
- **Exécution d'actions physiques** : L'IA ne se limite pas au virtuel : couplée à la robotique, elle reproduit des gestes humains précis, comme administrer un vaccin via un bras robotisé.[38]

2.7 L'intelligence artificielle dans l'éducation :

Les progrès de l'intelligence artificielle dans l'éducation peuvent changer les règles du jeu pour chaque étudiant. L'époque où il fallait courir à la bibliothèque pour copier quelques pages pour un devoir scolaire est révolue.

Aujourd'hui, internet est la principale source de divertissement, d'éducation et d'information. Plusieurs écoles du pays utilisent déjà l'intelligence artificielle. Ils doivent être conscients de l'impact de l'intelligence artificielle sur l'enseignement et l'apprentissage. Les environnements virtuels peuvent être aussi efficaces que les environnements d'apprentissage physiques lorsque

[37] SAS. (s.d.). *What is artificial intelligence and why it matters*. https://www.sas.com/fr_fr/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html (consulté le 11/05/2026)
[38] Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). (s.d.). *L'essentiel sur l'intelligence artificielle*. https://www.cea.fr/comprendre/Pages/nouvelles-technologies/essentiel-sur-intelligence-artificielle.aspx (consulté le 11/05/2026)

la technologie de reconnaissance des émotions est utilisée. L'utilisation des modes de jeu étant reconnue, l'apprentissage et l'enseignement peuvent être adaptés afin de les rendre amusants. En outre, l'intelligence artificielle peut identifier les difficultés des apprenants et les aider à s'améliorer pour finalement réussir.[39]

2.8 Domaine d'usage de l'intelligence artificielle :



Figure 29 : Domaine d'utilisation de l'IA
Source : https://www.europarl.europa.eu/

[39] Tableau. (s.d.). *Comment l'intelligence artificielle va changer nos vies ?* Tableau Data Insights. https://www.tableau.com/data-insights/ai/impact (consulté le 11/05/2026)

3 Relation entre bâtiment intelligent et l'intelligence artificielle :

L'intelligence artificielle est le cerveau de bâtiment intelligent. Elle permet au bâtiment de réagir et de s'adapter aux conditions et aux besoins des occupants en temps réel de manière autonome.

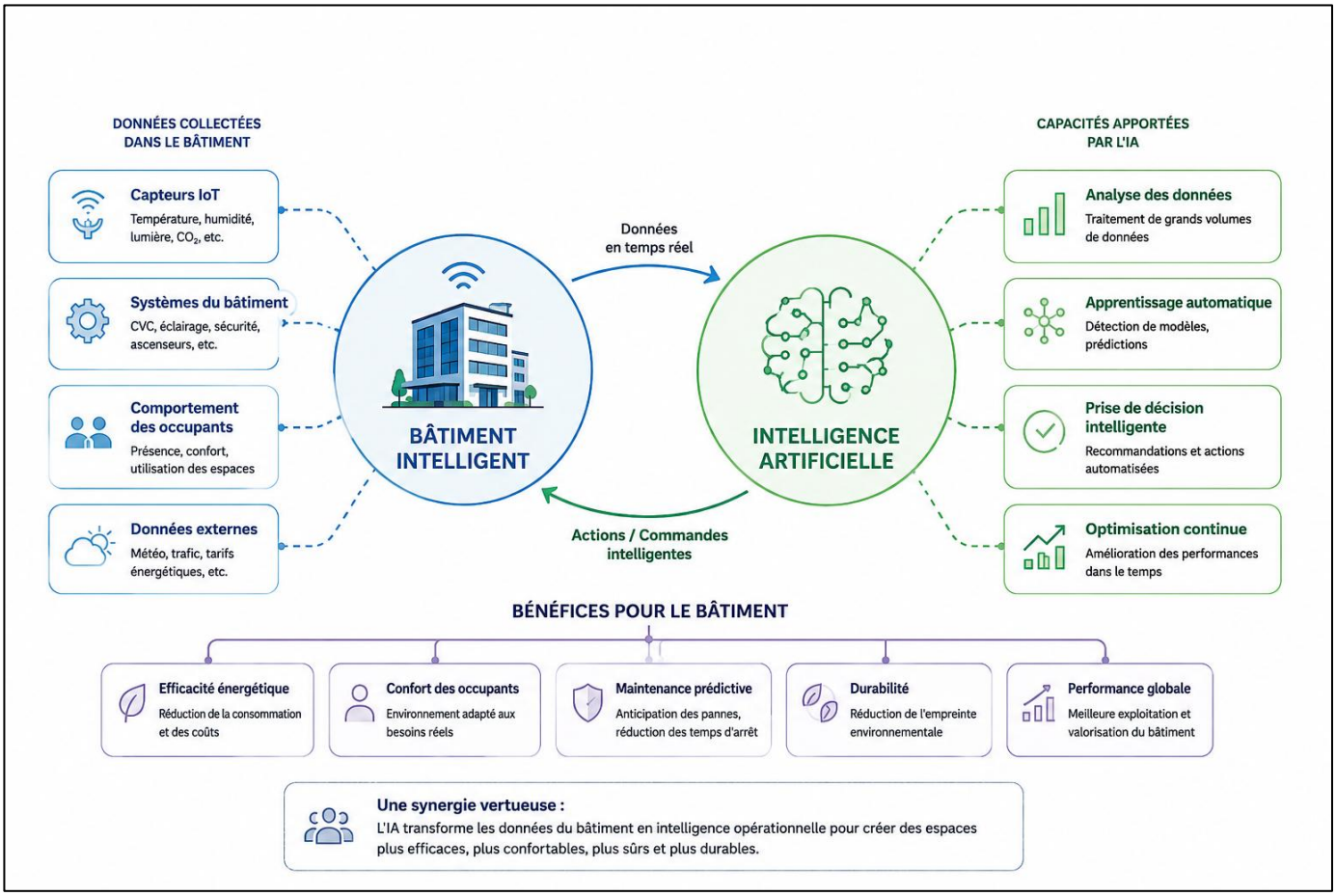


Figure 30 : relation entre bâtiment intelligent et l'IA

Source : Auteur

4 Analyse des exemples :

Les trois prochains exemples ont été sélectionnés dans le but de mieux comprendre le fonctionnement concret d'un bâtiment intelligent. Chaque cas illustre, à travers des réalisations réelles et reconnues à l'échelle mondiale, comment les différentes technologies s'articulent pour créer des environnements plus efficaces, plus durables et plus confortables.

4.1 Curro Durbanville High School :

4.1.1 Fiche technique :

Situation : Cape Town, Afrique de Sud

Architecte: BPAS Architects

Année de construction : 2022

Gabarit : R+1



Figure 31 : Curro Durbanville High School

Source : Archdaily

4.1.2 Description :

Situé au nord-est de Durbanville dans le Western Cape, le campus s'inscrit dans le plan urbain plus large du secteur de Phesantekraal. Le projet répond à un programme ambitieux : une école innovante de haute qualité dotée d'équipements culturels et sportifs variés.

L'inspiration pour ce campus a été puisée dans les meilleures écoles d'Europe, du Brésil et d'Inde, tout en intégrant des éléments propres au continent africain.

Le concept architectural s'appuie sur le principe du **"Third Teacher"** (Le Troisième Professeur) : l'espace physique dans lequel les élèves grandissent devient lui-même un enseignant — le premier étant les adultes (parents, professeurs), le second les pairs, et le troisième l'environnement bâti. Le design vise à capturer et promouvoir cette valeur dans son agencement, ses qualités spatiales et ses finitions.

Le plan en U embrasse les élèves et visiteurs à l'entrée, tout en faisant office de tampon protecteur face aux éléments. La connexion visuelle directe avec l'entrée principale facilite

l'orientation. Le mobilier combinable est conçu spécifiquement pour un usage hybride et flexible de chaque espace. De plus, une salle d'art s'ouvre sur un atrium pouvant se transformer en galerie ou espace d'exposition, partageant l'espace avec la cafétéria.[40]

4.1.3 Gestions intelligentes utilisées :

Gestion de l'Énergie par Conception Bioclimatique :

L'orientation stratégique des bâtiments optimise les apports en lumière naturelle et favorise une ventilation traversante naturelle. Des dispositifs passifs — isolation thermique, brise-soleils, débords de toiture et vérandas — assurent le confort thermique sans recours intensif aux systèmes de climatisation ou d'éclairage artificiel, réduisant ainsi considérablement la consommation énergétique globale.

Gestion des Technologies STEM par Intégration Curriculaire :

Des ateliers dédiés et des laboratoires spécialisés permettent aux élèves de pratiquer l'intelligence artificielle, la programmation et la mécatronique. L'établissement accueille notamment la compétition régionale de la World Robot Olympiad (WRO), faisant du lycée un pôle STEM de référence en Afrique du Sud.[41]

Gestion de l'Orientation par Signalétique Architecturale :

Le wayfinding — ou guidage spatial — est intégré directement dans l'architecture : les motifs de briquetage changent aux entrées, les colonnes inclinées et les couleurs distinctifs identifient les zones, et la connexion visuelle directe depuis le parvis vers l'entrée principale guide naturellement l'usager sans recours à une signalétique artificielle.

Gestion de l'Eau par Récupération des Eaux Pluviales :

Le campus intègre un système de collecte et de stockage des eaux de pluie, permettant leur réutilisation pour les besoins non potables du bâtiment. Cette mesure réduit la dépendance au réseau public d'eau et diminue l'empreinte écologique de l'établissement.

---

[40] BPAS Architects. (2022, 28 août). *Curro Durbanville Highschool*. ArchDaily. https://www.archdaily.com/987988/curro-durbanville-highschool-bpas-architects

[41] Staff Reporter. (2023, 31 juillet). *Curro Durbanville High School hosts World Robot Olympiad, inspiring STEM innovation*. Ventureburn. https://ventureburn.com/2023/07/curro-durbanville-high-school-hosts-world-robot-olympiad-inspiring-stem-innovation/

4.2 The Crystal:

4.2.1 Fiche technique:

Situation: Londres, Angleterre

Architecte: Wilkinson Eyre

Année de construction : 2012

Gabarit : R+2



Figure 32 : The Crystal

Source : https://www.nirman.com/

4.2.2 Description :

Le Crystal, situé dans le quartier des Royal Docks à Londres, est un exemple remarquable d'architecture durable moderne. Conçu par le cabinet Wilkinson Eyre Architects et achevé en 2012, ce bâtiment emblématique met en valeur une multitude de technologies intelligentes visant à créer un environnement autonome et respectueux de l'environnement. S'étendant sur deux étages et offrant une surface totale d'environ 6 300 m², qui abrite des espaces d'exposition, des salles de conférence et un centre de technologie et d'innovation, a été conçu pour obtenir les plus hautes certifications internationales en matière de développement durable, le Crystal témoigne d'une conception innovante et d'un mode de vie durable.

4.2.3 Gestions intelligentes utilisées :

Système de gestion technique du bâtiment (GTB) avancé :

Le Crystal possède un système avancé de gestion technique de bâtiment (GTB) intégrant tous les systèmes du bâtiment, y compris la climatisation, le chauffage, la ventilation, l'éclairage et la sécurité.Ce dispositif assure un usage efficient de l'énergie en modifiant les réglages en dire ct selon le taux d'occupation et les conditions climatiques.

La gestion technique de bâtiment joue un rôle majeur dans l'amélioration de l'efficacité énergé tique et la diminution des dépenses opérationnelles.

Sources d'énergie renouvelables :

Le bâtiment utilise des énergies vertes en combinant des panneaux solaires et des pompes

géothermiques.Les panneaux solaires installés sur le toit génèrent de l'électricité en exploitant le rayonnement solaire, alors que les pompes à chaleur géothermiques récupèrent la chaleur

terrestre pour fournir chauffage et climatisation. Ces technologies atténuent la dépendance à l'égard des combustibles fossiles tout en réduisant l'empreinte carbone de la construction.

Systèmes de conservation de l'eau :

Au Crystal, conserver l'eau est une priorité.L'édifice est pourvu de dispositifs de collecte d'eau de pluie qui recueillent et conservent l'eau à des fins de toilette et d'arrosage.
En outre, l'utilisation de dispositifs et de robinets à faible consommation d'eau contribue à réduire la consommation d'eau.Ces actions entraînent une diminution notable de la consomma tion d'eau et promeuvent par conséquent le développement durable.

Systèmes d'éclairage intelligents :

Le Crystal est doté de dispositifs de lumière intelligents qui font appel à la technologie LED et à des capteurs de mouvement.Ces dispositifs modifient l'intensité de l'éclairage selon l'occu pation et la lumière naturelle, ce qui permet d'éviter le surplus de consommation d'énergie.
L'emploi de LED contribue aussi à minimiser la consommation d'énergie et à prolonger la lon gévité des dispositifs d'éclairage.

Matériaux de construction durables :

On utilise des matériaux respectueux de l'environnement dans la fabrication du Crystal, en par ticulier de l'acier recyclé et du verre à faible émission.
Ces matériaux minimisent l'impact environnemental de la construction tout en renforçant l'isol ation du bâtiment, ce qui favorise son efficience énergétique.[42]

4.3 Saunalahti School :

4.3.1 Fiche technique :

Situation : Espoo, Finlande

Architecte : Verstas Architects

Année de construction : 2012

Gabarit : R+2



Figure 33 : Saunalahti School
Source : Archdaily

[42] Nirman. (2024, 6 août). *The Crystal, London: A beacon of smart architecture*. https://www.nirman.com/the-crystal-london-a-beacon-of-smart-architecture/ (consulté le 12/05/2026)

4.3.2 Description :

Située dans le nouveau quartier résidentiel de Saunalahti à Espoo, cette école a remporté le concours ouvert d'architecture de 2007 et a été livrée à l'automne 2012. Elle constitue le point focal et le cœur communautaire du quartier.

Le concept s'articule autour de trois principes fondateurs — "Learning by doing" (apprendre par la pratique), "Out of the classroom" (apprendre hors de la salle de classe) et "Interaction and collaboration" (interaction et collaboration) — qui se traduisent directement dans l'organisation spatiale du bâtiment.

Le bâtiment n'est pas seulement une école : c'est un **équipement multifonctionnel** ouvert à tous les habitants du quartier. Le soir et les weekends, les gymnases, ateliers, cours sportives et espaces communautaires sont mis à disposition des clubs locaux et des familles, faisant de l'école le véritable centre de vie sociale du quartier de Saunalahti.[43]

4.3.3 Gestions intelligentes utilisées :

Gestion de l'Énergie par Ventilation à Récupération de Chaleur :

Le bâtiment intègre un système de ventilation mécanique à haute efficacité avec récupération de chaleur (VMC double flux). Ce dispositif capte la chaleur de l'air vicié extrait pour préchauffer l'air neuf entrant, réduisant ainsi considérablement les besoins en chauffage — particulièrement critique dans le contexte climatique finlandais où les hivers sont longs et rigoureux.

Gestion de l'Éclairage par Régulation Contrôlée :

L'école dispose de systèmes d'éclairage hautement régulés, adaptant automatiquement l'intensité lumineuse aux conditions naturelles et aux usages de chaque espace. Cette régulation précise minimise la consommation électrique tout en garantissant un confort visuel optimal pour l'apprentissage.

Production d'Énergie Solaire :

Des installations solaires sont intégrées au bâtiment, assurant une production partielle d'énergie renouvelable et réduisant la dépendance aux sources d'énergie conventionnelles.

[43] Verstas Architects. (s. d.). *Saunalahti Comprehensive School*. Archello. https://archello.com/project/saunalahti-comprehensive-school

Apport de Lumière Naturelle :

La toiture ondulée et les grandes parois vitrées maximisent la pénétration de la lumière naturelle dans les espaces intérieurs et les cours, réduisant le recours à l'éclairage artificiel et créant un lien continu entre intérieur et extérieur.

5 Les gestions intelligentes :

Les gestions intelligentes des systèmes CVC (chauffage, ventilation, climatisation), de l'éclairage, de l'électricité et de l'eau reposent sur des technologies domotiques, l'intelligence artificielle et des capteurs connectés pour optimiser l'énergie et le confort. Elles permettent des économies significatives via une automatisation adaptative.

5.1 Gestion intelligente de climatisation :

Dans un bâtiment intelligent, la régulation efficace du système de climatisation se fait grâce à un dispositif automatisé capable d'ajuster la température intérieure en temps réel, en fonction des demandes des usagers et des conditions extérieures. Ce dispositif a pour but de garantir un confort thermique maximal tout en diminuant la consommation d'énergie et les dépenses de fonctionnement.

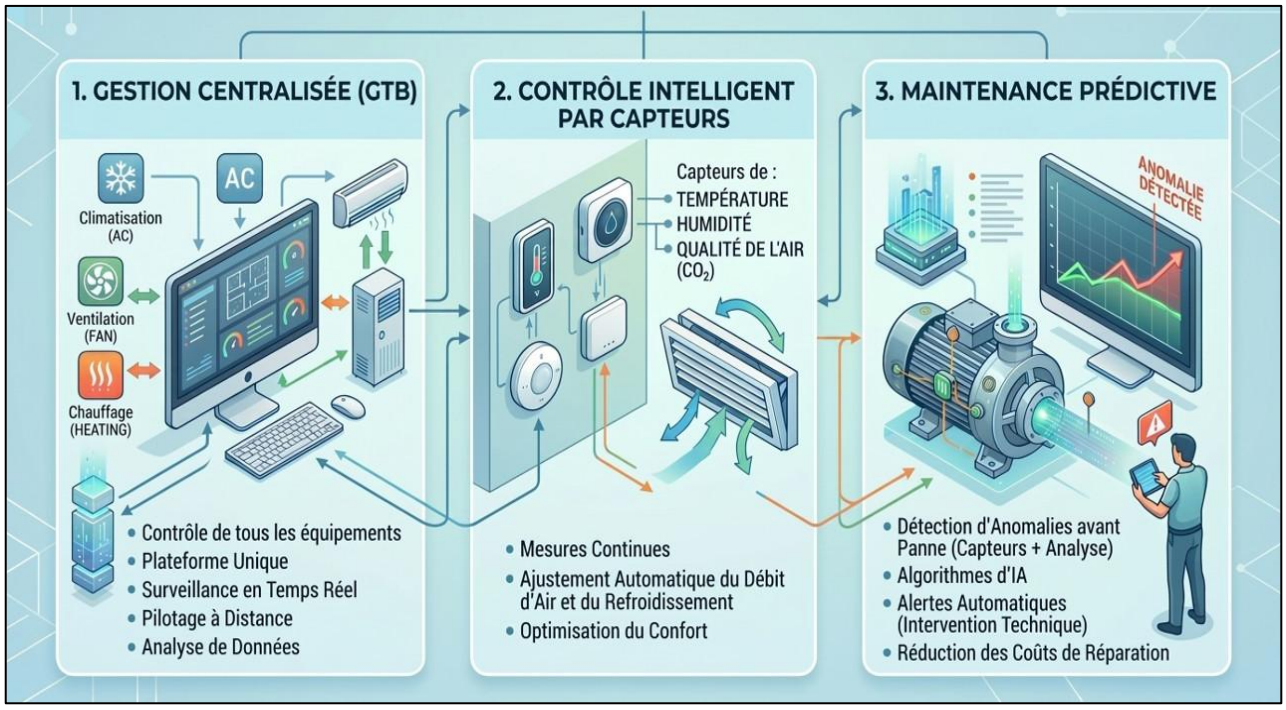


Figure 34 : Schéma de gestion intelligente de la climatisation

Source : Auteur

5.2 Gestion intelligente de ventilation :

L'association d'une gestion intelligente à des vents mécaniques à double flux ou hygroréglables maximise l'efficacité énergétique. Ainsi, la VMC est en mesure de modifier les flux de ventilation selon :

- en fonction de la présence d'occupants ou de leur absence.
- en fonction des conditions thermiques actuelles.
- des mesures de la qualité de l'air à l'intérieur et à l'extérieur.
- de l'activation d'autres systèmes (comme le chauffage ou la climatisation, par exemple)

Un système VMC à double flux : il intègre un échangeur thermique destiné à réchauffer l'air pénétrant en hiver et à le rafraîchir en été. L'échange de calories entre les flux entrants et sortants restreint l'utilisation du système de chauffage ou de climatisation.

Une VMC hygrorégulée : son activation est restreinte à la stricte exigence de la préservation de la qualité de l'air intérieur..

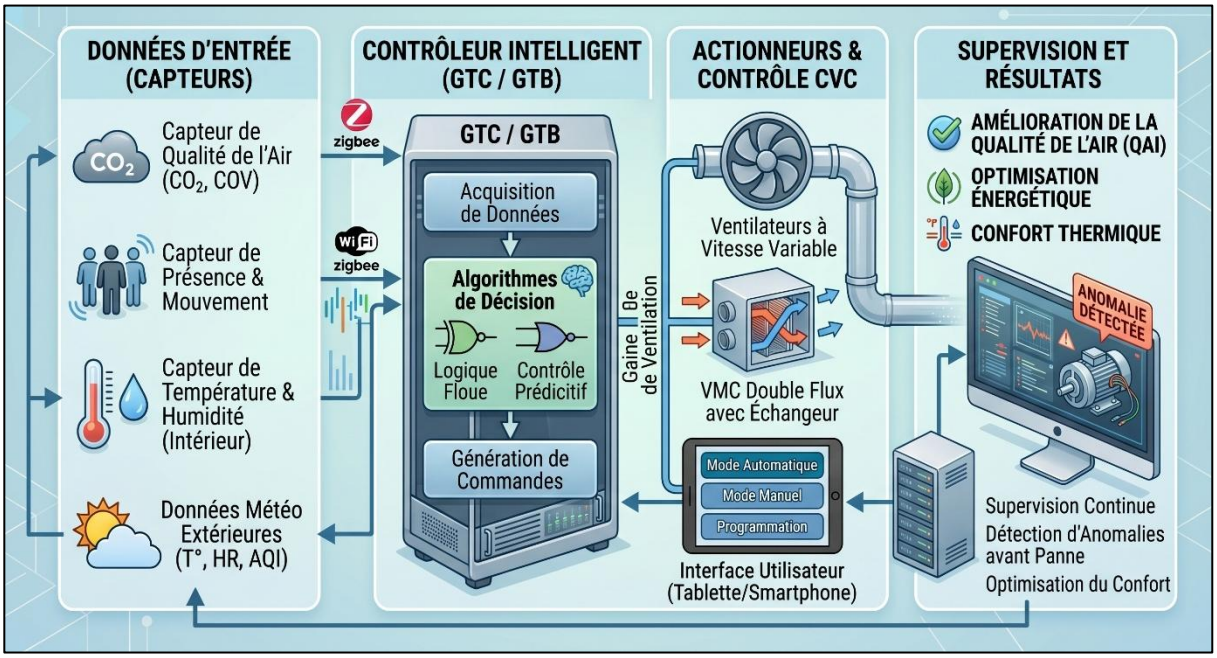


Figure 35 : Schéma de gestion intelligente de la ventilation

Source : Auteur

5.3 Gestion intelligente de chauffage :

Le système repose généralement sur des capteurs, une supervision centrale et des actionneurs qui pilotent les radiateurs, vannes, chaudières ou pompes à chaleur. Dans les bâtiments intelligents, le chauffage peut être programmé pièce par pièce et adapté en temps réel, au lieu de fonctionner selon des réglages fixes.

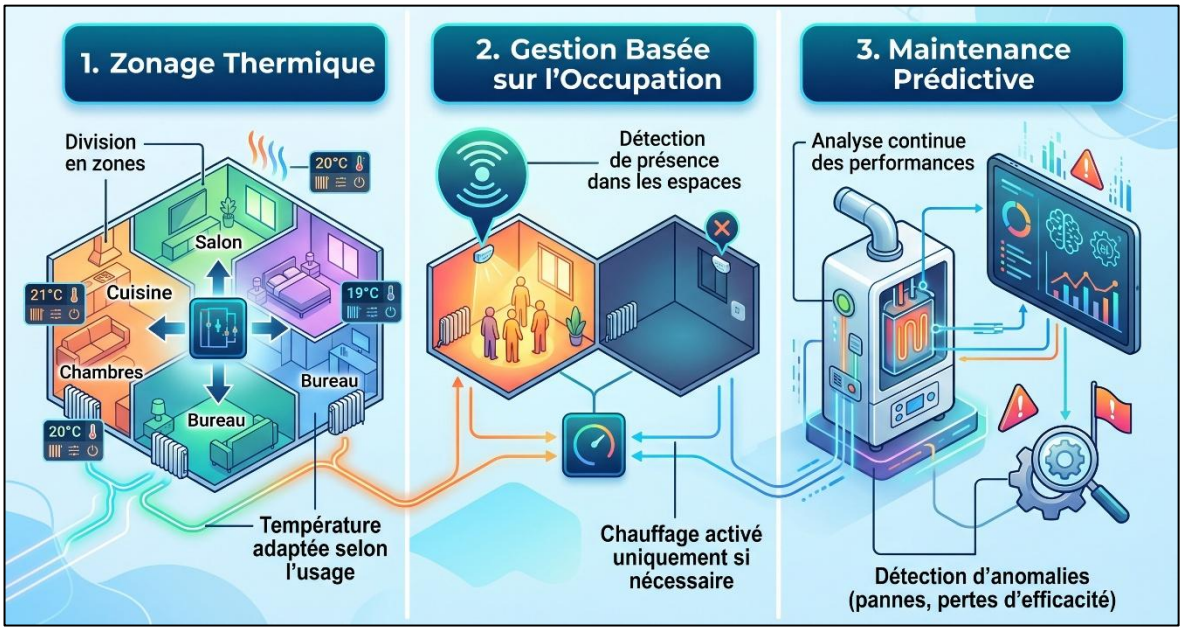


Figure 36 : Schéma de gestion intelligente de chauffage
Source : Auteur

5.4 Gestion intelligente de lumière :

La gestion intelligente de la lumière dans un bâtiment intelligent consiste à automatiser et optimiser l'éclairage (naturel et artificiel) grâce à des capteurs, des systèmes d'automatisation et des algorithmes afin de réduire la consommation d'énergie tout en maintenant le confort visuel et la productivité des occupants.

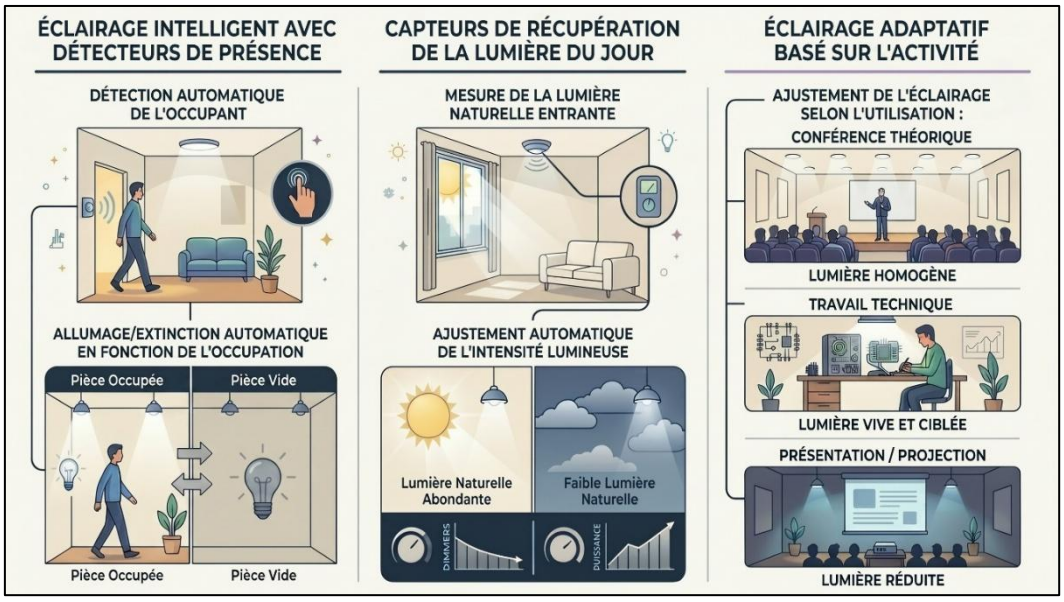


Figure 37 : Schéma de gestion intelligente de lumière Source : Auteur

5.5 Gestion intelligente d’électricité :

La gestion intelligente de l’électricité dans un bâtiment intelligent consiste à surveiller, analyser et optimiser en temps réel la production, la distribution et la consommation d’énergie électrique. Elle repose sur un système automatisé capable de coordonner l’ensemble des équipements électriques afin d’améliorer l’efficacité énergétique, de réduire les coûts d’exploitation et d’assurer la continuité de service.

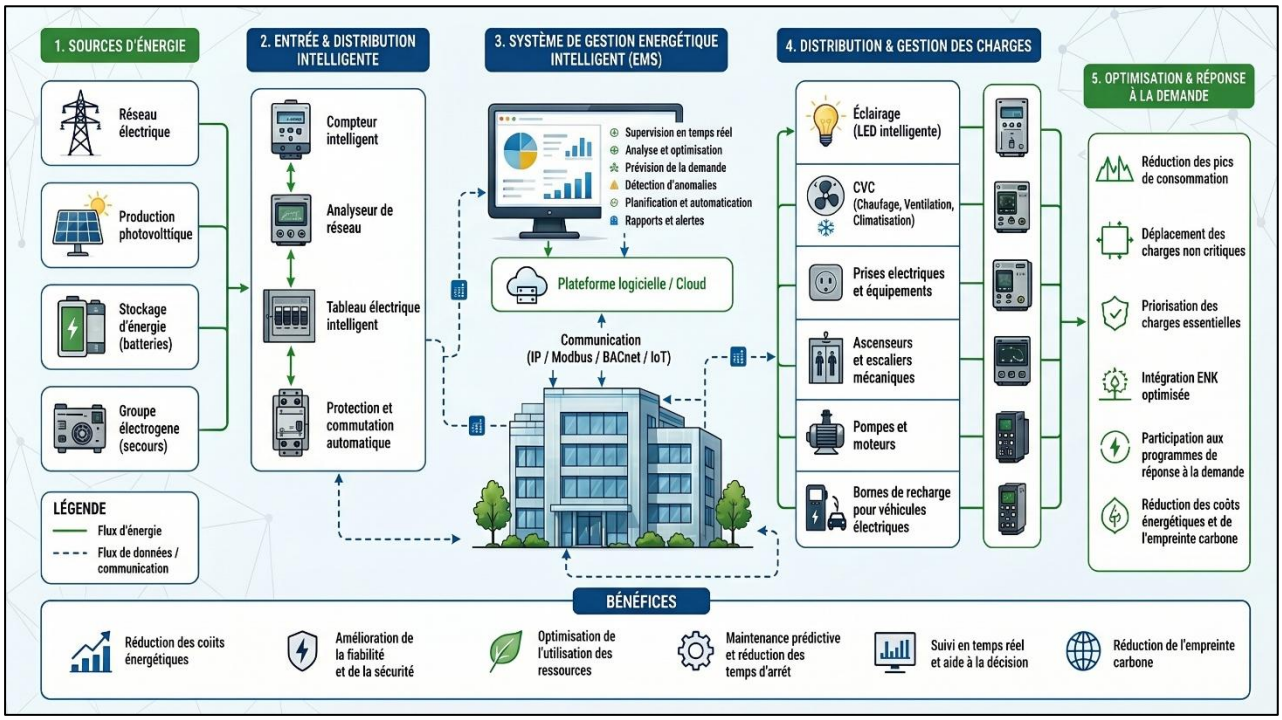


Figure 38 : Schéma de gestion intelligente d’électricité

Source : Auteur

5.6 Gestion intelligente de l'eau :

La gestion intelligente de l'eau dans un bâtiment intelligent repose sur l'utilisation de capteurs, d'objets connectés (IoT) et de systèmes automatisés permettant d'optimiser la consommation, de détecter les anomalies et de réduire le gaspillage.

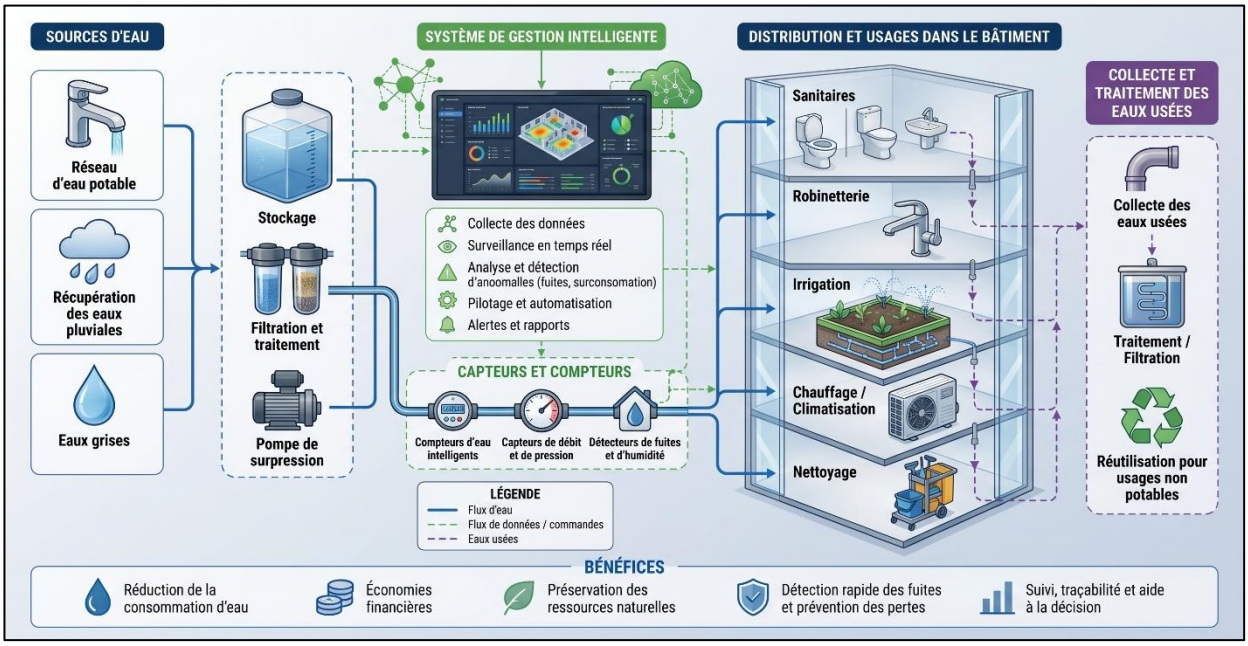


Figure 39 : Schéma de gestion intelligente de l'eau

Source : Auteur

Système technique	Gestion intelligente dans un bâtiment intelligent	Principales fonctions assurées	Technologies utilisées
Climatisation	Régulation automatique de la température selon l'occupation, Les conditions climatiques extérieures et les besoins thermiques des espaces.	• Optimisation du confort thermique • Réduction de la consommation énergétique • Maintenance prédictive.	• Capteurs de température et d'humidité • Thermostats intelligents • Building Management System (BMS) • Intelligence artificielle
Ventilation	Ajustement automatique du débit d'air en fonction de la qualité de l'air intérieur et du taux d'occupation.	• Renouvellement de l'air • Contrôle du CO_2 amélioration du confort et de la santé des occupants.	• Capteurs de CO_2 • De particules fines et d'humidité • Variateurs de vitesse, BMS
Chauffage	Pilotage intelligent des équipements de chauffage selon les horaires, la présence et les conditions météorologiques.	• Maintien de la température de consigne • économies d'énergie • anticipation des besoins.	• Capteurs thermiques • Vanne motorisée • thermostats connectés • IA
Éclairage	Commande automatique de l'intensité lumineuse selon l'apport de lumière naturelle et la présence des utilisateurs.	• Réduction de la consommation électrique • Amélioration du confort visuel • Prolongation de la durée de vie des luminaires.	• Détecteurs de présence • Capteurs de luminosité
Électricité	Surveillance et optimisation en temps réel de la distribution et de la consommation électrique.	• Gestion des charges • Détection des anomalies • Réduction des coûts énergétiques.	• Compteurs intelligents • Analyseurs de réseau • Tableaux électriques connectés • BMS
Gestion de l'eau	Contrôle automatisé de la consommation, détection des fuites et pilotage de la récupération des eaux pluviales.	• Économie d'eau • Prévention des pertes • Utilisation rationnelle des ressources hydriques.	• Compteurs d'eau intelligents • Capteurs de débit et de pression

Tableau 3 : Systèmes techniques intelligents

Source : auteur

Conclusion :

À travers ce chapitre, nous avons pu mettre en évidence la relation étroite et complémentaire qui unit le bâtiment intelligent et l'intelligence artificielle.

Le bâtiment intelligent augmenté par l'intelligence artificielle s'impose comme un levier stratégique incontournable dans la construction du cadre urbain de demain. Il représente non seulement une réponse technologique aux impératifs de durabilité et d'efficacité, mais également une nouvelle conception de l'espace bâti, pensé comme un écosystème vivant, intelligent et centré sur l'humain.

Au terme de ce chapitre, il apparaît clairement que l'intelligence artificielle constitue le véritable moteur du bâtiment intelligent. En dotant les infrastructures bâties de capacités d'apprentissage, d'adaptation et d'anticipation, elle transforme profondément la manière dont les bâtiments sont conçus, gérés et habités. Les exemples étudiés à l'échelle mondiale confirment que cette convergence entre bâtiment intelligent et intelligence artificielle génère des gains significatifs en matière d'efficacité énergétique, de confort des occupants et de durabilité environnementale.

Chapitre III : Analyse Urbaine et Programmation

Introduction :

Dans ce chapitre, nous explorons la ville de Tlemcen sous son visage citadin pour mieux saisir le contexte dans lequel s'inscrit notre projet. Cette étude souligne les atouts de la ville et les motifs qui ont déterminé sa sélection pour l'implantation d'un lycée technique intelligent.

1 Motivation du choix :

Tlemcen, pourquoi pas ? Il faut poser la question. Ce n'est pas par hasard que cette ville du nord-ouest algérien a été choisie. Elle associe des qualités que bien d'autres villes de la région n'ont pas : une solide tradition académique, une jeunesse abondante et une vie culturelle qui témoigne d'un dynamisme réel. Autant de raisons qui rendent le projet d'un lycée technique intelligent non seulement pertinent, mais absolument nécessaire.

La demande de formation technique de qualité est largement supérieure à l'offre disponible. Les jeunes exigent des structures à la hauteur de leurs attentes, mais aussi des lieux où la technologie ne constitue pas un choix mais bien une réalité quotidienne d'apprentissage. Dans un pays qui investit de plus en plus dans la numérisation de son système éducatif.

1.1 Situation :

Tlemcen est une ville du Nord-Ouest algérien, située à 170 km au sud-ouest d'Oran et à 520 km de la capitale Alger. Frontalière avec le Maroc, elle se trouve à 76 km à l'est d'Oujda. Implantée dans l'arrière-pays, la ville est distante d'environ 40 km du littoral méditerranéen..[44]

Latitude : 34° 52′ 42″ Nord

Longitude : 1° 18′ 54″ Ouest

L'altitude par rapport au niveau de la mer : 811 mètres

[44] *La ville de Tlemcen*. (Consulté le 13 mai 2026), sur https://www.tlemcen-dz.com/ville/

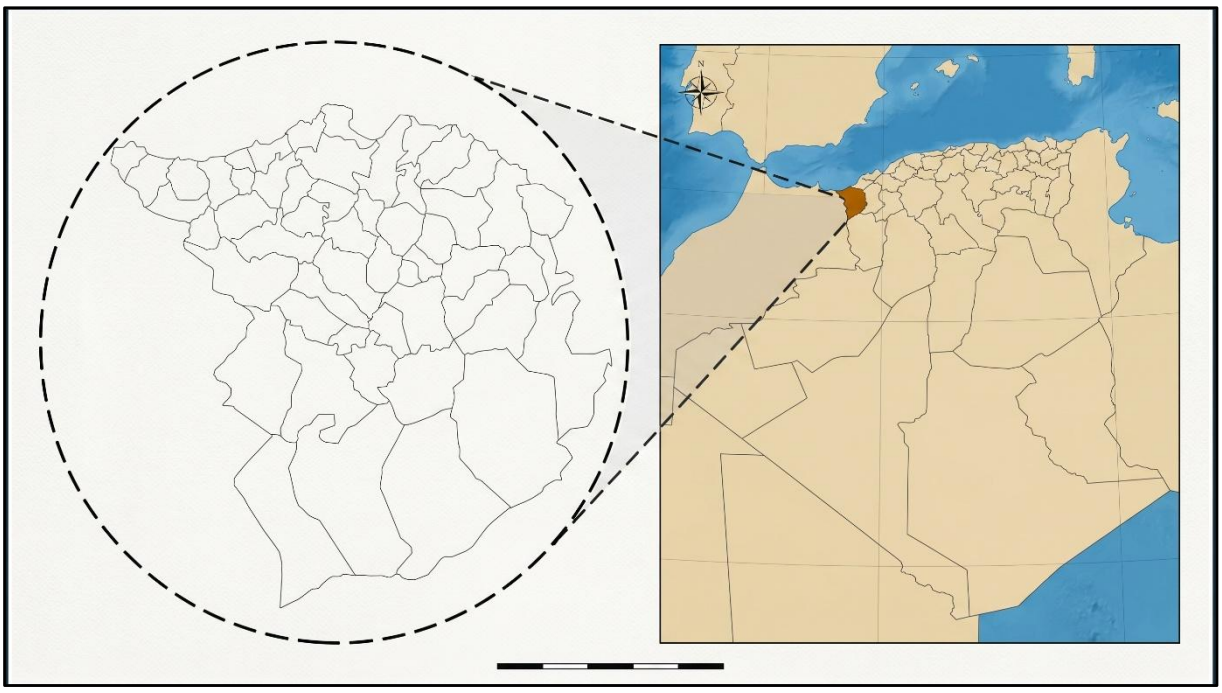


Figure 40 : situation géographique de Tlemcen

Source : Auteur

La wilaya de Tlemcen dispose d'un réseau routier totalisent environ 4188 km, répartit comme suit :

- Autoroutes (Est-Ouest) : 100 km
- Routes nationales 764 km
- Chemins de wilaya : 1190 km
- Chemins communaux : 2134 km

Principaux axes routières desservant Tlemcen :

- Route nationale 22 : Béni Saf-Mecheria-Hennaya-Sebdou-El Aricha
- Route nationale 7 : Tlemcen-Sidi Bel Abbes
- Route national 2 : Tlemcen-Ain Témouchent-Oran
- Autoroute Est-Ouest

1.2 Limite périmètre et surface :

Tlemcen a une superficie de 9061 km² et délimité par :

- **Nord :** Mer méditerranée (wilaya d'Ain Témouchent et Oran à proximité)
- **Est :** Sidi Bel Abbès
- **Sud :** Naama
- **Ouest :** frontière algéro-marocaine



Figure 41 : limites de Tlemcen

Source : https://www.d-maps.com/ (édité par auteur)

1.3 Environnement climatique :

Le climat de Tlemcen est de type méditerranéen transitoire, présentant certains traits continentaux, et semi-aride. L'hiver se caractérise par un froid plutôt prononcé, alors que l'été est marqué par une grande chaleur. En outre, durant l'hiver, la ville est soumise à des vagues de froid et aux chutes de neige.[45]

1.3.1 Ensoleillement :

La durée du jour à Tlemcen fluctue de manière significative tout au long de l'année. En 2026, la date du jour la plus courte est le 21 décembre, où la durée du jour est de 9 heures et 49 minutes, tandis que la journée la plus longue est le 21 juin, atteignant 14 heures et 30 minutes.

[45] Climats et Voyages. (s. d.). *Climat Tlemcen : saisons, moyennes par mois*. https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/tlemcen (consulté le 14/05/2026)

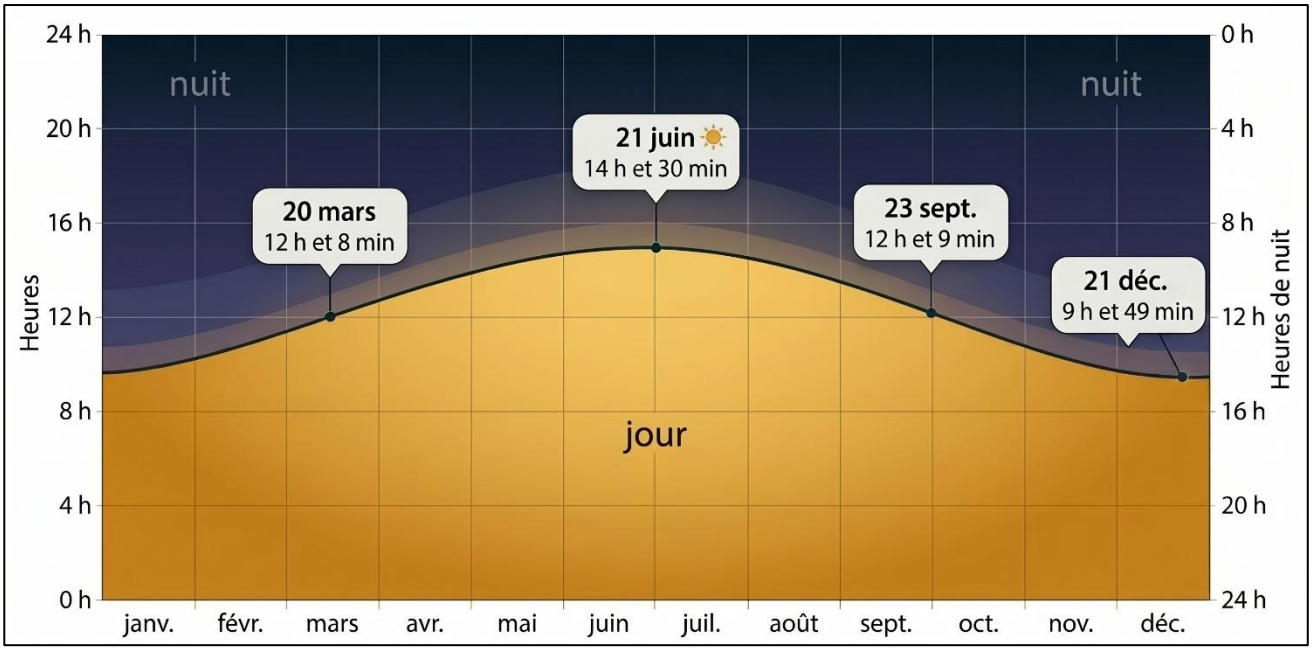


Figure 42 : Heures et clarté et crépuscule à Tlemcen

Source :https://fr.weatherspark.com

Le 13 juin, le soleil se lève le plus tôt, à 05:51. En revanche, le 7 janvier, il se lève le plus tard, à 08:13, soit 2 heures et 22 minutes plus tard. L'heure la plus précoce de coucher de soleil est à 17h53 le 5 décembre, tandis que la tombée de nuit la plus tardive se produit à 20h23 le 29 juin, soit 2 heures et 29 minutes plus tard..[46]

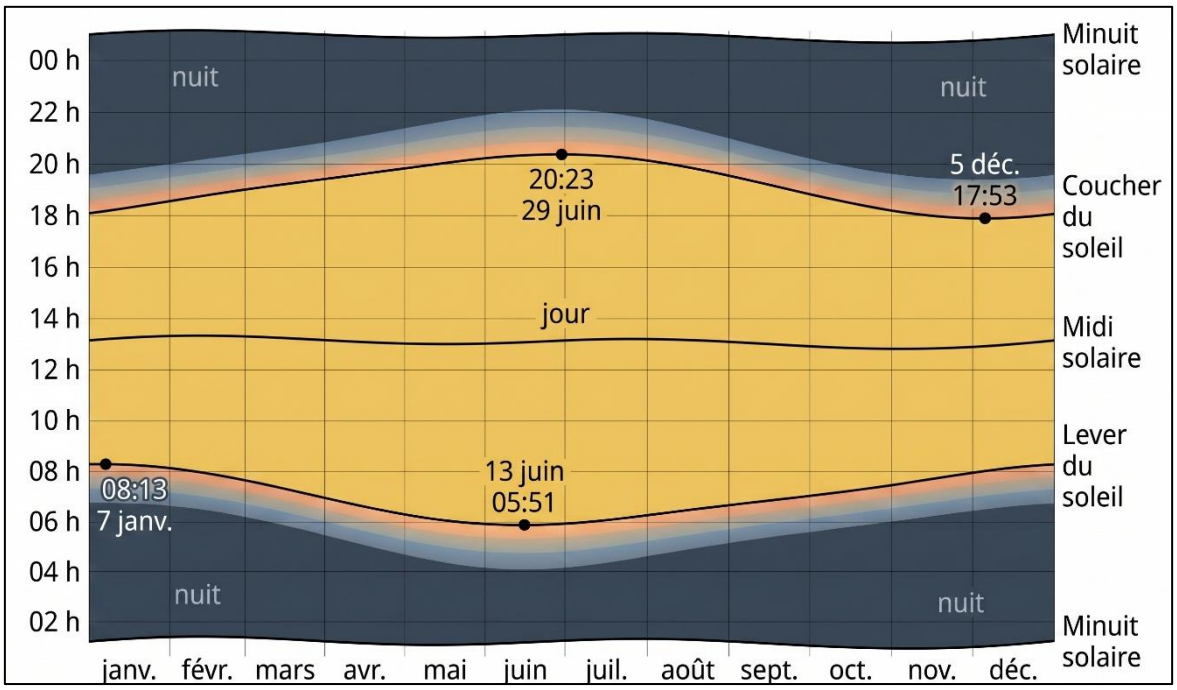


Figure 43 : Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule à Tlemcen

[46] WeatherSpark. (s. d.). *Climat, météo par mois, température moyenne à Tlemcen, Algérie, tout au long de l'année*. https://fr.weatherspark.com/y/40174/Météo-moyenne-à-Tlemcen-Algérie-tout-au-long-de-l'année (consulté 14/05/2026)

1.3.2 Vents :

La vitesse moyenne du vent à Tlemcen varie modérément en fonction des saisons durant l'année.

La phase la plus propice à la vente de l'année s'étend sur 6,4 mois, du 31 octobre au 11 mai, avec des vitesses de vent moyennes dépassant les 13,8 kilomètres par heure. À Tlemcen, le mois où le vent souffle le plus est décembre, avec une vitesse moyenne du vent qui atteint 15,8 kilomètres par heure.

La phase la moins mouvementée de l'année s'étend sur 5,6 mois, du 11 mai au 31 octobre. À Tlemcen, le mois d'août est le plus tranquille de l'année, avec une moyenne de 11,8 kilomètres par heure pour la vitesse du vent.

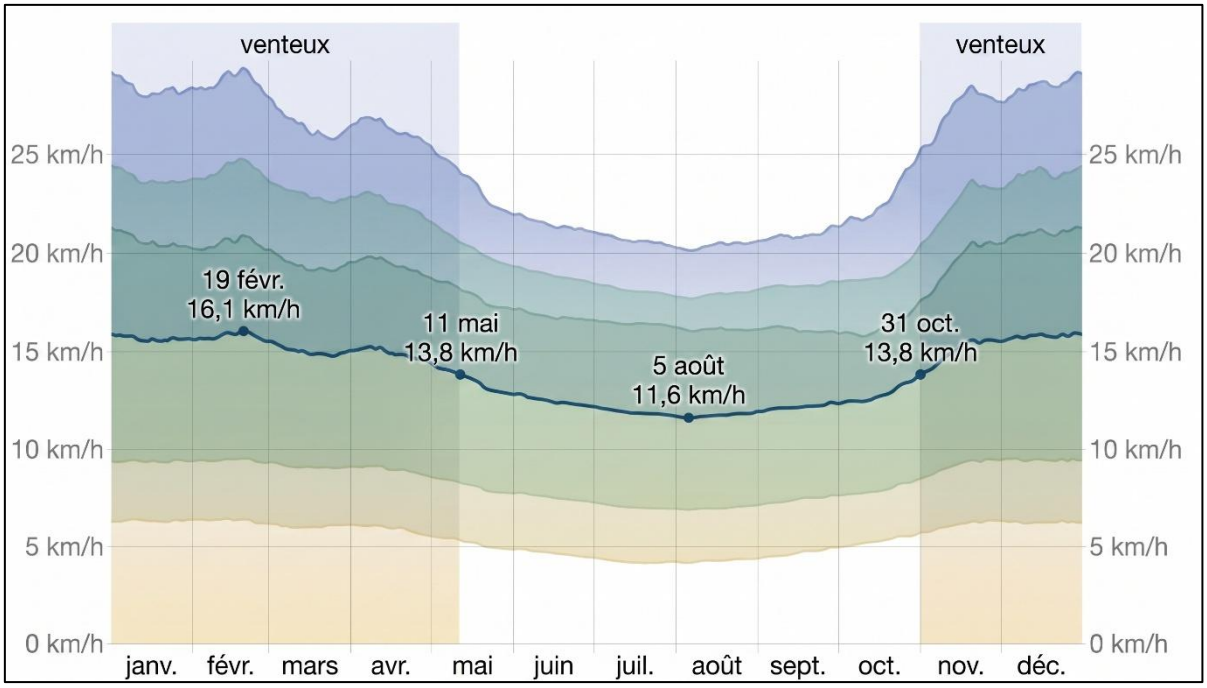


Figure 44 : Vitesse moyenne du vent à Tlemcen

Source :https://fr.weatherspark.com

1.3.3 Pluviométrie :

Afin de démontrer les fluctuations mensuelles et éviter de se contenter de résumés mensuels, nous mettons en évidence l'accumulation de pluie sur une période glissante de 31 jours, épousant chaque date de l'année. Tlemcen présente des fluctuations modérées de précipitations mensuelles au cours des différentes saisons.

L'étendue de la saison des pluies s'étale sur environ 9,3 mois, allant du 31 août au 8 juin, avec un cumul de précipitations d'au moins 13 millimètres sur un segment glissant de 31 jours. À Tlemcen, novembre est le mois qui reçoit le plus de pluie, avec une moyenne de 52 millimètres de précipitations. La saison sans pluie s'étend sur 2,7 mois, allant du 8 juin au 31 août. Le mois avec le moins de précipitations à Tlemcen est juillet, où l'on enregistre une moyenne de 3 millimètres de pluie.

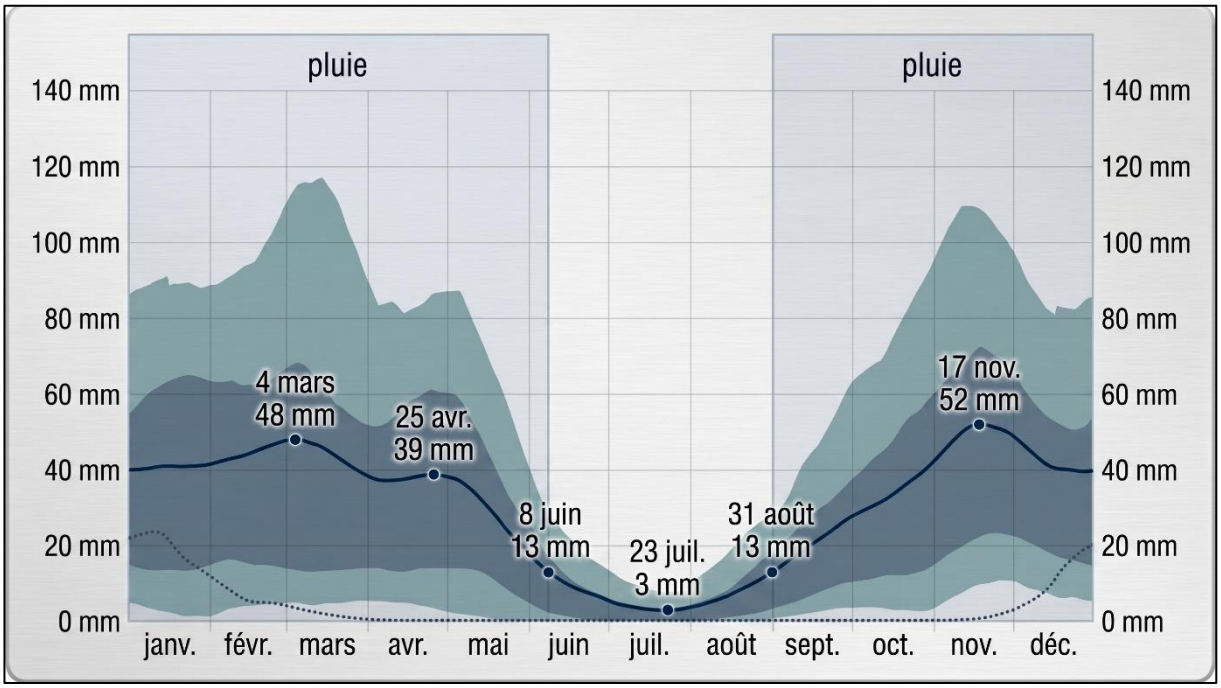


Figure 45 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Tlemcen

Source : https://fr.weatherspark.com

1.3.4 Température :

Les températures varient généralement de 2°C à 32°C sur l'année, dépassent rarement 36°C ou descendent sous -2°C.

La saison très chaude dure 2,8 mois, du 20 juin au 13 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Tlemcen est août, avec une température moyenne maximale de 31 °C et minimale de 18 °C.

La saison fraîche dure 3,9 mois, du 19 novembre au 16 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 16 °C. Le mois le plus froid de l'année à Tlemcen est janvier, avec une température moyenne minimale de 2 °C et maximale de 13 °C.

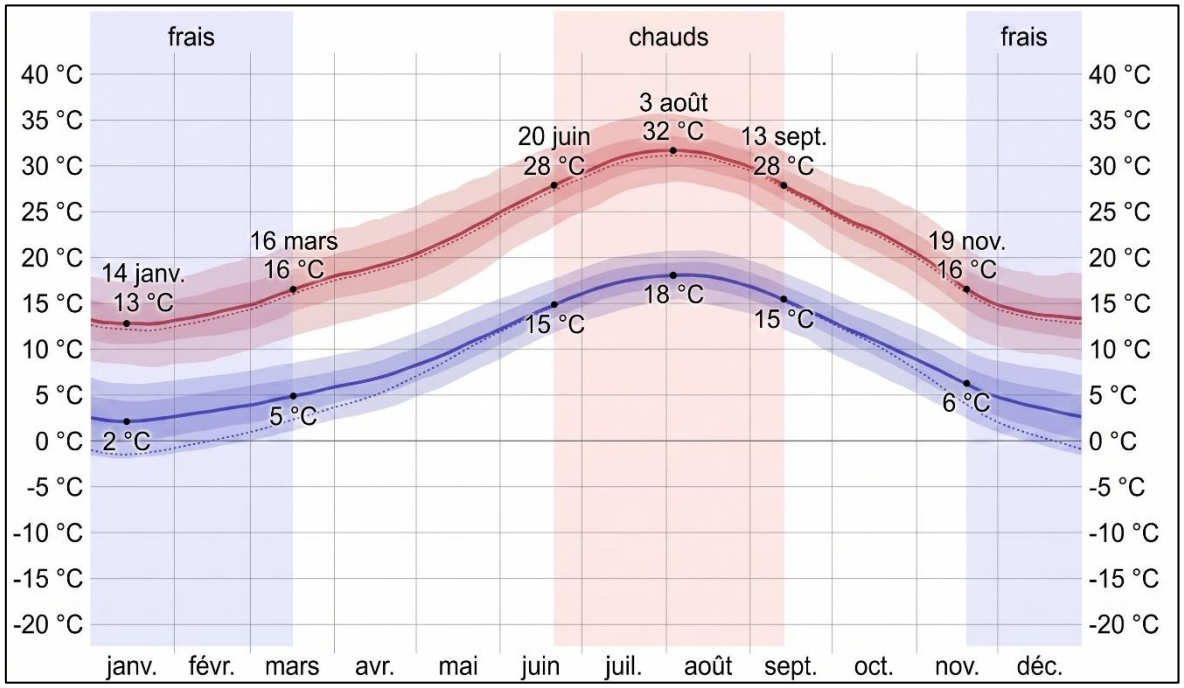


Figure 46 : Température moyenne, minimal et maximal à Tlemcen

Source :https://fr.weatherspark.com

1.3.5 Humidité :

Nous évaluons le degré de confort en fonction de l'humidité basée sur le point de rosée, parce que cela détermine si la sueur se dissipera de la peau, ce qui pourrait provoquer un refroidissement du corps. On perçoit les sommets de rosée inférieurs comme une ambiance plus aride et les sommets de rosée supérieurs comme un climat plus humide. À l'opposé de la température, qui fluctue souvent de manière significative entre le jour et la nuit, les points de rosée changent de façon plus graduelle. Par conséquent, même si la température peut descendre durant la nuit, une journée pesante est habituellement suivie d'une nuit pesante.

Tlemcen présente des fluctuations saisonnières tempérées en termes d'humidité perçue.

La phase la plus intensive de l'année s'étend sur 2,4 mois, du 4 juillet au 17 septembre, caractérisée par un sentiment de pesanteur, d'oppression ou d'étouffement pendant au moins 3% du temps. À Tlemcen, le mois d'août enregistre le plus grand nombre de jours écrasants, avec 3,4 jours ou plus étouffants.

Le 18 mars est le jour où l'on ressent le moins l'oppression, avec une ambiance particulièrement dénuée de lourdeur.

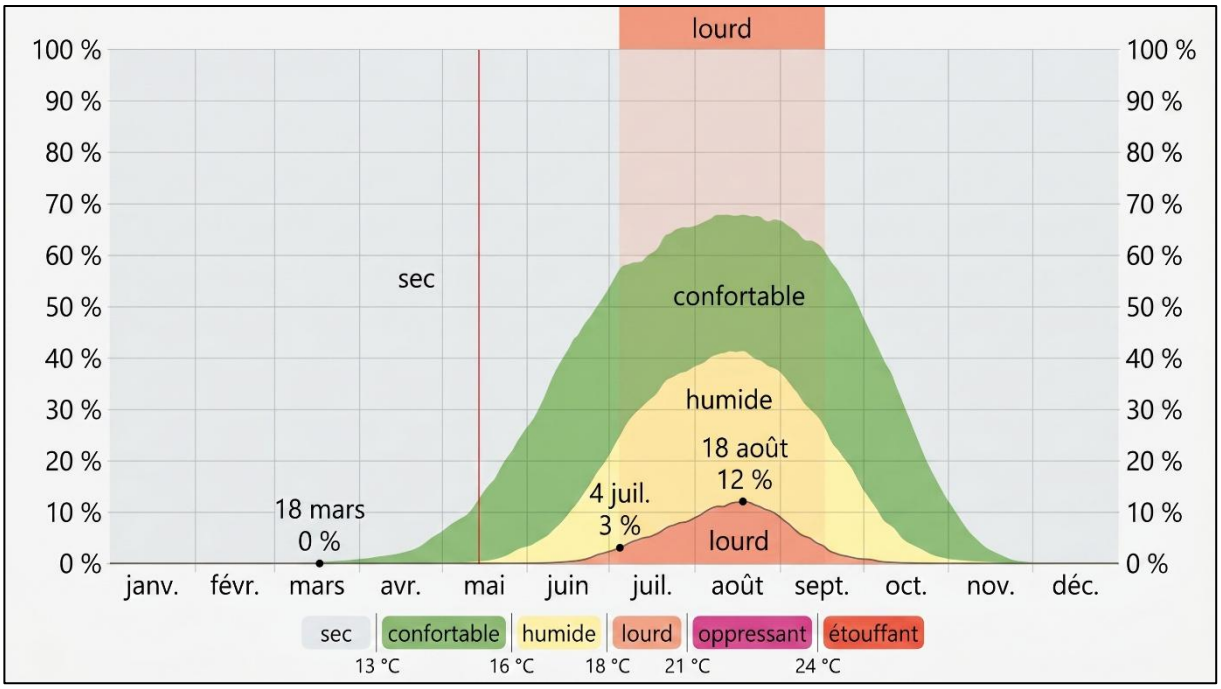


Figure 47 : Niveaux de confort selon l'humidité à Tlemcen

Source :https://fr.weatherspark.com

1.4 Environnement naturel :

1.4.1 Topographie :

Dans ce rapport, les coordonnées géographiques pour Tlemcen sont 34,878° de latitude, -1,315° de longitude et 811 m d'altitude.

La topographie dans les 3 kilomètres entourant Tlemcen présente des variations considérables de l'altitude, avec une variation de l'altitude de 607 mètres maximum et une altitude moyenne au-dessus du niveau de la mer de 850 mètres. Dans les 16 kilomètres, variations considérables de l'altitude (1 363 mètres). Dans les 80 kilomètres, présente également des variations extrêmes de l'altitude (1 844 mètres).

La région dans un rayon de 3 kilomètres de Tlemcen est couverte par des surfaces artificielles (68 %) et des terres cultivées (23 %), dans un rayon de 16 kilomètres par des des terres cultivées (60 %) et des pâturages (12 %) et dans un rayon de 80 kilomètres par des des terres cultivées (42 %) et une végétation éparse (23 %).[47]

[47] WeatherSpark. (s. d.). *Climat, météo par mois, température moyenne à Tlemcen, Algérie, tout au long de l'année*. https://fr.weatherspark.com/y/40174/Météo-moyenne-à-Tlemcen-Algérie-tout-au-long-de-l'année (consulté 14/05/2026)

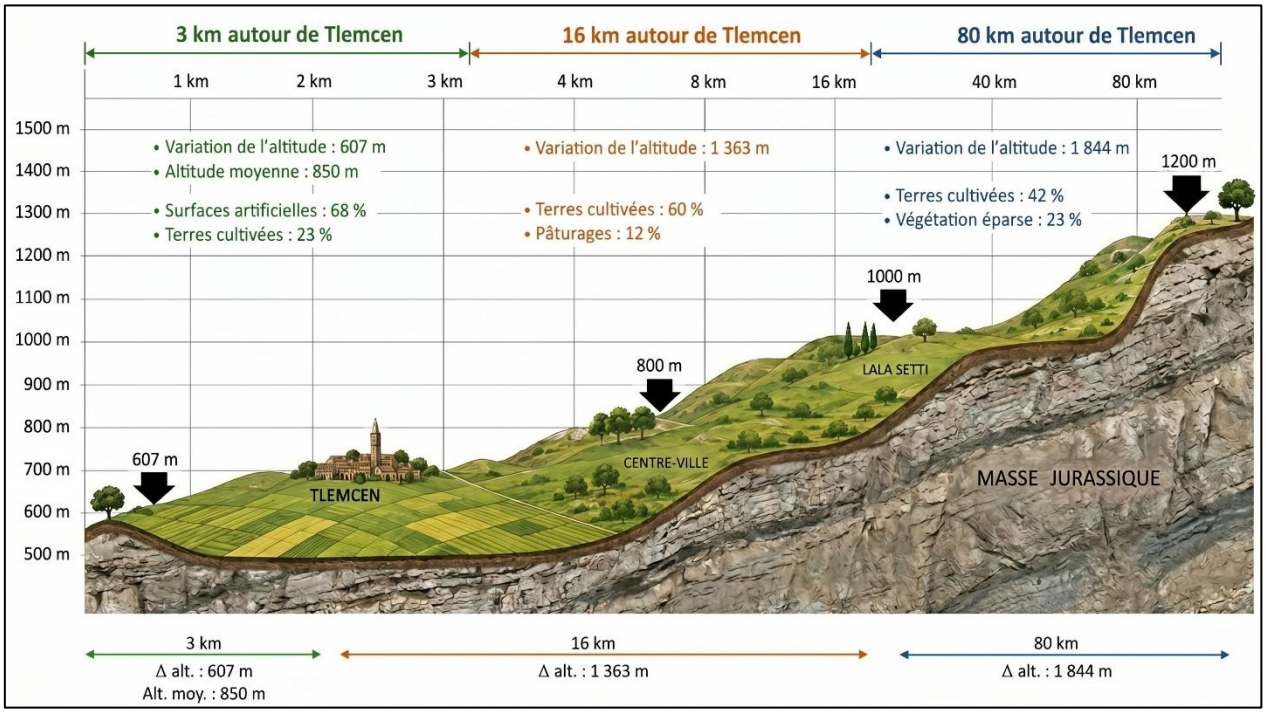


Figure 48 : Coupe topographique

Source : Auteur

1.4.2 Nature de sols :

Les sols de la wilaya de Tlemcen sont principalement variés : sols calcaires et marneux sur les plateaux et plaines, sols argileux et marnes dans les bassins sédimentaires, et sols peu profonds/karstiques sur les massifs calcaires montagneux (Monts de Tlemcen).

1.4.3 Hydrographie :

L'hydrographie de la wilaya de Tlemcen est constituée d'un réseau d'oueds permanents et temporaires, dominé par l'Oued Tafna et ses affluents. Ce réseau contribue à l'alimentation des nappes phréatiques et au développement agricole. Les ouvrages hydrauliques majeurs, comme le Barrage de Beni Bahdel et le Barrage de Hammam Boughrara, sont responsables de la fourniture d'eau, de l'irrigation et de la gestion des inondations.

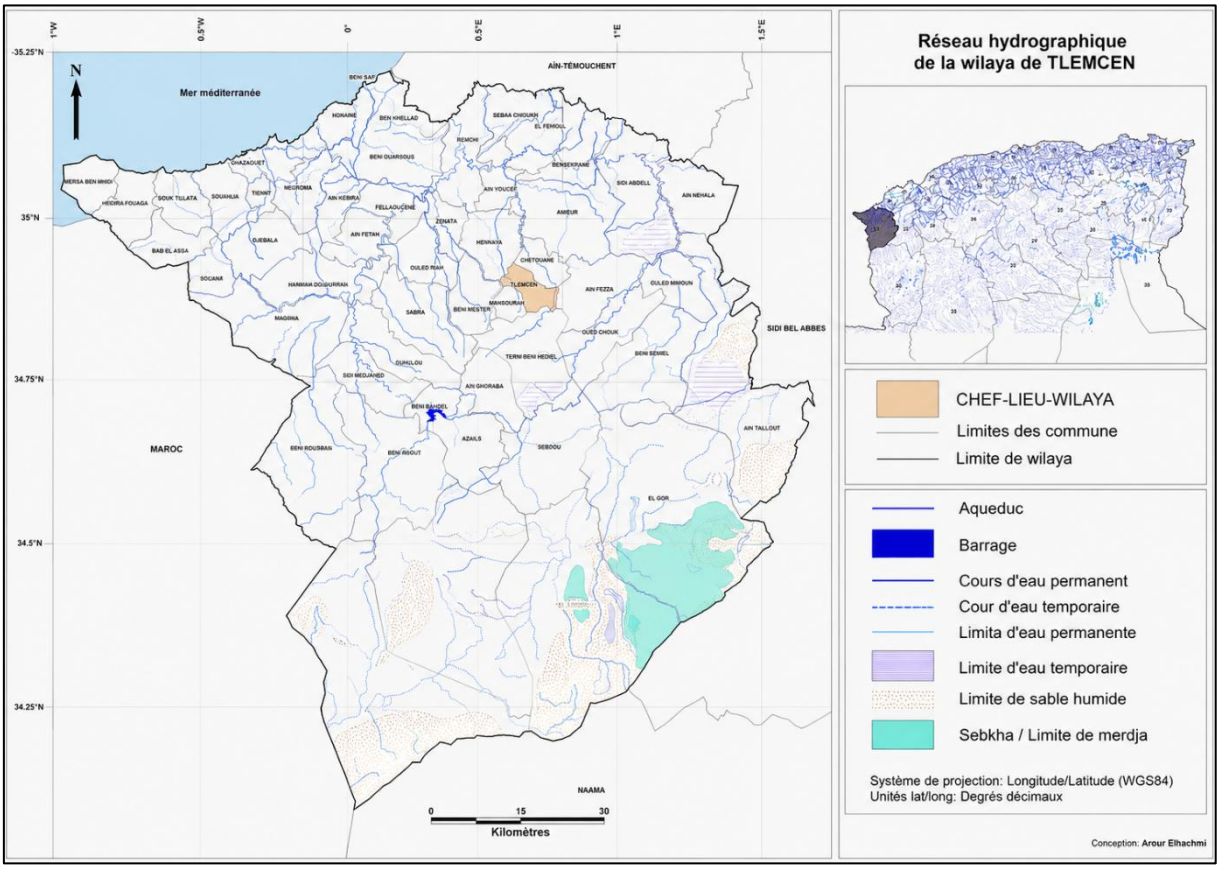


Figure 49 : réseau hydrographique de Tlemcen

Source : https://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com, édité par l'auteur

1.4.4 Hydrogéologie :

- **Contexte hydrogéologique général :**

  Les Monts de Tlemcen constituent un important réservoir naturel d'eau souterraine. Ils sont composés surtout de roches calcaires et dolomitiques du Jurassique, fortement fissurées et karstifiées. Ces formations permettent une forte infiltration des eaux de pluie et la formation d'aquifères karstiques étendus.

- **Fonctionnement des aquifères**

  Les précipitations (environ 500 à 800 mm/an) s'infiltrent dans les terrains calcaires et alimentent des circulations souterraines rapides. Une grande partie de l'eau ressort sous forme de sources situées en bordure des massifs. Les aquifères sont souvent discontinus et peu régulateurs des débits, ce qui entraîne une forte variabilité saisonnière.[48]

[48] Collignon, B. (1986). *Hydrogéologie appliquée des aquifères des monts de Tlemcen (Algérie)*. In *Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique*, n°8. https://www.persee.fr/doc/karst_0751-7688_1986_num_8_1_2144_t1_0056_0000_5 (consulté le 14/05/2026)

1.4.5 Végétation :

La végétation de Tlemcen est de type méditerranéen, avec une forte variation selon l'altitude et le climat. Dans les plaines semi-arides, on trouve surtout des steppes à alfa et des cultures agricoles. Les piémonts sont dominés par la garrigue et des espèces comme le thuya, le lentisque et l'olivier. En altitude, les Monts de Tlemcen abritent des forêts plus denses composées principalement de chêne vert, chêne-liège et pin d'Alep. Cette diversité est en grande partie protégée au sein du Parc national de Tlemcen.

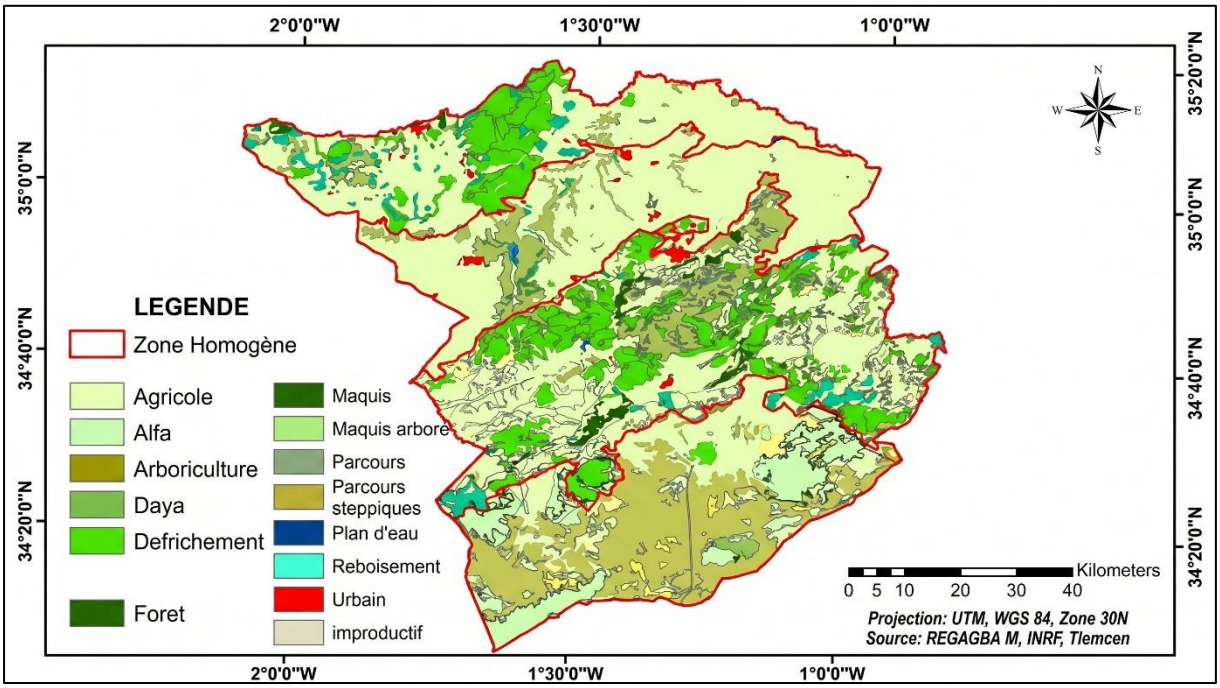


Figure 50 : Carte occupation de sol Tlemcen

Source : https://www.researchgate.net/publication/370885478 , édité par l'auteur

1.4.6 Risques naturels :

Tlemcen est exposées à plusieurs risques naturels, dont les plus importants sont les inondations, les séismes et les incendies de forêts.

- **Inondations :** Il s'agit du risque le plus fréquent et le plus destructeur. Les fortes pluies provoquent régulièrement des crues importantes, entraînant des pertes humaines et des dégâts matériels, notamment dans les communes de Sebdou, El Aricha et Ouled Mimoun. L'urbanisation dans les zones inondables accentue cette vulnérabilité.

- **Risque sismique :** Tlemcen se situe dans une zone à sismicité modérée. Bien que le risque soit moins élevé que dans d'autres régions du nord de l'Algérie, il doit être pris en compte dans la conception des bâtiments et l'aménagement urbain, en particulier sur les sols meubles qui amplifient les secousses.

- **Incendies de forêts :** Les massifs forestiers de la wilaya, notamment au sein du Parc national de Tlemcen, sont fortement exposés aux incendies durant les périodes chaudes et sèches. Ces feux causent chaque année des pertes importantes de couvert végétal.
- **Autres risques :** Des glissements de terrain, ainsi que des phénomènes d'érosion, de déforestation et de désertification, affectent localement certaines zones et contribuent à la dégradation de l'environnement.

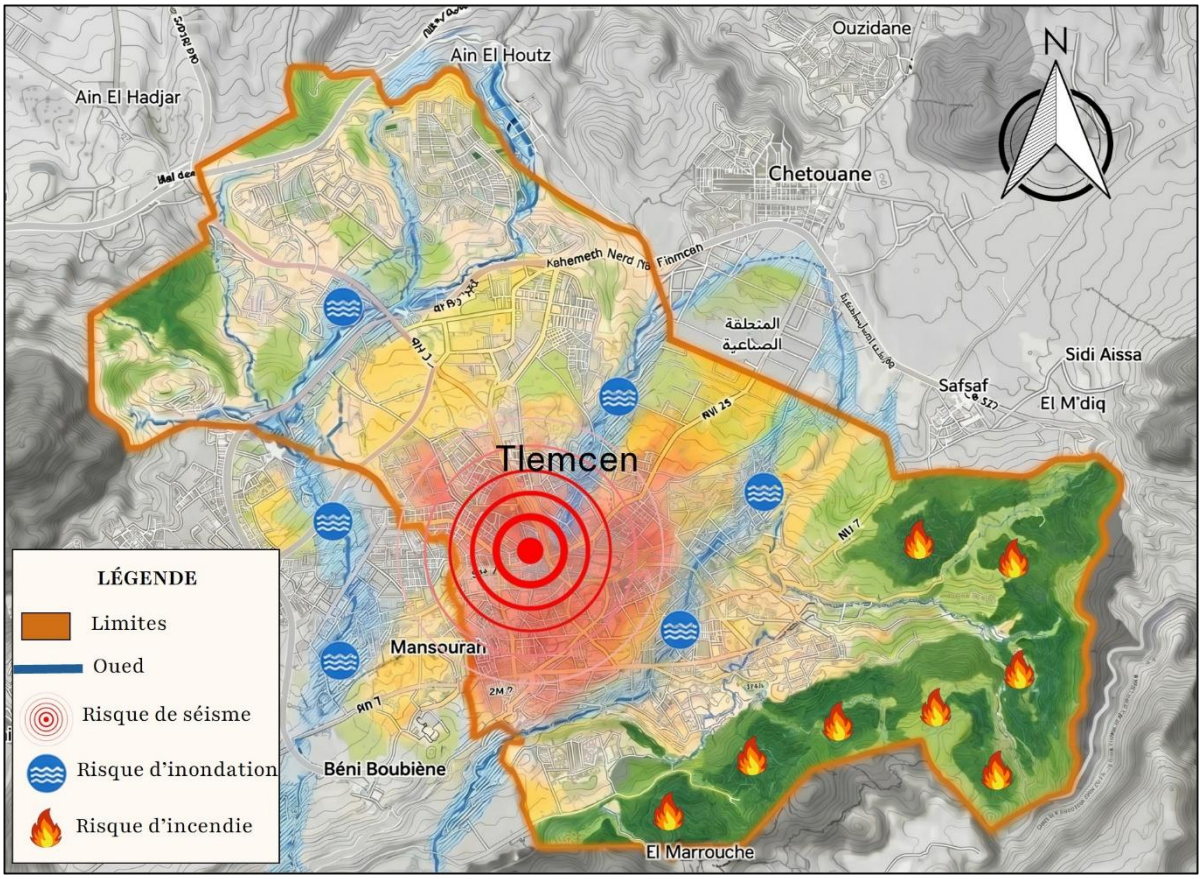


Figure 51 : Carte des risques naturels à Tlemcen

Source : www.openstreetmap.org , traité par auteur

1.5 Environnement bâti :

1.5.1 Trame urbaine :

La carte thématique ci-dessus présente la sectorisation fonctionnelle du tissu urbain de Tlemcen :

- **Le tissu résidentiel (Rouge clair) :** Dominant, il englobe l'ensemble des habitats collectifs et individuels, formant la matrice principale de l'étalement urbain.
- **Les pôles d'équipements (Marron / Bleu) :** Les infrastructures publiques (sité universitaire, Cem, lycée, mosquées…etc.) et privées agissent comme des noyaux structurants répartis entre le centre et la périphérie.
- **Les zones d'activité (Violet) :** Dédiées aux fonctions industrielles ou logistiques.
- **La trame environnementale (Vert / Jaune) :** espace vert, terre agricole.

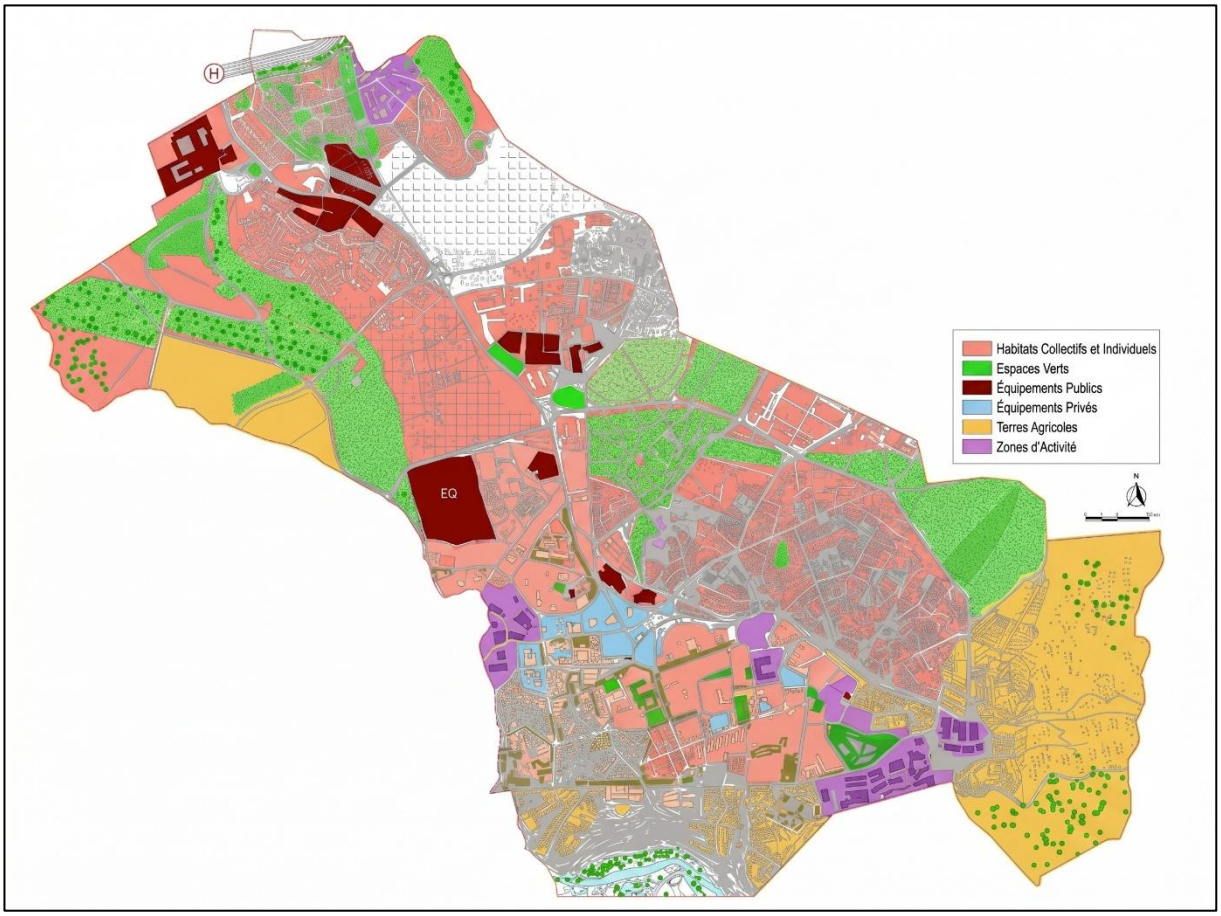


Figure 52 : carte de trame urbaine

Source : PDAU

1.5.2 Accessibilité et voiries :

La carte de hiérarchisation du réseau viaire de la ville de Tlemcen met en évidence l'organisation des déplacements à travers trois catégories de voiries.

- Les voiries principales, représentées en violet, structurent l'ossature urbaine et assurent les liaisons majeures entre les différents secteurs de la ville ainsi qu'avec les communes voisines.
- Les voiries secondaires, (bleu) complètent ce réseau en distribuant la circulation vers les quartiers résidentiels et les zones d'activités.
- Les voiries tertiaires, en orange, correspondent aux rues locales qui desservent directement les îlots urbains.

Cette hiérarchisation illustre la structure fonctionnelle du réseau routier et met en évidence l'articulation entre les axes structurants et les voies de desserte de proximité.

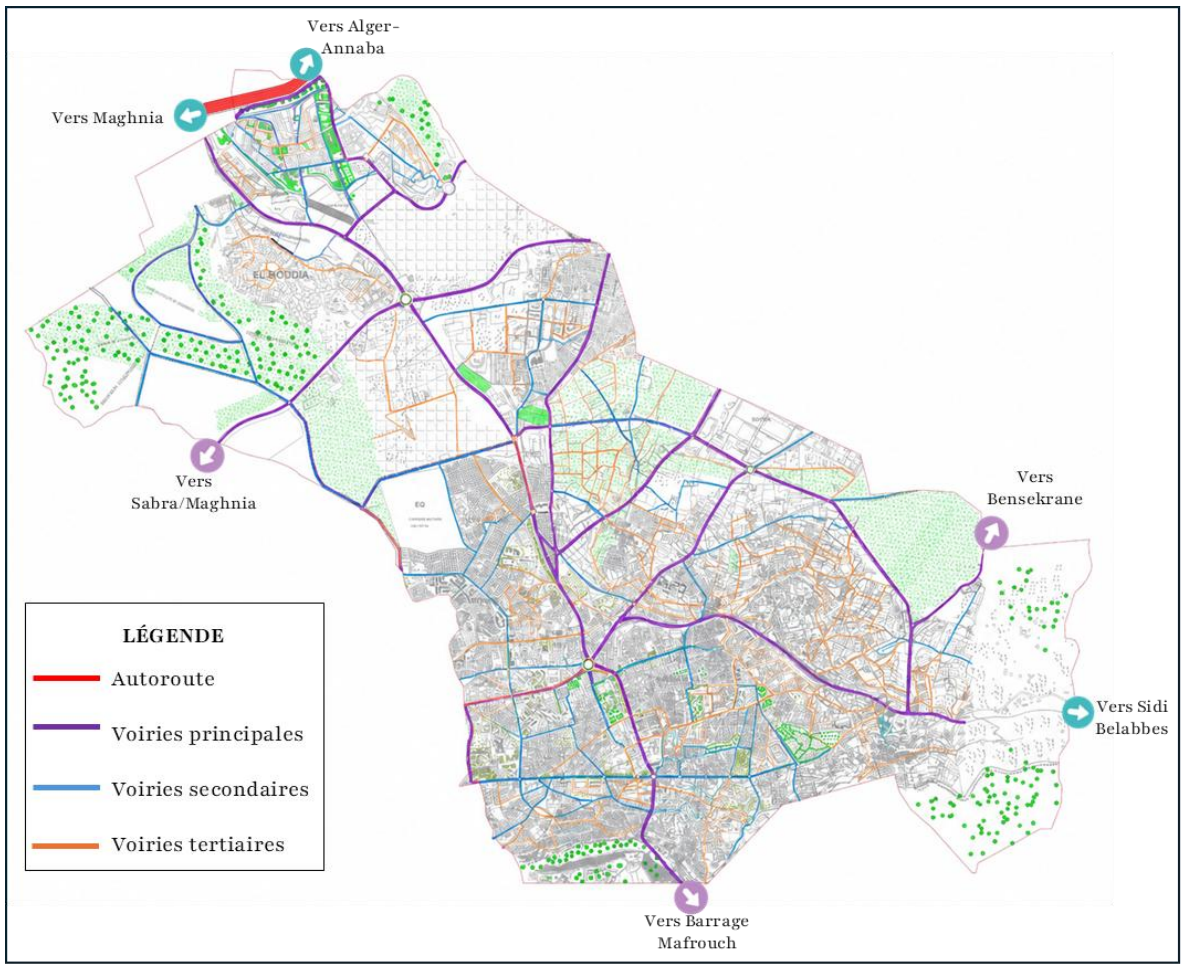


Figure 53 : carte des voiries
Source : Auteur

1.5.3 Typologie de bâti :

La carte de la typologie du bâti de la ville de Tlemcen met en évidence la diversité des formes d'habitat et leur répartition spatiale à l'échelle urbaine. Elle distingue principalement l'habitat collectif, concentré dans les grands ensembles résidentiels, l'habitat semi-collectif, présent dans les quartiers de densité intermédiaire, et l'habitat individuel, largement dominant dans les zones pavillonnaires et les extensions périphériques. La carte fait également apparaître des secteurs d'habitat précaire, localisés de manière ponctuelle, ainsi que la répartition des principaux équipements publics.

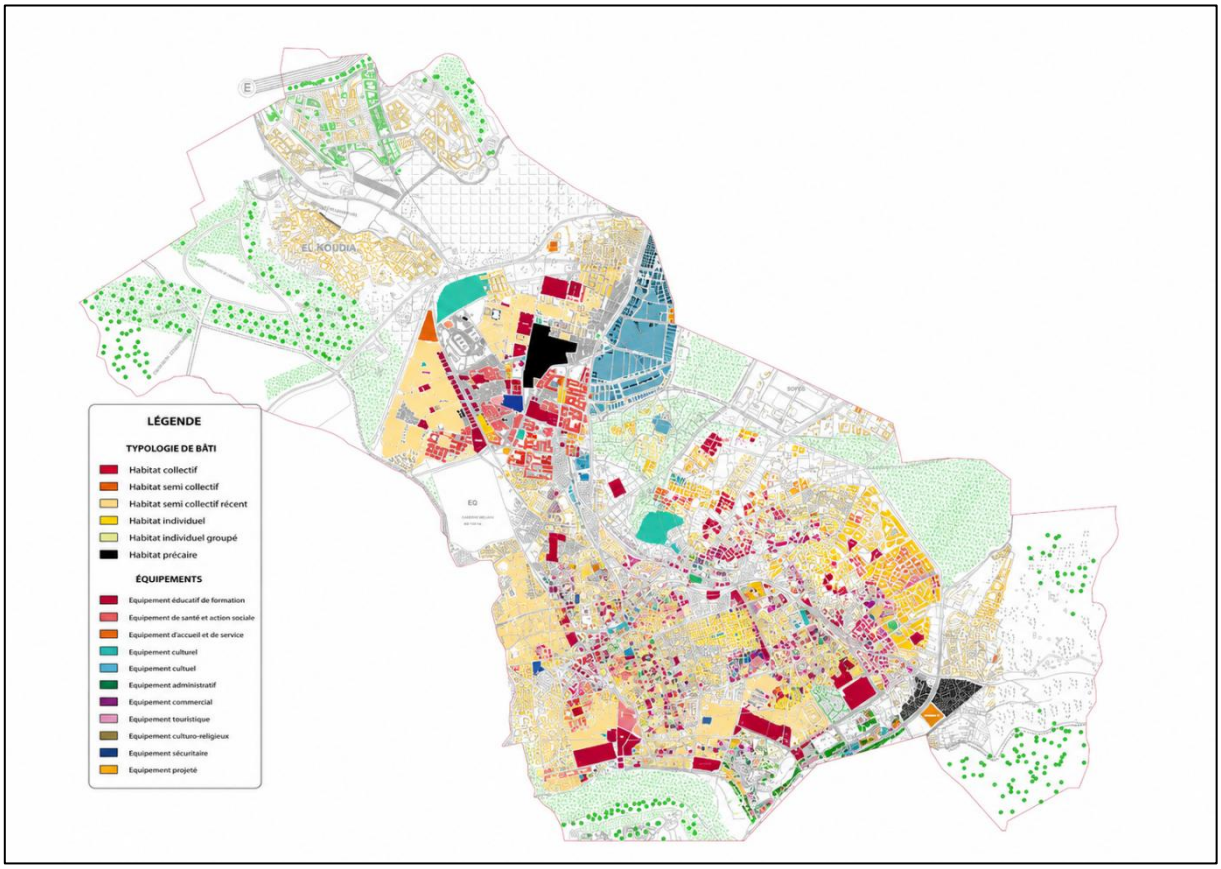


Figure 54 : Carte de typologie de bâti

Source : PDAU, édité par l'auteur

1.5.4 Style architectural :

- Le centre historique est dominé par l'architecture arabo-andalouse, caractérisée par un tissu urbain compact, des maisons mitoyennes organisées autour de patios.
- Les quartiers planifiés plus récents présentent une architecture moderne et fonctionnelle, composée d'immeubles collectifs.
- L'habitat individuel adopte une architecture pavillonnaire.

1.5.5 Etat de bâti :

Le bâti de Tlemcen présente une forte hétérogénéité. Le centre ancien est caractérisé par un patrimoine architectural dégradé nécessitant des opérations de réhabilitation, tandis que les quartiers récents offrent globalement un état plus stable et fonctionnel.

Synthèse de l'analyse urbaine :

Grâce à l'analyse urbaine de Tlemcen, on a pu mieux cerner les grandes caractéristiques de la wilaya, que ce soit sur le plan naturel, climatique ou urbain. Sa situation géographique avantageuses, sa bonne accessibilité et la variété des équipements qu'elle propose en font un cadre propice à l'accueil du projet.

Cette analyse nous sert de point de départ solide pour aborder la prochaine étape : l'analyse de site, qui permettra d'adapter le projet au mieux à son terrain et à son environnement.

2 Critères de choix de site :

Le choix d'un site d'implantation repose sur plusieurs critères essentiels qui garantissent la faisabilité et la réussite du projet.

- **Localisation :** le terrain doit être situé dans une zone stratégique, bien intégrée au tissu urbain et proche des principaux équipements et services, afin de renforcer son attractivité et son fonctionnement.
- **Capacité d'accueil :** le site doit disposer d'une superficie suffisante et d'une configuration adaptée pour accueillir le programme architectural, les espaces extérieurs, les circulations et les éventuelles extensions futures.
- **Visibilité :** le terrain doit être facilement repérable et bénéficier d'une bonne exposition sur les voies principales, ce qui valorise le projet et facilite son identification par les usagers.
- **Accessibilité :** le site doit être desservi par un réseau routier efficace et permettre un accès simple pour les véhicules, les piétons et les transports en commun.

2.1 Choix et analyse de terrain d'implantation :

Face aux besoins en équipements d'enseignement technique recensés à travers les différentes communes de la ville, trois sites ont été identifiés et retenus comme candidats potentiels pour l'implantation de notre projet.

Notre choix s'est porté sur le terrain situé dans le quartier Les Dahlias, à El Kiffane, qui abrite actuellement le lycée Ibn Saad — un établissement construit dans les années quatre-vingt à partir de blocs préfabriqués en **amiante**. Ce matériau a largement dépassé sa durée de vie, et représente aujourdui un danger réel pour la santé des élèves, car son inhalation peu provoquée des maladies respiratoires et des cancers. C'est pourquoi la démolition de cet ancien bâtiment a été proposé, afin de libérer l'espace nécessaire à l'implantation de notre nouveau projet.

Tableau comparatif des sites :

Les terrains / Critères de choix	*Terrain 01* 	*Terrain 02* 	*Terrain 03* 
Situation	Située au quartier les Dahlias, El Kiffane	Située au quartier de Imama	Située a coté de la gare ferroviaire
Surface	35000 m^2	5000 m^2	6500 m^2
Accessibilité	Excellente , accessible depuis 4 voies	Bonne, accessible depuis 3 voies	Faible, accessible depuis 2 voies
Visibilité	Excellente	Bonne	Moyenne
Environnement	Habitat individuelle, caserne	Habitat collectif, mosquée	Salle des fêtes, gare ferroviaire, CEM
Morphologie et topographie	Forme régulière avec légère pente	Forme régulière avec légère pente	Forme irrégulière avec forte pente
Confort visuelle	Bon	Bon	Moyen
Confort acoustique	Moyen	Moyen	Faible

Tableau 4 : Comparaison entre terrains

Source : Auteur

Les terrains / Critères d'évaluation	Terrain 01 	Terrain 02 	Terrain 03 
Situation	★★	★★	★
Surface	★★	★	★
Accessibilité	★★★	★★	★★
Visibilité	★★★	★★	★
Environnement	★★	★★	★
Topographie	★★	★★★	★
Confort visuelle	★★	★★	★
Confort acoustique	★	★	★
Totale	17 ★	15 ★	9 ★

Tableau 5 : Evaluation des terrains

Source : Auteur

2.2 Analyse de site :

2.2.1 Situation :

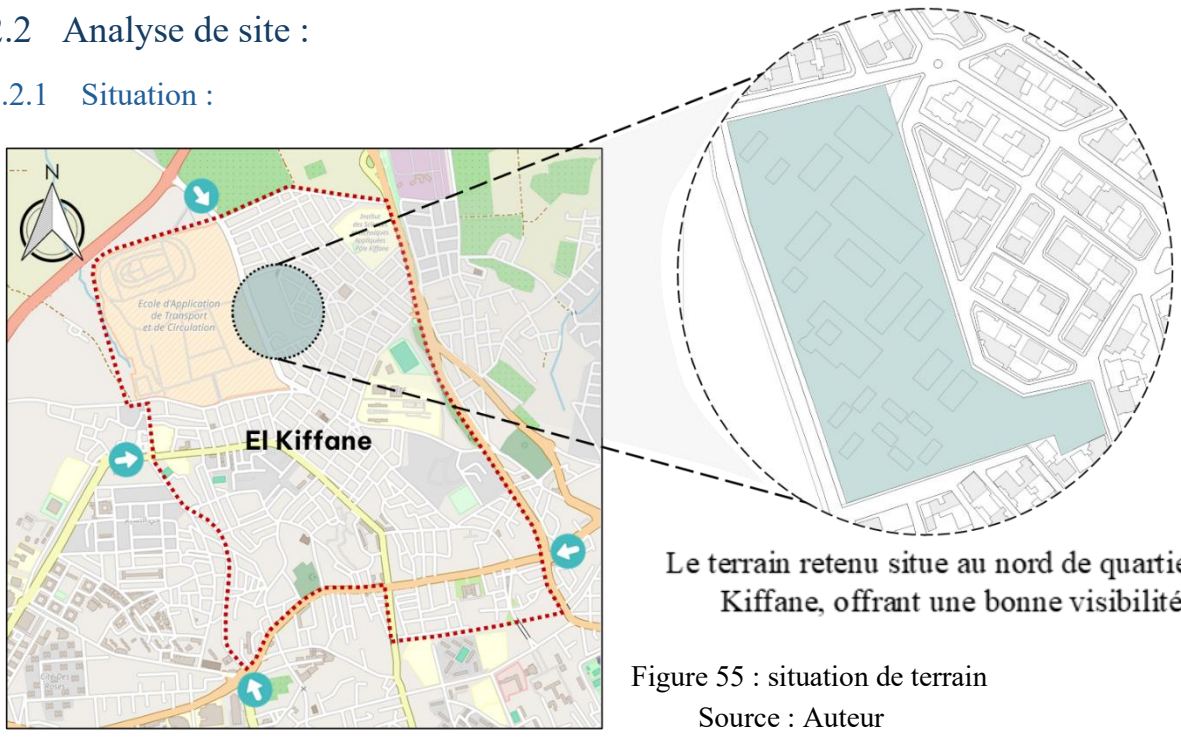


Figure 55 : situation de terrain

Source : Auteur

2.2.2 Délimitation et forme :

Terrain de forme régulière de 3.5 ha, bordés par un chantier au côté nord et par trois voies mécaniques (11 m à l'Ouest,7 m à l'Est,12 m au Sud).

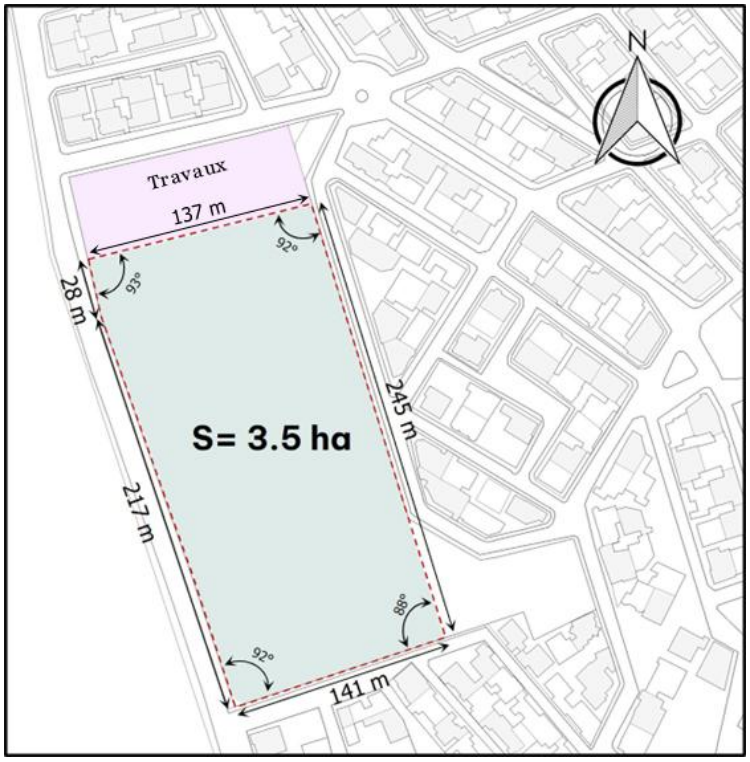


Figure 56 : délimitation et forme de terrain

Source : auteur

2.2.3 Accessibilité et circulation :

Le terrain est bien desservi par trois voies, une à forte trafic (ouest), et deux à faible trafic (sud, est), assurant une accessibilité fluide et renforcent son attractivité.

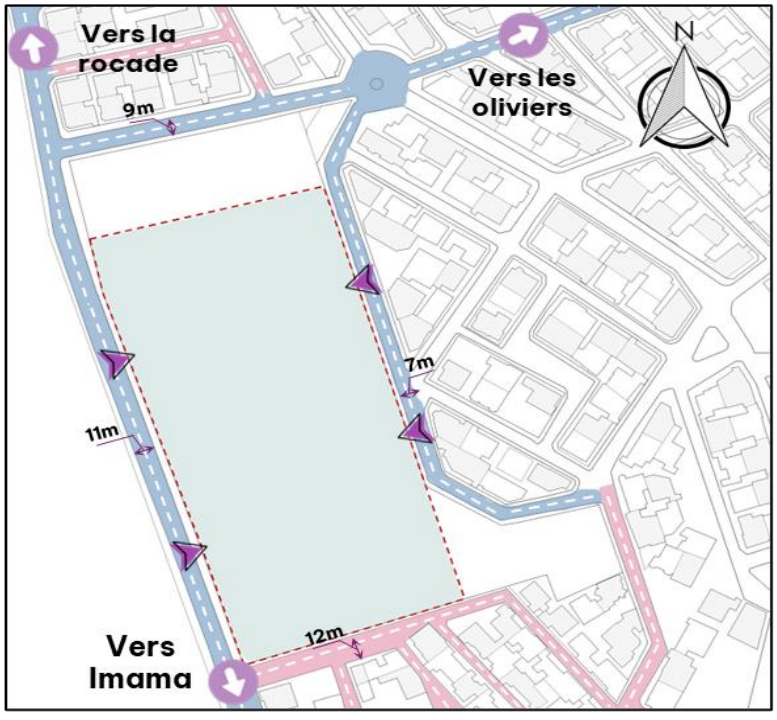


Figure 57 : accessibilité de terrain

Source : auteur

2.2.4 Points visuels et de repères :

Le terrain s'insère au cœur d'un réseau de repères urbains diversifiés. La présence simultanée crée une interface urbaine riche.

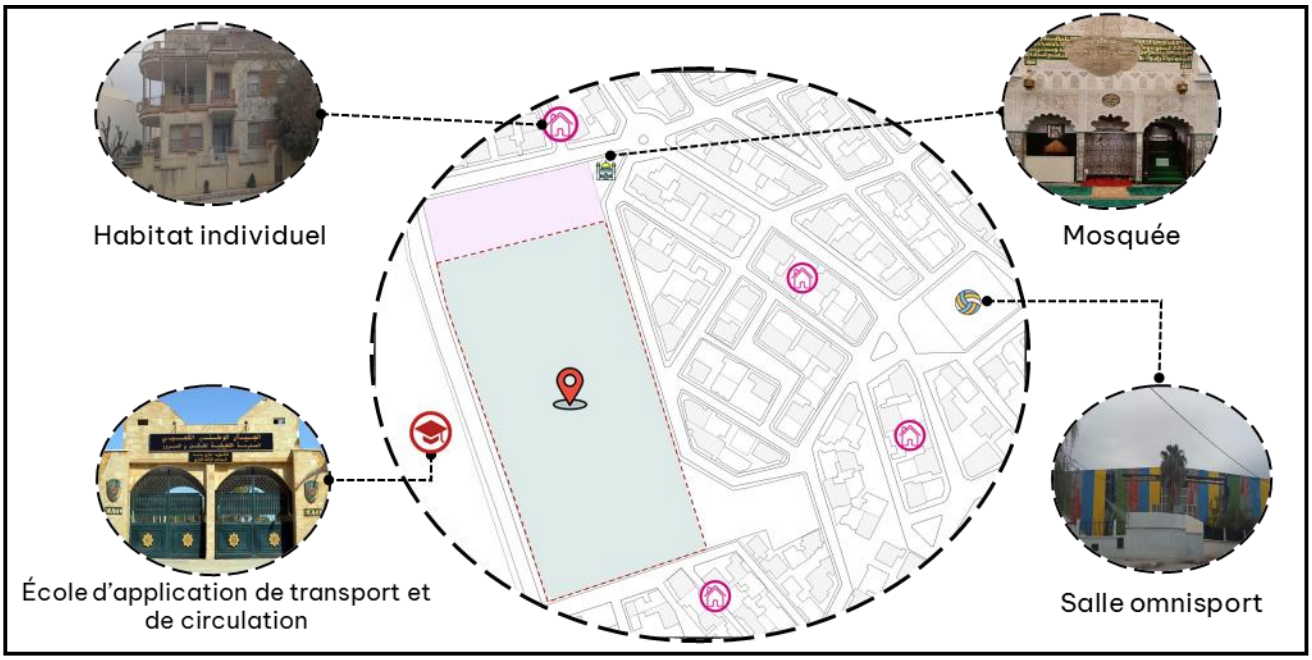


Figure 58 : points de repères

Source : Auteur

2.2.5 Nature de sol :

Le sol de la zone d'El Kiffane est principalement constitué de formations calcaires et marno-calcaires, recouvertes de sols limono-argileux à texture moyenne.

2.2.6 Données climatiques :

Le site profite d'un ensoleillement favorable, ce qui contribue au confort thermique, à l'éclairage naturel et à a la qualité des espaces extérieurs. Il est par ailleurs bien exposé aux vents, ce qui permet d'assurer une ventilation naturelle efficace.

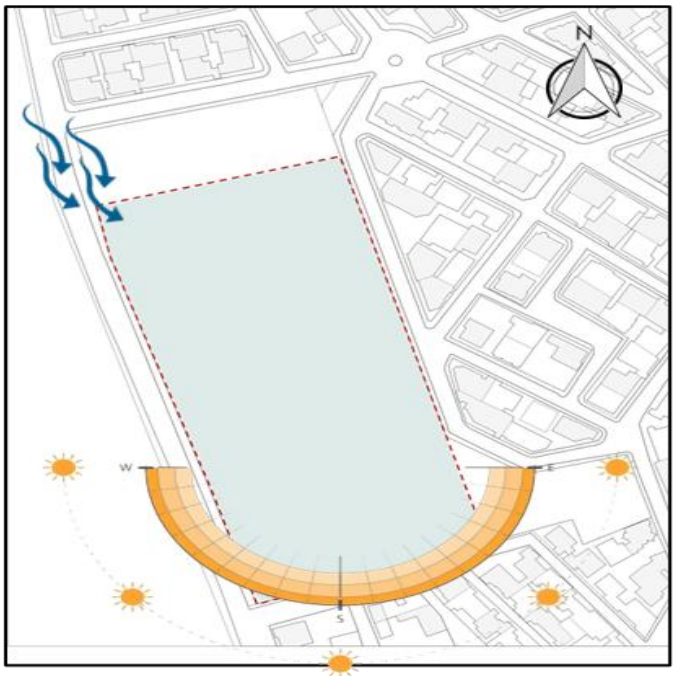


Figure 59 : ensoleillement et vents

Source : Auteur

2.2.7 Morphologie et topographie :

Le terrain présente une légère pente 1%, facilitant l'intégration du projet et l'organisation du bâti.

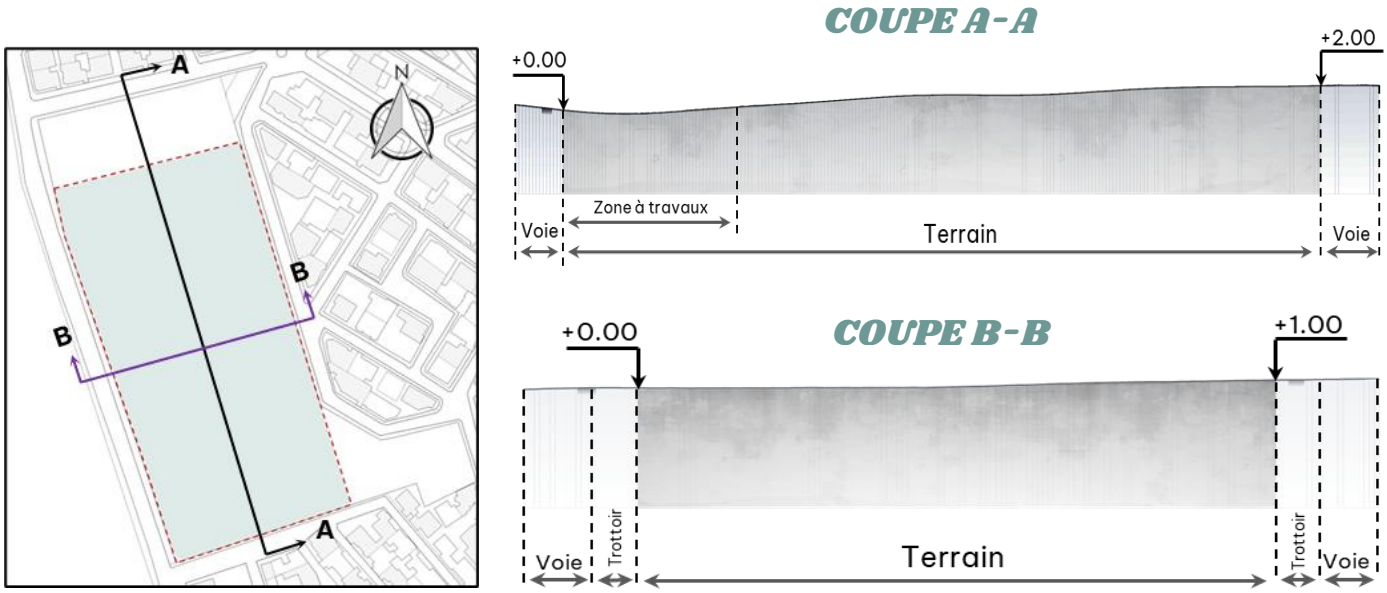


Figure 60 : Coupes du terrain

Source : Auteur

2.2.8 VRD :

Le terrain est alimenté de toutes installations VRD

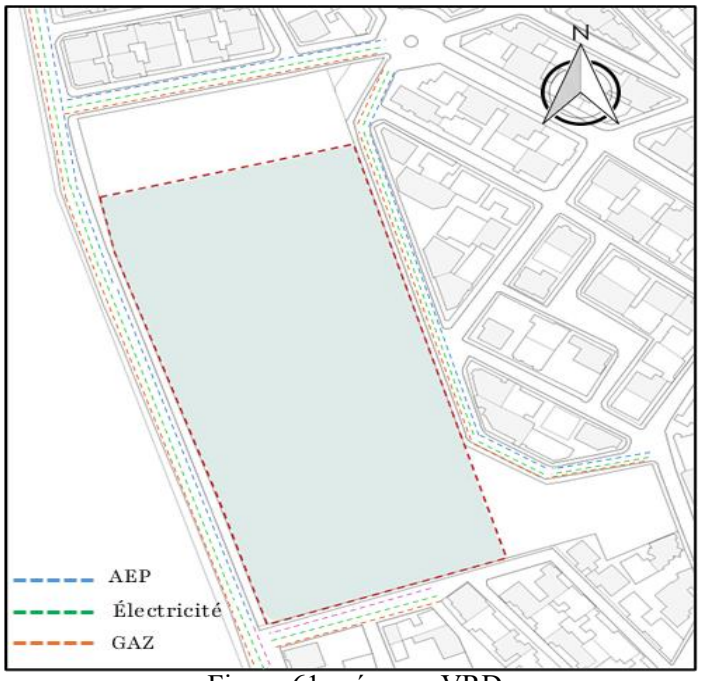


Figure 61 : réseaux VRD

Source : Auteur

2.2.9 Existant sur terrain :

Le terrain est déjà bâti (en rouge), avec une forte présence de végétation



Figure 62 : existants sur terrain

Source : Auteur

2.2.10 Percés visuelles :

Le terrain bénéficie de plusieurs vues et percées visuelles depuis différents angles, offrant une bonne visibilité dans son environnement.

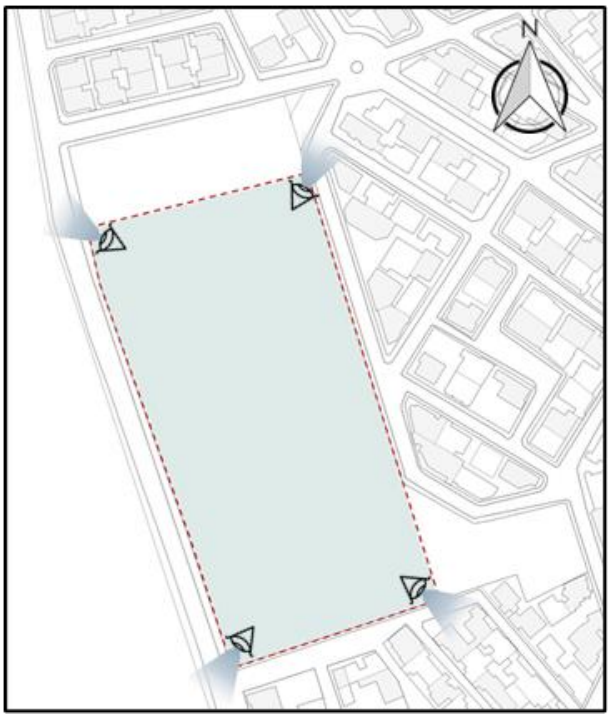


Figure 63 : Percées visuelles
Source : Auteur

Synthese :

Points forts :

- Situation stratégique avec une excellente visibilité
- Accessibilité optimale via les trois voies mécaniques
- Ensoleillement favorable et orientation optimale
- Terrain légèrement incliné
- Grande surface

Points faibles :

- Présence de constructions existantes à démolir ⟶ coûts supplémentaires

Le terrain sélectionné présente de nombreux atouts stratégiques et un forts potentiels de développement de notre projet

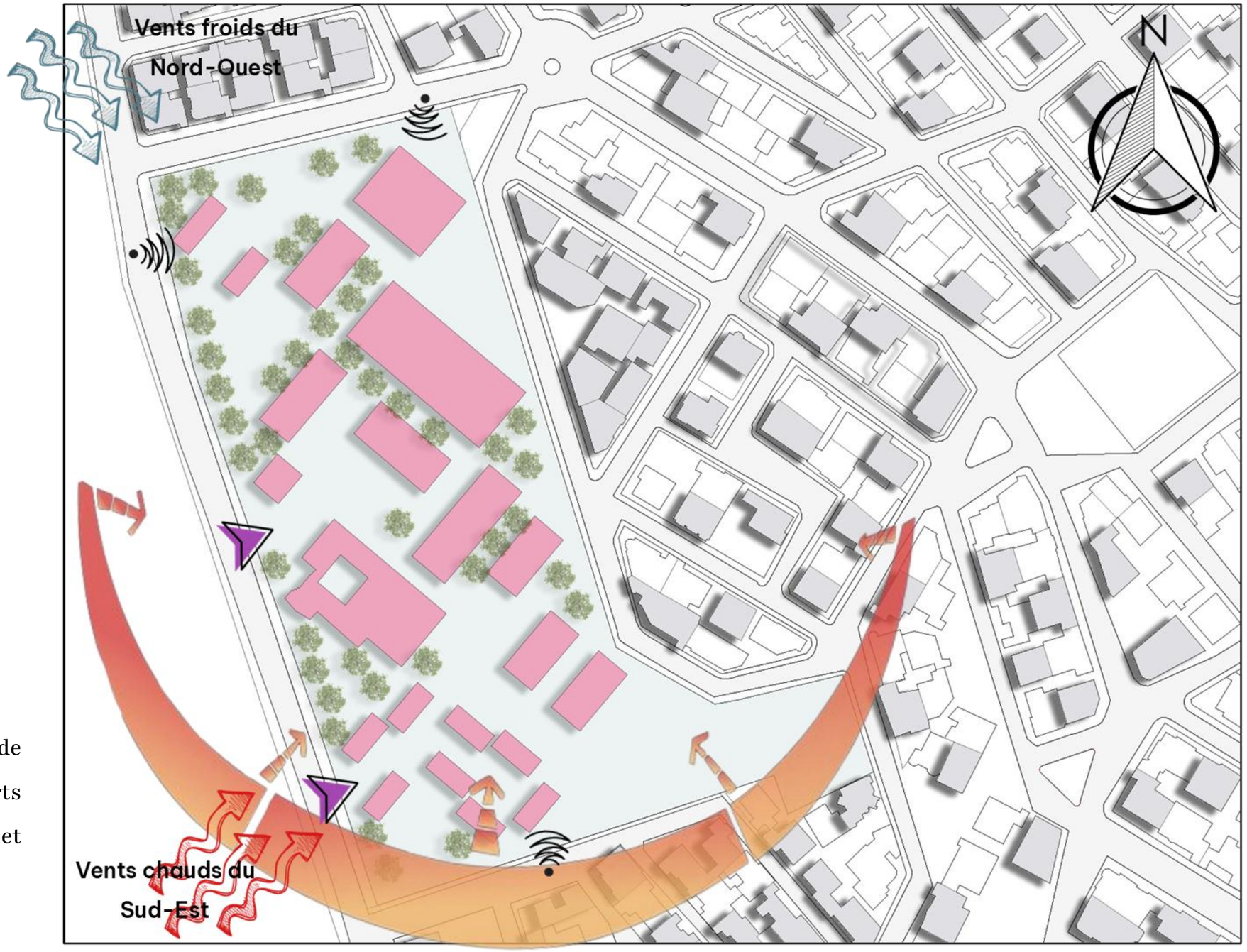


Figure 64 : Synthèse analyse de terrain

Source : Auteur

Programmation architecturale :

Introduction :

Dans ce chapitre, nous examinons la possibilité du projet Lycée Technique Intelligent en établissant un programme quantitatif et qualitatif. Ce programme nous permettra de définir les besoins du projet en termes de fonctions, d'activités, de surfaces et de capacité d'accueil. L'objectif est d'avoir une vision claire et précise du projet afin de concevoir des espaces fonctionnels, respectant les exigences techniques et architecturales attendues.

1 Objectif de programme :

Dans le processus d'élaboration du programme, il est essentiel de considérer plusieurs questions préliminaires. Les réponses à ces questions guideront la formulation des besoins et des objectifs du projet

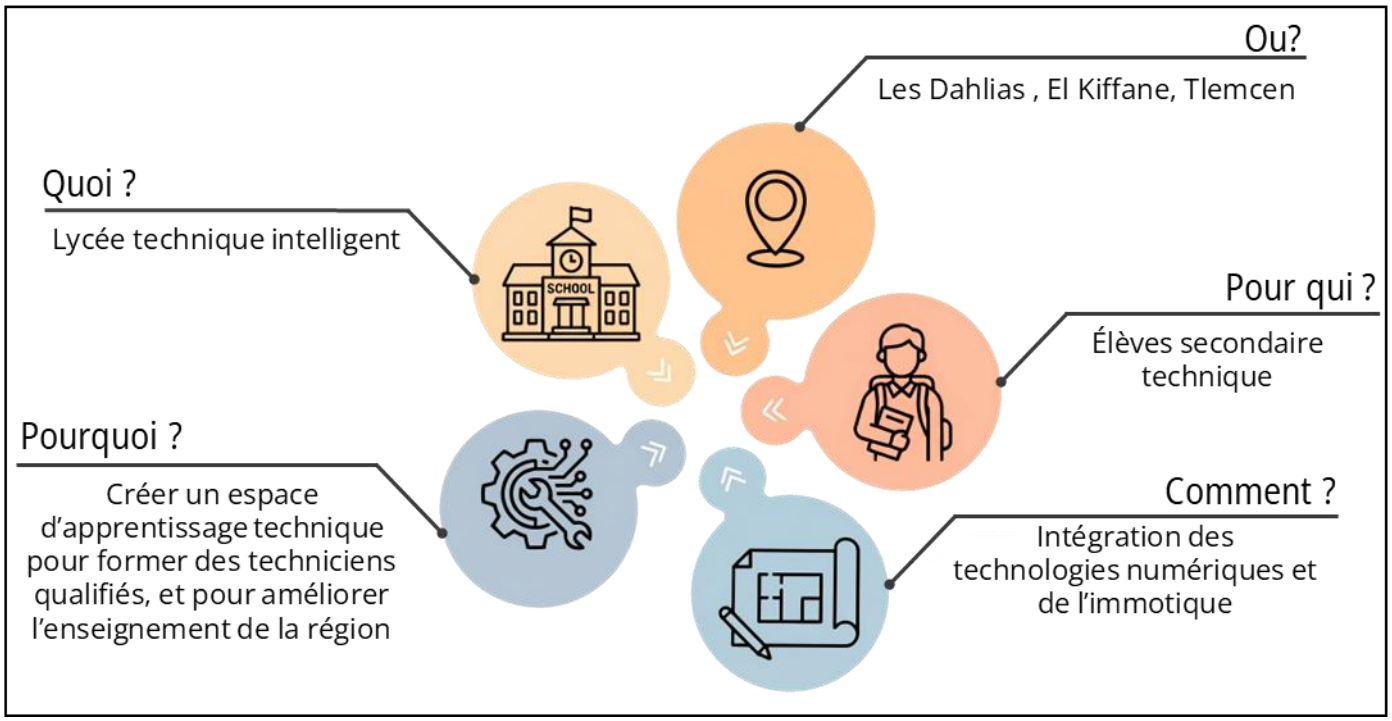


Figure 65 : Outils méthodologiques pour programmation architecturale

Source : Auteur

2 Identifications des usagers :

Critères	Usagers	Activités et besoins	Espaces
Permanents	Élèves	• Apprentissage théorique • Travaux pratique • Recherche • Activités sportives et culturelles	Salles de classe, ateliers techniques, laboratoires, bibliothèque, salle informatique, salle de sport
	Enseignants	• Enseignement • Préparation des cours • Encadrement pédagogique	Salles de classe, ateliers, salle des professeurs, bureaux
	Administration	• Gestion pédagogique et administrative • Accueil • Orientation	Direction, secrétariat, bureaux administratifs, salle de réunion, salle d'archive
	Personnel technique et de service	• Maintenance • Sécurité • Entretien	Local technique, atelier de maintenance, locaux de stockage
Temporaires	Parents d'élèves	• Réunions, • Suivi pédagogique	Hall d'accueil, salles de réunion, bureaux administratifs
	Intervenants extérieurs et professionnels	• Conférence • Formations • Encadrement spécialisé	Amphithéâtre, ateliers, salles polyvalentes
	Visiteurs	• Information • Événements • Journées portes ouvertes	Hall d'accueil, auditorium, espaces d'exposition

Tableau 6 : Identification des usagers

Source : auteur

3 Programme de base :

Fonctions	Espaces	Surface indicative (m²)
Accueil et administration	Hall d'accueil, réception, secrétariat, bureaux administratifs, salle des enseignants, salle de réunion, archives	400 – 600
Enseignement général	Salles de classe, salles multimédias, salle informatique	2 500 – 3 500
Enseignement technique	Ateliers de mécanique, électrotechnique, automatisme, informatique industrielle, magasins de stockage	3 500 – 5 000
Laboratoires scientifiques	Laboratoires de physique, chimie, biologie, salles de préparation	500 – 800
Centre de ressources	Bibliothèque, médiathèque, salle de lecture, espace numérique	400 – 700
Vie scolaire et culturelle	Foyer des élèves, salle polyvalente	600 – 1 000
Restauration	Réfectoire, cuisine, réserves	800 – 1 200
Hébergement	Dortoirs, sanitaires, salles d'étude	2 000 – 4 000
Sports	Gymnase, terrain multisports, vestiaires, locaux de rangement	2 000 – 4 000
Locaux techniques	Local électrique, local informatique, chaufferie, maintenance	300 – 600
Espaces extérieurs	Cour principale, placettes, espaces verts, parkings, voies de circulation	8 000 – 15 000

Tableau 7 : Programme de base

Source : auteur

4 Capacité d'accueil :

La capacité d'accueil du lycée technique a été fixée en appliquant un ratio moyen de **25 m² par élève**, conformément aux recommandations de Neufert et aux normes de dimensionnement des établissements d'enseignement technique. Ce ratio prend en compte l'ensemble des surfaces nécessaires au bon fonctionnement de l'établissement, incluant les bâtiments pédagogiques, les ateliers, les équipements sportifs ainsi que les espaces extérieurs. En rapportant la superficie totale du terrain, estimée à **35 000 m²**, à cette valeur de référence, la capacité d'accueil théorique est obtenue comme suit :

$$\frac{35\,000}{25} = 1\,400 \text{ élèves}$$

Ainsi, le terrain retenu permet d’accueillir **environ 1 400 élèves** dans des conditions optimales de fonctionnement, de confort et de sécurité.

5 Programme spécifique qualitatif et surfacique :

Fonctions	Espaces	Sous-espaces	Surface unitaire (m²)	NB	Surface totale/ sous espace (m²)	Surface totale / Fonction (m²)	Désignation	Normes	Intention de conception
Accueil	Hall d'entrée	/	100	1	100	130	RDC	• Hall principal : 1,5 à 2,0 m²/usager simultané • Largeur minimale des circulations ≥ 2,40 m • Accessibilité universelle (rampe ≤ 5 %, portes ≥ 0,90 m).	Créer un espace lisible et accueillant, servant de point d'orientation avec contrôle d'accès intelligent, borne d'information numérique, gestion automatisée des visiteurs et confort thermique naturel.
	Poste contrôle		10	1	10				
	Comptoir d'orientation		10	1	10				
	Espace d'attente parents		10	1	10				
Gestion	Administration	Bureau de directeur	55	1	55	440	Étage	• Bureaux : 10 à 15 m²/poste • Salle de réunion : 1,5 à 2 m²/personne • Archives : 0,8 à 1,0 m²/.	intégrer des systèmes numériques (GED, contrôle centralisé) et assurer confidentialité et efficacité organisationnelle.
		Secrétariat	50	1	50				
		Censeur	50	1	50				
		Intendance	50	1	50				
		Orientation	40	1	40				
		Salle d'archives	50	1	50				
		Salle de profs	70	1	70				
		Salle de réunion	55	1	55				
		Sanitaire H / F	20	1	20				

Tableau 8 : programme qualitatif Source : auteur

Enseignement générale	Espace pédagogique	Classes	64	32	2048	3916	RDC / Étages	• Salle de classe : 1,8 à 2,2 m²/élève • Capacité standard : 30 à 35 élèves • Éclairement naturel recommandé ≥ 300 lux.	Offrir des salles flexibles et connectées, Équipées de tableaux interactifs, Ventilation intelligente, Mobilier modulable, Gestion énergétique automatisée.
		Salle de présentation	96	3	288				
		Salle multimédia	80	6	480				
		Salle de profs	90	3	270				
		Amphi	240	1	240				
		Bibliothèque	300	1	300				
		Espace numérique	60	3	180				
		Locale entretien	40	2	120				
		Stockage	40	2	80				
		Sanitaire H / F	50	3	150				
Ateliers techniques	Fabrication et production	Fabrication métallique	310	1	310	3705	RDC / Étages	• 4 à 6 m²/élève selon spécialité • Hauteur libre ≥ 4,50 m • Ventilation renforcée Normes de sécurité incendie strictes.	Concevoir des espaces évolutifs simulant des environnements professionnels, intégrant équipements connectés, capteurs de sécurité, extraction intelligente et organisation par pôles technologiques
		Usinage	375	1	375				
		Mécanique automobile	305	1	305				
		CNC	310	1	310				
		Montage / Construction	375	1	375				
		Électricité / Automatisme	305	1	305				
		Électronique	310	1	310				
		Labo diesel	375	1	375				
		Câblage	305	1	305				
		Labo moteur	90	3	270				
		Métrologie	60	2	120				
		Magasin	45	3	135				
		Locale entretien	35	3	105				
		Contrôle BMS	35	3	105				

Tableau 9 : Programme qualitatif Source : auteur

Laboratoires sciences	Sciences et recherches	Labo chimie	90	2	180	1926	RDC / Étage	• 2,5 à 3,5 m²/élève • paillasses techniques • points d'eau • gaz et électricité • Ventilation spécialisée.	Favoriser l'expérimentation grâce à des laboratoires instrumentés, sécurisés par capteurs et équipés de dispositifs de suivi numérique et de contrôle des consommations.
		Labo physique	90	2	180				
		Labo SVT	110	2	220				
		Salle de préparation	55	2	110				
		Salle d'exposition scientifique	100	2	200				
		Labo IA	110	2	220				
		Labo robotique	110	2	220				
		Labo réalité virtuelle	90	2	180				
		Fab Lab	90	2	180				
		Stockage	55	2	110				
		Locale entretien	46	1	46				
		Sanitaire H / F	40	2	80				
Restauration	Réfectoire	Cantine	932	1	932	1236	RDC	• Salle à manger : 1,2 à 1,5 m²/place	Organiser un restaurant scolaire fonctionnel, sain et économe, avec gestion intelligente des flux, contrôle sanitaire automatisé.
		Cuisine	64	1	64				
		Chambre froide	30	1	30				
		Stockage	40	1	40				
		Vestiaires	15	2	30				
		Sanitaires personnels	20	2	40				
		Sanitaire élèves H /F	50	2	100				

Tableau 10 : Programme qualitatif Source : auteur

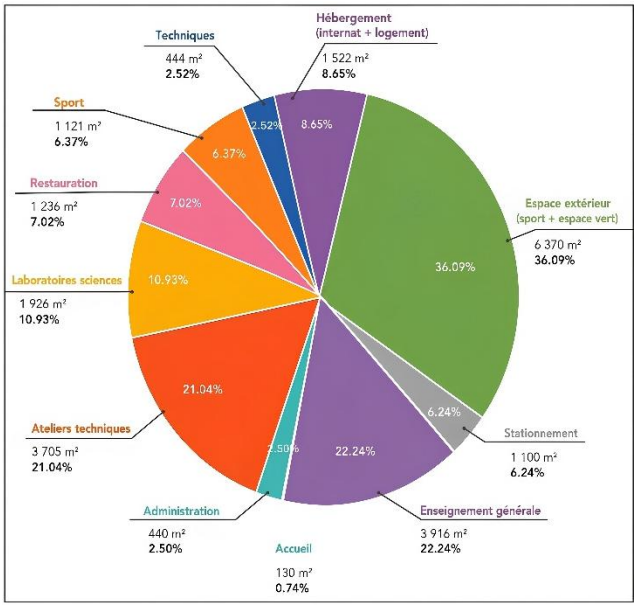
Sport	Salle omnisport	Hall d'entrée		36	1	36	1121	RDC	• Salle omnisports : 7 m²/pratiquant • vestiaires : 1,0 à 1,5 m²/personne.	Promouvoir le bien-être à travers des espaces sportifs ventilés naturellement et gérés par systèmes intelligents pour l'éclairage et la réservation.
		Vestiaires		50	2	100				
		Bureau de prof avec vestiaire		30	1	30				
		Infirmerie		25	1	25				
		Locale matériel		25	1	25				
		Piscine		615	1	615				
		Salle d'aérobique		290	1	290				
Hébergement	Internat	GARÇON	hall d'entrée	30	1	30	972	/	• Chambre : 6 à 8 m²/lit • sanitaires communs ou privatifs • espaces d'étude et de détente associés.	Créer un cadre résidentiel confortable et sécurisé, avec contrôle d'accès, conditions favorables au travail et au repos.
			Chambre	28 (2 per/ch)	12	336				
			Sanitaire / douche	10	12	120				
		FILLE	hall d'entrée	30	1	30				
			Chambre	28	12	336				
			Sanitaire / douche	10	12	120				
	Logements	Logement de 5 pièces		100	1	100	550	/		
		Logement de 4 pièces		85	2	170				
		Logement de 3 pièces		70	4	280				
Techniques	Locaux techniques	Chaufferie		74	1	74	444	RDC	• 3 à 5 % de la surface bâtie totale • accès réservé • ventilation et maintenance facilitées.	Centraliser les équipements CVC, GTB, réseaux et stockage afin de piloter le bâtiment par une gestion technique intelligente et évolutive.
		Groupe électrogène		74	1	74				
		Atelier factotum		74	2	148				
		Bache à eau		74	1	74				
		Poste transformateur		74	1	74				

Tableau 11 : Programme qualitatif Source : auteur

Espace extérieur	Sports	Terrain de football	1000	1	1000	2300	Extérieur	• 5 à 10 m²/élève • zones ombragées • revêtements perméables	Aménager des espaces pédagogiques et de convivialité favorisant détente, échanges et apprentissage en plein air, avec mobilier connecté
		Terrain de basket	527	1	530				
		Terrain de tennis + Gradins	385	2	770				
	Espace vert	Cours	2825	1	2825	4070			
		Placette	1245	1	1245				
Stationnement	Parking	Personnel	12,5	40	500	1100	Extérieur	• 2,5 m * 5 m par place (12,5 m²)	/
		Visiteurs	12,5	33	412,5				
		Logement	12,5	15	187,5				

Tableau 12 : Programme qualitatif Source : auteur

5.1 Répartition des fonctions :



6 programme spécifique quantitatif :

Le terrain d'assiette, d'une superficie totale de **35 000 m²**, comprend une emprise au sol globale de **10 182 m²**, (incluant le lycée, l'internat et les logements de fonction), tandis que les espaces non bâtis occupent **24 818 m²**, destinés aux circulations, aux équipements sportifs, aux cours et aux espaces verts

Surface bâtie du lycée proprement dit (hors internat et logements) est composée d'un rez-de-chaussée de **9 621 m²**, d'un premier étage de **6 159 m²** et d'un deuxième étage de **3 717 m²**, soit une surface de planchers totale de **19 497 m²**.

Indicateurs du Projet	Valeur Calculée	Formule / Source
Surface du Terrain	35 000 m²	/
Surface d'Emprise au Sol (RDC)	9 621 m²	Données de projet
Coefficient d'Emprise au Sol (CES)	27,49 %	$\frac{9621}{35\,000} \times 100$
Surface Totale de Plancher	19 497 m²	RDC+1ier étage+2ème étage
Coefficient d'Occupation du Sol (COS)	0,56	$\frac{19\,497}{35\,000}$
Surface Non Bâtie	24 818 m²	35 000-10 182
Ratio d'Aménagement Fixé	25 m² / élève	Exigence programmatique globale
CAPACITÉ D'ACCUEIL DU LYCÉE	**1 400 élèves**	$\frac{35\,000m²}{25m²/élève}$

Tableau 13 : Programme spécifique quantitatif
Source : auteur

7 Organigramme fonctionnel :

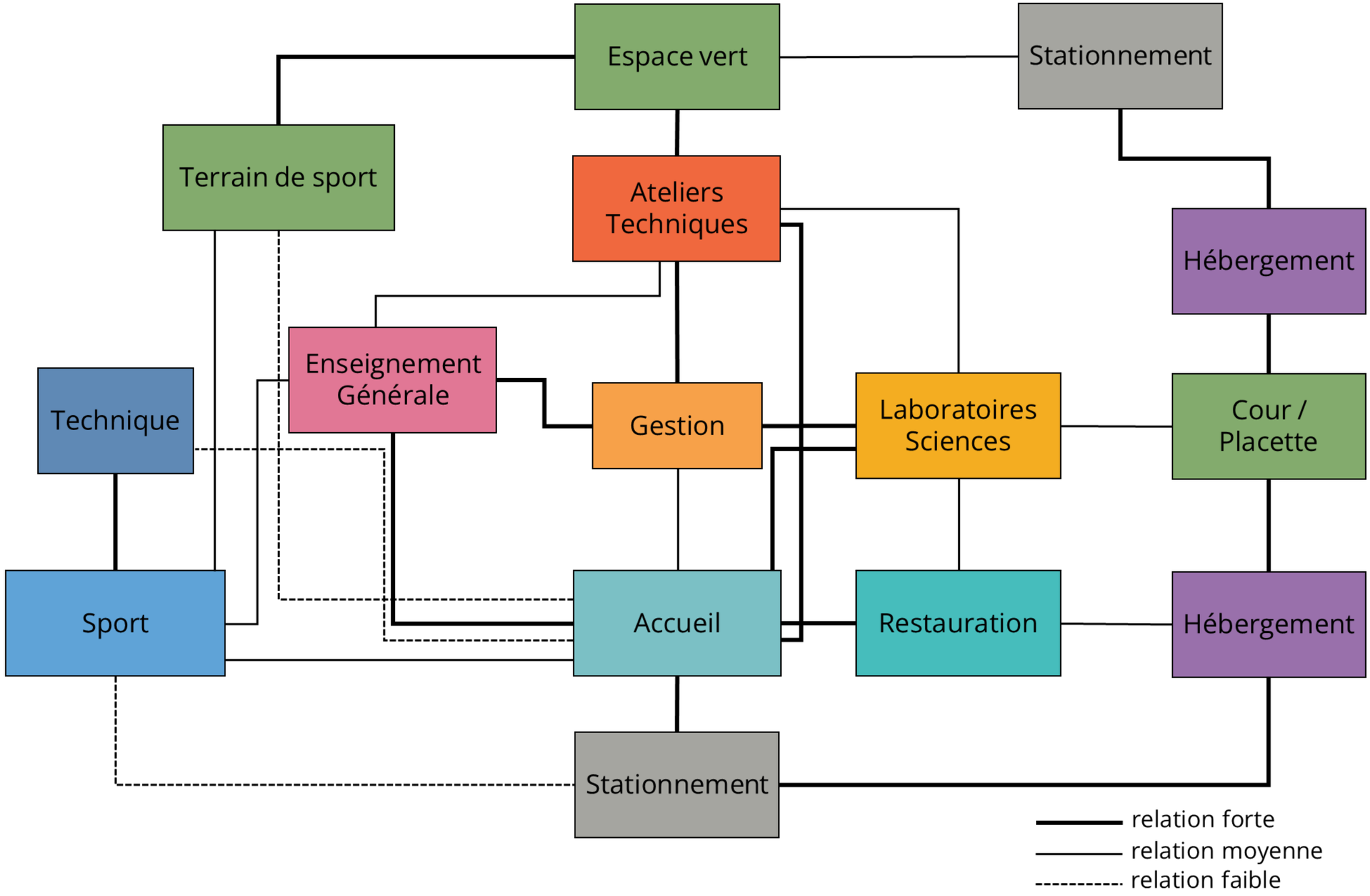


Figure 66 : Organigramme fonctionnel
Source : auteur

8 Organigramme spatial :

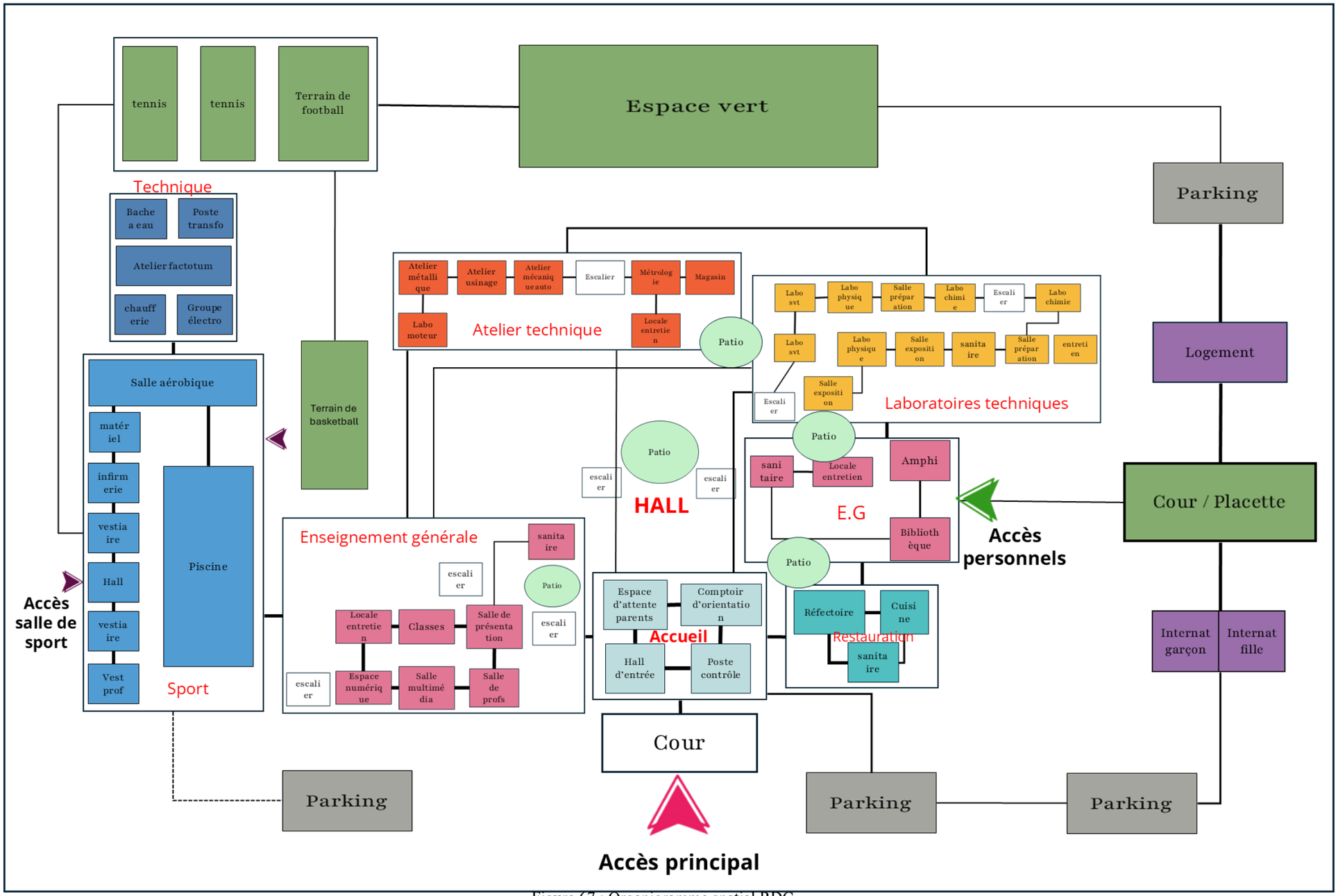


Figure 67 : Organigramme spatial RDC

Source : auteur

1ier étage

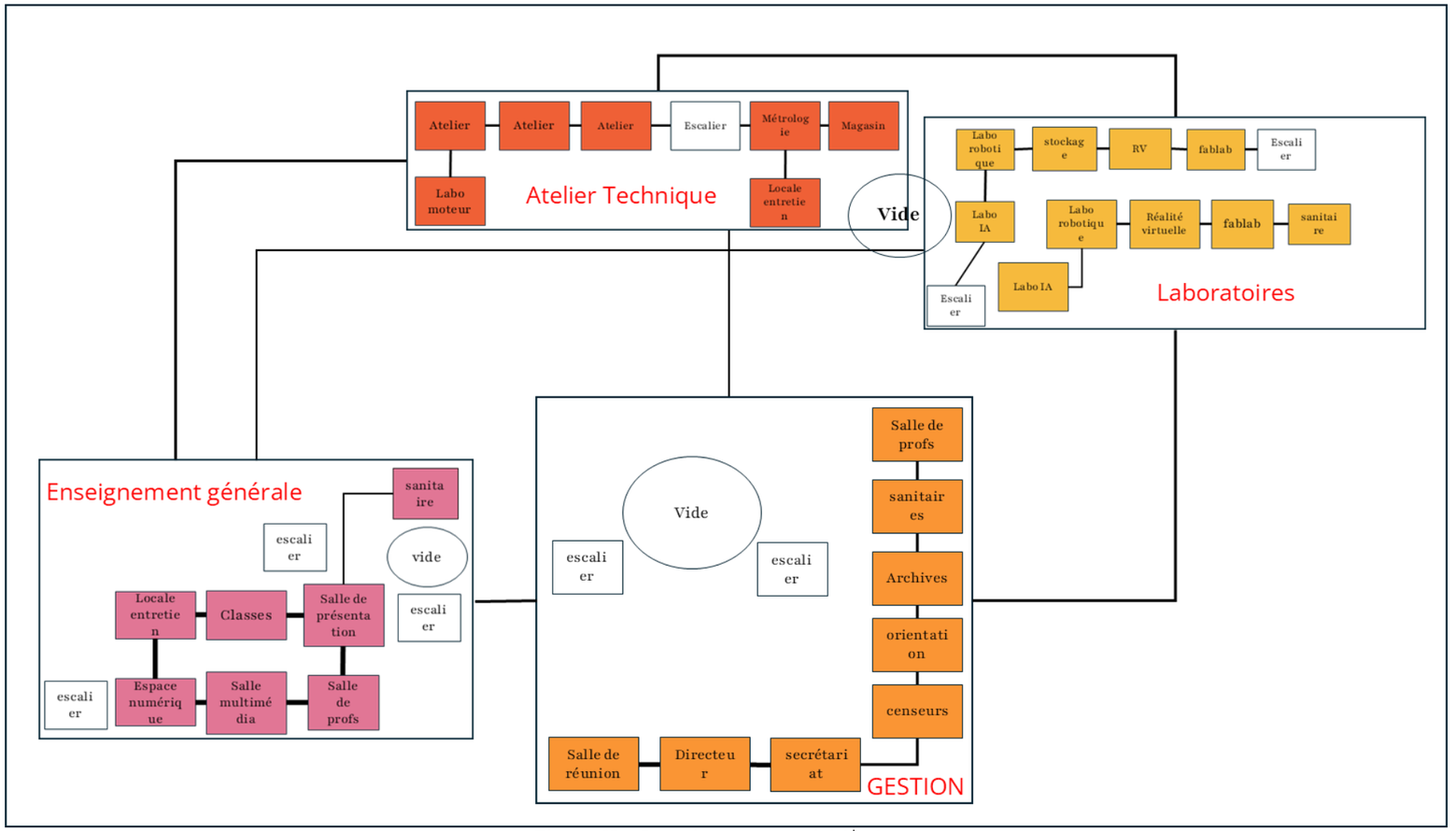


Figure 68 : Organigramme spatial 1ier étage
Source : auteur

2ème étage

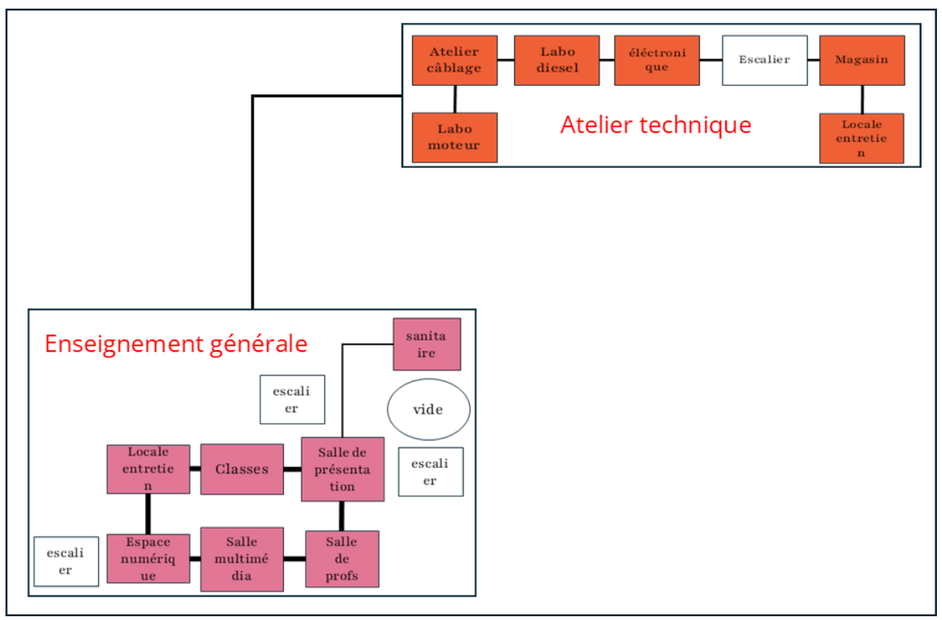


Figure 69 : Organigramme spatial 2ème étage

Chapitre IV : Conception Architecturel

Introduction :

Ce chapitre, consacré à la réponse architecturale, constitue l'achèvement des différentes analyses réalisées dans ce mémoire. À la suite des études thématiques, urbaines, de site et programmatiques, il s'agit de synthétiser l'ensemble des données recueillies afin de proposer une conception cohérente.

Le projet du lycée technique intelligent cherche à répondre aux exigences pédagogiques, fonctionnelles et environnementales, en offrant un environnement d'apprentissage innovant, évolutif et adapté aux besoins des utilisateurs ainsi qu'aux avancées technologiques.

1 Idée de projet :

Le concept architectural du **Lycée Technique Intelligent** s'inspire directement des outils fondamentaux du dessin technique et de la mécanique, symboles par excellence du savoir-faire et de la précision propres à l'enseignement technique et professionnel.

La composition volumétrique du projet est organisée autour de trois éléments emblématiques :

- **L'écrou** : matérialisé par la forme octogonale centrale, occupe le cœur du projet et génère en son centre un **patio ouvert**, véritable poumon de l'établissement. Cet espace central assure la lumière naturelle, la ventilation et la vie sociale de l'école. Il représente l'assemblage, la solidité et l'interdépendance entre toutes les composantes de la communauté scolaire.
- **Le compas** : représenté par les volumes rouges, constitue la structure principale du projet. Ses deux bras s'étendent symétriquement de part et d'autre de la composition, formant les ailes principales de l'établissement. Il symbolise la précision, la mesure et la capacité à tracer, valeurs fondatrices de tout enseignement technique.
- **La règle en T** : En bleu vient de compléter l'ensemble de volume. Elle symbolise la rigueur, l'organisation et la méthode, socle de toute formation technique de qualité.

Ensemble, ces trois éléments forment une composition architecturale cohérente, lisible et symboliquement forte, où chaque volume raconte l'identité de l'établissement et où **la forme est au service du sens**.

2 Genèse de projet :

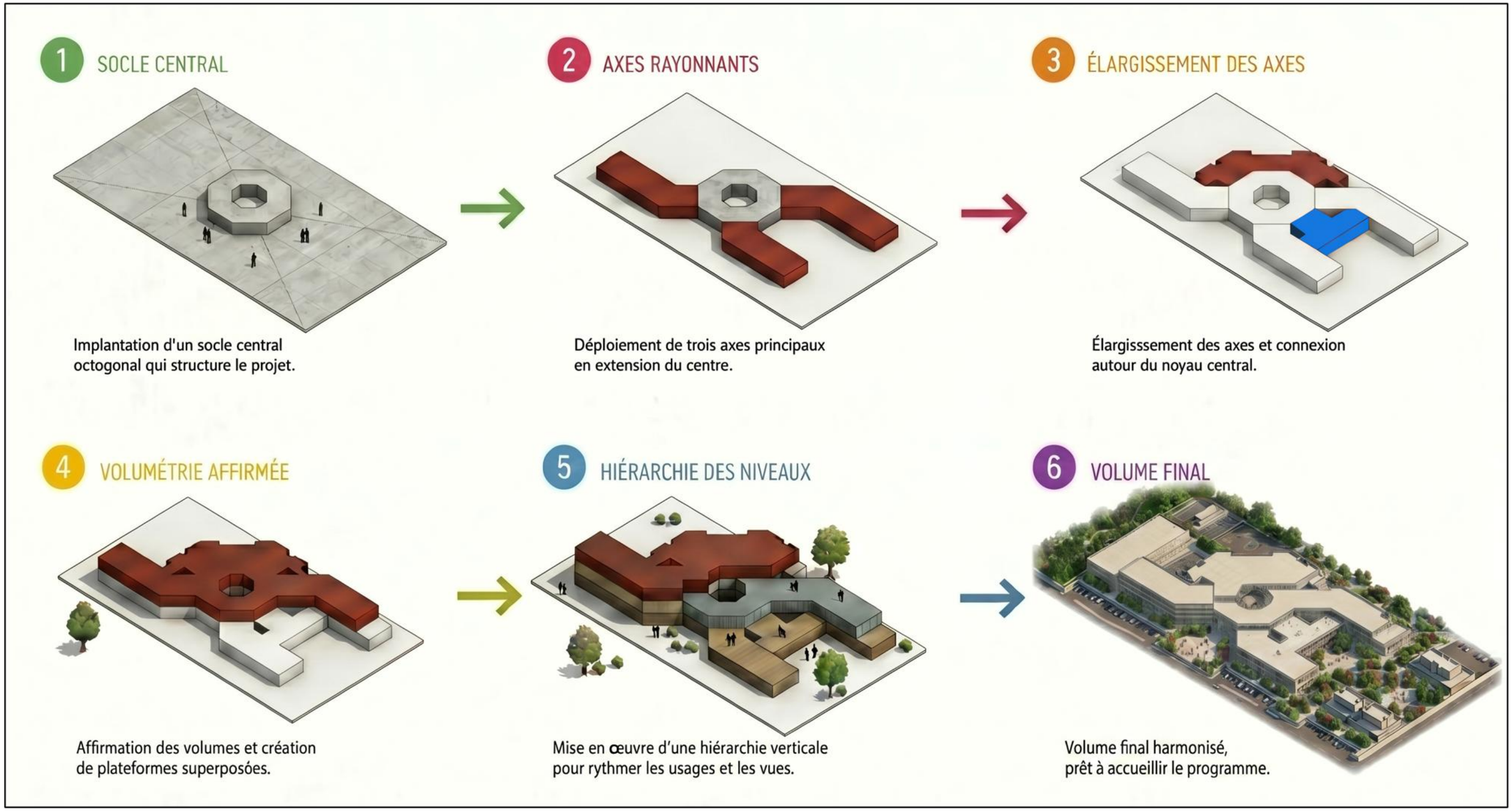


Figure 70 : La genèse de la forme

Source : auteur

3 Zoning fonctionnel :



Figure 71 : Zoning fonctionnel

Source : auteur

4 Zoning vertical :

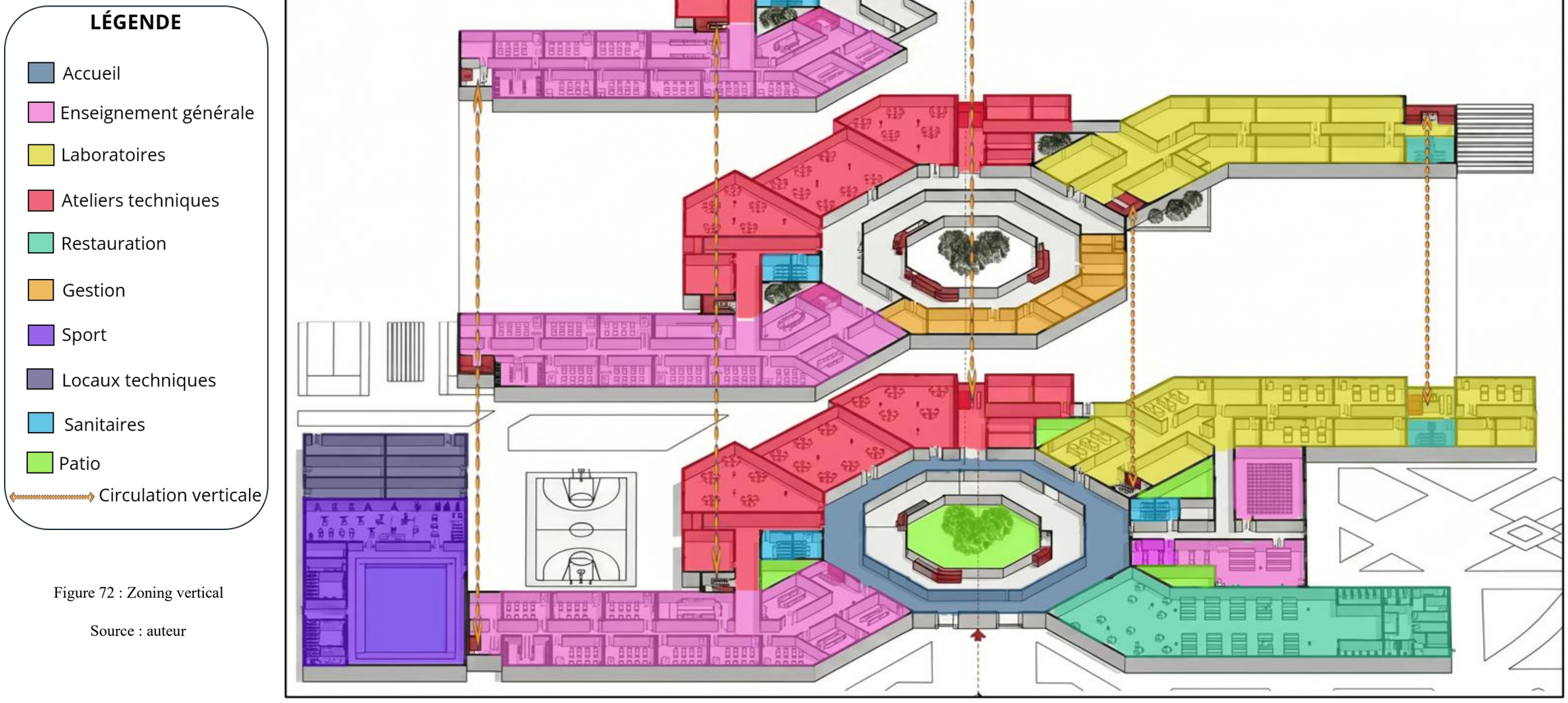


Figure 72 : Zoning vertical

Source : auteur

5 Description de plan de masse :

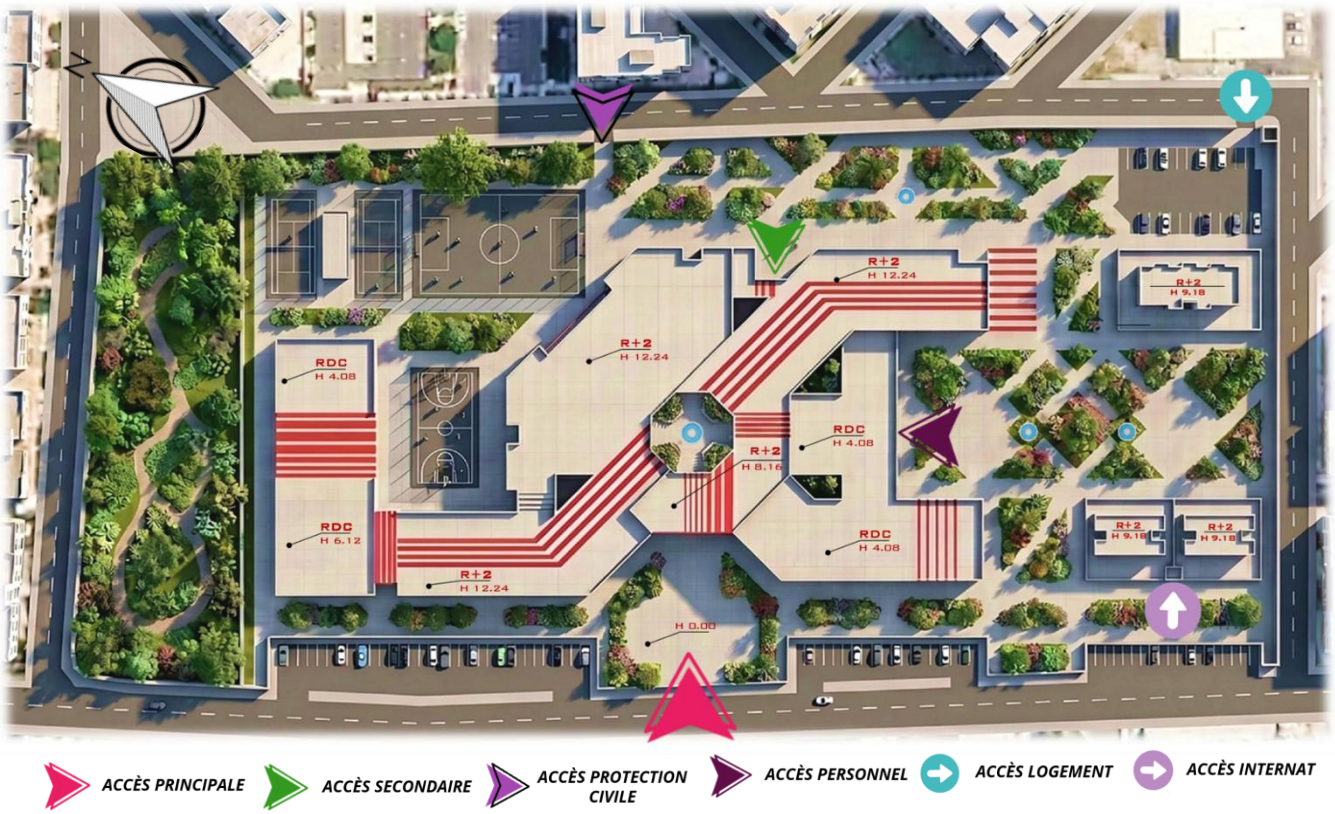


Figure 73 : Plan de masse Source : auteur

L'accessibilité au projet est assurée par accès principal, réservé aux élèves, s'ouvre sur une cour d'entrée qui marque le seuil de l'établissement, et un accès secondaire dans côté opposé.

Le lycée possède 6 accès :

- Un accès principal vers l'accueil pour les élèves menées par une cour
- Un accès secondaire pour les élèves à côté des ateliers techniques et laboratoires
- Un accès pour le personnel
- Un accès pour les logements d'astreint
- Un accès pour internat
- Un accès pour la protection civile

Le stationnement est organisé en quatre zones :

- **Parking personnel** : les deux a gauche de l'entrée principal comprenant 40 places
- **Parking visiteurs :** a droite de l'entrée principale comprenant 33 places
- **Parking logement** : comprenant 15 places

6 Description de volume :

Le projet développé sur plusieurs niveaux (R+2) s'implante sur une parcelle rectangulaire et s'organise autour d'un ensemble de volumes bas, horizontaux et connectés, structurés par des alignements forts et des retraits qui créent des espaces extérieurs qualitatifs.

Principes volumétriques :

- Un ensemble bas et horizontal, en cohérence avec le tissu environnant
- Des volumes articulés pour cassée les longueurs et offrir des séquences spatiales variées
- Des retraits et patios qui apportent lumière, ventilation naturelle et espace de détente
- Une lecture claire des fonctions par la volumétrie et les accès

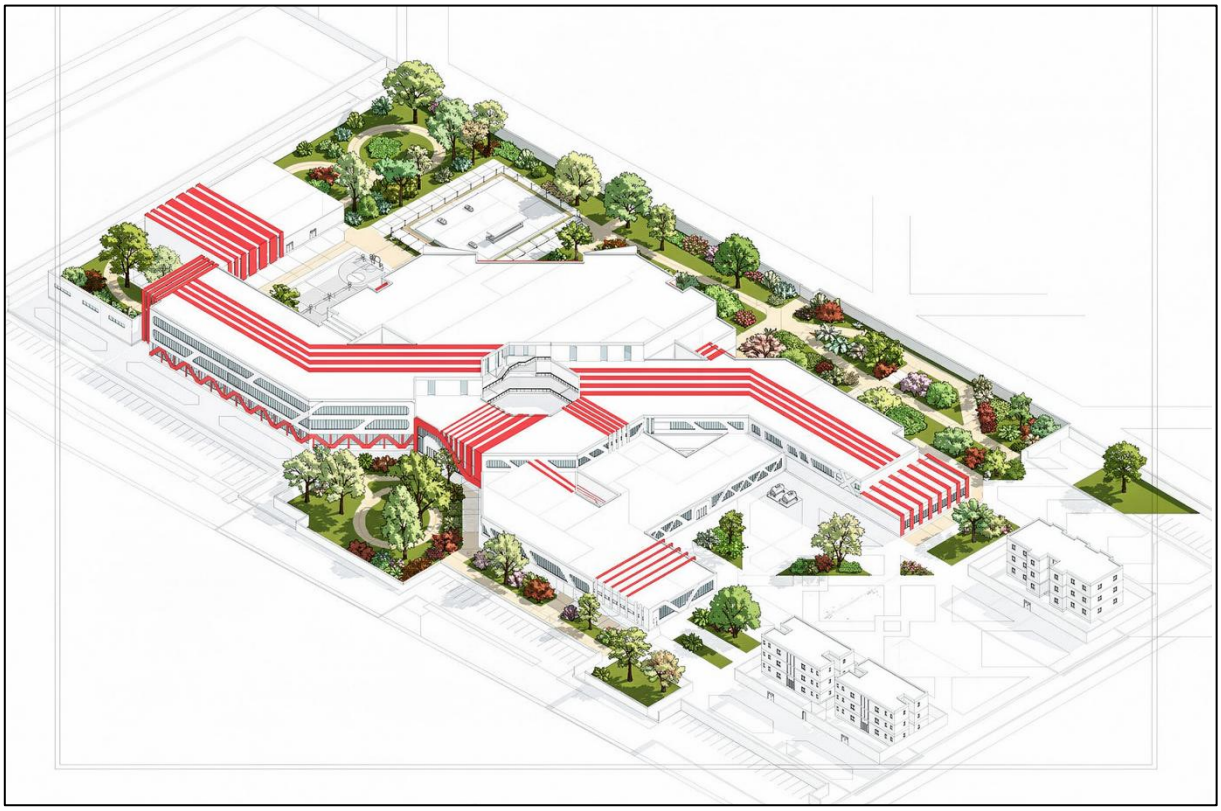


Figure 74 : Volume

Source : auteur

7 Description des plans :

7.1 Rez-de-chaussée :

Le rez-de-chaussée regroupe l'ensemble des fonctions principales du lycée, à savoir les **salles de classes, les ateliers, les laboratoires, une bibliothèque, un amphithéâtre, le réfectoire, une salle de sport ainsi que les locaux techniques**. Il s'organise autour d'un **grand patio central** qui constitue le cœur de l'établissement, accessible depuis une entrée principale monumentale débouchant sur un hall d'accueil, à partir duquel une **circulation claire et fluide** distribue les usagers vers les différents espaces du lycée. Deux accès complémentaires viennent enrichir cette organisation : une **entrée secondaire**, implantée entre les ateliers techniques et les laboratoires, assurant une desserte fonctionnelle de ces entités, et un **accès réservé au personnel**, qui s'articule le long de l'amphithéâtre et de la bibliothèque pour rejoindre directement le centre de l'établissement.

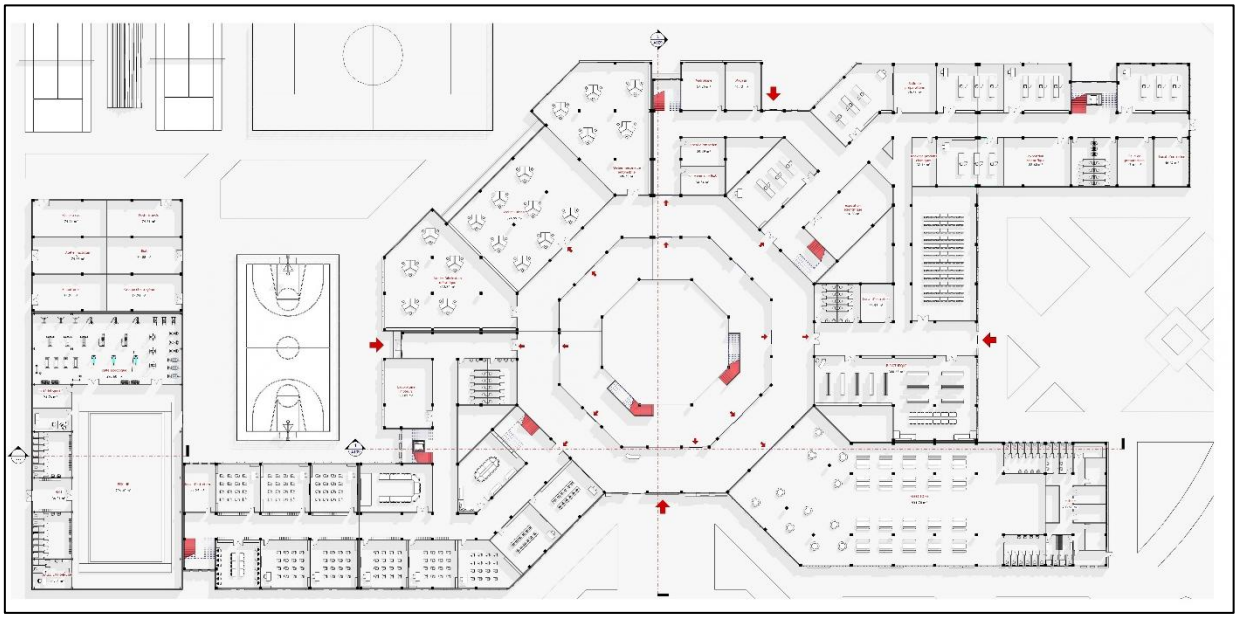


Figure 75 : Plan rez-de-chaussée

Source : auteur

7.2 1ier étage :

Le premier étage regroupe des fonctions pédagogiques et administratives du lycée, à savoir les salles de classes, les ateliers, les laboratoires, ainsi que l'administration.

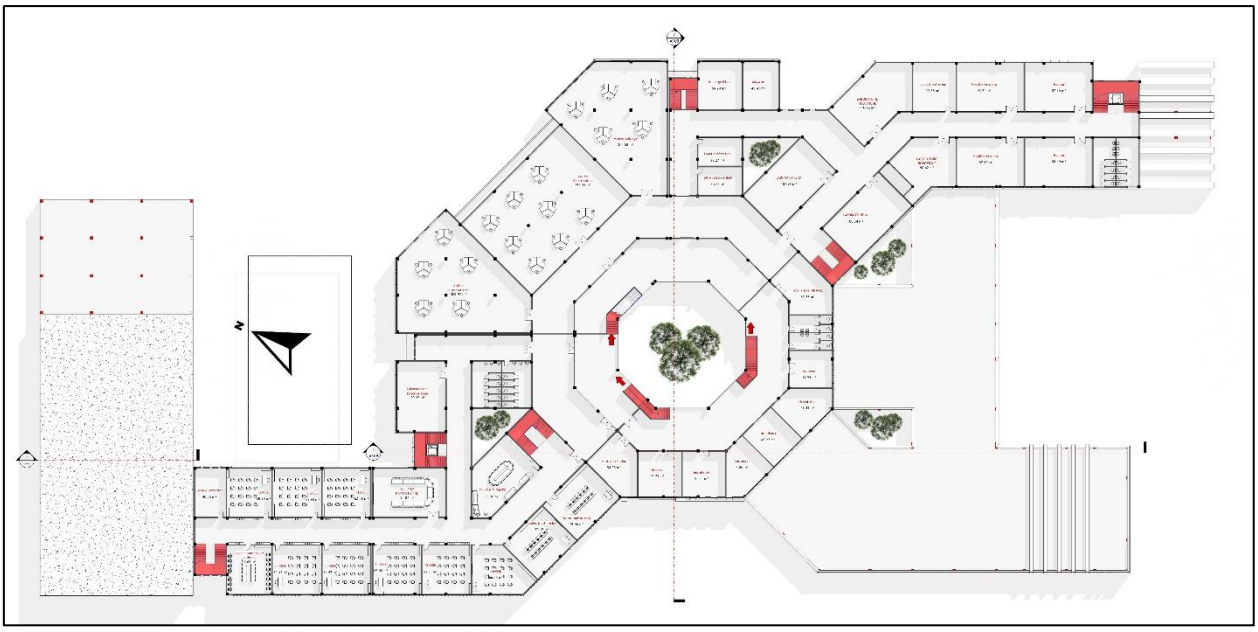


Figure 76 : Plan de 1ier étage
Source : auteur

7.3 2ème étage :

Le deuxième étage est entièrement dédié aux fonctions pédagogiques, accueillant exclusivement les salles de classes et les ateliers techniques

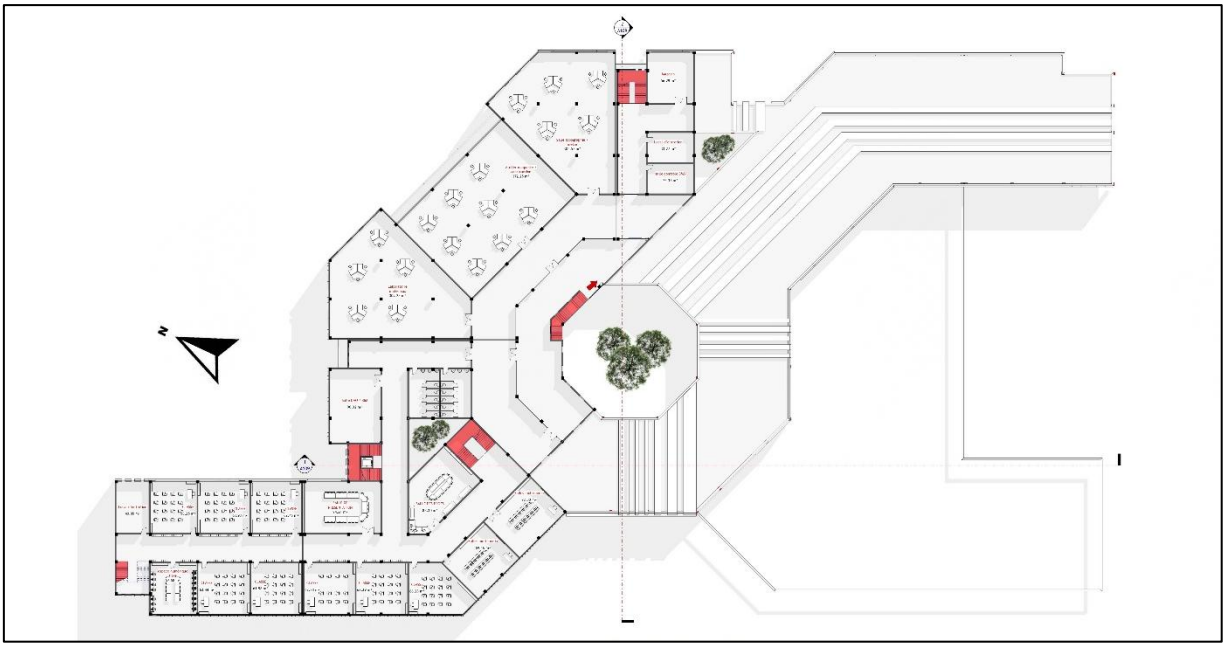


Figure 77 : Plan de 2ème étage
Source : auteur

8 Description des façades :

Source d'inspiration :

Le dynamisme :

Un style de façade dynamique fait référence à une enveloppe de bâtiment vivante et réactive. Ces façades adaptatives se modifient en temps réel (via des mouvements mécaniques, des ombres ou des variations de matériaux) en fonction du climat, de l'ensoleillement et des besoins intérieurs pour maximiser l'efficacité énergétique.

Brise soleil intelligent en métal laqué rouge :

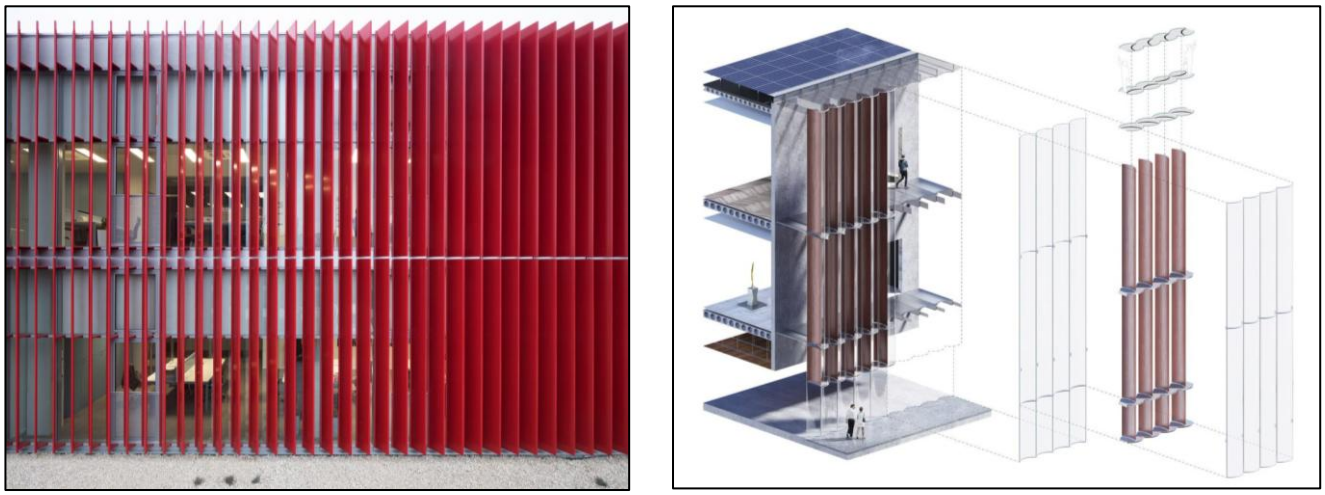


Figure 78 : Brise soleil utilisé

Source : auteur

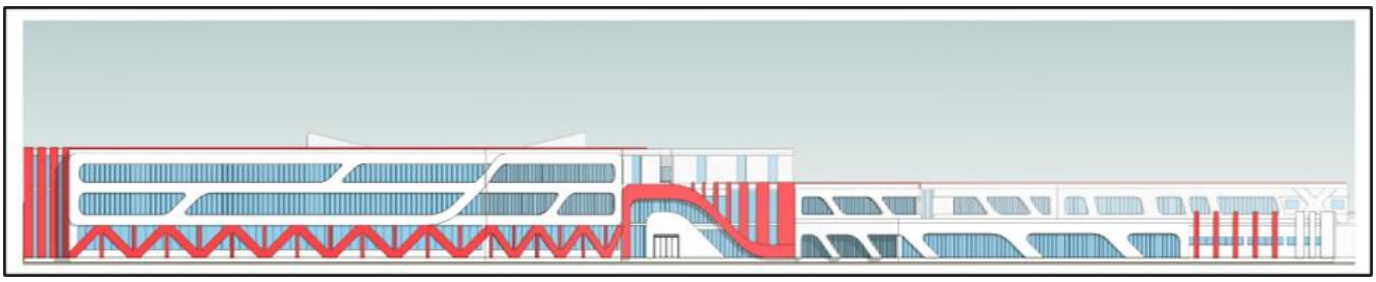


Figure 79 : Façade Sud

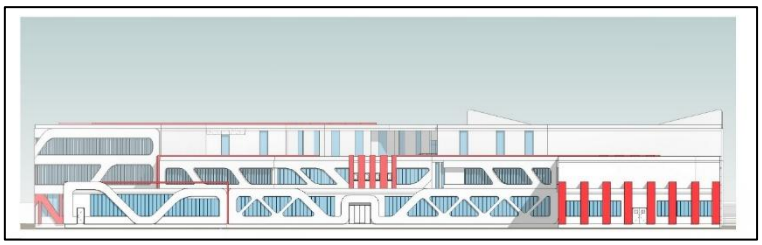


Figure 80 : Façade Est

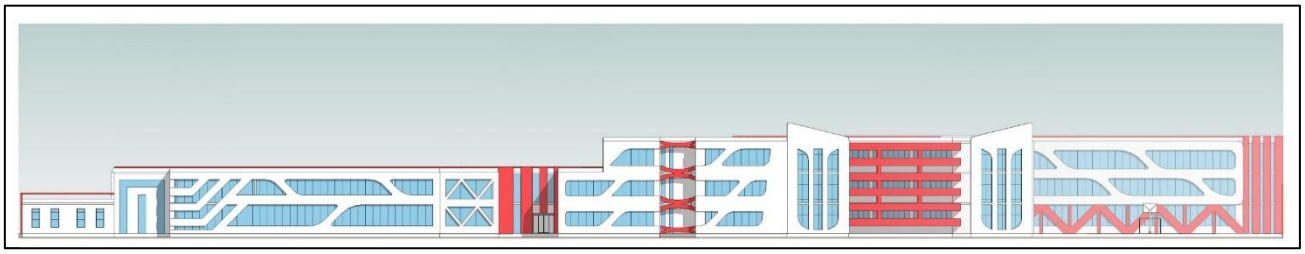


Figure 81 : Façade Nord

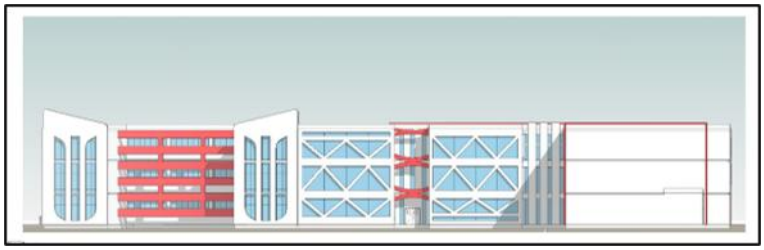


Figure 82 : Façade Ouest

9 Coupe :

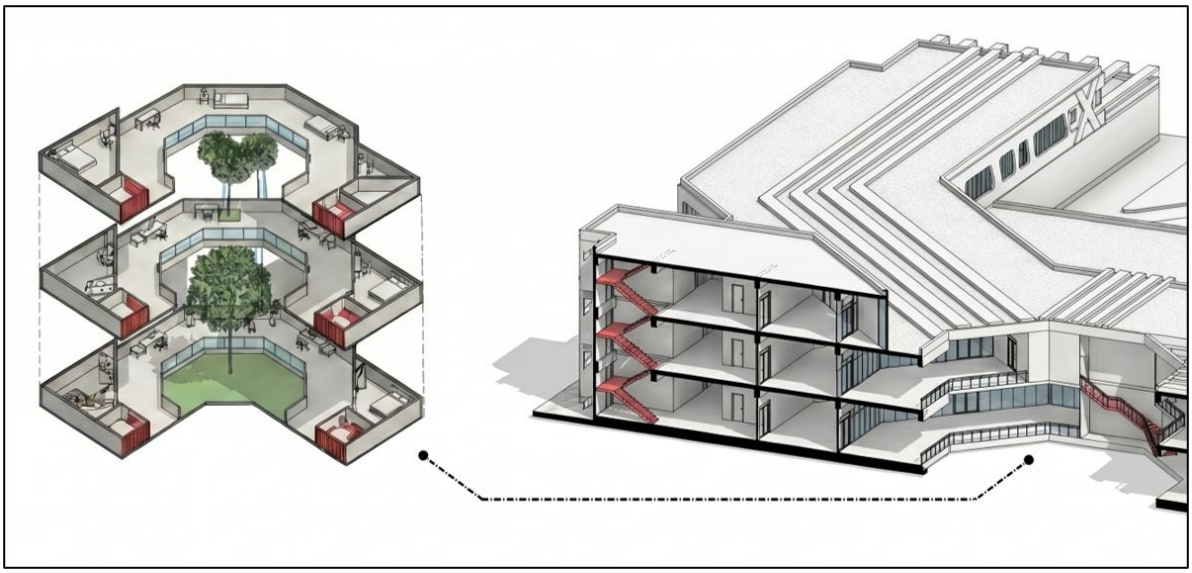


Figure 83 : Coupe vertical 3D atrium

Source : auteur

Conclusion :

Ce chapitre offre une présentation de la réponse architecturale pour le projet de lycée technique intelligent à Tlemcen., fruit d'une démarche analytique rigoureuse. À travers des espaces fonctionnels et confortables, intégrant des systèmes intelligents adaptés aux spécificités de l'enseignement technique, le projet traduit une vision innovante alliant exigences pédagogiques et performance technologique, pour offrir un cadre éducatif à la hauteur des enjeux contemporains.

Chapitre V : Approche Technique

Introduction :

Après avoir défini les besoins fonctionnels et les exigences du projet, il convient à présent d'aborder sa réalisation technique. Ce chapitre décrit l'environnement de développement, les technologies choisies, en mettant en évidence les solutions constructives retenues, les systèmes structurels et les matériaux envisagés. ainsi que l'architecture logicielle adoptée. Il met en lumière les solutions retenues pour répondre aux contraintes de performance, de maintenabilité et de sécurité du système.

1 Système structurel :

Notre projet adopte un système structurel en poteaux-poutres, Il permet une grande rapidité d'exécution grâce à la préfabrication de ses éléments, tout en permettant une intégration aisée des cloisons techniques nécessaires au passage des réseaux électriques, de plomberie et de ventilation. Ce système s'adapte parfaitement à l'accueil d'équipements lourds (machines-outils, matériel de laboratoire…) dont le poids important impose une structure robuste et bien dimensionnée.

2 Murs extérieurs et intérieurs :

2.1 Murs extérieurs :

D'une épaisseur de 30 à 40 cm, ils combinent une structure en béton armé et un remplissage en matériaux de maçonnerie, complétés par une isolation thermique et un revêtement de finition.

Ces matériaux sont choisis pour leur durabilité, leur résistance aux charges, et aux risques d'usure liés à l'usage intensif des équipements techniques.

2.2 Murs intérieurs :

Les murs intérieurs d'un lycée technique assurent la séparation fonctionnelle des espaces tout en garantissant le confort acoustique, la sécurité et la résistance aux usages intensifs. Leur épaisseur varie généralement entre 10 et 20 cm selon la fonction des locaux et le niveau de résistance recherché.

- Dans les salles de classe, des cloisons légères avec isolation acoustique sont utilisées pour garantir un environnement calme et favorable à l'apprentissage.
- Les laboratoires sont équipés de murs résistants à l'humidité, aux produits chimiques et au feu, réalisés en maçonnerie enduite ou en panneaux techniques adaptés.

- Les ateliers techniques nécessitent des murs renforcés en béton ou en blocs de béton, capables de supporter les vibrations, les chocs mécaniques et les charges des équipements industriels.

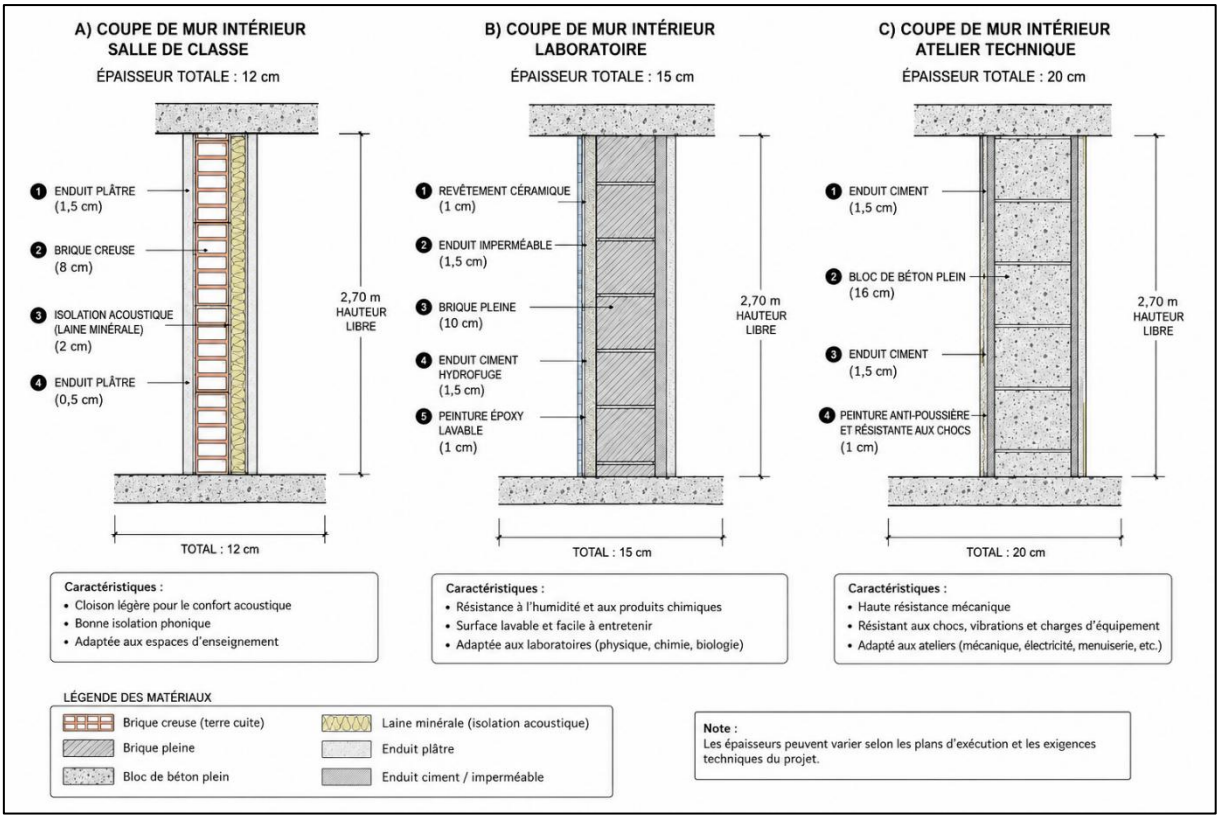


Figure 84 : Coupes de

Source : auteur

3 Revêtements extérieurs et intérieurs :

3.1 Revêtements extérieurs :

Le béton préfabriqué est utilisé pour les structures d'angle et les volumes pleins, offrant une finition soignée et une grande précision géométrique. Il assure une bonne inertie thermique, contribuant au confort climatique passif, tout en renforçant l'aspect massif et durable du bâtiment.

Les brise-soleils en métal laqué rouge, placés devant les vitrages exposés, limitent l'ensoleillement direct et réduisent la surchauffe intérieure. Ils participent aussi à l'identité architecturale du bâtiment en animant la façade par leur couleur et leurs jeux d'ombres, tout en soulignant sa structure.

Le vitrage en bandeau assure un apport continu et homogène de lumière naturelle dans les salles de cours, tout en offrant des vues larges sur l'extérieur. Il renforce l'horizontalité du bâtiment et traduit une approche architecturale moderne et fonctionnelle.

3.2 Revêtements intérieurs :

Le choix des finitions murales est déterminé par la fonction et l'usage propre à chaque espace.

Zone	Systèmes de revêtement	Caractéristiques	Épaisseur moyenne	Objectif fonctionnel
Classes	Peinture acrylique lessivable + carrelage ou sol PVC	Surface lisse, facile à nettoyer, bonne finition esthétique et acoustique	Mur : 1 à 2 mm Sol : 2 à 5 mm	Assurer le confort visuel, acoustique et la facilité d'entretien
Circulations et couloirs	Enduit ciment + peinture résistante + carrelage antidérapant	Résistance au passage intensif et aux chocs	Mur : 1,5 à 2 mm Sol : 8 à 10 mm	Garantir la durabilité et la sécurité des déplacements
Laboratoires	Revêtement époxy ou céramique + peinture hydrofuge	Résistance à l'humidité, aux produits chimiques et aux taches	Mur : 1 à 2 mm Sol : 2 à 4 mm	Maintenir l'hygiène et protéger les surfaces techniques
Ateliers techniques	Enduit ciment renforcé + peinture industrielle + béton traité	Haute résistance mécanique aux chocs, vibrations et usure	Mur : 2 mm / Sol : 5 à 10 mm	Supporter les équipements lourds et les activités techniques
Salle de sport	Revêtement sportif souple + peinture résistante	Surface antidérapante, amortissante et résistante aux impacts	Sol : 5 à 15 mm	Assurer la sécurité et le confort des activités sportives
Réfectoire	Carrelage céramique + peinture lavable antibactérienne	Résistance à l'humidité, facilité de nettoyage et hygiène	Mur : 1 à 2 mm Sol : 8 à 10 mm	Garantir des conditions sanitaires adaptées à la restauration
Locaux techniques	Enduit ciment + peinture technique résistante au feu et à l'humidité	Résistance thermique, mécanique et protection des équipements	Mur : 1,5 à 2 mm Sol : 5 mm minimum	Protéger les installations techniques et faciliter la maintenance

Tableau 14 : Revêtement murales dans les différents espaces

Source : auteur

3.3 Revêtement de sols :

Zone	Systèmes de revêtement de sols	Caractéristiques	Épaisseur moyenne	Objectif fonctionnel
Classes	Sol PVC homogène ou carrelage grès cérame	Confortable, résistant à l'usure, entretien facile	2 à 5 mm (PVC) / 8 à 10 mm (carrelage)	Assurer le confort des élèves et réduire le bruit
Circulations et couloirs	Carrelage antidérapant haute résistance	Résistant au trafic intense et aux chocs	8 à 12 mm	Garantir la sécurité et la durabilité des espaces de circulation
Laboratoires	Résine époxy ou carrelage technique antiacide	Résistance chimique, imperméabilité et facilité de nettoyage	2 à 4 mm (époxy) / 10 mm (carrelage)	Protéger le sol contre les produits chimiques et l'humidité
Ateliers techniques	Béton industriel traité ou résine industrielle	Très haute résistance mécanique et aux vibrations	5 à 10 cm	Supporter les charges lourdes et les équipements techniques
Salle de sport	Revêtement sportif souple en PVC ou caoutchouc	Antidérapant, amortissant et résistant aux impacts	5 à 15 mm	Assurer la sécurité et le confort des activités sportives
Réfectoire	Carrelage céramique antidérapant	Hygiénique, résistant à l'humidité et facile à nettoyer	8 à 10 mm	Garantir l'hygiène et la sécurité alimentaire
Locaux techniques	Béton lissé traité ou résine époxy industrielle	Résistant aux huiles, à l'humidité et aux charges techniques	3 à 5 cm	Faciliter la maintenance et protéger les installations techniques

Tableau 15 : Revêtement de sols dans les différents espaces

Source : auteur

3.4 Revêtement de plafonds :

Dans le cadre de ce projet, le choix s'est porté sur des faux plafonds suspendus en PVC. Ce matériau a été retenu pour ses nombreuses qualités adaptées aux exigences d'un établissement d'enseignement technique : résistance à l'humidité, à la poussière et aux chocs, facilité d'entretien et bonne durabilité dans le temps. Les faux plafonds suspendus en PVC offrent également la possibilité d'intégrer discrètement les réseaux techniques tels que les installations électriques, la ventilation et l'éclairage, tout en assurant un niveau de confort acoustique et esthétique satisfaisant pour l'ensemble des espaces pédagogiques et techniques du bâtiment.

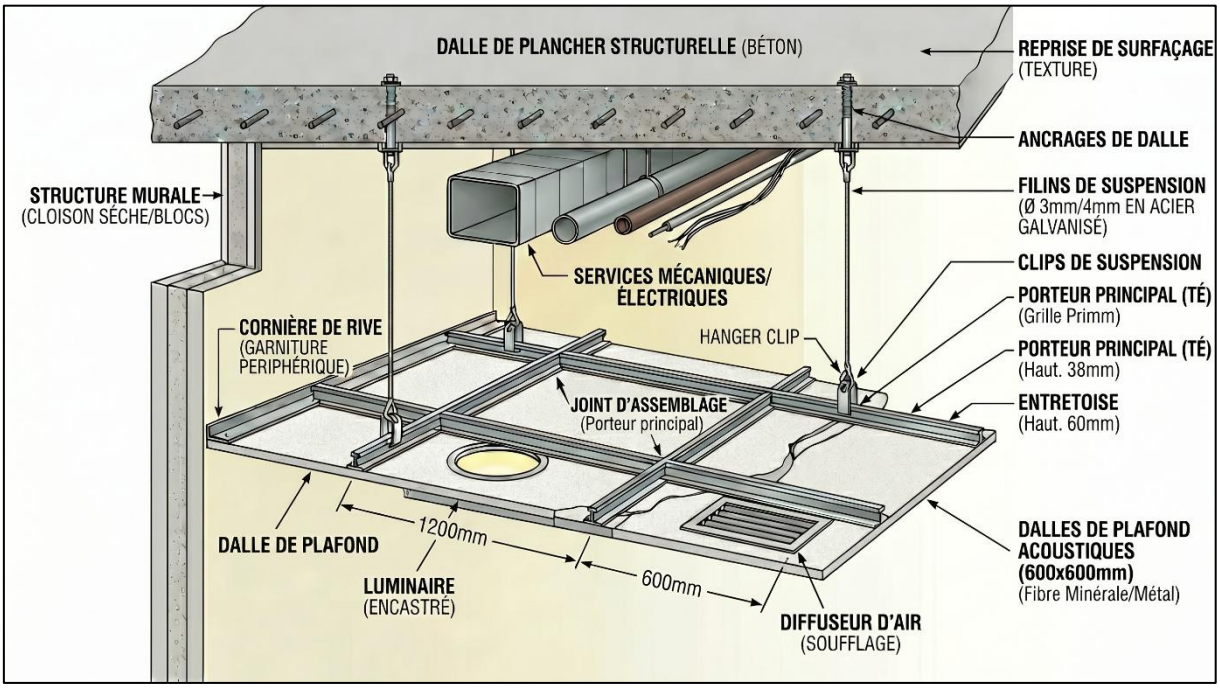


Figure 85 : Details faux plafond

Source : auteur

4 Peintures :

- **Classes :** peintures acryliques lessivables mates ou satinées
- **Laboratoires et ateliers techniques** : application de peintures époxy ou hydrofuges offrant une résistance accrue à l'humidité, aux produits chimiques, à la poussière et aux contraintes mécaniques.
- **Locaux techniques et espaces sécurisés** : utilisation de peintures ignifuges et anti-corrosion pour assurer une meilleure protection des surfaces et des équipements.

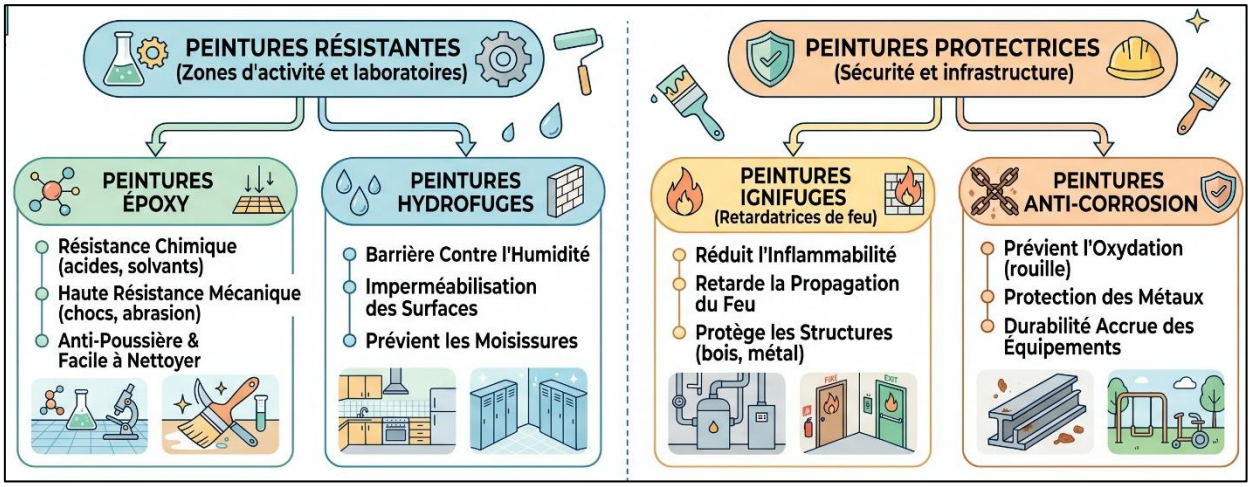


Figure 86 : Peintures utilisées

Source : auteur

5 Menuiserie :

Les menuiseries utilisées dans un lycée technique sont choisies selon les besoins de sécurité, de résistance, d'isolation et de fonctionnalité propres à chaque espace.

5.1 Portes :

Les espaces pédagogiques (classes, bibliothèque, amphithéâtre) privilégient des portes à isolation acoustique — en bois stratifié ou aluminium —, pour l'amphithéâtre un système anti-panique adapté aux grandes capacités.

Les locaux techniques, laboratoires scientifiques et ateliers techniques requièrent des portes métalliques renforcées, résistantes aux contraintes mécaniques, chimiques ou thermiques, avec coupe-feu pour les locaux à équipements sensibles.

Les espaces à forte contrainte hygiénique ou humide (réfectoire, sanitaires) appellent des portes en PVC ou stratifié compact, faciles à entretenir et imperméables. La salle de sport nécessite des portes robustes anti-impact, facilitant une évacuation rapide en cas d'urgence.

5.2 Fenêtres :

Les espaces pédagogiques (classes, bibliothèque, amphithéâtre) misent sur le double vitrage acoustique et thermique — en aluminium ou PVC — pour garantir confort sonore, isolation et qualité de l'éclairage naturel. L'amphithéâtre intègre en plus un contrôle solaire pour limiter l'éblouissement.

Les locaux techniques et scientifiques (laboratoires, ateliers, locaux techniques) exigent des menuiseries métalliques renforcées avec vitrages résistants aux chocs et aux agents chimiques, complétées de dispositifs de ventilation contrôlée pour la sécurité des installations.

Les espaces à usage collectif et hygiénique (réfectoire, sanitaires) privilégient des fenêtres en PVC ou aluminium faciles d'entretien, avec vitrage opaque pour les sanitaires afin de préserver l'intimité tout en assurant l'aération.

La salle de sport requiert de grandes fenêtres sécurisées maximisant l'apport lumineux et garantissant une ventilation efficace adaptée à l'activité physique.

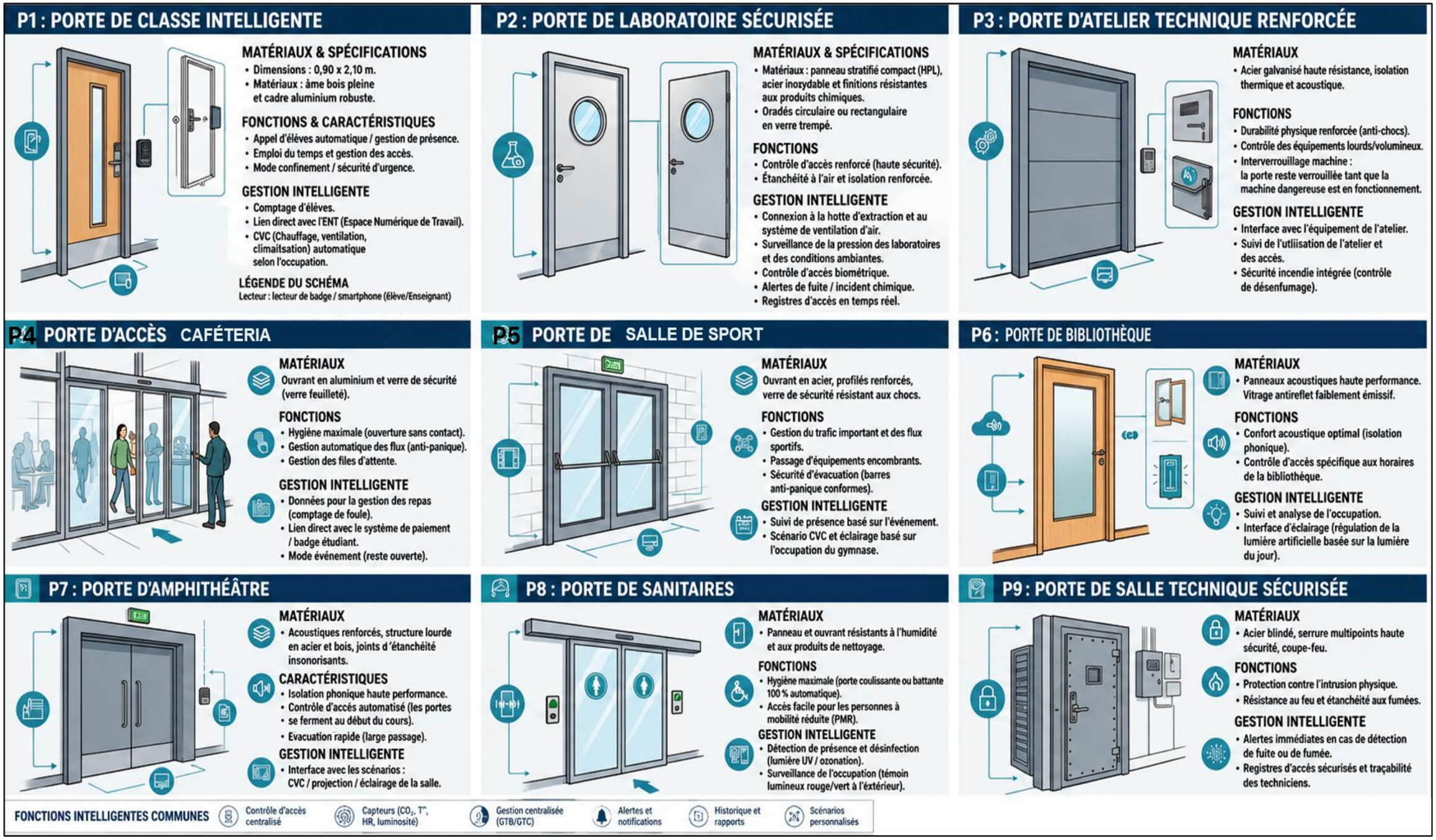


Figure 87 : Matériaux et gestions intelligentes de de portes utilisées

Source : auteur



Figure 88 : Types et gestions intelligentes de fenêtres utilisées

Source : auteur

6 Gestions intelligentes des Corps d'Etat Secondaire (CES) :

La coordination des corps d'état secondaires de notre projet s'appuie sur une plateforme numérique centralisée, de type **Cloud-IoT**.

Les plateformes Cloud-IoT sont des solutions intégrées basées sur le cloud permettant de connecter, de gérer et d'analyser les données provenant d'appareils de l'Internet des objets (IoT).[49]

6.1 Systèmes recommandés :

6.1.1 Système BMS :

Un Building Management System se définit comme une plateforme centralisée qui contrôle et supervise les équipements mécaniques et électriques. Il est également connu sous le nom de Système de Gestion Technique du Bâtiment.[50]

6.1.2 Système SCADA :

Système informatique qui permet de superviser et contrôler les installations industrielles et électriques à distance. Ils servent notamment à surveiller les paramètres critiques des processus, comme la température et la pression, afin de garantir leur sécurité et leur bon fonctionnement.[51]

6.1.3 Serveur de base de données :

un équipement qui héberge un SGBD et assure deux fonctions clés : le **stockage** structuré des données dans des tables organisées, et l'accès distant sécurisé permettant aux utilisateurs autorisés de consulter, modifier ou mettre à jour ces données à tout moment.[52]

6.1.4 Capteurs IoT :

des éléments matériels qui **détectent** les changements dans un environnement et **collectent** des données.[53]

---

[49] FLOLIVE. (2026). *IoT cloud platforms: Key features and 9 solutions to know in 2026*. FLOLIVE. https://flolive.net/blog/glossary/iot-cloud-platforms-key-features-and-9-solutions-to-know-in-2026/ (consulté le 22/05/2026)

[50] Naitways. (2025, 14 mai). *Building Management System (BMS) : Fonctionnement et utilité*. Naitways. https://www.naitways.com/nos-guides/guide-smartbuilding/building-management-system-bms-fonctionnement-et-utilite/ (consulté le 22/05/2026)

[51] CMR Group. (s.d.). *Système SCADA – Supervision et gestion*. CMR Group. https://www.cmr-group.com/systeme-scada (consulté le 22/05/2026)

[52] OVHcloud. (s.d.). *What is a database server?* OVHcloud. https://www.ovhcloud.com/fr/learn/what-is-database-server/ (consulté le 22/05/2026)

[53] https://www.ip-systemes.com/quest-ce-quun-capteur-connect-iot.html (consulté le 22/05/2026)

6.2 Gestion intelligente de l'eau (AEP) :

La gestion intelligente de l'eau dans un lycée technique permet d'optimiser la consommation et d'assurer une distribution efficace et durable. Elle s'appuie sur des capteurs IoT pour surveiller en temps réel les fuites, la pression et l'usage de l'eau. Ces données sont centralisées via un BMS, qui automatise le contrôle des équipements hydrauliques. Elles sont ensuite stockées dans une base de données afin de faciliter l'analyse et la maintenance préventive.

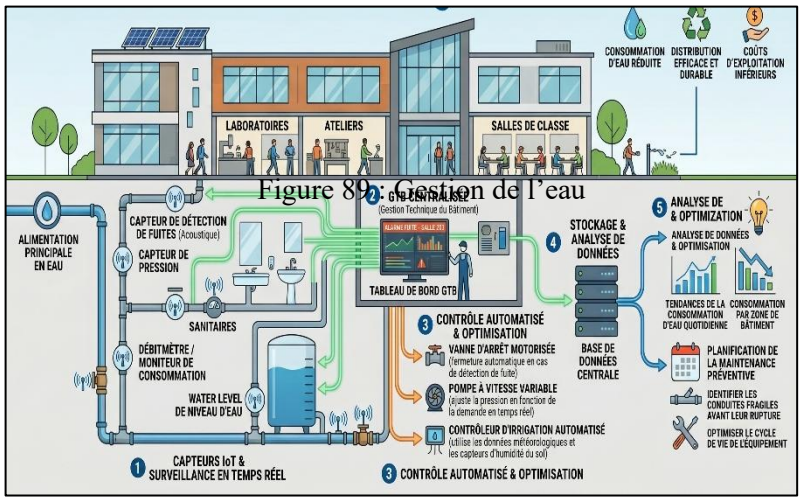


Figure 89: Gestion de l'eau

- Suivi en temps réel de la consommation d'eau dans l'ensemble des bâtiments.
- Détection automatique des fuites via capteurs de débit et de pression.
- Alertes automatiques en cas de surconsommation ou anomalie.

6.3 Gestion intelligente d'énergie :

6.3.1 Electricité :

Permet de contrôler et d'optimiser la consommation énergétique de manière efficace. Elle utilise des capteurs connectés pour surveiller en temps réel les flux électriques et les performances des équipements. Les données collectées sont centralisées dans un système BMS, assurant le pilotage automatique des installations électriques. Elles sont ensuite stockées dans une base de données afin de faciliter l'analyse, l'optimisation énergétique et la détection des anomalies.

- Suivi en temps réel de la consommation électrique par zone et par usage.
- Répartition intelligente des charges pour éviter les surcharges et pics de consommation.
- Extinction automatique des équipements non utilisés (éclairage, prises, appareils).
- Détection des anomalies électriques (courts-circuits, surconsommation).

6.3.2 Gaz :

Permet d'assurer la sécurité et le contrôle de la consommation dans les espaces concernés. Elle repose sur des capteurs IoT capables de détecter les fuites et les variations de pression en temps réel. Les informations collectées sont supervisées par un système SCADA, qui automatise les

alertes et les coupures en cas de risque. Les données sont ensuite enregistrées dans une base de données afin de garantir le suivi, la traçabilité et la maintenance des installations.

- Surveillance continue des réseaux de gaz via capteurs de fuite.
- Détection immédiate des fuites avec déclenchement d'alerte automatique.
- Coupure automatique de l'alimentation en cas de danger.
- Contrôle de la consommation dans les laboratoires et cuisines pédagogiques.
- Maintenance préventive basée sur l'analyse des données de consommation.

6.4 Gestion intelligente de confort :

6.4.1 Climatisation :

Grâce à des capteurs IoT mesurant en temps réel la température, l'humidité et l'occupation des salles, un système BMS, ajuste automatiquement la climatisation selon les besoins réels. Cela permet de garantir un confort optimal tout en réduisant la consommation énergétique. Les données collectées sont stockées dans une base de données pour assurer le suivi des performances et faciliter la maintenance.

- Régulation automatique de la température selon l'occupation des locaux.
- Ajustement en fonction des conditions climatiques extérieures.
- Optimisation énergétique pour réduire la consommation inutile.
- Gestion indépendante par zone (classes, bureaux, ateliers).

6.4.2 Chauffage :

Capteurs IoT surveillant en continu la température intérieure et les conditions climatiques extérieures, le système BMS régule automatiquement le chauffage central en fonction de l'occupation des locaux et des horaires d'utilisation. Les données collectées sont supervisées via un système SCADA et centralisées dans une base de données, permettant d'optimiser l'efficacité énergétique et d'assurer une maintenance préventive efficace.

6.4.3 Ventilation :

Les capteurs IoT surveillent la qualité de l'air et le taux de CO_2 dans les différents espaces du lycée. En fonction des mesures relevées, le système BMS régule automatiquement la ventilation pour garantir un renouvellement d'air optimal.

- Contrôle automatique du renouvellement d'air selon le taux de CO_2.
- Activation des systèmes de ventilation uniquement en cas de besoin.

- Amélioration de la qualité de l’air intérieur dans les espaces fermés.
- Intégration avec les systèmes de climatisation pour une gestion globale du confort.
- Maintenance prédictive des ventilateurs et filtres.

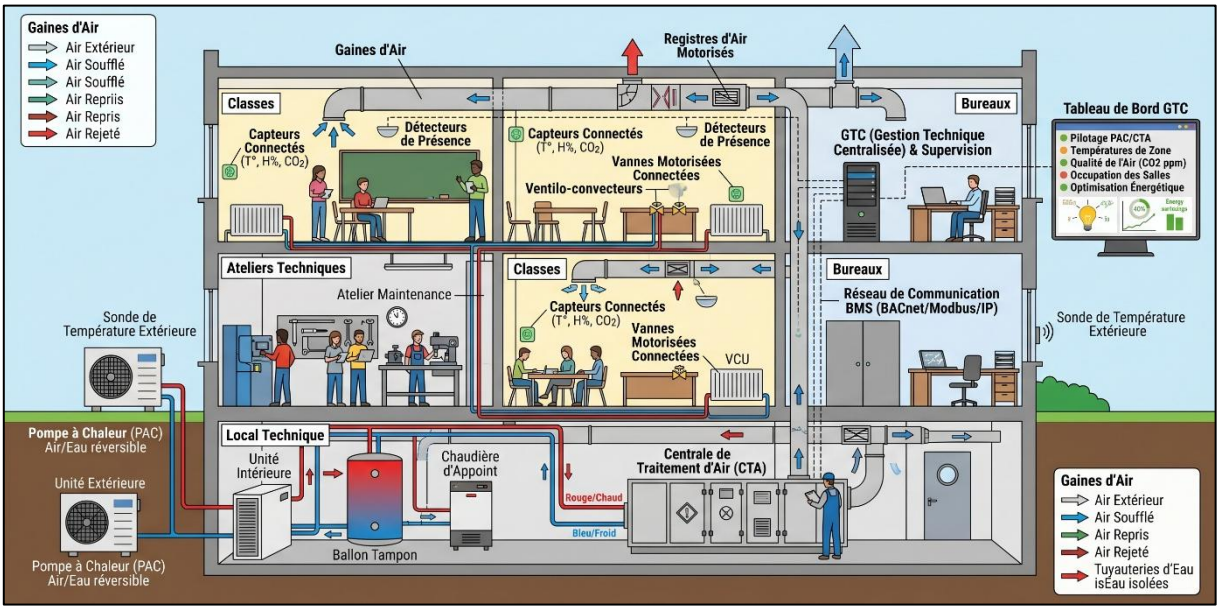


Figure 90 : Schéma de système CVC
Source : auteur

6.4.4 Lumière :

Les capteurs de présence et de luminosité transmettent des informations sur l'occupation des espaces et la lumière naturelle disponible. Le système BMS exploite ces données pour réguler automatiquement les luminaires, garantissant ainsi un éclairage adapté à chaque situation tout en limitant les dépenses énergétiques

- Adaptation automatique de l’éclairage selon la luminosité naturelle.
- Détection de présence pour allumer/éteindre les luminaires.
- Utilisation de lampes LED à faible consommation énergétique.
- Réduction de la consommation grâce à une gestion centralisée.

6.5 Gestion intelligente de sécurité :

6.5.1 Vidéosurveillance :

Des caméras connectées et des capteurs IoT assurent une surveillance continue des espaces du lycée en temps réel. Les flux vidéo sont centralisés et supervisés par un système SCADA, capable de détecter automatiquement les mouvements suspects et de déclencher des alertes en cas d'anomalie.

- Caméras intelligentes avec détection de mouvements et comportements anormaux.
- Surveillance en temps réel des accès et zones sensibles.
- Archivage automatique des enregistrements.

6.5.2 Lutte contre incendie :

Des capteurs IoT détectent en temps réel la fumée, la chaleur et les gaz dangereux dans les différents espaces du lycée. Les données sont transmises au système BMS qui supervise automatiquement les équipements de sécurité et déclenche, en cas d'alerte, les alarmes, les procédures d'évacuation ou les dispositifs d'extinction. L'ensemble des informations est enregistré dans une base de données afin d'assurer le suivi des incidents, la maintenance des équipements et l'analyse des performances du système.

- Détection précoce de fumée, chaleur et gaz.
- Déclenchement automatique des alarmes et systèmes d’extinction.
- Transmission instantanée des alertes aux services de sécurité.

6.6 Gestion intelligente de télécommunication et réseaux :

6.6.1 Réseau téléphonique :

Les équipements de téléphonie intelligents et les capteurs IoT assurent une surveillance continue de la qualité des communications et de la disponibilité des lignes au sein du lycée. En cas d'anomalie ou de panne, le système BMS intervient automatiquement pour maintenir la continuité des communications. Toutes les données sont stockées dans une base de données centrale permettant d'assurer la traçabilité des communications, le suivi des performances et la maintenance préventive des équipements.

- Centralisation du système téléphonique interne du lycée.
- Gestion des appels internes entre bureaux, administration et ateliers.
- Suivi et maintenance du réseau de communication.
- Sécurisation des échanges de données internes.
- Intégration avec les systèmes informatiques pédagogiques.

6.6.2 Réseau wifi :

Des points d'accès intelligents répartis dans les différents espaces du lycée surveillent en temps réel la qualité du signal, la bande passante et le nombre d'utilisateurs connectés. Le système BMS adapte automatiquement la distribution du réseau Wifi selon l'occupation des salles et les besoins des utilisateurs, assurant ainsi une connectivité stable et performante. Les données

collectées sont centralisées dans une base de données afin de détecter les intrusions, optimiser les performances et faciliter la maintenance de l'infrastructure réseau.

- Couverture Wifi complète dans tous les espaces du lycée.
- Gestion des accès utilisateurs (élèves, enseignants, administration).
- Priorisation du débit pour les usages pédagogiques.
- Filtrage des contenus non éducatifs et sécurisation du réseau.

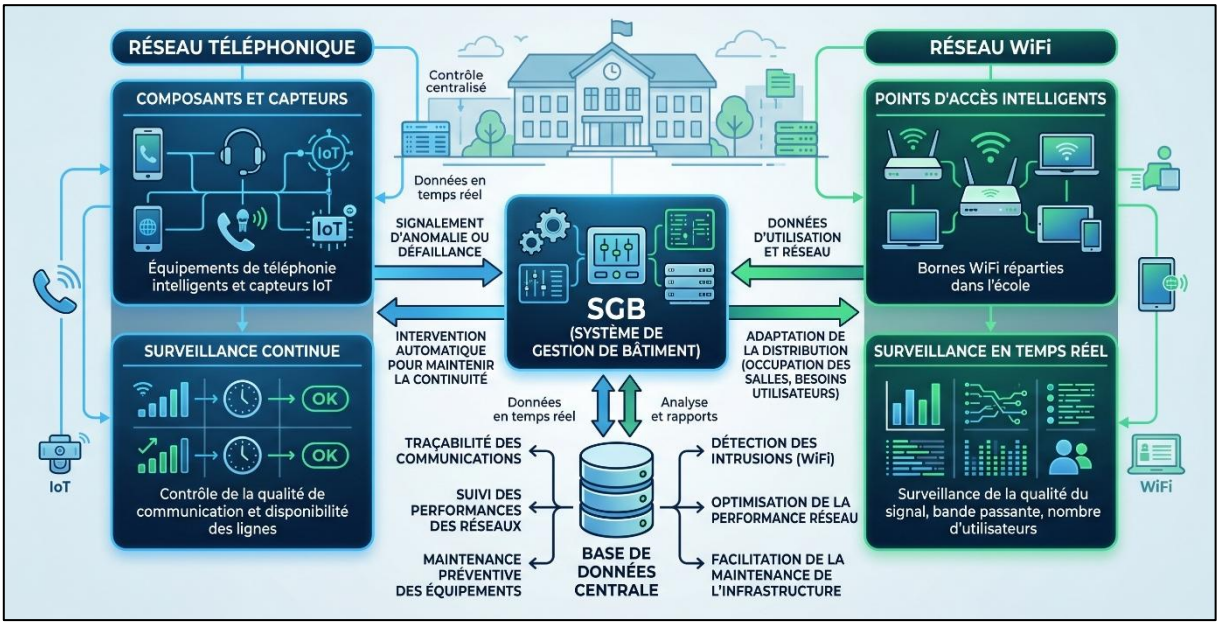


Figure 91 : Schéma de gestion des réseaux
Source : auteur

6.7 Gestion intelligente de parking :

- Détection automatique des places disponibles via capteurs.
- Guidage des véhicules vers les zones libres.
- Contrôle d’accès par badge ou reconnaissance automatique.
- Suivi des entrées et sorties en temps réel.

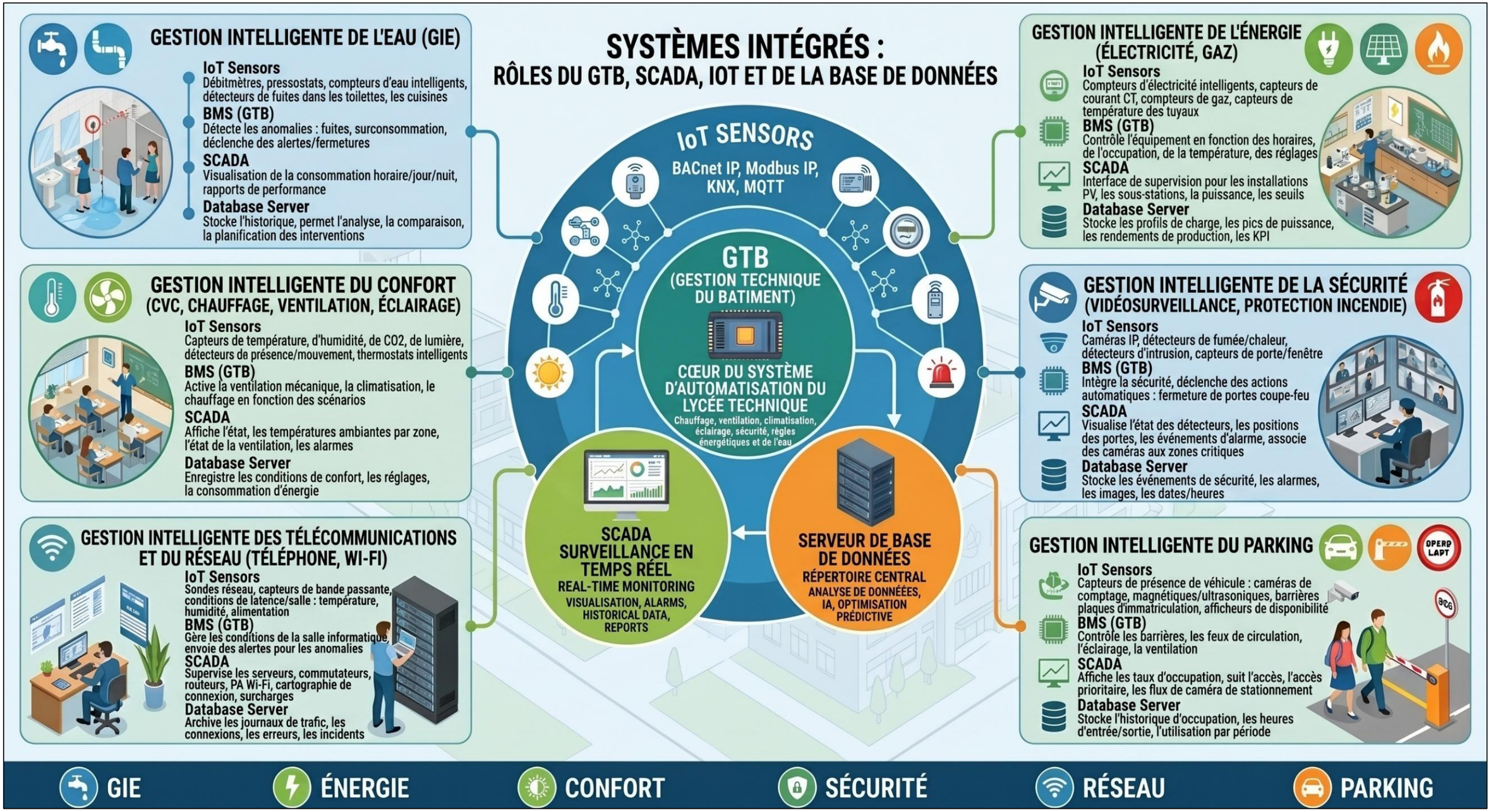


Figure 92 : Schéma récapitulatif des gestions intelligentes intégrées

Source : auteur

Conclusion :

Ce chapitre a défini les choix techniques et technologiques du projet du lycée technique, en s'appuyant sur un système constructif adapté, des matériaux performants et des dispositifs garantissant sécurité et confort. L'intégration de capteurs IoT, du système BMS, du système SCADA et d'un serveur de base de données forme un ensemble intelligent et interconnecté, assurant une gestion automatisée, une supervision en temps réel et une maintenance préventive efficace. Ce projet s'inscrit ainsi dans une démarche durable et évolutive, offrant un cadre de qualité propice à l'apprentissage et répondant aux exigences d'un lycée technique moderne.

Conclusion générale :

Ce mémoire consacré au projet d'un lycée technique intelligent à Tlemcen a permis de mettre en évidence l'importance de l'intégration des nouvelles technologies dans les établissements éducatifs afin de répondre aux exigences de l'enseignement moderne et aux évolutions technologiques actuelles. À travers les différentes analyses thématiques, urbaines, programmatiques et architecturales, cette étude a démontré que l'architecture scolaire ne se limite plus à la simple création d'espaces d'apprentissage, mais devient un véritable outil d'innovation, de confort et de performance.

Le projet proposé vise à créer un environnement éducatif intelligent, capable d'assurer une meilleure gestion des ressources, d'améliorer le confort des usagers et de favoriser un apprentissage adapté aux métiers techniques et technologiques de demain. L'intégration des systèmes intelligents tels que les capteurs IoT, les systèmes BMS, la supervision SCADA, les réseaux numériques et les solutions de gestion énergétique permet d'optimiser le fonctionnement du bâtiment tout en garantissant sécurité, durabilité et efficacité.

Par ailleurs, ce projet met en valeur une approche architecturale contemporaine conciliant fonctionnalité, flexibilité et intégration urbaine. Les espaces pédagogiques, techniques et collectifs ont été pensés pour encourager l'innovation, la collaboration et le développement des compétences des élèves dans un cadre moderne et évolutif.

En conclusion, le lycée technique intelligent représente une vision d'avenir pour l'éducation en Algeria. Il constitue une réponse aux défis de la transition numérique et du développement durable, tout en participant à la formation d'une génération capable de s'adapter aux transformations technologiques et professionnelles du futur.

Bibliographie :

[1] UNESCO. (2021). Rapport mondial de suivi sur l'éducation, 2021/2 : Les acteurs non étatiques dans l'éducation : Qui décide ? Qui est perdant ? UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382988

[2] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/fr/publications/reports/2019/05/oecd-skills-outlook-2019_c8896fe0/a0e29ca9-fr.pdf

[3] La Toupie. (2006, 9 avril). Définition : Éducation. https://www.toupie.org/Dictionnaire/Education.htm

[4] Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). (s.d.). Pourquoi l'éducation est-elle importante ? https://www.unesco.org/fr/quality-learning/need-know

[5] Ithy. (s.d.). Définition de l'éducation selon Émile Durkheim. https://ithy.com/article/definition-education-durkheim-c5x2gh4t

[6] Aithor. (2024, 13 août). Le rôle de l'éducation dans la formation des sociétés modernes. https://aithor.com/essay-examples/le-role-de-leducation-dans-la-formation-des-societes-modernes

[7] UNESCO. (2025, 3 septembre). Ce qu'il faut savoir sur le curriculum. https://www.unesco.org/fr/curriculum/need-know

[8] Tousalbi Thaâlibi, N., & Tawil, S. (dirs.). (2006). Réforme de l'éducation et innovation pédagogique en Algérie. UNESCO Office Rabat. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158372

[9] Vocabulary.com. (s.d.). High school. In Vocabulary.com Dictionary. https://www.vocabulary.com/dictionary/high%20school

[10] Larousse. (s.d.). Lycée. In Dictionnaire de français. https://www.larousse.fr

[11] Umvie.com. (s.d.). Pourquoi aller au lycée ? Les avantages de poursuivre ses études. https://umvie.com/pourquoi-aller-au-lycee-les-avantages-de-poursuivre-ses-etudes/

[12] Edu Step Up. (2023). What is a smart school and benefits. https://edustepup.com/en/what-is-smart-school-and-benefits

[13] Ouragan Cerf-Volant. (s.d.). Mode d'emploi : lycée connecté – comment adapter l'école au numérique. https://ouragan-cerfvolant.fr/mode-emploi-lycee-connecte-comment-adapter-ecole-numerique/

[14] Zodiac. (2024, 15 juillet). Smart school model – The future of education. https://zodiac.com.vn/en/smart-school-model-the-future-of-education/

[15] New England Institute of Technology. (s.d.). What is a technical school? https://www.neit.edu/blog/what-is-a-technical-school

[16] Coursera. (s.d.). What is a trade school? https://www.coursera.org/fr-FR/articles/trade-school

[17] Top Soutien Scolaire. (2024, 9 juillet). Le lycée professionnel : Une voie vers l'avenir. https://www.topsoutienscolaire.fr/blog/lycee-professionnel

[18] Le Monde. (2014, 5 juin). Les vestiges de l'école péripatéticienne d'Aristote ouvrent à Athènes. https://www.lemonde.fr/culture/article/2014/06/05/les-vestiges-de-l-ecole-peripateticienne-d-aristote-ouvrent-a-athenes_4432419_3246.html

[19] Grèce Hebdo. (2014, 12 juin). Le Lycée d'Aristote à Athènes a ouvert ses portes au public. https://www.grecehebdo.gr/le-lycee-daristote-athenes-ouvert-ses/

[20] Didac-TIC. (s.d.). Le lycée. https://www.didac-tic.fr/emile/lycee/

[21] Judaicalgeria. (2024). Alger : écoles, lycées, université. https://www.judaicalgeria.com/pages/alger-ecoles-lycees-universite.html

[22] La Coordination Nationale des Lycées Techniques et Technicum. (2010). Réflexion sur l'enseignement technique en Algérie. https://cnltt.fr.gd/r-e2-flexion-sur-l-enseignement-technique-.htm

[23] République algérienne démocratique et populaire. (2021). Décret exécutif n° 21-170 du 28 avril 2021 fixant les programmes surfaciques et la typologie des constructions scolaires. Journal officiel de la République algérienne, n° 33 du 5 mai 2021. https://lentrepreneuralgerien.com/images/pdf/startup/decret-21-170-28-04-2021-jo-33.pdf

[24] Secrétariat général du gouvernement. (2017). Décret exécutif fixant le statut-type du lycée. Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire, n° 30 du 17 mai 2017.

[25] Naitways. (s.d.). Qu'est-ce qu'un bâtiment intelligent ? https://www.naitways.com/nos-guides/guide-smartbuilding/quest-ce-quun-batiment-intelligent/

[26] Synox. (s.d.). Bâtiment intelligent : définition, avantages et enjeux. https://www.synox.io/cat-smart-building/batiment-intelligent-definition/

[27] GF3E. (s.d.). Bâtiment intelligent : comment ça fonctionne ? https://www.gf3e.com/articles/batiment-intelligent-comment-ca-fonctionne

[28] Wattsense. (s.d.). Smart building : définition, fonctionnement et avantages. https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/smart-building-definition/

[29] Kuzzle. (s.d.). Bâtiment intelligent : comprendre le concept du smart building. https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept

[30] CalculCEE. (2024). Smart building ou bâtiment intelligent : définition et enjeux. https://www.calculcee.fr/article/smart-building-batiment-intelligent/

[31] Parlement européen. (2020, 27 août). Intelligence artificielle : définition et utilisation. https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation

[32] Réussir en B4A. (s.d.). Comment fonctionne l'intelligence artificielle ? https://xn--russir-en-b4a.fr/comment-fonctionne-intelligence-artificielle/

[33] SAS. (s.d.). What is artificial intelligence and why it matters. https://www.sas.com/fr_fr/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html

[34] Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. (s.d.). L'essentiel sur l'intelligence artificielle. https://www.cea.fr/comprendre/Pages/nouvelles-technologies/essentiel-sur-intelligence-artificielle.aspx

[35] Tableau. (s.d.). Comment l'intelligence artificielle va changer nos vies ? https://www.tableau.com/data-insights/ai/impact

[36] BPAS Architects. (2022, 28 août). *Curro Durbanville Highschool*. ArchDaily. https://www.archdaily.com/987988/curro-durbanville-highschool-bpas-architects

[37] Staff Reporter. (2023, 31 juillet). *Curro Durbanville High School hosts World Robot Olympiad, inspiring STEM innovation*. Ventureburn. https://ventureburn.com/2023/07/curro-durbanville-high-school-hosts-world-robot-olympiad-inspiring-stem-innovation/

[38] Nirman. (2024, 6 août). The Crystal, London: A beacon of smart architecture. https://www.nirman.com/the-crystal-london-a-beacon-of-smart-architecture/

[39] Verstas Architects. (s. d.). *Saunalahti Comprehensive School*. Archello. https://archello.com/project/saunalahti-comprehensive-school

[40] Tlemcen. (s.d.). La ville de Tlemcen. https://www.tlemcen-dz.com/ville/

[41] Climats et Voyages. (s.d.). Climat Tlemcen : saisons, moyennes par mois. https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/tlemcen

[42] WeatherSpark. (s.d.). Climat, météo par mois, température moyenne à Tlemcen, Algérie, tout au long de l'année. https://fr.weatherspark.com/y/40174/Météo-moyenne-à-Tlemcen-Algérie-tout-au-long-de-l'année

[43] Collignon, B. (1986). Hydrogéologie appliquée des aquifères des monts de Tlemcen (Algérie). Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique, n° 8. https://www.persee.fr/doc/karst_0751-7688_1986_num_8_1_2144_t1_0056_0000_5

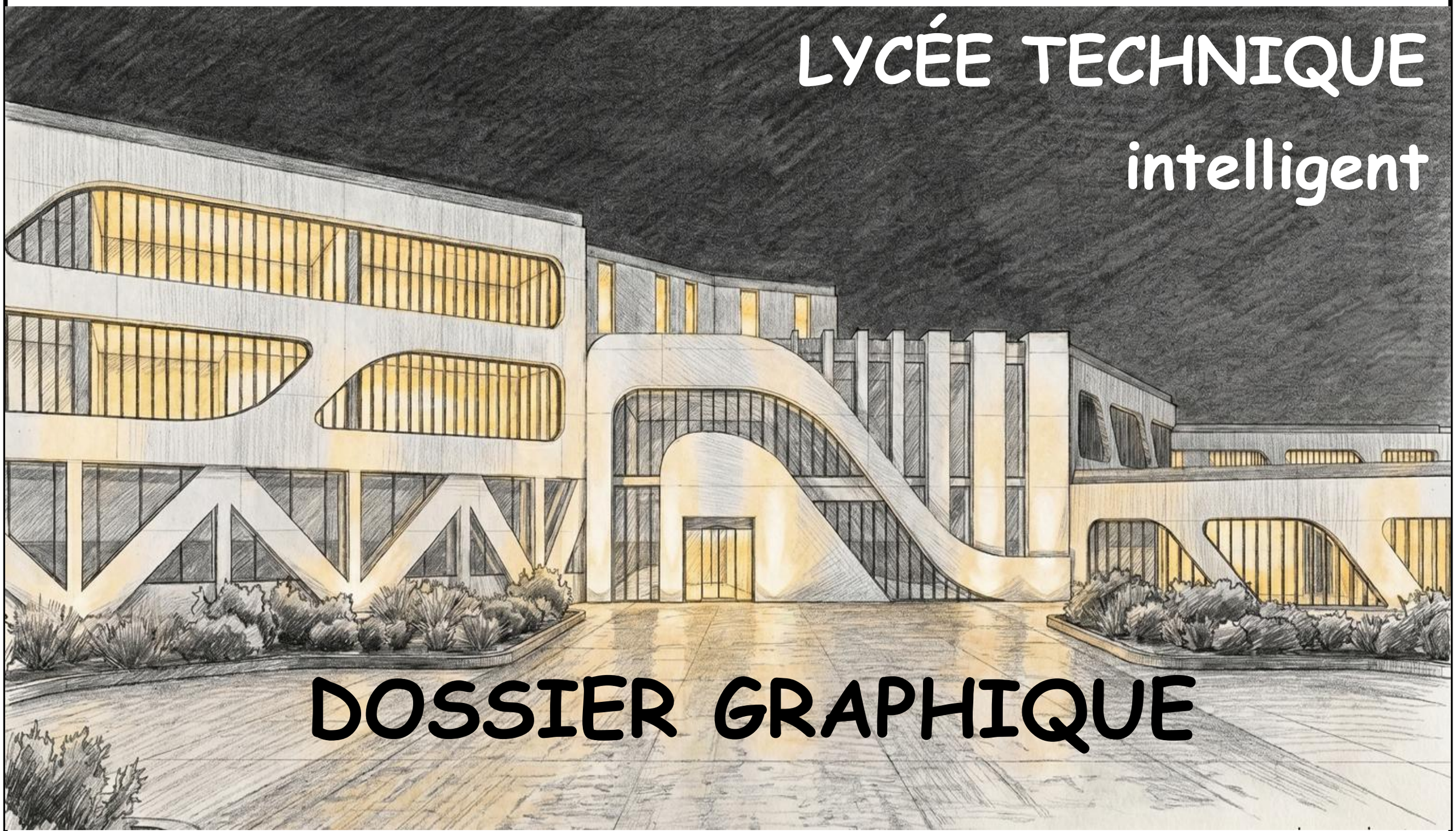
[44] FLOLIVE. (2026). *IoT cloud platforms: Key features and 9 solutions to know in 2026*. FLOLIVE. https://flolive.net/blog/glossary/iot-cloud-platforms-key-features-and-9-solutions-to-know-in-2026/

[45] Naitways. (2025, 14 mai). *Building Management System (BMS) : Fonctionnement et utilité*. Naitways. https://www.naitways.com/nos-guides/guide-smartbuilding/building-management-system-bms-fonctionnement-et-utilite/

[46] CMR Group. (s.d.). *Système SCADA – Supervision et gestion*. CMR Group. https://www.cmr-group.com/systeme-scada

[47] OVHcloud. (s.d.). *What is a database server?* OVHcloud. https://www.ovhcloud.com/fr/learn/what-is-database-server/

[48] IP Systèmes. (s.d.). *Qu'est-ce qu'un capteur connecté IoT ?* https://www.ip-systemes.com/quest-ce-quun-capteur-connect-iot.html

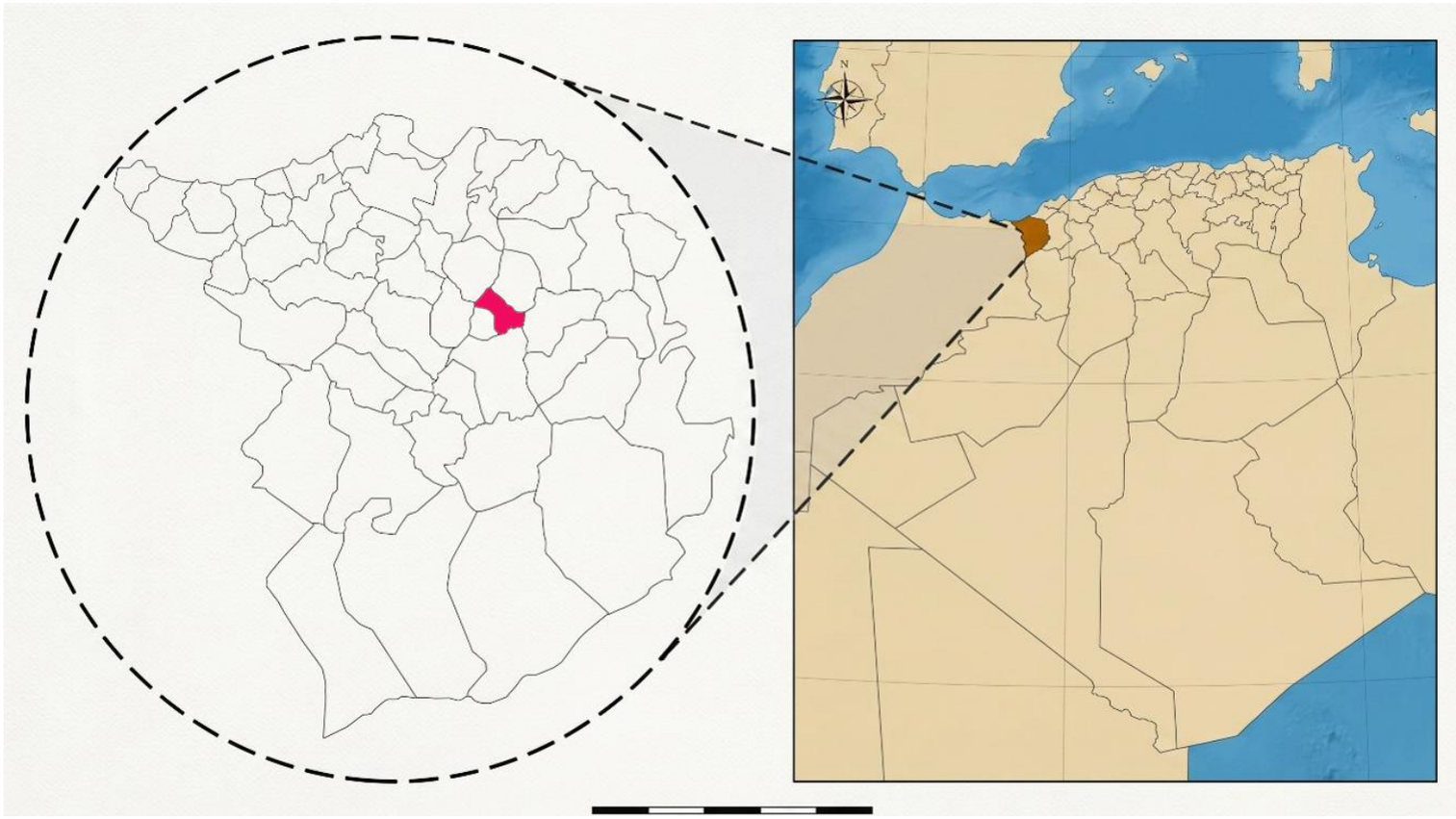


DOSSIER GRAPHIQUE

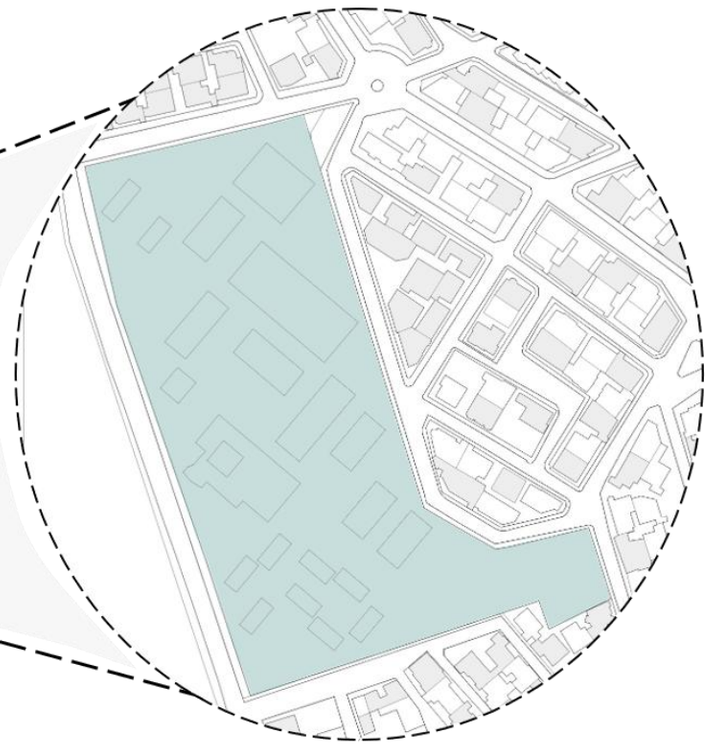
Achour Aoul Zakarya Achraf

Medjahdi Mohammed Alaa Eddine

SITUATION

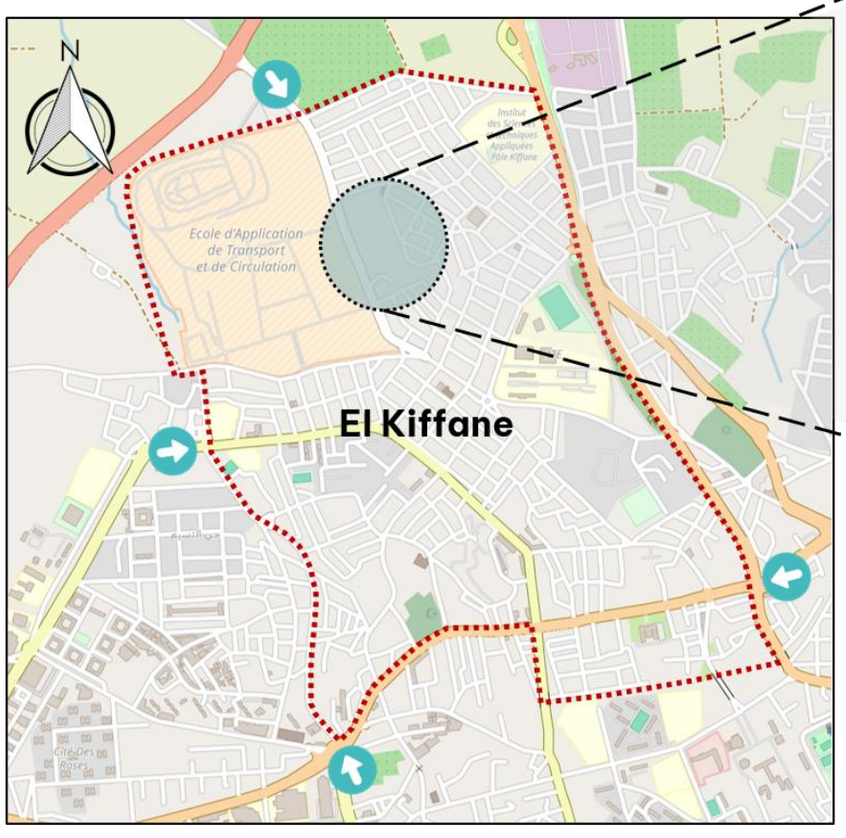


VILLE DE TLEMCEN



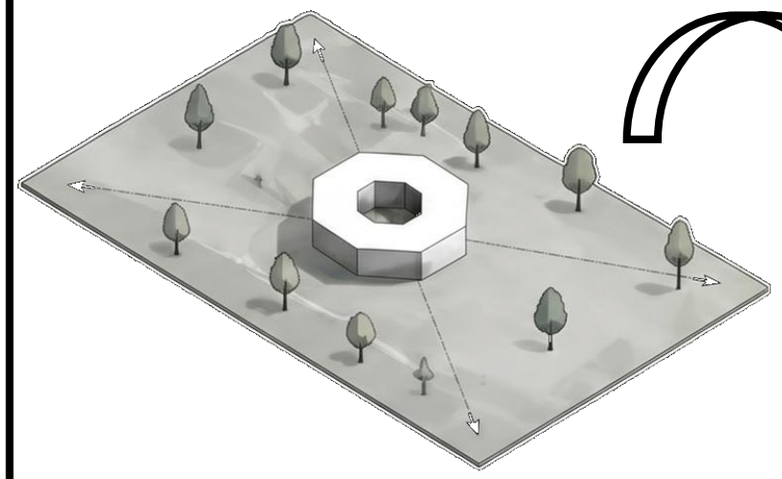
Le terrain situe au nord de quartier el Kiffane

L'ancien TECHNICUM



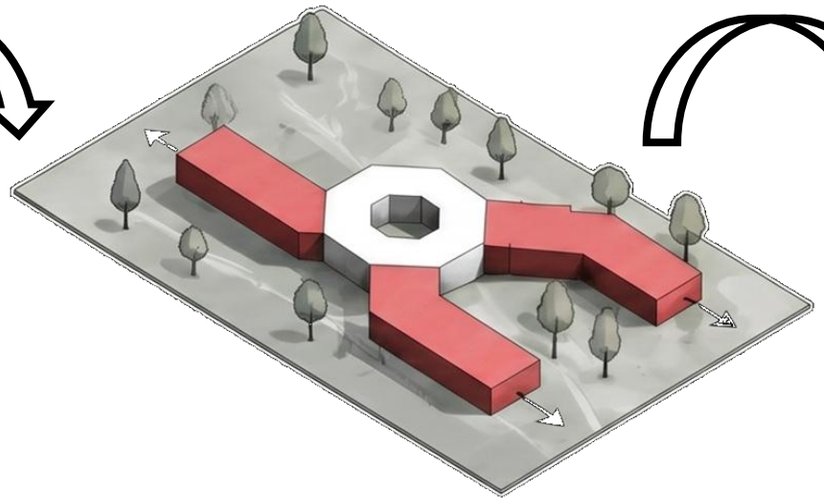
GÉNÈSE DE LA FORME

1. CRÉER UN CŒUR CENTRAL



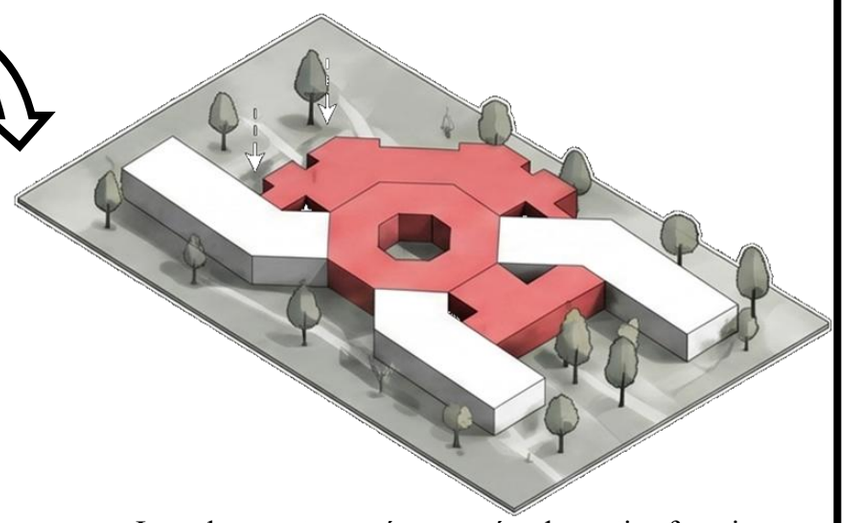
La composition s'organise autour d'un noyau central qui structure l'orientation et les flux des usagers.

2. DÉPLOYER LE PROGRAMME



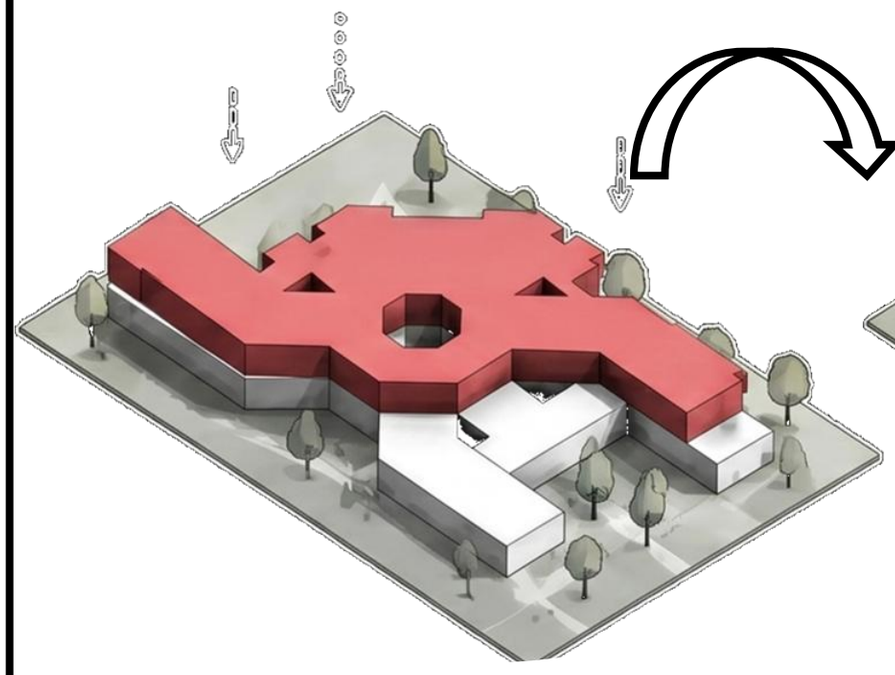
Les entités fonctionnelles se développent à partir du noyau central selon les axes majeurs, assurant une répartition claire et rationnelle du programme.

3. SCULPTER LES VIDES



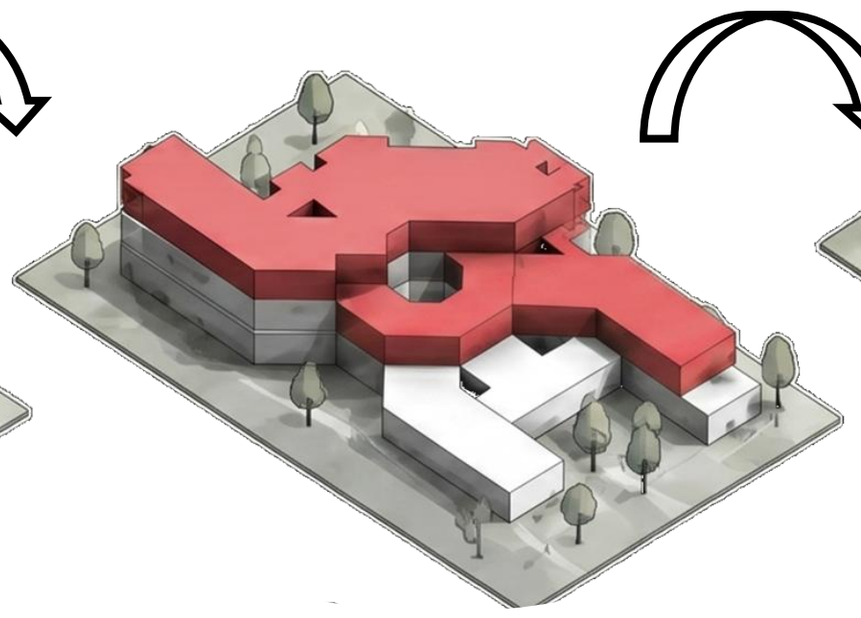
Le volume est creusé pour créer des patios favorisant l'éclairage naturel, la ventilation et les vues.

4. UNIFIER LA COMPOSITION



Les corps bâtis sont reliés pour former un ensemble cohérent, renforçant l'identité du projet et la fluidité des déplacements.

5. STRATIFIER LES VOLUMES



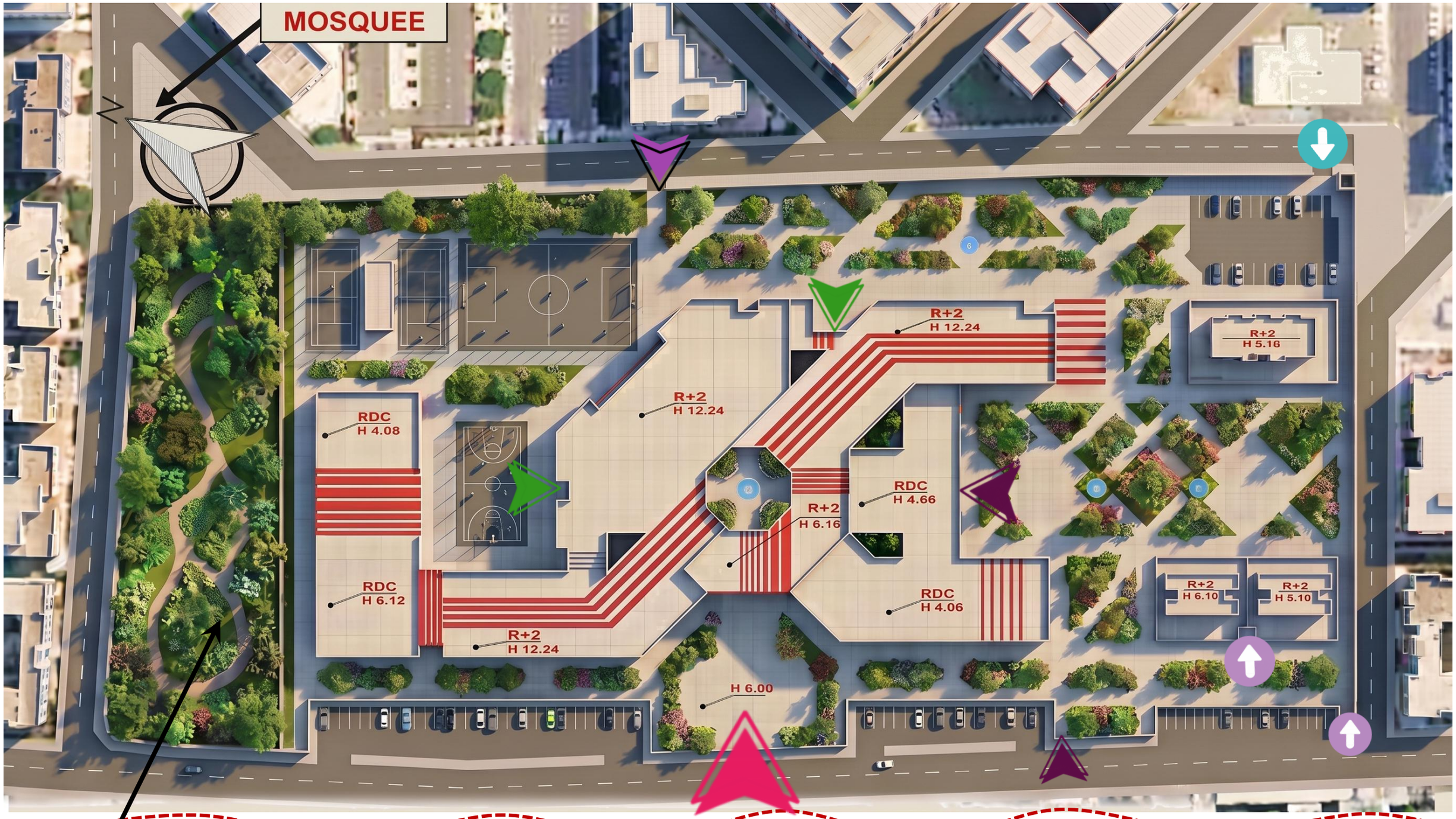
La volumétrie se développe verticalement pour optimiser l'emprise au sol et affirmer l'expression architecturale du projet.

6. FORME FINALE

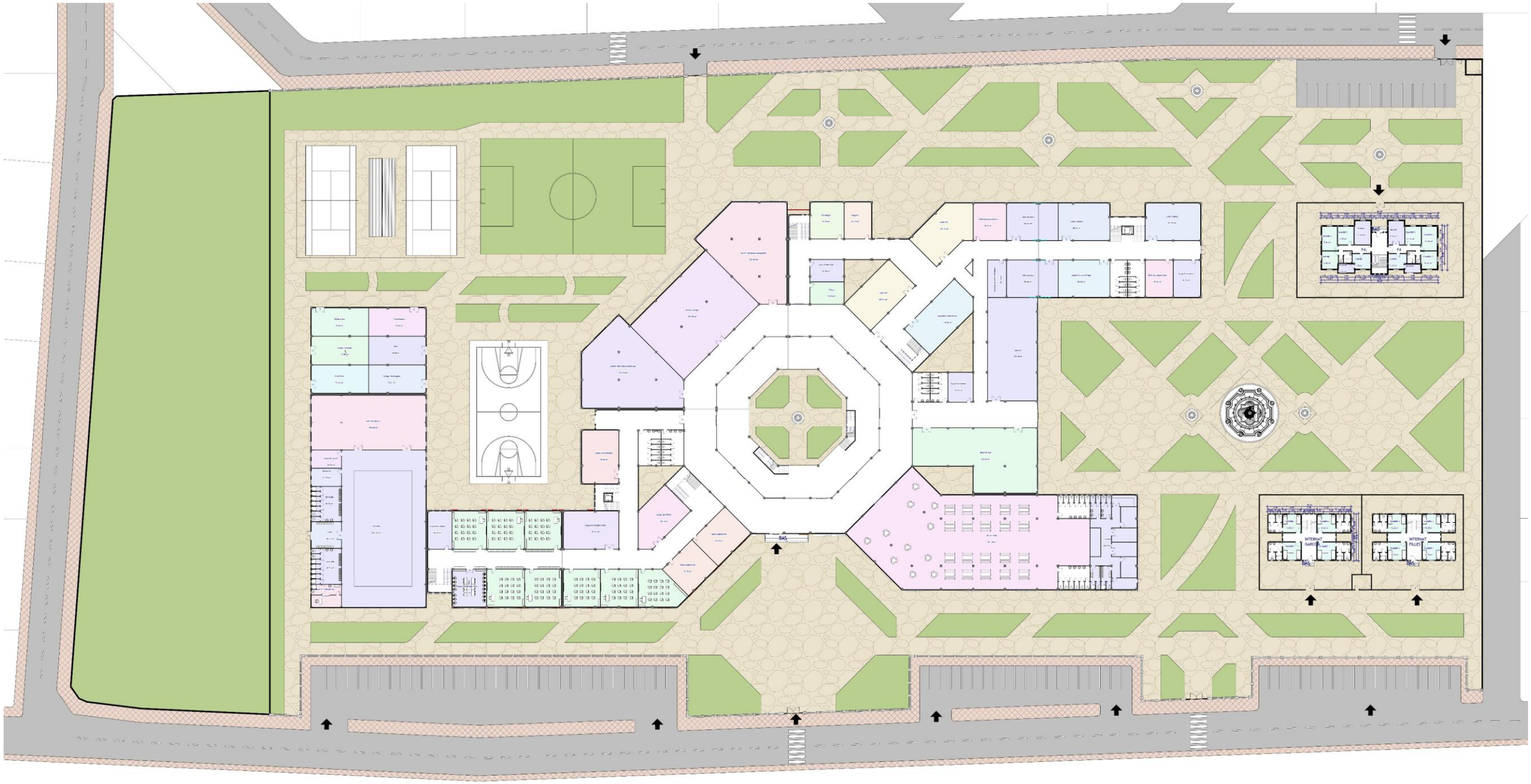


La forme finale allie organisation fonctionnelle, performance climatique et qualité spatiale autour d’un cœur central favorisant les échanges et l’apprentissage.

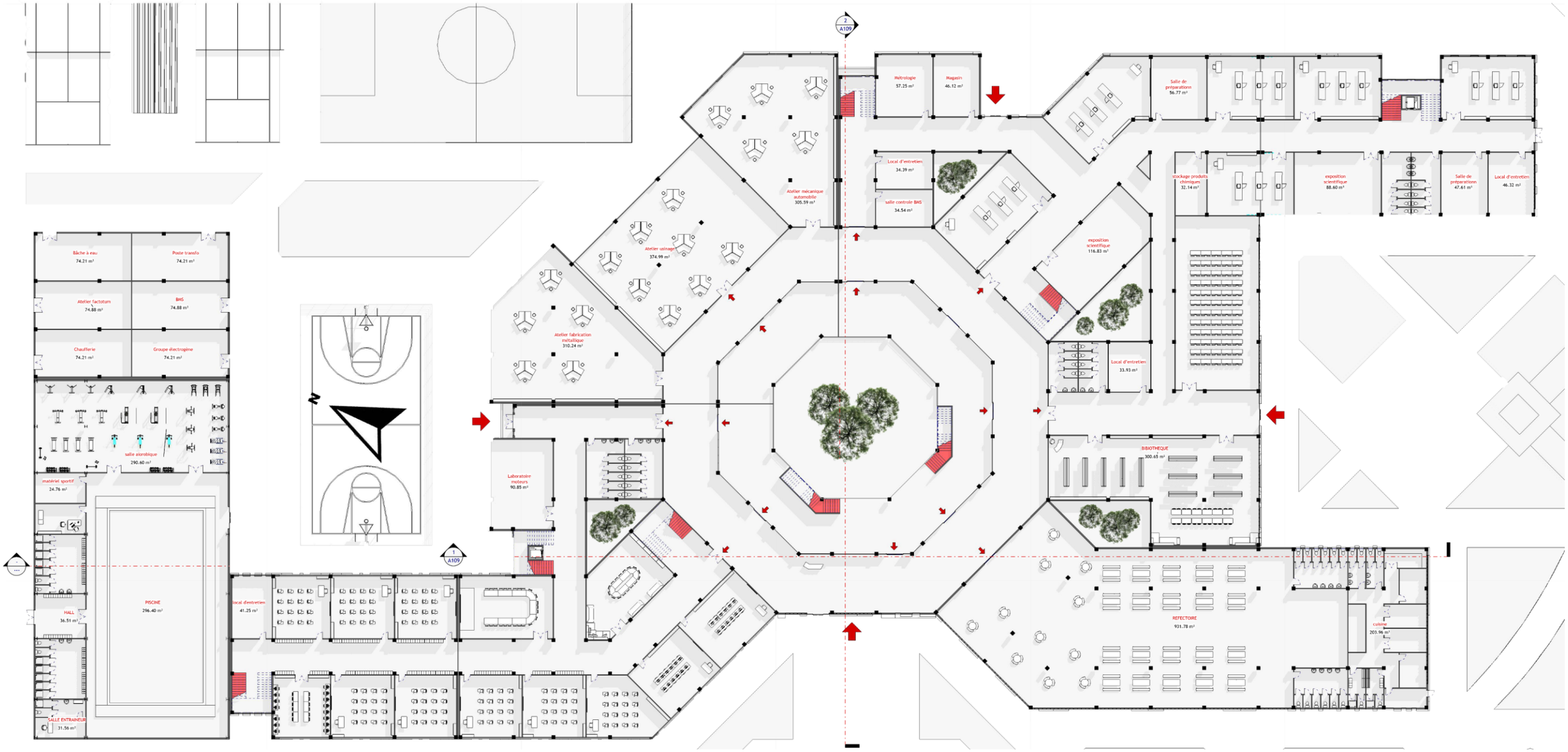
PLAN DE MASSE



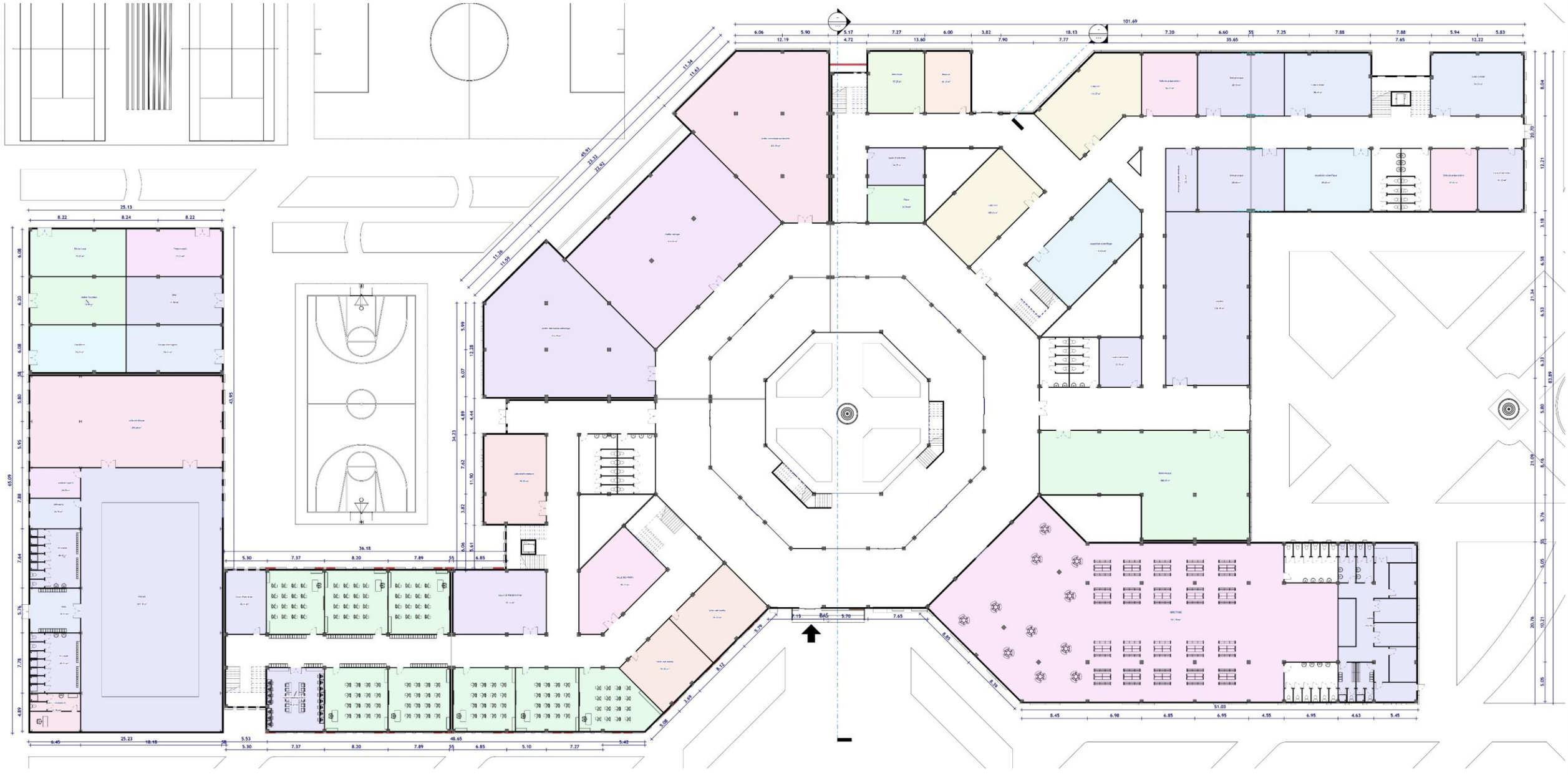
PLAN D'ASSEMBLAGE



PLAN RDC


2
A109
Métrologie
57.25 m²
Magasin
46.12 m²
Salle de préparationn
56.77 m²
Local d'entretien
34.39 m²
salle controle BAS
34.54 m²
Atelier mécanique automobile
305.59 m²
Atelier usinage
374.99 m²
Atelier fabrication métallique
310.24 m²
stockage produits chimiques
32.14 m²
exposition scientifique
88.60 m²
Salle de préparationn
47.61 m²
Local d'entretien
46.32 m²
exposition scientifique
116.83 m²
Local d'entretien
33.93 m²
BIBIOTHEQUE
300.65 m²
Laboratoire moteurs
90.85 m²
REFECTOIRE
931.78 m²
cuisine
203.96 m²
Bâche à eau
74.21 m²
Poste transfo
74.21 m²
Atelier factotum
74.88 m²
BAS
74.88 m²
Chaufferie
74.21 m²
Groupe électrogène
74.21 m²
salle aérobique
290.60 m²
matériel sportif
24.76 m²
HALL
36.51 m²
PISCINE
296.40 m²
SALLE ENTRAINEUR
31.56 m²
local d'entretien
41.25 m²
A109
N

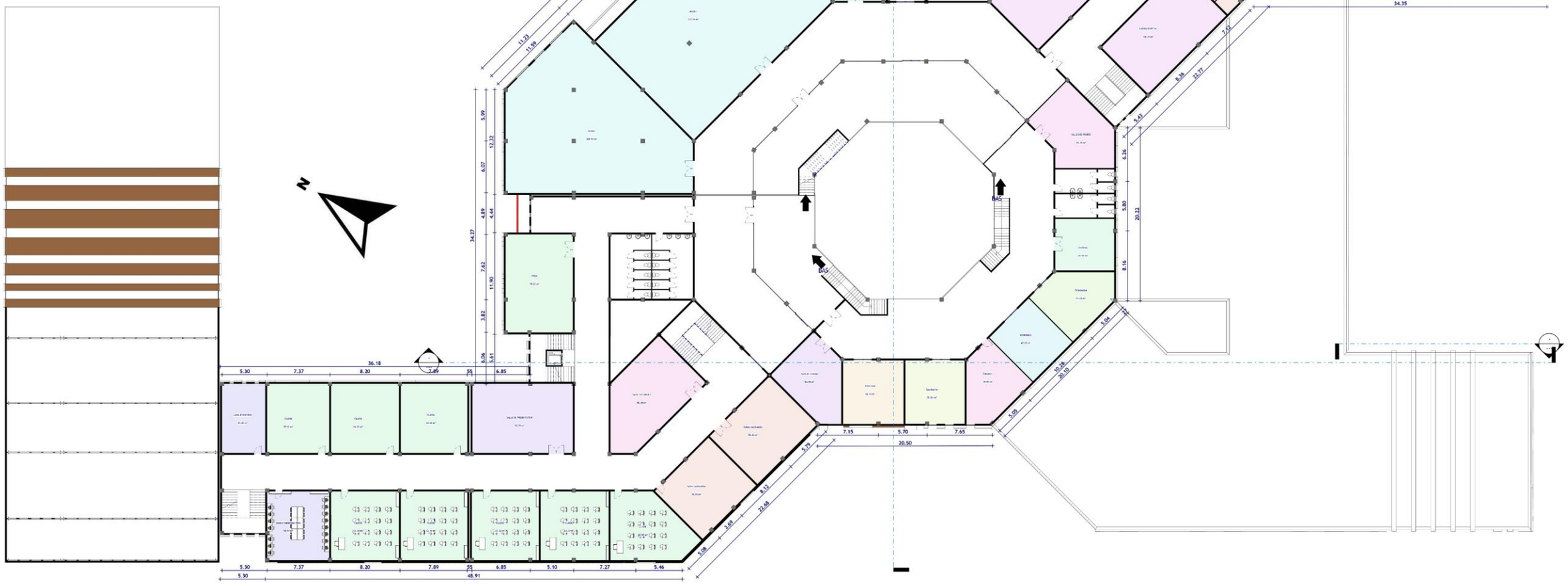
PLAN RDC (cotation)



PLAN 1IER ÉTAGE



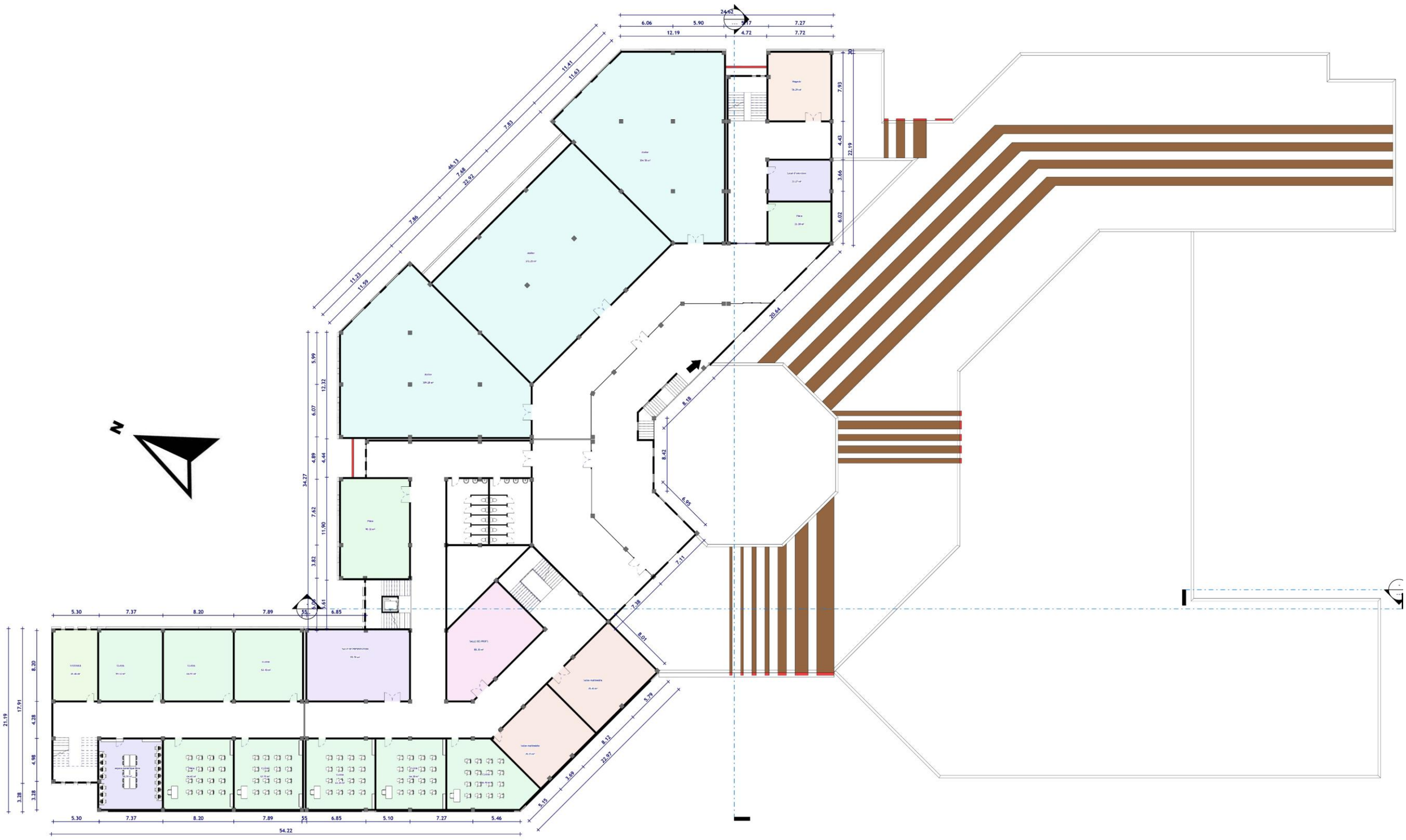
PLAN 1IER ÉTAGE (cotation)



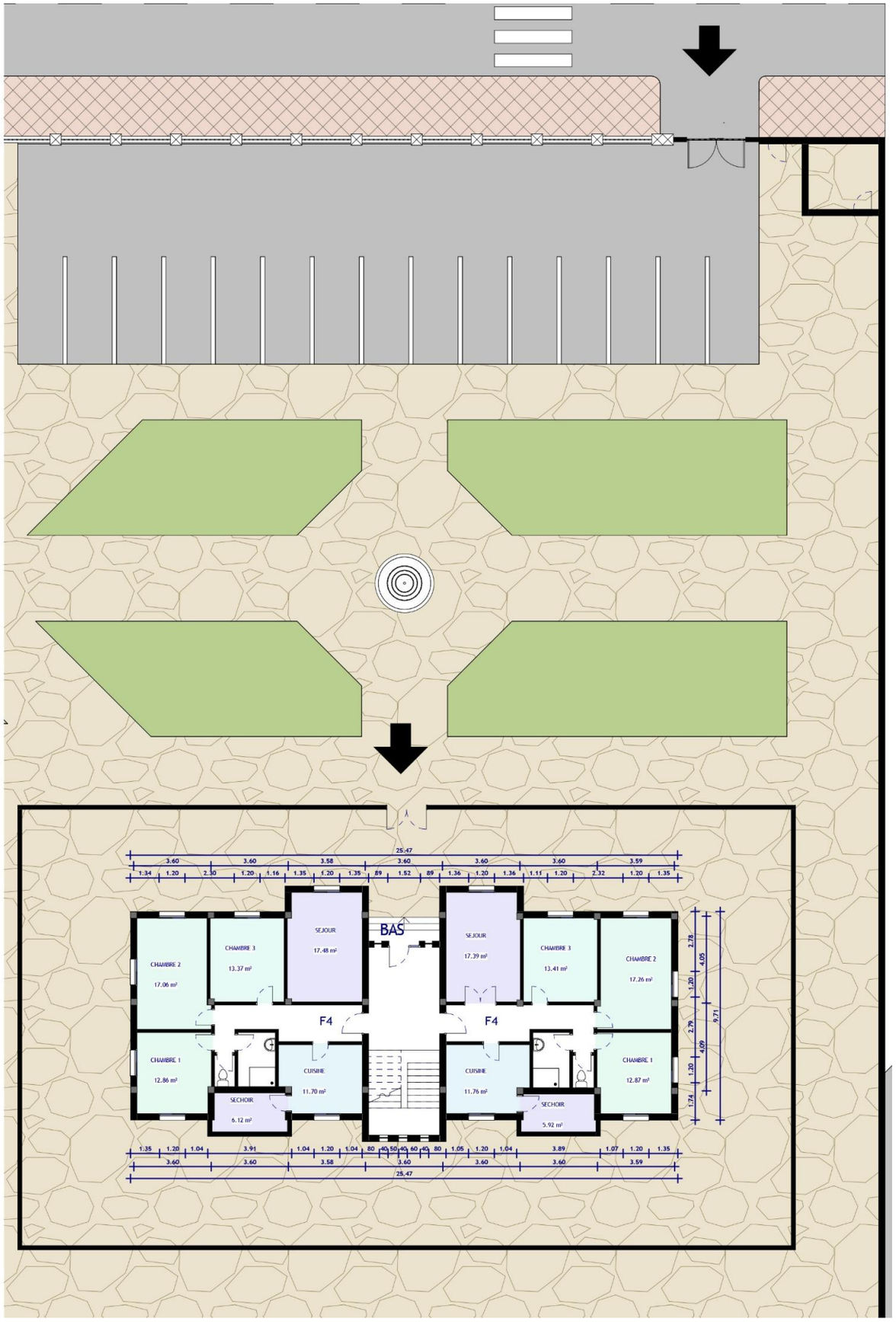
PLAN 2ème ÉTAGE



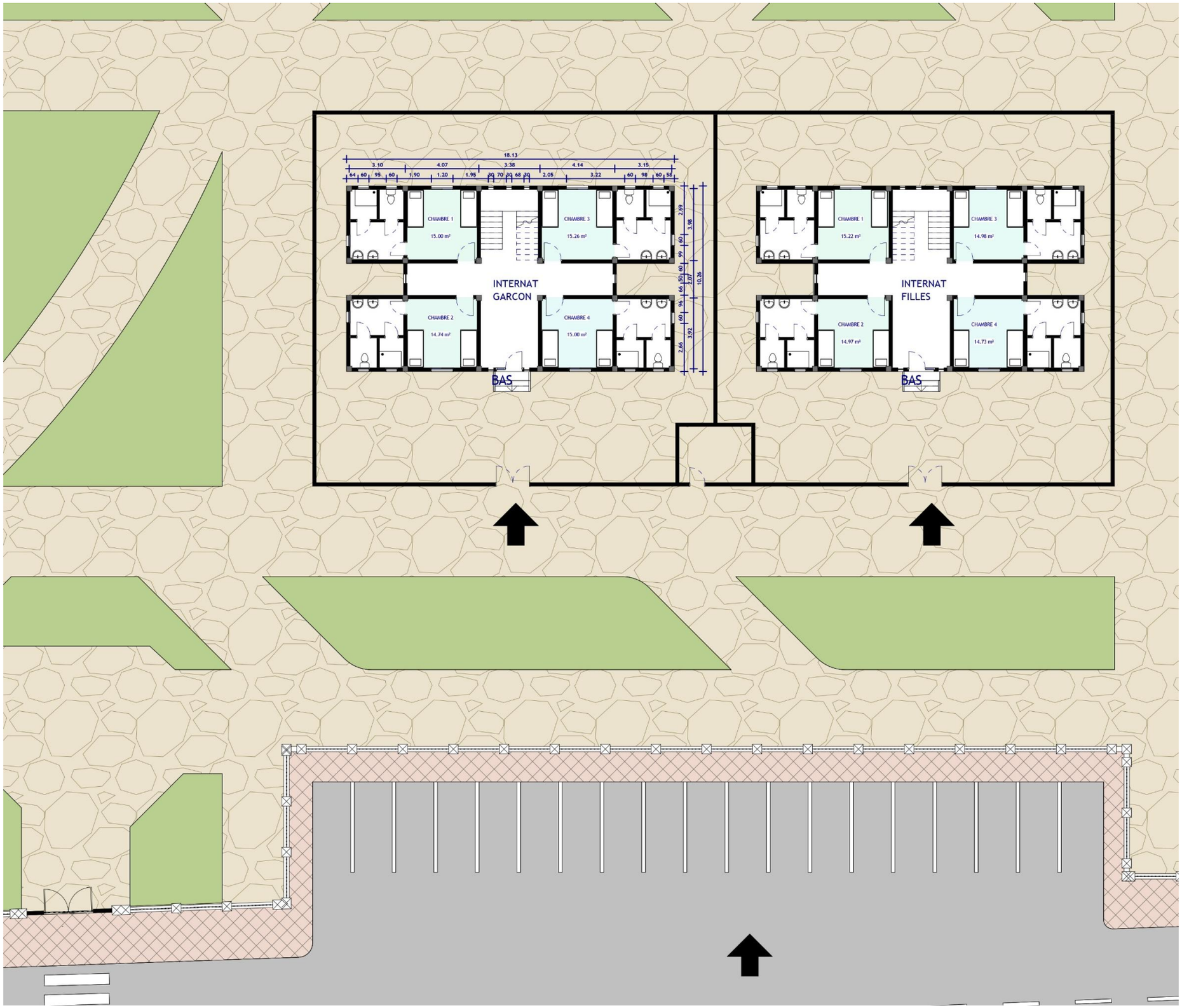
PLAN 2ème ÉTAGE (cotation)



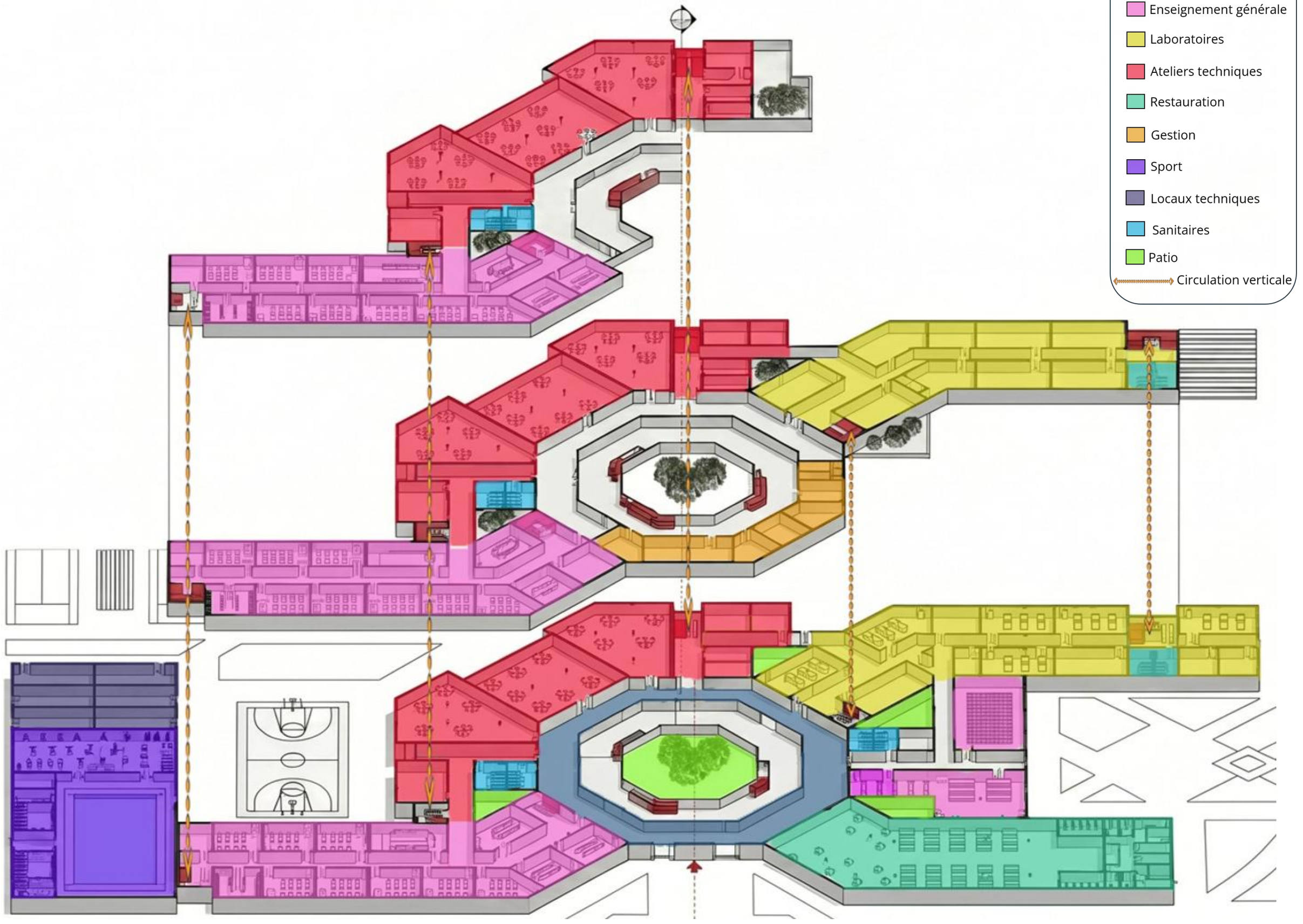
PLAN LOGEMENT



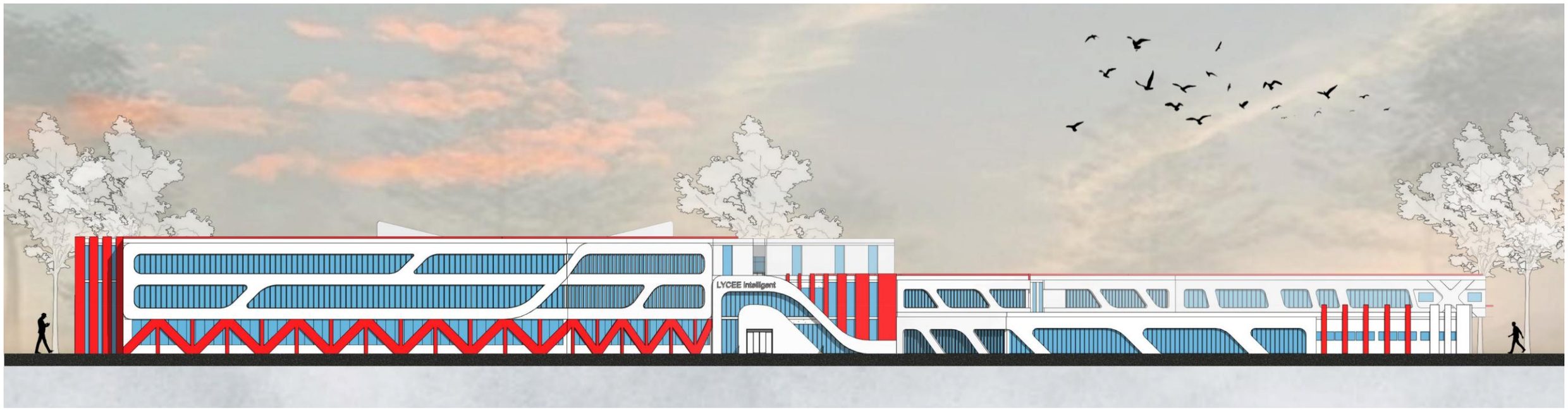
PLAN INTERNAT



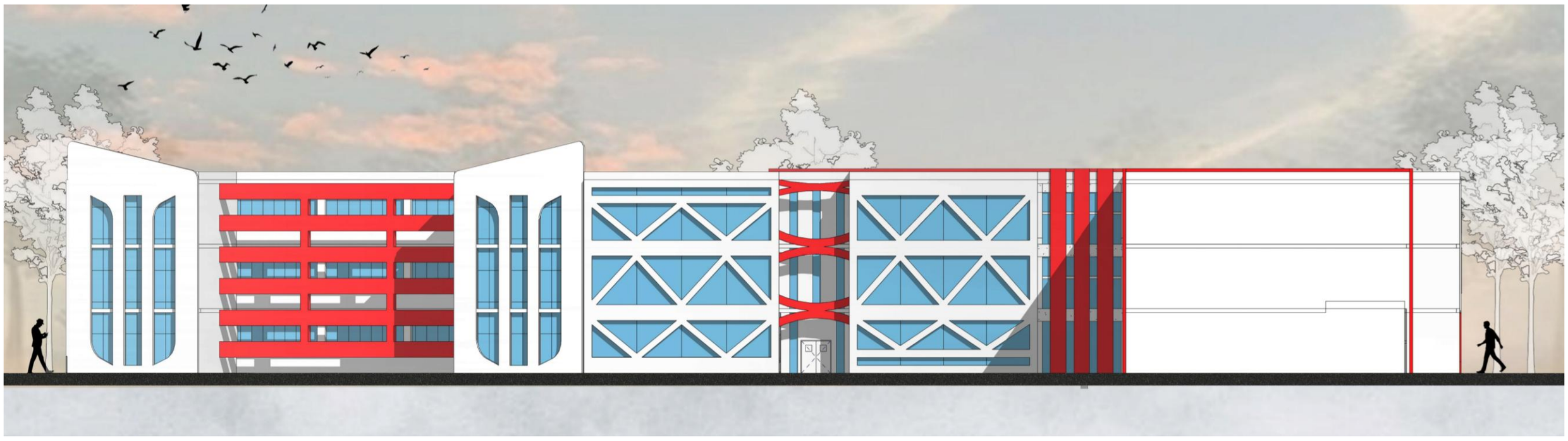
ZONING VERTICAL



LES FAÇADES

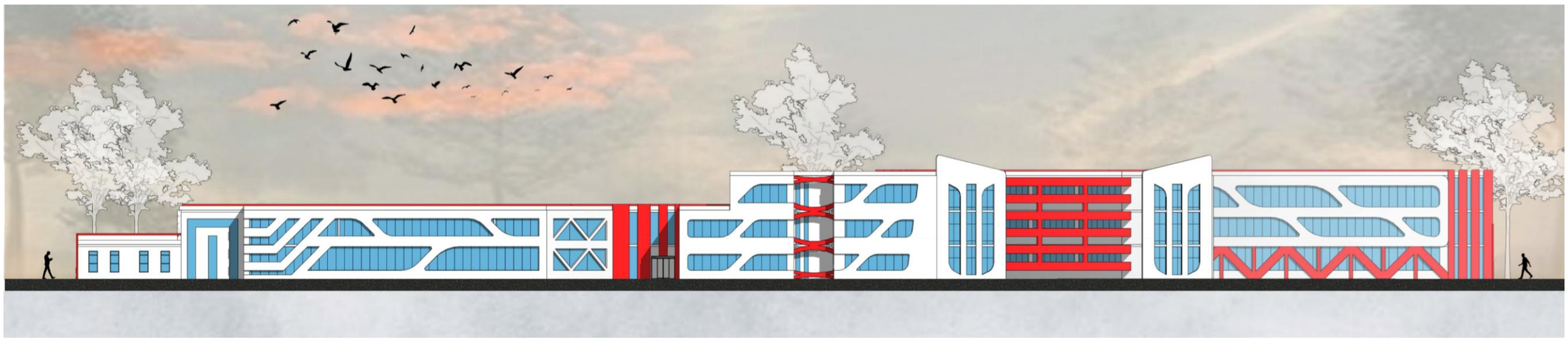


Façade principale (Sud)



Façade Ouest

LES FAÇADES



Façade Nord



Façade Est

DÉTAIL DE FAÇADE

BRISE SOLEIL DYNAMIQUE

DÉTAILS ARCHITECTURAUX

Système d'ombrage solaire adaptatif qui s'ajuste aux conditions solaires pour optimiser la lumière naturelle, le confort thermique et préserver la connexion visuelle.



DÉTECTEUR SOLAIRE

Capteur solaire intelligent qui détecte l'intensité et l'angle du soleil pour ajuster automatiquement l'orientation des lames.

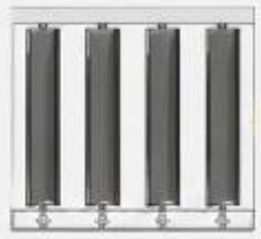
FONCTIONNEMENT DYNAMIQUE

3 MOMENTS CLÉS DE LA JOURNÉE



MATIN
SOLEIL BAS

Les lames sont perpendiculaires au vitrage (90°) pour minimiser l'ombre et maximiser la lumière naturelle.



MIDI
SOLEIL HAUT

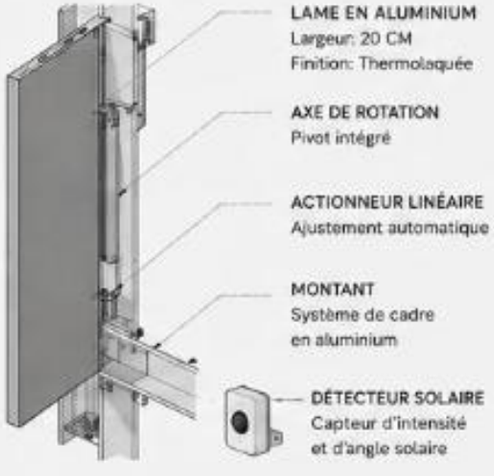
Les lames sont parallèles au vitrage (0°) pour bloquer les rayons du soleil



SOIR
SOLEIL BAS

Les lames sont inclinées à 45° pour contrôler l'éblouissement et maintenir le confort visuel.

DÉTAILS DU SYSTÈME



LAME EN ALUMINIUM
Largeur: 20 CM
Finition: Thermolaquée

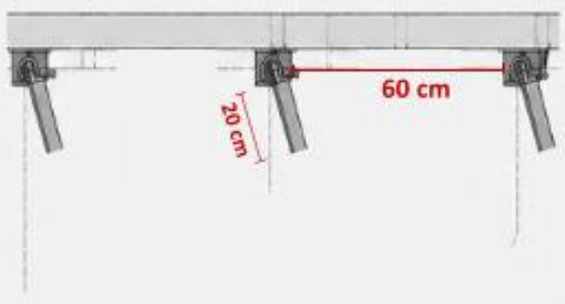
AXE DE ROTATION
Pivot intégré

ACTIONNEUR LINÉAIRE
Ajustement automatique

MONTANT
Système de cadre en aluminium

DÉTECTEUR SOLAIRE
Capteur d'intensité et d'angle solaire

DÉTAIL EN PLAN



DÉTAIL EN COUPE



PLAGE DE ROTATION
0° – 120°

AVANTAGES DU SYSTÈME

CONFORT THERMIQUE
Réduit les gains de chaleur et la charge de refroidissement.

OPTIMISATION LUMIÈRE NATURELLE
Équilibre la lumière naturelle et le contrôle de l'éblouissement.

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE
Réponse adaptative qui réduit la consommation d'énergie.

CONFORT VISUEL
Maintient les vues vers l'extérieur et préserve l'intimité.

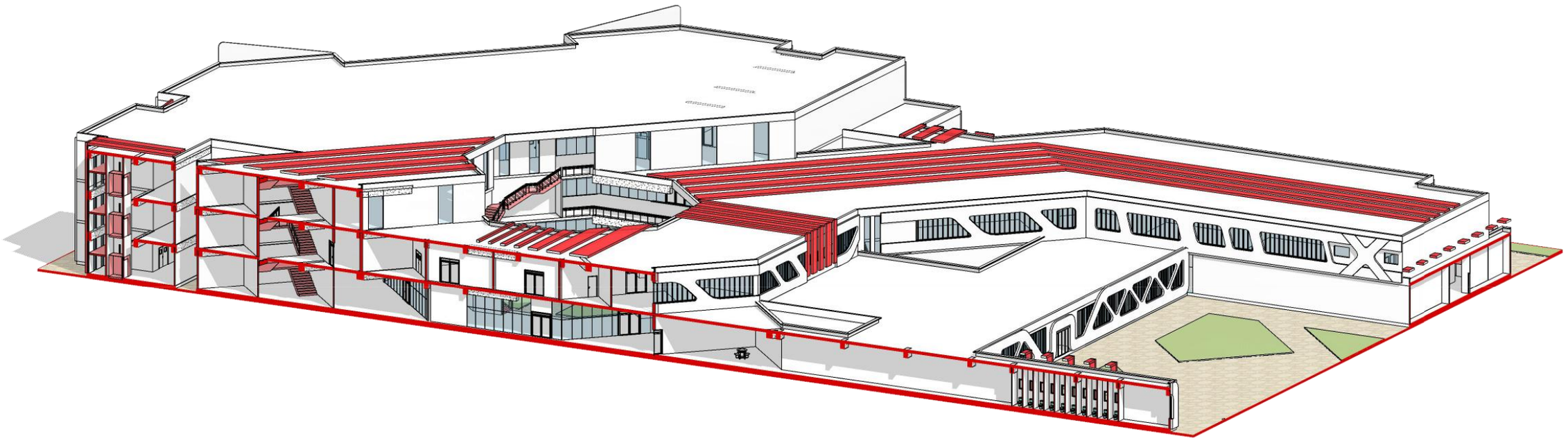
INTÉGRATION ARCHITECTURALE
Système intégré qui enrichit l'esthétique de la façade.

LARGEUR DE LAME: 20 CM | ESPACEMENT ENTRE LAMES: 60 CM | PLAGE DE ROTATION: 0° – 120° | MATÉRIAU: ALUMINIUM | FINITION: THERMOLAQUÉE

LES COUPES



Coupe A-A

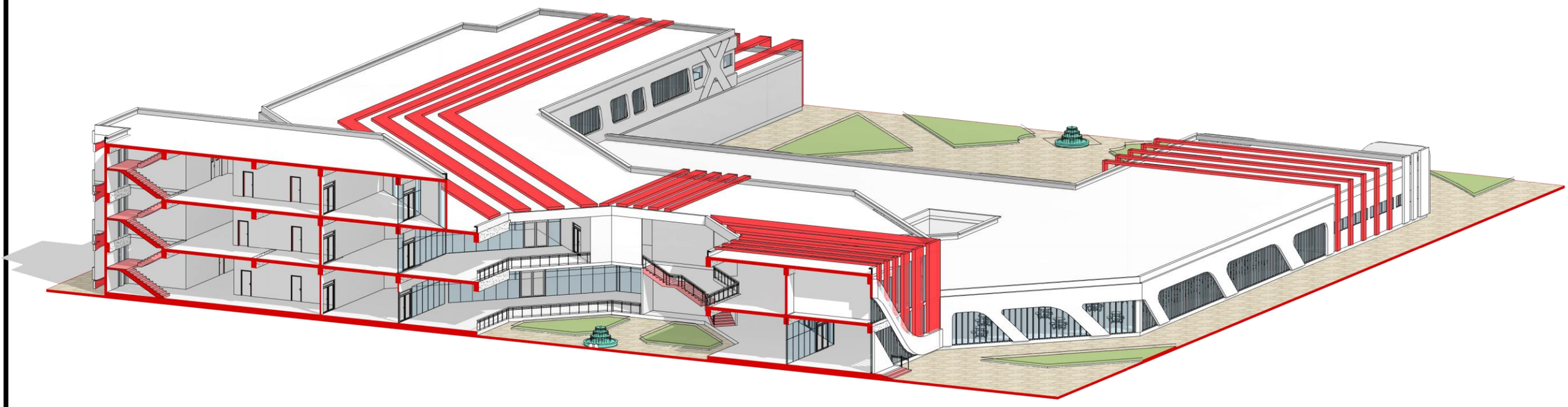


Coupe A-A 3D

LES COUPES



Coupe B-B



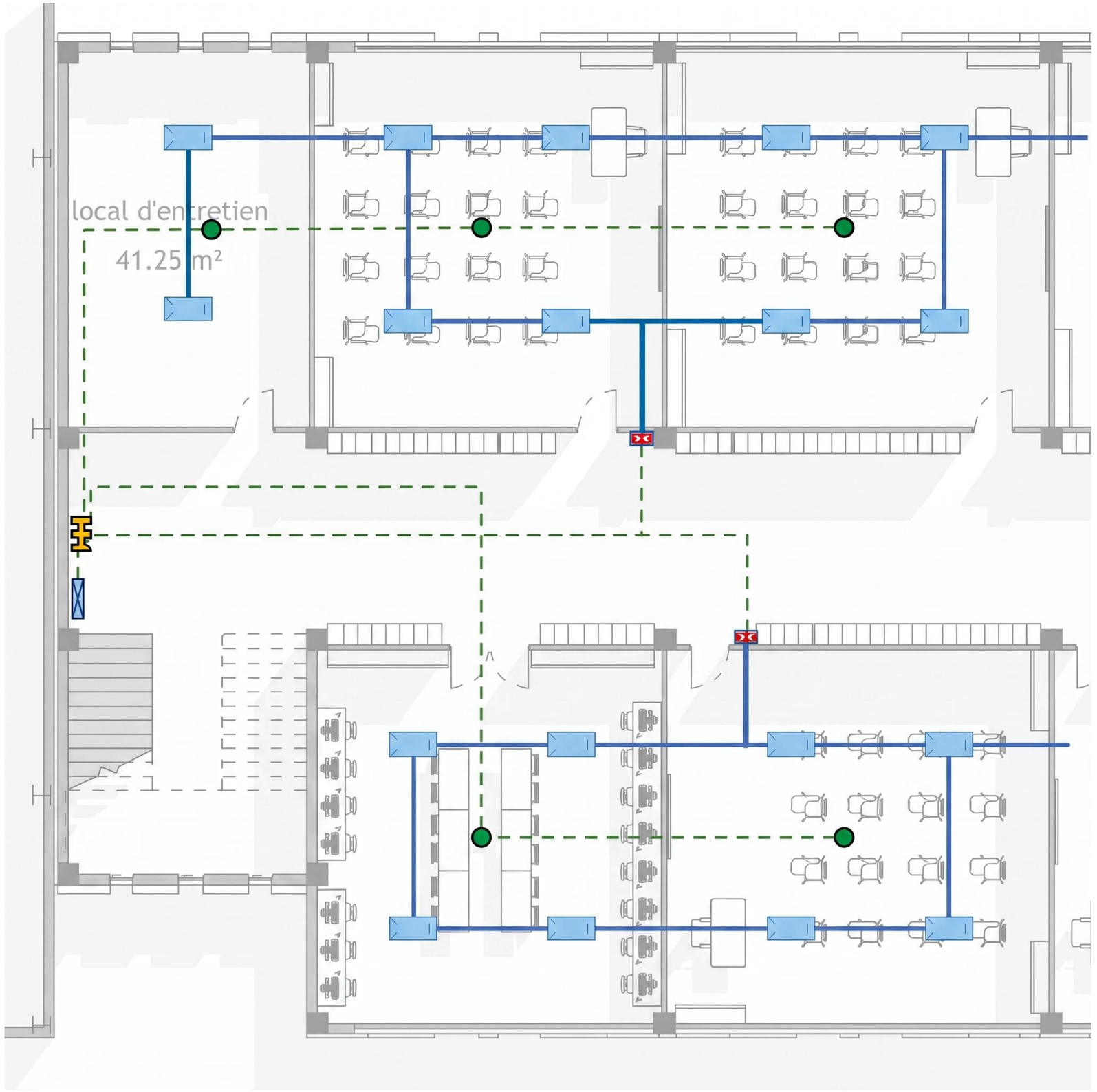
Coupe B-B 3D

CORPS D'ÉTAT SECONDAIRE

PLAN CHAUFFAGE ET CLIMATISATION



	UNITÉ INTÉRIEURE CASSETTE 4 VOIES	
	SONDE DE TEMPÉRATURE	
	ACTIONNEUR VAV	
	BACnet ms/tp rs485 CABLE	
	CONTROLEURE DDC	
	COMMUTATEURE BACNET / ETAGE	



PLAN VENTILATION



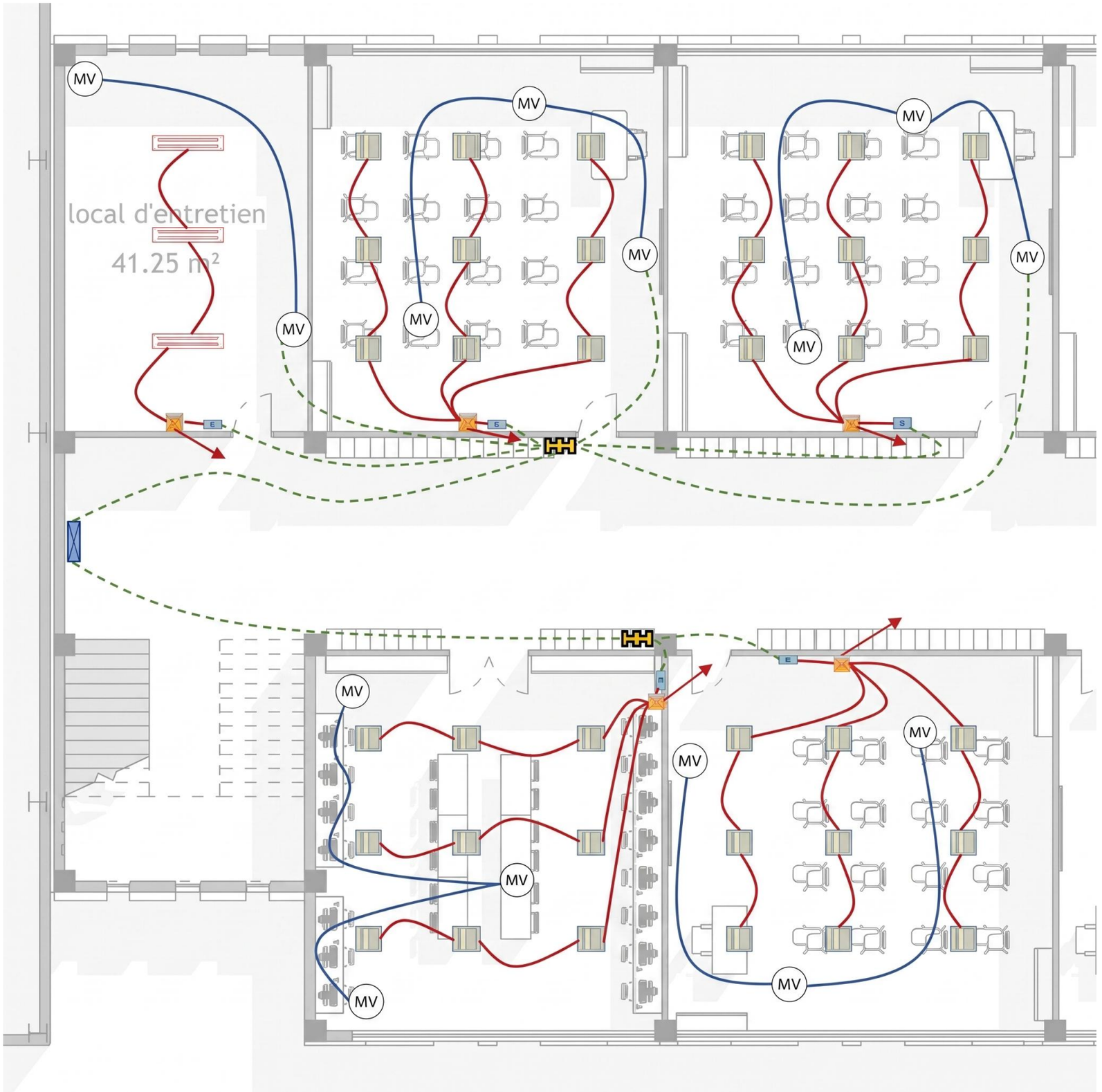
	VENTILATEURE DALIMENTATION	
	VARIATEUR DE FRÉQUENCE	VFD
	DÉTECTEUR DE MOUVEMENT	MV
	DÉTECTEUR DE CO2	CO2
	BACnet ms/tp rs485 CABLE	
	CONTROLEURE DDC	
	COMMUTATEURE BACNET / ETAGE	



PLAN ÉLECTRICITÉ



	LUMINAIRE CARRE 60X60	
	RELAIS ECLAIRAGE	RL
	DÉTECTEUR DE MOUVEMENT	MV
	LUMINAIRE 1M20	
	BACnet ms/tp rs485 CABLE	
	CONTROLEURE DDC	
	COMMUTATEURE BACNET / ETAGE	



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D EXTÉRIEURES



VUES 3D INTÉRIEURES







