

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 de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

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

En : Architecture

Spécialité : Architecture et technologie

Par : SETTOUTI MOHAMMED

MILOUD ABID MOHAMMED

Sujet

**Smart campus universitaire à travers la conception
d'un complexe sportif à l'Université Abou Bekr
Belkaid (la rocade -Mansourah)**

Soutenu publiquement, le 24/06/2026, devant le jury composé de :

Mr DIDI Ilies	MAA	Université de Tlemcen	Président
Mr RAHMOUN Mohammed	MCB	Université de Tlemcen	Examinateur
Mme MOUFFOK Malika	Architecte	Université de Tlemcen	Examinateur
Mme BENABDELKADER Nawel	MCB	Université de Tlemcen	Encadrant

Année universitaire : 2025/2026

Remerciement

Au terme de ces cinq années d'études, nous avons pleinement compris que le chemin parcouru revêt autant d'importance que la destination atteinte. Ce parcours n'a pas été exempt de difficultés ni de défis, suscitant de nombreuses interrogations auxquelles nous avons dû faire face avec persévérance, patience et détermination.

Avant toute chose, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir accordé la santé, le courage, la force et la volonté nécessaires pour mener ce travail à son aboutissement.

Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

*Nous adressons tout particulièrement nos sincères remerciements à **Mme Ben Abdelkader Nawal**, notre encadrante, pour son accompagnement bienveillant, son écoute attentive, ses encouragements constants ainsi que ses précieux conseils, qui ont considérablement enrichi notre travail*

Nous adressons également nos vifs remerciements à

*Monsieur **Kharbache Radwan**, pour son aide, ses orientations et son soutien qui ont contribué à l'amélioration de ce travail.*

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury pour le temps précieux qu'ils ont consacré à l'évaluation de ce travail ainsi que pour l'intérêt et l'attention qu'ils lui ont accordés.

Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude à nos familles pour leur soutien indéfectible, ainsi qu'à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce mémoire.

Dédicaces

Tout a commencé par la grâce de Dieu,
et c'est à Lui que j'adresse avant tout ma profonde reconnaissance.
Le reste n'est qu'une humble dédicace.

Je dédie ce travail aux êtres qui me sont les plus chers.

À mes très chers parents,
pour leur amour infini, leur patience, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible tout au long de mon
parcours.
Merci de m'avoir accompagné durant toutes mes années d'études, de m'avoir appris la valeur du travail, le
sens des responsabilités et les principes d'une bonne éducation.
Aucune parole ne saurait exprimer pleinement ma gratitude et mon affection envers vous.
J'espère de tout cœur être à la hauteur de vos attentes et vous rendre fiers à travers ce travail.

À mes chers frères,
en témoignage des liens sincères et solides qui nous unissent.
Merci pour votre soutien, vos encouragements et votre présence constante.
Je vous souhaite un avenir rempli de bonheur, de réussite et d'épanouissement.

À mes amis et à tous mes proches,
pour leur présence, leurs conseils et les moments de soutien partagés tout au long de cette aventure.
Je vous adresse mes meilleurs vœux de réussite et de prospérité.

Enfin, à toutes les personnes qui ont cru en moi,
merci du fond du cœur pour votre confiance, vos encouragements et votre soutien précieux, qui m'ont donné
la force et la motivation de poursuivre ce chemin.

Résumé :

Dans un contexte marqué par l'évolution rapide des technologies numériques et des nouveaux modes de gestion des espaces, les universités sont appelées à repenser leurs campus afin de répondre aux exigences de performance, de durabilité et de confort des usagers. Le concept de *Smart Campus* s'impose aujourd'hui comme une nouvelle approche intégrant les technologies intelligentes, les systèmes connectés et les outils numériques afin d'améliorer le fonctionnement et l'attractivité des espaces universitaires.

Le campus universitaire d'Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, situé à Mansourah – La Rocade, possède un potentiel important pour devenir un campus intelligent capable de répondre aux besoins des étudiants, enseignants et visiteurs. Cependant, les problèmes liés à l'organisation des espaces et à la gestion des infrastructures nécessitent une réflexion globale sur l'aménagement du campus et l'optimisation de son fonctionnement.

Dans cette perspective, le projet vise à proposer une vision innovante du campus basée sur l'intégration des technologies numériques et des espaces connectés afin d'améliorer le confort des usagers, la qualité des services et la qualité de vie universitaire. Cette transformation doit également s'inscrire dans une démarche durable permettant au campus de devenir un véritable pôle d'innovation, d'interaction et d'ouverture sur son environnement urbain et socio-économique.

Mots-clés :

Smart Campus — Technologies numériques — Espaces connectés — Campus universitaire — Développement durable — Innovation — Qualité de vie universitaire

المخلص:

في ظل التطور السريع للتكنولوجيات الرقمية وأساليب تسيير الفضاءات الحديثة، أصبحت الجامعات مطالبة بإعادة التفكير في تصميم وتهيئة الحرم الجامعي بما يستجيب لمتطلبات الأداء والاستدامة وراحة المستخدمين. ويُعد مفهوم “الحرم الجامعي الذكي” من المقاربات الحديثة التي تعتمد على دمج التقنيات الذكية والأنظمة المتصلة والأدوات الرقمية بهدف تحسين أداء الفضاءات الجامعية وزيادة جاذبيتها.

يمتلك القطب الجامعي أبو بكر بلقايد بتلمسان، الواقع بمنطقة المنصورة – الطريق الدائري، إمكانيات هامة تؤهله ليصبح حرمًا جامعيًا ذكيًا قادرًا على تلبية احتياجات الطلبة والأساتذة والزوار. غير أن المشاكل المرتبطة بتنظيم الفضاءات وتسيير الهياكل تتطلب دراسة شاملة لإعادة تهيئة الحرم الجامعي وتحسين طريقة عمله.

وفي هذا الإطار، يهدف المشروع إلى تقديم رؤية مبتكرة للحرم الجامعي من خلال دمج التكنولوجيات الرقمية والفضاءات المتصلة، قصد تحسين راحة المستخدمين وجودة الخدمات والحياة الجامعية. كما يجب أن تندرج هذه العملية ضمن مقاربة مستدامة تجعل من الحرم الجامعي قطبًا حقيقيًا للابتكار والتفاعل والانفتاح على محيطه الحضري والاجتماعي والاقتصادي.

الكلمات المفتاحية:

الحرم الجامعي الذكي — التكنولوجيات الرقمية — الفضاءات المتصلة — التنمية المستدامة — الابتكار — جودة الحياة الجامعية — الجامعة الذكية

Abstract :

In a context marked by the rapid evolution of digital technologies and new space management methods, universities are required to rethink their campuses in order to meet the demands of performance, sustainability, and user comfort. The concept of the *Smart Campus* has emerged as a new approach integrating intelligent technologies, connected systems, and digital tools to improve the functioning and attractiveness of university spaces.

The university campus of Abou Bekr Belkaid in Tlemcen, located in Mansourah – La Rocade, has significant potential to become a smart campus capable of meeting the needs of students, teachers, and visitors. However, issues related to space organization and infrastructure management require a comprehensive reflection on campus planning and operational optimization.

In this perspective, the project aims to propose an innovative vision of the campus based on the integration of digital technologies and connected spaces in order to improve user comfort, service quality, and university life quality. This transformation must also be part of a sustainable approach enabling the campus to become a true hub of innovation, interaction, and openness to its urban and socio-economic environment.

Keywords :

Smart Campus — Digital Technologies — Connected Spaces — University Campus — Sustainable Development — Innovation — Quality of University Life

Table des illustrations	1-10
1 Introduction.....	15
2 Problématique	16
3 Hypothèse	16
4 Objectifs de la recherche.....	16
5 intérêt de la recherche	17
6 Motivation du choix.....	17
7 Méthodologie	17
Chapitre I : Approche théorique et définition des concepts	
1 Introduction.....	19
2 LE DÉVELOPPEMENT DURABLE.....	19
3 Le paysage intelligent :	20
4 Smart design, généralité et définition des concepts :	21
5 SMART COMPUS	37
6 Conclusion	38
Chapitre 2 : Approche analytique	
1 Introduction.....	40
2 Choix de la ville.....	40
3 L'UNIVERSITE DE TLEMCEN	45
4 DIAGNOSTIC URBAIN	52
5 Questionnaire	53
6 ANALYSE THEMATIQUE	53
7 Conclusion	57
8 STRATÉGIE D'INTERVENTION.....	58
9 Tableau des technologies urbaines intelligentes	59
10 Master plan.....	61
1 Introduction :.....	64
2 Aperçu sur la notion de complexe sportif universitaire intelligent.....	64

3	Principales exigences :	64
4	Conclusion	74
Chapitre 3 : Approche progrogrammatique		
1	Introduction :	74
2	Objectifs de la programmation :	74
3	Les besoins des utilisateurs :	75
4	Programme surfacique :	77
5	Organigrammes spatiaux :	80
1	Introduction.....	83
2	Analyse du terrain	83
3	Conclusion	94
Chapitre 4: Approche conceptuelle (réponses architecturales)		
1	Introduction.....	96
2	Plan de masse ;	96
3	Plan RDC ;	97
4	Plan 1er étage ;	98
5	Approche stylistique	99
6	Analyse des façades	100
7	Ambiance intérieure et extérieur.....	102
Chapitre 5 : chapitre technique		
1	Introduction.....	104
2	Superstructure :	104
3	Les Matériaux	108
4	Les Aménagements Extérieurs (Au sol)	109
5	Le courant faible :	110
6	Réseau anti-incendie :	110
7	CLIMATISATION	111
8	Conclusion	112
1	Conclusion générale.....	113

2	Bibliography	Erreur ! Signet non défini.
		117

Table des illustrations

Figure 1 : les trois piliers du développement durable Source : aller vers un développement durable.....	19
Figure 2 : les six critères principaux pour classer les villes intelligentes	22
Figure 3 : colonne lumineux intelligent LED.	26
Figure 4: technique d'un mur végétale selon Patric le blanc, source : http://www.naturedesign.fr	27
Figure 5 : poubelle intelligente	29
Figure 6 : banc intelligent Ibali	29
Figure 7 : banc solaire.....	30
Figure 8 : parking à vélo	30
Figure 9 fonctionnement du jardin de pluie	32
Figure 10 : : les compositions de la toiture végétale Source : Google image.	32
Figure 11 : fonctionnement d'un panneau solaire.....	36
Figure 12 panneau solaire	36
Figure 13 : une station d'énergie solaire. Source : Google image.	36
Figure 14 ; Cadre de campus intelligent	38
Figure 15 : Situation de la wilaya de Tlemcen.	41
Figure 16 : Frise chronologique de TLEMEN. –	42
Figure 17 : topographie de la ville de Tlemcen	43
Figure 18 : Les réseaux à l'échelle régionale.....	43
Figure 19 : Les réseaux routiers à l'échelle locale.....	44
Figure 20 : Les Températures de la ville de TLEMEN.....	44
Figure 21 : Précipitations de la ville de TLEMEN.....	44
Figure 22 : Implantation géographique des facultés et écoles de l'Université de Tlemcen	45
Figure 23 : Carte de délimitation	46
Figure 24 : Carte de historique de campus universitaire mansourah (la rocade).....	47
Figure 25: Carte du réseau viaire	48
Figure 26 : carte de mobilté urbaine	49
Figure 27: carte de gabarit	49
Figure 28: Carte des pleins et des vides.....	50
Figure 29 : Carte des points de repères	50
Figure 30 :	50
Figure 31 :	50
Figure 32 : PORTAIL PRINCIPAL	50
Figure 33 : RÉCTORA	50
• Figure 34 : BIBLIOTHÈQUE	50

Figure 35 : Carte de diagnostic sur plan paysager	52
Figure 36: Carte de diagnostic sur plan fonctionnel	52
Figure 37 : Carte de diagnostic sur plan architectural	53
Figure 38 : campus de la Nanyang Technological University (NTU)	54
Figure 39 : campus de la Nanyang Technological University (NTU)	54
Figure 40 : NTU Landscape Master Plan	54
Figure 41 : bus électrique et autonome	54
Figure 42 : Structure en tours de béton texturé du Learning Hub « The Hive »	55
Figure 43 : Toiture végétalisée incurvée et interconnectée de l'École d'art, de design et de média	55
Figure 44 : Singapore University of Technology and Design - SUTD.....	55
Figure 45 : Aménagement paysager durable	55
Figure 46 : Façades bioclimatiques à persiennes colorées entourant la cour centrale de la SUTD.....	56
Figure 47 : SUTD Academic Campus - Environmental Design & Solar Analysis	56
Figure 48 : Schéma fonctionnel illustrant le croisement des axes	56
Figure 49 : Analyse des composants de façade, des variations de persiennes et des angles d'ombrage du campus SUTD	56
Figure 50 : Vues du campus de la SUTD	56
Figure 51 : carte de stratégie sur plan paysager	58
Figure 52 : carte de stratégie sur plan fonctionnel	58
Figure 53 : carte de stratégie sur plan architectural	59
Figure 54 : Sports Building Erasmus Université Rotterda	66
Figure 55 : Volumétrie.....	66
Figure 56 : plan de masse.....	66
Figure 57 : Organigramme spatiale.....	66
Figure 58 : PLAN DU R-D-C.....	66
Figure 59 : Plan 1er étage	66
Figure 60 : plan 2eme étage	67
Figure 61 : des Façades.....	67
Figure 62 : coupe	67
Figure 63 : Le grand atrium d'entrée.....	67
Figure 64 : salle de sport intérieurs.....	67
Figure 65 : Les gradins en bois.....	67
Figure 66 ; Complexe sportif de Corbeville de l'Université Paris-Saclay.....	68
Figure 67 : Volumétrie.....	68
Figure 68 : Organigramme spatiale.....	68

Figure 69 : plan de masse.....	68
Figure 70 : Rez-de-chaussée	68
Figure 71 : PLAN DE L'ÉTAGE	69
Figure 72 : Les façades	69
Figure 73 : 2 coupes.....	69
Figure 74 : Détail de la charpente	69
Figure 75 : La grande salle omnisports.....	69
Figure 76 : vue interieur.....	69
Figure 77 : plan de toiture	70
Figure 78 : tennis couvert	70
Figure 79 : plan de tennis.....	70
Figure 80 : coupe de tennis	70
Figure 81 : Centre sportif Collège l'Assomption	70
Figure 82 : Organigramme spatiale.....	70
Figure 83 : Plan De Masse	70
Figure 84 : Volumétrie.....	70
Figure 85 : PLAN DU R-D-C.....	71
Figure 86 : Les coupes	71
Figure 87 : PLAN DE L'ÉTAGE	71
Figure 88 : façades.....	71
Figure 89 : Un espace lounge et cafétéria.....	72
Figure 90 : Un gymnase double.....	72
Figure 91 : Une patinoire intérieure.....	72
Figure 92 : : schéma des objectifs de la programmation	75
Figure 93 : orgramme fonctionnel	76
Figure 94 : Organigrammes spatiaux.....	80
Figure 95 : Surface emprise du sol et non bâti.....	81
Figure 96 : Carte de délimitation du terrain.....	84
Figure 97 : faculté des sciences	Erreur ! Signet non défini.
Figure 98 : réctora.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 99 : Carte des limites et architecture environnante	Erreur ! Signet non défini.
Figure 100 : .Carte d'accessibilité et circulation	85
Figure 101 : Carte de la course solaire et vents dominants.....	86
Figure 102 : Coupes topographiques du terrain.....	86
Figure 103 : Carte morphologique du terrain	86
Figure 104 : Carte VRD du terrain	87

Figure 105 : Carte de perceptions visuelles	87
Figure 106 : Carte de visibilité	88
Figure 107 : Schéma d'accessibilité	90
Figure 108 : Plan de masse	96
Figure 109 : Plan de RDC	98
Figure 110 : Plan de 1er étage.....	99
Figure 111: Le profilé IPE enrobé en béton et son boulonnage, Source Google image.....	104
Figure 112: poutre en treillis, Source : Google image	105
Figure 113: poutre en treillis, Source : auteur.....	105
Figure 114: plancher collaborant, Source : Google image.	105
Figure 115 : La dalle pleine ; source : google image	105
Figure 116 : schéma de courant faible	110
Figure 117 : les éléments de système d'anti incendie	110
Figure 118: système de fonctionnement de la VMC double flux, Source : Google image.	111

Introduction générale

1 Introduction

Le concept de villes intelligentes (ou smart cities) est apparu comme une solution potentielle pour relever les défis urbains actuels, notamment dans la planification et le développement. Cette approche vise à fusionner les mondes physique et numérique en utilisant des technologies de l'information et de la communication (TIC)¹ sophistiquées et l'énorme volume de données générées en milieu urbain pour résoudre les problèmes

Un élément clé de ces villes est leur capacité à accéder à des informations en temps réel sur les activités et les préférences des citoyens, ce qui permet de comprendre les comportements à l'échelle de la ville et individuelle. Malgré l'exploration de ces solutions technologiques à travers le monde, le concept de ville intelligente manque encore d'une définition officielle en raison des diverses perspectives scientifiques

Le développement durable des ressources naturelles et des espaces verts constitue un défi majeur face à l'expansion urbaine. Les espaces verts (parcs, jardins, arbres) sont cruciaux pour les services écosystémiques (purification de l'air, régulation du microclimat, réduction du bruit). Pour construire des villes intelligentes, il est essentiel d'intégrer des stratégies efficaces de planification et de gestion des ressources urbaines, de la pollution, du climat et des infrastructures vertes.

De plus, les villes intelligentes sont poussées par des motivations économiques. Elles cherchent à attirer la main-d'œuvre qualifiée et à renforcer leur compétitivité mondiale en créant un environnement de haute qualité. En optimisant la gestion des ressources et en réduisant les coûts administratifs grâce aux technologies intelligentes, elles visent à améliorer leur économie et à accroître leur résilience face aux crises économiques

la présence d'une université n'est jamais neutre pour une ville, comme l'a souligné Hélène Dang Vu en 2014². La concentration d'étudiants modifie profondément la démographie locale, les rythmes de la ville, le fonctionnement des transports urbains, il est pertinent de considérer les campus universitaires comme des entités qui fonctionnent elles-mêmes comme des villes ou des quartiers. Ils sont utilisés par une population diversifiée (étudiants, personnel, résidents voisins) qui y travaillent, s'y restaurent, y dorment et y transitent. Leur gouvernance est mise en place par des élections qui rappellent la démocratie municipale, et leurs défis de gestion recoupent souvent les problématiques urbano-territoriales

Dans cette optique, les campus se positionnent comme des laboratoires de l'urbain. Ils offrent un territoire idéal pour expérimenter de nouveaux services et tester l'intégration des technologies numériques pour améliorer l'accès aux services quotidiens. Cette expérimentation se fait en tenant compte des impératifs du développement durable, avec pour objectif que ces solutions innovantes puissent ensuite être diffusées dans l'aire métropolitaine plus large.

¹ Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). *Smart Cities in Europe*. Journal of Urban Technology, 18(2), 65-82.

² Dang Vu, H. (2014). *Université et ville : une relation en mutation*.

2 Problématique

Afin d'ancrer cette recherche dans le contexte national, l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen (UABT) a été sélectionnée comme cas d'étude pour l'application du concept de campus intelligent (Smart Campus). Cette démarche s'inscrit dans une perspective systémique considérant le campus comme un véritable « laboratoire vivant » (Living Lab) et un environnement complexe où interagissent les dimensions spatiales, environnementales, technologiques et sociales. Face aux mutations numériques et aux défis du développement durable, les campus doivent impérativement évoluer pour optimiser la gestion de leurs ressources et répondre aux besoins des usagers. Ainsi, le rôle de l'architecte dépasse désormais la simple conception formelle pour intégrer des solutions novatrices, notamment à travers les « paysages intelligents » (Smartscape), dans le but d'améliorer la performance globale et l'adaptabilité des environnements bâtis.

L'analyse actuelle du campus de l'UABT met toutefois en lumière quelques lacunes, dues principalement à un faible niveau d'intégration entre les infrastructures existantes et les systèmes numériques, ainsi qu'à une exploitation inefficace des différents espaces et services, ce qui a un impact direct sur la qualité de vie des usagers. Devant ces dysfonctionnements, notre problématique de recherche se formule ainsi :

- **Dans quelle mesure l'intégration des technologies numériques, peut-elle contribuer à améliorer la qualité de vie, à optimiser l'efficacité fonctionnelle et à renforcer la durabilité au sein du campus universitaire ?**

3 Hypothèse

« L'intégration systémique de technologies numériques intelligentes au cœur d'une approche architecturale innovante reposant sur la conception d'espaces et de centres de loisirs éducatifs interactifs fera du campus un véritable « Living Lab », susceptible d'atteindre un équilibre durable entre l'efficacité de la gestion des ressources environnementales et l'amélioration concrète de la qualité de vie et du bien-être social des usagers. »

4 Objectifs de la recherche

- ✓ Création d'un modèle architectural d'« espace de vie » intelligent et interactif, destiné à montrer comment l'intégration des technologies modernes peut faire évoluer un cadre académique ou urbain vers un véritable « laboratoire vivant » (Living Lab), durable, efficace et axé sur la satisfaction des besoins des utilisateurs.
- ✓ Intégrer les Technologies : Proposer un design des espaces d'attente qui intègre efficacement les TIC/IoT (capteurs, affichage dynamique) pour fournir de l'information en temps réel aux usagers (transports et parking).
- ✓ améliorer durablement le confort et la sécurité de l'expérience utilisateur

5 intérêt de la recherche

Cette recherche présente un intérêt majeur, tant sur le plan scientifique que pratique et stratégique. Elle permet d'approfondir la compréhension des dynamiques des campus intelligents en étudiant l'intégration des technologies numériques et des approches architecturales innovantes pour transformer les environnements académiques en « laboratoires vivants » (Living Labs), durables et interactifs. En pratique, elle donne aux architectes, aux urbanistes et aux décideurs des points de repères méthodologiques et conceptuels pour améliorer la qualité des espaces, la gestion des ressources et l'expérience des usagers, tout en favorisant l'adaptabilité et la résilience des infrastructures. Enfin, sur le plan stratégique, ce travail éclaire la voie vers des campus et des villes plus durables, attractives et compétitives, capables de répondre aux défis contemporains liés à l'environnement, à l'efficacité fonctionnelle, d'optimisation des coûts de gestion et de renforcement de l'attractivité du campus

6 Motivation du choix

Le choix du thème « Smart Campus » s'explique par la nécessité d'adapter les universités aux exigences contemporaines en matière de durabilité, de gestion intelligente, de qualité de vie. Ce projet permet de proposer un modèle de campus moderne, efficace et écologique, répondant aux besoins actuels et futurs de la communauté universitaire.

7 Méthodologie

Chapitre 1 : Approche théorique La constitution d'une base documentaire relative aux concepts traités de façon globale.

Chapitre 2 : Approche analytique ; une lecture générale de la ville de Tlemcen et de son campus universitaire situé au niveau de la commune de Mansourah tout en basant sur les instruments d'aménagements et d'urbanisme (expériences)

Chapitre 4 : Approche programmatique Établir une analyse sur des exemples similaires afin de enrichir notre programme.

Chapitre 5 : Approche conceptuelle (réponses architecturales)

Chapitre 5 : chapitre technique

Chapitre I

Approche théorique et définition des concepts

-

1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons définir les concepts clés de notre travail. Dans un premier temps, les notions de développement durable et de paysages intelligents seront abordées. Par la suite, nous développerons les concepts de Smart City et de Smart Campus afin de mieux comprendre leur rôle dans l'évolution des espaces universitaires contemporains. Cette approche nous permettra d'établir une base théorique solide pour notre projet

2 LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

La durabilité se définit comme un développement qui satisfait les exigences actuelles sans mettre en péril la capacité des générations à venir à satisfaire leurs propres besoins, selon le rapport Brundtland (WCED, 1987). Cette idée repose sur deux notions fondamentales : l'idée du besoin, en particulier les besoins essentiels des plus démunis qui doivent être prioritaires, et la notion des contraintes que nos technologies actuelles et notre organisation sociale imposent à la capacité de l'environnement à satisfaire les besoins présents et futurs.

L'idée repose sur l'application et la gestion judicieuse des ressources (naturelles, humaines et économiques) afin de répondre adéquatement aux besoins essentiels de l'humanité. (Commission mondiale sur l'environnement et le développement)³

selon la commission mondiale pour l'environnement et le développement de l'ONU, dite "Commission Brundtland"

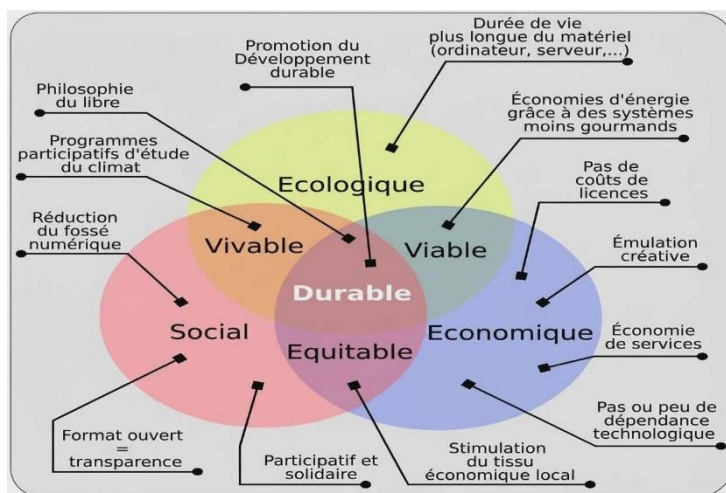


Figure 1 : les trois piliers du développement durable Source : aller vers un développement durable

2.1 L'APPROCHE HISTORIQUE DU DEVELOPPEMENT DURABLE:

C'est en 1980 que l'UICN évoque pour la première fois le concept de développement durable, suite au phénomène de l'effet de serre. Cependant, le terme est presque ignoré.

En 1983, l'ONU a mis en place une commission indépendante dont la mission était d'examiner la question

³ le **Rapport Brundtland (1987)**, publié par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies.

du développement et de l'environnement à l'échelle mondiale. ⁴

En 1987, cette commission présente le « rapport Brundtland », intitulé « Our Common Future ». Ce document marque une rupture significative dans la perception des gouvernements des relations entre l'environnement et les politiques publiques, en introduisant le concept de développement durable ou soutenable.

Depuis ce moment, le concept de durabilité a gagné en popularité à l'échelle mondiale.

C'est lors du « Sommet de la Terre » organisé par les Nations Unies en juin 1992 que l'expression « développement durable » a été adoptée.

2.2 Les principes et les objectifs généraux du développement durable :

2.2.1 La prévention a la source et la précaution :

Ce concept cible la prévention pour éviter la détérioration de l'environnement et la pollution, plutôt que d'attendre une solution après leur apparition. Il est préférable de prévenir que de guérir

2.2.2 Pollueur-payeur :

Cela concerne la responsabilité de l'individu qui nuit à l'environnement et doit donc le restaurer, dans le but de faciliter une répartition optimale des efforts de dépollution selon les capacités et les stratégies des entreprises.

2.2.3 La participation :

Tous les intervenants, citoyens et toutes personnes touchées par une problématique collective doivent participer au processus décisionnel. L'engagement vers le développement durable nécessite en préalable une information approfondie, une prise de conscience, des programmes de formation et un débat démocratique. Garantir une distribution juste des bénéfices et des inconvénients liés aux réalisations, tout en prenant en compte toutes les implications sociales des décisions.

2.2.4 L'intégration

Il s'agit au minimum d'intégrer la protection de l'environnement dans le processus de développement. L'accent doit surtout être mis sur le fait que le développement devrait être envisagé comme l'intégration d'un progrès économique, social (collectif) et humain (individuel).

Rafraîchissement des ressources, dans le cas d'une ressource qui n'est pas renouvelable.

3 Le paysage intelligent :

⁴ IUCN, UNEP & WWF (1980) : la référence est correcte sur le fond, mais l'ouvrage est généralement cité comme préparé par l'IUCN avec la mention IUCN–UNEP–WWF, 1980; le titre *World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development* est bien exact.

3.1 Définition et enjeux

Le « paysage intelligent » (smart landscape) est un concept émergent qui articule les apports des technologies numériques avec les disciplines de l'écologie et de l'architecture du paysage Mell (2016)⁵ en propose une définition tridimensionnelle : une dimension écologique, fondée sur la compréhension des processus naturels une dimension numérique, intégrant capteurs et systèmes de gestion connect et une dimension participative, impliquant les usagers dans la co-gouvernance des espaces. Il s'inscrit dans la continuité de la notion d'infrastructure verte définie par la Commission européenne comme un réseau stratégique d'espaces naturels offrant une large gamme de services écosystémiques, à laquelle la dimension technologique confère une capacité de gestion adaptative et en temps réel.⁶

3.2 Objectifs du paysage intelligent

Les finalités d'une démarche de paysage intelligent dans un projet architectural sont multiples et complémentaires : amélioration de la qualité de l'air par la phytorestauration ; réduction de la consommation énergétique des bâtiments par l'atténuation des effets climatiques extrêmes ; limitation des risques d'inondation par la réduction du ruissellement ; renforcement de la cohésion sociale par la création d'espaces extérieurs de qualité; et contribution à la séquestration du carbone atmosphérique.⁷

4 Smart design, généralité et définition des concepts :

4.1 L'adjectif " intelligent" :

L'idée de ville intelligente cherche à rendre compte de l'expression « smart city », qui est également désignée sous les appellations « ville ingénieuse » ou « ville astucieuse ». L'adjectif « intelligent » est souvent mal interprété, il évoque immédiatement un processus de pensée humain qui représente l'unique référence et entraîne le rejet de la notion selon laquelle une ville pourrait être intelligente, parce que cela impliquerait qu'il existerait des villes dites « stupides », ou encore, dans un contexte historique, que les villes auraient toujours été intelligentes (DANIELOU, 2014)⁸.

⁵ Mell, I. C. (2016). *Global Green Infrastructure: Lessons for Successful Policy-Making, Investment and Management*. Routledge.

⁶ Commission européenne. (2013). L'infrastructure verte — Renforcer le capital naturel de l'Europe. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. COM(2013) 249 final

⁷ Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Végétalisation urbaine pour rafraîchir les villes et les municipalités : un examen systématique des preuves empiriques. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147–155.

⁸ DANIELOU, J. (2014). Définir la ville intelligente. Consulté le 10 18, 2022, sur CITEGO, gouvernance Le territoire au cœur de la transition:

https://www.citego.org/bdf_fiche-document-698_fr.html.

4.2 . Smart design ou "ville intelligente" :

« Une ville intelligente, qui correspond au concept anglophone de smart city, digital city, connected city ou encore ville numérique, désigne une entité urbaine exploitant la collecte et l'application des données TIC pour améliorer son organisation et sa gestion. » Grâce aux capteurs, la ville analyse les conduites et les routines de ses résidents pour leur proposer une information plus pertinente, une meilleure gamme de services, tout en optimisant l'utilisation des ressources. Cette « intelligence » s'applique à plusieurs secteurs tels que les transports (trafic, stationnement, etc.), l'approvisionnement en électricité et en eau, la collecte des déchets (Groupe Renault, 2020).⁹

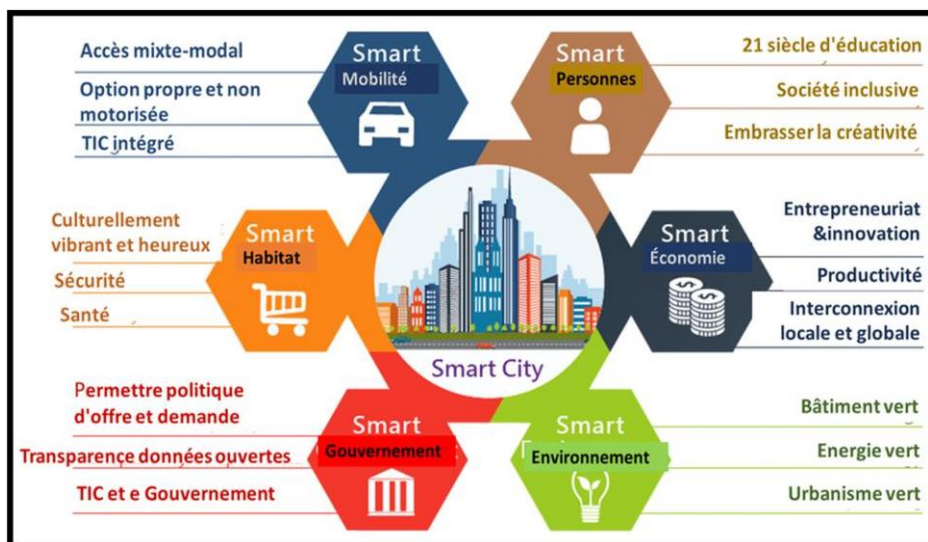


Figure 2 : les six critères principaux pour classer les villes intelligentes

La ville intelligente se présente à la fois comme une aspiration et comme un processus en cours. L'idée serait de disposer d'une ville dont les instruments numériques facilitent l'efficacité et la pérennité, tout en améliorant la qualité de vie de ses citoyens et le genre de liens qu'ils tissent entre eux

(PICON, 2016, p. 13)¹⁰.

C'est pourquoi ils cherchent à réaliser trois objectifs simultanément : (Objectif 1) Accroître le bien-être de ses résidents tout en (Objectif 2) ayant des moyens de transport plus performants et en (Objectif 3) préservant l'environnement. Selon PICON (2016, p. 14) le processus de transformation de nos villes en entités intelligentes est déjà en cours ou du moins, il progresse rapidement grâce à une multitude de facteurs complexes, y compris les innovations technologiques elles-mêmes.

Selon Rudolf Giffinger, un expert international en développement urbain, voici les six critères principaux pour classer les villes intelligentes :

⁹ Renault group. (2020, 01 27). A quoi ressemble une ville "intelligente" , sur <https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/a-quoi-ressemble-une-ville-intelligente/>.

¹⁰ PICON, A. (2016, 02). L'AVENEMENT DE LA VILLE INTELLIGENTE. DE BOECK SUPERIEUR(132), pp. 9-24

- critère 1 : une économie efficace
- critère 2 : un déplacement intelligent
- critère 3 : un écosystème intelligent
- critère 4 : des citoyens intelligents
- critère 5 : un style de vie intelligent
- critère 6 : une gouvernance efficiente

Une vision intelligente, une nouvelle perspective pour les aspects du design urbain moderne :

Avant d'aborder l'utilisation de l'intelligence dans les aspects du design urbain actuel, il est primordial de définir ce concept et d'en énumérer ses composants.

Ainsi, le design urbain moderne est une démarche ou technique d'intervention sur la ville en tant qu'espace matériel. C'est un contexte qui précise les composants dans un regroupement de places, de blocs et de rues au sein d'une cité. L'aménagement urbain transforme une ville en une architecture paysagère et d'urbanisme à la fois fonctionnelle et attrayante (CREP, 2019)¹¹

Considère également l'aspect temporel dans la mesure où il offre une perspective sur les évolutions potentielles du territoire à travers diverses échelles de temps (grâce aux cultures urbaines et territoriales, ainsi qu'aux politiques urbaines passées et actuelles) tout en englobant l'analyse de l'environnement construit qui comprend l'examen des histoires locales, des contextes économiques, du cadre législatif, des systèmes de régulation urbaine, ainsi que des enjeux politiques, sociaux, industriels et financiers.

Il embrasse totalement le mouvement en tant qu'élément des espaces urbains et de la façon dont ils sont utilisés. Dans le cadre d'une approche de développement urbain durable, ce programme propose une formation axée sur la compréhension des éléments physiques de l'environnement construit (topographie, hydrologie, réseaux routiers, édifices, infrastructures, écosystèmes, exposition au soleil, courants d'air, etc.) pour pouvoir les analyser et intervenir efficacement (Faculté de l'aménagement)¹²

4.2.1 Définition :

Un espace public qui est habituellement ouvert et totalement accessible aux individus qui y sont identifiés comme un espace public. Il intègre une multitude d'éléments tels que les routes, les trottoirs, les parcs et

¹¹ CREP. (2019). Quelle est la définition du design urbain ? Consulté le 01 28, 2023, sur <https://crep.etab.ac-lille.fr/files/2019/09/Quelle-est-la-d%C3%A9finition-du-design-urbain.pdf>

¹² Faculté de l'aménagement. (s.d.). LE DESIGN URBAIN. Consulté le 01 28, 2023, sur université de montérial, faculté de l'aménagement :https://amenagement.umontreal.ca/fileadmin/amenagement/AME/Programmes/PDF/LE_Design_urbain.pdf

jardins publics, les places publiques et les plages, entre autres. Ces zones sont couramment perçues comme des lieux publics (RADWAN, MORSI et MOHAMED, 2018, p. 03)¹³.

Les espaces publics urbains intelligents incarnent l'emploi de technologies innovantes et contribuent également à l'exploitation d'espaces au sein du milieu urbain. Tout en restant fidèle à la technologie et à l'architecture contemporaines, ces espaces devraient toujours se conformer aux règles établies.

La communauté est aussi influencée par son niveau social, traditionnel ou culturel, financier et écologique. L'évolution technologique a profondément modifié la nature et le fonctionnement des espaces publics urbains intelligents à l'ère de l'interconnexion. Grâce à la progression technologique intelligente et connectée ainsi qu'aux services associés, des aménagements et des possibilités grandissantes se présentent pour les résidents urbains. Ainsi, ce réseau intelligent des espaces publics vise principalement à satisfaire les besoins des résidents de la ville et à renforcer l'attractivité de ces espaces urbains (RADWAN, MORSI et MOHAMED, 2018, p. 01).

4.2.2 La conception de l'espace public intelligente :

Conçu selon l'auteur D'après (l'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise, 2021)¹⁴

- Le designer doit saisir la configuration du paysage actuel et réintroduire l'élément naturel dans ce premier plan du décor urbain en utilisant : le nivellement, la texture, le motif, le langage naturel, la gamme végétale ainsi que les jeux d'ombre et de lumière.
- Concevoir l'aménagement des lieux publics en prenant en considération les échelles du piéton et du cycliste, avec des passages piétons apaisés et visibles, garantit une surface de roulement plane, légèrement inclinée (moins de 2%), d'un matériau dur de couleur claire (qui réfléchit la chaleur), non glissante et suffisamment large.
- Le processus d'intégration de nouveaux meubles aux mobiliers traditionnels sera contrôlé : supports de vélo, poteaux pour caméras de surveillance, capteurs « ville intelligente » Doté de panneaux d'information en temps réel et de centres multifonctionnels, ce système offre des renseignements sur les réservations de parc, les moyens de transport, la météo, l'ombre, les événements et la culture...
- Une signalisation intelligente, claire, uniforme et centrée, ainsi que des panneaux pour rassurer sur la durée d'un trajet et indiquer les itinéraires directs réservés aux piétons.

¹³ RADWAN, A. H., MORSI, A. A., & MOHAMED, F. M. (2018, 05 27). SMART URBAN PUBLIC SPACES-TOWARDS A BETTER CITY LIFE. Dakam (Eastern Mediterranean Academic Research Center)(18), pp. 1-17

¹⁴ L'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise. (2021). la fabrication des espaces publics, Grands principes et axes de réflexion. Aix Marseille: agam.

- Pour le trottoir : concevoir des itinéraires thématiques (histoire, art de rue, fresques...) en optimisant l'attrait visuel (scénographie, mise en évidence d'un élément paysager...) ; et effectuer la plantation d'arbres en tenant compte des contraintes (accès pour les pompiers, réseaux...)
- Installer des supports de stationnement pour vélos sur la route en substitution d'un emplacement de stationnement pour voitures (4 supports par remplacement).
- Il est possible d'accorder la priorité aux cyclistes en mettant en place une « rue pour les vélos » (aussi appelée « rue à priorité vélo »).
- Le créateur se soucie des enfants ayant un handicap moteur. Il s'assure de la modernisation des aires de jeux (nouvelles entrées, table à sable, rampes pour atteindre les cabanes...) tout en tenant compte de l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite.
- Faites appel à la végétation qui génère de l'ombre, crée des écrans, amplifie la présence d'eau et atténue le bruit, en privilégiant les arbres à feuilles caduques pour les zones touchées par la pollution atmosphérique et pour apporter de la fraîcheur.
- Implémente des solutions novatrices pour l'humidification de l'air et des sols (comme l'irrigation de la chaussée à l'aide d'une buse d'aspersion intégrée à un trottoir, par exemple...).
- Un système d'irrigation intelligent activé par des capteurs de données météorologiques et d'humidité du sol.
- Les stations de recharge publiques alimentent les dispositifs d'assistance mobiles, les ordinateurs portables ainsi que les téléphones portables.
- L'activation par mouvement de l'éclairage, les boutons d'urgence, le contrôle du bruit et la vidéosurveillance en ligne renforcent la sécurité.

4.3 L'éclairage intelligent :

4.3.1 Définition :

L'éclairage intelligent et connecté constitue un dispositif capable d'interagir avec les besoins, les usages ainsi que les comportements de ses utilisateurs, tout en tenant compte de son environnement.

Aujourd'hui, la majorité des points lumineux sont régulés de manière mécanique. En d'autres termes, ils s'allument et s'éteignent selon les horaires de coucher et de lever du soleil, tout en diffusant une intensité lumineuse identique durant toute la nuit. Pourtant, selon les espaces et les périodes, chaque lieu ne nécessite pas le même niveau d'éclairement. À titre d'exemple, une route n'a pas besoin que son système d'éclairage fonctionne à plein flux lorsqu'aucune circulation n'y est présente. L'éclairage intelligent permet ainsi

d'adapter l'intensité lumineuse aux besoins réels, mais surtout d'activer le luminaire uniquement lorsque l'espace éclairé est occupé (CANDELIANCE, France, 2020)¹⁵.

À l'origine, l'éclairage public intelligent avait principalement pour objectif de réduire la consommation énergétique. Plusieurs paramètres permettaient alors d'ajuster l'intensité lumineuse en fonction des besoins. Aujourd'hui, les nouvelles technologies transforment les luminaires en systèmes interactifs multifonctionnels, capables de communiquer avec leur environnement. Cette évolution génère d'importantes quantités de données, sur lesquelles s'appuient des solutions et des services innovants, ouvrant ainsi la voie à un développement urbain intelligent (JITITE, 2019)¹⁶.

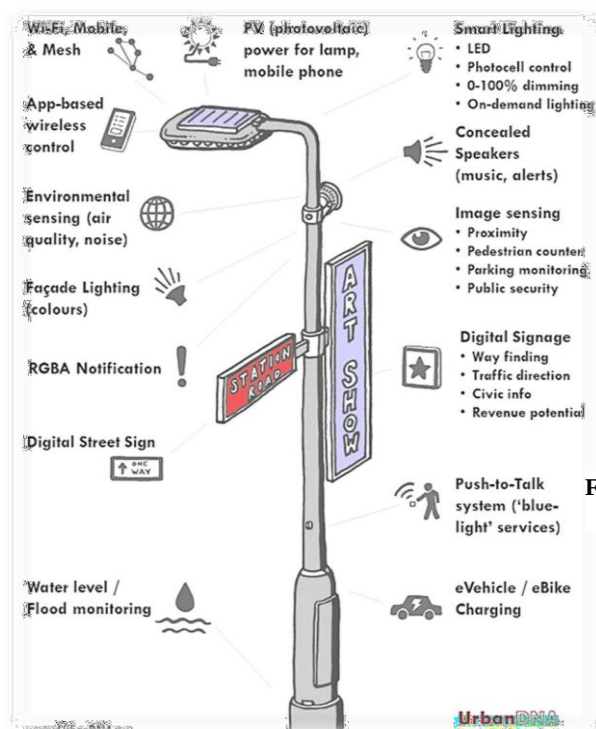


Figure 3 : colonne lumineuse intelligent LED.
Source : Google image

4.4 La façade intelligente :

4.4.1 Définition :

Il convient de souligner que la façade des bâtiments joue un rôle majeur dans la performance énergétique globale des constructions, au-delà de ses impacts esthétiques et visuels. L'utilisation de façades intelligentes permet d'atteindre deux résultats remarquables : l'amélioration du confort des usagers et la réduction de la consommation énergétique. Ces façades sont conçues pour être sensibles et réactives au climat local, à l'environnement extérieur ainsi qu'aux espaces intérieurs, tout en prenant en considération divers paramètres

¹⁵ CANDELIANCE ,France. (2020). étude de cas (éclairage public) : Comment développer l'éclairage intelligent pour un territoire intelligent? Consulté 2026, sur candeliance: <https://www.candeliance.fr/etude-cas-comment-developper-eclairage-intelligent/>

¹⁶ JITITE, a. (2019). Un éclairage extérieur public intelligent pour la ville de demain Smart Cities. academia, pp. 1-23.

tels que la performance énergétique, le confort thermique, la qualité de l'air intérieur et le confort visuel (GhaffarianHoseini, Berardi, GhaffarianHoseini, & Makaremi, 2013, p. 443)¹⁷.

4.4.2 La façade végétalisée :

La façade verte, ou jardin vertical, est considérée comme un système passif durable permettant d'améliorer les conditions thermiques tout en réduisant la consommation énergétique des constructions. Cet effet est obtenu grâce à quatre mécanismes principaux : l'ombrage, l'isolation assurée par la végétation, le refroidissement par évaporation et évapotranspiration, ainsi que la fonction de barrière contre le vent.

- La façade verte repose sur l'utilisation de plantes grimpantes enracinées dans le sol, liées de manière directe ou indirecte au bâtiment.
- Les murs végétalisés peuvent prendre plusieurs formes, notamment des pots ou des panneaux pré-végétalisés fixés sur une structure indépendante (KHADRAOUI, 2019, p. 66).¹⁸.



Figure 4: technique d'un mur végétal selon Patric le blanc, source : <http://www.naturedesign.fr>

¹⁷ GhaffarianHoseini, A., Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & Makaremi, N. (2013). Intelligent Facades in Low-Energy Buildings. *British Journal of Environment & Climate Change*(4), 437-464.

¹⁸ KHADRAOUI, M. (2019, 02 07). Étude et optimisation de la façade pour un confort thermique et une efficacité énergétique (cas des bâtiments tertiaires dans un climat chaud et aride), (doctorat en architecture

4.5 Le mobilier urbain intelligent :

4.5.1 Définition :

Le mobilier urbain désigne l'ensemble des équipements installés dans l'espace public afin de permettre aux citoyens d'en profiter pleinement. Qu'il s'agisse de barrières, de bancs, d'abris de bus ou encore d'éclairage public, il contribue à enrichir l'espace public en y apportant davantage de sociabilité, de confort et de sécurité.

Le mobilier urbain doit évoluer en fonction des modes de vie, des nouveaux besoins et attentes des usagers, ainsi que des exigences réglementaires. Son implantation doit également garantir l'accessibilité de l'espace public aux personnes en situation de handicap, ainsi qu'à l'ensemble des usagers. C'est pour cette raison qu'il constitue un élément essentiel à ne pas négliger dans la conception des projets urbains (Lenoir, 2019).¹⁹.

Ainsi, le mobilier urbain connecté représente la version numérique des équipements publics, rendue possible grâce aux avancées technologiques. Selon le guide du mobilier urbain, celui-ci se décline en plusieurs catégories :

- ✧ Le mobilier urbain de détente : les bancs publics, les bancs urbains, les aires de jeux ainsi que les tables de pique-nique. Ce type de mobilier offre aux usagers un espace de repos et de relaxation.
- ✧ Le mobilier d'éclairage public, à vocation décorative, esthétique et sécuritaire.
- ✧ Le mobilier de propreté : les poubelles de tri sélectif, les poubelles urbaines ainsi que les conteneurs à déchets.
- ✧ Le mobilier de jardin, notamment les banquettes de jardin.
- ✧ Les équipements de rangement et les abris, tels que les abris de mobilier urbain.
- ✧ Le mobilier de plage destiné aux professionnels.
- ✧ Le mobilier dédié à l'aménagement des parkings.

□ **Et parmi ses avantages :** sert à l'amélioration de la résilience urbaine et la facilitation de la coordination entre services municipaux, la réduction des déplacements et meilleure organisation hebdomadaire au sein des différents services et diminution des coûts de maintenance et meilleure gestion du budget municipal (Grenouilleau, 2023)²⁰.

4.5.2 L'intelligence au niveau du mobilier :

¹⁹ Lenoir, J. (2019, 12 04). Les mobiliers urbains. Consulté le 2025, sur wikiterritorial: <https://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/bin/view/vitrine/Les%20mobiliers%20urbains>

²⁰ Grenouilleau, H. (2023, 02 16). Smart city : l'intelligence jusque dans le mobilier urbain sur smart-city.eco: <https://smart-city.eco/ville-technologie/mobilier-urbain-connecte/>

- ✓ *Les poubelles*, il est possible d'optimiser les trajets et les horaires de collecte des ordures ménagères, les capteurs placés à l'intérieur des conteneurs permettent d'alerter les services municipaux du niveau de remplissage les services et peut également compacter automatiquement les déchets en tirant son énergie d'un panneau solaire placé à son sommet (Biseul, 2019)²¹.
- ✓ *Des hots spots Wifi* permettant à l'utilisateur de naviguer sur internet gratuitement. SMART est également équipé de nombreux écrans et dalles tactiles, permettant au voyageur d'interagir avec lui (Biseul).
- ✓ *Les lampadaires connectés* peuvent alerter la fin de vie de leurs ampoules, ce qui permet de gagner en temps et en argent.
- ✓ Des corbeilles connectées détectent le niveau de remplissage des poubelles pour optimiser leur ramassage et la gestion des déchets.
- ✓ Le double avantage de la *poubelle intelligente R3D3* : gagner du temps et éviter au centre de tri de faire ce travail et l'envoi en temps réel des informations aux prestataires concernant son remplissage (Nouveauté et innovation. (2020)²².
- ✓ Le concept « *Ibali* », un banc équipé d'un arbre photovoltaïque, de capteurs et de matériel audio détecte dès qu'une personne s'assied sur un siège et joue aussitôt de la (Nouveauté et innovation. (2020).

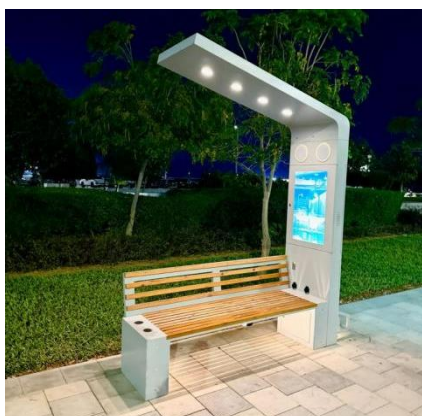


Figure 6 : banc intelligent Ibali

Source : Google image



Figure 5 : poubelle intelligente

- ✓ *Une table numérique* dotée de 4 fonctions paramétrables selon le lieu d'implantation : jeux de société, plan interactif, liste des restaurants ouverts.
- ✓ *Les abribus* comportent désormais des messages publicitaires interactifs et sont même dotés d'un système de communication sans contact permettant à l'utilisateur de recueillir les informations présentes à l'écran.

²¹ Biseul, X. (2019, 10 11). Et le mobilier urbain devint intelligent , sur HUB INSTITUT: <https://hubinstitute.com/2019/SmartCity/Data/tendances- mobilier-urbain-urbanisation>

²² Nouveauté et innovation. (2020, 07 30). Le mobilier urbain high-tech., sur rau.re: <https://www.rau.re/le-mobilier-urbain-high-tech/>

- ✓ *Les bancs* se dotent quant à eux de points d'accès wifi et de prises de chargement alimentées non pas par câblage électrique mais grâce à des panneaux solaires individuels.
- ✓ *Le banc intelligent* avec des formes innovantes est alimenté par l'énergie solaire et est doté d'accessoires utiles pour l'utilisation de l'énergie autoproduite.
- ✓ *Les chargeurs sans fil*, les ports USB, les lumières LED nocturnes ne sont que quelques-uns des appareils du banc intelligent (Biseul)²³.



Figure 7 : banc solaire

Source : Google image



Figure 8 : parking à vélo

4.6 Le jardin intelligent :

4.6.1 Définition :

Selon Université du Québec, (dans le Guide de gestion des eaux pluviales), le jardin intelligent, également appelé jardin de pluie ou aire de biorétention, correspond essentiellement à une dépression peu profonde aménagée à l'aide d'un paysage végétalisé ainsi que d'un mélange de sols et de plantations adaptés aux conditions climatiques, afin de recevoir les eaux pluviales provenant de petites surfaces tributaires. Ce type d'aménagement permet d'infiltrer, de stocker puis de relâcher progressivement les eaux de ruissellement. Il contribue également à la création d'un petit écosystème intégrant des végétaux qui ne pourraient, éventuellement, pas être utilisés dans d'autres espaces²⁴.

4.6.2 Solution pour un jardin intelligent :

4.6.2.1 Les éléments de conception (BIBLUS GROUPE. (2020):²⁵

🌈 **Le sol** ne peut pas être considéré uniquement comme une simple surface horizontale. Les variations topographiques de niveau, à travers la création de collines ou de bassins, ainsi que l'aménagement de

²³ Biseul, X. (2019, 10 11). Et le mobilier urbain devint intelligent , sur HUB INSTITUT: <https://hubinstitute.com/2019/SmartCity/Data/tendances- mobilier-urbain-urbanisation>

²⁴ Université du Québec. (2020). *Guide de gestion des eaux pluviales : pratiques d'aménagement favorisant la gestion durable des eaux pluviales*. Québec, Canada.

²⁵ Biblus groupe. (2020, 10 30). L'aménagement d'un parc urbain : les fonctions, les éléments et les matériaux. sur Biblus: <https://biblus.accasoftware.com/fr/lamenagement-dun-parc-urbain-les-fonctions-les- elements-et-les-materiaux/>

parcours en pente ou de gradins, confèrent au parc une dimension et une perception différentes, tout en permettant des usages variés.

- ✚ **La végétation** offre la possibilité de créer des variations chromatiques visibles, fondées sur différentes combinaisons de nuances de vert, mais également sur l'utilisation des fleurs, selon des thématiques de couleurs cohérentes avec la fonctionnalité du projet et inspirées des principes de la thérapie par les couleurs. Un autre aspect essentiel lié à la végétation réside dans sa saisonnalité, qui favorise la perception et la compréhension des rythmes naturels.
- ✚ **L'eau**, qu'elle soit stagnante ou en mouvement, génère des variations à la fois chromatiques et sonores. Sa dimension conceptuelle, à la fois esthétique et émotionnelle, s'associe à une fonction utilitaire liée au microclimat, contribuant à atténuer la chaleur, à rafraîchir et à humidifier l'environnement, tout en élargissant les possibilités de végétalisation ainsi que les fonctions d'usage et de détente offertes aux citoyens.
- ✚ **L'ombrage** s'inscrit également dans ces lignes directrices, en tenant compte des variations de lumière et de la nécessité d'évaluer avec attention les objectifs ainsi que les modalités d'utilisation du parc, afin de permettre aux citoyens de bénéficier de véritables espaces de bien-être.

4.6.2.2 SYSTEMES INTELLIGENTS (ESTEL): ²⁶

- *Smart Water Control* : programmeur d'arrosage pour une seule zone, directement relié au robinet.
- *Smart Irrigation Control* : programmeurs multivoies pour un arrosage enterré jusqu'à 6 zones.
- *Smart Sensor Capteur météo* : indiquant l'humidité du sol, la température ambiante et l'intensité lumineuse.

4.6.2.3 DERNIERES TENDANCES (LARSSON & HATZIGEORGIOU, 2022) (LARSSON): ²⁷

- ✧ Un autre élément essentiel du concept des espaces bleus et verts réside dans le développement des zones riveraines urbaines, lequel doit intégrer des stratégies relatives à la gestion des inondations.
- ✧ Les « forêts urbaines intelligentes » désignent l'utilisation de capteurs de surveillance des arbres, d'images 3D ainsi que d'autres technologies liées à l'Internet des objets, afin de faciliter la gestion des espaces forestiers urbains. Cet « Internet de la nature » permet notamment de surveiller la santé des sols, de mesurer la pollution de l'air ou encore de garantir une hydratation adéquate des forêts urbaines.

²⁶ Estel, C. (2022, 10 08). Création de jardin urbain. Consulté le 11 19, 2022, sur e- paysages: <https://e-paysages.fr/blog-paysagiste/creation-de-jardin-urbain/>

²⁷ Larsson, A., & Hatzigeorgiou, A. (2022, 05 26). How digital technology can help keep cities green and pleasant. Retrieved 12 15, 2022, from PHYS.ORG: <https://phys.org/news/2022-05-digital-technology-cities-green-pleasant.html>.



Figure 9 fonctionnement du jardin de pluie

Source : Google image

4.7 TOITURE VEGETALE

4.7.1 Définition :

Une toiture végétalisée est un espace vert aménagé sur une couverture traditionnelle, obtenu par la mise en place de plusieurs couches de substrat de croissance et de végétation. Dans un contexte d'expansion urbaine continue, marqué par la généralisation du bitume et du béton qui imperméabilisent les sols et réduisent les espaces naturels, la végétalisation des toitures renvoie à une image à la fois écologique et esthétique, dissimulant toutefois des enjeux bien plus significatifs.

En période estivale, la végétation présente sur une toiture verte protège le bâtiment des rayonnements solaires et, grâce au phénomène d'évapotranspiration, permet de réduire voire d'annuler les gains thermiques, contribuant ainsi au rafraîchissement de l'édifice et à la diminution des besoins énergétiques liés à la climatisation. En hiver, l'isolation complémentaire assurée par le substrat participe à la réduction des besoins énergétiques de chauffage du bâtiment (L'ALEC / l'AGEDEN, 2016, p. 01).²⁸



Figure 10 : : les compositions de la toiture végétale Source : Google image.

²⁸ ALEC-AGEDEN. (2016). *Les toitures végétalisées : guide technique*. Agence Locale de l'Énergie et du Climat – AGEDEN.

- 1 - L'élément porteur :** tout type d'élément (béton, bois, acier) à condition que la surcharge admissible soit adaptée au poids de l'installation végétale. Pour la végétalisation intensive, seul le support béton est autorisé.
- 2 - Le complexe isolant :** tout type d'isolant peut être admis (verre cellulaire, perlite expansée, polystyrène) à condition que sa résistance à la compression soit compatible avec les surcharges prévues.
- 3 - Le système d'étanchéité :** membrane conçue pour résister à la pénétration des racines. Il est également possible d'utiliser des matériaux liquides qui vont se solidifier en séchant (asphalte) ou à base de résines de polyuréthane.
- 4 - La bande de pourtour :** une protection non végétalisée (d'une largeur d'environ 40 cm) doit être prévue. Cette bande, pourvue d'une protection de type gravier ou dalles, permet l'accessibilité aux installations d'évacuation d'eau de pluie et de drainage ainsi qu'aux zones les plus sensibles du système d'étanchéité.
- 5 - La protection :** bordure ou bande métallique séparant la bande de pourtour de la partie végétalisée.
- 6 - Le drainage :** pour l'évacuation des eaux de gravité vers les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales. Il pourra se faire à l'aide de géotextiles de drainage, de plaques en polystyrène alvéolé ou en mousse alvéolée ou encore de granulats meubles.
- 7 - La filtration :** il s'agit d'empêcher les particules fines de substrat de colmater la couche de drainage et d'entraver son bon fonctionnement. Elle est souvent réalisée par des nappes de fibres synthétiques (polypropylène ou polyester non-tissés) imputrescibles.
- 8 - Le substrat :** les substrats assurent des caractéristiques optimales constantes pour la végétation des toitures : la capacité de rétention en eau, la limitation de l'évaporation, la densité, l'aération, la stabilité structurale (résistance à l'érosion), la capacité d'échange en ions et le pH.
- 9 - La végétation :** elle est sélectionnée pour répondre aux contraintes de l'installation et de son lieu d'implantation : végétalisation extensive ou intensive, climat, ensoleillement, pente...

4.7.2 1.3 Les atouts de la toiture végétalisée :

❖ LA RETENTION DES EAUX PLUVIALES :

Il s'agit de l'un des principaux avantages des toitures végétalisées en milieu urbain. En effet, lors de fortes précipitations, les eaux qui s'écoulent rapidement depuis les toits favorisent les risques d'inondation. Par ailleurs, les ruissellements urbains peuvent transporter des polluants, tels que des résidus pétroliers, qui sont ensuite rejetés dans l'environnement naturel. Les toitures végétalisées permettent de retenir les eaux pluviales et de les libérer progressivement. Une étude réalisée en 2005 a démontré qu'avec seulement 10 cm de substrat, ces toitures pouvaient retenir environ les deux tiers des eaux de pluie.²⁹

²⁹ Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & GhaffarianHoseini, A. (2014). Analyse de l'état de l'art des avantages environnementaux des toits végétalisés. *Applied Energy*, 115, 411–428.

❖ **CONTRIBUER A L'AMELIORATION DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE DU BATIMENT :**

En jouant le rôle d'écran contre les rayons solaires, la couche végétale limite les variations thermiques importantes et répétées subies par la toiture, aussi bien entre le jour et la nuit qu'entre les différentes saisons.

❖ **LA LONGEVITE DU TOIT : ³⁰**

Les toitures végétalisées présentent une durée de vie plus importante, puisqu'elles sont protégées contre les rayonnements UV ainsi que contre les variations extrêmes de température, facteurs qui détériorent généralement les revêtements de toiture.

❖ **UN REFUGE POUR LA BIODIVERSITE :**

Les toitures végétalisées constituent un refuge pour la faune urbaine, notamment pour les invertébrés tels que les insectes et les araignées, ainsi que pour les oiseaux.

❖ **UNE LIMITATION DU RECHAUFFEMENT URBAIN : ³¹**

Dans les milieux urbains, la végétation est fréquemment remplacée par des surfaces sombres, telles que les revêtements en asphalte, qui contribuent au réchauffement des villes, phénomène connu sous le nom d'« îlots de chaleur urbains ». Selon une étude américaine, la couverture végétale permet de limiter ce réchauffement urbain.

❖ **DES TOITURES BENEFIQUES POUR LA SANTE :**

La présence de la nature en milieu urbain favorise le bien-être psychologique et contribue à la relaxation. En période estivale, les toitures végétalisées améliorent également le confort à l'intérieur des bâtiments en participant à leur rafraîchissement. Elles offrent, en outre, la possibilité de créer des espaces de vie supplémentaires.

❖ **DES PRODUCTIONS AGRICOLES EN MILIEU URBAIN :**

Les toitures potagères permettent la production de fruits et de légumes en ville. Lors d'une expérimentation menée sur les toits de l'école AgroParisTech, des chercheurs ont cultivé des salades et des tomates avec un rendement comparable à celui de l'agriculture biologique.

❖ **LA REDUCTION DES POLLUTIONS :**

Les toitures végétalisées peuvent contribuer à la réduction de la pollution atmosphérique, les plantes étant capables d'absorber des particules fines ainsi que différents gaz polluants tels que les oxydes de carbone, le monoxyde de carbone, l'azote ou encore le dioxyde de soufre (SO₂).

³⁰ Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). *The role of extensive green roofs in sustainable development*. HortScience, 41(5), 1276–1285

³¹ Santamouris, M. (2014). *Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments*. Solar Energy, 103, 682–703.

❖ LE CAPTAGE DU CO₂ :³²

Les végétaux captent le dioxyde de carbone (CO₂), ce qui contribue à limiter les émissions de gaz à effet de serre.

❖ DES TOITURES ESTHETIQUES :

Les toitures végétalisées offrent une qualité esthétique nettement supérieure à celle des toitures classiques en béton.

❖ LA REDUCTION DES NUISANCES SONORES :

Les couvertures végétales atténuent les nuisances sonores provenant de la ville ou du trafic aérien en jouant un rôle d'isolant acoustique. Bien que cette protection soit difficile à mesurer avec précision, une réduction pouvant atteindre 50 décibels est estimée.

❖ LA RESISTANCE AU FEU :

Selon des données issues de fabricants européens, les toitures végétalisées peuvent ralentir la propagation d'un incendie entre le toit et le bâtiment, notamment lorsque le substrat est saturé en eau ³³.

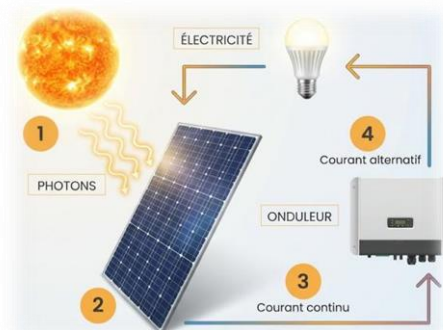
4.8 L'ENERGIE SOLAIRE

4.8.1 Définition : ³⁴

Il s'agit d'une énergie renouvelable issue du rayonnement solaire, exploitée pour produire de l'électricité ou de la chaleur.

Les cellules solaires ont pour fonction de convertir directement le rayonnement lumineux (qu'il provienne du soleil ou d'une autre source électromagnétique) en électricité. Ce processus repose sur le phénomène photovoltaïque. Celui-ci peut être décomposé en trois étapes principales : l'absorption de la lumière par le

matériau, le transfert de l'énergie des photons vers les charges électriques, puis la collecte de ces charges



³² Oberndorfer, E., et al. (2007). Les toits végétalisés en tant qu'écosystèmes urbains : structures, fonctions et services écologiques. *BioScience*, 57(10), 823–833.

³³ FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau). (2018). Directives pour la planification, la réalisation et l'entretien des toitures végétalisées. Bonn, Allemagne

³⁴ Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Ingénierie solaire des processus thermiques (4e éd.). John Wiley & Sons

Source : Google image.

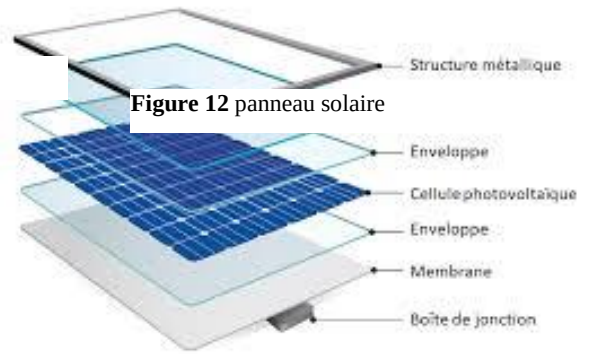
Figure 11 : fonctionnement d'un panneau solaire

La lumière du soleil vient frapper les cellules photovoltaïques des panneaux

2. Les photons transmettent leur énergie aux électrons contenus dans les cellules

3. Les électrons sont libérés et circulent librement en produisant un courant électrique continu

4. L'onduleur convertit le courant continu en alternatif



4.8.2 Les types des panneaux solaires :

Les panneaux solaires thermiques, appelés capteurs solaires thermiques, collecteurs solaires ou simplement capteurs solaires, qui piègent la chaleur du rayonnement solaire.

Les panneaux solaires photovoltaïques, appelés modules photovoltaïques ou simplement panneaux solaires, qui convertissent le rayonnement solaire en électricité. Le solaire photovoltaïque est communément appelé PV.

Les panneaux photovoltaïques thermiques, qui produisent à la fois de l'électricité et de la chaleur.

4.8.3 Les avantages :

Les panneaux solaires sont une énergie propre non polluante pour l'environnement. Aucun gaz à effet de serre n'est rejeté et il n'y a aucun déchet radioactif produit, aussi l'énergie solaire est inépuisable, contrairement aux énergies fossiles comme le charbon ou le pétrole qui sont pourtant encore plus utilisés que le solaire. De plus, les panneaux solaires ne sont encore que peu utilisés et ont une forte marge d'évolution et un avenir prometteur. Les panneaux solaires peuvent représenter un très bon investissement pour des particuliers (Mambrini, 2015) (Mambrini).



Figure 13 : une station d'énergie solaire. Source : Google image.

5 SMART COMPUS

5.1 Qu'est-ce qu'un Smart Campus ?

Un Smart Campus (campus intelligent ou connecté) désigne une institution d'enseignement supérieur qui déploie des technologies numériques avancées de manière stratégique et intégrée pour créer un écosystème éducatif connecté et intelligent.³⁵

Selon Deloitte, un Smart Campus est défini comme : "une institution qui utilise des technologies de nouvelle génération tissées de manière transparente dans une infrastructure bien architecturée pour créer une institution 'numériquement connectée' qui améliore l'expérience du campus, favorise l'efficacité opérationnelle et fournit une éducation accessible à tous"³⁶

5.2 Objectifs Principaux

Un Smart Campus vise trois objectifs fondamentaux :

- ✓ Amélioration de l'expérience étudiante : Offrir des services personnalisés, intuitifs et accessibles
- ✓ Augmentation de l'efficacité opérationnelle : Optimiser la gestion des ressources et automatiser les processus
- ✓ Amélioration de l'éducation : Faciliter l'apprentissage hybride, l'accès aux ressources et la collaboration

5.3 Cadre de Capacités du Smart Campus

Selon Deloitte, un Smart Campus s'articule autour de neuf domaines principaux :

1. **Étudiant intelligent (Smart Student)** : Expérience étudiante numérique personnalisée
2. **Administration étudiante intelligente** : Automatisation des processus administratifs
3. **Salle de classe et laboratoire intelligents** : Environnements d'apprentissage de nouvelle génération
4. **Enseignement et recherche intelligents** : Outils collaboratifs pour l'instruction et la recherche
5. **Logement et restauration intelligents** : Gestion optimisée des services de vie étudiante
6. **Mobilité intelligente** : Systèmes de transport et de sécurité du campus
7. **Stades intelligents** : Expérience améliorée pour les événements sportifs
8. **Événements intelligents** : Logistique et services pour événements
9. **Opérations intelligentes** : Gestion des bâtiments et infrastructures du campus

³⁵ Min-Allah, N., & Alrashid, S. (2020). *Smart campus—A sketch*. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102231

³⁶ Abuarqoub, A., et al. (2023). *Smart Campus: A Systematic Literature Review and Future Research Directions*. *Sustainable Futures*, 5, 100112

[Type here]

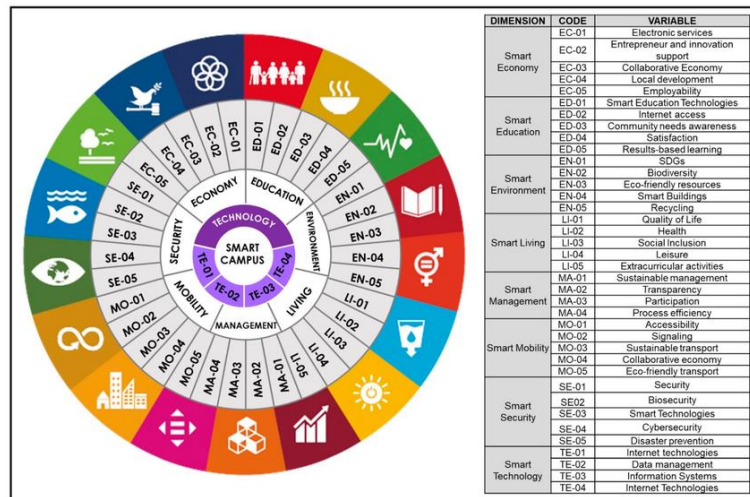


Figure 14 ; Cadre de campus intelligent

5.4 Technologies de base

Les technologies utilisées dans un campus intelligent comprennent notamment : les TIC avancées, l'intelligence artificielle (IA), les objets connectés (IoT), l'informatique en nuage (Cloud Computing), et les réseaux 5G. Les outils du campus intelligent constituent un sous-ensemble des applications IoT, s'appuyant sur une détection continue, une analyse des données et une représentation de l'information, avec le Cloud Computing comme cadre fédérateur.

5.5 Composantes principales

Le cadre général d'un campus intelligent repose sur l'IoT et le Cloud Computing, et comprend huit critères principaux et plus de 25 sous-applications, notamment : la carte intelligente (E-Card), les salles de classe intelligentes, la gestion de l'énergie, l'apprentissage adaptatif, le transport intelligent, la sécurité, l'analyse de données, et les services intelligents de gestion des installations.

5.6 Avantages

La technologie du campus intelligent vise à améliorer la sécurité, l'efficacité et la qualité de vie quotidienne des étudiants, enseignants et personnels. Parmi les principaux bénéfices : l'optimisation des opérations, de meilleurs résultats en matière de durabilité, la réduction des coûts, ainsi qu'un confort et une sécurité accrus.

6 Conclusion

Ce chapitre théorique a permis de mieux comprendre les concepts fondamentaux liés au développement durable, aux paysages intelligents, ainsi qu'à l'évolution de la Smart City vers le Smart Campus. L'application de ces concepts au contexte de Tlemcen met en évidence la possibilité de concevoir une université innovante, durable et adaptée aux besoins des étudiants. Le chapitre suivant sera consacré à la présentation et à l'analyse du site choisi pour l'intervention.

Chapitre 2 : Approche analytique

[Type here]

1 Introduction

Ce chapitre analytique s'articule autour de deux volets complémentaires.

Le premier volet est consacré à l'analyse du site de Tlemcen, et plus précisément du campus universitaire de l'Université Abou Bekr Belkaïd situé à Mansourah. Il met en évidence les besoins spécifiques de la communauté universitaire, ainsi que les potentialités du site, sans oublier les contraintes urbaines, fonctionnelles et environnementales qui influencent la conception du projet.

Le second volet porte sur l'étude de références internationales relatives aux campus universitaires intelligents ainsi qu'aux nouvelles approches architecturales durables, dans le but d'enrichir la compréhension du sujet et d'analyser les solutions fonctionnelles, technologiques et environnementales mises en œuvre.

2 Choix de la ville

2.1 Pourquoi la ville de Tlemcen ?

Le choix de Tlemcen repose sur son importance historique, culturelle, universitaire et stratégique dans le nord-ouest algérien. Ancienne capitale zianide, la ville possède un patrimoine architectural et culturel remarquable, renforcé par son rôle de capitale de la culture islamique en 2011. Grâce à sa position géostratégique et à la présence de Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, Tlemcen constitue un important pôle d'échanges, de savoir et de développement. Son évolution urbaine, associée à la richesse de son patrimoine naturel et historique, en fait un cadre d'étude pertinent pour analyser les enjeux urbains, architecturaux et territoriaux contemporains

2.2 PRÉSENTATION DE LA VILLE

2.2.1 Situation géographique

Tlemcen se trouve à l'extrême nord-ouest de l'Algérie, sur un plateau qui s'élève à quelque 800 mètres au-dessus du niveau de la mer.

-Au sud, le plateau rocheux de Lalla Setti domine la ville ; au nord, une couronne de djebels rocailleux l'entoure.

-Tlemcen est installé dans une position stratégique : environ 60 km de la mer Méditerranée, 64 km de la frontière du royaume du Maroc et à 550 km de la ville d'Alger.

-Elle est bordée à l'ouest par le Maroc et à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbès

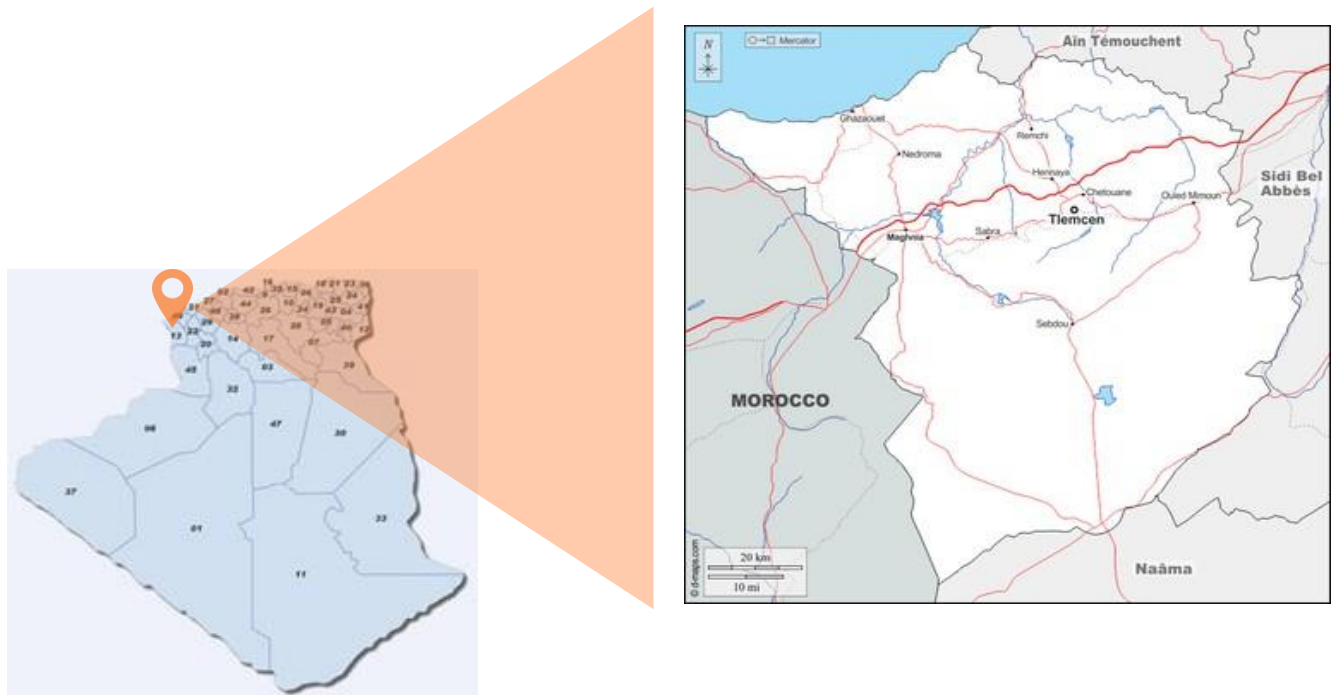


Figure 15 : Situation de la wilaya de Tlemcen.

2.2.2 Historique de la ville de Tlemcen :

L'histoire de Tlemcen remonte aux temps préhistoriques, elle s'étend sur plusieurs dynasties et un tissu dense d'événements. Tout au long de son histoire pour n'en citer que quelquesunes : Pomaria, Agadir, Tagrart et Tlemcen. (Figure 23)

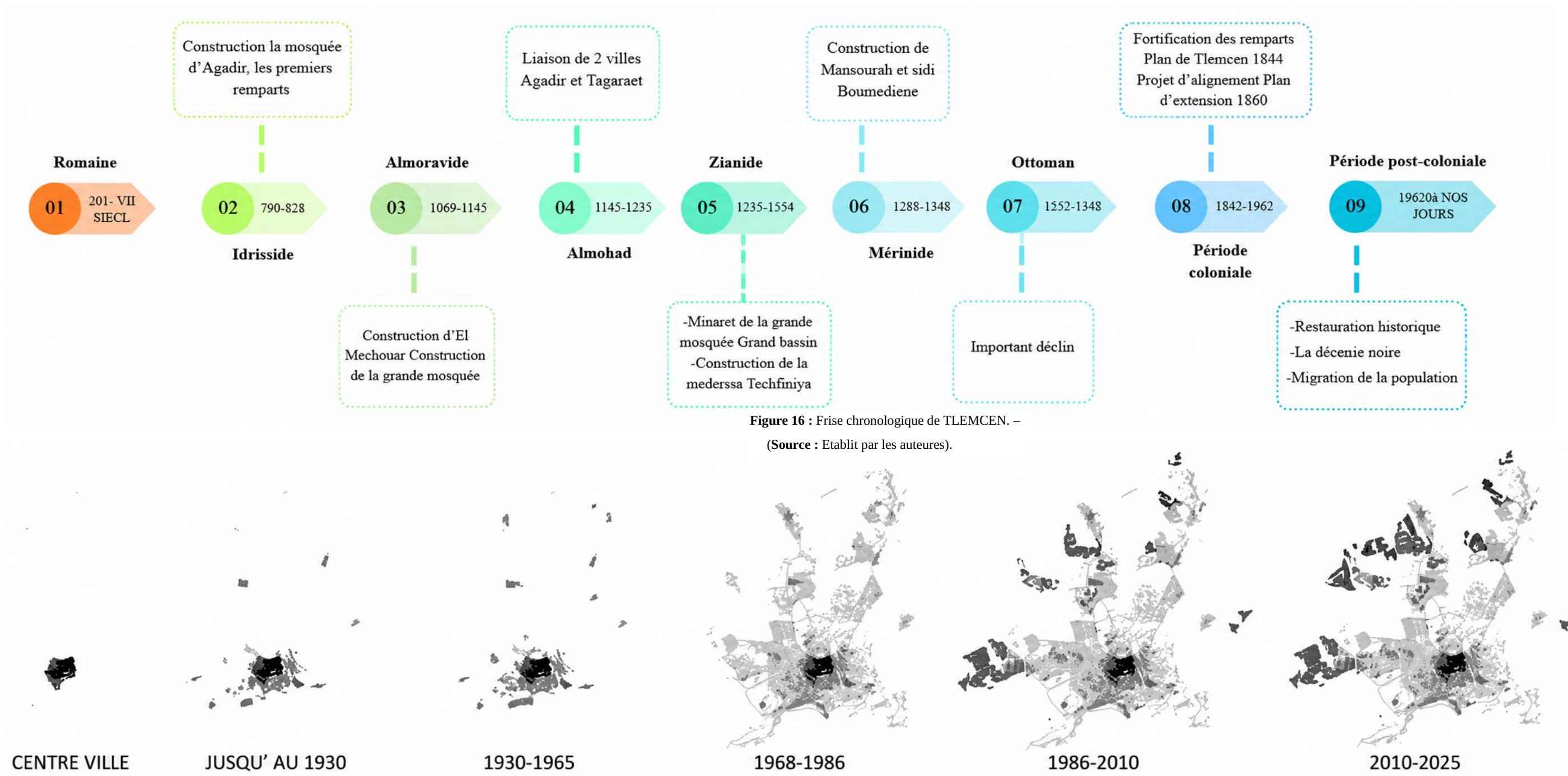


Figure 16 : Frise chronologique de TLEMCEN. –
(Source : Etablit par les auteures).

2.2.3 LA TOPOGRAPHIE DE LA VILLE DE TLEMCEEN

Tlemcen est située entre le massif jurassique des monts de Tlemcen qui fait partie de l'Atlas tabularum et les plaines et le plateau inférieur, ce qui fait de Tlemcen un espace très contrasté, la forte déclinaison soulignant une succession d'ensembles géographiques relativement distincts.

- Le 1er palier : Chetouane 600 m.
- Le 2ème palier : Centre ville 800m.
- Le 3ème palier : Plateau de Lala Seti 1200m.

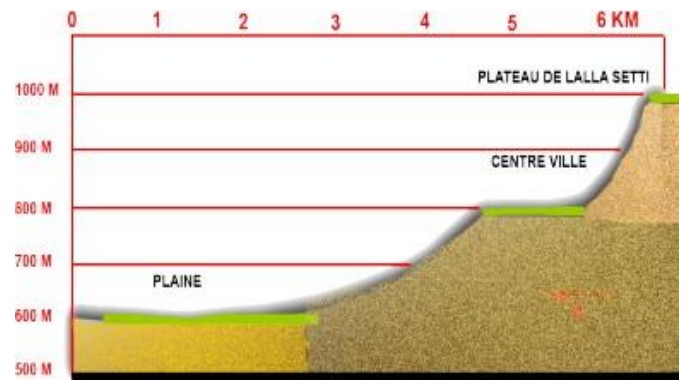


Figure 17 : topographie de la ville de Tlemcen

2.2.4 Les accessibilités

2.2.4.1 ECHELLE REGIONALE

Les routes nationales RN :

RN7 : relie le Maroc, Tlemcen et Sidi Bel Abbès à l'Est. RN98 : relie Ghazaouet à Tlemcen

RN7A : relie Marsa Ben M'hidi à Meghnia.

RN2 : traverse Tlemcen vers Ain Temouchent jusqu'à Oran. RN99 : relie Meghnia à El Aricha, Naama, Saïda et Ain Saïfa.

RN22 : l'axe le plus important qui relie le nord au sud : de Beni Saf à Méchria en passant par Remchi, Hennaya, Sebdou et El Aricha sur 130 Km. RN13 : débute d'El Aricha vers Telegh puis vers Sidi Bel Abbès.



Figure 18 : Les réseaux à l'échelle régionale

2.2.4.2 ECHELLE DE WILAYA

Les routes nationales RN

- RN7 : relie le Maroc, Tlemcen et Sidi Bel Abbès à l'Est.

- RN2 : traverse Tlemcen vers Ain Temouchent jusqu'à Oran.

- RN22 : l'axe le plus important qui relie le nord au sud : de Beni Saf à Méchria en passant par Remchi, Hennaya, Sebdou et El Aricha sur 130 Km.

[Type here]

2.2.4.3 RESEAU ROUTIER :

a- A l'échelle locale

• Les routes nationales RN25

RN7 : relie le Maroc, Tlemcen et Sidi Bel Abbès à l'Est. **RN2** : traverse Tlemcen vers Ain Temouchent jusqu'à Oran.

RN22 : l'axe le plus important qui relie le nord au sud : de Beni Saf à Méchria en passant par Remchi, Hennaya, Sebdou et El Aricha sur 130 Km.

- Autoroute Est-Ouest : Un tronçon de 100 Km du projet de l'autoroute traverse la wilaya de Tlemcen
- La rocade : Relie Safsaf, Chetouane, Koudia et Mansourah entre eux.
- Téléphérique : Tlemcen est dotée d'un téléphérique, inauguré en 2009, qui relie les quartiers ouest de la ville au plateau de Lalla Seti à plus de 1200m d'altitude.
- Autogare :
 - La première est une gare régionale qui comporte de nombreuses lignes de transport - La deuxième est une gare du réseau routier de la périphérie



Figure 19 : Les réseaux routiers à l'échelle locale

2.2.5 Climatologie de la ville de Tlemcen

Tlemcen Le climat de Tlemcen est classé comme chaud et tempéré. À Tlemcen, les mois d'hiver sont beaucoup plus pluvieux que les mois d'été. Le climat est classé Csa selon la classification de Köppen et Geiger. La température à cet emplacement est d'environ 15.4 °C, d'après une analyse statistique. Chaque année, il y a environ 454 mm de précipitations

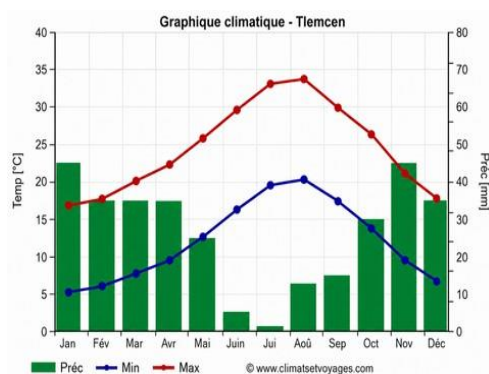


Figure 21 : Précipitations de la ville de TLEMCE

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sep- tembre	octobre	novembre	décembre
Température moyenne (°C)	7.1	7.9	10.6	13.2	16.8	21.5	25.2	25.3	21	17.1	11	8.2
Température minimale °C	2.5	2.9	5.2	7.4	10.6	14.8	18.3	18.7	15.2	11.7	6.5	3.9
Température maximale °C	13	13.7	16.8	19.5	23.2	28.1	32.2	32.3	27.5	23.5	16.5	13.9
Précipitations / Pluie mm	62	52	59	55	38	11	2	5	23	41	61	45
Humidité(%)	69%	69%	67%	65%	61%	55%	48%	50%	59%	63%	67%	70%
Jours pluvieux (d)	7	6	5	6	4	1	0	1	3	5	6	6
Heures d'ensoleillement moyennes (heures)	7.0	7.6	8.5	9.5	10.6	11.9	12.3	11.5	10.0	9.0	7.4	7.0

Figure 20 : Les Températures de la ville de TLEMCE

(Source : <https://d-maps.com>).

3 L'UNIVERSITE DE TLEMCCEN

3.1 Situation actuelle de l'université de Tlemcen

La formation universitaire à Tlemcen a démarré en 1974, Actuellement, l'université comprend 08 facultés et une annexe. On note la présence aussi de deux écoles préparatoires, l'une en sciences et techniques et l'autre en sciences économiques, de gestion et sciences commerciales. L'université s'étale géographiquement sur quatre communes (Tlemcen, Mansourah, Chetouane).

Faculté	Localisation
Faculté des lettres et langues étrangères	Campus Mansourah
Faculté des sciences sociales et humaines	Campus Mansourah
Faculté des sciences de la nature, de la vie, de la terre et de l'univers	Campus Mansourah
- Faculté de droit	Pôle Imama Bouhanak
Faculté des sciences économiques et de gestion	Pôle Imama Bouhanak
Faculté de technologie	Pôle Chetouane
Faculté des sciences	Pôle Chetouane
Faculté de médecine	Site centre ville, ex caserne Miloud
Ecole préparatoire en sciences et techniques	Bel horizon Tlemcen
Ecole préparatoire en sciences économiques	Ex biologie, Bouhanak

Tableau 1 : Implantation géographique des facultés et écoles de l'Université de Tlemcen

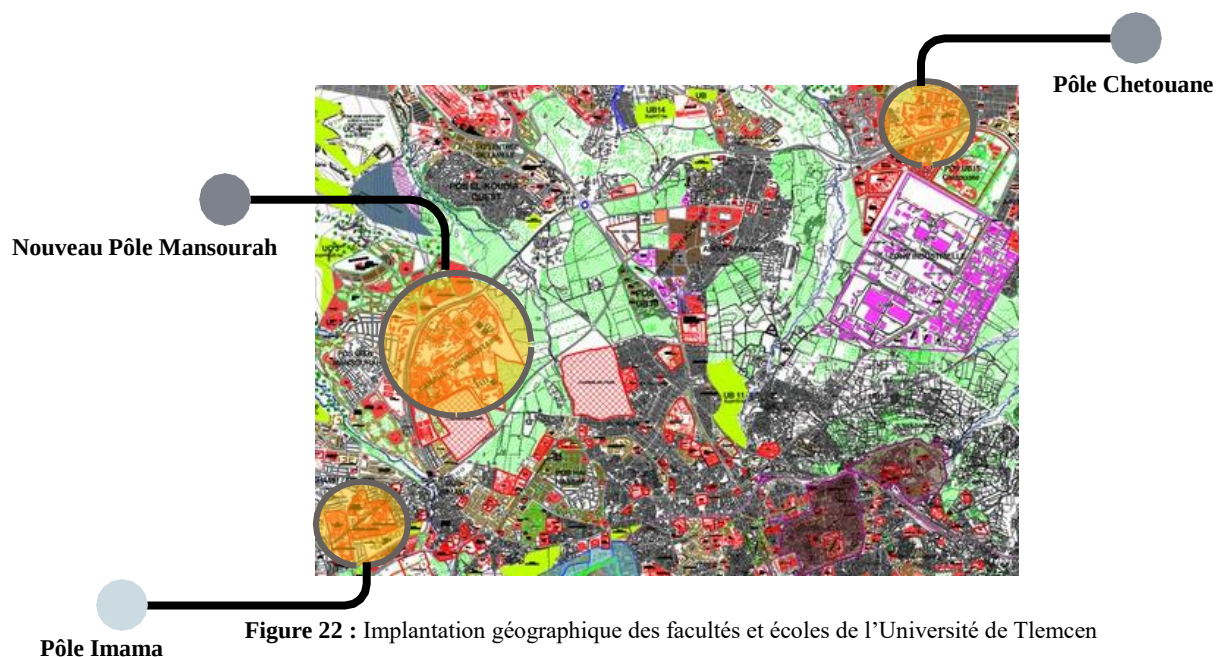


Figure 22 : Implantation géographique des facultés et écoles de l'Université de Tlemcen

Source : auteur

3.1.1.1

[Type here]

3.2 Choix de campus universitaire

Le choix du Campus de Mansourah de l'Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen (UABT) comme site principal pour concept de Smart Campus et l'intégration des nouvelles technologies repose sur des avantages stratégiques et fonctionnels qui le distinguent des autres domaines universitaires.

Premièrement, le Campus de Mansourah représente le plus grand regroupement fonctionnel et étudiant de l'université. Cette concentration garantit que l'implémentation de toute nouvelle technologie (que ce soit pour la gestion de l'énergie, la sécurité, ou l'amélioration des services) aura l'impact et l'efficacité les plus larges et mesurables à l'échelle de l'institution.

Deuxièmement, la conception architecturale relativement moderne et l'unité bâtie du site facilitent la standardisation et l'installation des infrastructures technologiques (réseaux et capteurs IoT).

Troisièmement, le campus est situé sur un axe urbain stratégique (la Rocade), ce qui en fait la vitrine principale de l'université. Développer technologiquement la fonction pédagogique n'est pas seulement un impératif interne, mais une étape essentielle pour projeter l'image d'une institution innovante et servir les objectifs nationaux d'efficacité énergétique et de développement urbain durable.

3.3 Délimitation du campus

Le nouveau pôle universitaire de Mansourah est une extension urbaine stratégique en forme triangulaire, organisée autour de la Rocade Ouest. Il relie la commune de Chétouane au nord au quartier d'Imama au sud, jouant un rôle clé dans le développement périphérique de Tlemcen

Le nouveau campus s'étend sur une superficie de 160 ha



Figure 23 : Carte de délimitation

Source : auteur

3.4 Historique de campus universitaire mansourah (la rocade):

Le campus universitaire de Mansourah – La Rcade, dépendant de l’Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, s’inscrit dans la politique nationale de développement des infrastructures universitaires initiée dans les années 2000 (exact 2005), visant à répondre à l’augmentation constante du nombre d’étudiants et à la diversification des spécialités académiques. Son développement spatial s’est fait progressivement par différentes phases d’aménagement intégrant les équipements pédagogiques et administratifs. Les premières étapes ont surtout touché les facultés de Lettres et de Langues, avant la mise en place de nouvelles structures pour les Sciences Humaines et Sociales ainsi que pour les filières scientifiques.

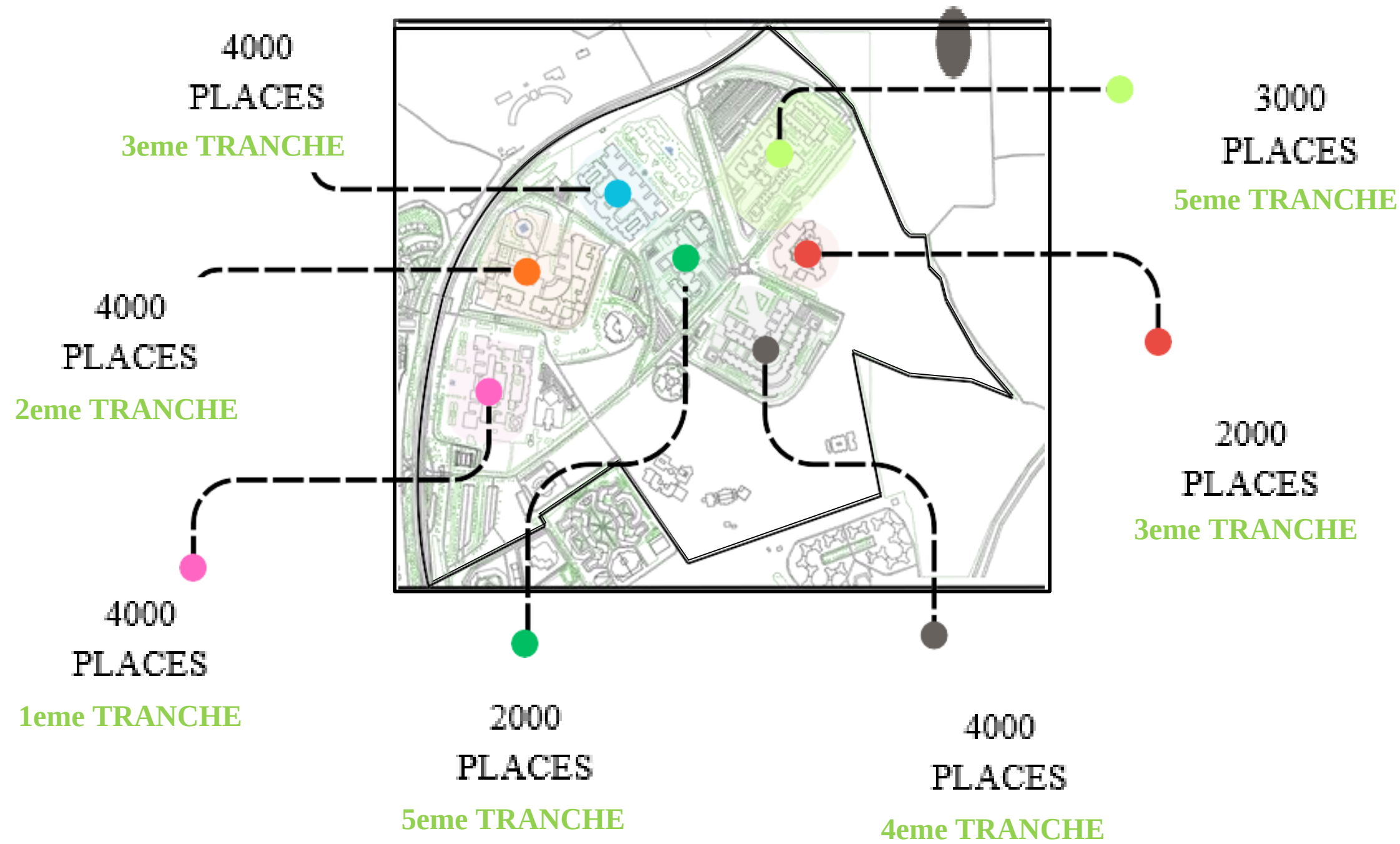


Figure 24 : Carte de historique de campus universitaire mansourah (la rocade)

Source : auteur

[Type here]

Il constitue le noyau du développement de l'université ; comprend 23 000 places pédagogiques

3.5 TRAME VIAIRE MOBILITE ET TRANSPORT

3.5.1 CIRCULATION MÉCANIQUE

Représente le flux majeur dans le campus, et qui détermine une répartition des réseaux et des voies hiérarchisées ayant différentes dimensions qui se divisent en :

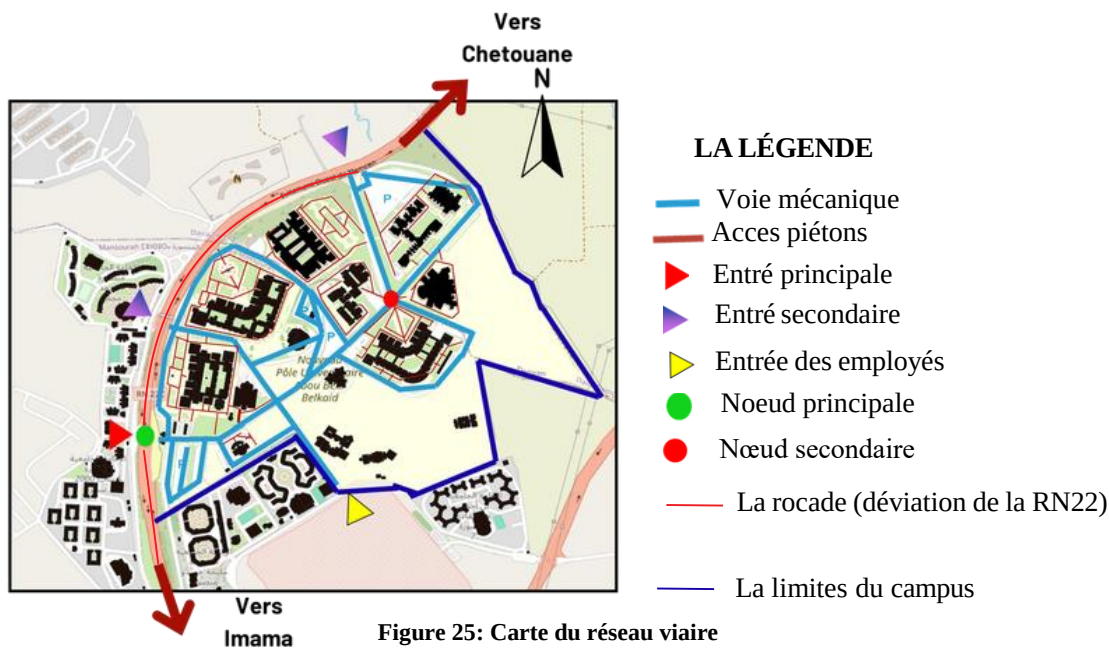
3.5.2 Voie MÉCANIQUE

Ce sont les axes majeurs les plus fréquentés par les étudiants, les employés et les enseignants. Ils constituent des espaces structurants entourés par les immeubles et les Bâtiments pédagogiques, assurant les principaux flux de circulation et de desserte au sein du campus

3.5.3 CIRCULATION PIÉTON

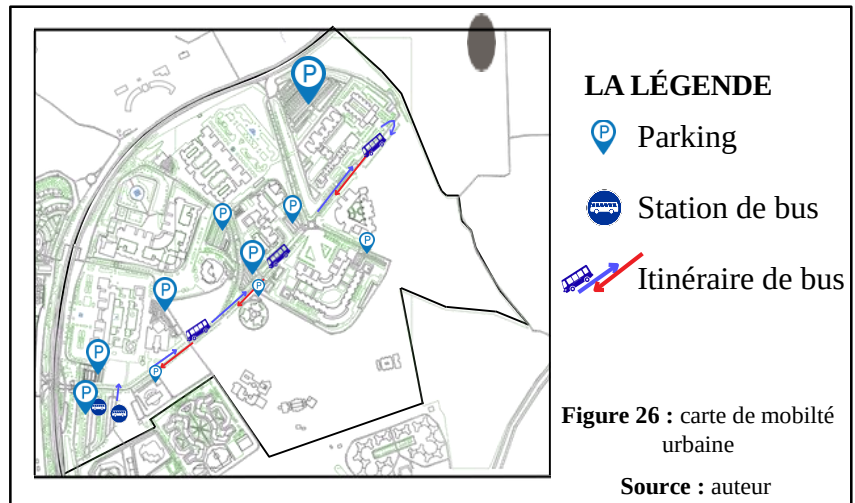
Les accès piétons : constituent des éléments structurants du campus, assurant la liaison entre les différents bâtiments et les espaces extérieurs tels que les placettes et les jardins

Les escaliers : relient souvent des parties à différents niveaux pour faciliter le déplacement



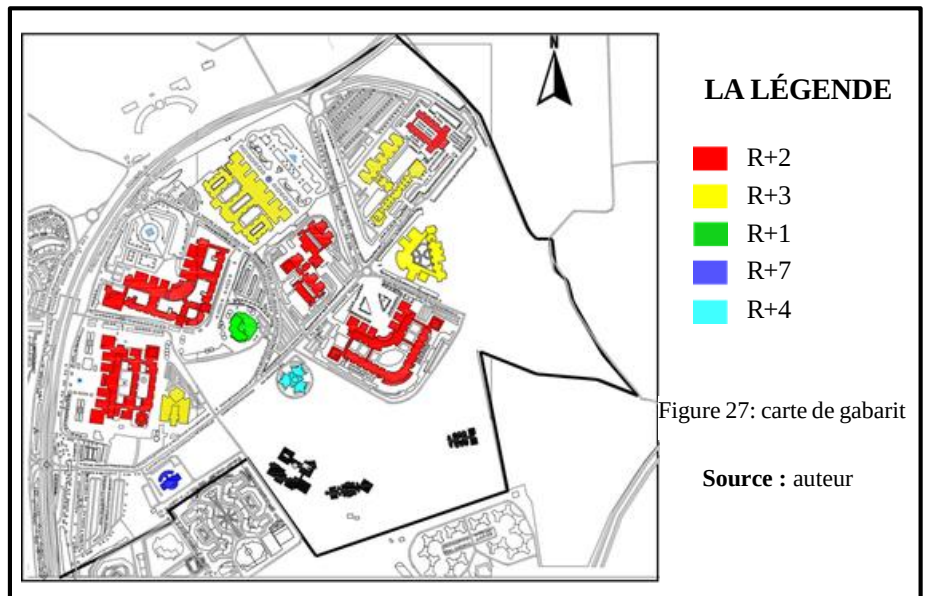
3.5.4 LA MOBILITÉ URBAINE

La zone d'étude est desservie par une ligne de bus longeant la limite du site, avec des arrêts de bus mal implantés et insuffisamment intégrés au fonctionnement du campus. Elle dispose également de plusieurs parkings publics et privés destinés principalement au personnel administratif et aux travailleurs.



3.6 GABARIT DES BATIMENTS

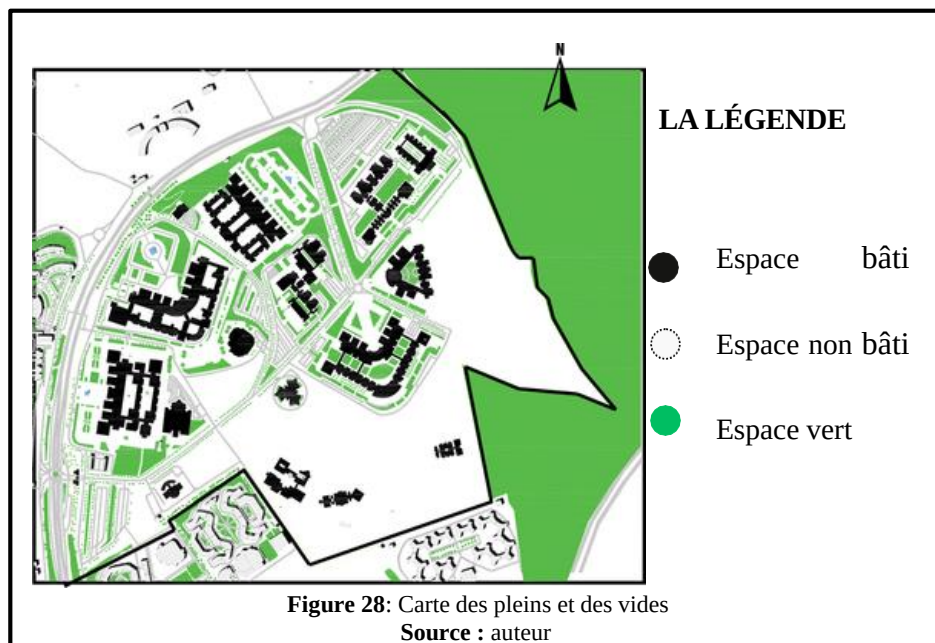
La zone d'étude présente une altimétrie des bâtiments légèrement variable et irrégulière. Le site se caractérise par une hiérarchie de gabarits dont les hauteurs culminent à R+7, notamment au niveau du rectorat. Les laboratoires de recherche atteignent quant à eux R+5, tandis que les bâtiments pédagogiques présentent des hauteurs variantes entre R+2 et R+3. Le restaurant central se limite à un gabarit de R+1



[Type here]

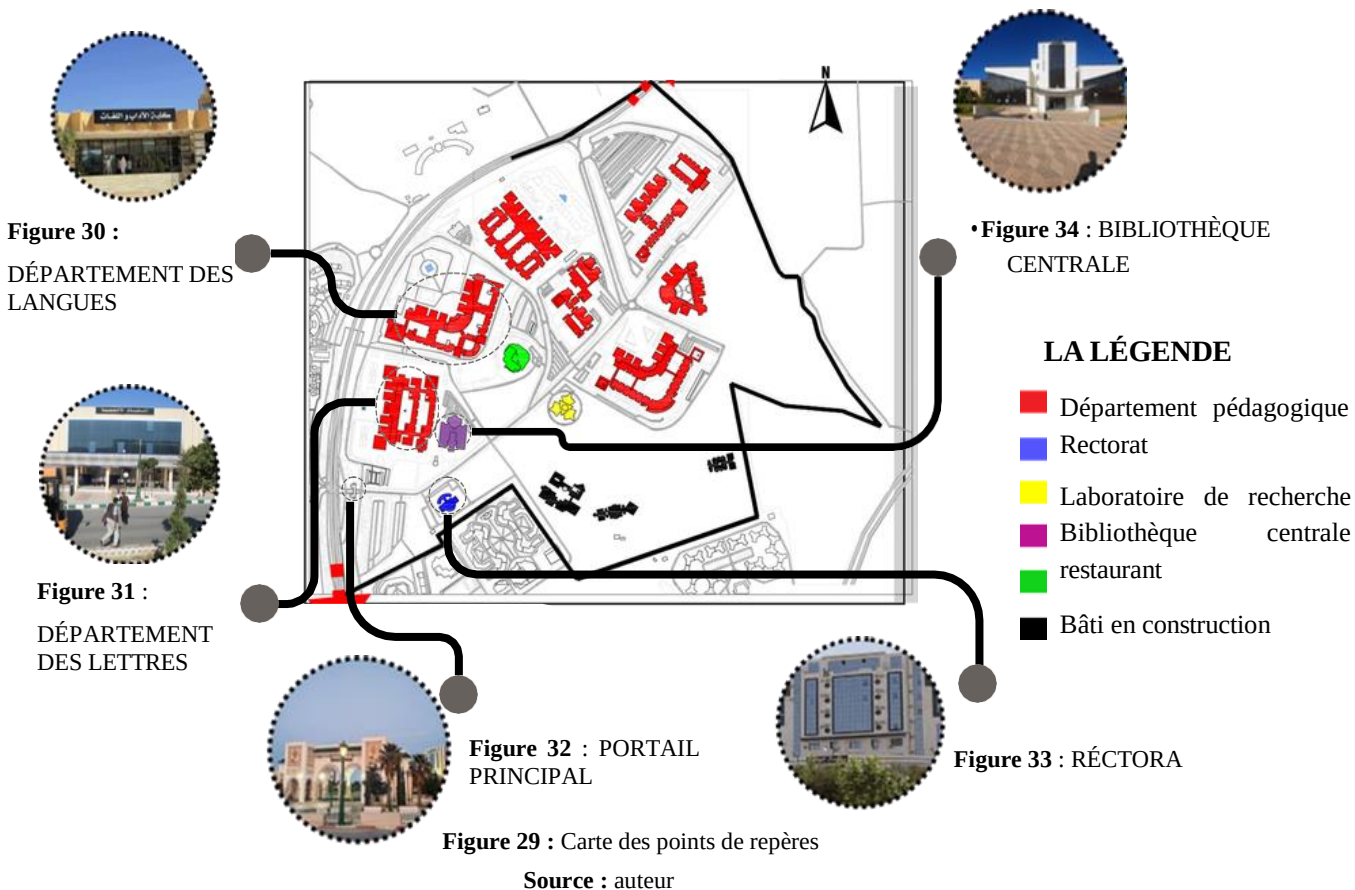
3.7 Plein et vide

La carte montre que 40 % du territoire est occupé par le bâti, tandis que 60 % correspond à des espaces non bâtis, composés d'espaces verts, de terrains vagues ainsi que de placettes et espaces ouverts.



3.8 Points de repères

On repère facilement le fragment étudié grâce à plusieurs points de repère, tels que :



3.9 Tableau d’analyse des façades

Bâtiment	Des images		Analyse des Façades	Style Architectural	Matériaux/Couleurs	
Portail Principal de l'Université	Des grandes arcades en forme de fer à cheval		Des motifs de carreaux de zellige	Présence de grandes arcades en forme de fer à cheval, typiques de l'architecture du Maghreb. Des motifs géométriques et floraux complexes ornent les surfaces murales au-dessus des arcades. Une calligraphie Arabe est visible sur la partie centrale supérieure (probablement le nom de l'université)	Inspiré de l'architecture Islamique/Mauresque. C'est un portail d'apparat très décoratif	Façade principalement blanche avec des accents verts (toit) et des motifs de carreaux de zellige (ou similaires) en bleu, vert, et ocre. La structure est massive.
Rectorat	Des bandes verticales de verre		Mur-rideau de verre	Le bâtiment est haut (plusieurs étages) et présente des bandes verticales de verre et de façade en béton, créant un rythme visuel. L'aspect général est celui d'un centre administratif ou d'une faculté des sciences/technologies. La base est entourée de verdure, adoucissant l'aspect très strict et angulaire de la structure	Très contemporain et corporatif, de style "tour de bureaux". Il contraste fortement avec les autres bâtiments.	Mur-rideau de verre réfléchissant de couleur sombre (bleu/gris) et éléments de façade en béton clair.
Le Deuxième Pôle Universitaire	Des bandes verticales de verre		Grande façade vitrée bleue Un escalier monumental	L'élément le plus frappant est la balustrade décorative qui surplombe l'entrée, avec un motif ondulé de couleur ocre et bleu, rappelant des motifs de zellige ou de moucharabieh stylisé. L'escalier large et symétrique confère une impression de grandeur et d'importance	Style Architectural : Institutionnel moderne, utilisant des éléments décoratifs traditionnels pour l'intégration culturelle	Revêtement de couleur beige/sable, grande façade vitrée bleue et un escalier monumental en marbre ou pierre claire.
Faculté de Langue et Littérature Arabe	Les fenêtres sont disposées verticalement		Une forme plus polygonale ou en encorbelle ment.	Le bâtiment a une forme plus polygonale ou en encorbellement. Les fenêtres sont disposées verticalement, en bandes	Similaire au premier bâtiment, avec une influence moderne et une teinte ocre, mais avec une géométrie différente.	Même revêtement beige clair/sable que le premier bâtiment, au sol en dalles à motifs.

3.10 Analyse de SWOT

Tableau 2 : d’analyse des façades
Source : auteur

Forces (Strengths)

- ✓ Localisation stratégique à l’entrée sud de Tlemcen, reliant le centre-ville aux axes principaux (RN7, RN22).
- ✓ Regroupement de plusieurs facultés majeures (Sciences Humaines, Droit, etc.) créant une masse critique étudiante importante
- ✓ Grandes surfaces disponibles pour les extensions futures comparé au centre-ville saturé.

FAIBLESSES (Weaknesses)

- ✓ Manque d’espaces verts aménagés et d’aires de loisirs
- ✓ Désorganisation du trafic routier et insuffisance d’infrastructures piétonnes et cyclables.
- ✓ Absence d’identité architecturale homogène : constructions hétérogènes, manque d’harmonie dans le bâti.
- ✓ Gestion urbaine insuffisante (déchets, stationnement, entretien des voies).
- ✓ Façades peu protégées contre la surchauffe
- ✓ Mauvaise gestion des eaux pluviales

Opportunités (Opportunities)

- ✓ Requalification des espaces publics du campus
- ✓ Intégration des énergies renouvelables
- ✓ Développement d’une architecture HQE et durable
- ✓ Mise en place de pistes cyclables et mobilités douces
- ✓ Intégration du campus dans le tissu urbain

Menaces (Threats)

- ✓ Dégradation des espaces publics extérieurs
- ✓ Urbanisation et densification non maîtrisées
- ✓ Absence de vision d’aménagement à long terme
- ✓ Vieillesse rapide des infrastructures
- ✓ Non-respect potentiel des normes PMR

[Type here]

4 DIAGNOSTIC URBAIN

Après l'analyse du fragment étudié, nous réalisons un diagnostic urbain afin d'identifier les problématiques existantes sur le site, comme établi dans la carte suivante :

4.1 SUR LE PLAN URBAIN ET PAYSAGER :

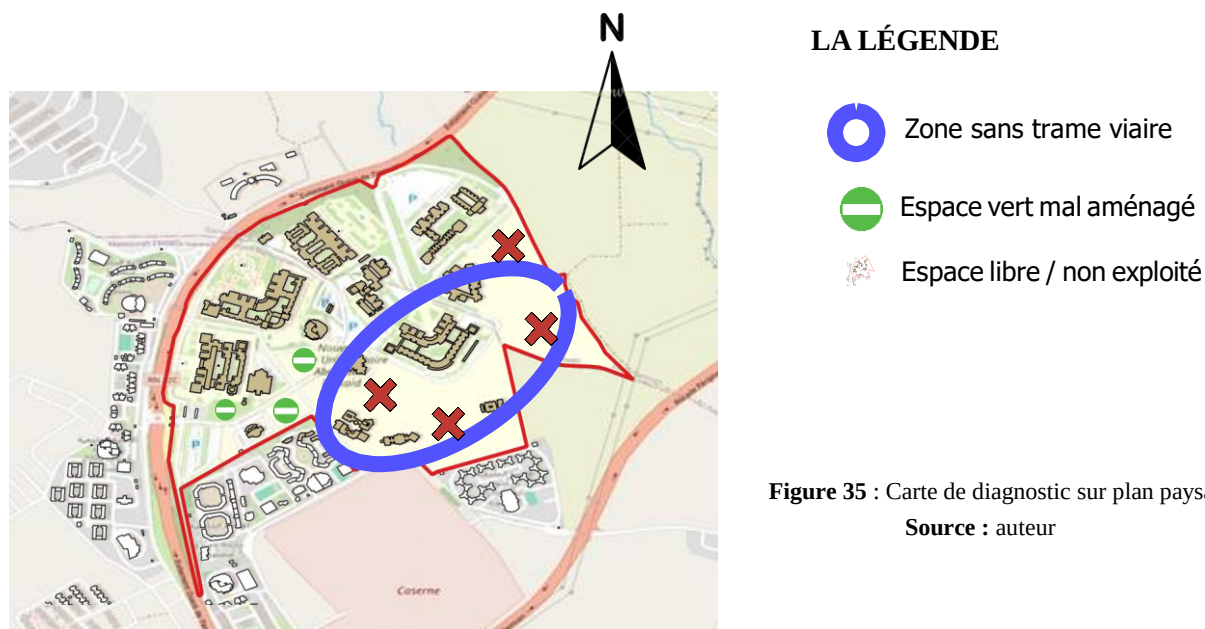


Figure 35 : Carte de diagnostic sur plan paysager
Source : auteur

- Les espaces libres entre bâtiments sont larges mais mal aménagés
- Absence de coulées vertes ou d'alignements végétaux guidant les cheminements

4.2 SUR LE PLAN URBAIN ET FONCTIONNEL

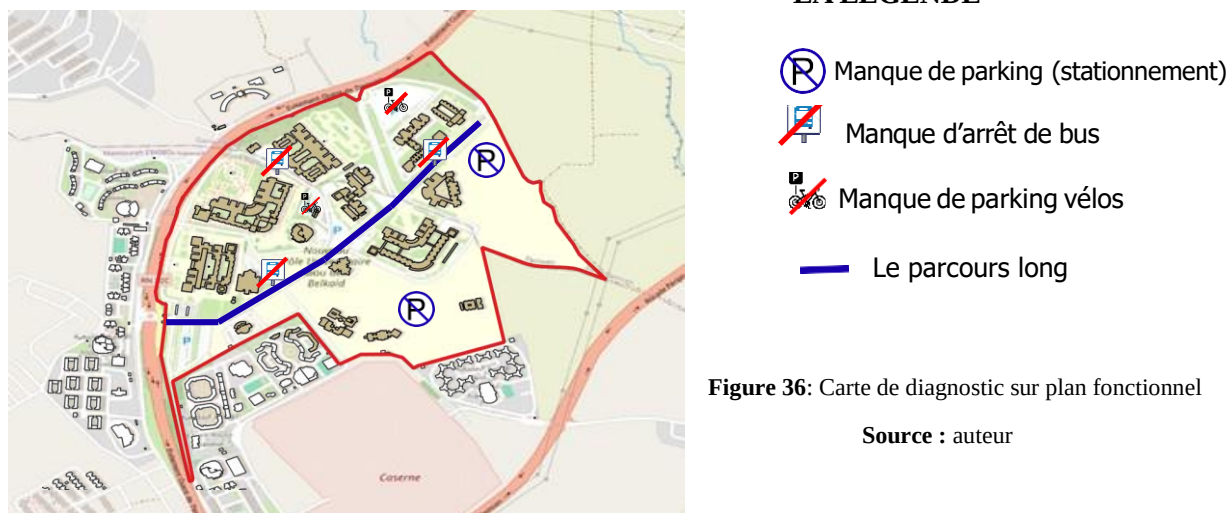


Figure 36: Carte de diagnostic sur plan fonctionnel
Source : auteur

- Circulation piétonne peu hiérarchisée, cohabitation difficile entre véhicules et piétons. Parkings insuffisants et mal répartis
- Les parcours sont souvent longs peu protégés contre les intempéries (pluie, soleil)

4.3 SUR LE PLAN URBAIN ET ARCHITECTURAL



Figure 37 : Carte de diagnostic sur plan architectural

LA LÉGENDE

-  Absence de brise-soleil
-  Bâtiment exposé au soleil

Source : auteur

Les espaces intérieurs souffrent d'un manque de confort thermique et acoustique

Les bâtiments identifiés reçoivent un ensoleillement intense durant une grande partie de la journée.

5 Questionnaire

Nous avons réalisé un questionnaire portant sur les attentes et les besoins des étudiants en matière d'activités, de services et d'aménagements extérieurs, ainsi que sur l'intégration des technologies au sein du campus universitaire de Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen. Cette enquête, menée dans la zone d'étude, a permis de recueillir 70 réponses, dont la majorité s'est montrée favorable aux propositions de réaménagement et de modernisation. Le détail du questionnaire est présenté en annexe

6 ANALYSE THEMATIQUE

6.1 CRITÈRES DE CHOIX DES EXEMPLES :

L'échelle : Les pôles universitaires se développent généralement sur de vastes superficies, comprises entre 150 et 200 hectares, au sein des agglomérations urbaines. Notre étude porte sur la ville de Tlemcen, située dans le nord-ouest algérien, marquée par une dynamique urbaine et universitaire importante.

La pertinence : Ces exemples traitent de problématiques similaires à celles de notre projet, notamment l'organisation du campus universitaire, l'articulation entre les espaces pédagogiques et les services, l'amélioration des déplacements internes, ainsi que la création d'espaces interactifs favorisant l'intégration des étudiants au tissu urbain.

La reconnaissance des projets : Ces pôles universitaires constituent des références en matière d'aménagement et de conception architecturale. Réalisés par des bureaux et organismes spécialisés, ils intègrent les principes du développement durable ainsi que les technologies contemporaines dans la planification des espaces universitaires.

6.2 Exemple 01 : l'Université Technologique de Nanyang
Singapore

6.2.1 Présentation du projet (moe.gov.sg S. o.-u.-c.-u.)

6.2.1.1 VISION GLOBALE

Le projet de campus de NTU s'articule autour d'une vision déclarée : faire de l'université un « campus intelligent et durable » (Smart Campus), c'est-à-dire un écosystème urbain vivant où les technologies numériques,



Figure 38 : campus de la Nanyang Technological University (NTU)

Source : NTU Singapore, 2020

les pratiques écologiques et les ambitions pédagogiques se conjuguent. Cette vision a été formellement lancée par le Président de NTU, le Professeur Subra Suresh, en janvier 2018.

Le Smart Campus se définit autour de trois piliers indissociables :

- Améliorer les expériences d'apprentissage et de vie grâce au numérique
- Favoriser la découverte de nouvelles connaissances en faisant du campus un laboratoire vivant (Living Lab)
- Assurer la durabilité des ressources à l'échelle d'un campus de 200 hectares.

6.2.1.2 CONCEPT « UNIVER-CITY »

NTU est souvent qualifiée de « mini-city » ou « Univer-City », un terme qui reflète l'autosuffisance fonctionnelle du campus. Sur ses 200 hectares, le campus concentre des fonctions résidentielles (plus

de 13 500 étudiants logés dans 25 halls), académiques, de recherche, sportives, commerciales, culturelles et de loisirs. Ce modèle vise à minimiser les besoins de déplacement en dehors du campus tout en créant une communauté universitaire dense et active.



Figure 40 : NTU Landscape Master Plan

Source <https://www.landinc.ca/ntu-masterplan>

6.2.2 Fiche technique

Nom du campus	Campus de NTU
Localisation	Ouest de Singapour, Jurong / Buona Vista (Southwest Region)
Maître d'œuvre Plan directeur	NTU + Guida Moseley Brown Architects (Australie)
Superficie	200 hectares (campus principal)
Population universitaire	~37 458 étudiants (2025) + personnel académique et administratif
Bâtiments zéro-énergie certifiés	8 bâtiments BCA Green Mark Platinum Zero Energy (+ 1 positif en énergie)
Vision Smart Campus Lancement	Janvier 2018 (annonce officielle, Pr. Subra Suresh)

6.2.3 Organisation des circulations et des accès

NTU est accessible par plusieurs modes de transport depuis le reste de Singapour :

- Deux entrées automobiles principales
- Entrée Jalan Bahar (depuis PIE, sortie 36) ;
- Entrée Pioneer Road North (depuis PIE, sortie 38).



Figure 41 : bus électrique et autonome

Source: Volvo Group / NTU Singapore, 2019

6.2.4 Réseau interne Navettes intelligentes

La vision urbaine de NTU repose sur le concept de « Garden Campus » - un campus-parc dans lequel la nature ne constitue pas un simple décor mais une infrastructure écologique pleinement intégrée au projet architectural. Le masterplan, élaboré par le cabinet Guida Moseley Brown Architects, divise le campus en douze précints (zones) définis par la topographie naturelle existante, les corridors d'eau et les corridors verts. Cette approche bioclimatique place les systèmes naturels au cœur de la structure physique du campus.

L'architecture de NTU se caractérise par une recherche permanente de perméabilité et de porosité. Les bâtiments sont conçus comme des « non-bâtiments » - des structures qui dialoguent avec leur site, minimisent leur emprise au sol, laissent circuler l'air et la végétation. Cette philosophie est particulièrement visible dans la School of Art, Design and Media (ADM), dont les toitures inclinées en gazon

constituent l'un des emblemes architecturaux mondiaux du campus durable en zone tropicale.

6.2.5 Fonctions ecologiques des toitures vertes de NTU

Reduction thermique de l'ambiance intérieure ; diminution des îlots de chaleur urbains ; gestion des eaux pluviales (rétention et évapotranspiration) ; préservation de la biodiversité locale ; valeur esthétique et biophilique pour les usagers.

Le plan d'eau central du batiment ADM joue egalement un rôle de refroidissement passif par évaporation, offrant une « respiration thermique » aux espaces environnants. Cette approche de l'eau comme regulateur climatique se retrouve a plusieurs echelles dans le masterplan de NTU.



Figure 43 : Toiture végétalisée incurvée et interconnectée de l'École d'art, de design et de média



Figure 42 : Structure en tours de béton texturé du Learning Hub « The Hive »

Source: NTU Singapore, 2019

6.2.6 Principes Architecturaux Directeurs de NTU

- Intégration biophilique : fusion de l'architecture et de la vegetation native (lowland rainforest species)
- Perméabilité et ventilation naturelle : bâtiments ouverts, façades perméables, espace public traversant
 - Matériaux durables innovants : pionnier de l'utilisation du Mass Engineered Timber (MET) en Asie
 - Green Mark Platinum : certification de durabilité attribuée à 100% des bâtiments éligibles du campus

. Living Testbed : campus-laboratoire pour les technologies du futur (smart mobility, IoT, énergie)



Figure 45 : Aménagement paysager durable

Source: NTU Singapore, 2019

6.3 Exemple 02 : Université verte à Singapour

6.3.1 Présentation du Projet

La Singapore University of Technology and Design (SUTD) est une université publique singapourienne fondée en 2009, inaugurée sur son campus permanent de Changi en 2015. Elle est placée sous la tutelle du Ministry of Education de Singapour et a été conçue dès son origine comme un campus universitaire alliant technologies avancées, design et entrepreneuriat. Sa vision globale consiste à former des ingénieurs et des designers capables d'aborder les défis complexes du monde contemporain à travers une approche radicalement pluridisciplinaire



Figure 44 : Singapore University of Technology and Design - SUTD

Source : Archdaily.com

La SUTD a été fondée en partenariat stratégique avec le Massachusetts Institute of Technology (MIT), qui a contribué à l'élaboration de son curriculum et de sa pédagogie innovante. Ce partenariat a notamment permis l'importation de méthodes

d'enseignement par le projet et d'approches centrées sur le « design thinking ».

University s'organise autour de quatre piliers académiques: Architecture and Sustainable Design (ASD), Engineering Product Development (EPD), Engineering Systems and Design (ESD) et Information Systems Technology and Design (ISTD).

6.3.2 Fiche Technique

Surface du terrain	Environ 83 000 m² (première phase).
Surface construite	Environ 106 000 m².
Principaux bureaux d'architecture	UN Studio (Pays-Bas) et DP Architect (Singapour), en partenariat égalitaire.
Plan directeur (Master Plan)	Sasaki Associates (Boston, États-Unis).
Date d'ouverture du campus permanent	2015.
Certification environnementale	Green Mark Platinum, délivrée par la Building and Construction Authority (BCA) de Singapour.

6.3.3 Localisation :

Le campus de la SUTD est situé à l'est de Singapour, dans le quartier de Changi, à proximité immédiate de l'aéroport international de Changi et du Changi Business Park, l'un des principaux pôles technologiques et économiques de Singapour. Cette situation géographique stratégique n'est pas anodine : elle facilite la collaboration entre l'université et les entreprises du secteur technologique et aéronautique voisines.

[Type here]

6.3.4 Concept architectural principal:

Le concept architectural majeur repose sur la « suppression des frontières » entre les quatre disciplines académiques. Contrairement aux campus traditionnels où chaque faculté occupe un bâtiment isolé, la SUTD a été conçue de façon à ce que les différentes disciplines se rencontrent et interagissent en permanence. Les bâtiments sont reliés entre eux par une série d'espaces intermédiaires galeries, passerelles couvertes, cours intérieures conçus pour favoriser les rencontres spontanées et l'échange d'idées entre étudiants et enseignants de différentes disciplines.



Figure 46 : Façades bioclimatiques à persiennes colorées entourant la cour centrale de la SUTD
Source : Archello.com

6.3.5 Schéma Urbain du Projet

Structure du Master Plan (Sasaki Associates) :

Le plan directeur élaboré par Sasaki Associates repose sur un système de deux axes perpendiculaires qui structurent l'ensemble de l'organisation spatiale du campus

- Le « Learning Spine » (Axe académique Est-Ouest)
- Le « Living Spine » (Axe résidentiel et social Nord-Sud)
- Le « Campus Centre » (Point d'intersection)

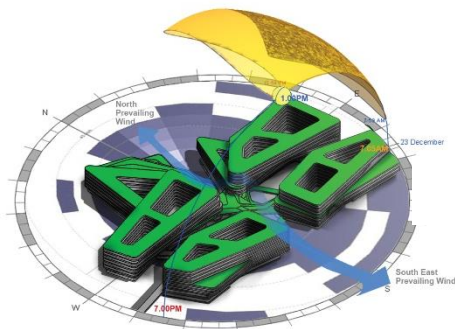


Figure 47 : SUTD Academic Campus - Environmental Design & Solar Analysis
Source : Archello.com

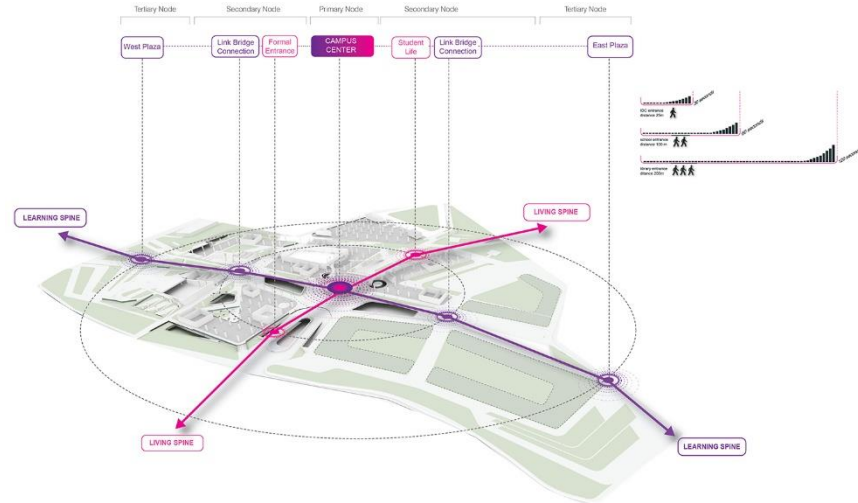


Figure 48 : Schéma fonctionnel illustrant le croisement des axes
Source : Archello.com

6.3.6 Stratégie d'Intervention : Campus Intelligent et Durable

6.3.6.1 LE CAMPUS EN TANT QUE « LIVING LAB » :

Une des ambitions les plus originales du projet SUTD est de faire du campus un véritable terrain d'expérimentation pédagogique vivant. Le site est un outil pédagogique qui permet de tester dans des conditions réelles les technologies de durabilité et de design. Les étudiants peuvent donc étudier, analyser et optimiser les systèmes existants directement sur leur site universitaire, transformant le campus en un véritable laboratoire à ciel ouvert.

6.3.6.2 DURABILITE PASSIVE ET ACTIVE :

En plus des stratégies de refroidissement passif déjà présentées, le projet inclut un ensemble de dispositifs actifs de durabilité : toitures végétalisées qui participent à l'isolation thermique et à la gestion des eaux pluviales, systèmes de récupération et de recyclage des eaux de pluie, ainsi qu'une optimisation maximale de l'éclairage naturel afin de réduire la consommation électrique des bâtiments. Grâce à ces mesures conjuguées, le campus a reçu la certification Green Mark Platinum, la plus élevée des distinctions écologiques décernées par la Building and Construction Authority (BCA) de Singapour.

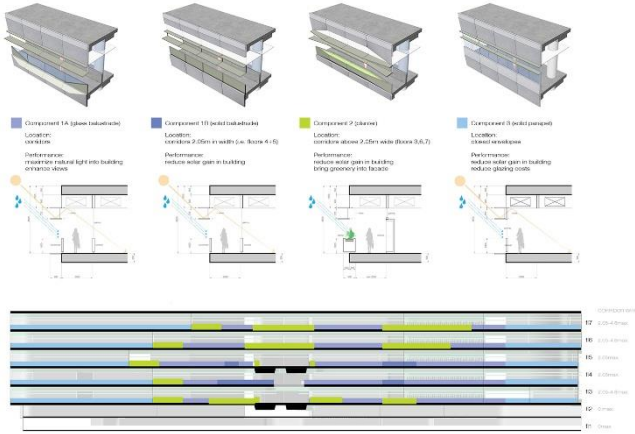


Figure 50 : Analyse des composants de façade, des variations de persiennes et des angles d'ombrage du campus SUTD

Source : Archello.com

6.3.6.3 ENTREPRENEURIAT, INNOVATION ET FAB LABS :

Le projet architectural prévoit d'intégrer au cœur du campus les Fab Labs (laboratoires de fabrication) et les espaces de prototypage rapide. Ces équipements, accessibles aux étudiants de toutes les disciplines, incarnent la culture du « learning by doing » apprendre en faisant qui est propre à la philosophie de la SUTD. Le fait qu'elles se trouvent au cœur du campus renforce le lien direct et permanent entre l'activité académique, la créativité et l'expérimentation pratique. Sa proximité du Changi Business Park facilite les liens entre le monde universitaire et le tissu économique singapourien, en matière de partenariat, de stages et de transfert de technolog



Figure 49 : Vues du campus de la SUTD
Source : Archello.com

6.4 Tableau comparatif

Éléments du Paysage	NTU Singapore	Université verte à Singapour	Points communs
Intégration de la Végétation	Toitures vertes, Façades plantées	Jardins suspendus, Façades végétales	Green design & Végétalisation Élevée
Architecture Bioclimatique	Ventilation Naturelle, lumière Naturelle	Conception durable & low-energy	Approche Écologique
Espaces publics Extérieurs	Parcours piétons, Zones de repos	Cours ouvertes, Espaces Collaboratifs	Espaces sociaux Extérieurs
Mobilité douce	Pistes cyclables, Piétonisation	Campus walkable & Vélos	Mobilité non Motorisée
Gestion de l'eau	Bassins, Récupération d'eau	Jardins aquatiques	WSUD - gestion Durable de l'eau

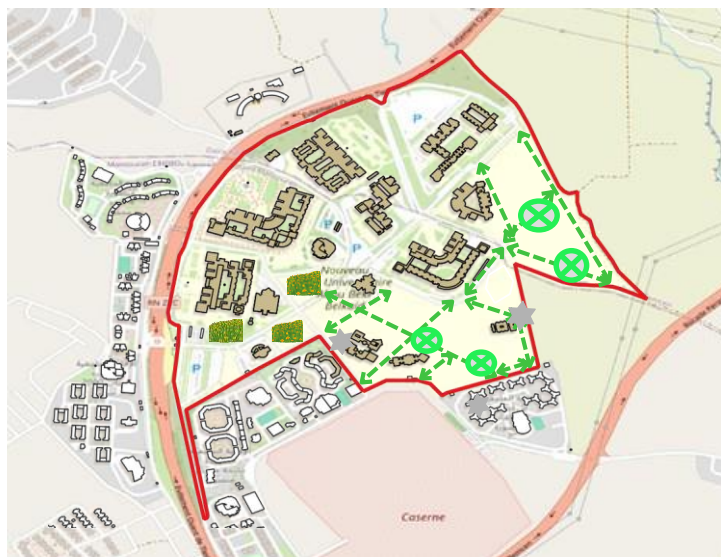
7 Conclusion

À partir de l'analyse urbaine du campus ainsi que de l'étude des différents exemples de smart campus à travers le monde, nous avons pu dégager un ensemble de stratégies adaptées au contexte du site d'étude. Ces stratégies visent à améliorer la mobilité, renforcer la connectivité, valoriser les espaces publics et intégrer des solutions durables et intelligentes, afin de répondre aux besoins actuels et futurs de la communauté universitaire.

[Type here]

8 STRATÉGIE D'INTERVENTION

8.1 SUR LE PLAN URBAIN ET PAYSAGE :



LA LÉGENDE

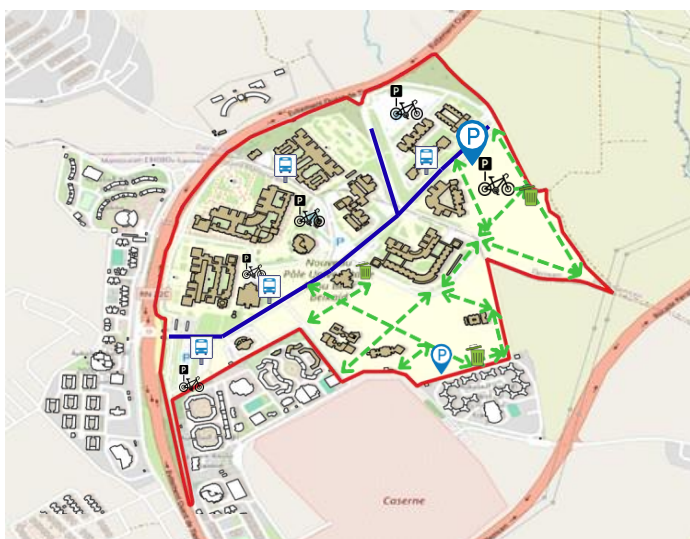
-  Propositions d'espaces verts
-  Propositions des placettes
-  Réaménagement d'espaces verts
-  axes structurants proposés

Figure 51 : carte de stratégie sur plan paysager

Source : auteur

- Assurer des continuités fonctionnelles et visuelles à travers l'ouverture de nouvelles voiries, afin de faciliter la circulation et renforcer la cohérence urbaine du campus.
- Améliorer la qualité environnementale par injection des espace naturels, ainsi végétaliser les voies, et projection d'un parc urbain, ce lieu constituera un véritable espace attractif

8.2 SUR LE PLAN URBAIN ET FONCTIONNEL



LA LÉGENDE

-  L'abri-bus
-  Propositions de parkings
-  Une voie douce pour vélos
-  Parking vélo
-  Axes structurants proposés

Figure 52 : carte de stratégie sur plan fonctionnel

Source : auteur

- L'élargissement des voiries vise à intégrer les circulations douces et à garantir une accessibilité universelle
- Mise en place d'un système de transport intelligent par bus pour optimiser le confort et

8.3 SUR LE PLAN URBAIN ET ARCHITECTURAL

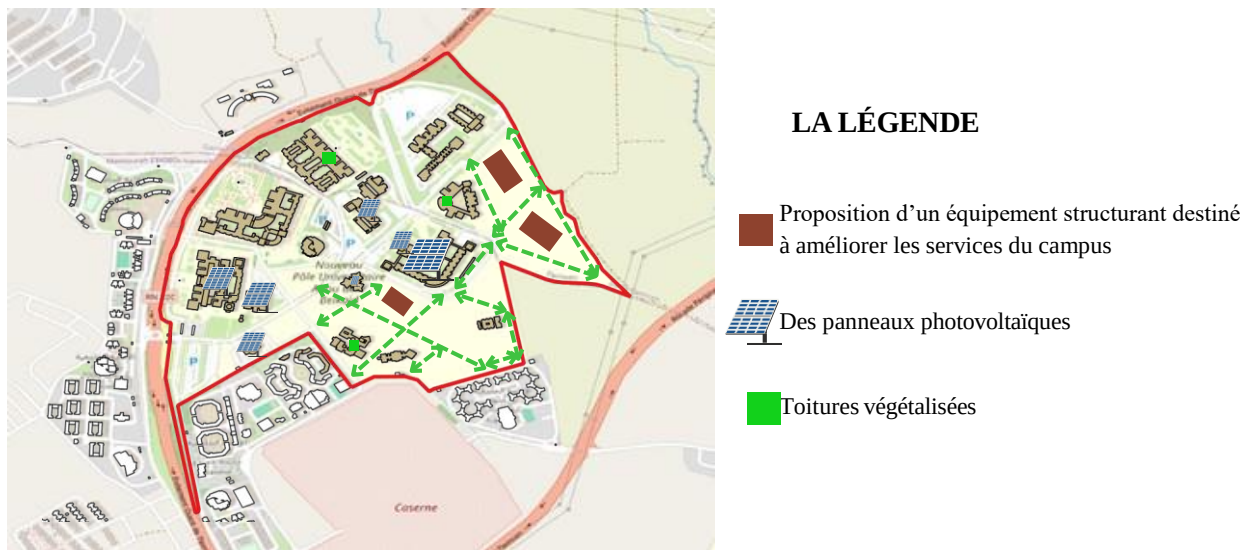


Figure 53 : carte de stratégie sur plan architectural

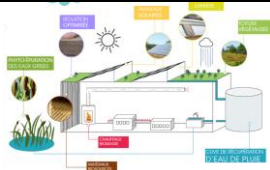
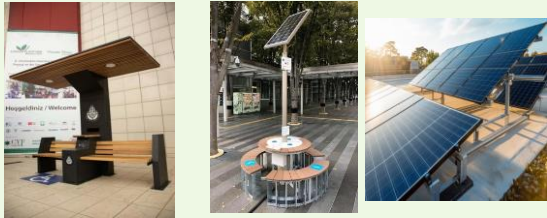
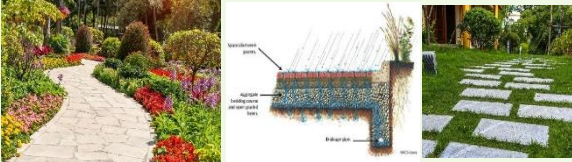
Source : auteur

- Des panneaux photovoltaïques ont été installés sur les bâtiments de plus grande hauteur bénéficiant d'un ensoleillement constant, afin d'optimiser la production énergétique
- L'intégration de toitures végétalisées contribue à l'amélioration de l'isolation thermique et à la qualité environnementale du campus

9 Tableau des technologies urbaines intelligentes

La stratégie d'intervention adoptée dans ce projet repose sur l'intégration des technologies urbaines intelligentes afin d'améliorer la gestion du campus, la mobilité et le confort des usagers. Dans ce cadre, le tableau des technologies urbaines intelligentes présente l'ensemble des solutions proposées, telles que les capteurs connectés, les systèmes de gestion intelligente du stationnement, l'éclairage intelligent et les applications numériques. Ces technologies constituent des outils d'intervention permettant d'optimiser le fonctionnement des espaces, de renforcer la durabilité du projet et d'assurer une meilleure expérience utilisateur au sein du campus

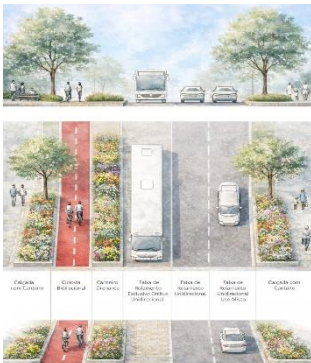
[Type here]

Catégorie	Éléments intelligents	Description synthétique	Objet/Rôle dans les projets	Image/Schéma
Transport	• Véhicules autonomes et connectés (vélos et trottinettes électriques) • Abri de bus intelligent	• Systèmes intégrés utilisant les TIC pour optimiser les déplacements urbains, réduire les congestions et les émissions polluantes.	• Optimisation des flux de circulation • Réduction des temps de trajet • Amélioration de l'accessibilité urbaine	
Éclairage intelligent	• Luminaires LED connectés • Capteurs de mouvement/luminosité • Systèmes de gestion centralisée	• Infrastructure d'éclairage public capable de s'adapter en temps réel aux conditions environnementales et aux besoins des usagers.	• Réduction consommation énergétique (jusqu'à 80%) • Amélioration de la sécurité publique • Optimisation de la maintenance prédictive	
Gestion des déchets	• Système de collecte pneumatique automatisé des déchets	• Systèmes basés sur, un flux d'air à haute vitesse et les données en temps réel pour optimiser la collecte	• Amélioration des taux de recyclage • Réduction émissions CO2 liées à la collecte • Optimisation des tournées de collecte	
Gestion de l'eau	• Récupération des eaux pluviales • Irrigation intelligente	• Solutions numériques et durable , analyser et optimiser l'utilisation de l'eau en milieu urbain	• D'assurer une utilisation durable de l'eau • Optimisation de la consommation • Programmation automatique de l'arrosage	
Énergie/Panneaux solaires	• Panneaux photovoltaïques • Intégrés Mobilier urbain solaire • Systèmes de stockage d'énergie	• Solutions d'énergie renouvelable intégrées au tissu urbain pour une production décentralisée d'électricité.	• Réduction de la dépendance énergétique • Optimisation des coûts énergétiques • Optimisation des coûts énergétiques	
Façades intelligentes	• Systèmes d'ombrage • Capteurs environnementaux intégrés	• Enveloppes de bâtiments capables de s'adapter dynamiquement aux conditions environnementales pour optimiser le confort.	• Réduction besoins climatisation/chauffage • Amélioration du confort visuel et thermique	
Aménagement paysager	• Végétalisation urbaine • Revêtements perméables (ou drainants) • Dalles en pierre espacées au sein du gazon	• L'aménagement paysager regroupe des interventions visant à organiser l'espace extérieur, améliorer son usage et renforcer son aspect visuel.	• L'objectif ne se limite pas à l'aspect ornemental il s'agit également de relier les espaces extérieurs au bâti, d'améliorer l'usage quotidien du lieu, et de rehausser la valeur esthétique et fonctionnelle du site	
Sécurité/IoT	• Caméras de surveillance connectées • Capteurs environnementaux multi-usages • Systèmes d'alerte précoce Plateformes de gestion centralisée	• Réseau de capteurs et d'objets connectés permettant une surveillance continue de l'environnement urbain et une réponse coordonnée.	• Amélioration de la sécurité publique • Détection précoce des risques	

10 Master plan

Master plan du campus, plusieurs interventions d’aménagement et de requalification ont été proposées afin d’améliorer la qualité fonctionnelle, environnementale et esthétique de l’espace universitaire.

Dans un premier temps, une restructuration du réseau viaire a été réalisée à travers l’aménagement des voies de circulation dans les espaces vacants ainsi que la création de nouveaux îlots urbains permettant une meilleure organisation spatiale du campus. Par ailleurs, une voie spécifique dédiée aux mobilités douces a été intégrée, notamment pour les vélos et les trottinettes électriques, dans une perspective de mobilité durable et de réduction de l’empreinte carbone.

		 	 
Piste cyclable	Chaussée / zone de rencontre	Bordures et caniveaux	
			
Stationnement cyclable	Vue 3d de campus	Cheminements courants/particuliers	

Le projet comprend également le réaménagement des espaces verts afin de renforcer le confort environnemental et la qualité paysagère du campus. Des pergolas et des zones ombragées ont été ajoutées, accompagnées de plantations d’arbres destinées à améliorer le microclimat et offrir davantage de confort aux usagers.

				
Vue 3d de campus			Les arbres d’alignement	Grillesd’arbres

Dans une logique de développement durable et d’efficacité énergétique, un système d’éclairage public alimenté par énergie solaire a été proposé. De plus, des panneaux photovoltaïques ont été installés sur les bâtiments bénéficiant d’une forte exposition solaire durant la journée afin de favoriser la production d’énergie renouvelable. Le master plan intègre également la modernisation des arrêts de bus à travers la création d’abris intelligents et fonctionnels améliorant les conditions d’attente des étudiants et visiteurs. Une réorganisation des parkings a aussi été effectuée dans le but d’optimiser la circulation et la gestion des stationnements à l’intérieur du campus. Enfin, des éléments de valorisation paysagère et de confort urbain, tels que des fontaines décoratives, ont été ajoutés afin de renforcer l’attractivité et l’identité architecturale du campus universitaire

    	 	 	 
Eclairage	Les arrêts bus	Fontaines	Potelets et bornes

[Type here]

10.1.1



Intégration de panneaux solaires au niveau des toitures dans une démarche de Transition énergétique et de développement durable.



Réaménagement et optimisation du parking pour assurer une meilleure fluidité de circulation et une organisation fonctionnelle des stationnements.



Aménagement d'un espace vert structuré comprenant une fontaine et une placette conviviale favorisant les échanges et la détente des usagers.



Mise en place d'une voie dédiée aux mobilités douces, notamment aux vélos et aux trottinettes électriques, afin d'encourager les déplacements écologiques et sécurisés.



Création et valorisation des espaces verts afin d'améliorer la qualité environnementale et paysagère du campus.

Chapitre 3 : Approche progrogrammatique

[Type here]

1 Introduction :

Ce chapitre présente une étude comparative d'exemples similaires à notre projet de conception d'un complexe sportif intégré dans un campus universitaire intelligent, selon des critères architecturaux, structurels, techniques et environnementaux. Cette analyse vise à comprendre les principes de conception et les technologies adoptées afin d'établir une programmation fonctionnelle, qualitative et durable répondant aux besoins du campus universitaire contemporain.

2 Aperçu sur la notion de complexe sportif universitaire intelligent

1. Un complexe sportif universitaire intelligent vise à intégrer les technologies numériques et les infrastructures sportives pour optimiser l'expérience des étudiants, des enseignants et des visiteurs.
2. Il favorise la pratique sportive, le bien-être physique et mental, ainsi que le développement de compétences liées à la gestion des données et des systèmes intelligents.
3. Ces équipements deviennent des lieux d'expérimentation technologique, d'innovation pédagogique et de rayonnement social pour l'université.

2.1 Projet de conception d'un complexe sportif universitaire intelligent

1. Le projet s'inscrit dans une vision numérique et durable, pour créer des espaces sportifs répondant aux besoins des usagers et intégrant des systèmes intelligents de gestion et de supervision.
2. Le complexe se transforme en un écosystème technologique vivant, où l'architecture encourage la performance, la polyvalence et la connectivité.
3. Cette conception participe à la revitalisation de la vie universitaire en offrant à la communauté étudiante des espaces de développement physique et de sensibilisation aux enjeux du numérique et du développement durable.
4. Les exigences programmatiques d'un complexe sportif intelligent comprennent la flexibilité des espaces, l'intégration des technologies BIM/IoT, la gestion énergétique automatisée, la sécurité intelligente et le confort des usagers.

3 Principales exigences :

3.1 Critères de choix des exemples

Le choix des exemples de complexes sportifs universitaires intelligents a été conditionné par :

- ❖ Le programme est riche : une intégration harmonieuse des espaces sportifs, des espaces de détente, de socialisation et d'innovation technologique.
- ❖ Les innovations architecturales et techniques : utilisation de matériaux durables, structures intelligentes, gestion énergétique automatisée (domotique, capteurs IoT), systèmes de ventilation et d'éclairage adaptatifs, et conception bioclimatique.
- ❖ L'intégration paysagère et urbaine : s'adapter au cadre naturel et universitaire du projet en valorisant le lien entre architecture, territoire et identité du campus.

3.2 Analyse des exemples

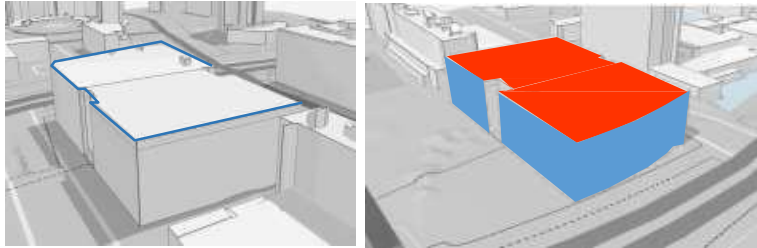
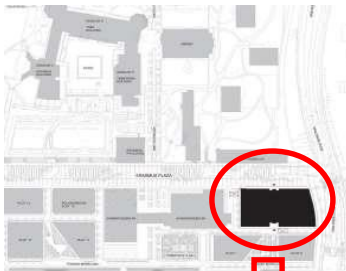
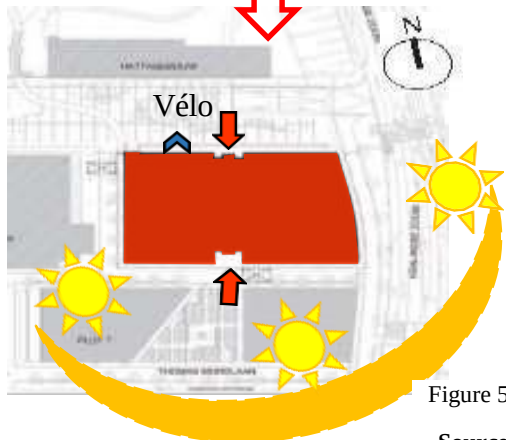
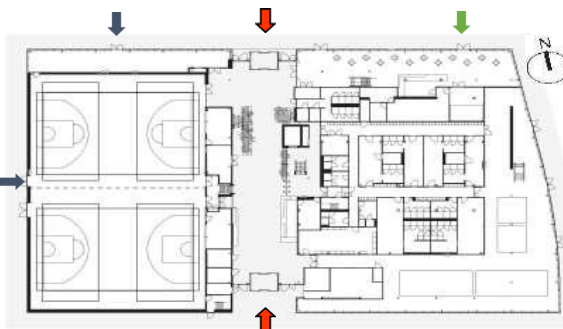
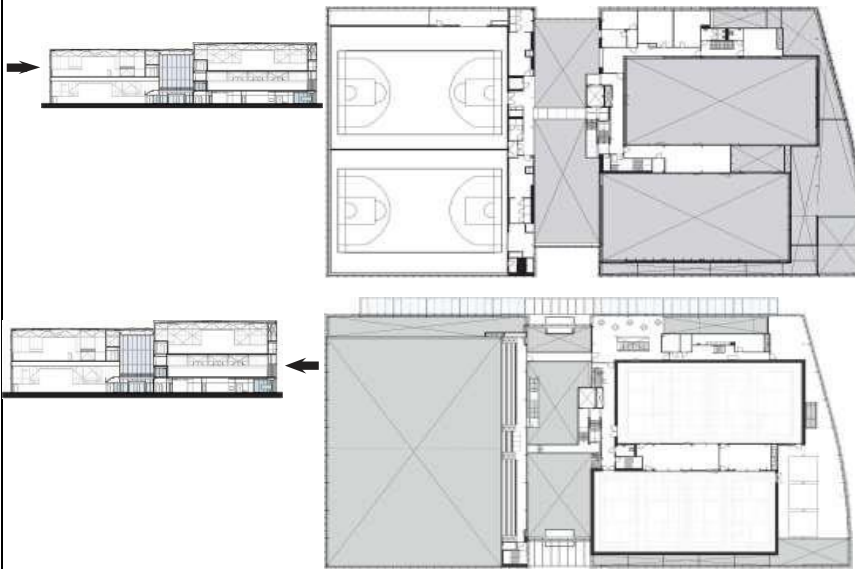
3.2.1 Présentation des exemples

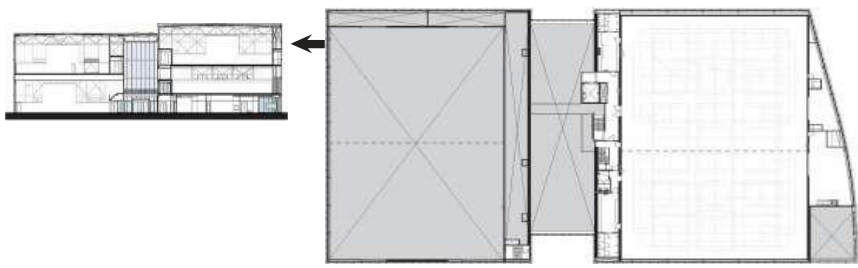
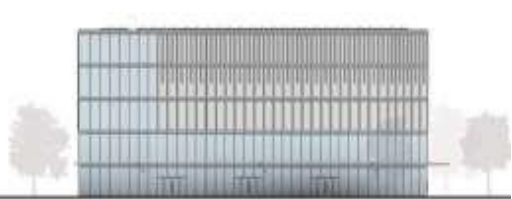
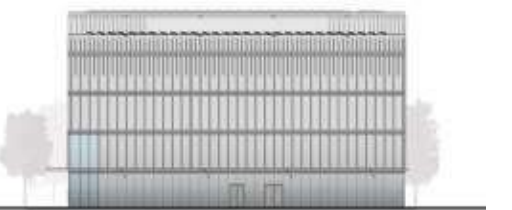
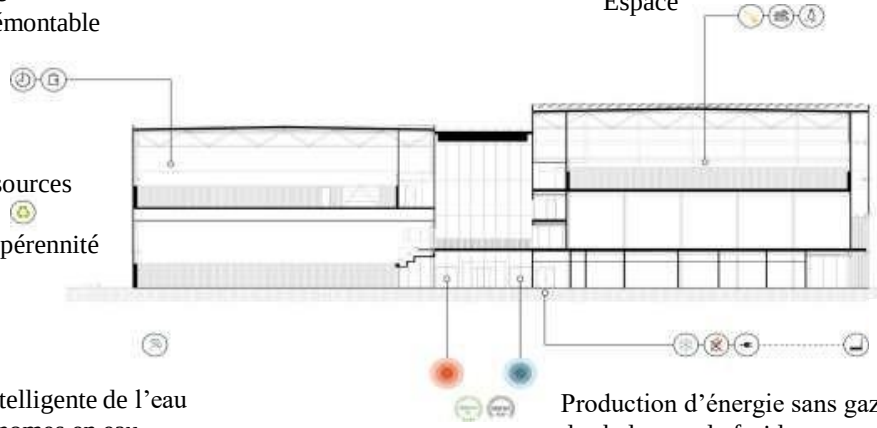
Exemple 01	Exemple 02	Exemple 03
Sports Building Erasmus Université Rotterdam	Complexe sportif de Corbeville de l'Université Paris-Saclay.	Centre sportif Collège l'Assomption
		
Fiche technique 01	Fiche technique 02	Fiche technique 03
Architectes : VenhoevenCS architecture+urbanism Lieu : Campus Woudestein, Rotterdam Pays-Bas Surface : 8800 m2 Année du projet : 2022 Gabarit : R+2 Programme : sportif et loisirs	Architecte / Maîtrise d'œuvre : MAAJ Architectes Lieu : Plateau de Saclay Orsay (Essonne, France) Surface de bâti : 4854m2 Année du projet : 2022 Gabarit : R+1 Programme : sportif et loisirs	Architectes : FABG Lieu : MONTREAL, CANADA Surface : 3000 m2 Année du projet : 2008 Gabarit : R+1 Programme : sportif et loisirs

[Type here]

3.2.2 Tableau d’analysed étaillé des exemples

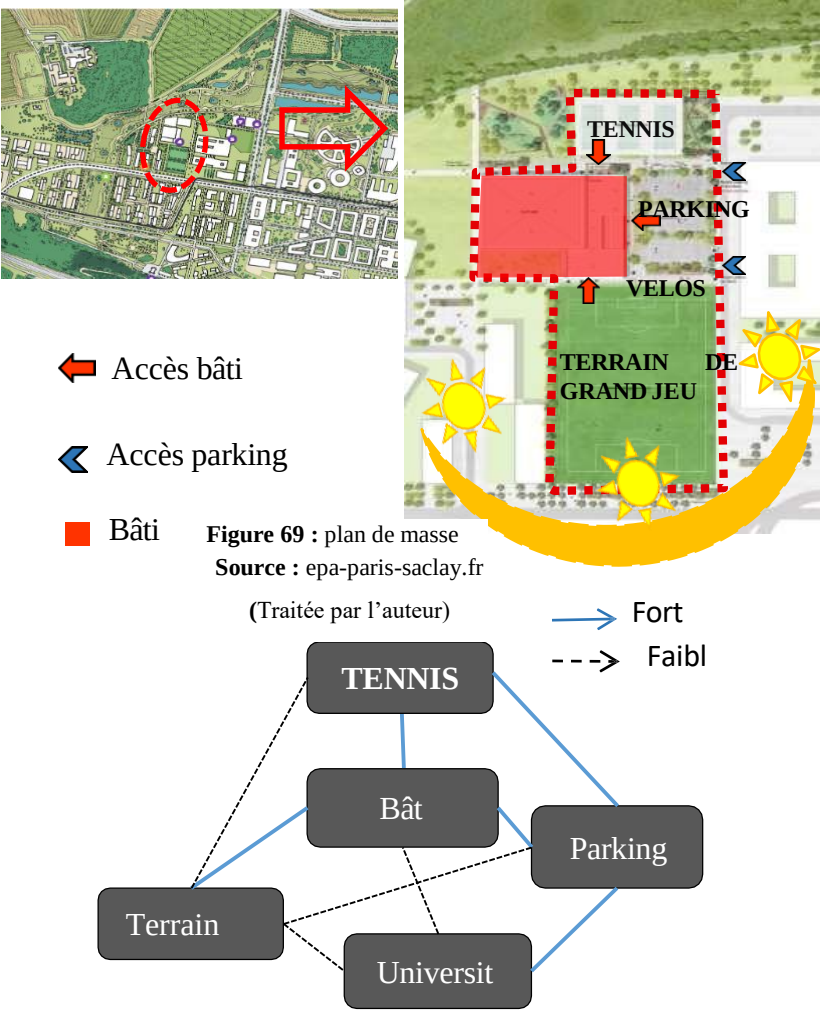
3.2.2.1 EXEMPLE 01 : SPORTS BUILDING ERASMUS UNIVERSITE ROTTERDA

Présentation	Concise pour le Sports Building de l’Erasmus Université Rotterdam, que vous pouvez utiliser comme base orale, affichée ou rédigée. Le bâtiment est un complexe sportif universitaire ouvert en 2022, conçu par VenhoevenCS, d’une surface d’environ 8 800 m²	 Figure 54 : Sports Building Erasmus Université Rotterda Source : auteur	Volumétrie	Le Sports Building est un complexe sportif de 8 800 m², conçu comme un ensemble de « sports boxes» superposés qui permettent de regrouper plusieurs salles sportives sur une parcelle compacte. Ce principe volumétrique crée un bâtiment à la fois fonctionnel et dynamique, avec une circulation principale interne qui relie les différents volumes invitant les utilisateurs à traverser l’espace central.	 Figure 55 : Volumétrie Source : auteur
Situation	Situé sur le campus Woudestein de l’Erasmus University Rotterdam, le Sports Building est un complexe sportif universitaire contemporain et durable, inauguré en 2022. Conçu comme un pôle majeur de sport et de vie étudiante, il accueille de nombreuses disciplines sportives dans un bâtiment compact et lumineux. Par son architecture innovante et son fonctionnement énergétiquement neutre, il s’inscrit pleinement dans la stratégie de développement durable du campus et contribue activement au bien-être de la communauté universitaire	 Accès bâti Accès parking Vélo  Vélo Figure 56 : plan de masse Source : Archdaily.com (traitée par l’auteur) Bât Parking vélo Universit fort faible Figure 57 : Organigramme spatiale Source : auteur	Plans et organisation des espaces.	 Figure 58 : PLAN DU R-D-C Source : Archdaily.com (traitée par l’auteur)  Figure 59 : Plan 1er étage Source : Archdaily.com Accès Entrée Accès Terrain Accès Cafétéria Entrée principale Accès principal au bâtiment • Marqueur visuel du campus Réception Accueil • Informations • Inscription des membres Cafétéria & Bar Espaces de détente • Rencontres sociales Salles de compétition Terrain principal • Activités visibles depuis l'extérieur Salle de fitness Équipements complets • Espaces de Musculation Espaces d'entraînement Spinning • Yoga • Cardio • Équipements spécialisés Salles de sport multiples Terrains polyvalents • Activités de Groupe Passerelle intérieure Connecteur entre les volumes • Zone de rencontre	

	 Figure 60 : plan 2eme étage Source : Archdaily.com Salles de compétition supplémentaires Terrains de haut niveau • Activités compétitives Espaces spécialisés Yoga • Spinning • Pilates • Arts martiaux Terrasses et espaces extérieurs		 Façade Nord  Facade Est  Façade Ouest  Façade Sud Figure 61 : des Façades Source : Archdaily.com Le Sports Building possède des façades en verre (bleu) et en aluminium (gris), articulées horizontalement et rythmées par des ailerons verticaux. L’angle de la façade est légèrement courbé à l’est, et les deux extrémités du passage central sont dotées de parois vitrées sur toute la hauteur. Cette transparence met en valeur les zones animées : les fonctions publiques au niveau de la rue et à l’étage, ainsi que les activités sportives ne nécessitant pas de salle fermée.																														
Programme.	Rez-de-chaussée <table><tr><td>Entrée/Accueil:</td><td>150</td></tr><tr><td>Cafétéria/Bar:</td><td>250</td></tr><tr><td>Réception:</td><td>80</td></tr><tr><td>2 Salles comp.:</td><td>1600</td></tr><tr><td>Circulation/Escaliers:</td><td>420</td></tr><tr><td>Salle fitness</td><td>150</td></tr><tr><td>Musculation</td><td>250</td></tr><tr><td>Salles sport:</td><td>80</td></tr></table> 1er étage / 2eme étage <table><tr><td>Cardio</td><td>1600</td></tr><tr><td>Circulation/Escaliers :</td><td>420</td></tr><tr><td>Salle compo. Prince :</td><td>1,200 m²</td></tr><tr><td>Spinning:</td><td>100 m²</td></tr><tr><td>Terrasses :</td><td>200 m²</td></tr><tr><td>Yoga :</td><td>120 m²</td></tr><tr><td>Arts martiaux :</td><td>80 m²</td></tr></table>	Entrée/Accueil:	150	Cafétéria/Bar:	250	Réception:	80	2 Salles comp.:	1600	Circulation/Escaliers:	420	Salle fitness	150	Musculation	250	Salles sport:	80	Cardio	1600	Circulation/Escaliers :	420	Salle compo. Prince :	1,200 m²	Spinning:	100 m²	Terrasses :	200 m²	Yoga :	120 m²	Arts martiaux :	80 m²	Analyse des façades	
Entrée/Accueil:	150																																
Cafétéria/Bar:	250																																
Réception:	80																																
2 Salles comp.:	1600																																
Circulation/Escaliers:	420																																
Salle fitness	150																																
Musculation	250																																
Salles sport:	80																																
Cardio	1600																																
Circulation/Escaliers :	420																																
Salle compo. Prince :	1,200 m²																																
Spinning:	100 m²																																
Terrasses :	200 m²																																
Yoga :	120 m²																																
Arts martiaux :	80 m²																																
Analyse des coupes	Flexible et évolutif (pérenne dans le temps) Deux volumes séparés Grande portée structurelle et hauteur importante Séparation entre la structure porteuse et les éléments d’aménagement Installations techniques séparées lorsque cela est possible Modulaire et démontable Circulaire Matériaux biosources Démontable Valeur future (pérennité Du bâtiment)  Figure 62 : coupe Source : Archdaily.com (traitée par l’auteur) Utilisation intelligente de l’eau Toilettes économes en eau Eau chaude sanitaire produite par pompe à chaleur Installation climatique pilotée par la demande Éclairage LED économe en énergie, Complété par la lumière naturelle Apport de lumière naturelle adéquat Ventilation régulée par capteurs de CO2 Régulation climatique par zone / par Espace Production d’énergie sans gaz Production efficace de chaleur et de froid Systèmes de stockage thermique (WKO) et pompes à chaleur Réseau de chaleur urbain pour la production d’eau chaude sanitaire	Ambiance Int	L’intérieur du Sports Building de l’Erasmus University Rotterdam combine transparence, lumière naturelle et volumes ouverts pour créer un espace stimulant et convivial. La rue intérieure relie les différents volumes sportifs et espaces publics, favorisant la circulation, la socialisation et le bien-être. L’usage de matériaux durables et réutilisés (bois, panneaux métalliques) et les systèmes énergétiquement neutres (ventilation CO2, chauffage/refroidissement par zones, éclairage LED) garantissent un confort optimal tout en minimisant l’impact environnemental. L’intérieur est ainsi flexible, modulable et durable, offrant un environnement adapté aux étudiants, sportifs et usagers du campus (VenhoevenCS architecture+urbanism, 2022)  Figure 63 : Le grand atrium d'entrée  Figure 65 : Les gradins en bois  Figure 64 : salle de sport intérieurs. Source : Archdaily.com																														

[Type here]

3.2.2.2 EXEMPLE 02 : COMPLEXE SPORTIF DE CORBEVILLE DE L’UNIVERSITE PARIS-SACLAY.

Présentation	Le projet est un nouvel équipement omnisports implanté dans le quartier de Corbeville, sur le plateau de Saclay, conçu par MAAJ Architectes pour accueillir les étudiants et le personnel de l’université	 Figure 66 ; Complexe sportif de Corbeville de l’Université Paris-Saclay Source : epa-paris-saclay.fr	Volumétrie	Le Complexe sportif de Corbeville se distingue par une structure simple et facilement identifiable, qui est essentiellement constituée d'un volume compact et horizontal, conçu pour le rôle sportif qu'il assume. L'édifice s'étend sur deux niveaux (R+1) et atteint une hauteur maximale d'environ 14 mètres, ce qui est indispensable pour intégrer les vastes espaces intérieurs du gymnase et des salles dédiées aux activités sportives.	L'ampleur du projet est fortement influencée par le programme intérieur, en particulier les terrains polyvalents et la salle d'escalade, qui produisent des volumes de grande hauteur. Ces zones sont entourées de volumes secondaires plus modestes qui rassemblent les fonctions auxiliaires comme les vestiaires, les locaux techniques et les espaces administratifs, ce qui favorise une distinction nette des masses construites.
Situation	Le Complexe sportif de Corbeville est situé sur le plateau de Saclay, dans le quartier de Corbeville à Orsay (Essonne). Il s’inscrit au sein du campus de l’Université Paris-Saclay, dans un environnement marqué par la présence d’équipements universitaires et d’espaces paysagers ouverts. Sa localisation stratégique et sa bonne accessibilité en font un équipement structurant, contribuant à la vie étudiante et à la dynamique du campus.	 Figure 68 : Organigramme spatiale Source : auteur Figure 69 : plan de masse Source : epa-paris-saclay.fr (Traité par l’auteur) Figure 70 : Rez-de-chaussée Source : epa-paris-saclay.fr (Traité par l’auteur)		 Figure 67 : Volumétrie Source : epa-paris-saclay.fr (Traité par l’auteur)	- 1 Hall d’accueil - 2 gymnases de type c Terrains homologués : · 1 handball (tracé continu jaune), · 1 basket (tracé continu rouge), · 1 volley (tracé continu bleu). Terrains non homologués : · 9 terrains de badminton (trace continu noir) · 2 mini handball (angles jaunes), · 3 mini basket (angles rouges), · 4 mini volley (angles bleus). - 1 salle d’escalade de type Bloc - 1 salle de danse



- 1 coursive desservant les gradins
- Bureau et salle de réunion
- 1 logement de gardien
- 1 terrasse accessible
- 1 toiture végétalisée non accessible

Figure 71 : PLAN DE L'ÉTAGE

Source : epa-paris-saclay.fr
(Traitée par l'auteur)

Rez-de-chaussée

Entrée/Accueil:	150
gymnases de type c	800 m²
terrains de badminton	800 m²
salle d'escalade	300
salle de danse	250
2 VESTIAIRE DOUBLE	150

1er étage / 2eme étage

1 coursive desservant les gradins	60
Salle de réunion	100
Bureau	40 m²
- 1 logement de gardien	100 m²
Terrasses :	200 m²

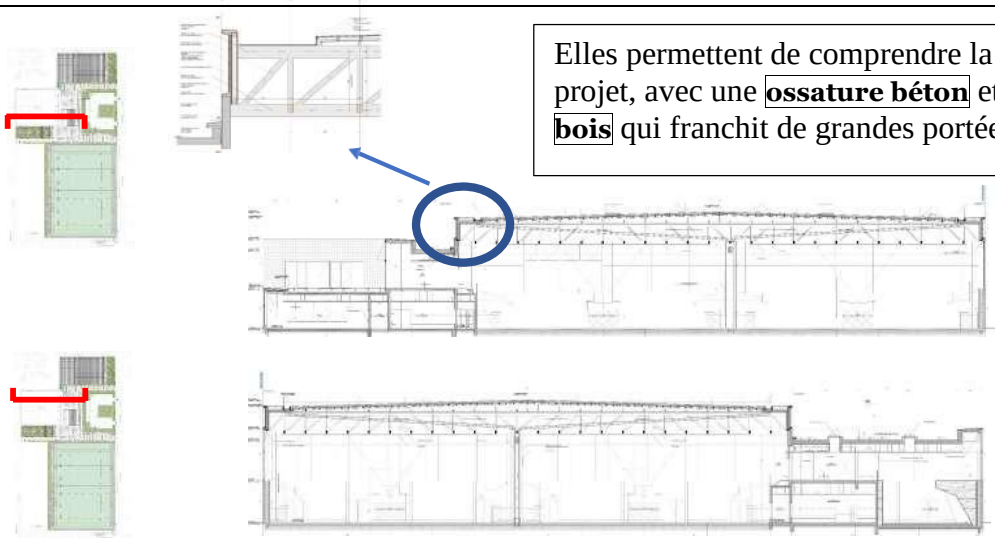


Figure 73 : 2 coupes

Source : epa-paris-saclay.fr

Elles permettent de comprendre la structure mixte du projet, avec une ossature béton et une charpente bois qui franchit de grandes portées

Les coupes montrent un bâtiment organisé autour de grands volumes sportifs avec une hauteur suffisante pour les gymnases, la salle d'escalade

MATERIAUX PRINCIPAUX
Murs bétons / Sol béton quartzé : hall, circulation, galerie haute / Faux plafond Organic minéral type KNAUFF finition organic pure en 60*120 : circulation, galerie haute, salle parquet, salle d'escalade



Figure 76 : vue interieur



Figure 75 : La grande salle omnisports



Figure 74 : Détail de la charpente
Source : epa-paris-saclay.fr

Doublage en panneaux de bois type Woodenha : faux-plafonds du hall, paroi du gymnase

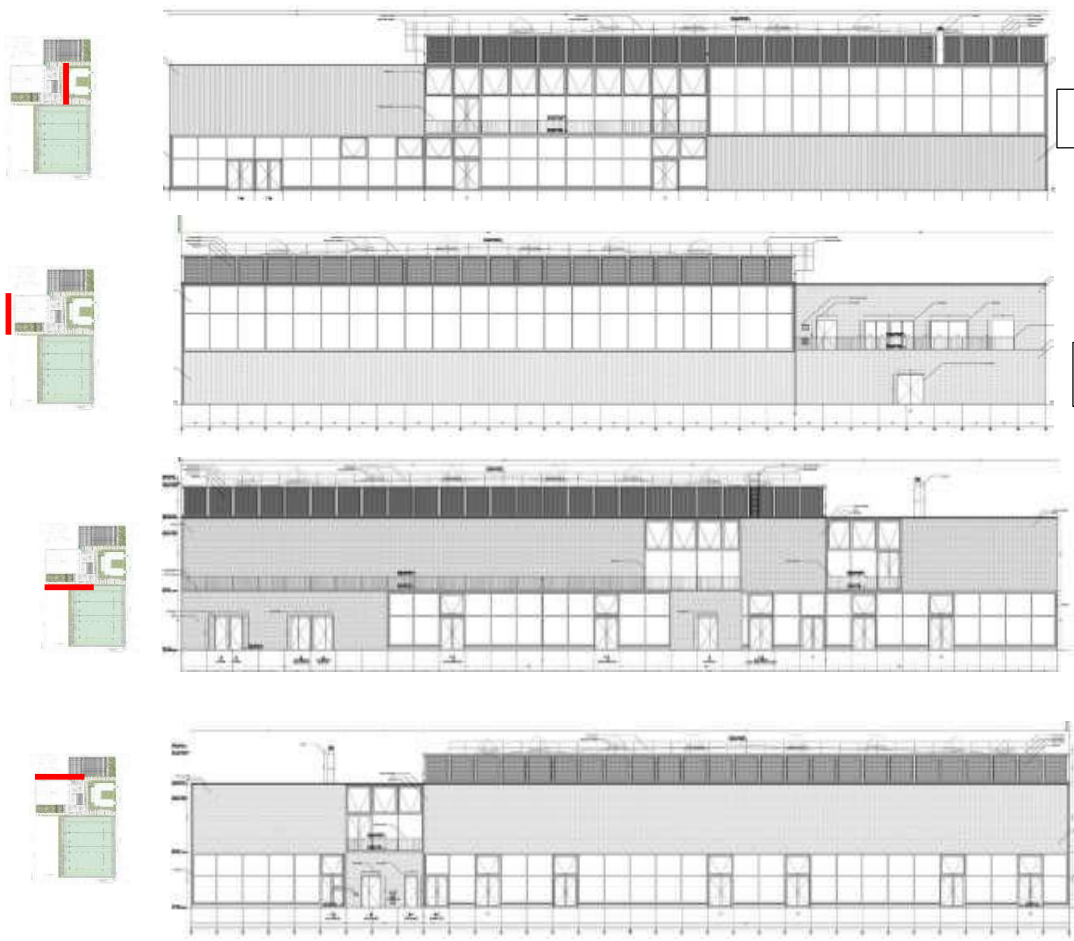


Figure 72 : Les façades

Source : epa-paris-saclay.fr

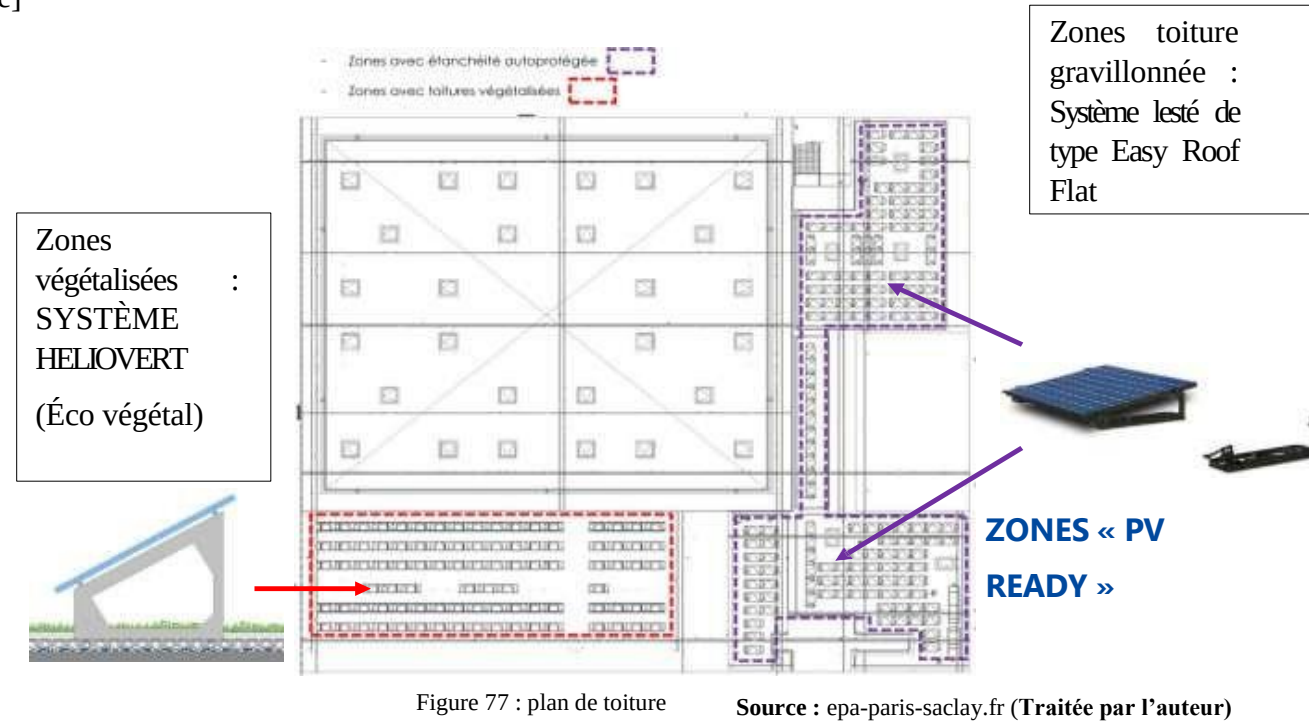
Le béton architectural forme une base solide, tandis que le bois apporte une image plus chaleureuse et plus naturelle.

Le verre crée des transparences et transforme le bâtiment en "vitrine" des activités sportives, avec des vues vers l'intérieur et vers le paysage

Les façades du projet sont pensées avec une trame régulière qui mélange béton, bois et verre.

[Type here]

Analyse des Toitures



Tennis



Figure 78 : tennis couvert
Source : epa-paris-saclay.fr

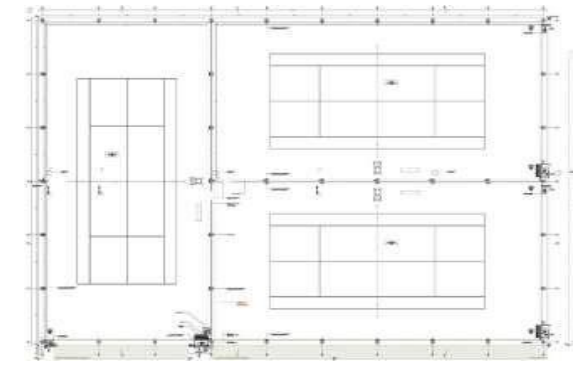


Figure 79 : plan de tennis
Source : epa-paris-saclay.fr

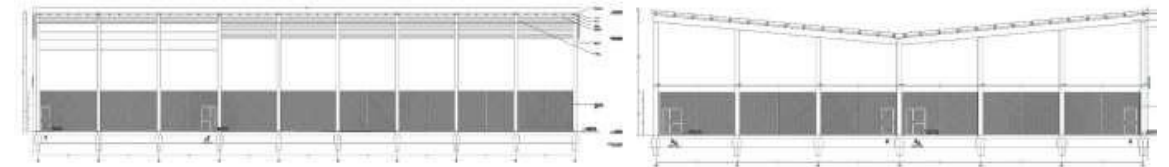


Figure 80 : coupe de tennis

Source : epa-paris-saclay.fr

3.2.2.3 EXEMPLE 03 : CENTRE SPORTIF COLLEGE L'ASSOMPTION

Présentation

L'idée n'est pas seulement de faire un bâtiment sportif, mais de créer un équipement qui sert à la fois aux étudiants, aux activités pédagogiques et à la communauté locale.

L'aréna est même prévu pour être mis à la disposition de la municipalité dans le cadre d'un partenariat, ce qui montre une logique de partage des usages



Figure 81 : Centre sportif Collège l'Assomption
Source : Archdaily.com

Volumétrie

La volumétrie du centre sportif du Collège de l'Assomption repose sur une composition horizontale structurée par un socle continu, à partir duquel émergent des volumes plus hauts correspondant aux espaces sportifs majeurs comme le gymnase et l'aréna. Cette hiérarchisation permet une lecture claire des fonctions tout en assurant une intégration cohérente à l'échelle du campus. La transparence du niveau inférieur renforce le lien visuel avec l'environnement et allège la masse bâtie.

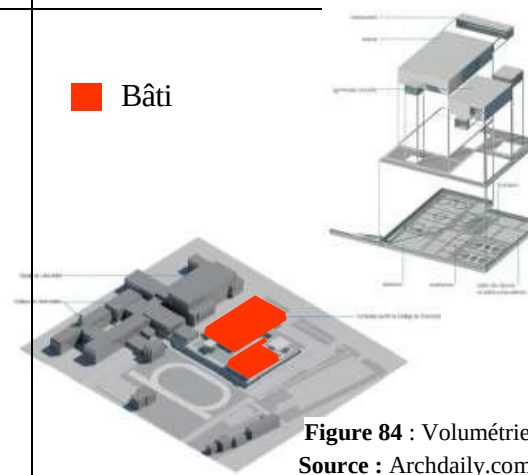


Figure 84 : Volumétrie
Source : Archdaily.com (traitée par l'auteur)

Situation

Le centre sportif se situe au sein d'un environnement institutionnel et résidentiel marqué par l'existence d'infrastructures éducatives, de zones vertes et de quartiers résidentiels à dimension humaine. Le site offre un lien direct avec les infrastructures éducatives et les zones extérieures du collège, renforçant la cohésion entre les actions académiques, sportives et communautaires.

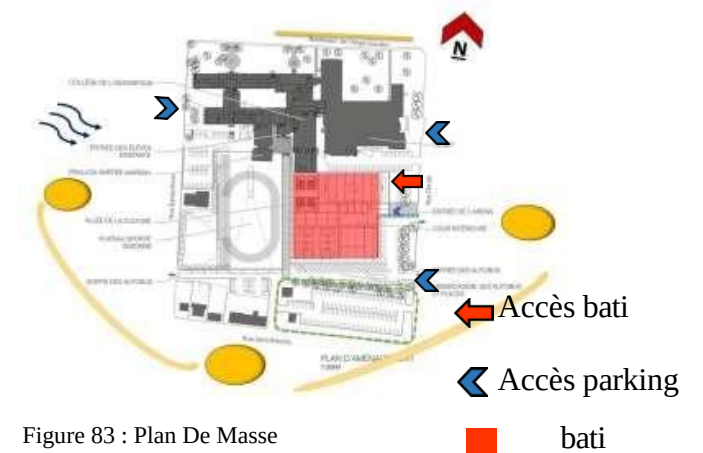


Figure 83 : Plan De Masse
Source : Archdaily.com (traitée par l'auteur)

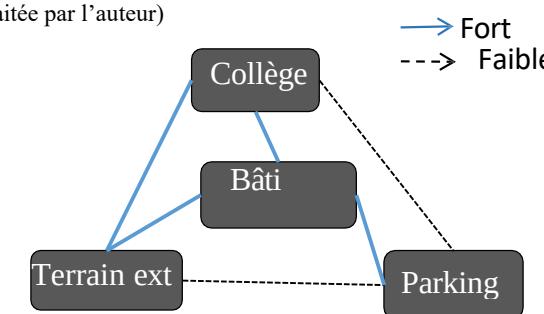


Figure 82 : Organigramme spatiale
Source : auteur

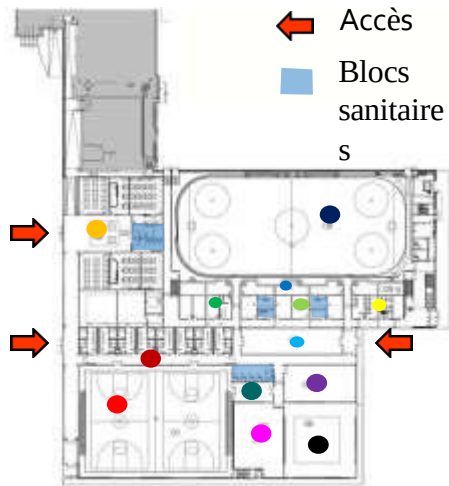


Figure 85 : PLAN DU R-D-C

Source : Archdaily.com
(traitée par l’auteur)

- GYMNASE DOUBLE
 - VESTIAIRE DOUBLE
 - LABORATOIRE
 - BUREAUX
 - SALLE DE MUSCULATION
 - SALLE DE GYMNASTIQUE AU SOL
 - SALLE DE DANSE POLYVALENTE
 - PATINOIRE
 - SERVICES
 - VESTIAIRES
 - GRADINS 1000 PLACES
 - DÉPOT
 - COUR INTÉRIEURE
- PLAN DU R-D-C

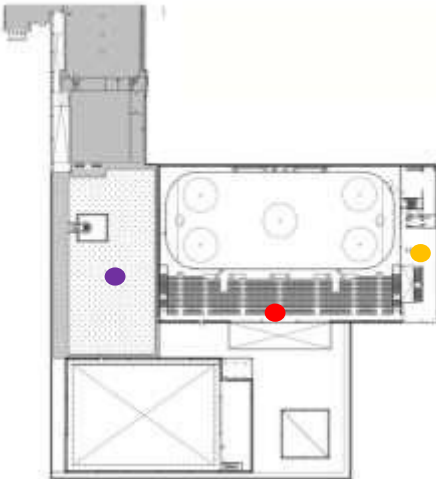


Figure 87 : PLAN DE L'ÉTAGE

Source : Archdaily.com
(traitée par l’auteur)

- 14-GRADINS 1000 PLACES
 - 15-TOIT VERT
 - 16-RESTAURANT
- PLAN DE L'ÉTAGE

GYMNASE DOUBLE	150 m²
VESTIAIRE DOUBLE	50 m²
LABORATOIRE	40 m²
BUREAUX	300 m²
SALEE DE MUSCULATION	100 m²
SALLE DE GYMNASTIQUE AU sol	110 m²

SALLE DE DANSE POLYVALENTE	400 m²
PATINOIRE	40 m²
SERVICES	25 m²
VESTAIRES	55 m²
COUR INTERIEURE	/ / /
• DE L'ÉTAGE	
RESTAURANT	185 m²

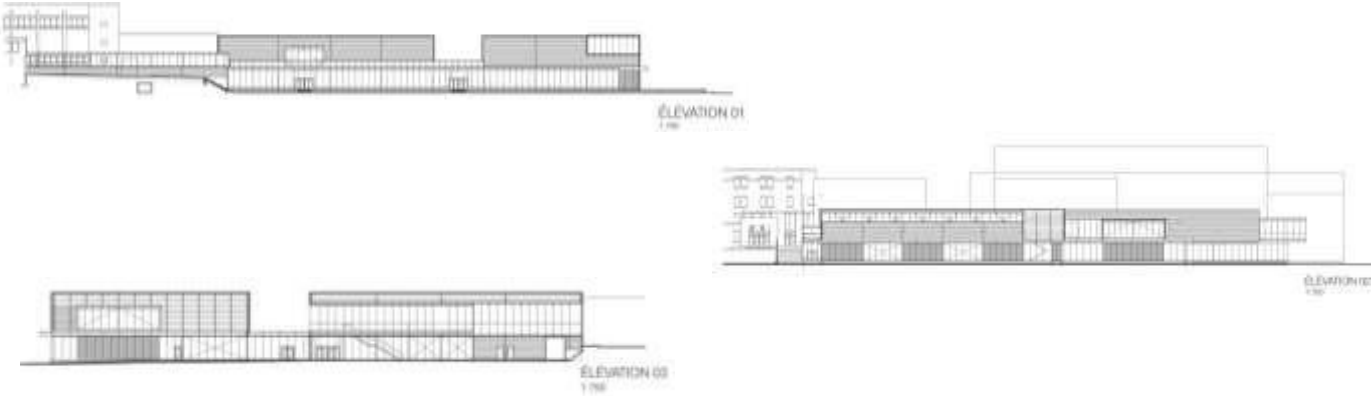


Figure 88 : façades

Source : Archdaily.com

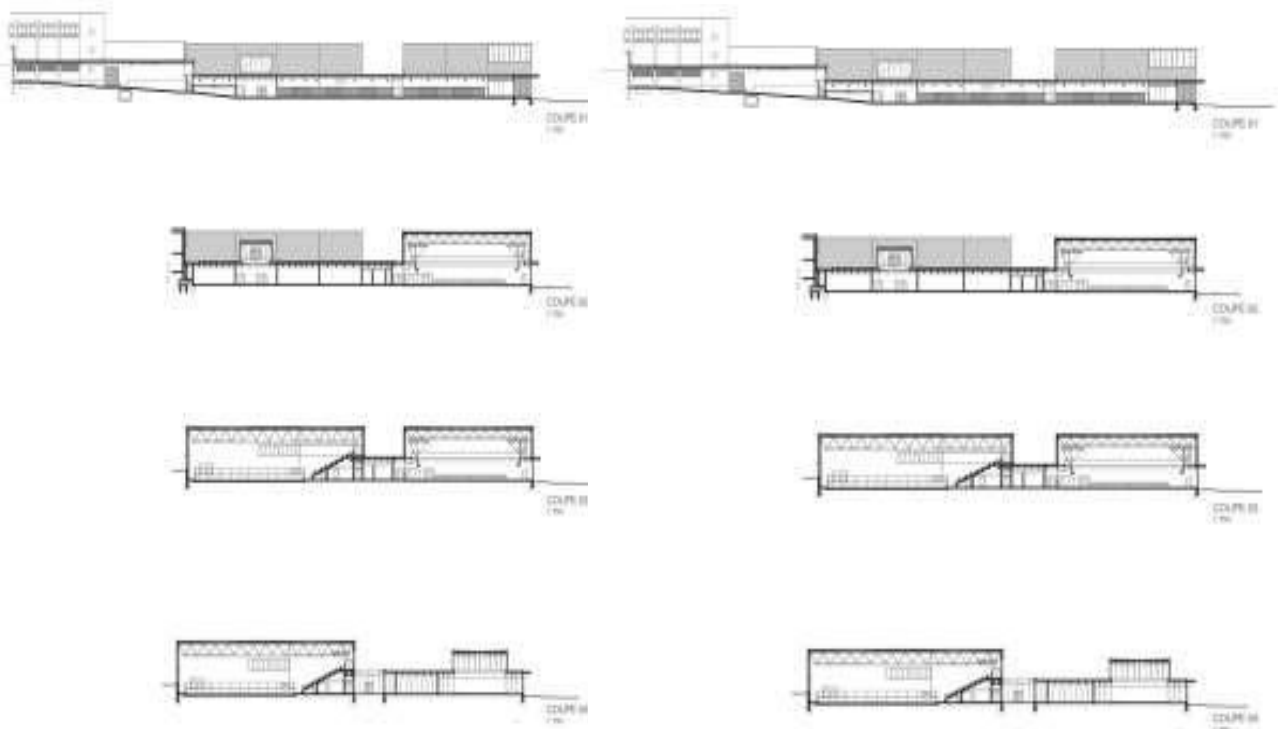


Figure 86 : Les coupes

Source : Archdaily.com

Les sections du complexe sportif du Collège de l'Assomption dévoilent une structuration longitudinale de la construction, caractérisée par une distinction précise des volumes. Les principales installations sportives, comme les gymnases, sont conçues avec des hauteurs considérables pour satisfaire aux besoins fonctionnels, alors que les zones de passage et les espaces de services prennent en volume moins important garantissant une transition fluide entre les diverses zones. Les sections illustrent aussi l'incorporation de la topographie par des différences d'altitude et l'entrée de lumière naturelle à travers d'importantes surfaces en verre, accentuant la connexion entre l'intérieur et l'extérieur.

[Type here]

Ambiance Int	L'intérieur du centre sportif se distingue par une atmosphère spacieuse et dynamique, caractéristique des équipements sportifs institutionnels modernes. Les grands volumes des gymnases et de l'arène créent une sensation d'ouverture et d'activité, propice à la pratique de sports variés et à l'animation des usagers. Ces espaces sont largement dégagés, avec des structures porteuses visibles qui renforcent le sentiment d'espace et de  Figure 90 : Un gymnase double  Figure 89 : Un espace lounge et cafétéria Source : Archdaily.com  Figure 91 : Une patinoire intérieure
Aspect technique	Structure & matériaux Charpente métallique et grande portée libre dans les gymnases et l'arène, indispensable pour garantir des espaces sans poteaux gênants. Enveloppe mixte : murs pleins combinés à de grandes surfaces vitrées pour assurer isolation Thermique et confort lumineux. Confort & performance L'éclairage naturel réduit le besoin d'éclairage artificiel en journée, améliorant Le confort visuel des utilisateurs. Des matériaux robustes et durables sont utilisés pour répondre aux conditions d'usage intensives propres aux installations sportives.

3.2.3 Analyse comparative des exemples :

Éléments de comparaison	Sports Building Erasmus Université Rotterda	Complexe sportif de Corbeville de l'Université Paris-Saclay.	Centre sportif Collège l'Assomption
Illustrations			
Architectes ²	VenhoevenCS	MAAJ Architectes	FABG
Localisation	Erasmus Plaza, Rotterdam, Pays-Bas	Quartier de Corbeville, plateau de Saclay, Orsay / Essonne, près du futur Centre Hospitalier Nord-Essonne epa-paris-saclay	Collège l'Assomption, projet de centre sportif integre relié au vieux collège
Superficie approximative	8 800 m2	4 860 m2 de surface de plancher, sur environ 2,1 hectares	3 000 m2
Contexte du site	Équipement universitaire situe sur le campus Erasmus, destiné à environ 11 000 Étudiants, personnels et sportifs de haut niveau	Projet inséré dans un quartier universitaire et paysager, à proximité du campus AgroParisTech-INRAE et de l'IOGS	Projet intégré à l'établissement scolaire et éducative, avec ouverture vers la municipalité pour certains usages
Concept architectural	Bâtiment sportif polyvalent de formation et de compétition, conçu comme un lieu Actif pour de nombreux sports	Ensemble omnisports combinant gymnase, terrains couverts et terrain de grands jeux, avec intégration paysagère epa-paris-saclay	Centre sportif scolaire combinant arena, gymnase double, salle de danse, salle D'entraînement et laboratoires d'enseignement
Système structurel	Structure en béton (poteaux-poutres, planchers)	Structure en béton (poteaux-poutres, planchers)	Structure mixte béton et acier
Systèmes d'éclairage naturel	La Binnenstraat est entièrement vitrée (haut volume lumineux).	Apport de lumière naturelle optimisé	Double pan vitré nord + parois vitrées sur séparatifs, lumière douce sans éblouissement
Énergie et durabilité	Bâtiment neutre en énergie + 100% autonomie électrique solaire	Présence d'un projet paysager avec noue et bandes plantées, indiquant une attention a la gestion des eaux et au cadre écologique	Isolation thermique, ombrages, matériaux locaux
Ambiance intérieure	Ambiance sportive, dynamique et collective, adaptée a l'entraînement et aux sports D'équipe	Espaces sportifs polyvalents, fonctionnels et contemporains, conçus pour les étudiants et le personnel	Installation moderne pensée pour l'usage scolaire, sportif et communautaire
Objectif pédagogique	Soutenir la pratique sportive universitaire et la vie étudiante, tout en accueillant des activités de compétition et de remise en forme	Offrir des équipements sportifs à la communauté universitaire pour l'enseignement, la pratique sportive et la vie de campus	Servir les étudiants, soutenir l'enseignement des sciences physiques et favoriser L'activité sportive de la communauté

[Type here]

4 Conclusion

À travers cette recherche thématique et l'analyse de plusieurs exemples de complexes sportifs universitaires intelligents, nous avons identifié les principes fondamentaux d'une architecture sportive durable, connectée et adaptée aux besoins du campus universitaire moderne. Cette étude met en évidence l'importance de l'intégration entre architecture, technologie et bien-être des usagers afin de créer un espace sportif interactif, évolutif et en harmonie avec son environnement. Ainsi, le futur complexe sportif universitaire de Tlemcen ambitionne de devenir un modèle alliant performance sportive, innovation technologique et développement durable au service d'un campus universitaire intelligent.

Partie 2- Programmation et Projection Architecturale

1 Introduction :

La programmation architecturale est une étape essentielle du processus de conception. Elle a pour but d'étudier les besoins, les usages et les valeurs du futur projet pour en établir les fondations fonctionnelles et spatiales. Outil de réflexion véritable, elle oriente la conception vers une réponse adaptée et cohérente au contexte. Ce programme ne se limite pas à une simple répartition des surfaces et des espaces mais représente une démarche méthodique permettant de traduire les intentions, les contraintes et les ambitions du projet en une structure claire, logique et évolutive.

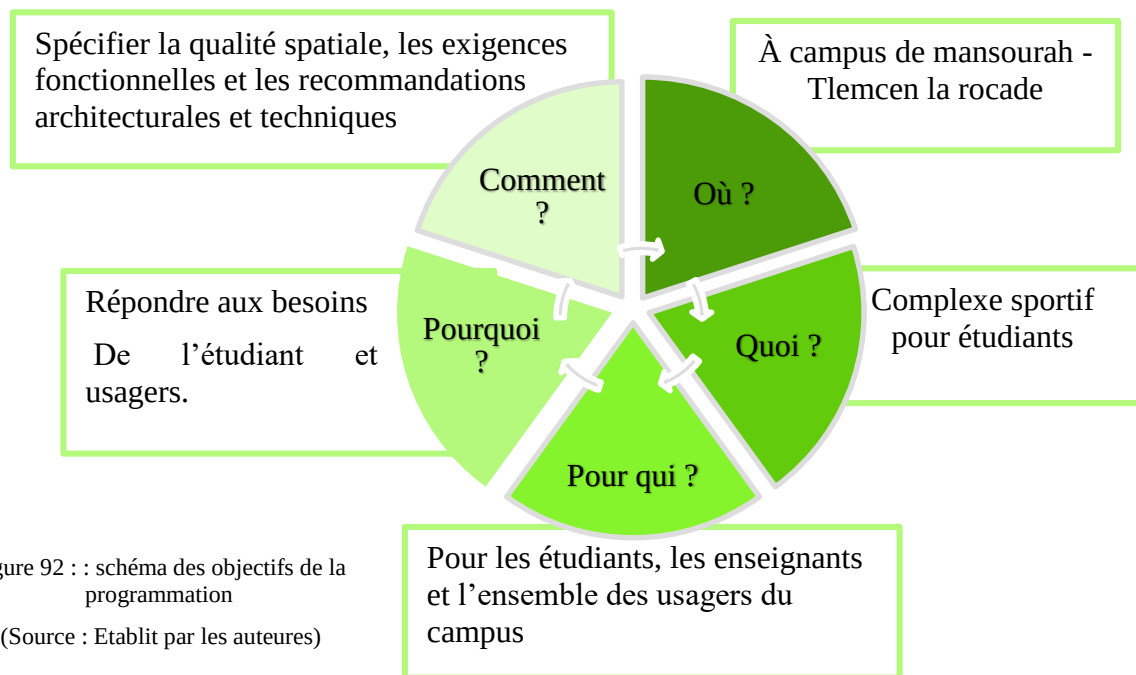
2 Objectifs de la programmation :

Les objectifs de la programmation architecturale servent à définir clairement les besoins, les fonctions et les exigences d'un projet avant la conception architecturale. Elle permet d'organiser le projet de manière logique et efficace

- ✓ Identifier les besoins des usagers
- ✓ Déterminer les fonctions des espaces
- ✓ Optimiser l'organisation spatiale
- ✓ Fixer les contraintes techniques et réglementaires
- ✓ Assurer le confort et la qualité d'usage
- ✓ Orienter la conception architecturale

Pour répondre aux enjeux de la démarche de programmation architecturale et technique nous devons répondre aux questions méthodologiques suivantes : Où ? Quoi ? Pour qui ? Pourquoi ? Comment ?

Les réponses sont dans la figure suivante :



3 Les besoins des utilisateurs :

Dans le tableau suivant, nous avons identifié les usagers et les utilisateurs de l'équipement

Sexe	Critère	Usagers		Activité et besoin	Espace
Femme / homme	Selon l'usage	Large public	Étudiants	Manger, se laver, jouer, Étudier, Se détendre, se reposer Entrainer, travailler, prier	Cafétéria, Bibliothèque, Atelier de formation, sanitaires H/F, , salle de concert, salle de jeux, Salle multimédia, espace extérieur, Musala
			Prof	- Stationner, Consommer, Lire, Etudier, Se documenter, Sociabiliser, se détendre, prier	Parking, cafétéria, Bibliothèque, Atelier de formation, Sanitaires H/F, salle de concert, Salle multimédia, espace extérieur, Musala
			PMR	-stationner, manger, Circuler, se laver, Se travailler, jouer...	Parking, sanitaire et salle de concert (cinéma) avec place de PMR Rampes
		Permanents : Personnel technique		-stationner, manger, Circuler, se laver, Se travailler, prier	Parking, cafétéria, réception, bureaux, salle de réunion, Archives, infirmerie, sanitaires/F, Musala
		Temporaires :		Manger, circuler, se laver, Se travailler, prier	Cafétéria, sanitaire H/F, Local poubelle
		-Agent d'entretien -Agent de sécurité -Agent de maintenance			Chaufferie, bache d'eau, climatisation, conciergerie

3.1 Programme / Organigramme.

Tableau 3 : Tableau des usagers

[Type here]

Fonction	Espace
Réception	Hall d'accueil et orientation
Gestion	Administration
Sport	Salles sportifs
Loisir et détente	Espace de jeux
Culture	Des ateliers et bibliothèque
Remise en forme	Salles de Karaté et Judo . Salles musculation
Commerce et consommation	Magasin Restaurant Cafeteria
Sanitaire	WC
Technique	Locaux technique
Stationnement	Parkings

Tableau 4 : programme de base

Source : auteur

3.2 Organigramme fonctionnel

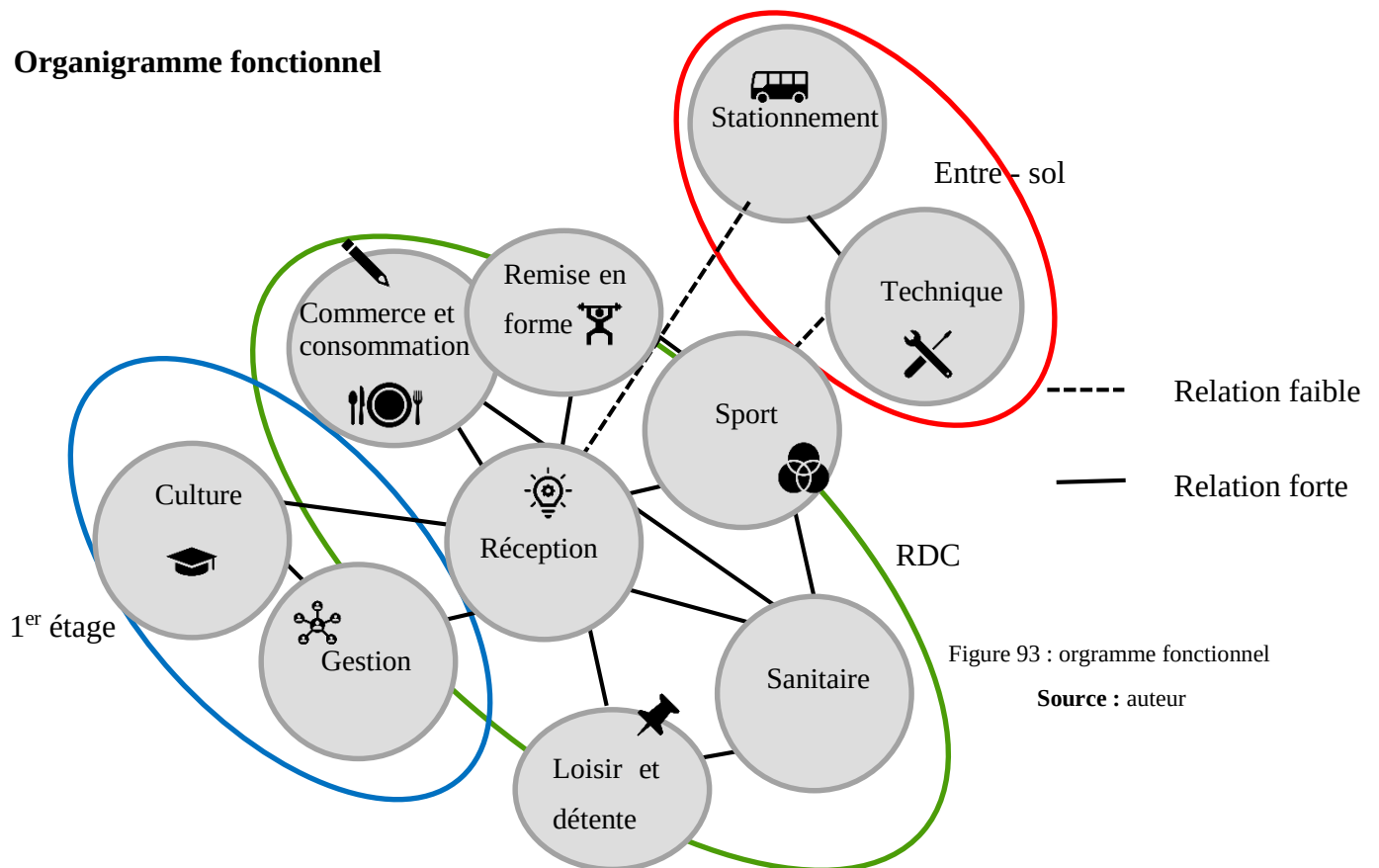
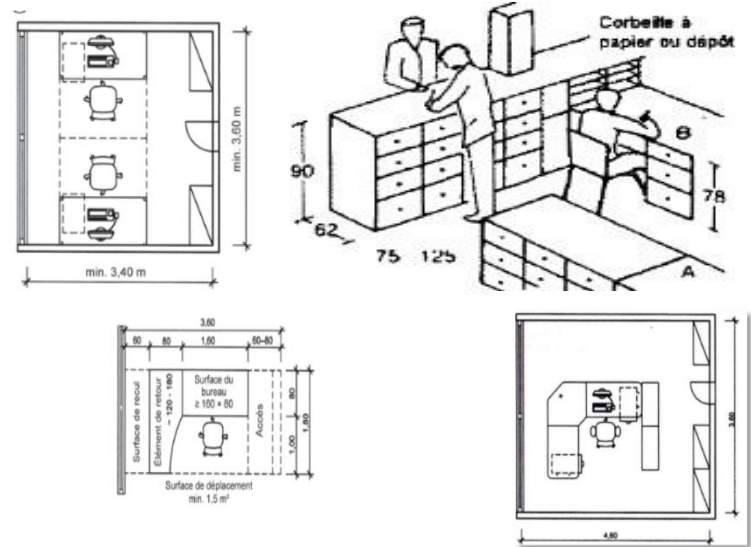
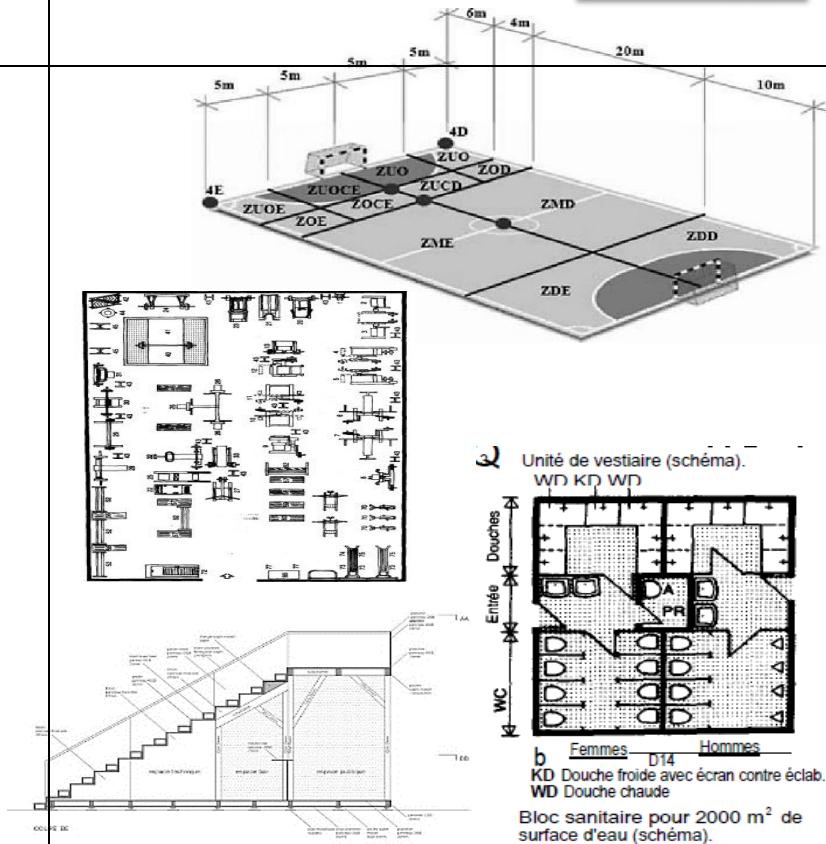


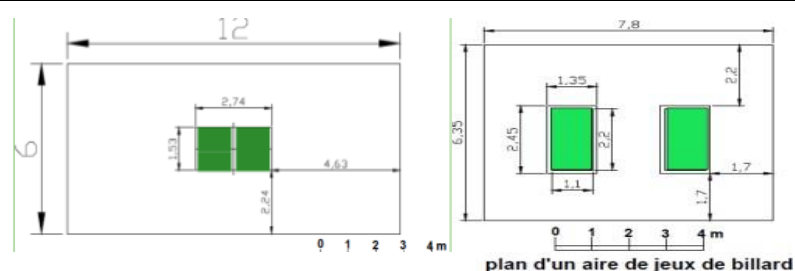
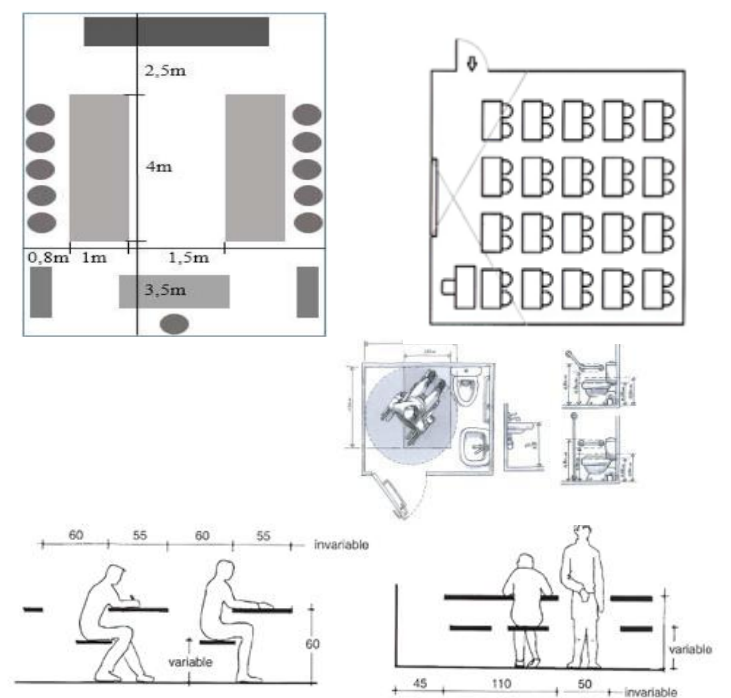
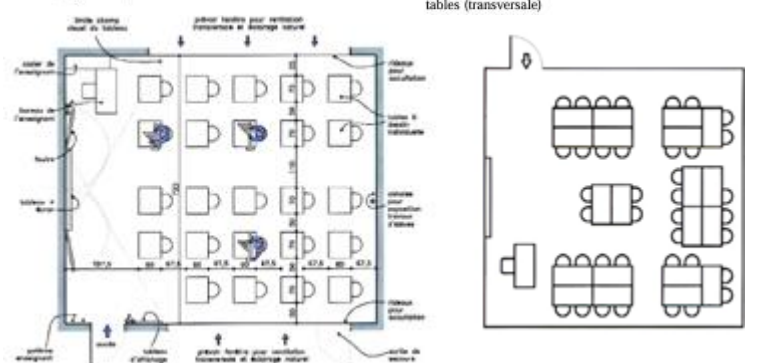
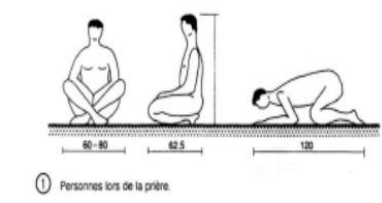
Figure 93 : orgramme fonctionnel

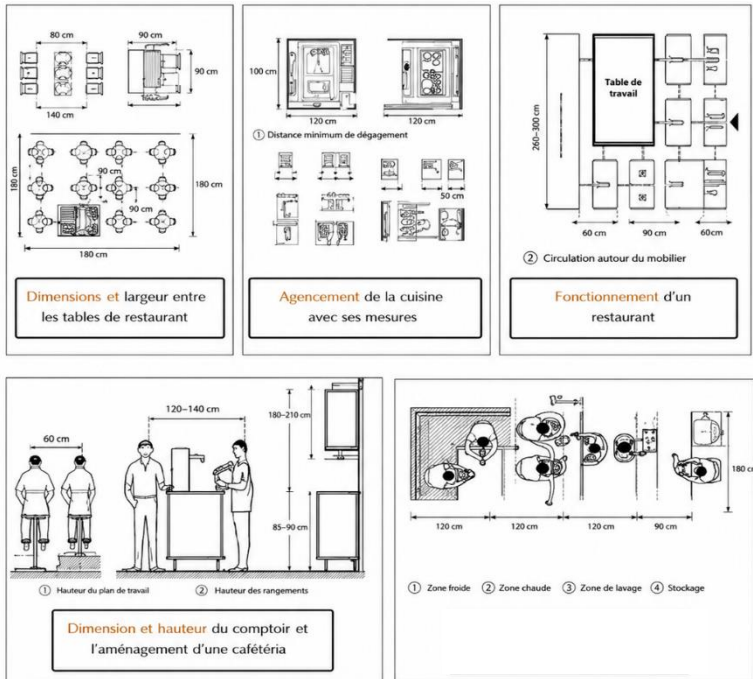
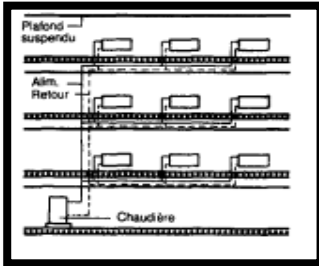
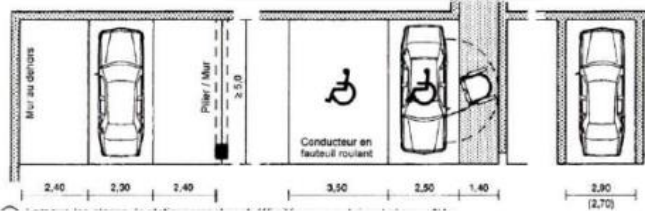
Source : auteur

4 Programme surfacique : Nous avons déterminé le programme surfacique détaillé ainsi que les exigences qualitatives et quantitatives dans le tableau suivant

Fonctions	Espaces		Nombre d’unités	Surface unitaire (m²)	Surface totale /espace (m²)	Surface totale/ f(m²)	Ratio (%)	Normes (Exigences Qualitatives et quantitatives)							
								Hauteur	Orientation	Normes					
Accueil	Hall de réception		1	100	100	115	2.08%	d.hauteur	S	Le hall d'accueil doit être spacieux, accessible et lumineux. L’éclairage naturel doit être optimisé par de grandes baies vitrées, complété par un éclairage artificiel homogène. La circulation doit être fluide avec une largeur minimale de 2 mètres. Le comptoir d’accueil doit être ergonomique et accessible (hauteur 70-80 cm).					
	Comptoir d’orientation		1	15	15										
Administration	Bureau de directeur		1	40	40	415	8.65%	1 ^{er} étage	est						
	Secrétariat		1	35	35										
	Salle de Réunion		1	60	60										
	Salle de repos + kitchenette		1	70	70										
	bureau informatique		1	35	35										
	Bureau service des personal		1	35	35										
	Bureau télésurveillance		1	15	15										
	Archives		1	70	70										
	Sanitaires H/F		2	30	30										
Sport	Salle omnisport	Basketball+ Volleyball	1	960	1055	1650	47.92%	RDC	Nord						
		Gradins	1	50											
		Vestiaire + D/S	1	45											
	GYM	salle de musculation	1	150	167										
		Local de rangement du matériel	1	17											
	arts martiaux	salle de judo / karaté	1	150	174										
		Local de stockage	1	24											
	Vestiaires et douche sanitaires		1	50	50										
	Terrain de football exterieur		1	650	650										
	Bureau service		1	50	50										
	Vestiaires + douche sanitaires		1	32	32										
	Vestiaires + D/S d’arbitre		1	32	32										

[Type here]

	Local du matériel	1	15	15					
Loisir	salle de tennis de table	1	75	75	300	6.25%	RDC	S-OUEST	
	salle billard	1	75	75					
	salle de jeux échecs	1	75	75					
	salle de jeux électroniques	1	75	75					
Culture	atelier technologiques	1	60	60	620	12.92%	R+1	S-OUEST	
	atelier de logiceil	1	60	60					
	Atelier photographie	1	60	60					
	atelier d'informatique et programmation	1	60	60					
	atelier techniques	1	60	60					
	atelier design graphique	1	60	60					
	atelier de sculpture	1	80	80					
	atelier de dessin	1	60	60					
	atelier de peinture	1	60	60					
	Atelier music	1	60	60					
Educatif	Espace lecteur	1	110	110	302	6.29%	R+1	EST	
	Salle de longues	1	48	48					
	Salle de lecture et ecriture	1	48	48					
	Salle developpement personnel	1	48	48					
	Salle de entrepreneurait	1	48	48					
Surfaces annexes	Salle polyvalent	1	145	145	560	3.04%	R+1		
	salle exposition	1	160	160		3.33%	RDC		
	Salle de soins	1	80	80		1.67%			
	Salle de prier	1	140	140		2.92%			
	Espace de Ablution	1	35	35		0.73%			

	Sanitaires publiques H/F		2	20	40	40			EST	
Restauration et Consommation	Restaurant	Caisse et réception	1	10	185	350	3.85%	RDC		
		Salle de consommation	1	110						
		cuisin	1	25						
		Chambre froide	1	15						
		Stockage	1	15						
		Sanitaires /Vestiaires	1	10						
	Terrasse extérieure	1	140							
Cafétéria	Comptoir de service+ Caisse + coin tisanes	1	15	140		2.92%	RDC			
	Salle de consommation	1	100							
	Stockage	1	15							
	Sanitaires /Vestiaires	1	10							
	Terrasse extérieure	1	140							
Sanitaires publiques H/F		2	12	24						
commerce	Boutique d'articles de sport	Comptoir	1	5	90	140	1.88%	RDC	EST	
		Zone de vente de produits	1	75						
		Arrière-boutique	1	10						
	Boutique de vente de produits		1	50	50		1.04%	RDC		
2technique	Groupe électrogène		1	25	100	100		ENTRE SOL	N	
	Local chaufferie		1	25						
	Bach eau		1	25						
	Station pompage		1	25						
Stationnement	Parking	Parking en plein air	/	28 P						
		Parking entre sol	/	25 P						
Placette et espace extérieur	Théâtre en plein air		/							

5 Organigrammes spatiaux :

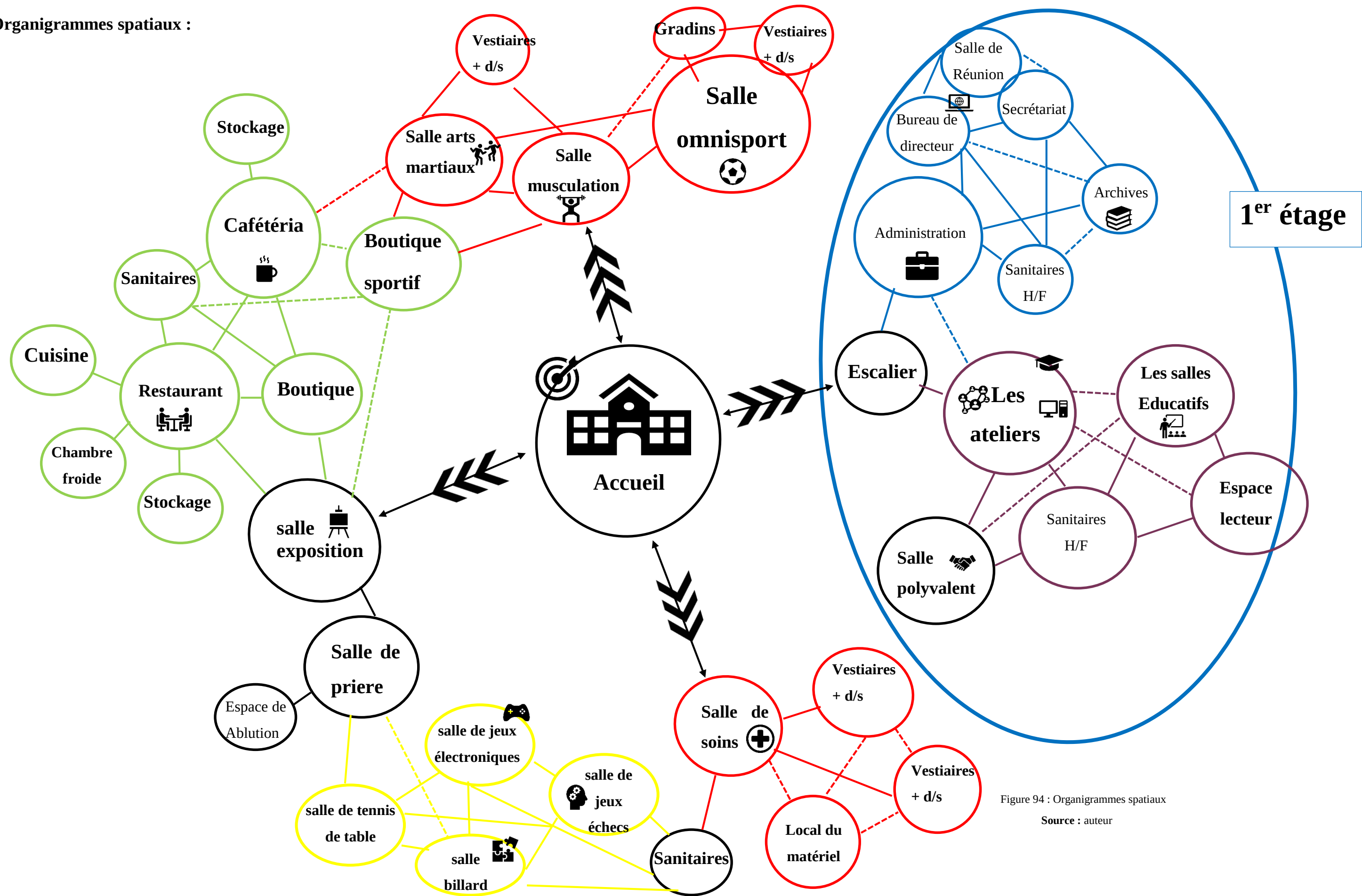


Figure 94 : Organigrammes spatiaux
Source : auteur

5.1 Programme spécifique quantitatif de projet

- ♣ **Surface du terrain** : 20 000 m²
- ♣ **Surface Plancher (sans circulation)** : 4592 m²
- ♣ **Surface Plancher (+15 % circulation)** : 5280 m²
- ♣ **Surface emprise du sol** : 3675m²
- ♣ **Surface Non Bâti** : 16 325 m²
- ♣ **COS** : 18.4 %
- ♣ **CES** : 23%

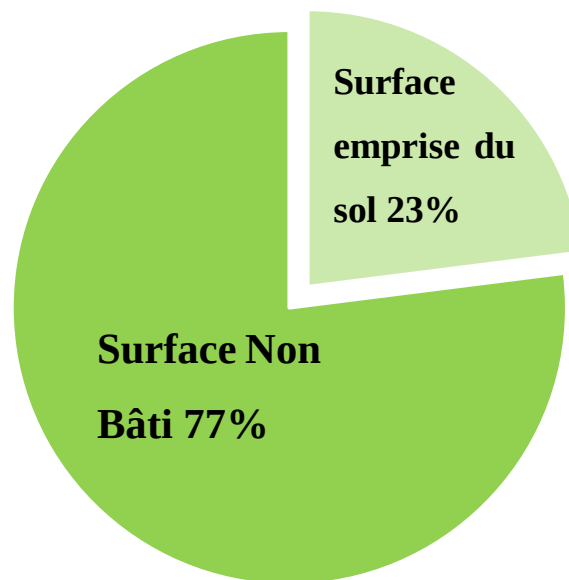


Figure 95 : Surface emprise du sol et non bâti

Source : auteur

[Type here]

Chapitre 04 : Réponse architecturale

1 Introduction

Le choix du site constitue un élément essentiel dans la réussite et l'efficacité du projet. Son implantation doit répondre à une position stratégique et s'intégrer au cœur du campus afin de favoriser la convivialité, l'animation et les échanges entre les usagers. La localisation de cet équipement représente ainsi un enjeu majeur, puisqu'elle contribue à renforcer la dynamique et l'attractivité de la vie universitaire.

2 Analyse du terrain

2.1 Critère du choix de terrain

2.1.1 Position stratégique :

Le terrain choisi pour le projet se situe dans une position stratégique au sein du campus universitaire de Tlemcen. Il est localisé à proximité immédiate des principaux axes de circulation et des pôles universitaires existants, ce qui lui confère une excellente accessibilité pour les étudiants, les enseignants

Sa situation centrale, en relation directe avec les différentes facultés, les espaces de vie étudiante et les équipements collectifs, en fait un emplacement privilégié pour accueillir un projet à vocation sportive, culturelle et de loisirs. Cette localisation permet de renforcer les liens entre les différentes entités du campus et de créer un point de convergence pour les usagers.

De plus, le terrain bénéficie d'une ouverture vers les voies principales et les espaces libres environnants, ce qui offre des possibilités d'extension, d'aménagement paysager et d'intégration harmonieuse dans le tissu universitaire existant.

Ainsi, le choix de ce terrain répond à des critères essentiels : accessibilité, visibilité, centralité et potentiel de développement, ce qui en fait un site idéal pour l'implantation d'un projet structurant au sein du campus.

2.1.2 Délimitation du terrain

La délimitation du terrain est faite selon :

Le terrain étudié se situe à l'intérieur du **campus de l'Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen**, plus précisément dans le **nouveau pôle universitaire de la Rocade / Mansourah**, qui constitue l'un des principaux pôles de l'université.

[Type here]

Le terrain se situe dans la partie sud-est du campus, à proximité immédiate du rond-point central et des voies principales. Cette position lui donne un rôle de zone de transition entre les pôles universitaires bâtis et les espaces libres d'extension

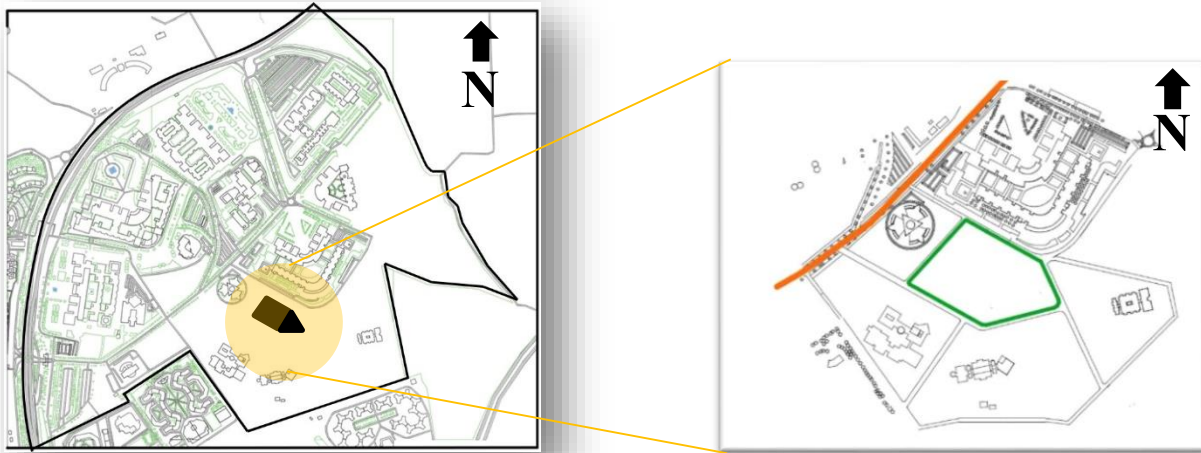


Figure 96 : Carte de délimitation du terrain

Source : auteur

2.2 Analyse du terrain choisi

2.2.1 Analyse des limites et architecture environnante

Les limites du terrain sont représentées dans la carte suivante :



Figure 98 : réctora



Figure 97 : faculté des sciences



Figure 98 : bati en construction

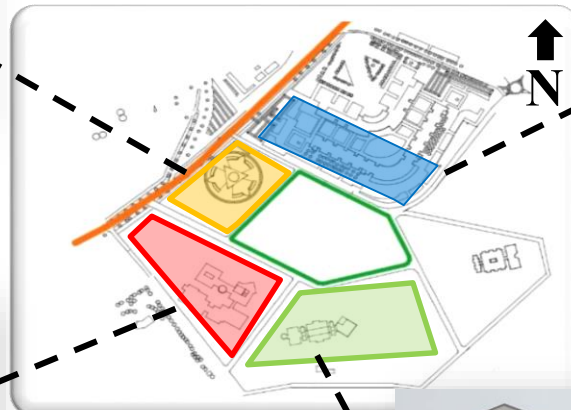


Figure 99 : Carte des limites et architecture environnante

Source : auteur

2.2.2 Analyse d'accessibilité et circulation

a. Accès principal

Le terrain est accessible tous les côtés Il donne sur une voie principale d'un flux fort

Le terrain est situé près d'un axe structurant reliant les différentes facultés.

b. Accès secondaires

Des voies secondaires entourent le terrain et permettent :

Un accès direct aux véhicules, la création d'entrées distinctes (public, service, parking).

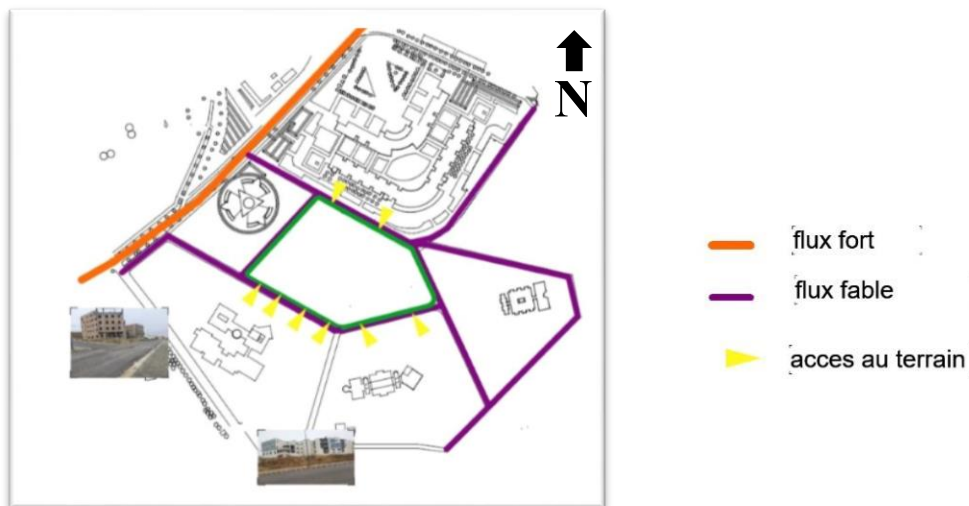


Figure 100 : .Carte d'accessibilité et circulation

Source : auteur

2.2.3 Analyse du climat et orientation

2.2.3.1 TYPE DE CLIMAT

- Climat **méditerranéen semi-continentale**.
- Étés : **chauds et secs**.
- Hivers : **frais à froids et humides** (parfois gel ou neige légère à cause de l'altitude).

2.2.3.2 TEMPERATURES MOYENNES

- Température annuelle moyenne : **16 à 18 °C**.
- Été (juillet–août) :
 - Moyenne : **28 à 34 °C** le jour.
- Hiver (janvier–février) :
 - Moyenne : **5 à 12 °C**.

[Type here]

- Peut descendre près de **0 °C** la nuit.

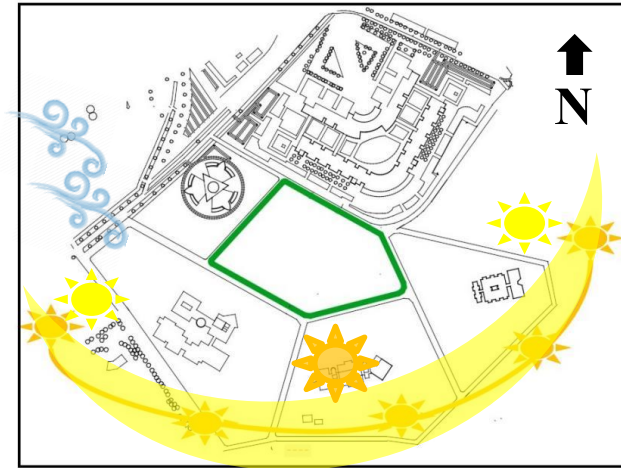


Figure 101 : Carte de la course solaire et vents dominants

Source : auteur

Le terrain est bien orienté et ensoleillé. Il ne présente aucun masque solaire

2.2.4 Analyse morphologique et topographie.

Le terrain a une superficie de deux hectares

Coupe A-A' : il s'agit d'un profil en long régulier et à pente douce, avec une descente progressive et continue

Coupe B-B' : Ce profil présente un relief plus irrégulier et ondulé.

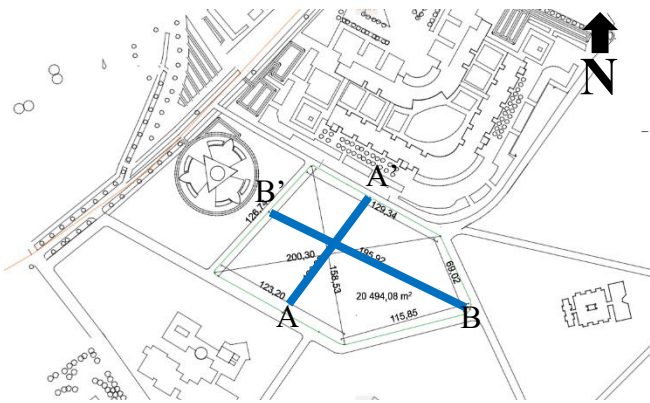


Figure 102 : Carte morphologique du terrain

Source : auteur

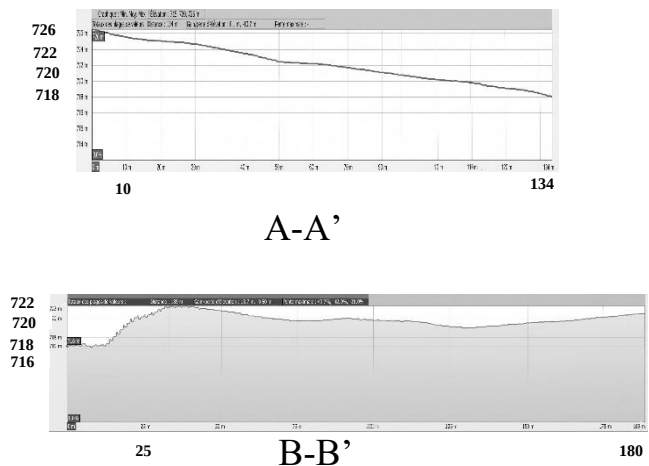


Figure 103 : Coupes topographiques du terrain

Source : auteur

2.2.5 Analyse de VRD

Le terrain est alimenté de toutes installations VRD

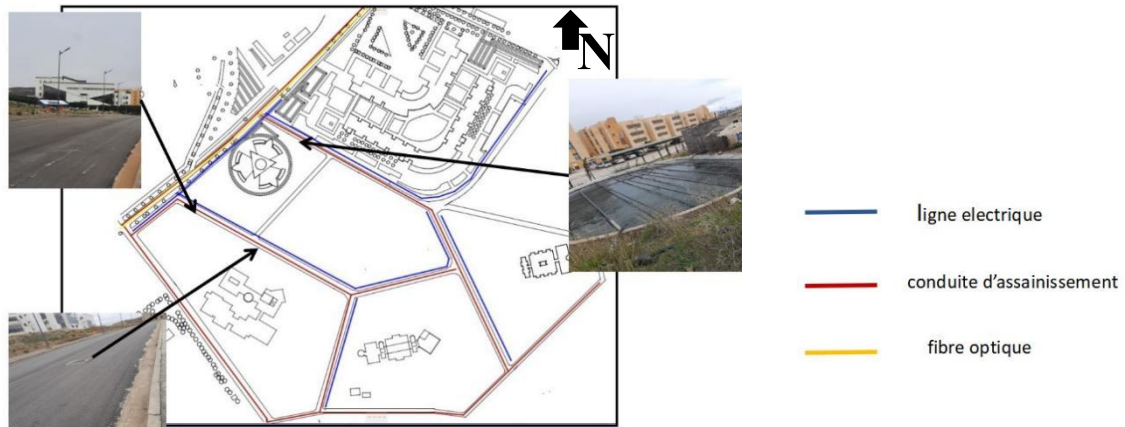


Figure 104 : Carte VRD du terrain

Source : traité par l'auteur

2.2.6 Analyse de perception visuelle :

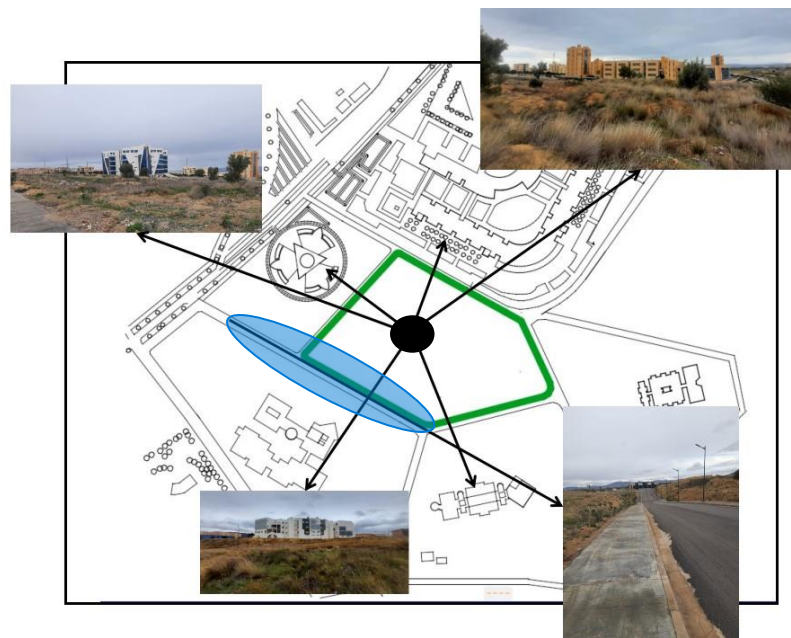


Figure 105 : Carte de perceptions visuelles

Une bonne visibilité assurée depuis l'intérieur et l'extérieur. le terrain possède des vues

[Type here]

2.3 Schema de principe

Nous commençons par organiser les voies d'accès et les cheminements autour du site. Les lignes noires représentent les principales voies d'accès qui délimitent le site. Ces lignes forment un périmètre accessible de plusieurs directions, renforçant la visibilité et l'ouverture du site sur son environnement. Les lignes rouges indiquent les différents points d'accès au site. Leur distribution radiale, s'étendant du centre jusqu'aux limites du site, reflète la multiplicité et l'équilibre des points d'accès. Cette configuration relie le site aux différentes routes environnantes, facilitant ainsi la circulation des usagers. Globalement, le site est facilement accessible grâce à ses multiples points d'accès directs.

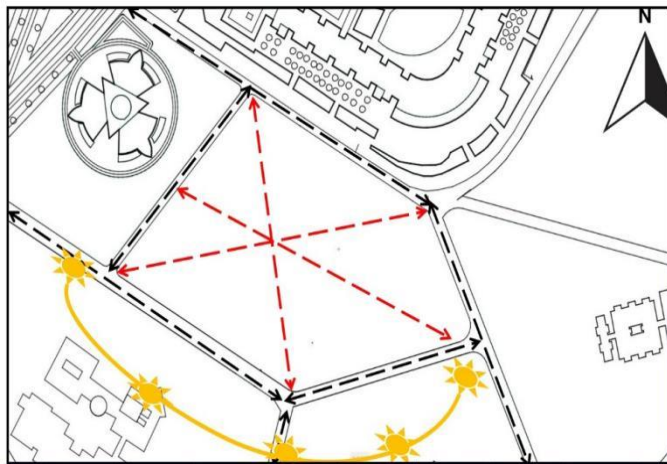


Figure 106 : Schema de principe

Source : auteur

Nous avons ensuite implanté un bâtiment, représenté par le carré bleu, au centre du site. Ce positionnement central résulte d'une étude des différentes voies d'accès, représentées par les lignes rouges, qui relient le site aux routes environnantes. L'implantation du bâtiment au centre du site permet l'utilisation de toutes les entrées, assure un équilibre dans la circulation et crée un lien direct entre le volume architectural et les espaces extérieurs. La forme carrée du bâtiment reflète une idée de simplicité et de clarté dans la composition, un choix initial qui permet une évolution ultérieure de la forme en fonction des exigences fonctionnelles et climatiques. Ainsi, cette étape constitue la première phase de structuration du projet, avec l'établissement d'un volume architectural clair au centre du site, suite à une étude des accès et de l'orientation

À ce stade du développement du projet, la transition d'une masse centrale simple à une organisation plus claire des fonctions et des circulations sur le site a été réalisée. Les entrées du bâtiment, signalées par des flèches noires, sont réparties sur différentes façades afin de garantir un accès aisé depuis toutes les directions et une connexion directe avec l'environnement. Cette répartition favorise une circulation fluide et évite les encombrements. Un espace spécifique a été aménagé pour le stationnement, avec des flèches claires guidant

l'accès et séparant la circulation automobile des principaux axes piétonniers. Cette organisation contribue à améliorer la sécurité et la visibilité sur le site. L'entrée principale, mise en valeur et directement reliée à l'un des principaux axes d'accès, est facilement repérable par les usagers. De plus, des espaces verts ont été intégrés au site, notamment dans les zones ouvertes, afin de créer des espaces extérieurs agréables, d'améliorer le climat local et d'offrir des lieux de détente et de rencontre

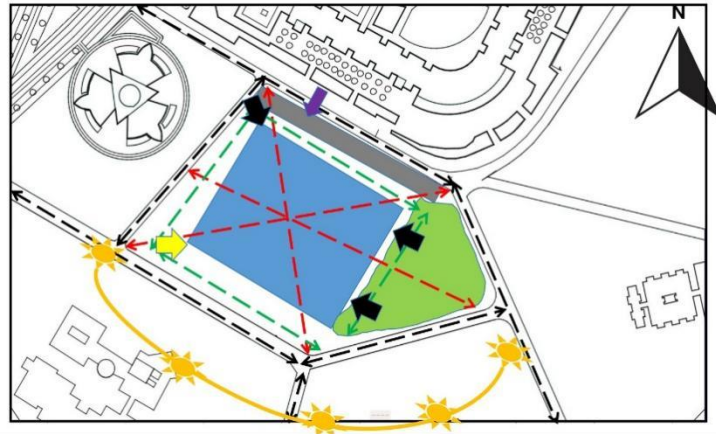


Figure 107 : Schéma de principe

Source : auteur

2.4 Accessibilité du terrain .

Le terrain bénéficie d'une **bonne accessibilité** grâce à son implantation dans le tissu urbain du campus et sa proximité avec les axes de circulation.

Accès routiers principaux

Le terrain est bordé par plusieurs voies, ce qui permet **un accès direct depuis les axes principaux** du campus et de la rocade.

Multiplicité des points d'entrée

Sa position en angle d'îlot offre **plusieurs possibilités d'accès**, facilitant la distribution des flux (piétons, véhicules, services).

Accessibilité piétonne

Le terrain est proche des bâtiments universitaires et des espaces publics, ce qui permet **un accès facile à pied** pour les étudiants et les usagers.

Proximité des équipements

Sa localisation à proximité des autres équipements du campus renforce son **intégration fonctionnelle** et facilite les déplacements quotidiens.

[Type here]

Possibilité d'accès de service

Les voies secondaires autour du terrain permettent de prévoir **des accès techniques et de livraison** sans perturber les entrées principales

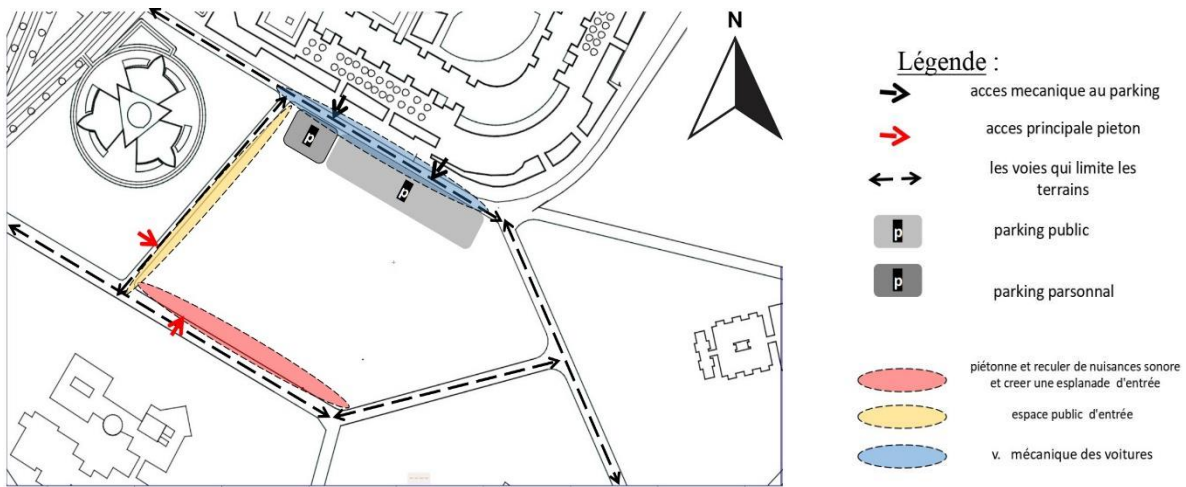


Figure 108 : Schéma d'accessibilité

Source : auteur

2.5 Visibilité

La zone du projet, située en bordure de l'îlot et entourée par les voies principales, bénéficie d'une **bonne visibilité urbaine** grâce à plusieurs facteurs :

Position stratégique

Le terrain est placé à un carrefour de circulations, ce qui le rend **facilement perceptible** depuis plusieurs axes routiers et parcours piétons.

Ouverture sur l'espace public

Le bâti n'est pas enclavé entre des volumes très hauts, ce qui permet une **lecture claire du projet** depuis les espaces extérieurs et les voies d'accès.

Relation avec les bâtiments voisins

Les constructions environnantes créent un cadre urbain continu, mais la position en angle du projet lui donne une **présence visuelle plus forte** par rapport aux autres volumes

Accessibilité visuelle

Grâce aux voies qui entourent le terrain, le bâtiment peut être vu **depuis plusieurs points d'approche**, ce qui renforce son rôle de repère dans le campus

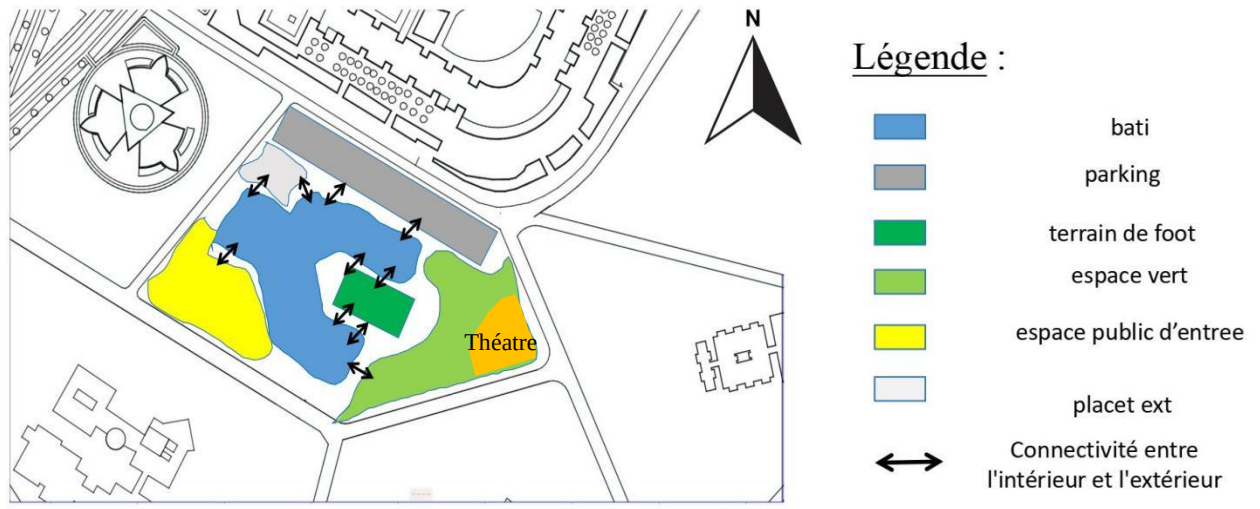


Figure 109 : Carte de visibilité

Source : auteur

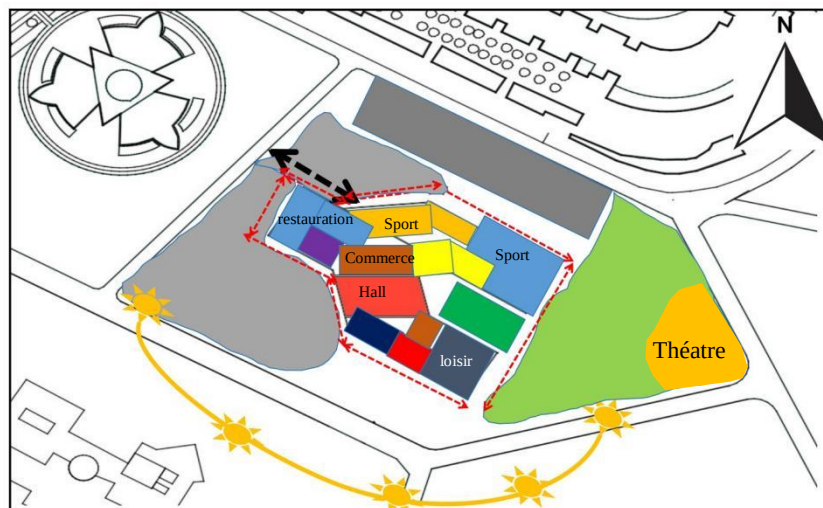


Figure 110 : Carte de zoning fonctionnel

Source : auteur

2.6 Genèse du projet

2.6.1 Concept du projet

Le projet de centre sportif et de loisirs à l'Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen vise à créer un espace dynamique et durable, favorisant le bien-être des étudiants et le lien social. En alliant des installations sportives modernes à des espaces de détente et de convivialité, le centre devient un véritable point de rencontre.

L'approche intégrée met également l'accent sur la durabilité, en utilisant des matériaux locaux et des solutions écologiques, afin de promouvoir un environnement sain et agréable pour tous.

[Type here]

2.6.2 L'évolution de la forme

L'évolution de notre forme passe par 05 phases essentielles :

2.6.2.1 PHASE 01

1) Forme de base (Bloc primaire) À partir d'un bloc simple de forme rectangulaire ou carrée. Ce bloc représente l'ensemble du programme fonctionnel du bâtiment.

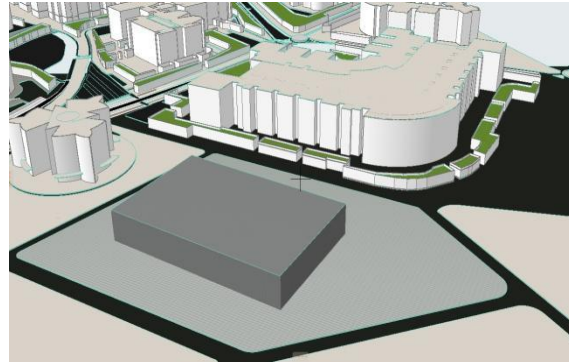
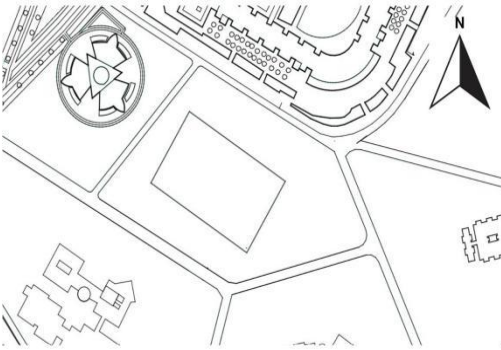


Figure 111 : Phase 01 de développement

2.6.2.2 PHASE 02

Source : auteur

Création d'un espace intérieur

Désinstaller la partie centrale de l'îlot pour créer une cour intérieure.

Cet espace favorise la circulation de l'air et crée un lieu de rencontre

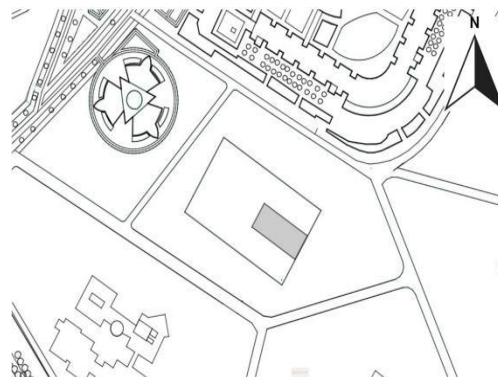


Figure 112 : Phase 02 de développement

2.6.2.3 PHASE 03

Source : auteur

Rupture de la masse et émergence d'une forme architecturale :

Ouverture de deux sections de la masse en façade pour créer une forme fracturée.th,jbh ;

Cette ouverture définit l'entrée principale et dynamise l'ensemble. L'idée : Orienter le flux de circulation vers l'entrée principale

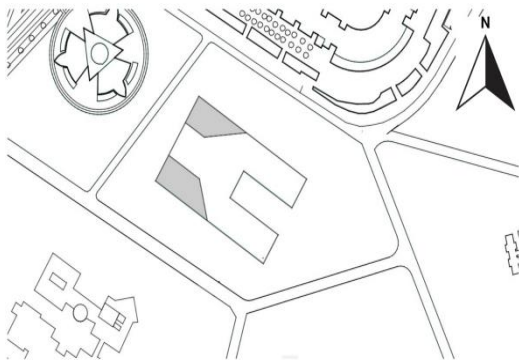
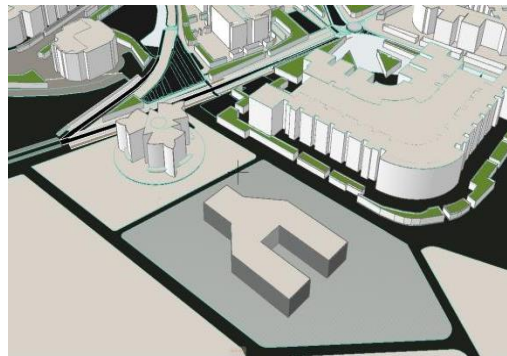


Figure 113 : Phase 02 de développement



Source : auteur

Ajouter quelques touches à l'intérieur pour sortir de l'ordinaire

Nous installons un terrain de football miniature à l'intérieur d'un bâtiment afin de réduire les nuisances et de le dissimuler aux bâtiments pédagogiques environnants.

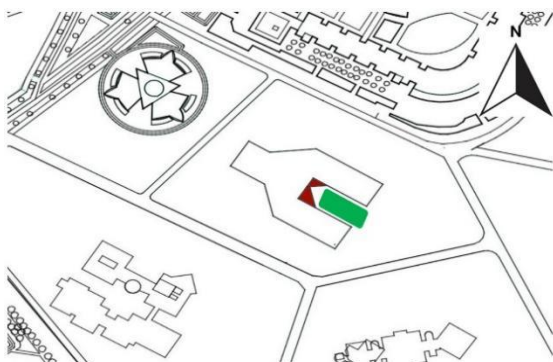


Figure 114 : Phase 03 de développement



Source : auteur

2.6.2.4 Phase 04

Mise en valeur des ailes, des fonctions et de la hauteur Division du bâtiment en ailes distinctes : Reliure des ailes à une entrée centrale ou un hall principal. Concept : Clarification des fonctions au sein du bâtiment

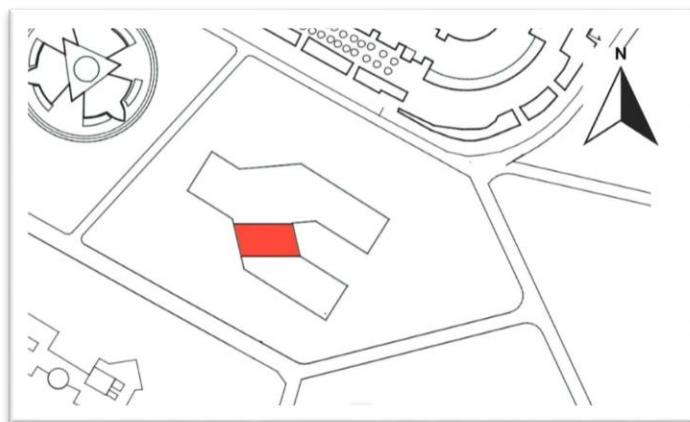


Figure 115 : Phase 04 de développement

Source : auteur

[Type here]

2.6.2.5 PHASE 05

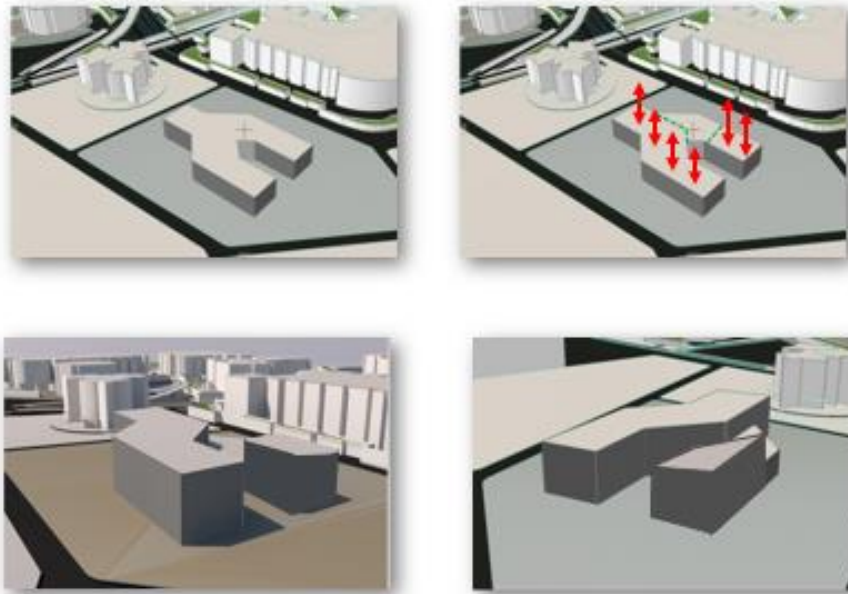


Figure 116 : Phase 05 de développement

Source : auteur

Dans cette phase, nous procédons à la surélévation des volumes afin de mettre en valeur les façades sud et ouest, ainsi qu'à la surélévation de la salle de sport pour lui conférer une double hauteur.

3 Conclusion

Ce chapitre présente les différentes synthèses théoriques liées au projet, à travers l'identification et l'organisation des composantes internes et externes selon des ratios spatiaux adaptés. Les fonctions principales et secondaires ont été définies et articulées par des relations fonctionnelles directes et indirectes afin d'assurer une cohérence globale du projet.

Ces analyses ont permis de développer les concepts fondamentaux et de les traduire sous forme de modèles 2D et 3D, garantissant une intégration harmonieuse des différentes composantes architecturales. Le projet s'organise autour d'une répartition équilibrée entre espaces sportifs, éducatifs et de loisirs, offrant un environnement intégré répondant aux besoins des usagers et favorisant les interactions entre les différentes activités.

Le chapitre suivant sera consacré à la présentation de la proposition architecturale à travers les plans, coupes et vues tridimensionnelles, afin d'illustrer une solution cohérente et adaptée aux exigences fonctionnelles, techniques et esthétiques du projet.

Chapitre 5 : Approche conceptuelle **(Réponses architecturales)**

[Type here]

1 Introduction

Cette phase du projet est consacrée à la présentation du dossier graphique à travers une lecture architecturale des différents plans. Elle permet de traduire les principes conceptuels et fonctionnels développés précédemment en solutions spatiales concrètes. À travers cette analyse, nous mettons en évidence l'organisation des espaces, la fluidité des circulations ainsi que les choix architecturaux adoptés afin de répondre aux exigences fonctionnelles, esthétiques et environnementales du projet.

2 Plan de masse ;

Le plan de masse présenté illustre l'organisation générale du projet ainsi que son intégration dans l'environnement immédiat. L'implantation des différents volumes architecturaux a été pensée selon une composition fonctionnelle et fluide, favorisant la hiérarchisation des espaces et la facilité des déplacements.

Le projet s'articule autour de plusieurs blocs répartis entre le rez-de-chaussée, le rez-de-chaussée à double hauteur et les espaces en R+1. Cette disposition permet une séparation claire des différentes fonctions tout en maintenant une connexion harmonieuse entre les espaces. Les circulations extérieures assurent une liaison fluide entre les différents accès et les zones aménagées.

Le site dispose de plusieurs accès répondant aux besoins fonctionnels du projet : un accès principal destiné aux usagers, un accès sportif, des accès de secours ainsi qu'un accès de service et un accès réservé au parking. Cette diversité d'entrées garantit une gestion efficace des flux et une meilleure sécurité du complexe.



Figure 117 : Plan de masse Source : auteur

Les espaces extérieurs occupent une place importante dans l'aménagement du site. On retrouve une terrasse de caféteria favorisant les espaces de détente et de convivialité, ainsi qu'un théâtre extérieur intégré au paysage

pour accueillir des activités culturelles et événementielles. Les aménagements paysagers, composés d'espaces verts et d'alignements d'arbres, renforcent la qualité environnementale et esthétique du projet.

Le projet intègre également des solutions durables à travers l'installation de panneaux solaires en toiture et la création d'une toiture végétalisée, contribuant à l'amélioration de la performance énergétique et du confort thermique du bâtiment. Enfin, la présence d'un arrêt de bus à proximité améliore l'accessibilité et favorise la connexion du projet avec le réseau urbain

3 Plan RDC ;

Le plan du rez-de-chaussée (RDC) présente une organisation fonctionnelle structurée autour d'une circulation horizontale centrale qui distribue les différents espaces du projet de manière fluide et cohérente. Cette circulation principale assure une liaison efficace entre les différentes zones fonctionnelles tout en facilitant l'orientation et les déplacements des usagers.

L'espace sportif occupe une place dominante dans le projet avec un terrain multisport principal accompagné d'espaces annexes destinés aux activités sportives et à l'encadrement des utilisateurs. Cette implantation permet de garantir une accessibilité directe et une bonne relation avec les autres fonctions du complexe.

Le projet intègre également plusieurs espaces complémentaires répondant aux besoins sociaux, culturels et de loisirs. Les espaces de loisirs et de détente sont aménagés de manière à favoriser la convivialité et les échanges entre les usagers. L'espace culturel constitue un lieu polyvalent destiné aux activités éducatives et culturelles, renforçant la dimension communautaire du projet.

L'espace de prière a été implanté dans une zone calme et accessible afin d'assurer le confort et l'intimité des utilisateurs. De même, l'espace médical est stratégiquement positionné à proximité des zones sportives afin de garantir une intervention rapide et efficace en cas de besoin.

Les espaces commerciaux et de restauration viennent compléter le programme architectural en proposant des services adaptés aux visiteurs et aux sportifs. Leur emplacement le long des axes de circulation principaux favorise leur accessibilité et leur visibilité au sein du complexe.

Dans l'ensemble, l'organisation du RDC traduit une conception équilibrée entre fonctionnalité, fluidité des circulations et diversité des activités, tout en assurant une interaction harmonieuse entre les différents espaces du projet.

[Type here]

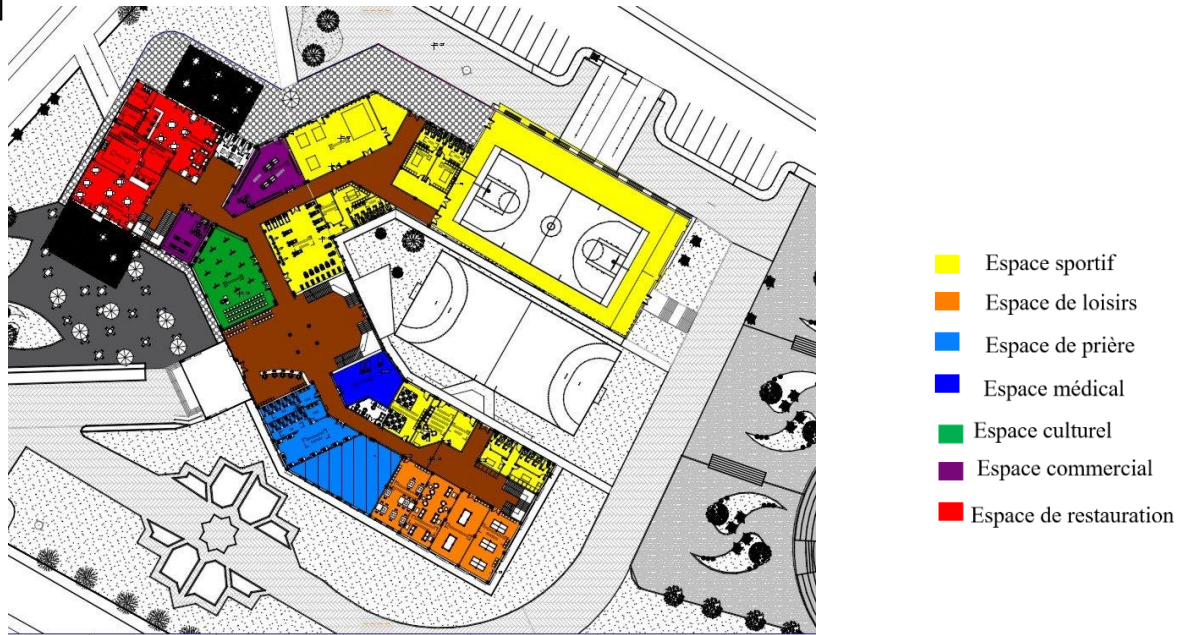


Figure 118 : Plan de RDC
Source : auteur

4 Plan 1er étage ;

Le premier étage de ce bâtiment est organisé autour d'un couloir principal central qui assure la liaison entre les différents espaces fonctionnels. Le plan présente une répartition claire des zones éducatives, administratives et techniques afin de garantir une circulation fluide et une bonne organisation des activités.

Dans la partie nord-ouest se trouve l'espace éducatif, composé de plusieurs salles destinées à l'enseignement et aux activités pédagogiques. À proximité de cette zone, un espace de repos est aménagé pour offrir un lieu de détente et de rencontre aux utilisateurs.

Au centre du bâtiment se situe l'espace administratif, comprenant les bureaux et les locaux de gestion. Cette position centrale facilite le contrôle et l'accès aux différentes parties du projet.

Dans la partie sud-est sont implantés les ateliers, destinés aux travaux pratiques, aux formations techniques et aux activités spécialisées. Ces espaces sont conçus pour accueillir différents équipements et permettre un usage fonctionnel et flexible.

Une salle polyvalente est également prévue dans la partie sud-ouest du plan. Elle peut accueillir des réunions, conférences, présentations et diverses activités collectives.

Le projet intègre aussi une toiture verte située dans la partie nord du bâtiment, contribuant à l'amélioration environnementale, à l'isolation thermique et à l'esthétique architecturale.

L'ensemble du premier étage est conçu pour assurer une bonne accessibilité, une circulation efficace et une séparation fonctionnelle des différentes activités du bâtiment.



Figure 119 : Plan de 1er étage

Source : auteur

5 Approche stylistique

5.1 Les sources d'inspirations

Le projet s'inspire des sources suivantes :



Figure 120 : Les sources d'inspirations

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

[Type here]

6 Analyse des façades

6.1 Façade principale

Cette façade présente une architecture moderne et contemporaine caractérisée par des lignes épurées, des volumes géométriques simples et une composition équilibrée des matériaux. Le bâtiment se développe sur deux niveaux avec une organisation symétrique mettant en valeur l'entrée principale située au centre.

La façade est composée d'un mélange harmonieux de verre, de panneaux métalliques sombres et de revêtements imitation bois, créant un contraste élégant entre les tons chauds et froids. Les grandes surfaces vitrées favorisent l'éclairage naturel des espaces intérieurs tout en donnant une impression de transparence et d'ouverture.

L'entrée principale est accentuée par un volume central imposant avec un large auvent et une double hauteur vitrée qui renforce l'aspect monumental et accueillant du bâtiment. Des éléments décoratifs ajourés intégrés dans la partie centrale apportent une touche esthétique contemporaine et améliorent le jeu de lumière sur la façade.

Les panneaux verticaux en finition bois rythment la composition architecturale et soulignent la verticalité du projet. L'éclairage architectural intégré dans les façades et les corniches met en valeur les volumes du bâtiment durant la nuit et crée une ambiance élégante et institutionnelle.

L'aménagement extérieur comprend une grande esplanade minérale, des espaces verts paysagers, des bassins décoratifs avec fontaines ainsi qu'un mobilier urbain moderne destiné aux zones de détente et de rencontre.

L'ensemble architectural reflète une image moderne, technologique et fonctionnelle, adaptée à un établissement éducatif, administratif ou culturel de haut standing.





Figure 121 : Façade principale

Source : auteur

6.2 Façade secondaire

Cette façade présente une architecture contemporaine et luxueuse, caractérisée par des lignes géométriques élégantes et une composition harmonieuse des volumes. Le bâtiment adopte un style moderne avec une combinaison raffinée de matériaux tels que le béton, le verre et le revêtement en bois vertical, offrant une image sophistiquée et chaleureuse.

La façade principale se distingue par de larges ouvertures vitrées qui favorisent l'éclairage naturel et créent une relation visuelle entre l'intérieur et l'extérieur. Les éléments verticaux décoratifs apportent du rythme et de la profondeur à l'ensemble architectural, tandis que les jeux de lumière intégrés mettent en valeur les volumes du bâtiment pendant la nuit.

L'aménagement paysager autour de la construction renforce le caractère prestigieux du projet grâce aux espaces verts bien entretenus, aux allées organisées et à l'éclairage extérieur moderne. L'ensemble exprime une architecture de haut standing, alliant esthétique, fonctionnalité et modernité



Figure 122 : Façade secondaire

Source : auteur

[Type here]

7 Ambiance intérieure et extérieur

Ce projet repose sur un principe fondamental : sublimer chaque espace (intérieur comme extérieur) en mettant en valeur l'ensemble des ressentis sensoriels, afin d'atteindre un état de bien-être profond et durable. L'approche consiste à créer une expérience immersive et harmonieuse, où chaque sens contribue à façonner une ambiance apaisante et vivante. Chaque perception devient ainsi un pilier de la conception spatiale



Figure 124 : salle de jeux

Source : auteur



Figure 123 : hall / accueil

Source : auteur



Figure 125 : cafétéria

Source : auteur



Figure 126 : salle de musculation

Source : auteur



Figure 128 : vue extérieure

Source : auteur



Figure 127 : vue extérieure

Source : auteur

Chapitre 06 : chapitre technique

[Type here]

1 Introduction

Au cours des étapes précédentes, nous avons synthétisé les résultats des études contextuelles, de la planification architecturale ainsi que des principes d'aménagement spatial, tout en présentant de manière détaillée le dossier graphique du projet. Dans ce chapitre, nous procéderons à l'explication approfondie des méthodes et des techniques adoptées

2 Superstructure :

2.1 Les poteaux :

Les poteaux constituent des éléments verticaux assurant la reprise des charges permanentes et des surcharges, puis leur transmission vers les fondations.

Dans ce projet, deux types de poteaux ont été adoptés selon les besoins structurels des espaces. Pour la salle omnisports, le choix s'est porté sur des poteaux mixtes composés de profils métalliques de type IPE enrobés de béton, afin de répondre aux exigences des grandes portées et des vastes espaces. En revanche, pour le reste du projet, des poteaux en béton armé ont été utilisés, garantissant stabilité, résistance et économie constructive.

Leurs sections varient selon les exigences et les calculs établis par l'étude de génie civil.

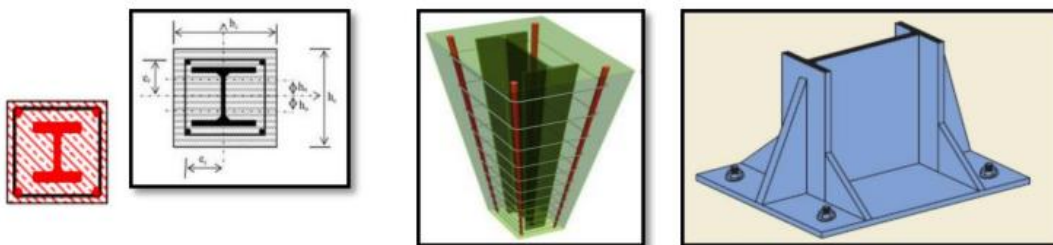


Figure 129: Le profilé IPE enrobé en béton et son boulonnage, Source Google image

2.2 Les poutres :

Les poutres constituent des éléments horizontaux de la structure assurant la répartition des charges entre les poteaux et le support des planchers.

2.2.1 Poutres en treillis :

Les poutres en treillis sont utilisées pour soutenir la couverture supérieure de la salle omnisport. Ce type de structure a été choisi pour ses nombreux avantages, notamment sa capacité à franchir de grandes portées tout en conservant une structure légère et résistante

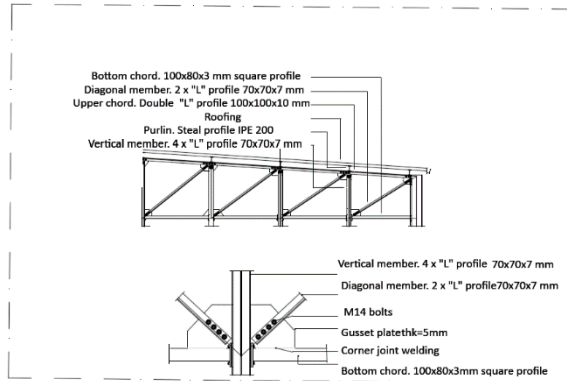


Figure 131: poutre en treillis, Source : auteur

2.2.2 Les plancher :

Les portées devant être atteintes représentent un facteur majeur dans la détermination du type de plancher à choisir. Afin d'atteindre des portées importantes avec notre système structurel mixte, nous avons choisi deux type de plancher, c'est :

Le plancher collaborant ; Le profil du plancher collaborant est particulièrement recommandé pour les bâtiments à structure métallique dont les dimensions et les portées sont relativement importantes.

La dalle pleine, appelée aussi « dalle massive » est une plaque dont l'épaisseur est petite par rapport à ses autres dimensions, elle varie entre 12 cm et 18 cm . c'est une dalle continue sans nervures armée dans les deux sens et supportées par des poteaux formant en plan un réseau à mailles carrées ou Rectangulaires .

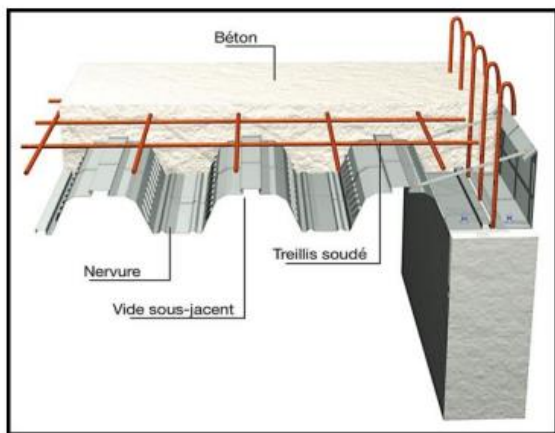


Figure 132: plancher collaborant, Source : Google image.



Figure 130: poutre en treillis, Source : Google image

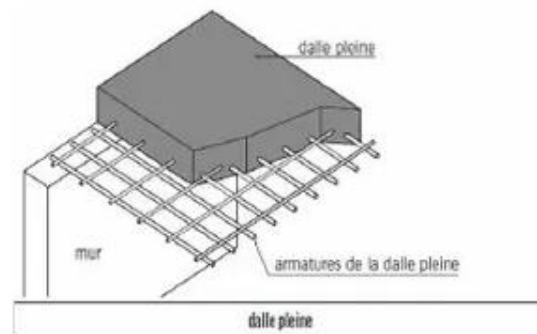


Figure 133 : La dalle pleine ; source : google image

[Type here]

2.3 Gestion des eaux pluviales

• La gestion des eaux pluviales dans le projet repose sur la collecte des eaux de pluie et des eaux de ruissellement, acheminées vers un bassin de rétention après un premier passage par une grille de filtration grossière. L'eau stockée est ensuite pompée vers un local technique où elle suit deux parcours : une première partie est directement utilisée pour l'arrosage des plantes, l'irrigation des serres et des terres agricoles ; l'autre partie passe par une filtration fine, puis transite par un ballon de stockage, un régulateur de pression et une chaudière pour des usages sanitaires (lavage, sanitaires, etc.).

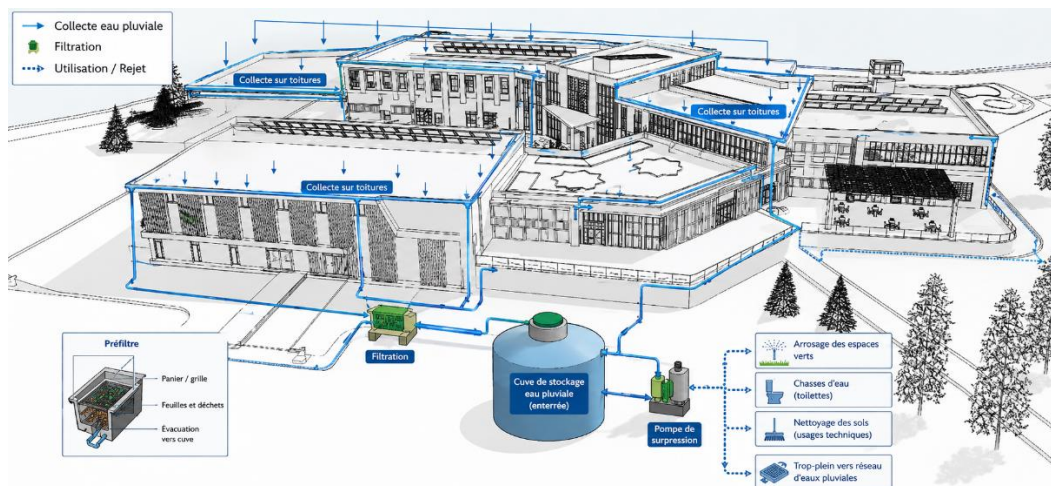


Figure 134 : 2.3 Gestion des eaux pluviales

2.4 Contrôle lumineux et de ventilation

• L'atrium agit comme un puits de lumière central, diffusant un éclairage naturel doux vers le rez-de-chaussée et l'étage. Il facilite aussi la ventilation verticale entre les niveaux grâce à l'effet de tirage thermique. L'air chaud s'élève vers le haut de l'atrium, ce qui permet de rafraîchir les espaces inférieurs en attirant de l'air frais

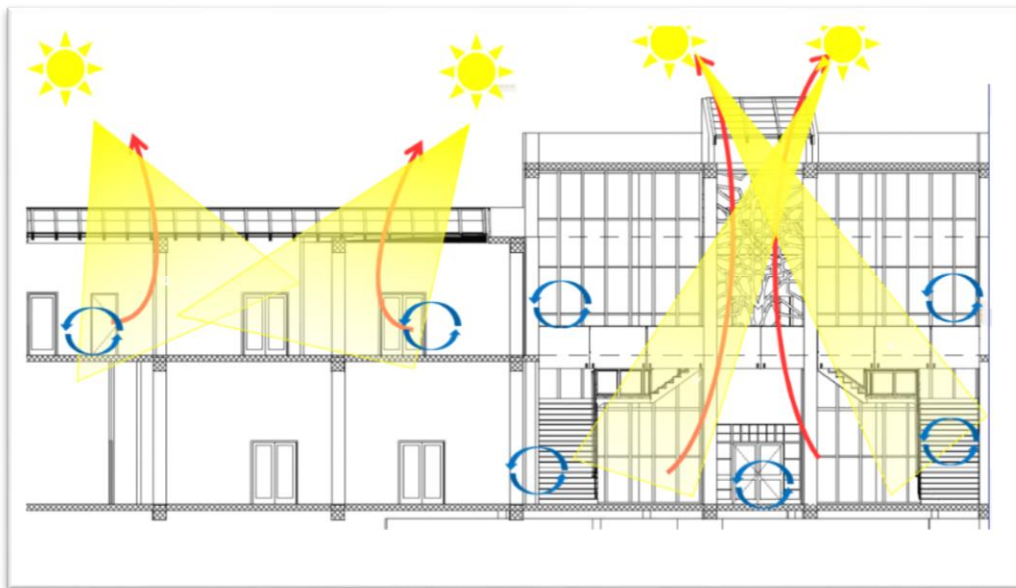


Figure 135 : Contrôle lumineux et de ventilation

2.5 Le toit végétalisé

Protège la zone de recherche et développement en améliorant l'isolation thermique du bâtiment. Il réduit les écarts de température entre le jour et la nuit, et limite les besoins en climatisation ou en chauffage. Ce système retient aussi les eaux pluviales, améliore la biodiversité locale, et augmente la durabilité de la toiture.

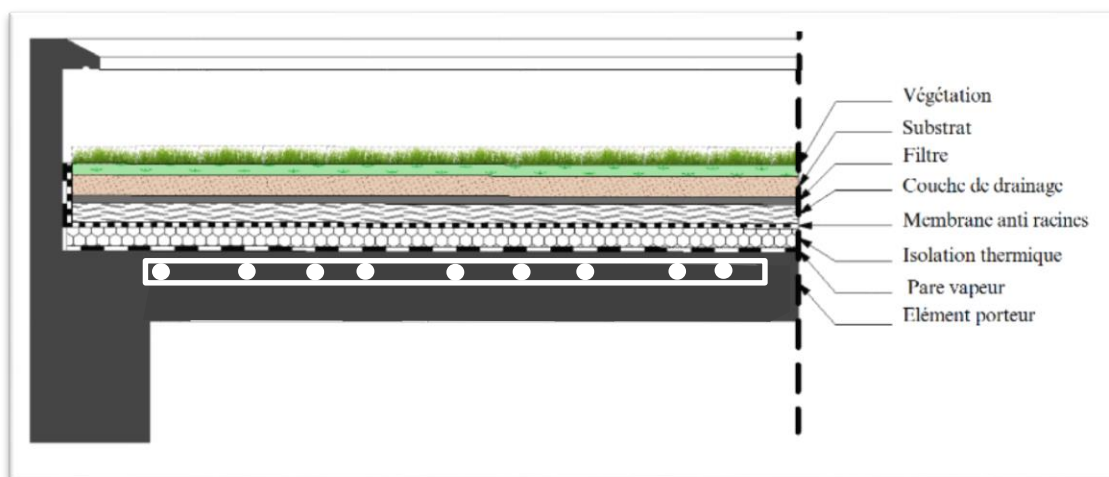


Figure 136 : Le toit végétalisé

[Type here]

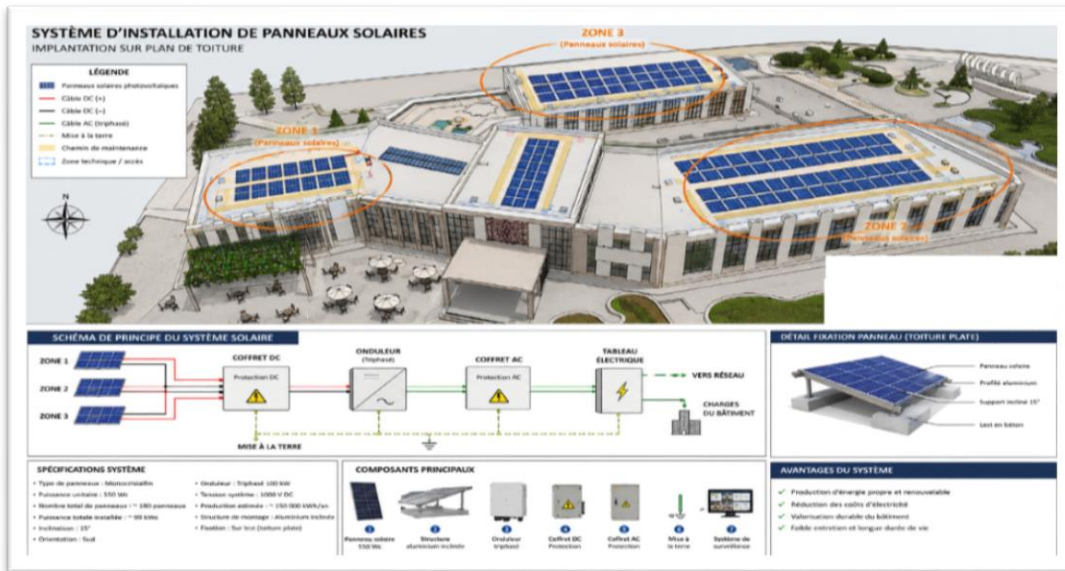
2.6 D'installation de panneaux solaires photovoltaïques

Panneaux solaires photovoltaïques intégré sur la toiture d'un bâtiment moderne.0.

Le projet est organisé en trois zones principales de panneaux solaires afin d'optimiser la production d'énergie selon l'orientation et l'ensoleillement du site.

L'énergie produite par les panneaux est transportée à travers des câbles DC vers un coffret de protection puis vers un onduleur triphasé qui transforme le courant continu en courant alternatif utilisable par le bâtiment. Ensuite, l'électricité passe par un coffret AC et un tableau électrique avant d'alimenter les différents équipements du bâtiment ou d'être injectée vers le réseau.

Ce système permet de produire une énergie propre et renouvelable, de réduire les coûts d'électricité et d'améliorer la performance énergétique du projet architectural. De plus, l'installation est conçue avec des structures inclinées et des chemins de maintenance pour assurer la sécurité, la durabilité et la facilité d'entretien



3 Les Matériaux

3.1 Les Matériaux Minéraux et Structuraux

- **L'Enduit Blanc / Stuc Lisse** : Utilisé sur les volumes secondaires (les ailes latérales). Ce matériau blanc et épuré crée un contraste "noir et blanc" très net qui accroche la lumière des projecteurs.

3.2 Les Matériaux Chaleureux et Décoratifs (La façade)

- **Le Bardage en Bois (ou Composite Bois) :** Présent sous forme de grandes lames verticales à droite de l'entrée. C'est l'élément clé qui évite au bâtiment d'avoir un aspect trop "froid" ou industriel en apportant une touche naturelle et chaleureuse.
- **Le Métal Ajouré (Moucharabieh Moderne) :** Un panneau métallique noir découpé au laser est placé juste au-dessus du porche central. Il sert à filtrer la lumière tout en créant un motif géométrique élégant.

3.3 Les Matériaux Transparents et Technologiques

- **Le Verre Structurel (Murs-rideaux) :** De très grandes surfaces vitrées composent le hall central et les bureaux. Le verre est légèrement teinté ou réfléchissant pour préserver l'intimité tout en maximisant la lumière naturelle.
- **Les Écrans LED Intégrés :** Des panneaux numériques (les écrans "Welcome" et publicitaires) sont incrustés directement dans la façade, transformant le bâtiment en un support de communication dynamique.

4 Les Aménagements Extérieurs (Au sol)

- **Le Pavage en Pierre Claire :** Le sol de l'esplanade et de la cour est recouvert de dalles de pierre claires (type granit ou travertin), idéales pour refléter la lumière des fontaines et des éclairages nocturnes.

Le Métal Noir (Aluminium/Acier) : Utilisé pour toutes les menuiseries des fenêtres, les barrières de la cour et la structure du porche d'entrée.

Catégorie	Matériau	Rôle Architectural
Structure & Masse	Béton enduit blanc pur & Plaques de pierre grise (ou céramique)	Créent le squelette du bâtiment, apportent du contraste (clair/obscur) et une notion de pérennité.
Chaleur & Rythme	Bardage bois (vertical) & Métal découpé (Moucharabieh)	Cassent le côté industriel et froid du béton. Le bois apporte une texture organique, le métal ajouré filtre la lumière.

[Type here]

Transparence	Verre structurel (Murs-rideaux)	Efface la frontière intérieur/extérieur, offre des vues panoramiques et symbolise la transparence institutionnelle.
---------------------	---------------------------------	---

5 Le courant faible :

Les courants faibles désignent les réseaux de câbles destinés à la transmission de l'information plutôt qu'au transport de l'énergie. Bien que ces réseaux utilisent des impulsions électriques, celles-ci restent de faible intensité.

Dans le cadre de ce projet, le choix s'est porté sur un switch connecté à l'ensemble des dispositifs domotiques et des équipements intelligents du bâtiment. Chaque appareil dispose d'une adresse IP unique permettant une communication fluide et une gestion précise des données. Le switch est relié à un logiciel de supervision assurant l'automatisation et le contrôle centralisé des différents équipements techniques, notamment la climatisation, la production d'eau chaude, la ventilation, l'éclairage ainsi que le contrôle d'accès



Figure 137 : schéma de courant faible

source : google image

6 Réseau anti-incendie :

Le projet met en place un dispositif de sécurité incendie articulé en deux phases complémentaires : la détection et l'évacuation.

La détection est assurée par des détecteurs de fumée automatiques, complétés par des déclencheurs manuels et des postes d'appel d'urgence situés dans les espaces stratégiques.

La lutte contre l'incendie est renforcée par des extincteurs, des sprinklers assurant une extinction automatique en cas de départ de feu, ainsi que des robinets d'incendie armés alimentés par un réseau indépendant relié à un réservoir dédié.

L'évacuation est assurée par les sorties et escaliers de secours, avec une attention particulière portée aux cages d'escalier des espaces d'hébergement, conçues comme circulations verticales protégées et sécurisées, permettant une évacuation rapide et organisée des usagers



Figure 138 : les éléments de système d'anti incendie

Source : <https://protectionic.com/fr/product/6kg-polvo-abc-ps6-hh/>

7 CLIMATISATION

7.1.1.1 LA VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX :

Une VMC double flux est un système de ventilation qui renouvelle l'air d'un logement tout en récupérant une partie de la chaleur de l'air extrait pour préchauffer l'air neuf entrant.

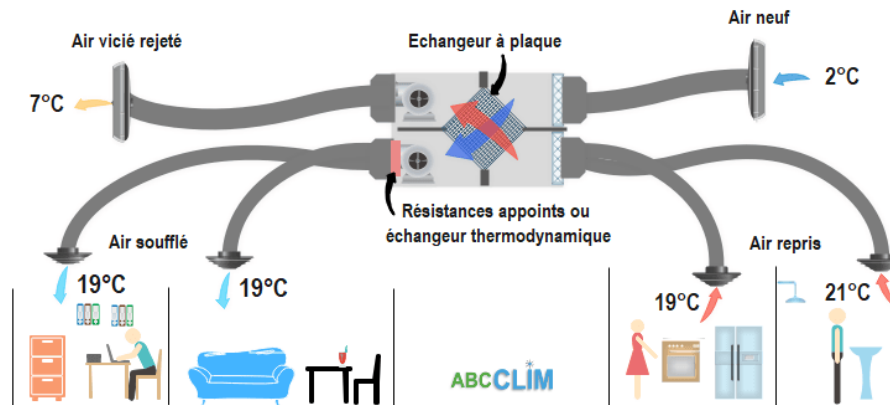


Figure 139: système de fonctionnement de la VMC double flux, Source : Google image.

Le système fonctionne avec **deux flux d'air** :

Un **flux d'extraction** : l'air vicié (humide, chargé de polluants) est aspiré depuis les pièces humides (salle de bain, cuisine, WC) et évacué vers l'extérieur via un réseau de gaines.

Un **flux d'insufflation** : de l'air neuf est prélevé à l'extérieur, filtré, puis distribué dans les pièces de séjour et les chambres.

Ces deux flux passent par un **caisson central** équipé d'un **échangeur de chaleur** (généralement du type plaques ou tube).

Récupération de chaleur

Dans cet échangeur :

L'air warm extrait (vers l'extérieur) **transmet une partie de sa chaleur** à l'air neuf entrant, **sans mélange des deux flux**.

L'air insufflé est donc **préchauffé** en hiver, ce qui réduit les besoins de chauffage et améliore le confort.

Avantage principal

[Type here]

Contrairement à une VMC simple flux, le double flux **limite les pertes de chaleur** liées au renouvellement d'air, ce qui permet des **économies d'énergie** tout en maintenant une bonne qualité d'air intérieur.

8 Conclusion

Dans ce chapitre, la réponse architecturale vient concrétiser l'hypothèse et la démarche développées au début de l'étude. Le projet vise la conception d'un Smart Campus universitaire à travers la réalisation d'un complexe sportif au sein de Université Abou Bekr Belkaid, au niveau du campus de la Rocade à Mansourah.

Cette proposition s'appuie sur l'intégration des technologies intelligentes et des espaces sportifs éducatifs interactifs afin de créer un véritable « Living Lab » universitaire. Le projet adopte une approche architecturale innovante et durable, cherchant à améliorer la gestion des ressources environnementales tout en renforçant la qualité de vie, le bien-être social et l'expérience des usagers au sein du cam

1 Conclusion générale

En conclusion, le concept de Smart Campus représente aujourd'hui une réponse aux nouveaux enjeux technologiques, environnementaux et sociaux des universités modernes. Face à l'évolution des modes de vie et aux besoins croissants des étudiants, les campus universitaires doivent devenir des espaces intelligents, connectés, durables et ouverts sur leur environnement urbain.

Le campus universitaire de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, notamment le site de la Rocade à Mansourah, possède un potentiel important grâce à sa situation urbaine, son attractivité estudiantine et ses possibilités de développement. Cependant, il nécessite des interventions capables d'améliorer la qualité de vie, la mobilité, les services et les équipements destinés aux usagers.

Dans cette perspective, notre projet de complexe sportif intelligent s'inscrit comme une composante essentielle du Smart Campus. À travers l'intégration des technologies numériques, des espaces connectés, des solutions de mobilité durable et des aménagements paysagers intelligents, ce projet vise à créer un environnement universitaire plus dynamique, interactif et durable.

Ainsi, cette approche permet non seulement de renforcer la pratique sportive et le bien-être des étudiants, mais également de contribuer à l'intégration urbaine du campus et à son évolution vers un modèle universitaire innovant, performant et adapté aux exigences du développement durable et de la ville intelligente.

2 Bibliographie

Ouvrages

- ✓ PICON, A. (2016, 02). L'AVENEMENT DE LA VILLE INTELLIGENTE. DE BOECK SUPERIEUR(132), pp. 9-24
- ✓ L'Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise. (2021). la fabrication des espaces publics, Grands principes et axes de réflexion. Aix Marseille: agam.

Articles scientifiques

- ✓ RADWAN, A. H., MORSI, A. A., & MOHAMED , F. M. (2018, 05 27). SMART URBAN PUBLIC SPACES-TOWARDS A BETTER CITY LIFE. Dakam (Eastern Mediterranean Academic Research Center)(18), pp. 1-17
- ✓ GhaffarianHoseini, A., Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., & Makaremi, N. (2013). Intelligent Facades in Low-Energy Buildings. British Journal of Environment & Climate Change(4), 437-464.
- ✓ KHADRAOUI, M. (2019, 02 07). Étude et optimisation de la façade pour un confort thermique et une efficacité énergétique (cas des bâtiments tertiaires dans un climat chaud et aride), (doctorat en architecture). Faculté des sciences et de la technologie, Biskra: université Mohamed Khider, Biskra
- ✓ JITITE, a. (2019). Un éclairage extérieur public intelligent pour la ville de demain Smart Cities. academia, pp. 1-23.

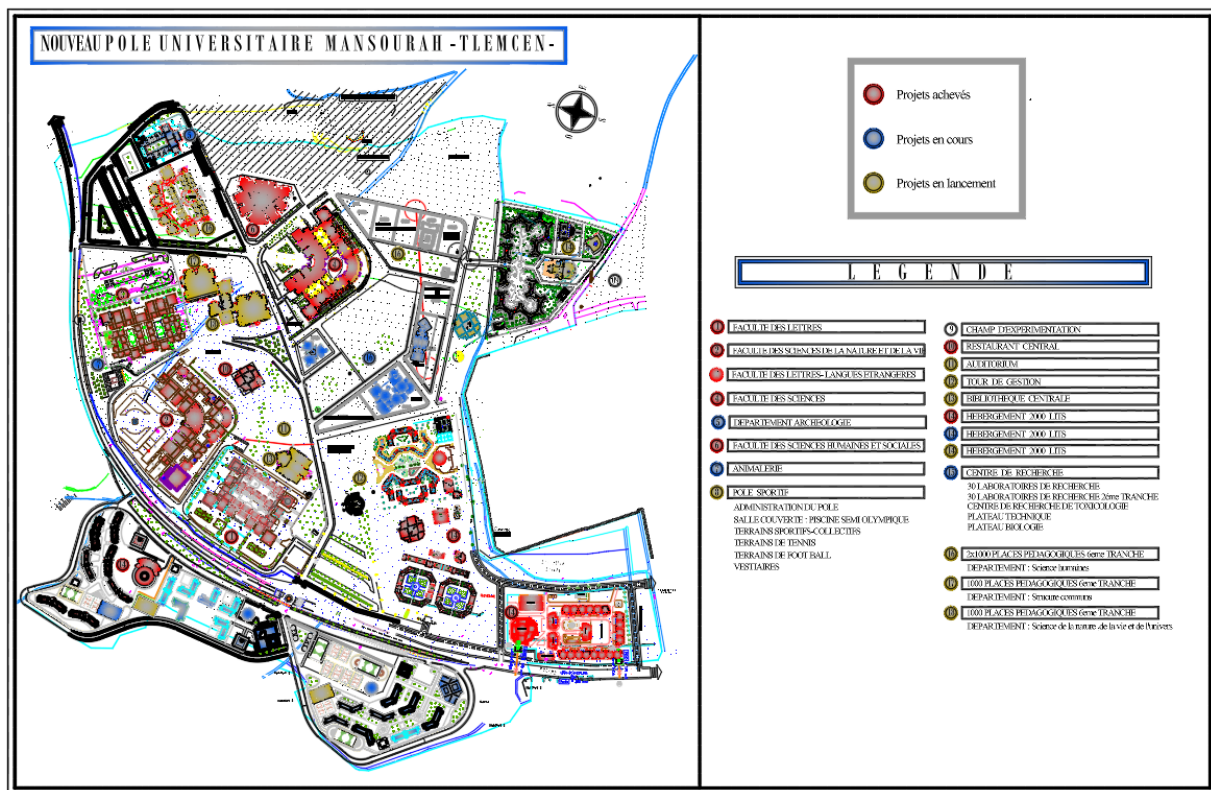
Sites web

- ✓ DANIELOU, J. (2014). Définir la ville intelligente. Consulté le 10 18, 2022, sur CITEGO, gouvernance Le territoire au cœur de la transition: https://www.citego.org/bdf_fiche-document-698_fr.html.
- ✓ CREP. (2019). Quelle est la définition du design urbain ? Consulté le 01 28, 2023, sur <https://crep.etab.ac-lille.fr/files/2019/09/Quelle-est-la-d%C3%A9finition-du-design-urbain.pdf>
- ✓ Faculté de l'aménagement. (s.d.). LE DESIGN URBAIN. Consulté le 01 28, 2023, sur université de montréal, faculté de l'aménagement :

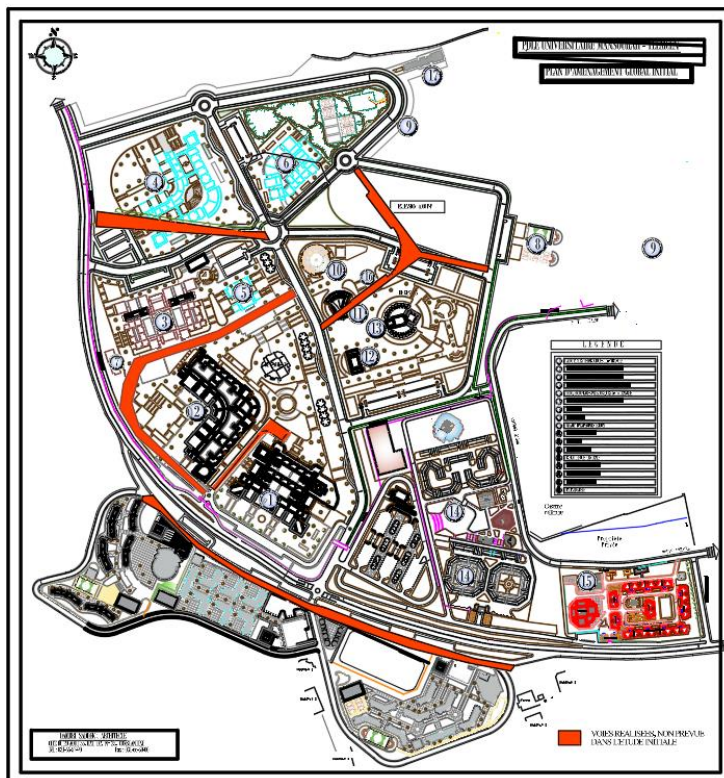
- ✓ https://amenagement.umontreal.ca/fileadmin/amenagement/AME/Programmes/PDF/LE_Design_urbain.pdf Renault group. (2020, 01 27). A quoi ressemble une ville "intelligente". Consulté 2025, sur <https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/a-quoi-ressemble-une-ville-intelligente/>.
- ✓ Nouveauté et innovation. (2020, 07 30). Le mobilier urbain high-tech. Consulté le 2025, sur [rau.re: https://www.rau.re/le-mobilier-urbain-high-tech/](https://www.rau.re/le-mobilier-urbain-high-tech/)
- ✓ Lenoir, J. (2019, 12 04). Les mobiliers urbains. Consulté le 2025, sur [wikiterritorial: https://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/bin/view/vitrine/Les%20mobiliers%20urbains](https://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/bin/view/vitrine/Les%20mobiliers%20urbains)
- ✓ Larsson, A., & Hatzigeorgiou, A. (2022, 05 26). How digital technology can help keep cities green and pleasant. Retrieved 12 15, 2022, from PHYS.ORG: <https://phys.org/news/2022-05-digital-technology-cities-green-pleasant.html>.
- ✓ Estel, C. (2022, 10 08). Création de jardin urbain. Consulté le 11 19, 2022, sur [e- paysages: https://e-paysages.fr/blog-paysagiste/creation-de-jardin-urbain/](https://e-paysages.fr/blog-paysagiste/creation-de-jardin-urbain/)
- ✓ Grenouilleau, H. (2023, 02 16). Smart city : l'intelligence jusque dans le mobilier urbain sur [smart-city.eco: https://smart-city.eco/ville-technologie/mobilier-urbain-connecte/](https://smart-city.eco/ville-technologie/mobilier-urbain-connecte/)
- ✓ CANDELIANCE ,France. (2020). étude de cas (éclairage public) : Comment développer l'éclairage intelligent pour un territoire intelligent? Consulté 2026, sur [candeliance: https://www.candeliance.fr/etude-cas-comment-developper-eclairage-intelligent/](https://www.candeliance.fr/etude-cas-comment-developper-eclairage-intelligent/)
- ✓ Biseul, X. (2019, 10 11). Et le mobilier urbain devint intelligent ! . Consulté le 2026, sur [HUB INSTITUT: https://hubinstitute.com/2019/SmartCity/Data/tendances-mobilier-urbain-urbanisation](https://hubinstitute.com/2019/SmartCity/Data/tendances-mobilier-urbain-urbanisation)
- ✓ Biblus groupe. (2020, 10 30). L'aménagement d'un parc urbain : les fonctions, les éléments et les matériaux. Consulte le 2025 sur [Biblus: https://biblus.accasoftware.com/fr/lamenagement-dun-parc-urbain-les-fonctions-les-elements-et-les-materiaux/](https://biblus.accasoftware.com/fr/lamenagement-dun-parc-urbain-les-fonctions-les-elements-et-les-materiaux/)

[Type here]

Annexes



Plan de masse globale actualiser



PLAN D'AMENAGEMENT GLOBAL INITIAL

[Type here]

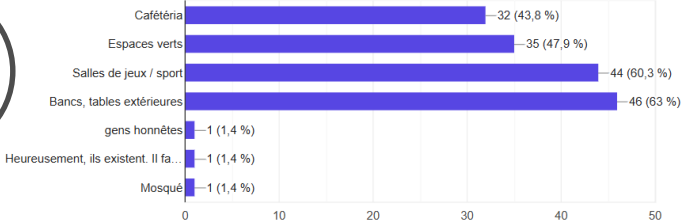
Annexes 02 : Questionnaire

Qst
01

Que manque-t-il à l'université ?

[Copier le graphique](#)

73 réponses

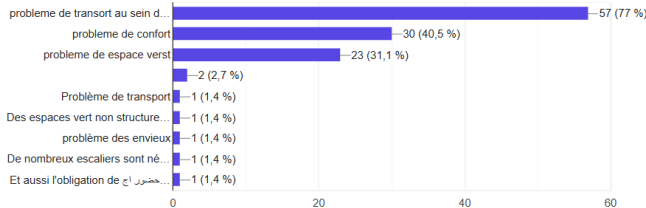


Qst
02

quels problèmes rencontrez vous au sein de l'université

[Copier le graphique](#)

74 réponses

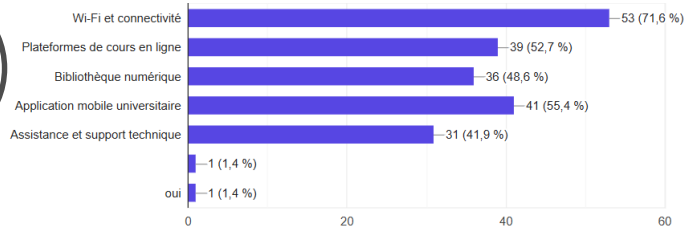


Qst
03

Selon vous, quelles sont les **priorités à améliorer** concernant la technologie et les services à l'université ?

[Copier le graphique](#)

74 réponses

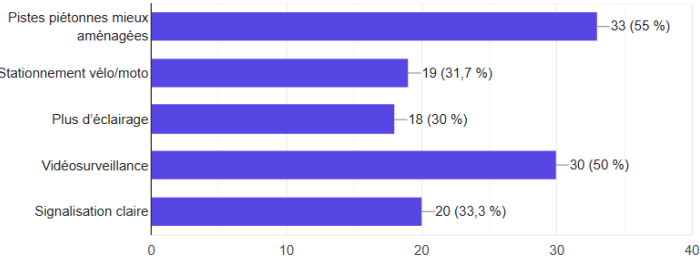


Qst
04

Avez-vous besoin

[Copier le graphique](#)

60 réponses

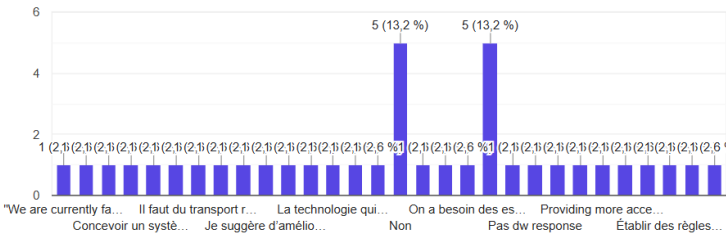


Qst
05

Avez-vous des suggestions pour améliorer les services et la technologie à l'université ?

[Copier le graphique](#)

38 réponses



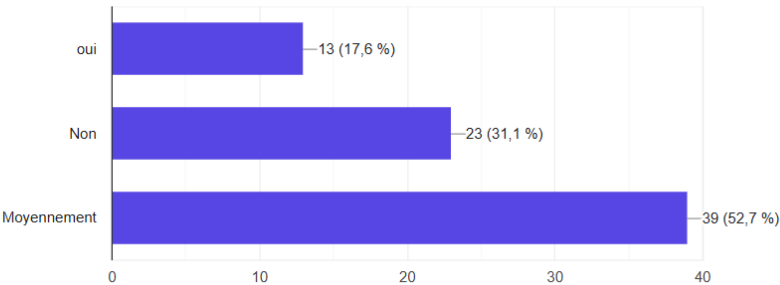
[Type here]

Qst
06

Selon vous, la technologie disponible à l'université est-elle suffisante pour vos études ?

[Copier le graphique](#)

74 réponses

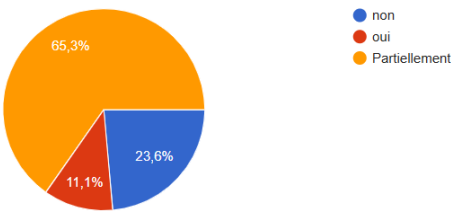


Qst
07

Les services actuels de l'université répondent-ils à vos besoins ?

[Copier le graphique](#)

72 réponses

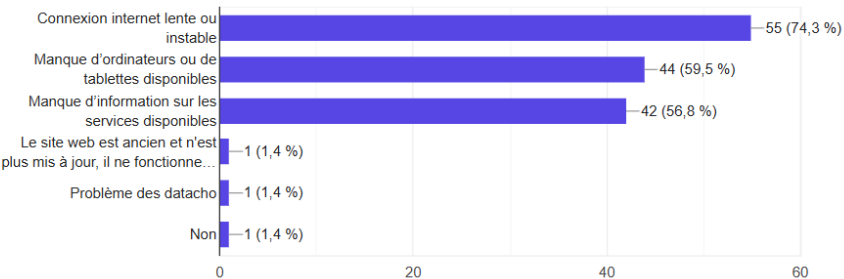


Qst
08

Quels problèmes technologiques rencontrez-vous à l'université ?
(Cochez tout ce qui s'applique)

[Copier le graphique](#)

74 réponses

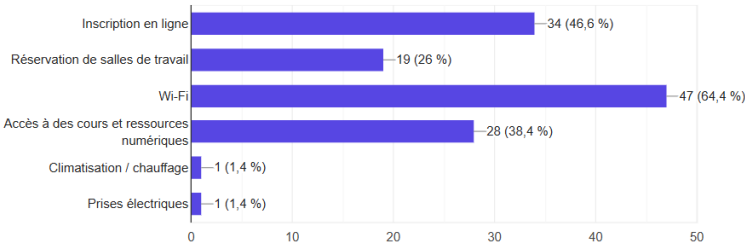


Qst
09

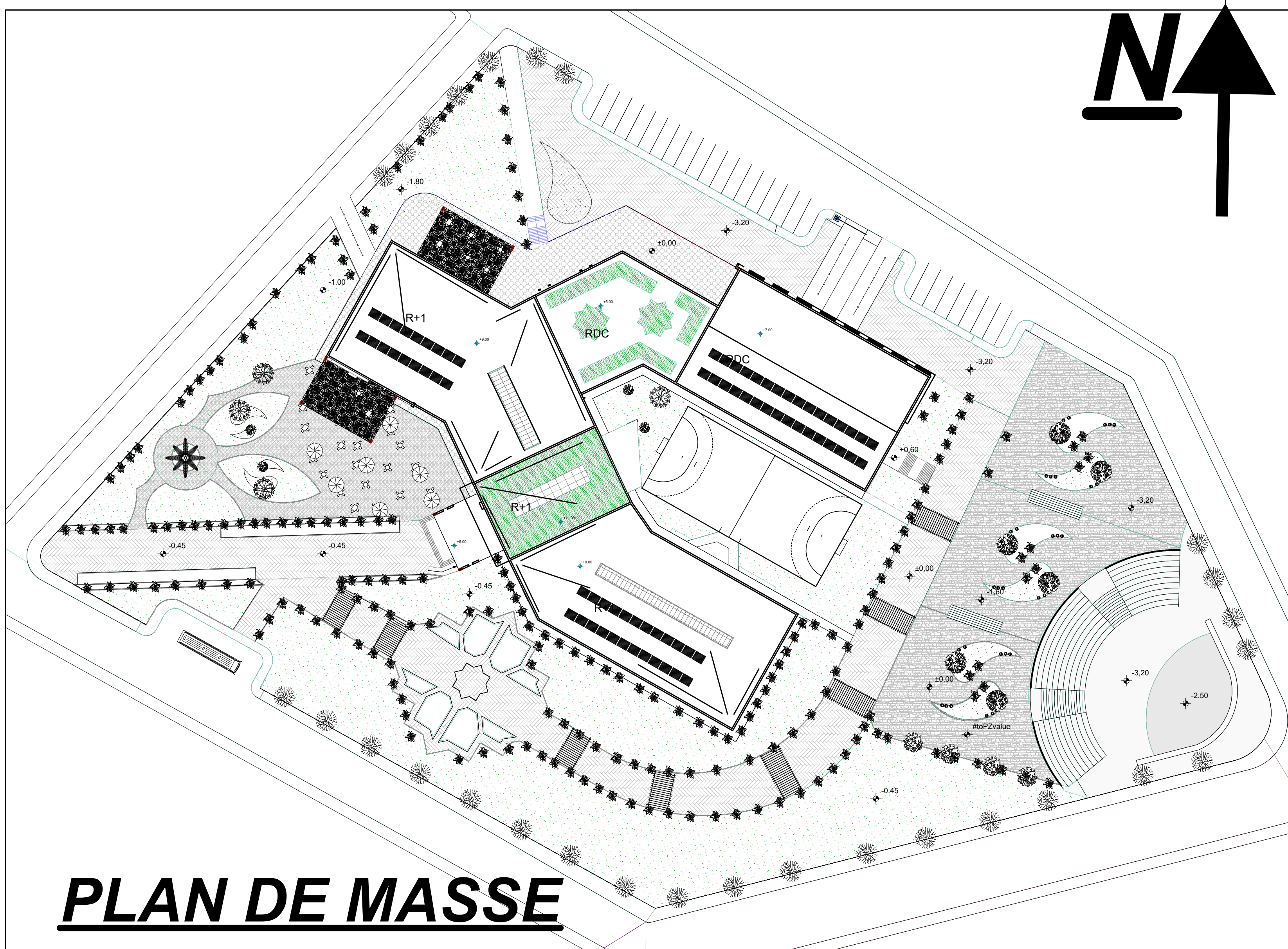
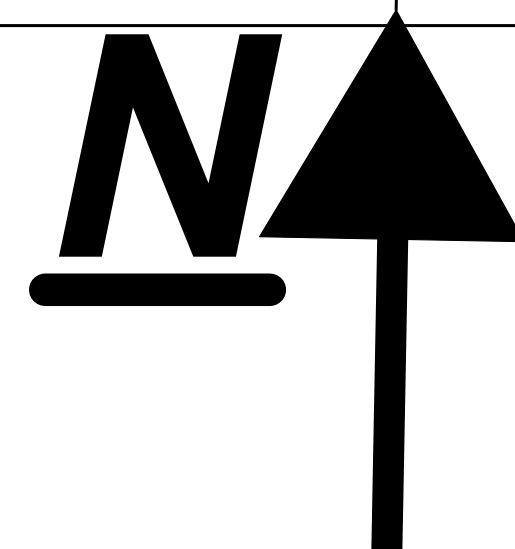
Quels services numériques aimeriez-vous avoir à l'université ?

[Copier le graphique](#)

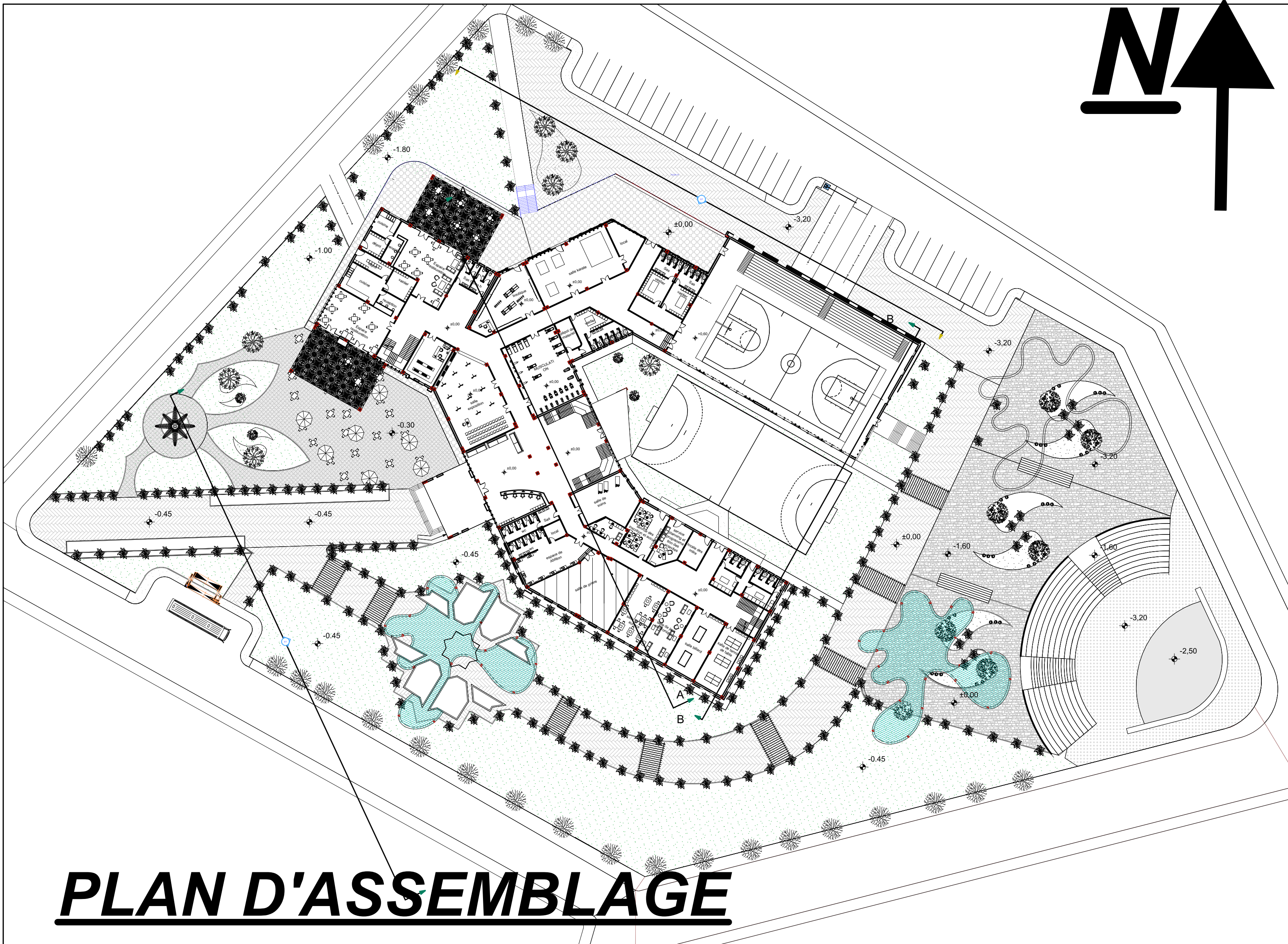
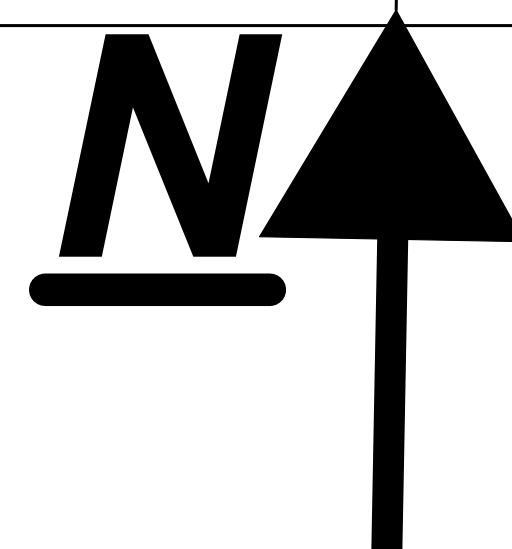
73 réponses



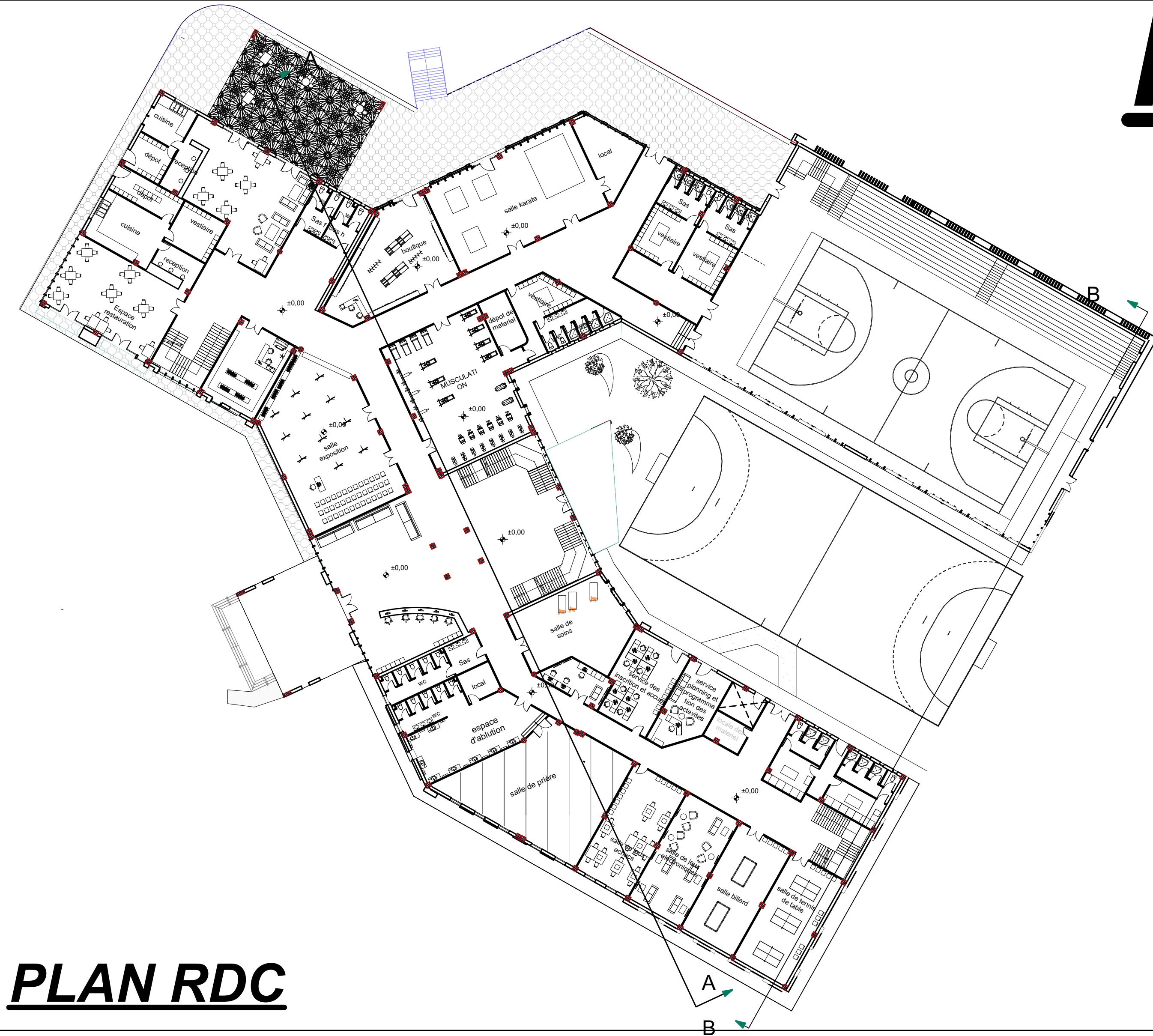
Dossier graphique



PLAN DE MASSE

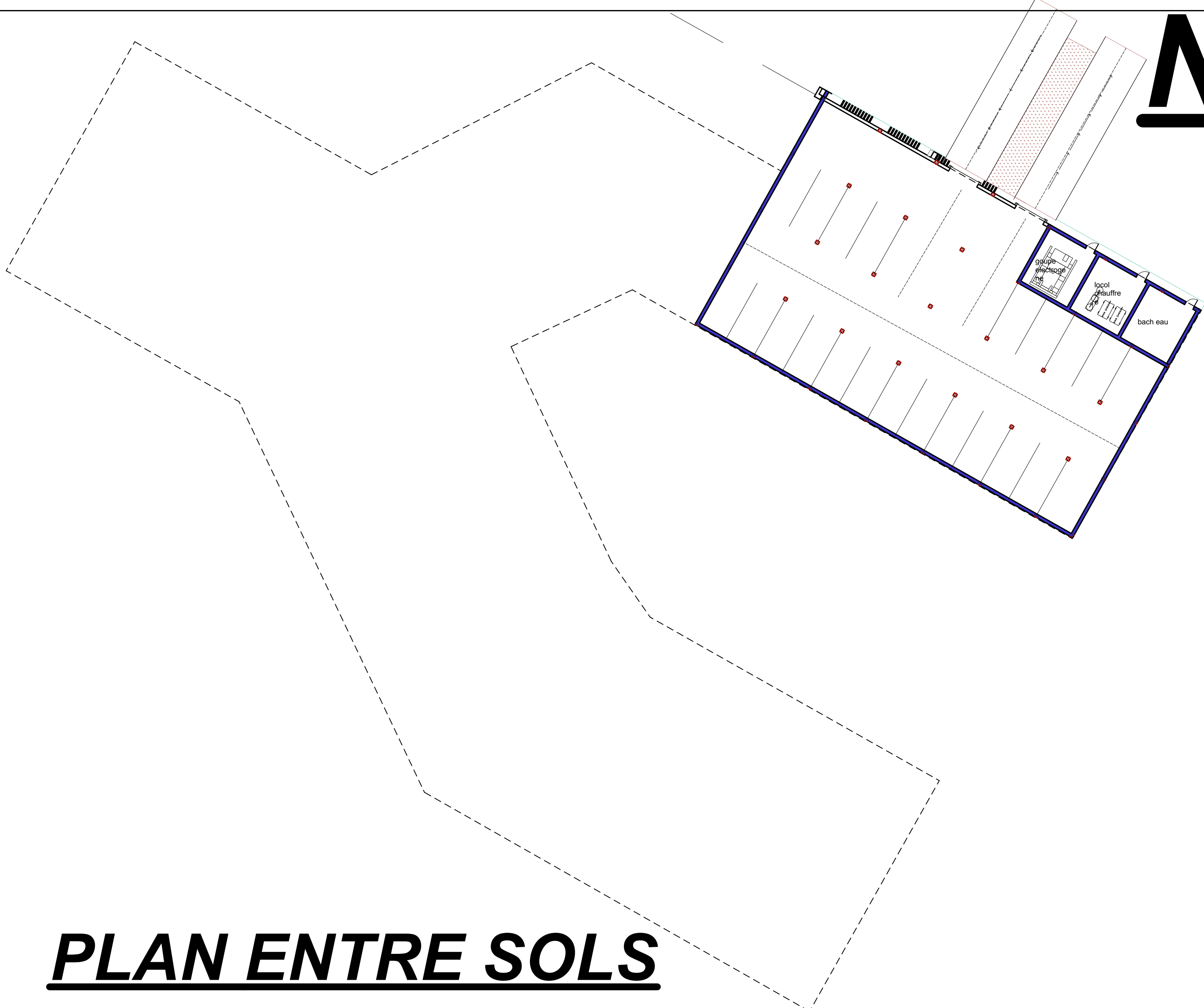
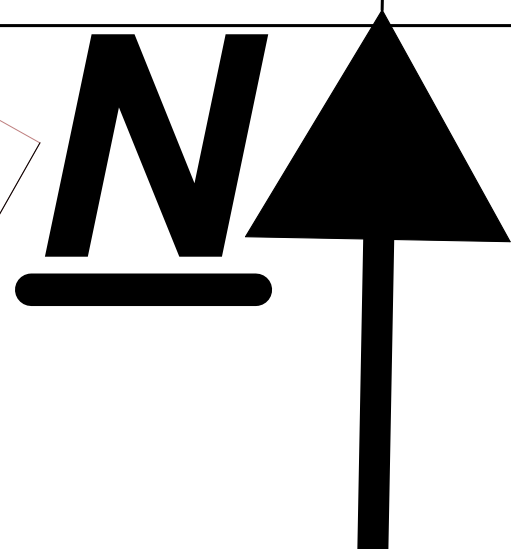


PLAN D'ASSEMBLAGE

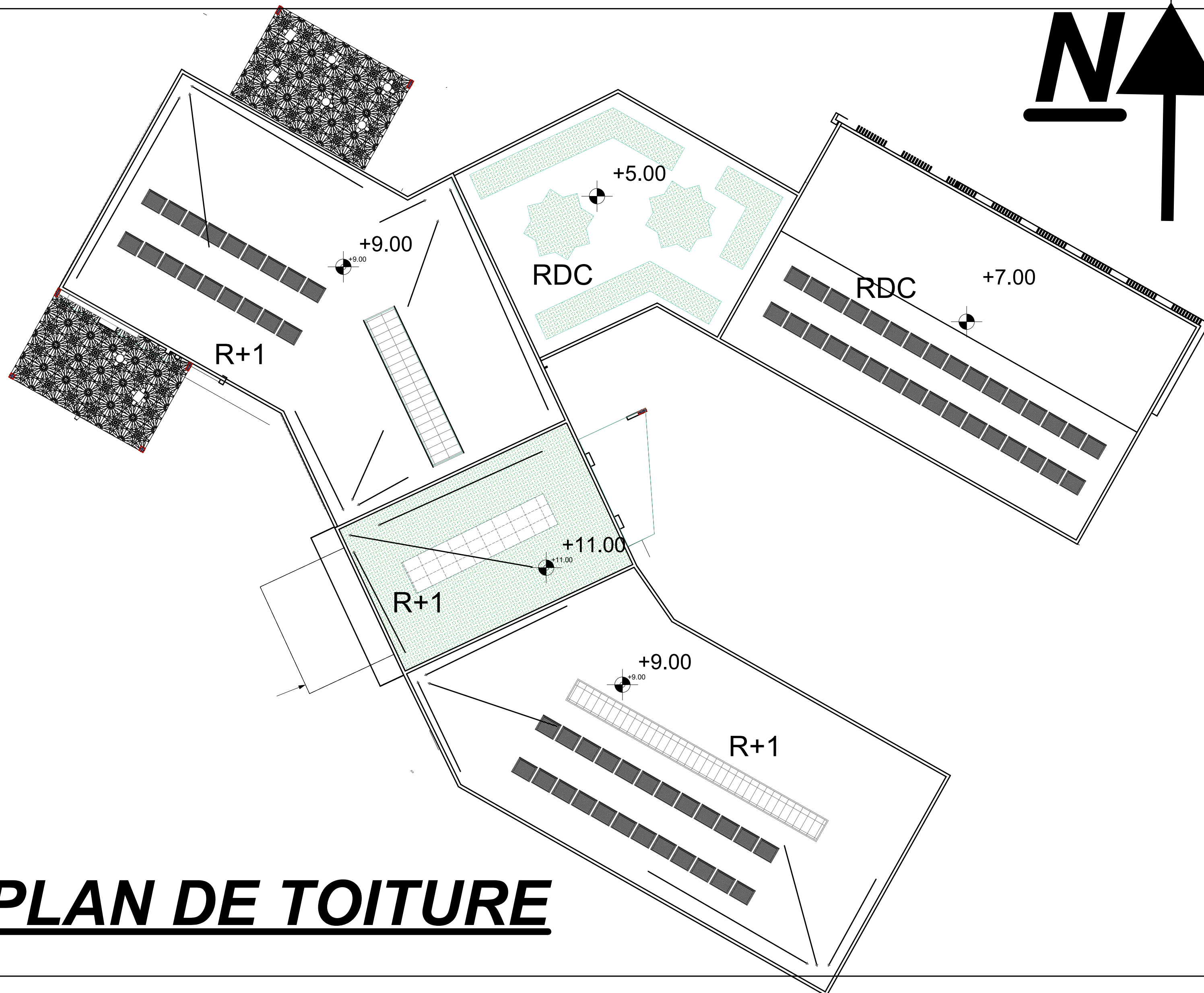
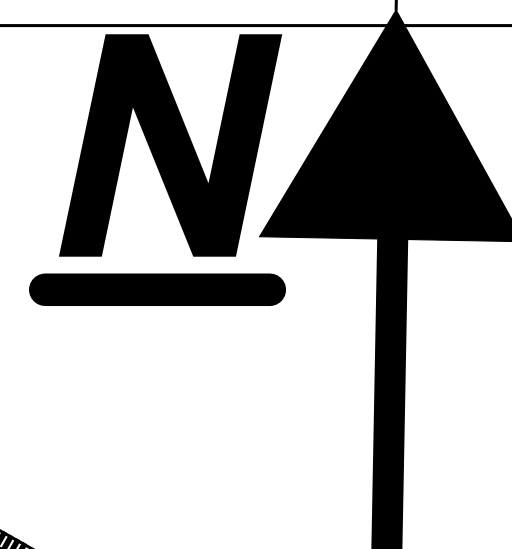


PLAN RDC

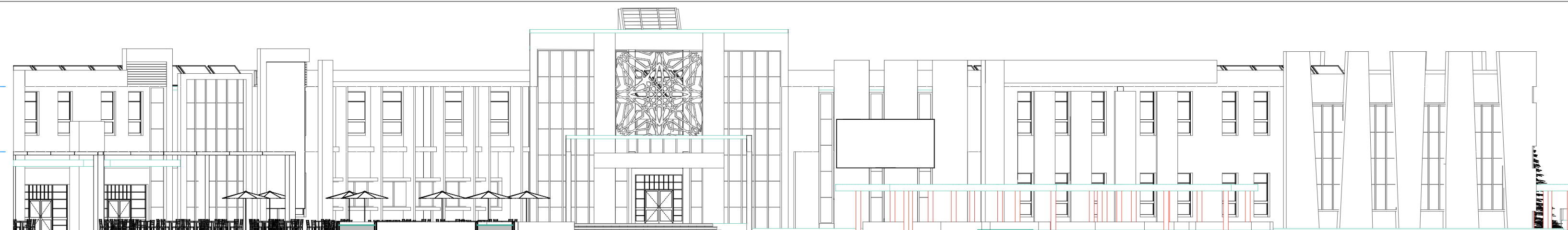




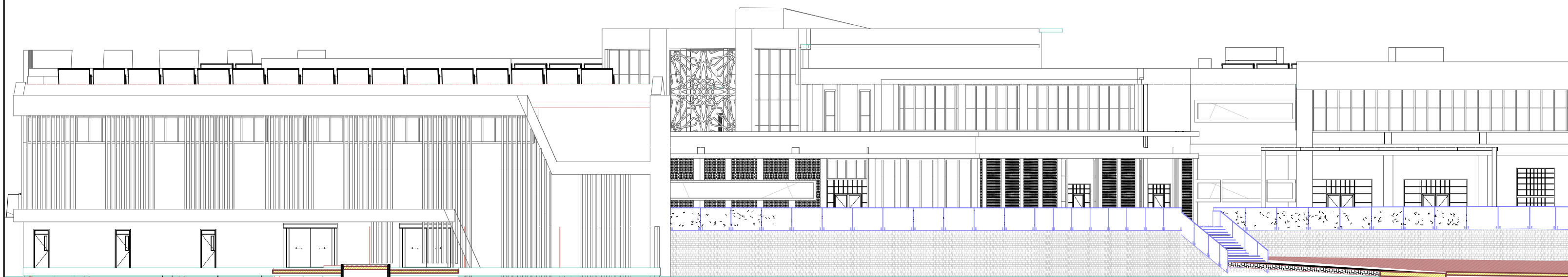
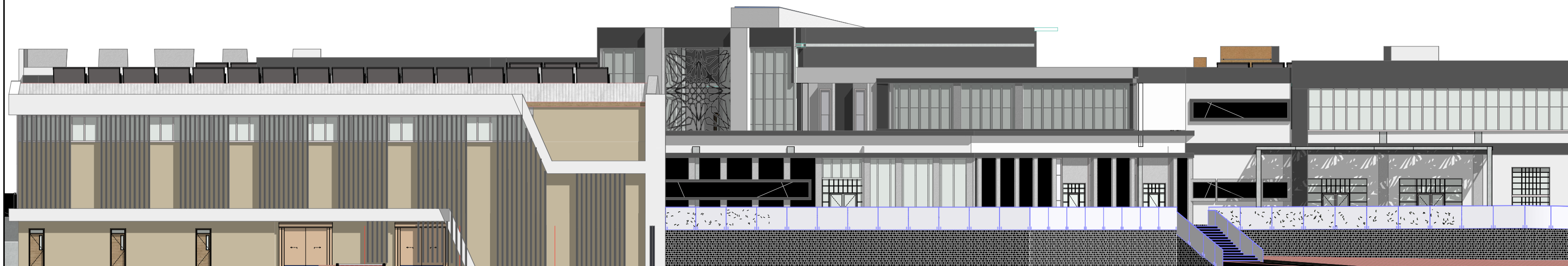
PLAN ENTRE SOLS



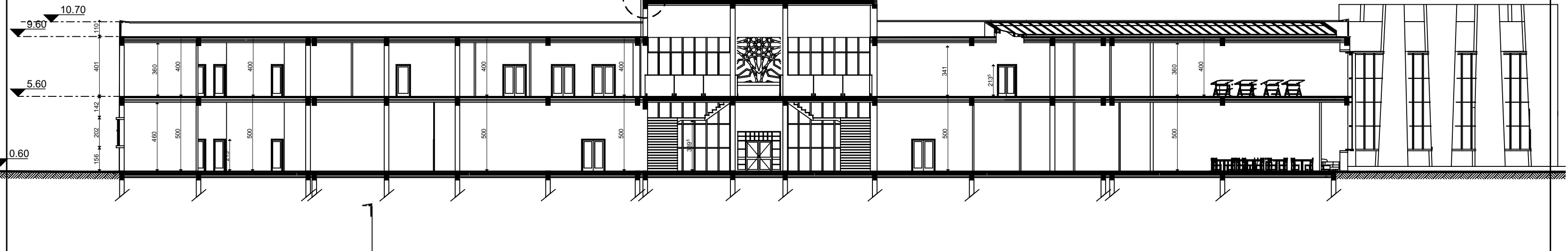
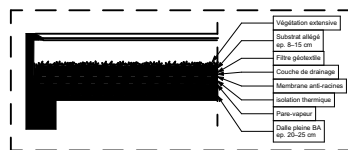
PLAN DE TOITURE



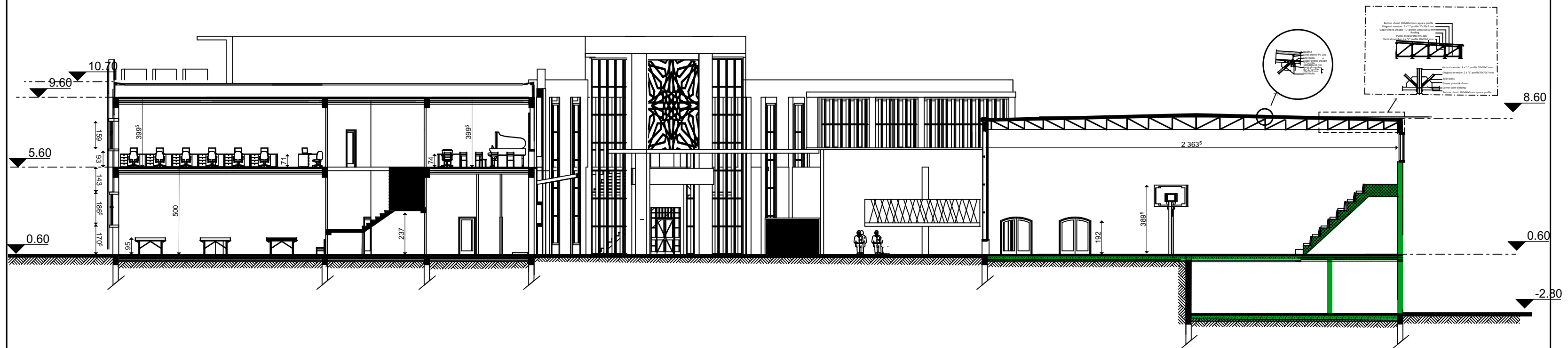
FAÇADE PRINCIPALE



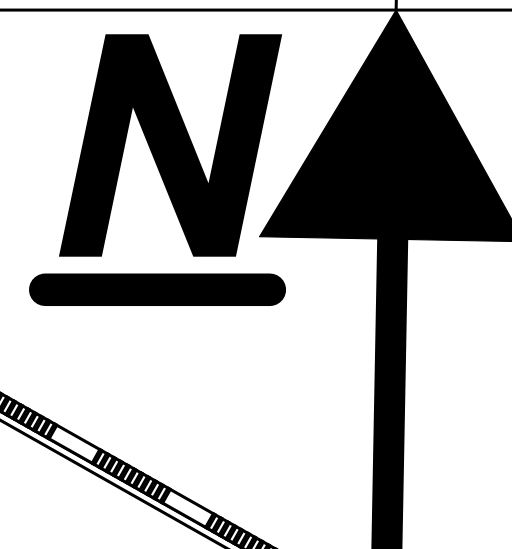
FAÇADE SECONDAIRE



COUPE AA



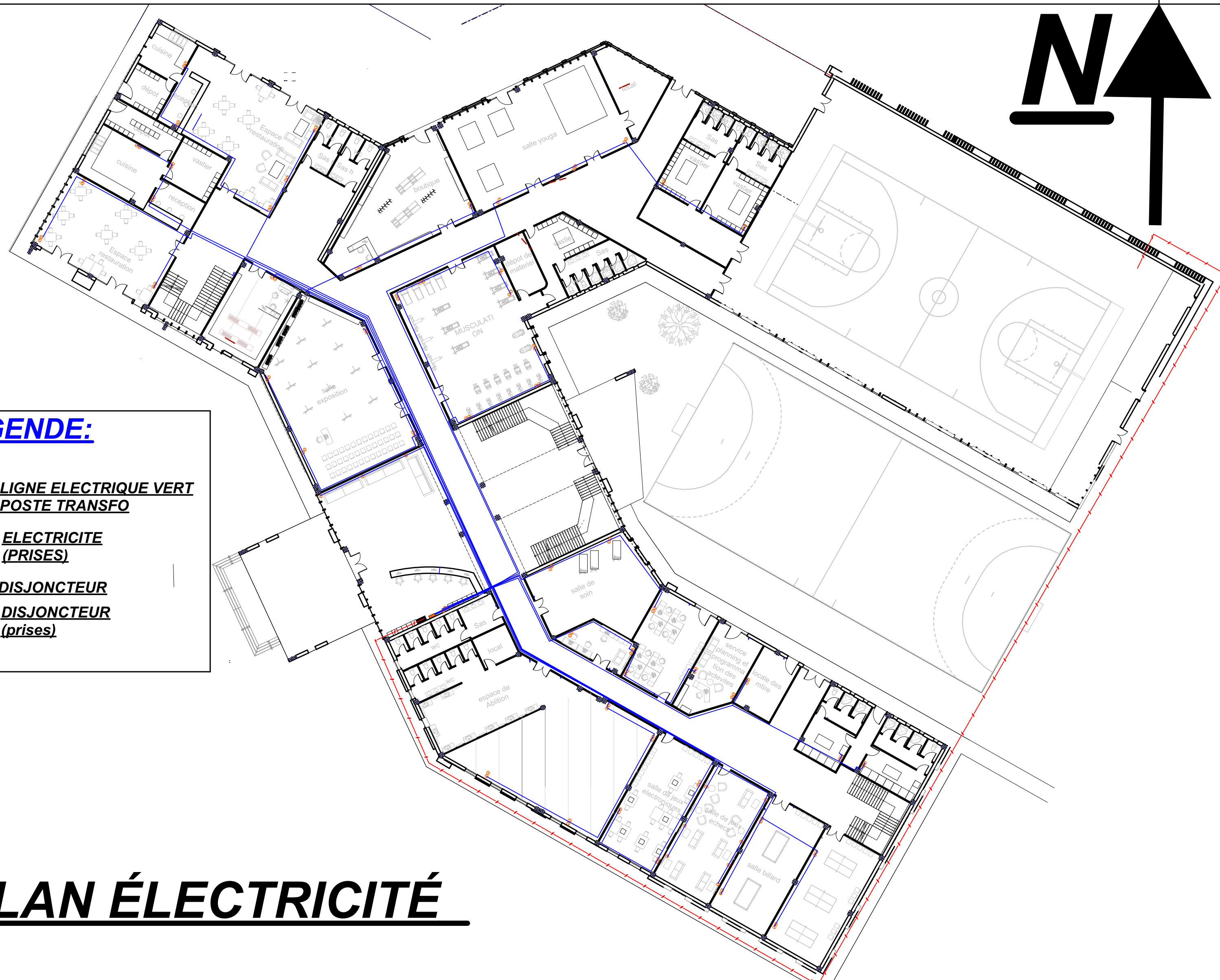
COUPE BB

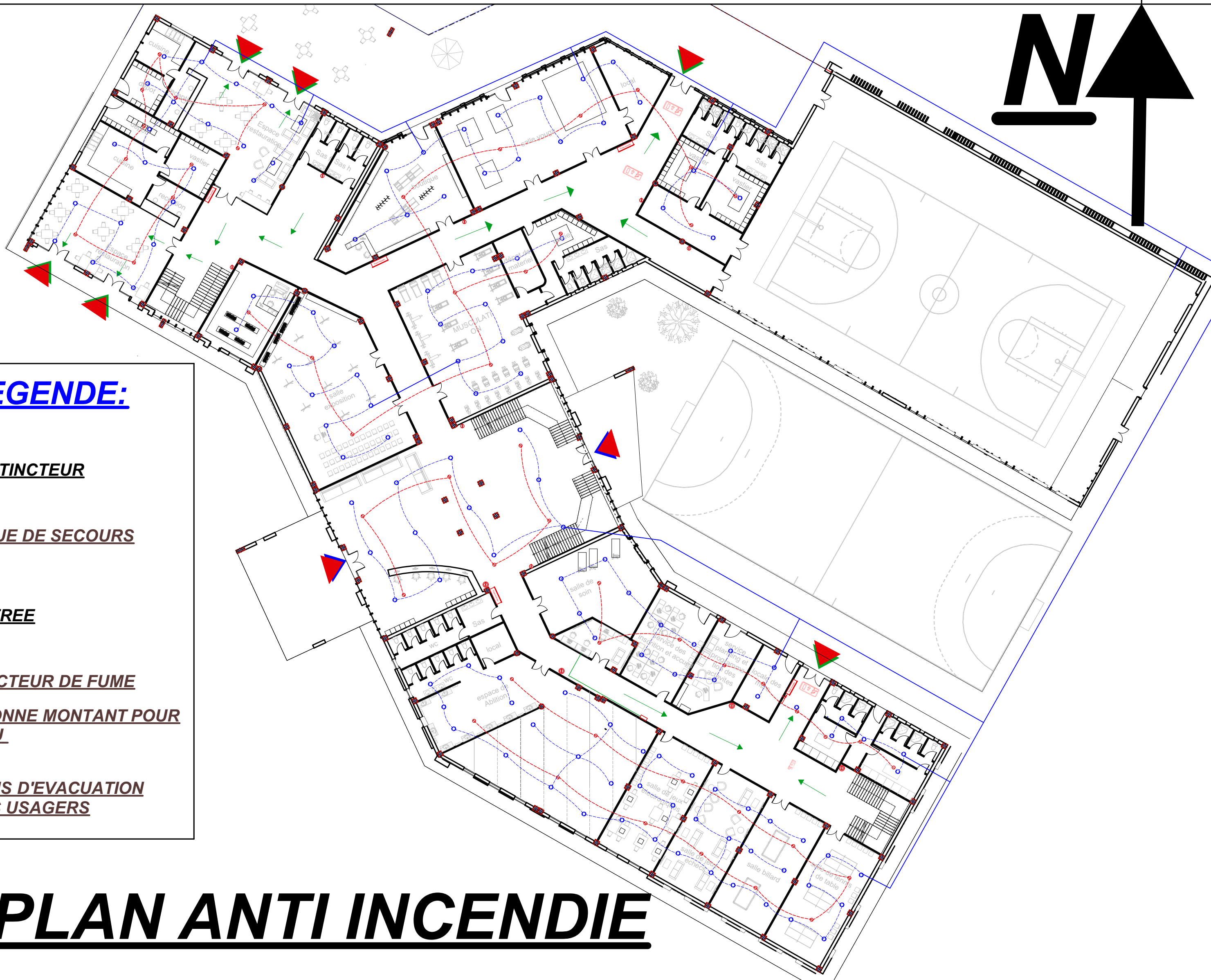


LA LEGENDE:

-  **LIGNE ELECTRIQUE VERT**
POSTE TRANSFO
-  **ELECTRICITE**
(PRISES)
-  **DISJONCTEUR**
-  **DISJONCTEUR**
(prises)

PLAN ÉLECTRICITÉ

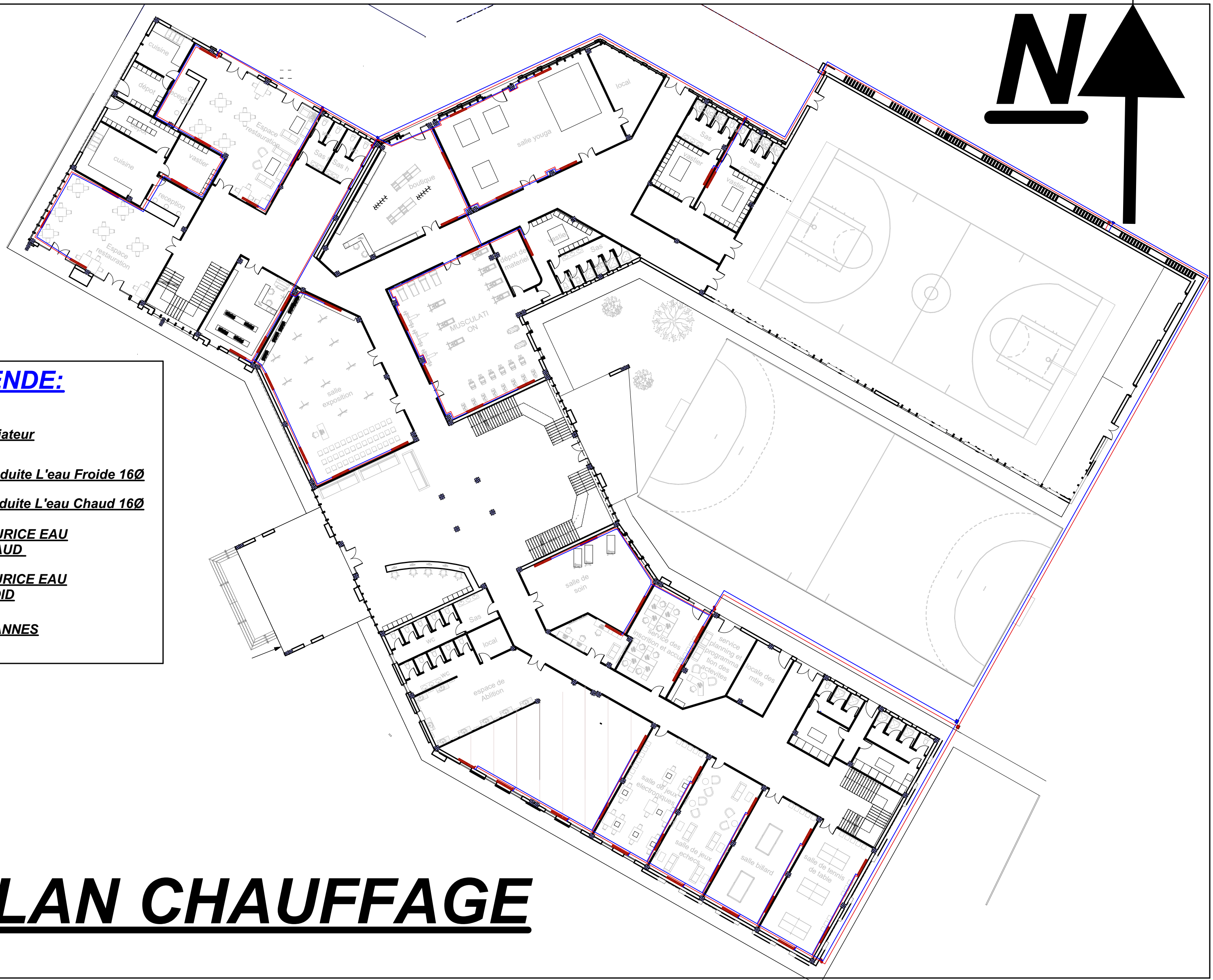




EXTINCTEUR

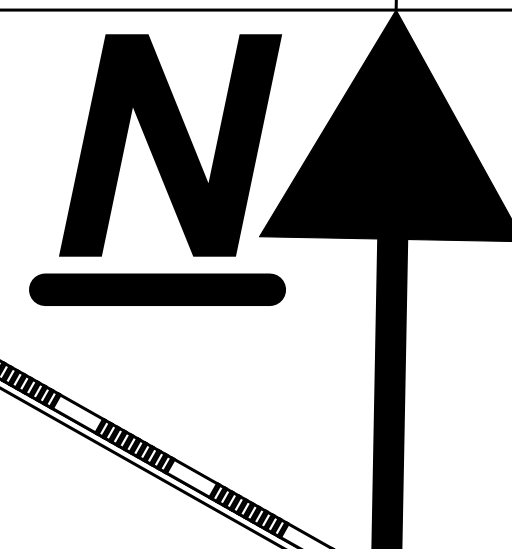


PLAN ANTI INCENDIE



	<u>Radiateur</u>
	<u>Conduite L'eau Froide 16Ø</u>
	<u>Conduite L'eau Chaud 16Ø</u>
	<u>NOURICE EAU CHAUD</u>
	<u>NOURICE EAU FROID</u>
	<u>VANNES</u>

PLAN CHAUFFAGE



LA LEGENDE:

Gainable



**Tableau de distribution
(TD)**



**Boîte de
dérivation**



cassette 60x60



**Gaine de climatisation &
ventillation**



**Unité interieure de
ventillation&Climatisation
Gainable**



**Unité extérieur de
ventillation&Climatisation
Gainable**



**Fils Eléctriques 2x1.5
mm2(2P.N)**



**Boîte de
Commande**

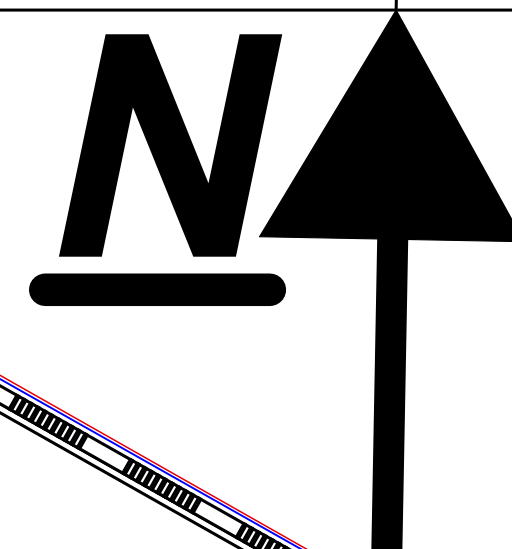


**Tuyau de vidange
d'eau**



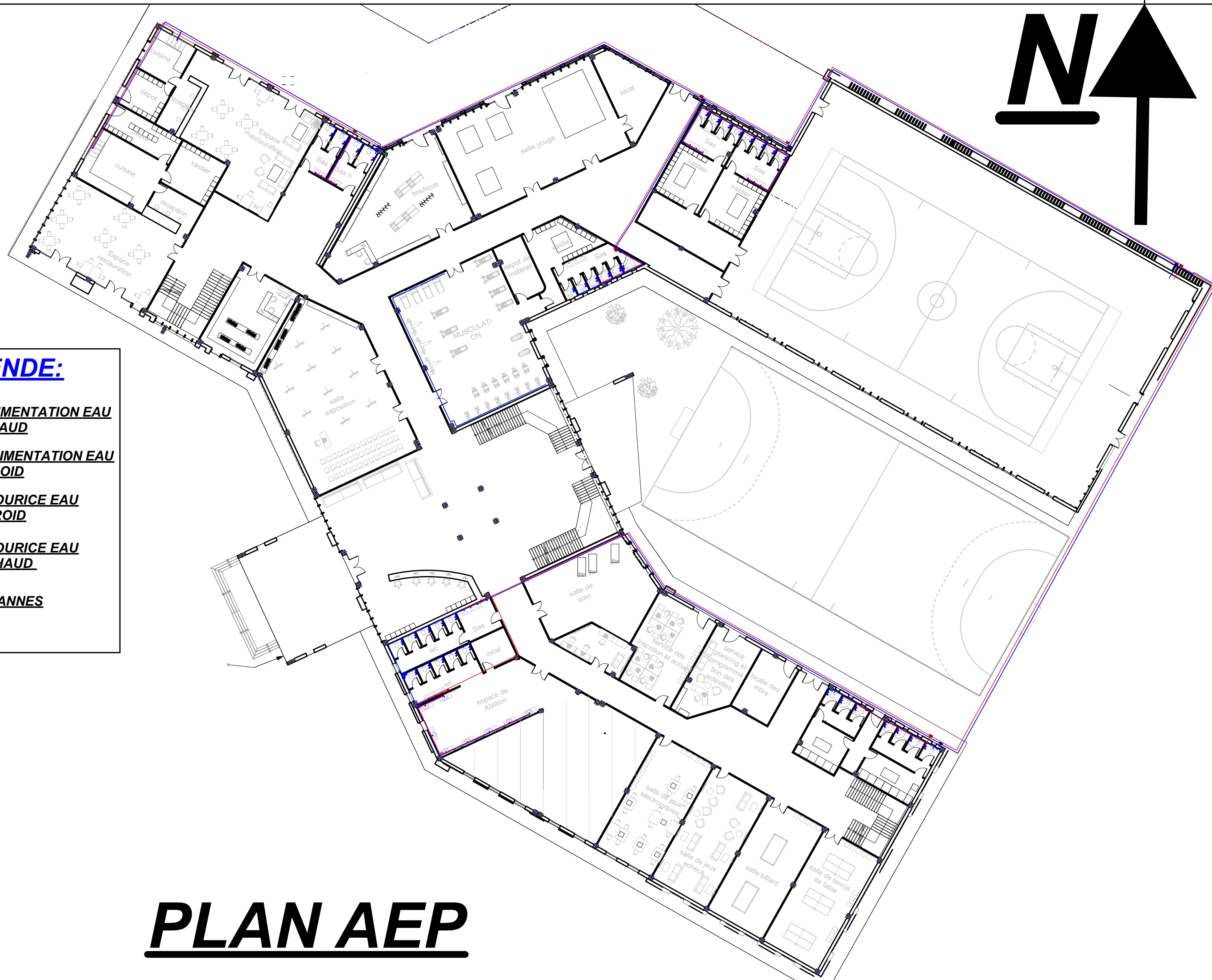
Cuivre 16mm

PLAN CLIMATISATION

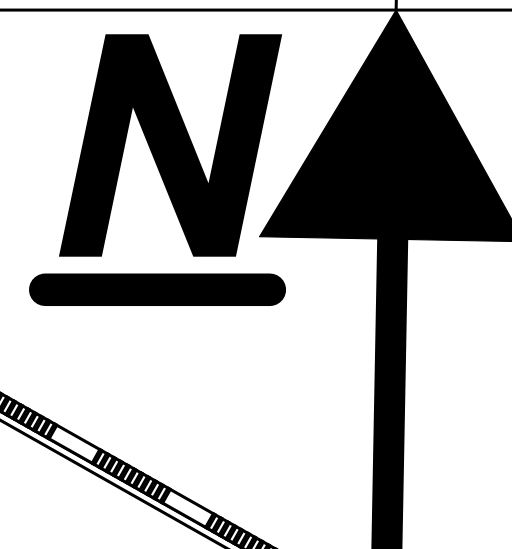


LA LEGENDE:

-  **ALIMENTATION EAU CHAUD**
-  **ALIMENTATION EAU FROID**
-  **NOURICE EAU FROID**
-  **NOURICE EAU CHAUD**
-  **VANNES**



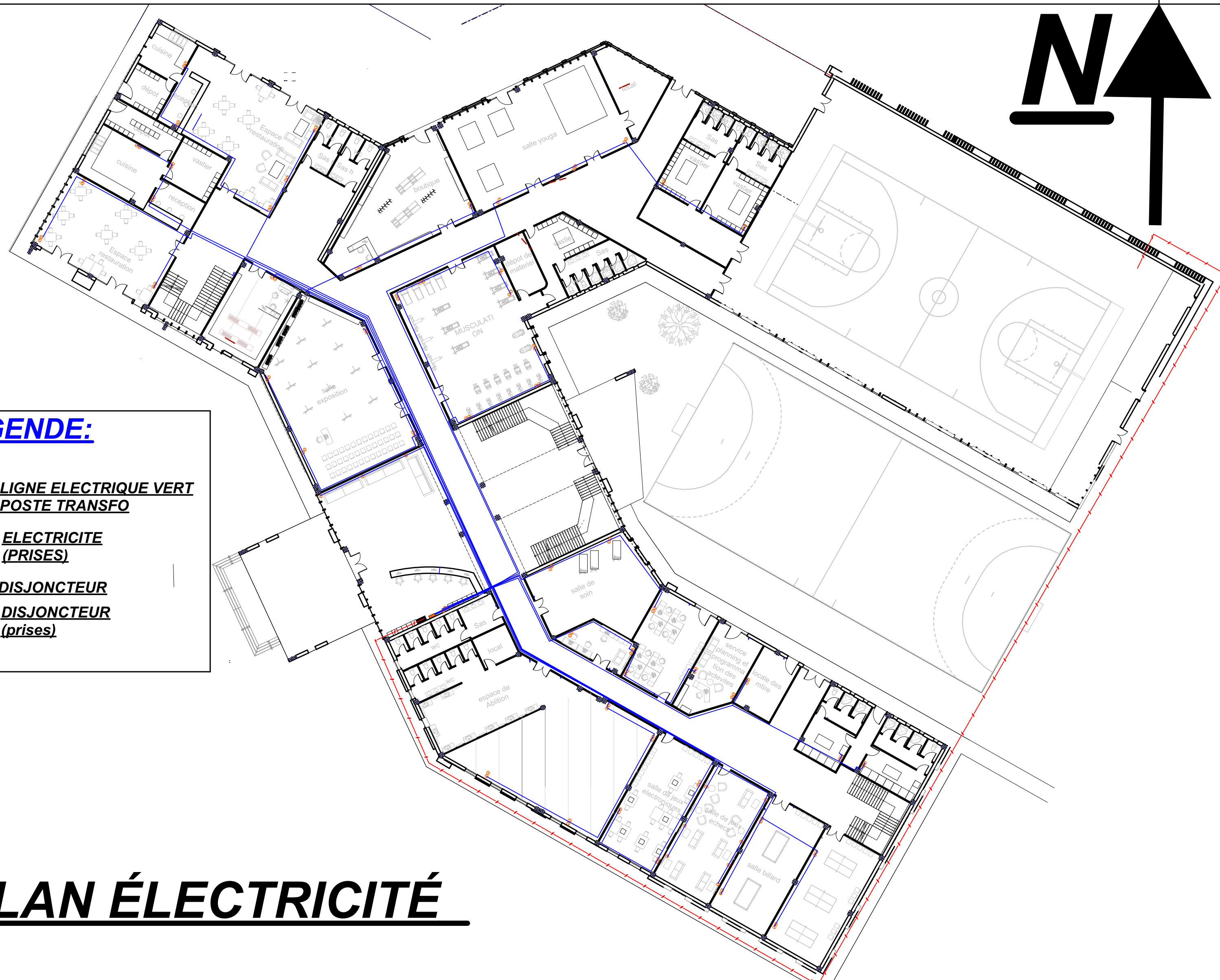
PLAN AEP



LA LEGENDE:

-  **LIGNE ELECTRIQUE VERT**
POSTE TRANSFO
-  **ELECTRICITE**
(PRISES)
-  **DISJONCTEUR**
-  **DISJONCTEUR**
(prises)

PLAN ÉLECTRICITÉ



AMBIANCE EXTÉRIÈRE



AMBIANCE EXTÉRIÈRE



AMBIANCE INTÉRIEUR

