République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEN

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture, Nouvelle Technologie « Bâtiment intelligent et intelligence artificielle »

Sujet :

"Vers un centre d'imagerie et d'analyse médicale du futur : intégration de l'Intelligence Artificielle dans la conception architecturale et fonctionnelle"

Présenté devant le jury :

Mme KORSO FECIANE Fadia	**Architecte**	**université de TLEMCEN**	**Présidente**
Mme BRIKCI Samira	**MAA**	**université de TLEMCEN**	**Examinatrice**
Mme MOUFFOK Malika	**Architecte**	**université de TLEMCEN**	**Examinatrice**
M HAMMA Walid	**Professeur**	**université de TLEMCEN**	**Encadrant**

Présenté par :

- **BENCHELAL Amira**
- **KEDDAR Ilhem**

Année académique : 2025-2026

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail de fin d'études.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur, le Professeur **Hamma Walid**, pour son accompagnement rigoureux, sa disponibilité, ses précieux conseils ainsi que son soutien constant tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Ses orientations scientifiques et son expérience ont largement contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux honorables membres du jury :

- **Mme KORSO FECIANE Fadia**
- **Mme BRIKCI Samira**
- **Mme MOUFOK Malika**

Nous les remercions vivement d'avoir accepté d'évaluer ce travail et pour l'intérêt qu'elles lui ont porté à travers leurs remarques, suggestions et recommandations constructives.

Nos remerciements s'étendent également à l'ensemble des enseignants du département d'architecture pour la qualité de la formation dispensée, leurs efforts pédagogiques et leur accompagnement tout au long de notre parcours universitaire.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance la plus sincère à nos familles, à nos amis ainsi qu'à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Dédicace

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

C’est avec une profonde émotion et une immense gratitude que je dédie ce travail, fruit de nombreuses années d’efforts, de sacrifices et de persévérance.

À **mon père**, **Nasr Eddine**,

Tu as toujours été un modèle de force et de sagesse. Merci pour ton soutien, tes conseils précieux et la confiance que tu as toujours eue en moi.

À **ma mère**, **Fouzia**,

Aucune dédicace ne pourra exprimer l’amour et la reconnaissance que je te porte. Ton soutien, ta patience et tes sacrifices ont été ma plus grande force tout au long de ce parcours.

À **mes chers grands-parents**,

Votre tendresse, votre sagesse et vos bénédictions ont toujours éclairé mon chemin. Vous avez été une source de sérénité et de valeurs profondes qui m’accompagnent chaque jour.

À **mes tantes** et **mes oncles**,

Merci pour votre présence, vos encouragements et votre soutien constant. Vos mots et votre bienveillance m’ont toujours donné la force de continuer.

À **ma sœur**, **Fatima Zohra**,

Merci pour ta complicité, ton soutien et les moments partagés qui ont rendu ce parcours plus léger. Ta présence à mes côtés est une véritable richesse.

À **mon frère**, **Larbi,**

Merci pour ton soutien, ta confiance et ta manière unique de toujours m’encourager à aller de l’avant.

À **ma cousine**, **Rahma**,

Merci pour ta présence, ton soutien et les moments de partage qui ont apporté de la joie et de la motivation tout au long de ce parcours.

À **ma chère binôme, Ilhem,**

Merci d’avoir partagé avec moi cette belle aventure. Ton soutien et ta présence resteront toujours gravés dans mon cœur.

Amira

Dédicace

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude, fruit de plusieurs années d'efforts, de patience et de persévérance :

À mon cher papa, Nasr Eddine,

Pour son soutien, ses sacrifices et sa confiance qui m'ont toujours donné la force d'avancer et de croire en mes rêves.

À ma chère maman, Nadjet,

Pour son amour infini, ses prières, sa tendresse et son encouragement permanent tout au long de mon parcours. Aucun mot ne pourra exprimer ma gratitude pour tout ce qu'elle a fait pour moi.

À mon frère et à ma petite sœur, Amine et selsabile,

Pour leur présence, leur affection et tous les moments de soutien qui m'ont donné la force de continuer.

À l'âme de ma chère grand-mère, Fatna,

Qui rêvait tant de voir cette réussite se réaliser, mais que malheureusement la vie a rappelée avant ce jour. Son amour, ses prières et ses souvenirs resteront à jamais gravés dans mon cœur. Que Dieu lui accorde Sa miséricorde et l'accueille dans Son vaste paradis.

À ma chère binôme, Amira,

Qui a été bien plus qu'une partenaire de travail, mais aussi une proche amie avec qui j'ai partagé les moments difficiles comme les plus beaux souvenirs de cette avent ure universitaire.

Enfin, à mes amis,

Qui ont partagé avec moi les moments difficiles comme les plus beaux souvenirs de ce parcours universitaire. Merci pour votre soutien, votre aide et votre présence.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail,

Je dédie cette réussite avec une immense gratitude.

Ilhem

Résumé de mémoire de Master

Ce mémoire, intitulé « Conception et construction d'un centre d'imagerie médicale intelligent intégrant l'Intelligence Artificielle dans la ville de Aïn Témouchent », explore l'établissement d'un centre de santé moderne qui marie une architecture fonctionnelle avec des technologies avancées. L'objectif central est de développer un centre d'imagerie efficace, capable d'améliorer le diagnostic, la gestion des patients et le fonctionnement interne grâce à l'intégration de l'Intelligence Artificielle (IA).

L'étude examine les besoins particuliers de la région d'Aïn Témouchent, les exigences techniques des équipements d'imagerie tels que l'IRM, le scanner et la radiologie numérique, ainsi que les opportunités d'automatisation que l'IA peut offrir. Elle propose une approche globale qui allie design architectural, efficacité énergétique et solutions numériques de pointe.

Ce mémoire souligne les avantages d'un tel projet pour le système de santé local, notamment en ce qui concerne la rapidité des diagnostics, la diminution des erreurs humaines, et l'amélioration du confort tant pour les usagers que pour le personnel médical. En conclusion, il aborde la faisabilité et l'importance d'intégrer l'intelligence artificielle dans la conception des infrastructures hospitalières de nouvelle génération en Algérie.

ملخص

تستكشف هذه الأطروحة، المعنونة "تصميم وإنشاء مركز تصوير طبي ذكي مُدمج بالذكاء الاصطناعي في مدينة عين تموشنت"، إمكانية إنشاء مركز صحي حديث يجمع بين الهندسة المعمارية الوظيفية والتقنيات المتقدمة. ويتمثل الهدف الرئيسي في تطوير مركز تصوير فعّال قادر على تحسين التشخيص وإدارة المرضى والعمليات الداخلية من خلال دمج تركز الدراسة على الاحتياجات الخاصة لمنطقة عين تموشنت، والمتطلبات التقنية لمعدات التصوير .الذكاء الاصطناعي مثل التصوير بالرنين المغناطيسي، والماسحات الضوئية، والأشعة الرقمية، بالإضافة إلى فرص الأتمتة التي يوفرها الذكاء تُسلّط هذه .الاصطناعي. وتقترح نهجًا عالميًا يجمع بين التصميم المعماري وكفاءة الطاقة والحلول الرقمية المتطورة الأطروحة الضوء على مزايا هذا المشروع لنظام الرعاية الصحية المحلي، لا سيما فيما يتعلق بتسريع التشخيص، وتقليل الأخطاء البشرية، وتحسين راحة المرضى والطاقم الطبي. وفي الختام، تتناول الدراسة جدوى وأهمية دمج الذكاء الاصطناعي في تصميم البنية التحتية للمستشفيات من الجيل التالي في الجزائر

ABSTRACT OF MEMORY OF MASTER

This thesis, entitled “Design and Construction of an Intelligent Medical Imaging Center Integrating Artificial Intelligence in the City of Aïn Témouchent,” explores the establishment of a modern health center that combines functional architecture with advanced technologies. The central objective is to develop an efficient imaging center capable of improving diagnosis, patient management, and internal operations through the integration of Artificial Intelligence (AI).

The study focuses on the particular needs of the Aïn Témouchént region, the technical requirements of imaging equipment such as MRI, scanner and digital radiology, as well as the automation opportunities that AI can offer. It proposes a global approach that combines architectural design, energy efficiency and cutting-edge digital solutions.

This thesis highlights the advantages of such a project for the local healthcare system, particularly with regard to faster diagnoses, reduced human error, and improved comfort for both patients and medical staff. In conclusion, it addresses the feasibility and importance of integrating artificial intelligence into the design of next-generation hospital infrastructure in Algeria.

1. Remerciements ……II
2. Dédicaces ……III
3. Résumé en français …….. V
4. Résumé en arabe ……..VI
5. Abstract ……IX
6. Listes des figures
7. Listes des schémas
8. Listes des tableaux
9. Introduction générale……09

Chapitre I : Thématique et analyse des exemples

1. Introduction ……18
2. Définitions générales ……...18
3. Évolution historique de l'imagerie médicale……19
4. Classification des équipements sanitaires ……20
5. Législation algérienne ……...21
6. Services du centre d'imagerie médicale……21
7. Analyse des exemples thématiques ……..24
8. Tableau comparatif ……...35
9. Conclusion ……....38

Chapitre II : Bâtiment intelligent et intelligence artificielle

1. Introduction ……..40
2. Définition du bâtiment intelligent ……40
3. Différence entre bâtiment intelligent, connecté et durable ……..40
4. Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent……42
5. Les enjeux des bâtiments intelligents ……..43
6. Architecture en couches d'un bâtiment intelligent……...43
7. Les caractéristiques du smart building ……44
8. Les composants conceptuels ……...45
9. La domotique ……..47
10. L'immotique dans le bâtiment intelligent……....50
11. Analyse des exemple bâtiment intelligent ……...52
12. Définition de l'intelligence artificielle ……55
13. Les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle ……....56
14. Les principes applications de l'intelligence artificielle dans les bâtiments intelligents……57
15. Les avantages de l'intelligence artificielle ……..59
16. Conclusion ……...60

Chapitre III : Analyse urbaine, analyse de site et programmation

Analyse urbaine

1. Introduction……..62

2. Situation……...62
3. Limites périmètre et surface ……....63
4. Environnement climatique …….…..63
   - Ensoleillement…….…..63
   - Vents (dominant saisonniers) …….…..64
   - Pluviométrie……..…64
   - Température……..…65
   - Humidité……...66
5. Environnement naturel ……66
   - Topographie……..66
   - Nature de sols (carte géotechnique) …….....66
   - Hydrographie……....66
   - Hydrogéologie…….…66
   - Végétation……... 67
   - Risques naturels…….…..67

6. Environnement bâti ……...68
   - Trame urbaine ……...68
   - Accessibilité et voirie……69
   - Accessibilité et voirie……70
   - Typologie de bâti ……...71
   - Styles architecturaux ……72
   - Etat du bâti ……72
7. Synthèse analyse Urbaine……..72
8. Choix du terrain ……72
9. Synthèse ……74

Analyse de site

1. Situation ……75
2. Délimitation……...75
3. Accessibilité……...75
4. Point visuel et de repère ……76
5. Nature juridique ……76
6. Nature de sol …….…76
7. Données climatiques ……..77
8. Morphologie du terrain ……..77
9. Environnement urbain ……...77
10. VRD ……...78
11. Synthèse ……79
12. Conclusion……79

Programmation architecturale

1. Objectif du programme……80
2. Détermination des fonctions du projet ……81
   - Les fonctions principales ……..81
   - Les fonctions secondaires ……81
   - Les usagers/utilisateurs ……81

3. Programme de base …….....82
4. Echelle d'appartenance ……83
5. Capacité d'accueil ……84
6. Programme détaillé……...……86
7. Organigramme spatiale ……93
8. L'idée du projet ……....94
9. Projection architecturale ……..94
10. Schéma de principe……96
11. Zoning fonctionnel ……...97
12. Zoning vertical……..97
13. Programme qualitatif ……...98
- Réception ……...98
- Espace d'attente …….....99
- Patio…….……....99
- Salle IRM ……...…99
- Salle Scanner ……...….100
- Laboratoire d'analyses ……...…..100
- Consultation médecins ……...……..100
- Bureaux de l'intelligence artificielle ……...….101
- Sanitaires……...……101
- Salle de réunion ……..…….101

Conclusion ……102

Chapitre V : approche conceptuelle et technique du projet

Approche conceptuelle

1. Introduction ……....104
2. Description des plans ……104
   - Plan de masse ……104
   - Plan de Rez de chaussée ……105
   - Plan de 1 er étage ……...106
   - Plan de 2 ème étage ……...107
   - Plan de 3 ème étage ……107

3. Style de façade……. 108
   - Façade principale ……110
   - Façades secondaires ……110

Technique du projet

1. Introduction ……112
2. Système structurel ……112
3. Principe structurel ……112

4. Composition recommandée …….…….113
5. Infrastructure (fondations)…….113
6. Caractéristiques des matériaux……..113
7. Les joints de dilatation ……..114
8. Désolidarisation acoustique……...114
9. Murs extérieurs et intérieurs ……...…..114
10. Blindage radiologique ……...……115
11. Spécificités IRM……....116
12. Revêtement intérieur et extérieur……...116
13. Choix de la peinture ……..…118
14. Menuiserie …….…118
15. Gestion intelligente de corps d'état secondaire …….....122

- Climatisation et chauffage……..127
- Ventilation ……127
- Sécurité spécifique à l'IRM : le quench et le quench pipe……..128
- Luminosité……..128

16. Gestion intelligente de l'eau ……...…...124
17. Gestion intelligente de l'énergie……...…..124
18. Gestion intelligente de gaz……...……..126
19. Gestion intelligente du confort ……..126

20. Gestion intelligent de la sécurité …….....129
    i. Vidéo surveillance (intelligente) ……129
21. Lutte contre incendie ……..129
22. Gestion intelligente de la télécommunication et réseau ……130
    i. Réseaux téléphoniques……130
    ii. Réseaux wifi internet ……...……..130
23. Gestion intelligente des déchets……..131
24. Systèmes intelligents intégrés ……....131
25. Trottoir……....132
26. Eclairage extérieur ……132
27. Conclusion ……133

Conclusion générale……134

Annexe

Bibliographie

Dossier graphique

Liste des figures

Les figures	Pages
Figure 01 : Salle d'IRM	20
Figure 02 : Salle de scanner	20
Figure 03 : Échographie	21
Figure 04 : Radiographie	21
Figure 05 : Médecine nucléaire	21
Figure 06 : Mammographie	21
Figure 07 : Écho Doppler	21
Figure 08 : Panoramique dentaire	21
Figure 09 : Laboratoire d'analyse	21
Figure 10 : Endoscopie	22
Figure 11 : Imagerie interventionnelle	22
Figure 12 : Cardiovasculaire	22
Figure 13 : Kaiser Permanente Radiation Center	23
Figure 14 : Situation d'Anaheim	24
Figure 15 : Situation du projet	24
Figure 16 : Vue 3D du projet	24
Figure 17 : Forme architecturale	24
Figure 18 : Genèse de la forme	24
Figure 19 : Plan de masse	24
Figure 20 : Les accès	25
Figure 21 : Voisinage	25
Figure 22 : Gabarit	25
Figure 23 : Plan RDC	26
Figure 24 : Circulation	26
Figure 25 : Façade principale	27
Figure 26 : Façade secondaire	27
Figure 27 : Façade nocturne	27
Figure 28 : Salle de radiographie	27
Figure 29 : Espace d'attente	27
Figure 30 : Centre médical de l'Université d'Arizona	28
Figure 31 : Situation des États-Unis	28
Figure 32 : Situation de Phoenix	28
Figure 33 : Situation du projet	28
Figure 34 : Plan de masse	28
Figure 35 : Accès et parking	28
Figure 36 : Forme du bâtiment	29
Figure 37 : Plan RDC	29
Figure 38 : Plan R+1	29
Figure 39 : Plan R+2	29
Figure 40 : Plan R+3	29
Figure 41 : Organigramme fonctionnel	30
Figure 42 : Volume central	30
Figure 43 : Vitrage architectural	30

Figure 44 : Brise-soleil	30
Figure 45 : Centre d'imagerie médicale Zahedan	30
Figure 46 : Situation de l'Iran	31
Figure 47 : Situation de Zahedan	31
Figure 48 : Situation du projet	31
Figure 49 : Volumétrie	31
Figure 50 : Coupe architecturale	32
Figure 51 : Façade 2D	32
Figure 52 : Façade principale du projet	32
Figure 53 : Schéma bâtiment connecté	32
Figure 54 : Schéma bâtiment intelligent	32
Figure 55 : Schéma bâtiment durable	33
Figure 56 : Aperçu historique du smart building	33
Figure 57 : Enjeux des bâtiments intelligents	33
Figure 58 : Architecture en couches	35
Figure 59 : Caractéristiques d'un bâtiment intelligent	35
Figure 60 : localisation géographique de la wilaya de Ain Temouchent	61
Figure 61 : rayonnement de la wilaya avec les villes voisines	61
Figure 62 : Heures de clarté et crépuscule à Ain Temouchent	62
Figure 63 : Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule à Aïn Temouchent	62
Figure 64 : Vent dominant d'Ain Temouchent	63
Figure 65 : Vitesse moyenne du vent à Ain Temouchent	63
Figure 66 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Ain Temouchent	63
Figure 67 : Température moyenne maximale et minimale à Ain Temouchent	64
Figure 68 : Niveaux de confort selon l'humidité à Ain Temouchent	64
Figure 69 : Carte représentant l'oued qui traverse la wilaya	65
Figure 70 : Carte hydrographique de la wilaya d'Ain Temouchent	66
Figure 71 : Carte des risques naturels	67
Figure 72 : Carte de Mobilité viaire	68
Figure 73 : Carte typologie architecturale	69
Figure 74 : situation de terrain	73
Figure 75 : : Délimitation de terrain	73
Figure 76 : Point visuel et repères	74
Figure 77 : Données climatiques	75
Figure 78 : Coupes morphologiques	75
Figure 79 : environnement immédiat	76
Figure 80 : carte VRD	77
Figure 81 : Les outils méthodologiques pour la programmation architecturale	78
Figure 82 : répartition des fonctions	81
Figure 83 : accessibilité et implantation du bâti	92
Figure 84 : plateforme du terrain	93
Figure 85 : réception	96
Figure 86 : espace d'attente	97
Figure 87 : patio	97
Figure 88 : salle IRM	97
Figure 89 : salle scanner	98
Figure 90 : laboratoire d'analyse	98

Figure 91 : bureaux de consultation	98
Figure 92 : bureaux intelligence artificielle	99
Figure 93 : sanitaire	99
Figure 94 : salle de réunion	99
Figure 95 : plan de masse du projet	102
Figure 96 : : plan de Rez de chaussée	103
Figure 97 : Plan de 1er étage	104
Figure 98 : Plan de 2ème étage	105
Figure 99 : Plan de 3ème étage	105
Figure 100 : Hefei BOE Hospital	106
Figure 101 : façade high Tech	106
Figure 102 : élément en X	107
Figure 103 : élément en X	107
Figure 104 : moucharabieh vertical	107
Figure 105 : façade principale nord	108
Figure 106 : façade arrière sud	108
Figure 107 : façade est	108
Figure 108 : façade ouest	108
Figure 109 : système poteau poutre	110
Figure 110 : joint de dilatation	112
Figure 111 : joint de dilatation	112
Figure 112 : murs intérieurs	113
Figure 113 : Fonctionnement Cage de faraday	114
Figure 114 : schéma du système de climatisation VRV /VRF	125
Figure 115 : Quench pipe	125
Figure 116 : Fonctionnement de l'éclairage DALI	126
Figure 117 : Caméra hybride	127
Figure 118 : poubelle intelligente	129

LISTE DES SCHEMA

Les schémas	Pages
Schéma 01 : évolution historique de centre d'imagerie médical	18
Schéma 02 : classification des équipement sanitaires	27
Schéma 03 : Organigramme fonctionnel RDC	30
Schéma 04 : Organigramme fonctionnel R+1	30
Schéma 05 : Organigramme fonctionnel R+2	30
Schéma 06 : Organigramme fonctionnel R+3	30
Schéma 07 : Organigramme spatial du Centre d'imagerie médicale Zāhedān	33
Schéma 08 : Bâtiment connecté : caractéristiques et limitation	40
Schéma 09 : Bâtiment intelligent : capacité et actions	40
Schéma 10 : Bâtiment durable : principes et caractéristiques	41
Schéma 11 : Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent	42
Schéma 12 : Les enjeux des bâtiments intelligents	43
Schéma 13 : Les caractéristiques d'un bâtiment intelligent	45
Schéma 14 : Les composants conceptuels d'un bâtiment intelligent	46
Schéma 15 : Les éléments fondamentaux d'un système immotique	51
Schéma 16 : Les tâches de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent	59
Schéma 17 : Les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle	80
Schéma 18 : Les avantages de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent	83

LISTE DES TABLEAUX

Les tableaux	Pages
Tableau 01 : fiche technique kaiser permanente center	**23**
Tableau 02 : fiche technique centre médical de l'université arizona	**28**
Tableau 03 : fiche technique centre d'imagerie médical ZAHDAN	**31**
Tableau 04 : Analyse comparative des exemples thématiques	**34**
Tableau 06 : Évolution historique de la domotique	**46**
Tableau 07 : fiche technique diagnostic innovation center	**51**
Tableau 08 : aspect des techniques intelligents dans le projet	**51**
Tableau 09 : aspect des techniques intelligents dans mayo clinic	**53**
Tableau 10 : fiche technique Ospedale san raffaele	**53**
Tableau 11 : aspect des techniques intelligents dans le projet	**54**
Tableau 12 : tableau comparatif des sites	**71**
Tableau 13 : tableau évolution des 3 terrain	**72**
Tableau 14 : tableau des usagers et utilisateurs	**79**
Tableau 15 : programme de base	**80**
Tableau 16 : la capacité journalière	**82**
Tableau 17 : programme surfacique détaillé	**84**
Tableau 18 : type de menuiserie salle IRM	**117**
Tableau 19 : type de menuiserie salle de scanner	**117**
Tableau 20 : type de menuiserie salle radiographie interventionnelle	**118**
Tableau 21 : type de menuiserie accueil et espaces d'attente	**119**
Tableau 22 : type de menuiserie administration et bureaux de médecins	**119**

Introduction générale

Introduction générale :

Le domaine de la santé est devenu un sujet d'actualité mondiale, d'autant plus que nous sommes à l'ère du progrès et de la technologie. L'intelligence artificielle a envahi ce domaine et a laissé son empreinte, que ce soit dans son architecture ou dans les dispositifs qui l'utilisent. Le domaine de la santé s'est diversifié en plusieurs centres, notamment celui de l'imagerie et de l'analyse médicale, qui jouent un rôle majeur dans la détection de diverses maladies.

Actuellement, les centres d'imagerie médicale sont devenus des éléments incontournables pour diagnostiquer et traiter maladies dans monde entier. Avec des moyens techniques modernes comme le rayon x ou l'échographie, sonde nucléaire elle-même couplée à des outils comme TDM ou IRM sur donne un diagnostic en temps réel très précis sur la maladie efficace et non maligne du souffrant. On sert ainsi la prise en charge du patient. Les taux de profit que tirent ces établissements de leurs pratiques n'ont fait à symptômes asiatiques est ornementais qu'une aune d'interprétation: Dans la mesure du possible, les équipements des centre là-bas entamant la deuxième vieille main pour la mise en œuvre du système intégré en langage des médecines naturelles que nous proposons doivent être plus modernes (off radar).Il en va autrement des pays en développement qui font face à l'exigence de ce type d'investissement nécessitant une industrialisation à grande échelle, leur croissance rapide sur ces dernières années a effacé tout retard que pourraient cause futures à l'establishment. Ces pays sont en constante évolution, donc les centres d'imagerie médicale qui y naissent répondent à une demande croissante dans les sociétés modernes un honneur devenu difficile d'obtenir pour un seul pays.

Le centre d'imagerie médicale est largement répandu dans le monde, en particulier dans les grands pays tels qu'USA, où l'intelligence artificielle a laissé son empreinte, lui permettant de se développer sans cesse, en quête de meilleurs résultats et d'une plus grande précision, permettant une analyse précise de l'état du patient.

Les centres d'imagerie médicale ont apparu en Algérie en 1994 et c'est celui d'Alger (CIMA) qui est ouvert en Out 1994.

Actuellement, en Algérie, ces centres se multiplient, dotés de haute technologie, et ils tentent depuis peu d'utiliser l'intelligence artificielle, comme le centre d'imagerie médicale d'Alger et d'Oran.

Dans la Wilaya d'Aïn Témouchent, les centres d'imagerie sont quasi inexistants. Elle se trouve dans L'hôpital Dr Benzerdjeb et des cliniques privées comme la clinique Ibn Sina comme des services, mais leur qualité laisse à désirer, leurs services sont incomplets et ils n'utilisent pas l'intelligence artificielle, un sujet qui occupe désormais tous les domaines, y compris le domaine médical.

Les mots clés : centre d'imagerie médicale, Laboratoire, Ain Témouchent, Intelligence artificielle, architecture.

Choix du projet :

1. Pertinence et utilité

- Répondre à un besoin réel (accès limité aux services d'imagerie, délais de prise en charge, modernisation d'un service existant).
- Apporter une valeur ajoutée aux patients, aux professionnels de santé et à la communauté.

2. Dimension scientifique et technique

- Intégrer les technologies actuelles : IRM, scanner, échographie, radiographie numérique, TEP scan.
- Considérer l'évolution future : intelligence artificielle, télé radiologie, stockage et gestion des données médicales (PACS).

3. Aspects architecturaux et fonctionnels

- Organisation des espaces : accueil, attente, salles techniques, zones de préparation des patients, vestiaires, zones de contrôle.
- Respect du circuit propre/sale (flux patients, personnel, matériel).
- Conformité aux normes d'accessibilité et ergonomie.

4. Normes et sécurité

- Prise en compte des normes spécifiques à l'imagerie médicale (blindage des salles d'IRM et de radiographie, ventilation, contrôle des rayonnements ionisants).
- Sécurité des patients et du personnel (signalétique, zones contrôlées).

5. Durabilité et efficacité énergétique

- Matériaux et conception respectueux de l'environnement.
- Optimisation de la consommation énergétique (climatisation, isolation, équipements médicaux).

6. Budget et faisabilité

- Estimation réaliste des coûts (construction, équipements, maintenance).
- Choix du thème en fonction des moyens disponibles.

7. Innovation et originalité

- Apporter une approche nouvelle (centre mobile d'imagerie, intégration de l'IA pour le diagnostic assisté, architecture humanisée pour réduire l'anxiété des patients).

8. Contexte local

- Adapter le projet au besoin du territoire (zone urbaine, rurale, proximité d'un hôpital ou d'une clinique).
- Tenir compte des réalités sociales, économiques et démographiques.

Choix de la ville de Ain Témouchent :

Le choix d'implanter un centre d'imagerie médicale dans une ville comme Aïn Témouchent est généralement motivé par une combinaison de facteurs socio-économiques, démographiques et d'infrastructures de santé

1. Combler un déficit et améliorer l'accès aux soins

Déficit d'Offre Spécialisée :

Bien que la ville dispose d'établissements de santé publics (comme l'EPH Ahmed-Medaghri) et de quelques cliniques privées, l'offre en imagerie médicale de pointe (IRM, Scanner de dernière génération, Densitométrie, Mammographie spécialisée) peut être insuffisante ou obsolète. L'ouverture d'un nouveau centre répond directement à ce manque.

Réduction des Déplacements :

Les résidents d'Aïn Témouchent et des wilayas avoisinantes sont souvent contraints de se déplacer vers de grandes villes comme Oran pour des examens d'imagerie complexes. Le

nouveau centre permet de rapprocher les soins de la population, réduisant ainsi les coûts et les désagréments liés au transport.

Soutien aux Hôpitaux Publics :

En proposant des services d'imagerie rapides et fiables, le centre peut désengorger les services de radiologie des hôpitaux publics locaux et améliorer la rapidité de la chaîne de diagnostic pour tous les patients.

2. Facteurs Géographiques

Population Cible :

La wilaya d'Aïn Témouchent compte une population significative (environ 430 000 habitants en 2019). Cette base démographique garantit un flux constant de patients potentiels pour le centre.

Positionnement Régional :

Aïn Témouchent est située dans une zone qui la rend accessible pour les populations des daïras périphériques et des wilayas limitrophes (Sidi Bel Abbés, Tlemcen, Oran), cherchant une alternative à la saturation des grands centres urbains.

Problématique :

Comment concevoir un Centre d'imagerie et d'analyse médicale intelligent à Ain Témouchent en intégrant la domotique et les outils De l'intelligence artificielle 'AI' ?

Hypothèse :

La création d'un centre d'imagerie médicale bien équipé et organisé à Aïn Témouchent réduira significativement les délais d'accès aux examens diagnostiques, améliorera la qualité des diagnostics et la satisfaction des patients, tout en étant économiquement viable si son offre est adaptée aux besoins locaux et aux flux de patients.

Les objectifs :

1. **Améliorer l'accès aux soins diagnostiques.**
2. Assurer la qualité et la fiabilité des diagnostics.

3. Moderniser la gestion des données médicales.
4. Renforcer la coordination médicale et la continuité des soins.
5. Garantir la viabilité et la durabilité du projet.
6. Offrir un service de proximité répondant aux besoins de toute la population, y compris les zones rurales.
7. Diminuer les délais d'attente pour les diagnostics par l'image.

Les outils de recherche :

Nous avons adopté dans notre travail des documentations de recherche (livres, mémoires, thèses, Instruments d'urbanisme, cartes) pris des :

- Bibliothèque de département d'architecture de l'université UABB à Tlemcen.
- Direction de santé et population (D.S.P).
- Service technique de l'APC.
- La direction d'urbanisme.
- Sites internet.

Les outils de travail qui nous avons relevés :

• Statistiques de population et santé de wilaya d'Ain-Temouchent.

• Les annuaires de wilaya.

• Documentation écrite et graphique de la wilaya.

• PDAU d'Ain-Temouchent.

• Entretien avec les responsables administratifs

Méthodologie de recherche :

Dans l'élaboration de la partie théorique de ce projet, plusieurs **approches complémentaires** seront mobilisées afin d'apporter des réponses précises et cohérentes à la problématique posée. Ces approches permettront de comprendre le contexte territorial, de cerner les enjeux du thème et de fonder le projet sur une base scientifique et rationnelle.

1) **Approche urbaine :** Cette approche vise à réaliser une **lecture urbaine approfondie** de la ville d'Aïn Témouchent et de sa région. Elle permettra d'analyser la structure du tissu urbain, les axes de développement, la répartition des équipements de santé et les besoins actuels de la population. Cette étude justifiera le **choix du site d'implantation** du futur centre d'imagerie médicale et son intégration harmonieuse dans le milieu urbain existant.

2) **Approche thématique :** Cette approche a pour objectif de **constituer une base solide de connaissances** autour du thème de l'imagerie médicale.
3) **Approche programmatique :** L'approche programmatique vise à **définir, organiser et hiérarchiser l'ensemble des besoins fonctionnels** du futur centre d'imagerie médicale. En un **programme architectural cohérent et réaliste,** répondant à la fois aux exigences médicales, techniques et humaines du projet.
4) **Approche architecturale :** est une étape clé, car elle traduit toutes les analyses précédentes (urbaine, thématique, programmatique, etc.), a pour objectif de **traduire les besoins fonctionnels, humains et techniques** du centre d'imagerie médicale en un **espace bâti cohérent, harmonieux et fonctionnel.**
5) **Approche technique :** est une composante essentielle d'un projet de **centre d'imagerie médicale**, car elle concerne la **mise en œuvre des solutions matérielles, technologiques et structurelles** garantissant la performance, la sécurité et la durabilité du bâtiment.

Structure de mémoire :

Le mémoire introduit par une introduction générale et qui ccomprend les différents concepts de la recherche : la problématique, la question de recherche, l'hypothèse, ainsi que la méthodologie d'approche. Elle sera suivie de quatre chapitres.

Le **premier chapitre**, intitulé **« Analyse thématique »**, a pour objectif d'apporter des éclaircissements et des définitions sur les notions générales liées au thème. Il vise à approfondir la compréhension du sujet à travers une exploration théorique et conceptuelle, tout en s'appuyant sur l'analyse de projets similaires, aux niveaux national et international. Cette étape permettra de dégager les principales orientations et exigences propres au projet de centre d'imagerie médicale.

Le **deuxième chapitre : analyse urbaine** C'est une lecture générale de la ville de Ain témouchent comportera une lecture géographique, historique, socio économique et typo-morphologique de cette ville.

Le **troisième chapitre**, consacré à **« La programmation »**, servira à élaborer le programme spécifique du projet. À partir de l'analyse des références et de l'interprétation des besoins fonctionnels et quantitatifs, il s'agira de définir les espaces, les relations fonctionnelles et les exigences techniques nécessaires au bon fonctionnement du futur centre.

Le **quatrième chapitre**, intitulé **« Analyse architecturale et technique »**, abordera la traduction concrète du projet sur le site. Il comprendra l'étude du terrain, la genèse conceptuelle

et la formalisation architecturale du projet dans ses aspects formels et fonctionnels. Cette partie traitera également des aspects techniques, à travers l'étude du système constructif, le choix des matériaux, et la description des différentes étapes de mise en œuvre.

Enfin, une **conclusion générale** viendra clore le travail en récapitulant les résultats obtenus, les apports du projet, ainsi que les perspectives d'avenir qu'il ouvre pour le développement du secteur de l'imagerie médicale à Aïn Témouchent.

Chapitre 01 :
Thématique

Introduction :

On présente dans ce chapitre une étude théorique, où en prend en compte, les définitions des concepts, tous les aspects de développement durable a fait l'objet de définir des cibles et des démarches à suivre afin d'évaluer la conception.

Notre projet est un centre d'imagerie médicale en utilisant l'intelligence artificielle qui s'inscrit dans la santé dans le volet de diagnostic, alors nous allons définir et clarifier les concepts et les notions qui sont en relation avec le thème.

1-la santé : La santé est définie comme un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité (selon l'OMS)

2-la santé publique : L'Organisation mondiale de la santé définit la santé publique comme l'art et la science de prévenir les maladies, **d'améliorer la santé** physique et mentale d'un individu et d'une collectivité. L'OMS considère que les politiques de santé publique interviennent dans des domaines très variés, comme : **la prévention des maladies ; la réadaptation ; la lutte contre la maladie ; la promotion de la santé**.

Pour l'OMS, la santé publique interfère sur le bien-être et la qualité de vie et la qualité des soins dans une société.

3-le diagnostic : Le diagnostic médical est le processus par lequel un professionnel de santé identifie une maladie ou une condition chez un patient, en analysant des symptômes, des antécédents médicaux et, parfois, des examens complémentaires (IRM, scanner, radio). Une compréhension précise du diagnostic médical est cruciale pour établir un traitement efficace et améliorer la qualité de vie des patients.[1]

4-L'imagerie médicale : L'imagerie médicale est un ensemble de techniques permettant de visualiser l'intérieur du corps humain à des fins diagnostiques. Les principaux examens incluent la radiographie, l'échographie, l'IRM et la TDM (Scanner).[2]

5-**Le centre d'imagerie médicale :** Le centre d'imageries doit s'applique à respecter les normes de radioprotection qui comprennent des limites d'exposition pour les travailleurs et le public, des mesures de sécurité établies par la (CIPR) Commission internationale de protection radiologique et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), pour minimiser les effets néfastes sur la santé causés par les rayonnements. [2]

[1] https://www.studysmarter.fr/
[2] https://necirdiagnostic.dz/centre-imagerie-medicale/

Evolution Historique de centre d'imagerie médicale [3]:

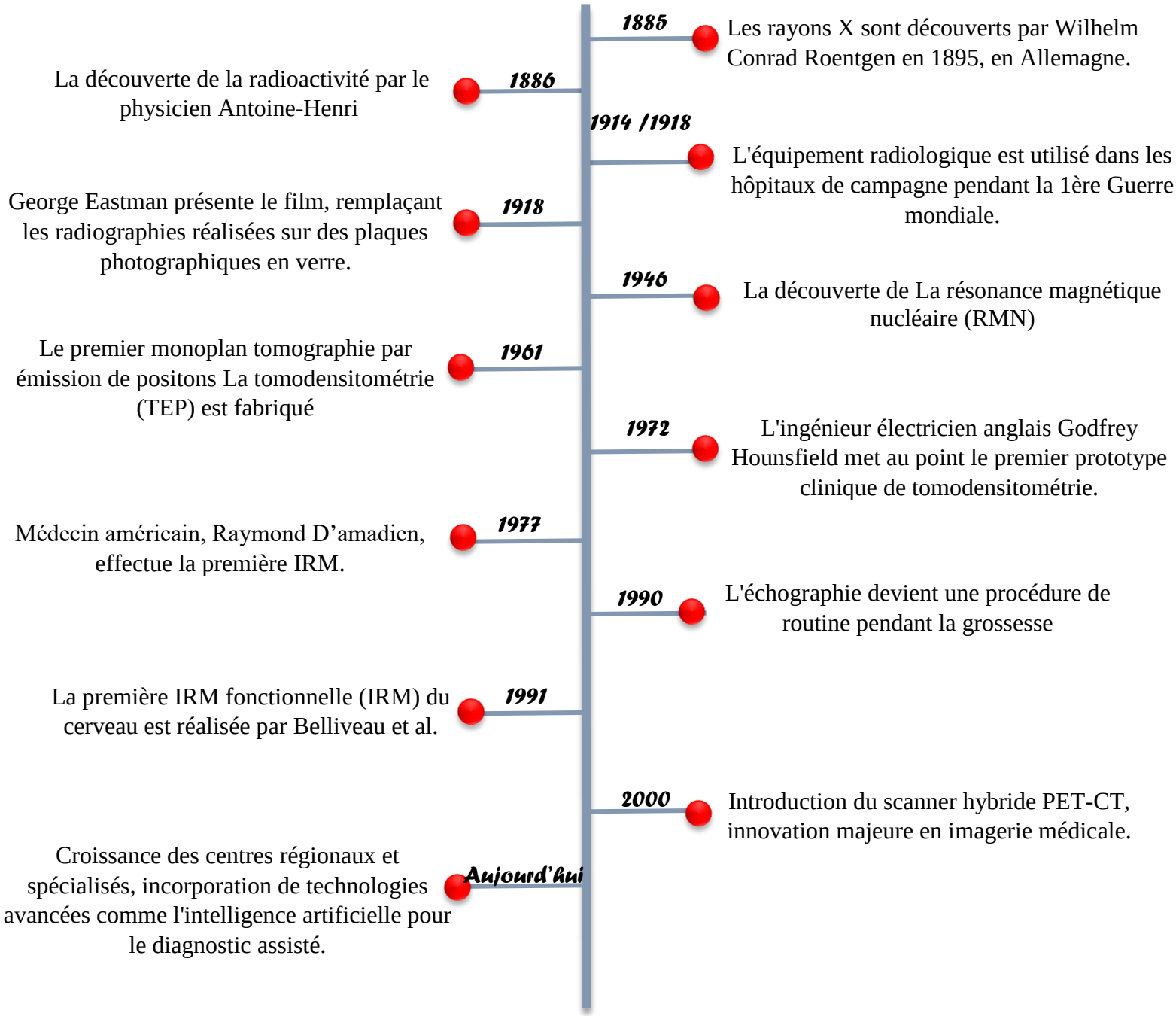


Schéma 01 : évolution historique de centre d'imagerie médical

[3] https://www.ramsoft.com/fr/blog/history-of-radiology

Classifications 'type 'des équipements sanitaire [4]:

Cabinets médicaux :

Des lieux de petite surface, pour des consultations et des soins.

Dispensaires :

Sont des annexes des hôpitaux répondre aux besoins médicaux du quartier, équipé d'une technologie limitée

Cliniques :

Est un équipement privé ou publique qui reçoit des malades et des opèrent, constitue d'un seul service.

Polycliniques :

Sont des établissements de santé intermédiaire entre les hôpitaux et les dispensaires, ils sont dotés d'une bonne technologie

Centres de soins :

Ce sont des centres spécialisés, complémentaires des autres établissements médicaux.

Hôpitaux :

Établissements d'hospitalisation, localisés dans les grands noyaux urbains, ils assurent les soins pour des tranches médicales spécifiques

Schéma 02 : Classification des équipements sanitaires

[4] https://di.univ-blida.dz/jspui/bitstream/123456789/1746/1/4.720.1402.pdf

I. Législations Algérienne :

La loi 18-11 du 2 juillet 2018 : est une réglementation stricte et bien définie. Appliqué en Algérie, Cette loi, dans son article 212, définit les dispositifs médicaux en étant « tout appareil, instrument, équipement, matières et produits, à l'exception des produits d'origine humaine, ou autre article utilisé seul ou en association, y compris les accessoires et logiciels… ».[5]

La même loi définit également, dans son article 213, les dispositifs médicaux comme tout articles utilisés dans le diagnostic in vitro, notamment les réactifs de laboratoire, les instruments et systèmes, leurs composants et accessoires, ainsi que les récipients pour échantillon, destiné spécifiquement pour être utilisé in vitro.[5]

Par ailleurs, cette loi, dans son article 240, évoque vaguement la nomenclature nationale des dispositifs médicaux. On remarque qu'à ce jour, qu'il n'existe pas de nomenclature officielle pour les dispositifs médicaux en Algérie.[5]

Outre cet article de la loi de santé, l'article 230 stipule que tout produit pharmaceutique et dispositif médical prêt à l'emploi et fabriqué industriellement, importé ou exporté, doit faire l'objet d'une homologation.[5]

L'arrêté n°101 du 01/09/2005 : fixant les conditions d'exercice de l'activité de l'importation et de commercialisation de matériel, instrumentations consommables et équipements médico-chirurgicaux.[6]

Décret exécutif n° 93-120 du 15 mai 1993 : a organisé les fondements du suivi médical des travailleurs et de la prévention des risques professionnels.[7]

II. Définitions des services de centre d'imagerie médical :

- **IRM :** ou imagerie par résonance magnétique, utilise les champs magnétiques et des ondes radio pour visualiser les tissus mous comme le cerveau, les muscles ou les ligaments[8].

Figure 01 : Salle d'IRM

- **Le scanner :** ou tomodensitométrie (TDM), emploie les rayons X en coupes transversales et produit des images en trois dimensions pour diagnostiquer des lésions internes ou des tumeurs.[8]

Figure 02 : Salle de scanner

Source : https://fr.pinterest.com/

- **L'échographie :** quant à elle, s'appuie sur les ondes sonores pour

[5] https://medica-magazine.com/
[6] https://www.douane.gov.dz/
[7] https://legal-doctrine.com
[8] https://www.elsan.care/fr/patients/radiologie-et-imagerie-medicale

Créer des images en temps réel. Elle est souvent utilisée pour le suivi de la grossesse chez la femme enceinte, l'examen des organes abdominaux dits mous (foie, reins, cœur) et l'évaluation du flux sanguin.[8]

Figure03 : l'échographie

Source : https://fr.pinterest.com/

- **La radiographie :** utilise les rayons X pour obtenir des images en deux dimensions des os, détecter les fractures et repérer des infections pulmonaires.[8]

Figure04 : l'échographie

Source : https://fr.pinterest.com/

- **La médecine nucléaire :** utilise des substances radioactives afin de produire des images fonctionnelles des organes. On peut notamment citer les scintigraphies et PET-scans, qui sont particulièrement utiles pour identifier certains cancers, des maladies cardiaques et des affections neurologiques.[8]

Figure 05 : médecine nucléaire

Source : https://fr.pinterest.com/

- **La mammographie** : est une radiographie des seins, qui se fait à l'aide d'un mimographe. Cet appareil émet des rayons X à faible dose permettant ainsi d'avoir des images de l'intérieur du sein[9].

Figure 06 : mammographie

Source : https://fr.pinterest.com/

- **L'écho-doppler :** est un examen non invasif qui permet d'explorer les vaisseaux sanguins, en étudiant en particulier les parois de ces vaisseaux et la vitesse des flux du sang dans les artères et/ou des veines.[9]

Figure 07 : écho doppler

Source : https://imagerie-medicale84.fr/

- **Panoramique dentaire :** c'est une Radiographie panoramique qui prend une vue complète des dents, mâchoires et os maxillaires.[9]

Figure 08 : Panoramique dentaire

Source : https://fr.pinterest.com/

- **Laboratoire d'analyse :** Analyse biologique des prélèvements (sang, urine, tissus) pour complément diagnostique.[9]

Figure : laboratoire

Source 09 : https://fr.pinterest.com/

[9] https://www.deuxiemeavis.fr/

- **Endoscopie :** est un examen médical mini-invasif qui permet d'explorer l'intérieur des organes creux ou des cavités corporelles à l'aide d'un tube flexible appelé endoscope, équipé d'une caméra et d'une source de lumière.[10]

Figure 10 : Endoscopie

Source : https://fr.pinterest.com/

- **L'imagerie interventionnelle :** est une spécialité médicale qui combine des techniques d'imagerie (comme la radiologie, l'échographie, le scanner ou l'IRM) à des gestes mini-invasifs pour diagnostiquer ou traiter des pathologies sans chirurgie ouverte.[11]

Figure 11 : Imagerie interventionnelle

Source : https://sf1.doctissimo.fr/

- **Cardio vasculaire :** Le terme "cardiovasculaire" désigne ce qui concerne à la fois le cœur (cardio-) et les vaisseaux sanguins (vasculaires). Il qualifie principalement le système cardiovasculaire, chargé de faire circuler le sang pour oxygéner les organes et éliminer les déchets.[12]

Figure 12 : cardio vasculaire

Source : https://i.pinimg.com

[10] https://www.elsan.care/fr/pathologie-et-traitement/imagerie-medicale/endoscopie

[11] https://rechercheexpertise.asnr.fr/sites/default/files/documents/professionnels_sante/documentation/IRSN_Radiologie_Interventionnelle.pdf

[12] https://fondationhcl.fr/notre-action/recherche-et-innovation/informations-sur-les-maladies-et-la-recherche-medicale/maladies-cardiovasculaires-liste-symptomes-et-traitements-du-coeur/

Analyse des exemples thématiques :

1. Introduction :

Pour mieux comprendre notre thème (centre d'imagerie médicale) on doit analyser des 03 exemples internationaux, Le but de cette analyse est d'avoir une source d'inspiration des différentes logiques de conception, de composition, des techniques et d'organisation relative à notre projet.

2. Justification du choix des exemples :

Pour avoir des idées pour notre projet on a choisi 3 exemples internationaux à fin de connaitre les entités mères d'un centre d'imagerie et pour faire ressortir le programme et ainsi pour mieux comprendre notre thème, Les exemples internationaux choisis s'inscrivent dans un cadre de développement durable, et technologie récente.

01-Kaiser permanente radiation oncologie

02- Centre de radio oncologie de l'Université d'Arizona.

03- Centre d'imagerie médicale Zāhedān Iran.

01- Kaiser permanente radiation center[13] :

Projet	Kaiser permanente radiation center
Situation	Anaheim, Californie, USA
Architecte	Yazadani Studio of canon design
Surface	1500 m²
Année de construction	2015

Figure 13 : Kaiser permanente radiation center

Source : https://images.adsttc.com/media/images/

[13] https://www.archdaily.com/

Situation :

Figure 14: Situation d'Anaheim

Source : https://earth.google.fr/

Figure 15 : Situation de projet

Source : https://earth.google.fr/

Figure 16 : Vue 3D de projet

Source : https://earth.google.fr/

Genèse de la forme :

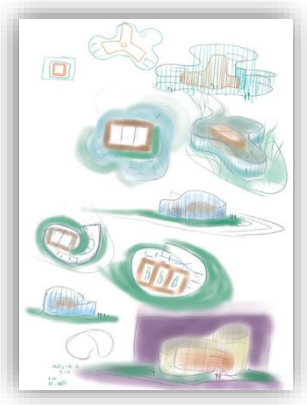


Figure 17 : La forme

Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

- ✓ La forme de bâtiment est en courbe et fluide
- ✓ L'architecte a développé la forme selon les accès
- ✓ La forme de projet est un seul monobloc compact et au cœur de bâtiment se trouve une forme rectangulaire qui combine 3 salles d'IRM.

Figure 18 : forme

Source : https://earth.google.fr/

Analyse de plan de masse :

- Projet étudiée
- Voie principale
- Voie Secondaire et accès au parking
- Parking
- Hôpital

Figure 19 : plan de masse

Source : https://earth.google.fr/ et modifié par l'auteur

Les Accès :

01 seul Accès principal
04 Accès secondaires
Accès Principale
Parking

Figure 20 : les accès

Source : https://earth.google.fr/

Voisinage et gabarit :

CI
Hôpital médecin de famille
Hôpital

Le bâtiment s'implante dans un **contexte urbain semi-ouvert**, à proximité :

- Des équipements hospitaliers parce que le centre d'imagerie médicale est un équipement complémentaire a but de diagnostic
- de **zones vertes paysagées** qui assurent la transition entre les espaces techniques et l'environnement urbain,

Figure 21 : voisinage

Source : https://earth.google.fr/

Gabarit :

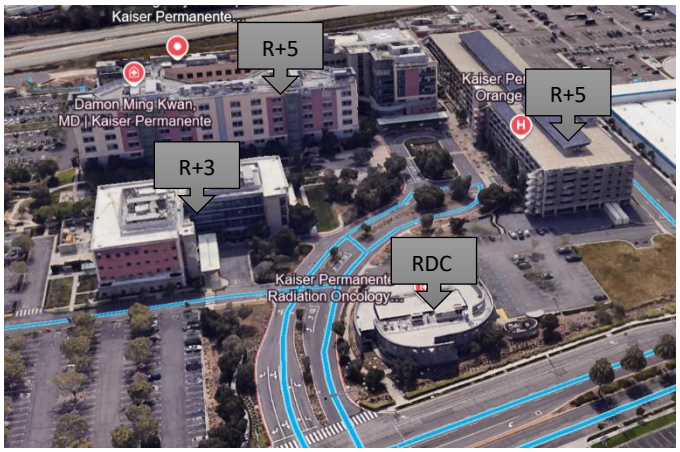


Figure 22 : gabarit
Source : https://earth.google.fr/

Le gabarit se diffère selon la fonction de chaque hôpital et le besoin pour le centre d'imagerie un **R+0** est suffisant pour abriter toutes les fonctions.

Analyse de plan :

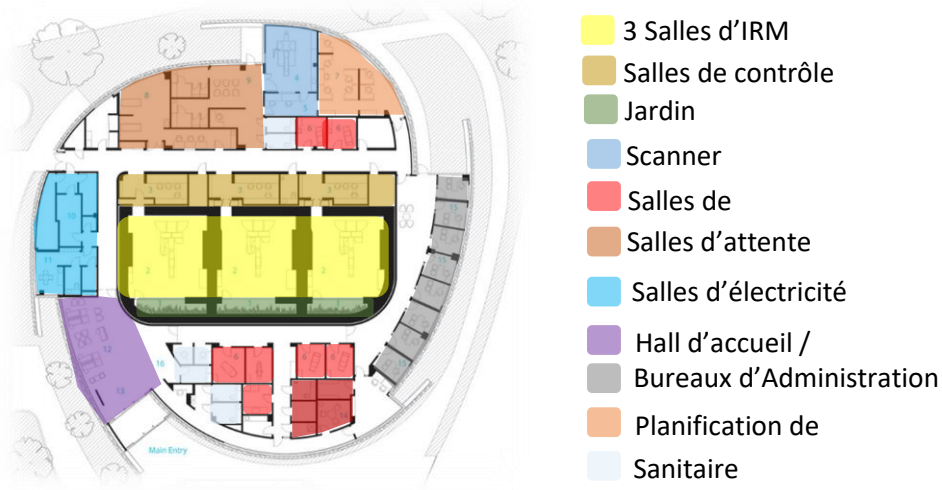


Figure 23 : plan RDC
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

Le plan adopte une organisation en arc de cercle, centrée autour de trois salles principales dédiées aux IRM. Ces trois salles sont situées au cœur du bâtiment, entourées de murs en béton d'un mètre d'épaisseur. Une paroi vitrée s'étend sur le mur inférieur de chaque salle, ouvrant sur un jardin zen et un luxuriant jardin vertical.

Autour de ces salles, on trouve les pièces de contrôle, permettant un suivi immédiat des procédures et la surveillance en toute sécurité.

Le patient entre par un espace d'accueil et de réception, puis traverse un hall d'entrée confortable, pensé pour l'attente et la réduction du stress.

La circulation :

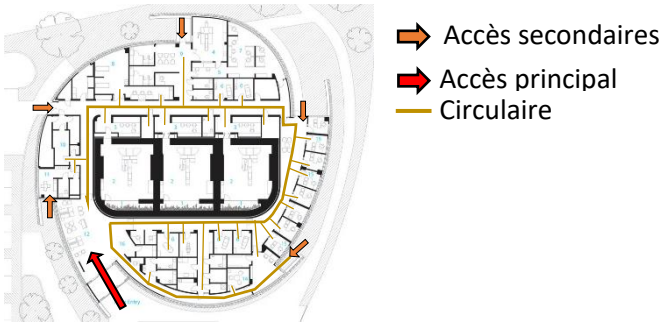
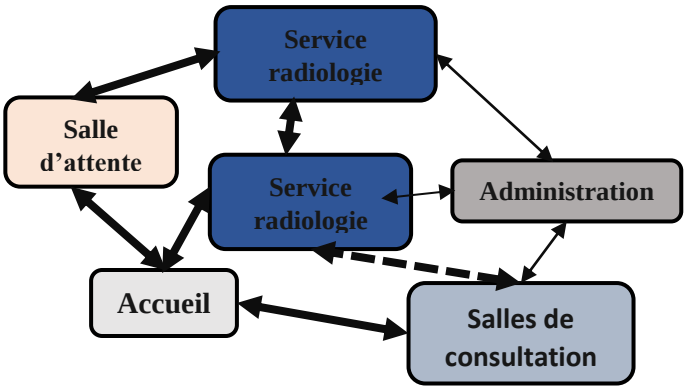


Figure 24 : circulation
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

Organigramme :



Organigramme spatiale

Source : Auteurs

-On remarque que le service de radiologie est au centre de projet alors c'est l'entité mère de ce centre

Une relation forte entre l'accueil et les autres services, et entre la salle d'attente et le service de radiologie

Une relation moyenne entre les salles de consultation et les services de radiologie

Une relation faible entre l'administration et les autres espaces

Analyse des façades :

Figure 25 : Façade
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

Figure 26 : Façade
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

Figure 27 : Façade dans la nuit
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

La façade extérieure en verre met en valeur la forme sculpturale Du bâtiment et crée une connexion intérieur-extérieur grâce À un motif de vitrage personnalisé qui reflète le paysage environnant. La densité du vitrage est variable pour offrir transparence là où C'est souhaité et intimité là où c'est nécessaire. La nuit, le bâtiment diffuse une douce lumière, Symbole d'espoir pour tous les patients.[14]

Aménagement :

Pour atténuer le stress et l'anxiété liés aux traitements, nous avons exploité la lumière naturelle, la vue sur la nature et des couleurs intérieures apaisantes pour créer une expérience

apaisante et naturelle, qui s'apparente davantage à un spa qu'à un centre de diagnostic et de traitement.

Figure 28 : salle de radiographie
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

Figure 29 : espace d'attente
Source : https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign

[14] https://www.archdaily.com/

02- Centre médicale de l'Université d'Arizona / ZGF Architect[15] :

Projet	Centre médical de l'université d'Arizona
Situation	Phœnix, États-Unis
Surface	20434 m²
Architectes	ZGF Architectes LLP
Année de construction	2015

Figure 30 : centre médicale d'Arizona

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Situation :

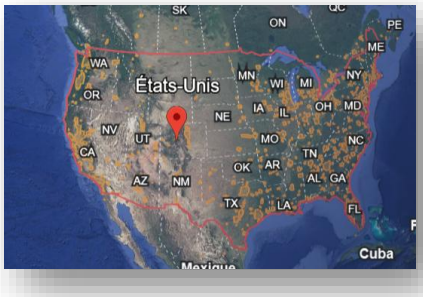


Figure 31 : Situation d'ETAT Unis

Source : https://earth.google.fr/

Figure 32 : Situation de Phœnix

Source : https://earth.google.fr/

Figure 34 : Situation de projet

Source : https://earth.google.fr/

Plan de masse :

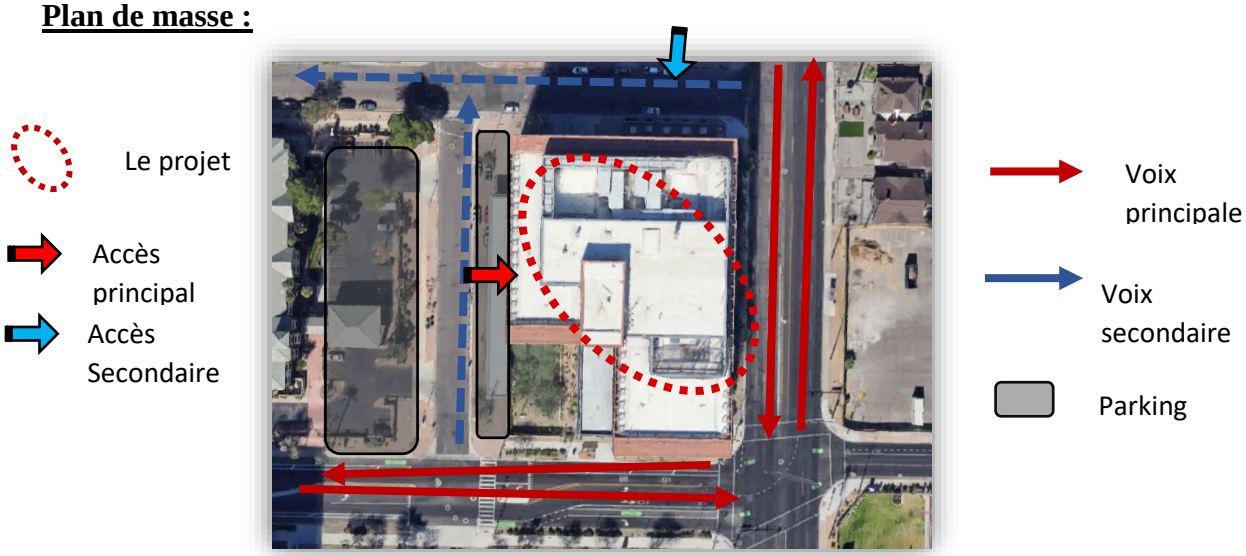


Figure 35 : Situation de projet

Source : https://earth.google.fr/

[15] https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Genèse de la forme :

Avec des ailes latérales en porte-à-faux marqués par de grandes façades pleines de cuivre et de verre.

Figure 36 : forme de bâtiment

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Modulations par blocs : Le bâtiment se compose de plusieurs volumes réguliers disposés en L en formant un ***L***

Analyse des plans :

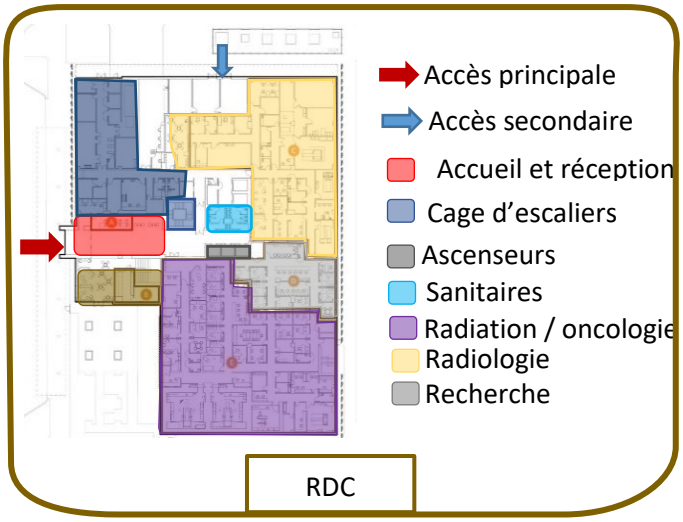


Figure 37 : Plan de Rez de chaussé

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

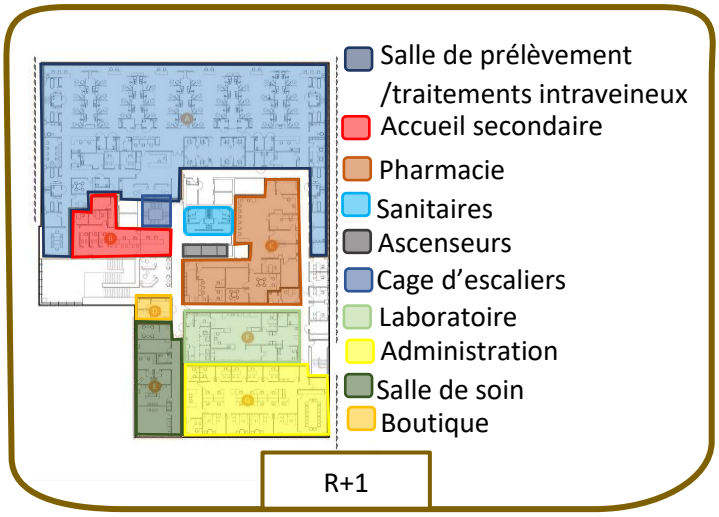


Figure 38 : Plan de 1 er étage

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

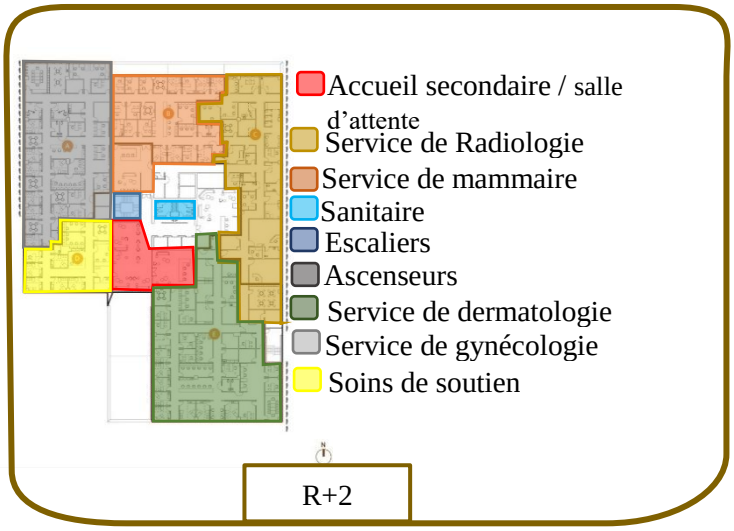
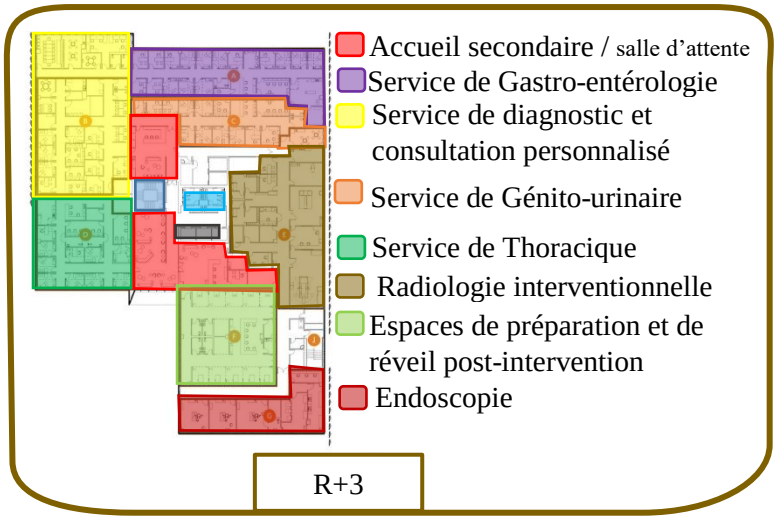


Figure 39 : Plan de Rez de 2 ème étage

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

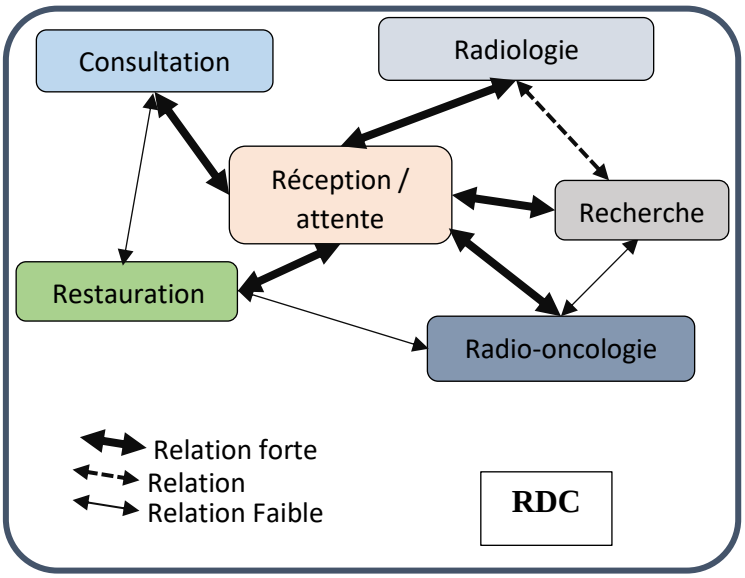


À chaque étage, les espaces d'attente se présentent à l'extérieur comme un volume de verre s'élevant au centre du bâtiment.

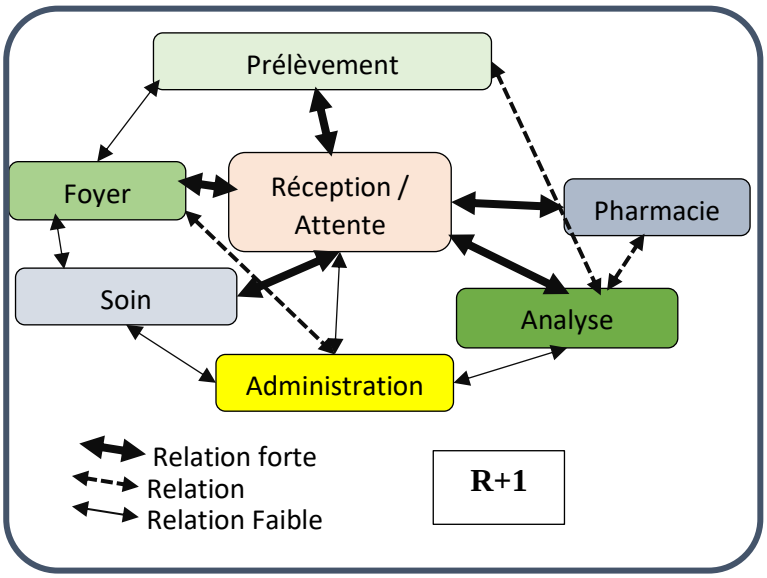
Figure 40 : Plan de Rez de 3 ème étage

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

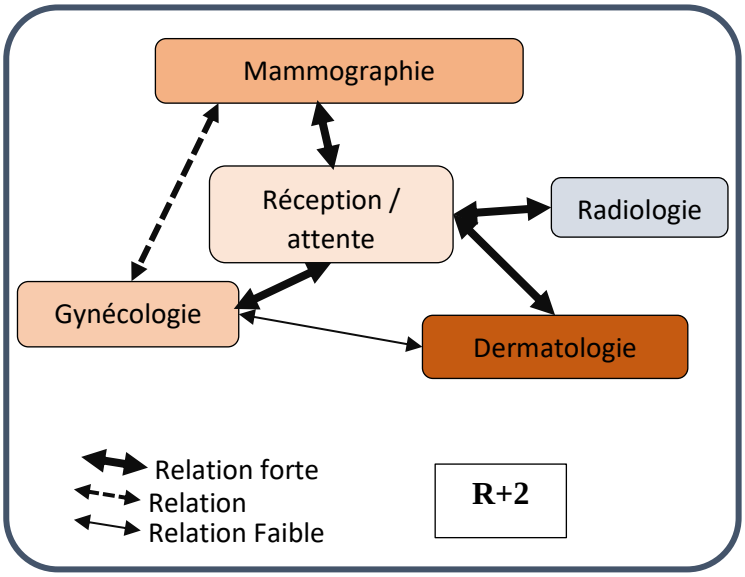
Organigramme fonctionnel :



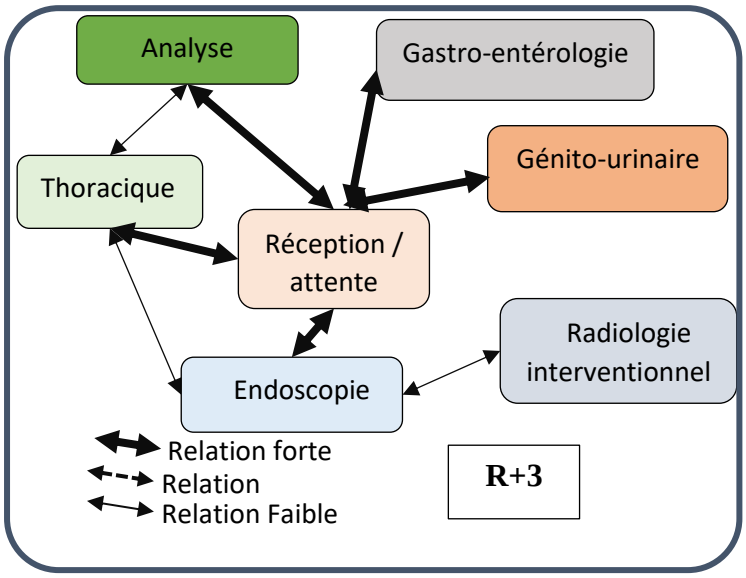
Organigramme Fonctionnel RDC
Source : Auteurs



Organigramme Fonctionnel R+1
Source : Auteurs



Organigramme Spatiale R+2
Source : Auteurs



Organigramme Spatiale R+3
Source : Auteurs

Figure 45 : volume centrale

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Analyse de façade[16] :

La façade du bâtiment s'exprime par une superposition délibérée de verre, de métal couleur cuivre et de pierre aux tons neutres.

Figure 46 : Façade

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Les façades est et ouest sont revêtues d'un système de protection solaire composé de panneaux composites en aluminium (ACP) rectangulaires répétitifs de 6,35 mm d'épaisseur, perforés de trous de 12,7 mm de diamètre, offrant un facteur d'ouverture de 40 %.

Figure 47 : Vitrage

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Cet ensemble aux tons cuivrés épouse la couleur du paysage, conférant au projet une esthétique contextuelle.

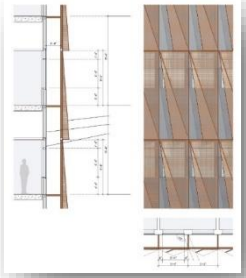


Figure 32 : coupe

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Figure 48 : Brise solaire

Source : https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Les façades est et ouest sont revêtues d'une couche extérieure de brise-soleil en métal perforé et plié, Les panneaux sont pliés une fois selon un angle calculé, se courbant vers l'extérieur pour dégager une vue ombragée sur le désert environnant depuis l'intérieur

03-Centre d'imagerie médicale Zāhedān Iran :

Nom de projet	Centre d'imagerie médicale Zāhedān
Situation	Zāhedān, Sistan-et-Baloutchistan
Surface	2400 m²
Année de construction	2017
Architecte	Kambiz Moshtaq Gohari
Maitre d'ouvrage	Bureau Hanif

Figure 49 : Centre d'imagerie médicale Zāhedān

Source : https://symptomarchitects.com/

[16] Archdaily.com

Situation :

Figure 50 : Situation d'Iran

Source : https://earth.google.fr/

Figure 51 : Situation de Zāhedān

Source : https://earth.google.fr/

Figure 52 : Situation de projet

Source : https://earth.google.fr/

Analyse volumétrique :

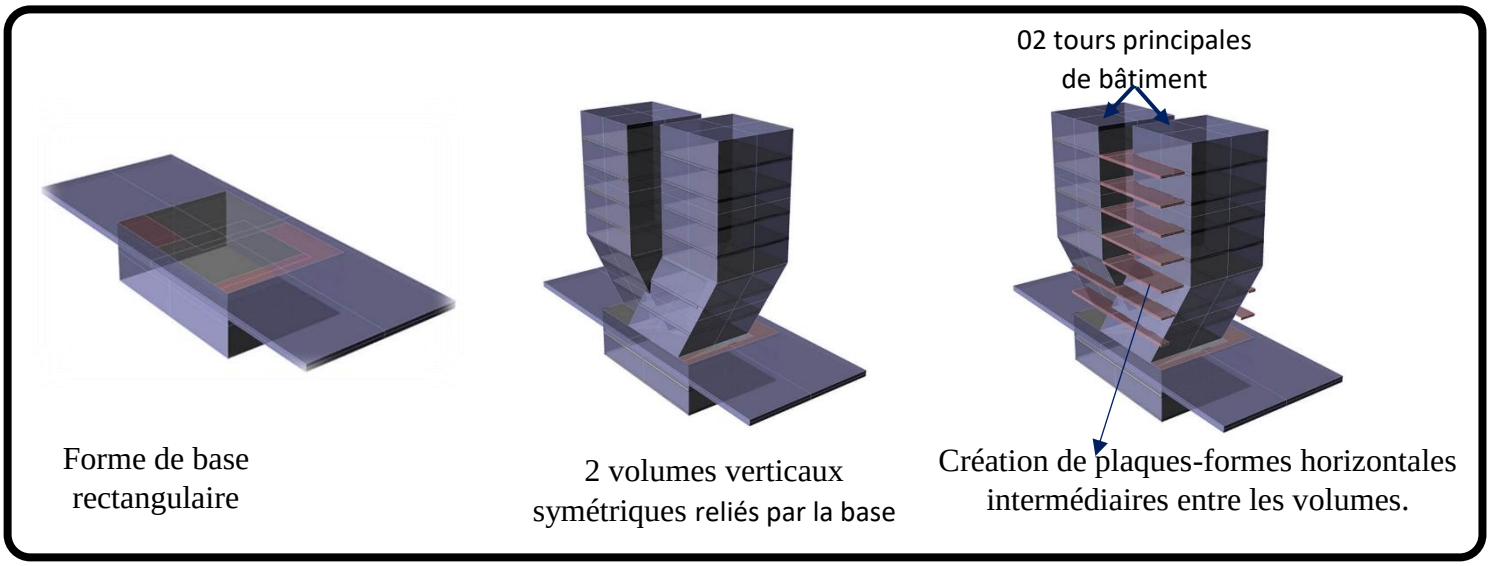


Figure 53 : Volumétrie

Source : https://symptomarchitects.com/

Analyse de plan de masse :

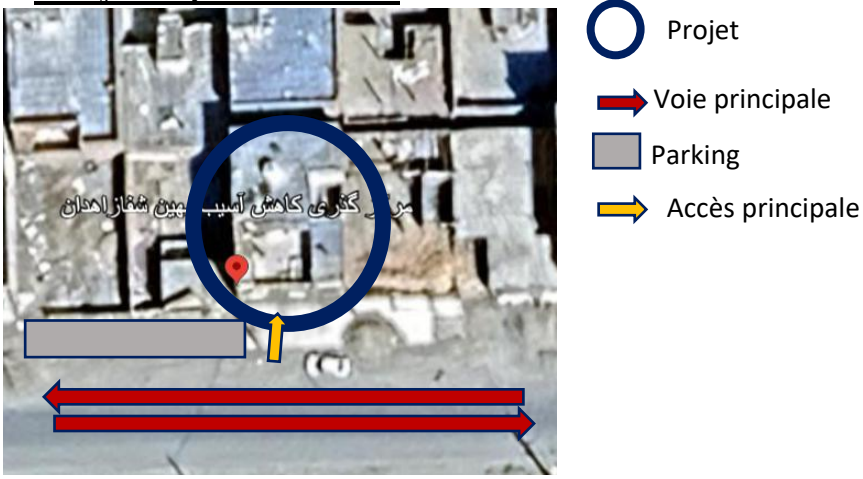


Figure 54 : Plan de masse

Source : https://symptomarchitects.com/

Analyse de coupe :

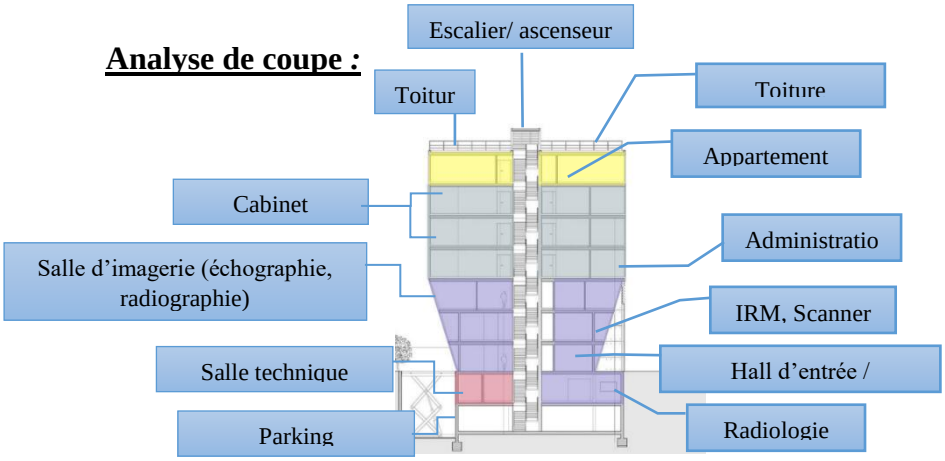


Figure 55 : coupe

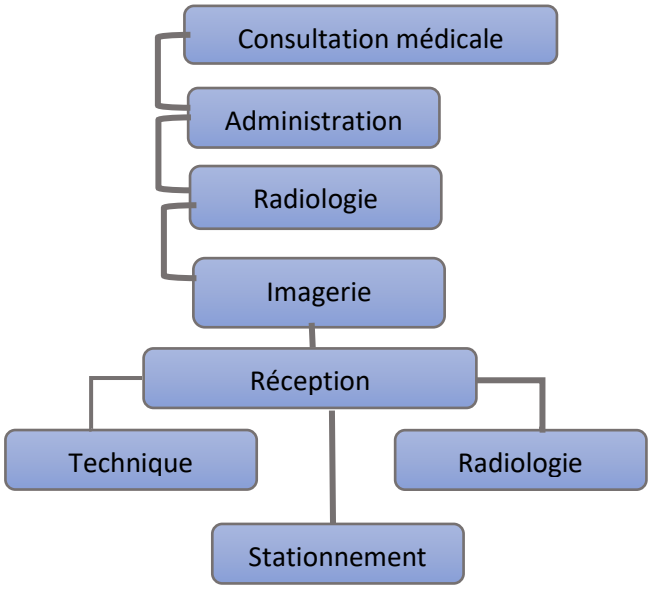
Source : https://symptomarchitects.com/

Figure40 : coupe (les niveaux)

Source : https://symptomarchitects.com

Organigramme :

L'organisation fonctionnelle de ce centre est distribuée par des étages (verticalement).



Organigramme Spatiale
Source : Auteurs

Façade :

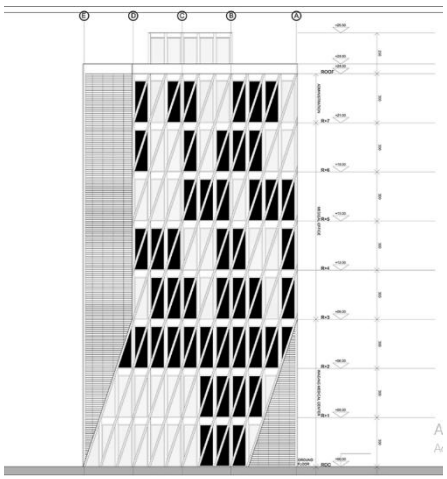


Figure 56 : Façade 2D

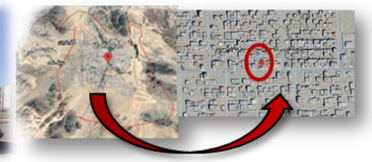
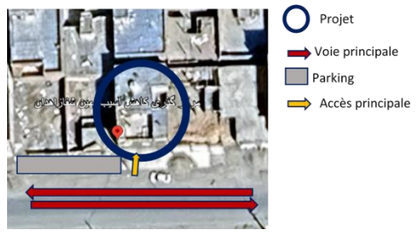
Source : https://symptomarchitects.com

Figure 57 : Façade

Source : https://symptomarchitects.com

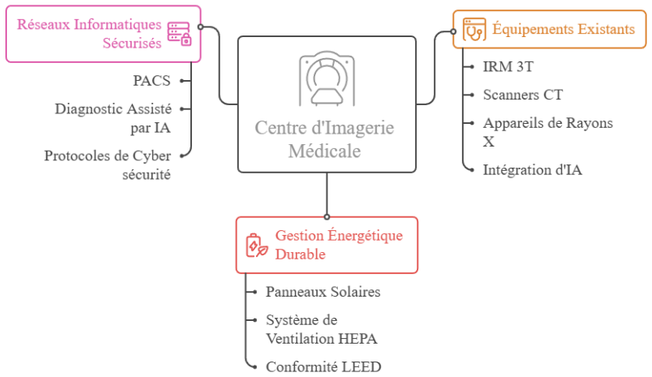
- On marque le style contemporain
- Gabarit de R+7
- Cadre structurel blanc/gris clair
- On marque aussi des Brise-soleil horizontaux au côté gauche ils répondent au climat désertique chaud de Zāhedān.

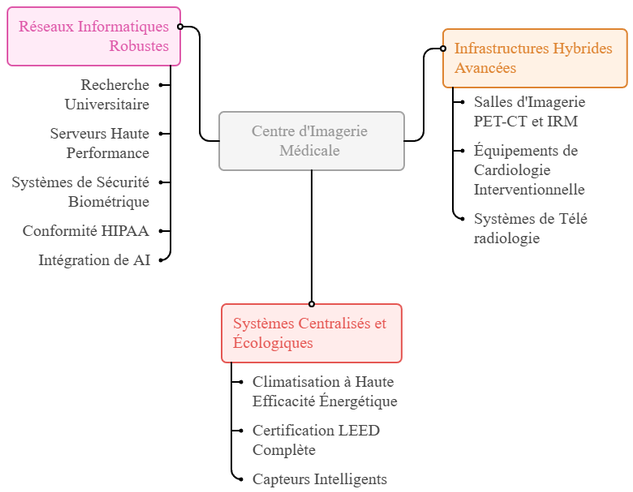
Tableau comparatif des exemples thématique :

Critères	Description		
Situation	**Kaiser Permanente Radiology Center** Situé dans un milieu urbain en Californie, intégrée dans un complexe médical.	**Centre médical de l'Université d'Arizona** Situé dans un environnement urbain en Phœnix, États-Unis, implanté dans le campus universitaire de Arizona, entouré de zones résidentielles et Éducatives	**Centre d'imagerie médicale Zāhedān**  **Iran** Situé en Zāhedān à Iran dans un milieu urbain dense, près d'autres infrastructures médicales, avec des contraintes climatiques Désertiques.
	• Les 3 exemples sont intégrés dans un milieu urbain dense et à proximité des infrastructures médicales.		
Plan de masse	• Surface : 1500 m² • Forme circulaire • L'espace extérieur est aménagé suivant le fonctionnement dans le RDC. • Disponibilité d'un parking. • Accès piéton et mécanique. 	• Surface : 20 434 m² • Forme régulière • Disponibilité d'un parking • L'espace extérieur est aménagé suivant le fonctionnement dans le RDC. • Accès piéton et mécanique. 	• Surface : 2400 m² • Forme régulière • Pas d'espace extérieur • Disponibilité d'un parking au sous-sol + un autre à côté de bâtiment 

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">• La surface minimale est à partir de 1500 m²
• Accécibélité mécanique et piéton dans les 3 exemples
• Variété dans les formes de conception
• Les 3 exemples offrent des parkings
• L’importance de l’intégration des jardins et des connexions (intérieur- extérieure) pour le confort de patient dans ce type de bâtiment</td></tr>
<tr><td>Programme</td><td>Programme spécialisé en radiologie : salles d'IRM, scanners CT, rayons X, salles d'attente, bureaux administratifs, et intégration avec des systèmes de dossiers médicaux électroniques.</td><td>Programme multifonctionnel : unités d'imagerie (Radiologie, cardiologie), salles d'opération, laboratoires de recherche et services d'urgence.</td><td>Programme centré sur l'imagerie : salles d'échographie, radiographie, mammographie, IRM avec des espaces de consultation, de stockage et d'administration, adapté à une échelle locale.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Aspect Architecturale</td><td>Style moderne et minimaliste, avec des façades vitrées pour la transparence, utilisation de matériaux durables comme l'acier et le verre, inspiré par l'architecture californienne contemporaine pour un sentiment d’ouverture.</td><td>Architecture institutionnelle moderne, mélange de béton et de verre, avec des éléments Bioclimatiques (ombrages, ventilation Naturelle), reflétant une esthétique universitaire fonctionnelle et durable.</td><td>Style fonctionnel et adapté au climat, avec des murs épais en béton pour l'isolation thermique, toits plats, et influences locales iraniennes dans les motifs décoratifs, privilégiant la simplicité et la résistance.</td></tr>
<tr><td colspan="3">On remarque que les 3 exemples ont :
• Un style moderne et contemporain et une simplicité absolue dans les façades
• L’utilisation de principe de transparence par l’utilisation de verre dans les façades.
• L’importance de la connexion intérieur-extérieur qui crée un confort visuel pour le patient.</td></tr>
</table>

Aspect technique





- On remarque une Différence bien marqué entre les systèmes gestionnaire utilisé dans chaque centre.
- L’adaptation des systèmes énergétiques avec l'environnement immédiat de chaque centre
- L’utilité des réseaux informatiques avec l'intégration de AI pour le diagnostic et la sécurité des données.

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de comprendre les concepts liés à la santé, au diagnostic médical et à l'imagerie médicale, ainsi que l'évolution des centres d'imagerie à travers le temps. Il a également présenté les différents services médicaux, les réglementations algériennes et les exigences techniques nécessaires à ce type d'équipement.

L'analyse des exemples thématiques étudiés a montré l'importance de l'organisation fonctionnelle, de la qualité des espaces, de la circulation fluide et de l'intégration des technologies modernes dans les centres d'imagerie médicale. Ces références constituent une source d'inspiration pour notre projet et nous permettent de mieux définir les principes architecturaux, fonctionnels et technologiques adaptés à la conception d'un centre d'imagerie et d'analyses médicales intelligent

Chapitre 02 :
Batiment intelligent

Introduction :

A l'heure de la transition énergétique et des villes connectées, la notion de bâtiment intelligent s'impose peu à peu comme une révolution silencieuse qui révolutionne complètement notre façon d'être habités, de travailler ou même d'interagir avec notre environnement.

Un bâtiment intelligent, souvent désigné par le terme international "smart building", va bien au-delà d'une simple structure dotée de technologies. Il constitue un écosystème intégré en ligne où les systèmes de chauffage, de ventilation, d'éclairage, de sécurité et de gestion de l'énergie communiquent en temps réel, s'adaptant automatiquement aux besoins des utilisateurs et aux conditions environnementales. L'intelligence artificielle (IA) joue un rôle essentiel dans cette numérisation, apportant analyse, prévision et optimisation, tout en offrant de nouveaux avantages. Grâce à des technologies avancées, l'IA peut aider les bâtiments à gérer efficacement leurs ressources pour le confort des utilisateurs. Cependant, négliger les problèmes d'entretien peut poser des défis. Ainsi, ces bâtiments deviennent plus performants, durables et résilients dans ce contexte.

Ce chapitre se penchera plus en détail sur les définitions des bâtiments intelligents et leur évolution au fil du temps. Il traitera également des éléments essentiels ainsi que des objectifs principaux visés lors de leur conception et de leur mise en œuvre.

Définition d'un Bâtiment Intelligent (smart building) :[17]

Un **bâtiment intelligent**, souvent appelé **smart building**, est une construction qui mise sur une efficacité énergétique élevée. Il s'appuie sur des technologies de pointe, comme des capteurs, des systèmes d'automatisation et même l'intelligence artificielle, pour gérer de manière autonome et en temps réel des équipements essentiels tels que le chauffage, la ventilation, l'éclairage et la sécurité.

Source : https://i.pinimg.com

Ce qui est vraiment intéressant, c'est que ces bâtiments s'ajustent en fonction des besoins de leurs occupants et des conditions extérieures. L'objectif, ici, est de maximiser la consommation d'énergie tout en améliorant le confort et la sécurité des utilisateurs, le tout en minimisant l'impact sur notre environnement. En gros, ces structures sont pensées pour être flexibles, durables et performantes, répondant ainsi aux exigences modernes d'une gestion intelligente et responsable des ressources.

Différence entre bâtiment intelligent, connecté et durable :

Dans le domaine de la construction, les concepts de bâtiment intelligent, connecté et durable sont fréquemment évoqués ensemble, bien qu'ils ne représentent pas exactement la même

[17] https://www.advizeo.io/smart-buildings/smart-building-definition-principe/
https://www.synox.io/cat-smart-building/batiment-intelligent-definition/

réalité. Le bâtiment connecté se concentre sur l'interaction entre les équipements, le bâtiment intelligent sur l'automatisation et l'analyse des données, tandis que le bâtiment durable vise principalement à améliorer la performance environnementale et à diminuer l'empreinte écologique.

Dans une perspective de conception moderne, ces trois approches se complètent : la connectivité fournit les données nécessaires, l'intelligence permet d'optimiser les opérations, et la durabilité donne l'objectif global du projet.[18]

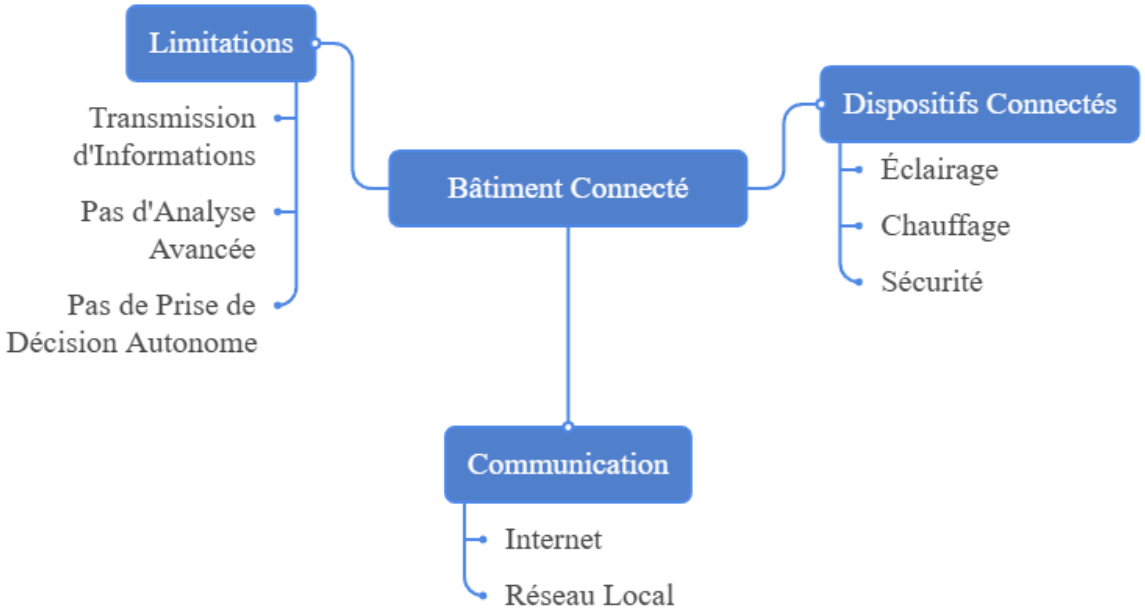


Schéma 08 : Bâtiment connecté : caractéristiques et limitation Source : auteurs

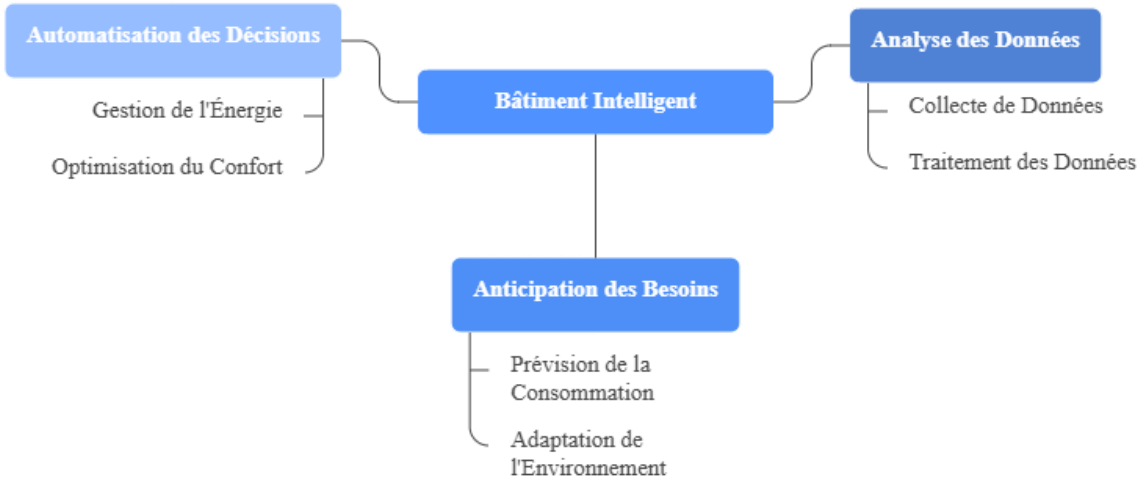


Schéma 09 : Bâtiment intelligent : capacité et actions Source : auteurs

[18] https://www.autodesk.com/
https://www.greenaffair.com/

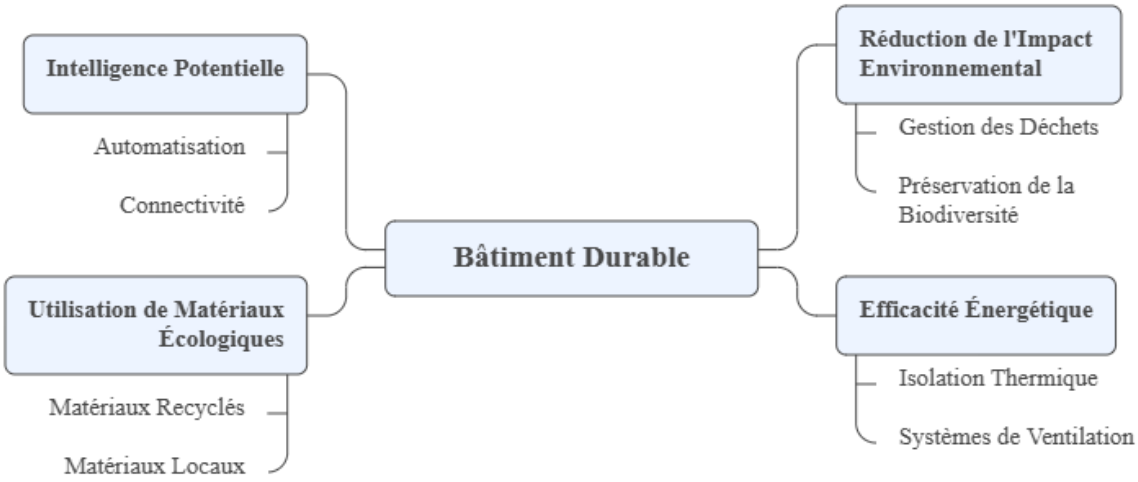


Schéma 10 : Bâtiment durable : principes et caractéristiques **Source : auteurs**

II. Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent :

1. Origines du concept[19]

Le concept de bâtiment intelligent, désigné en anglais par "intelligent building," est apparu à la fin des années 1970 et au début des années 1980, période marquée par des avancées rapides dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC). Les premiers exemples notables ont été observés aux États-Unis, notamment à New York, où plusieurs bureaux ont commencé à adopter des systèmes automatisés. Ces systèmes étaient principalement conçus pour gérer l'éclairage, le chauffage et la sécurité, représentant ainsi un tournant majeur dans l'architecture. En 1984, le terme "Intelligent Building" a gagné en notoriété grâce à la United Technology Building Systems Corporation (UTBS), qui a proposé une définition encore pertinente aujourd'hui : un bâtiment capable d'optimiser ses performances grâce à une gestion intégrée des diverses technologies. Cette approche novatrice.

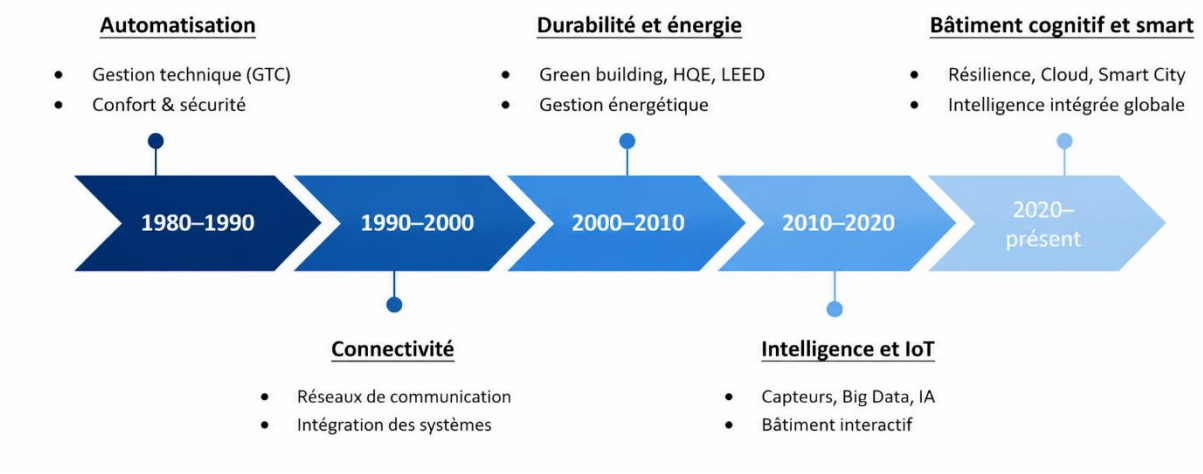


Schéma 11 : Aperçu historique sur le concept du bâtiment intelligent **Source : auteurs**

[19] https://web.itu.edu.tr/~onaygil/ebt614e/presentation_2.pdf
https://web.itu.edu.tr/~onaygil/ebt614e/IB_Definition.pdf

L'histoire du bâtiment intelligent reflète l'évolution des besoins humains, des technologies et des enjeux environnementaux.

D'un simple outil d'automatisation, le bâtiment intelligent est devenu un acteur central de la transformation numérique et écologique des villes modernes

Les enjeux des bâtiments intelligents :[20]

Le développement des bâtiments intelligents répond à des enjeux majeurs liés aux transformations énergétiques, environnementales et numériques du secteur de la construction. Ces enjeux influencent directement la conception, la gestion et l'exploitation des bâtiments modernes.

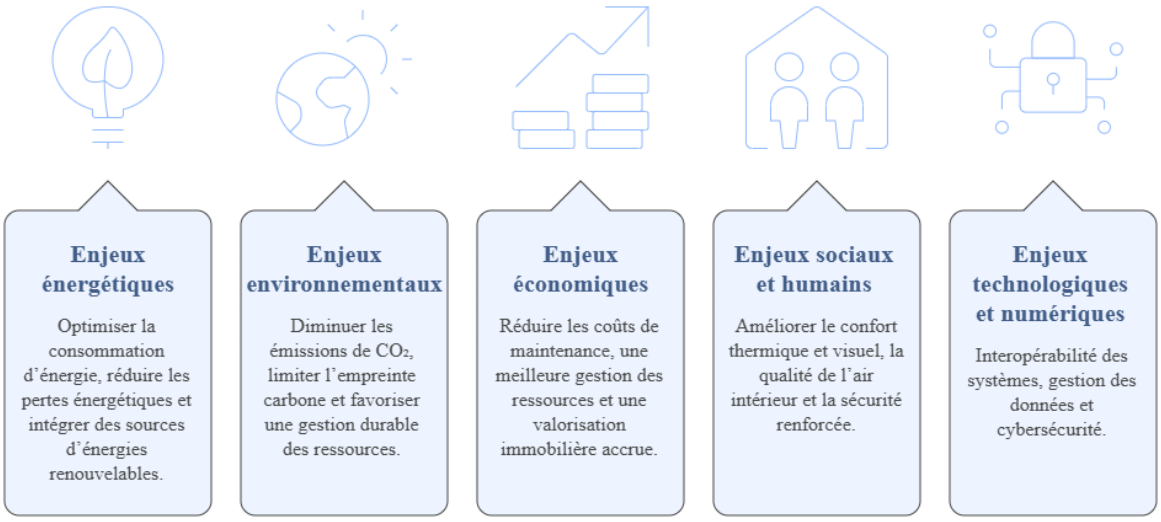


Schéma 12 : Les enjeux des bâtiments intelligents Source : auteurs

Architecture en couches d'un bâtiment intelligent :[21]

Le bâtiment intelligent repose sur une architecture organisée en plusieurs couches complémentaires.

1) **La couche physique** est la base du système. Elle regroupe les capteurs qui mesurent les paramètres du bâtiment, comme la température, l'humidité, la luminosité, la présence ou la qualité de l'air, ainsi que les actionneurs qui exécutent les ordres, comme le chauffage, la climatisation, l'éclairage ou les stores.
2) **La couche réseau** assure la transmission des données entre les différents équipements. Elle permet aux capteurs, aux actionneurs et aux systèmes de gestion de communiquer entre eux de manière fiable grâce à des protocoles comme Wi-Fi, Zigbee, KNX ou BACnet.
3) **La couche donnée** sert à centraliser, stocker et analyser les informations recueillies. C'est à ce niveau que l'intelligence artificielle peut intervenir pour détecter des anomalies, prévoir des besoins et optimiser le fonctionnement du bâtiment.

[20] https://blog.bio-ressources.com/
https://www.synox.io/
[21] https://data4u.io/blog
https://www.advizeo.io/smart-buildings/smart-building-definition-principe/

4) **La couche application** correspond à l'interface utilisée par les gestionnaires et les occupants. Elle comprend les tableaux de bord, les applications mobiles ou web, et les systèmes de supervision qui permettent de surveiller et de contrôler le bâtiment.

En résumé, ces couches permettent au bâtiment de collecter des données, de les transmettre, de les analyser et d'agir automatiquement pour améliorer le confort, la sécurité et la performance énergétique.

III. Les caractéristiques d'un bâtiment intelligent :[22]

Un bâtiment intelligent (ou "smart building") utilise des technologies avancées afin d'optimiser son fonctionnement. Voici ses principales caractéristiques :

- **Automatisation et contrôle :** gestion centralisée des équipements (CVC, éclairage) avec ajustement automatique selon l'usage et le climat.

- **Connectivité et IoT** : réseau de capteurs interconnectés permettant la collecte et la circulation des données en temps réel.

- **Efficacité énergétique :** réduction significative de la consommation grâce à une gestion intelligente et à l'intégration d'énergies renouvelables.
- **Confort des occupants :** adaptation des conditions intérieures (température, lumière, air) pour améliorer le bien-être.
- **Sécurité avancée :** systèmes intelligents de surveillance, de contrôle d'accès et de détection des risques.
- **Analyse de données :** exploitation des données via l'intelligence artificielle pour optimiser les performances et anticiper les pannes.
- **Flexibilité et évolutivité :** capacité d'adaptation aux évolutions technologiques et aux besoins futurs.

[22] https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/domotique/batiments-intelligents
https://www.smartbuildingsinuse.be/wp-content/uploads/2024/06/x01_Livre_Blanc_Smart_Building.pdf
https://www.advizeo.io/smart-buildings/smart-building-definition-principe/

• **Développement durable :** réduction de l'impact environnemental et gestion optimisée des ressources.

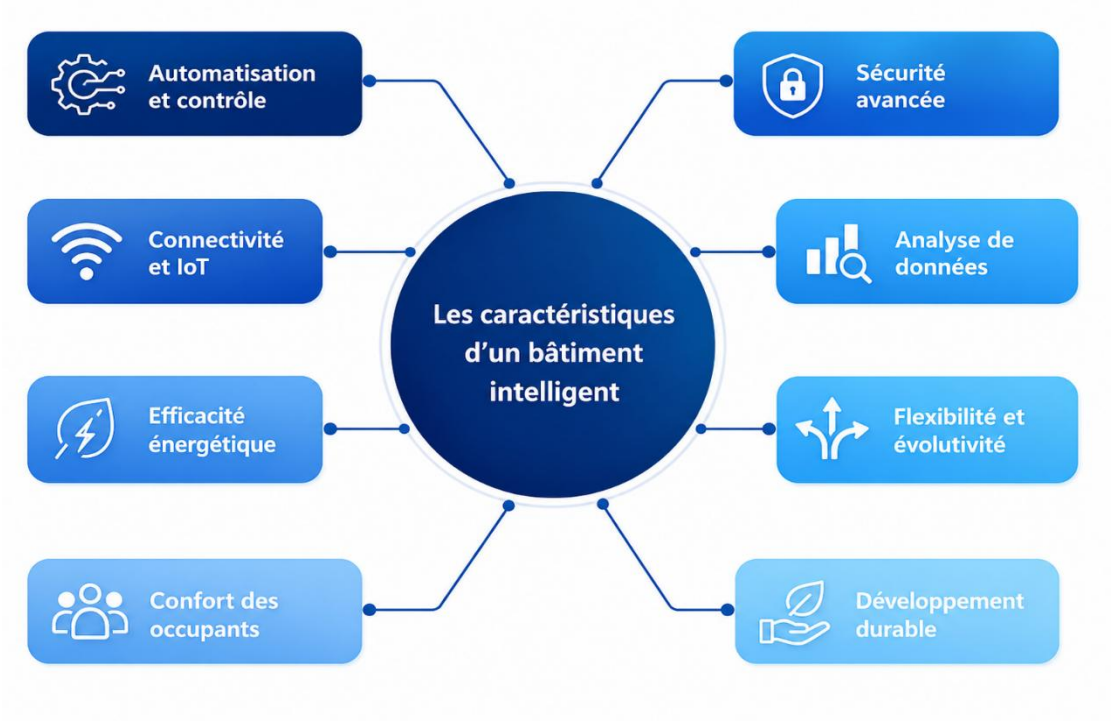


Schéma 13 : Les caractéristiques d'un bâtiment intelligent Source : auteur

Ces caractéristiques font du bâtiment intelligent une solution durable à haut rendement, économiquement viable et respectueuse de l'environnement, tout en améliorant dans une large mesure la qualité de vie et de travail de ses utilisateurs.

IV. Les composants conceptuels d'un bâtiment intelligent :[23]

Un bâtiment intelligent repose sur un ensemble de composants interconnectés qui assurent son fonctionnement optimal. Ces éléments combinent des technologies physiques (capteurs, actionneurs), des systèmes numériques (plateformes de gestion, réseaux) et des outils d'analyse avancés (intelligence artificielle).

[23] https://www.omadanetworks.com/fr/blog/1430/les-smart-buildings-ont-besoin-d-un-r%C3%A9seau-robuste-et-%C3%A9volutif/
https://www.requea.com/avenir-iot.html

Schéma 14 : Les composants conceptuels d'un bâtiment intelligent **source : auteurs**

L'interaction entre ces composants permet au bâtiment de collecter des données, de les analyser en temps réel et d'adapter automatiquement son comportement, afin d'optimiser la performance énergétique, le confort des occupants et la sécurité.

Définition de la domotique :

La domotique fait référence à l'ensemble des technologies et systèmes intégrés qui permettent d'automatiser et de contrôler à distance les divers équipements d'un logement, y compris l'éclairage, le chauffage, la sécurité, ainsi que les appareils électroménagers. Elle s'appuie sur l'intelligence artificielle et l'internet des objets (IoT) pour optimiser la réactivité et l'efficacité des bâtiments. Le mot "domotique" provient du latin "**domus**" (maison) et du grec "**tique**" (art), ce qui se traduit littéralement par "l'art de la maison intelligente"

Source : https://www.magnific.com/

Origine et évolution historique de la domotique :[24]

Les premières manifestations de la domotique, telles que les automatismes de volets roulants et les systèmes d'alarme, ont vu le jour dans les années 70, en grande partie en réponse aux crises pétrolières et à l'augmentation des coûts énergétiques.

Dans les années 80, le terme ainsi que les technologies associées ont pris une ampleur plus significative, grâce à l'émergence de l'informatique à domicile, de nouveaux protocoles de communication et le concept de « maison automatisée ».

Cependant, c'est véritablement au cours des années 2000 que la domotique a connu un essor considérable, porté par la diffusion d'Internet, des objets connectés (IoT) et des réseaux sans fil, permettant ainsi de transformer des systèmes isolés en foyers « connectés et intelligents »

Période	Événements marquants	Avancées technologiques
➢ Débuts (années 1960-1970)	▪ Naissance des premiers systèmes automatisés pour la maison.	▪ Introduction des premiers appareils connectés comme les thermostats.
➢ Années 1980-1990	▪ Apparition des protocoles de communication pour la domotique	▪ Mise en place de réseaux locaux pour interconnecter les appareils.
➢ Années 2000	▪ Démocratisation des maisons intelligentes	▪ Développement d'applications mobiles et de capteurs IoT
➢ Depuis les années 2010	▪ Explosion des assistants vocaux (ex : Alexa, Google Assistant)	▪ Intégration de l'intelligence artificielle dans les systèmes domotiques

Tableau de l'évolution historique de la domotique

[24] https://www.caminteresse.fr
https://www.elecstore.fr/histoire-fascinante-domotique-debuts-aujourd-hui/

Les composants et systèmes domotiques :[25]

Les composants et systèmes domotiques se composent principalement de trois types d'éléments essentiels :

Les capteurs : également appelés détecteurs, sont des appareils conçus pour collecter des données concernant l'environnement ou le domicile. Ils sont capables de mesurer divers paramètres physiques, tels que la température, l'éclairement, l'humidité, la détection de présence, ainsi que des éléments comme la fumée et le gaz, sans oublier les indicateurs biométriques. On distingue les capteurs actifs, qui produisent un signal, des capteurs passifs, qui dépendent d'une source d'alimentation externe.

Capteurs de température et d'humidité

Capteur de fuite d'eau

Capteur de qualité de l'air

Capteur de mouvement

Capteur d'énergie

Figures : les types de capteurs de construction intelligentes

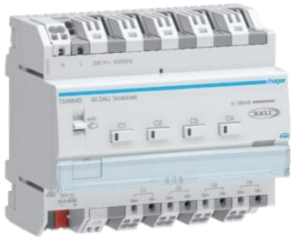
Source : https://www.minew.com/fr/guide-of-smart-building-sensors/

Les actionneurs :[26] également appelés modules récepteurs, sont responsables de la réception des instructions provenant des systèmes de contrôle et de l'exécution d'actions physiques. Cela peut inclure des tâches telles que l'ouverture ou la fermeture de volets, l'allumage ou l'extinction des lumières, la régulation du chauffage, ou encore l'activation d'un système d'alarme. En effet, les actionneurs jouent un rôle clé en transformant les signaux électriques en mouvements ou en changements physiques au sein de la maison.

[25] https://www.voseconomiesdenergie.fr/travaux/domotique/capteurs-et-alarmes
[26] https://fr.scribd.com/document/575110673/Chapitre-5
https://www.techniques-ingenieur.fr/

Actionneur de commutation

Actionneur de chauffage



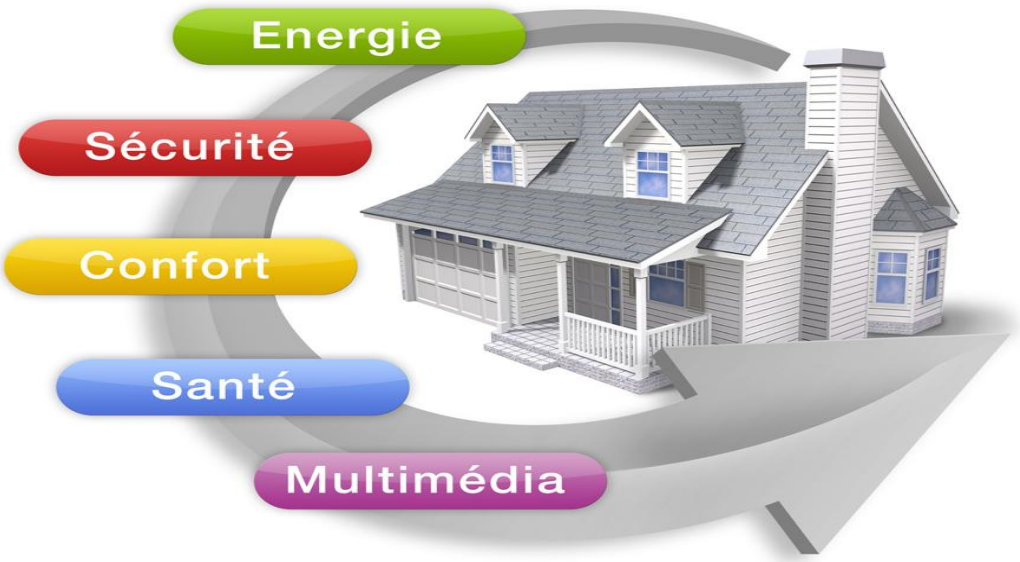
Actionneur d'éclairage

Source : https://hager.com/fr/

Interfaces : Elles facilitent l'interaction entre l'utilisateur et le système de domotique. Cela englobe les interfaces matérielles (panneaux de contrôle, interrupteurs), les interfaces numériques (applications sur smartphones, interfaces en ligne), ainsi que les technologies de communication (réseaux câblés, Wi-Fi, Bluetooth, et CPL). Grâce à l'interface, il est possible de contrôler, programmer et surveiller les appareils connectés.[27]

Principe de fonctionnement de la domotique :[28]

Dans un bâtiment intelligent, la domotique opère en recueillant des informations grâce à des capteurs, en traitant ces données au moyen d'un centre de contrôle ou d'un système intelligent, puis en mettant en action des dispositifs pour automatiser les installations du bâtiment, tout en offrant une gestion aisée via des interfaces.



Fonctionnement de la domotique
Source : https://sapiutalencon.wordpress.com/

[27] https://www.techniques-ingenieur.fr/
[28] https://www.dovit.com/blog/systeme-domotique-qu-est-ce-que-c-est-et-comment-ca-fonctionne/

L'immotique dans le bâtiment intelligent :

Définition de l'immotique :[29]

L'immotique fait référence à l'ensemble des technologies, systèmes et infrastructures numériques destinés aux bâtiments à usage tertiaire, tels que les bureaux, hôpitaux, centres commerciaux et établissements publics. Elle s'apparente à la domotique, mais s'applique à une échelle plus vaste, celle des bâtiments professionnels, où les exigences en matière de gestion, de sécurité, de performance énergétique et d'exploitation technique sont plus rigoureuses.
Cette discipline repose sur l'intégration de systèmes centralisés qui permettent de surveiller, de contrôler, d'automatiser et d'optimiser les équipements techniques présents dans le bâtiment, tels que le chauffage, la ventilation et la climatisation (CVC), l'éclairage, la sécurité, la gestion de l'énergie et les réseaux.

Fonctionnent de l'immotique :

- Optimisation de la consommation d'énergie (diminution des dépenses et de l'impact environnemental).
- Augmentation du confort des utilisateurs (régulation de la température, gestion de l'éclairage, amélioration de la qualité de l'air, accessibilité).
- Renforcement de la sécurité des lieux (surveillance vidéo, systèmes de contrôle d'accès, détection des incendies).
- Gestion simplifiée pour les responsables grâce à des interfaces unifiées.
- Maintenance anticipative grâce à l'analyse de données.
- Interopérabilité entre divers systèmes techniques qui étaient auparavant autonomes.

Les éléments fondamentaux d'un système immotique :

Capteurs et actionneurs :

Capteurs : température, niveaux de CO_2, luminosité, détection de présence, consommation d'énergie.

Actionneurs : vannes, moteurs de stores, variateurs de lumière, ventilateurs, serrures électroniques.

Réseaux de communication

- Bus KNX, BACnet, LonWorks.
- Réseaux IP, Wi-Fi 6, fibre optique.
- Protocoles IoT tels que LoRaWAN et Zigbee pour les dispositifs connectés.

Système de GTB / GTC (Gestion Technique du Bâtiment)

La GTB constitue le noyau de l'immotique :

- Elle supervise toutes les installations techniques

[29] https://www.bdc.ca/fr/articles-outils/boite-outils-entrepreneur/gabarits-documents-guides-affaires/glossaire/systeme-immotique

- Centralise les informations
- Prend des décisions de manière automatisée

Interfaces utilisateurs

- Tableaux de bord numériques destinés aux gestionnaires.
- Applications mobiles pour les utilisateurs (réservation de salles, ajustement de la température, etc.).
- Tablettes tactiles ou écrans muraux pour la gestion à distance.

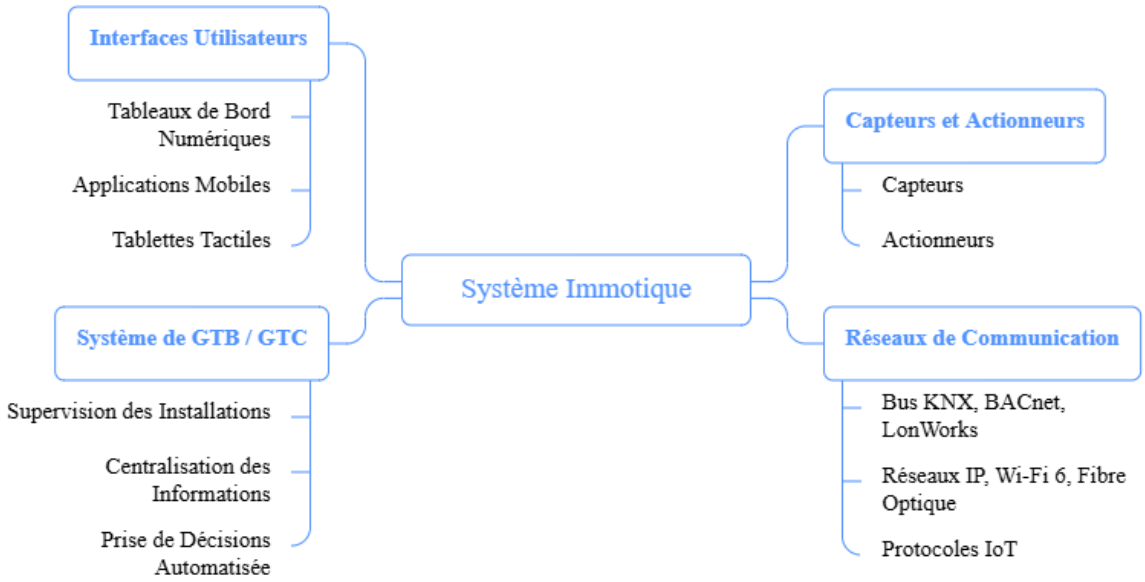


Schéma 15 : Les éléments fondamentaux d'un système immotique **Source : auteurs**

Fonctions essentielles de l'immotique :

Gestion énergétique avancée

- Programmation des appareils selon un calendrier.
- Ajustement automatique de la température en fonction de la présence des occupants.
- Optimisation de l'éclairage, qu'il soit naturel ou artificiel.
- Suivi des consommations en temps réel.

Sécurité et protection

- Contrôle d'accès à plusieurs niveaux (badges, reconnaissance biométrique).
- Vidéosurveillance intelligente.
- Détection des intrusions et des incendies.
- Gestion des sorties de secours.

Confort et bien-être

- Régulation automatique de la climatisation.
- Gestion astucieuse de l'éclairage.
- Surveillance et amélioration de la qualité de l'air intérieur (IAQ).

Gestion des équipements techniques

- Suivi des installations (ascenseurs, chaudières, groupes électrogènes).
- Notifications en cas de problème.

- Maintenance prédictive.

Analyse des exemples bâtiment intelligent :

Diagnostics Innovation Center (Allemagne) :

Fiche technique :

Localisation	Allemagne
Hauteur	33 m
Capacité :	1000 chercheurs et employés
Nombre d'étages	7 étages
Structure du bâtiment	**Structure hybride** : • Béton armé pour les laboratoires • Bois pour les bureaux
Surface	35 500 m²

https://www.bionity.com/

https://www.roche.com/

Aspects des techniques intelligents dans le projet :[30]

Automatisation des laboratoires	• Systèmes robotisés pour le pipetage • Transfert automatisé des échantillons • Système de stockage centralisé automatisé.
Digitalisation	• Suivi électronique des échantillons • Analyse des donnés en temps réel • Systèmes intégrés aux dispositifs médicaux.
Flexibilité spatial	• Laboratoires modulables • Plafonds techniques permettant la reconfiguration des équipements • Zones collaboratives pour les chercheurs.

[30] https://swissroc.ch/fr
https://blog.bulldozair.com/fr/the-edge-le-futur-des-constructions-intelligentes-et-durables
https://www.ube.ac.uk/whats-happening/articles/the-edge-amsterdam/

Synthèse :

L'incorporation de technologies avancées métamorphose le centre en un système de santé performant, optimisant la précision des diagnostics, l'efficience opérationnelle et l'excellence des soins. Ainsi, la technologie s'avère être un composant crucial dans l'opération des établissements médicaux contemporains.

La Mayo Clinic

La Mayo Clinic, souvent considérée comme le meilleur hôpital au monde, est vraiment un exemple en matière d'hôpital intelligent. Mais, ce n'est pas juste une question d'ajouter des gadgets à la mode. Leur méthode va bien au-delà : elle s'appuie sur une vraie fusion entre l'architecture, l'intelligence artificielle et l'automatisation. C'est un peu comme si tout était pensé pour travailler ensemble, et pas juste des trucs technologiques pour le plaisir.

https://alumniassociation.mayo.edu/

https://www.cannondesign.com/

Aspects des techniques intelligents dans le projet :[31]

La Mayo Clinic utilise **l'IA** d'une manière assez intéressante. Ce n'est pas juste pour le diagnostic médical, mais aussi pour gérer tout le campus. Par exemple, ils ont des systèmes d'IA qui analysent en temps réel les mouvements dans les blocs opératoires. Cela aide à optimiser les flux de travail et à réduire les temps d'attente, ce qui est super utile.

Ensuite, il y a **la maintenance prédictive**. Les infrastructures comme le chauffage, la ventilation et l'électricité sont équipées de **capteurs IoT**. Ces capteurs prévoient les pannes avant qu'elles ne se produisent. Ça garantit que les soins continuent sans interruption.

Enfin, l'infrastructure informatique est fusionnée avec la gestion des bâtiments. Cela crée une convergence numérique qui rend tout plus efficace.

[31] https://www.mayo.edu/
https://news.mayocliniclabs.com/

Composants	Technologie	Impact
Energie	Capteurs d'occupation & Smart Grid	Réduction de l'empreinte carbone
Soins	IA & Objets connectés (Wearables)	Suivi continu et personnalisé du patient
Gestion	Plateforme de données unifiée	Aide à la décision clinique et administrative

Synthèse :

L'intelligence artificielle, comme le souligne la Mayo Clinic, ne se limite pas simplement au diagnostic médical. Elle joue aussi un rôle clé dans l'amélioration des opérations internes des hôpitaux et la gestion des flux. Par exemple, des systèmes sont en place pour mieux gérer les ressources et optimiser les workflows cliniques. C'est un peu comme si l'IA aidait à rendre tout cela plus fluide et efficace, ce qui est essentiel dans le milieu hospitalier.

L'Ospedale San Raffaele (smart hospital) (Milan)

Source : https://www.architonic.com/de/pr/ospedale-san-raffaele/20265935/

Fiche Technique :

Localisation	Milan, Italie
Type	Hôpital universitaire et centre de recherche
Date de construction	1969–1971
Nombre de blocs opératoires	37
Robots chirurgicaux	4
Laboratoires de recherche	+100

Aspects des techniques intelligents dans le projet :

Domaine	Technologie	Impact sur les soins et ls recherche
Médecine de Précision et IA	Plateforme de Données Intelligente (Azure, Big Data)	• Accélère les recherches cliniques et permet des analyses à grande échelle pour la médecine sur mesure.
	Algorithmes d'Intelligence Artificielle	• Aide à un diagnostic précoce, anticipe l'évolution de la maladie et renforce la précision des traitements.
Connectivité et Suivi Patient	Télémédecine et Plateforme de Soins à Distance	• Facilite le suivi des patients atteints de maladies chroniques ou fragiles, diminue les hospitalisations non nécessaires et favorise l'adhésion aux traitements.
	Capteurs Portables (Wearable Sensors) et IoT	• Permet l'autosurveillance, la collecte instantanée de données physiologiques et la prescription personnalisée d'activités physique
Intervention et Réhabilitation	Robotique Chirurgicale	• Augmentation de la précision lors des interventions, avec des techniques moins invasives telles que la laparoscopie robotique.
Opérations et Logistique	Systèmes de Gestion de Bâtiment (BMS)	• Optimisation de l'efficacité énergétique, des flux de personnes et de l'entretien des équipements de pointe (TCO/IRM).

Synthèse :

L'Ospedale San Raffaele se présente comme un hôpital intelligent de nouvelle génération, alliant excellence clinique, recherche de pointe et technologies avancées, le tout dans un cadre durable et fonctionnel. Ce projet met en lumière l'évolution du modèle hospitalier vers une plus grande efficacité, une précision médicale accrue et une humanisation des soins.

Définition de l'intelligence artificielle :

L'intelligence Artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui a pour objectif d'équiper les machines d'une forme d'intelligence semblable à celle des humains.

Son but est de permettre aux systèmes technologiques d'apprendre de leurs expériences, de saisir leur environnement, de raisonner face à des défis, de prendre des décisions de façon autonome et d'interagir avec leur milieu, que ce soit par la voix, l'image ou le geste. En se basant sur l'analyse de grands ensembles de données, l'IA cherche à reproduire certaines aptitudes humaines telles que l'apprentissage, la perception ou la créativité afin de proposer des solutions plus justes, efficaces et adaptées aux besoins des individus et de la société.

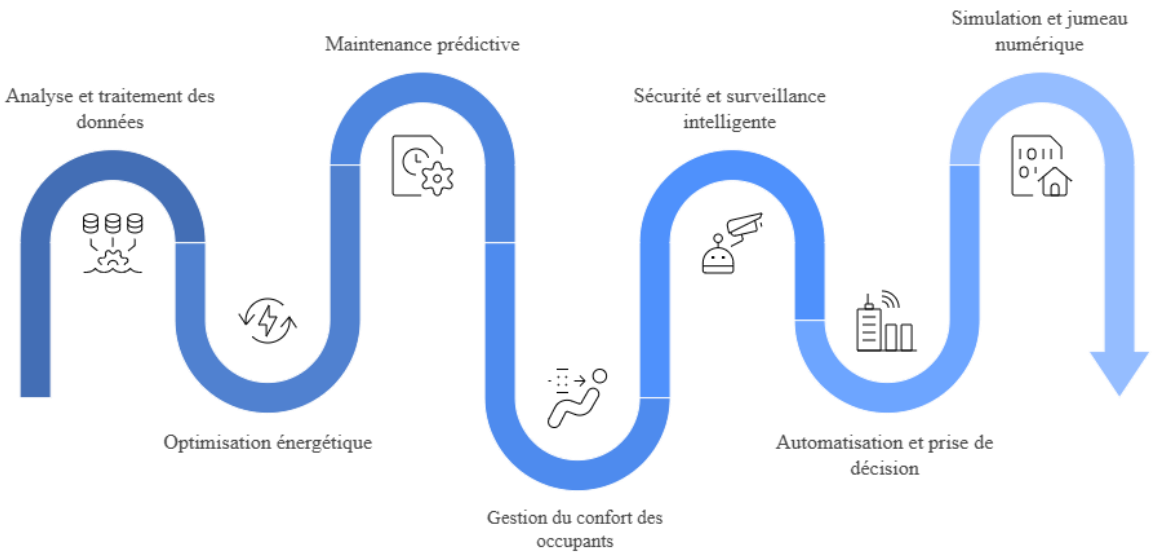


Schéma 16 : Les tâches de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent

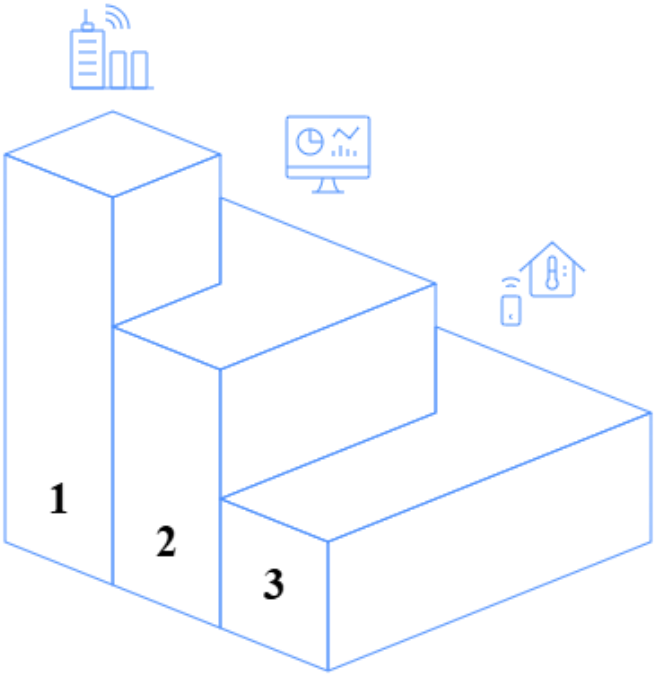
Source : auteurs

Les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle :

Les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle dans les bâtiments intelligents reposent sur trois éléments clés :

- Tout d'abord, il y a la collecte massive de donnés en temps réel grâce à des capteurs IoT, qui surveillent divers systèmes du bâtiment tels que le chauffage, la ventilation, l'éclairage et la sécurité.
- Ensuite, ces données sont soumises à une analyse approfondie par le biais d'algorithmes d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle. Cela permet d'identifier des anomalies, d'anticiper les besoins de maintenance (maintenance prédictive) et d'optimiser l'efficacité énergétique.

- Enfin, l'automatisation et le contrôle des équipements du bâtiment sont réalisés via des systèmes de gestion technique (GTB) intégrés, qui ajustent en temps réel les ressources utilisées en fonction des besoins réels des occupants et des conditions extérieures.



Collecte de données

Utiliser des capteurs IoT pour collecter des données en temps réel à partir de divers systèmes de bâtiment.

Analyse des données

Appliquer des algorithmes d'apprentissage automatique et d'IA pour analyser les données collectées.

Automatisation et contrôle

Intégrer des systèmes de gestion technique pour automatiser et contrôler les équipements du bâtiment.

Schéma 17 : Les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle
Source : auteurs

Les principales applications de l'intelligence artificielle (IA) dans les bâtiments intelligents (smart buildings) :

Sont nombreuses Voyons donc les applications les plus fréquentes :

Energie managée de façon optimale : L'IA se charge d'analyser en temps réel les données envoyées par les capteurs (indiquant occupation, température, éclairage naturel, etc.) afin de gérer automatiquement le fonctionnement du chauffage, de la climatisation, de l'éclairage et autres systèmes de régulation thermique, fluides et électriques en adéquation avec la consommation réelle pour minimiser les dépenses, mais tout en garantissant le confort d'usage. Les économies d'énergie sont conséquentes.

Maintenance prédictive : Les algorithmes détectent les anomalies et anticipent les défaillances des équipements techniques (chauffage, ventilation, ascenseurs…) pour organiser leurs interventions avant que ne se produisent les plus graves des pannes, permettant de minimiser leurs coûts de réparation et les temps d'indisponibilité.

Renforcement de la sécurité : L'intelligence artificielle est intégrée dans les dispositifs de vidéosurveillance pour analyser instantanément les comportements inhabituels ou détecter des intrusions. La reconnaissance faciale et les systèmes d'accès intelligents renforcent également la sécurité : ils permettent de contrôler de manière automatisée les accès aux bâtiments.

Amélioration du confort : Les bâtiments intelligents peuvent moduler en continu les conditions ambiantes (température, éclairage, qualité de l'air) en fonction des souhaits de chaque occupant, contribuant ainsi à leur satisfaction et à leur productivité.

Automatisation et pilotage des chantiers : au cours de la phase de construction même, l'intelligence artificielle permet d'assurer le suivi du chantier avec précision, d'optimiser la planification, d'évaluer les risques, puis d'automatiser tout ou certaines tâches répétitives ou à risque.

Gestion de la mobilité et intégration urbaine : elle contribue à gérer la recharge des véhicules électriques en fonction des disponibilités du réseau et des besoins, et fait le lien entre le bâtiment et son environnement urbain pour optimiser l'impact environnemental et l'accessibilité.

Les jumeaux numériques : Simulations et essais sont réalisés sur la réplique numérique du bâtiment, le jumeau numérique, qui réunit des données variées pour tester différents scénarios d'optimisation énergétique, de maintenance et d'usage.

Sources: https://link.springer.com/ article *"A Reference Architecture for IoT-Enabled Smart Buildings*

MDPI – revue *Smart Buildings (2024)*

Ces applications démontrent comment l'IA transforme les bâtiments en systèmes autonomes, durables et interactifs, améliorant la performance globale et l'expérience des utilisateurs tout en contribuant à la transition énergétique[32]

[32] https://www.smartbuildingsalliance.org/quel-role-de-lia-dans-lecosysteme-des-smart-cities-smart-homes-et-smart-buildings
https://biblus.accasoftware.com/fr/intelligence-artificielle-en-architecture-8-exemples-dapplication/

Les avantages de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent :

L'intelligence artificielle apporte de nombreux avantages au bâtiment intelligent. Elle permet d'abord d'optimiser la consommation énergétique en ajustant automatiquement le chauffage, la climatisation et l'éclairage selon les besoins réels du bâtiment. Elle contribue aussi à la maintenance prédictive en détectant les anomalies avant les pannes, ce qui réduit les coûts et améliore la durabilité des équipements.

Par ailleurs, l'IA améliore le confort des occupants en adaptant en continu les conditions intérieures, comme la température et la qualité de l'air. Elle renforce également la sécurité grâce à la surveillance intelligente et à la détection rapide des incidents. Enfin, elle facilite l'automatisation et la gestion des ressources, tout en favorisant l'intégration du bâtiment dans les smart cities.

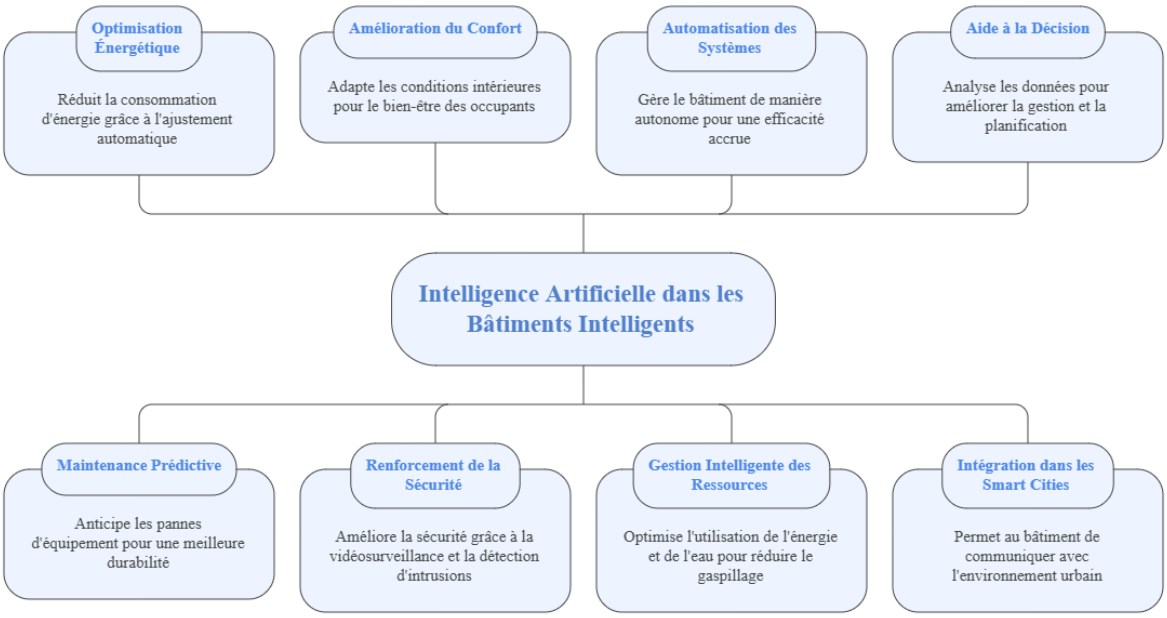


Schéma 19 : Les avantages de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent

Source : auteurs

Conclusion :

En définitive, le bâtiment intelligent constitue une évolution majeure dans les domaines de l'architecture et de la construction, en réponse aux défis actuels liés à la transition énergétique, à la transformation numérique et à l'amélioration du cadre de vie. L'intégration de technologies telles que l'Internet des objets, les systèmes de gestion technique et l'intelligence artificielle permet de transformer le bâtiment en un système capable d'analyser, d'anticiper et de s'adapter en temps réel. Cette intelligence opérationnelle contribue à optimiser la consommation énergétique, à renforcer la sécurité, à améliorer le confort des occupants et à assurer une gestion plus rationnelle des ressources. Ainsi, le bâtiment intelligent ne représente pas seulement une innovation technologique, mais aussi une nouvelle manière de concevoir l'espace architectural, fondée sur la performance, la durabilité et l'intégration dans un écosystème urbain connecté. Il constitue ainsi une étape essentielle vers la construction des v

Chapitre 03 :
Analyse urbaine, analyse de site et programmation

Introduction :

La recherche d'un site qui accueille le projet est une étape très importante qui doit répondre à plusieurs critères sociaux, économique, environnementale…ect.

Donc on va faire une étude générale et urbaine de la wilaya d'Ain Temouchent en touchant toutes ces aspects afin de bien intégrer et adapter le projet avec le site.

1.1. Situation :

La wilaya de Ain témouchent ce situé dans le nord-ouest de l'Algérie.

Ain Témouchent est une. Ville méditerranéenne, géographiquement située :

- Latitude : 35°17.8494′ Nord
- Longitude : 1°8.4222′ Ouest
- L'altitude par rapport. Au niveau de La mer 240m

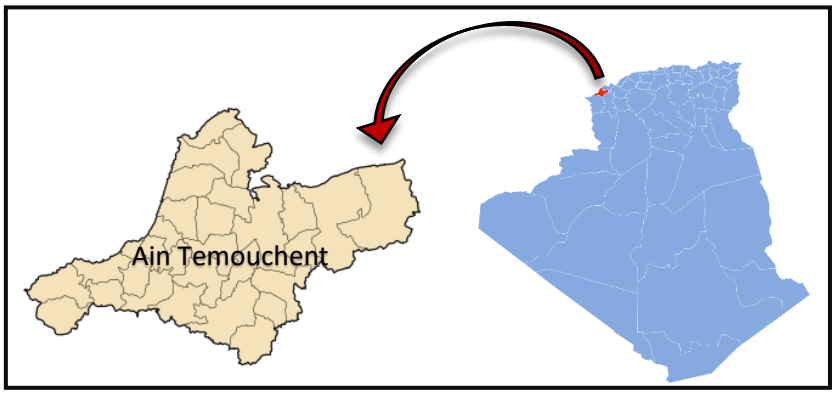


Figure 60 : localisation géographique de la wilaya de Ain Temouchent

Source : Google et modifié par Auteur

Le réseau routier de la wilaya d'Ain Témouchent se compose principalement de :

- Routes nationales : environ 328 km
- Chemins de wilaya : environ 235 km
- Chemins communaux : environ 570 km

Parmi les axes routiers majeurs traversant ou

Rel

µiant la wilaya d'Ain Témouchent :

- La Route Nationale N°35 (Ain Témouchent - Tlemcen),
- La Route Nationale N°2 (Oran - Ain Témouchent - Tlemcen)
- La route nationale N° 96 (Ain Témouchent – Sidi Bel Abbés)

Figure 61 : rayonnement de la wilaya avec les villes voisines

Source : https://www.viamichelin.fr/

- Ainsi que des axes complémentaires reliant la région Aux wilayas voisines.

1.2. Limite périmètre et surface :

Ain Témouchent a des limites avec :

- Nord-Ouest : La mer méditerranée
- Sud-Est : La wilaya de Sidi Bel Abbes
- Sud-Ouest : La wilaya de Tlemcen
- L'Est : La wilaya d'Oran

La superficie : 2 376,89 km².

1.3. Environnement climatique[33] :

Le climat : A la wilaya d'Ain Témouchent, la saison d'été est courte, humide, aride et dégagé, au contraire la saison d'hiver est longue, frisquet, venteux et partiellement nuageux.

1.3.1. Ensoleillement :

La longueur du jour à Ain Témouchent varie considérablement au cours de l'année. En 2025, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 47 minutes de jour ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 33 minutes de jour.

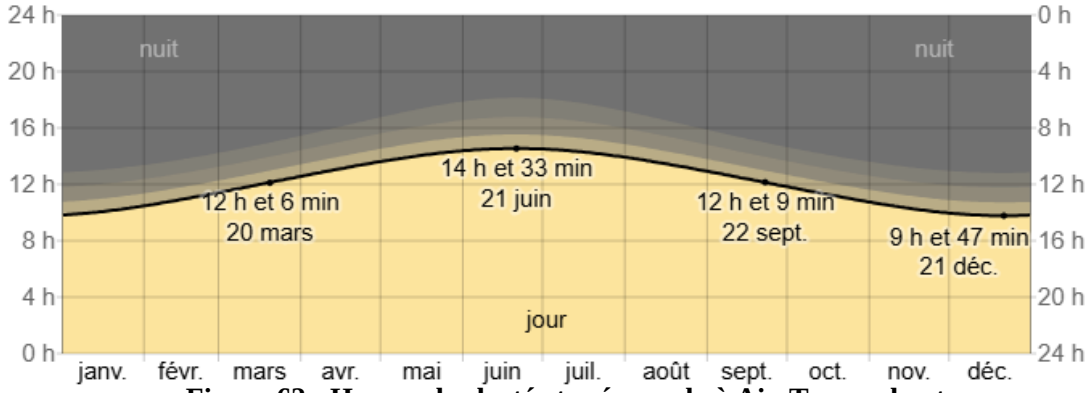


Figure 62 : Heures de clarté et crépuscule à Ain Temouchent

Source : https://fr.weatherspark.com

Le lever de soleil le plus tôt a lieu à 05 :49 le 12 juin et le lever de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 25 minutes plus tard à 08 :13 le 6 janvier. Le coucher de soleil le plus tôt a lieu à 17:51 le 5 décembre et le coucher de soleil le plus tardif a lieu 2 heures et 32 minutes plus tard à 20:23 le 29 juin.

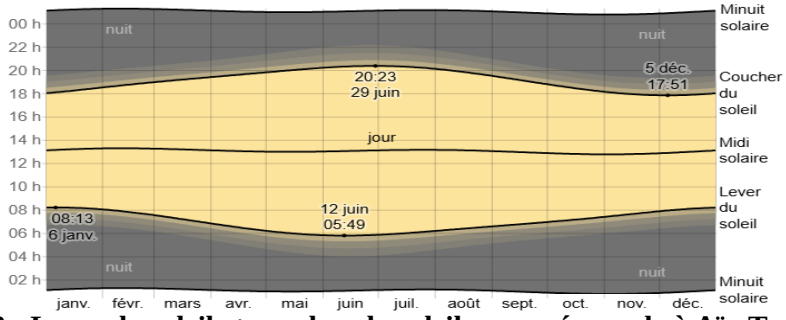


Figure 63 : Lever du soleil et coucher du soleil avec crépuscule à Aïn Temouchent

Source : https://fr.weatherspark.com

[33] https://fr.weatherspark.com

1.3.2. Vents (dominant saisonniers) :

La vitesse horaire moyenne du vent à Ain Temouchent connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 6,5 mois, du 2 novembre au 18 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,1 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année à Aïn Temouchent est février, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 17,2 kilomètres par heure.

Le vent vient le plus souvent du nord pendant 4,1 semaines, du 2 juillet au 31 juillet, avec un pourcentage maximal de 36 % le 6 juillet. Le vent vient le plus souvent de l'ouest pendant 11 mois, du 31 juillet au 2 juillet, avec un pourcentage maximal de 45 % le 1 janvier.

Figure 64 : Vent dominant d'Ain Temouchent

Source : https://www.google.com/search?q=https://d-maps.com/

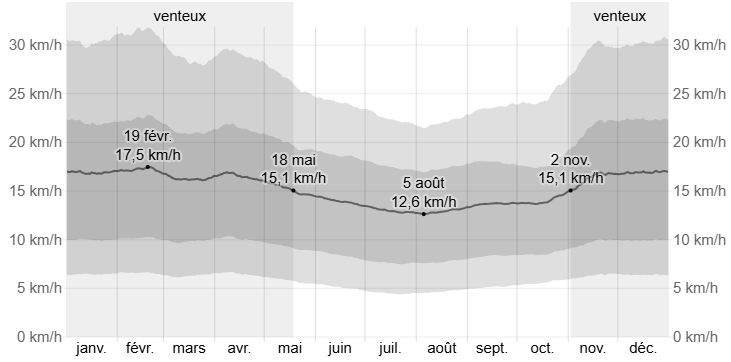


Figure 65 : Vitesse moyenne du vent à Ain Temouchent

Source : https://fr.weatherspark.com

1.3.3. Pluviométrie :

Ain Temouchent connaît des variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles.

La période pluvieuse de l'année dure 9,0 mois, du 7 septembre au 5 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. Le mois le plus pluvieux à Ain Temouchent est novembre, avec une chute de pluie moyenne de 53 millimètres.

La période sèche de l'année dure 3,0 mois, du 5 juin au 7 septembre. Le mois le moins pluvieux à Ain Temouchent est juillet, avec une chute de pluie moyenne de 2 millimètres.

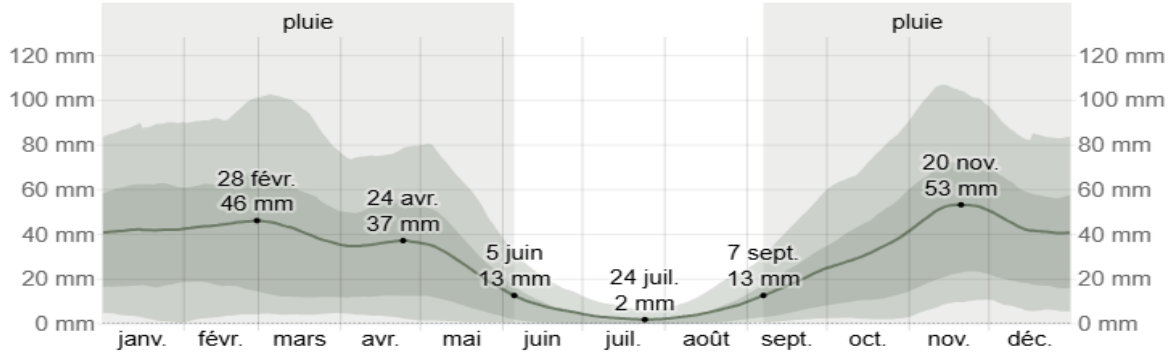


Figure 66 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Ain Temouchent

Source : https://fr.weatherspark.com

1.3.4. Température :

Au cours de l'année, la température de la wilaya d'Ain Témouchent varie généralement de 6 °C à 31 °C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 35 °C.

La saison très chaude dure 2,8 mois, du 24 juin au 18 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Aïn Temouchent est août, avec une température moyenne maximale de 30 °C et minimale de 20 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du 23 novembre au 21 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 18 °C. Le mois le plus froid de l'année à Aïn Temouchent est janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 15 °C.

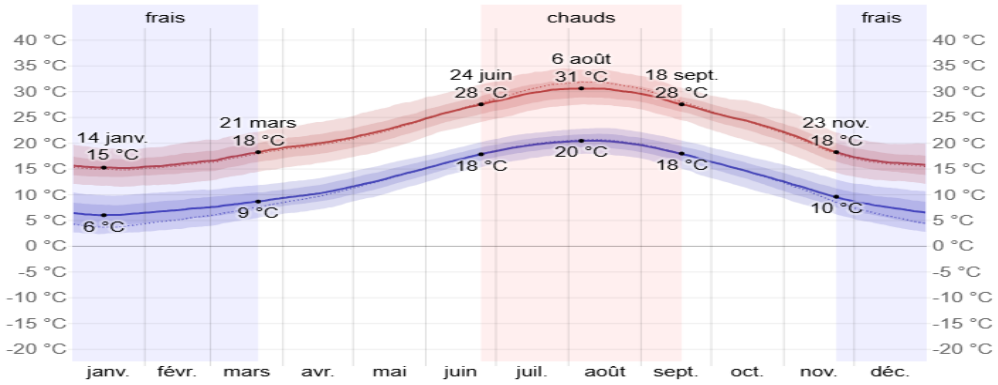


Figure 67 : Température moyenne maximale et minimale à Ain Temouchent

Source : https://fr.weatherspark.com

1.3.5. Humidité :

Ain Temouchent connaît des variations saisonnières extrêmes en ce qui concerne l'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année dure 3,6 mois, du 17 juin au 5 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 13 % du temps. Le mois ayant le plus grand nombre de jours lourds à Aïn Temouchent est août, avec 15,4 jours lourds ou plus accablants.

Le jour le moins lourd de l'année est le 14 février, avec un climat lourd quasiment inexistant.

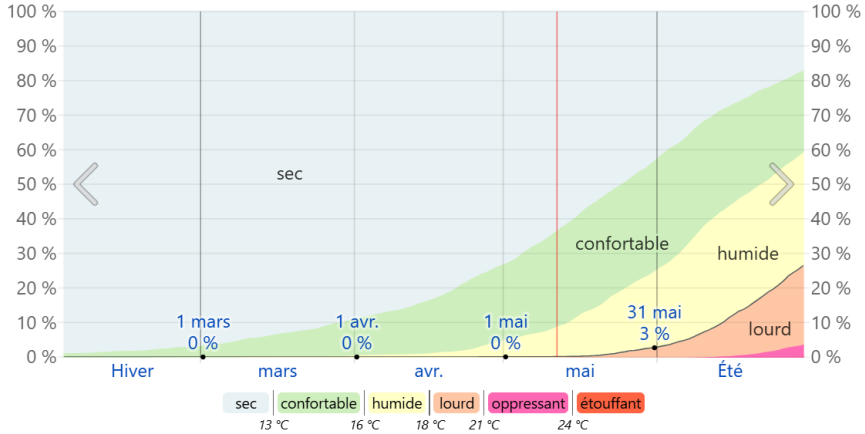


Figure 68 : Niveaux de confort selon l'humidité à Ain Temouchent

Source : https://fr.weatherspark.com

1.4. Environnement naturel :

1.4.1. Topographie :

La ville de Ain Temouchent est généralement plate légèrement accidentée.

1.4.2. Nature de sols (carte géotechnique) :

- Généralement Sol agricole

1.4.3. Hydrographie :

La wilaya d'Ain Témouchent présente un réseau hydrographique marqué par plusieurs oueds importants, le plus notable étant l'oued Senanne qui prend sa source dans des monts de Tessala au Sud (URBAT, 2012).

La wilaya est caractérisée par des eaux superficielles limitées et des ressources en eaux souterraines rares et précieuses.

1.4.4. Hydrogéologie[34] :

L'intérêt de la connaissance du cadre hydrogéologique s'impose pour l'étude du plan d'occupation des sols de la zone considérée, même si les niveaux des nappes aquifères, et autres sources et poches d'eau, sont très variables, tant du fait de leur épuisement systématique, que du cycle climatique saisonnier.

Les sols perméables sont souvent le siège de réserves d'eau non négligeables alimentant en eau la région pour l'irrigation agricole et pour l'utilisation domestique par puits. Les réserves d'eau jouent un rôle important dans la genèse des croûtes calcaires du sommet de la formation par le phénomène de battance entre périodes humides et périodes sèches

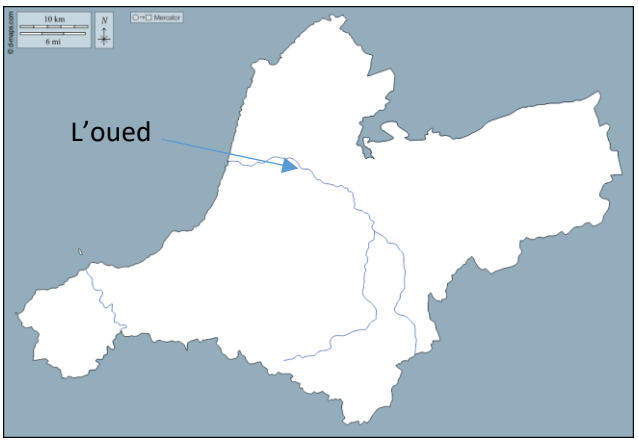


Figure 69 : Carte représentant l'oued qui traverse la wilaya

Source : https://www.google.com/search?q=https://d-maps.com/

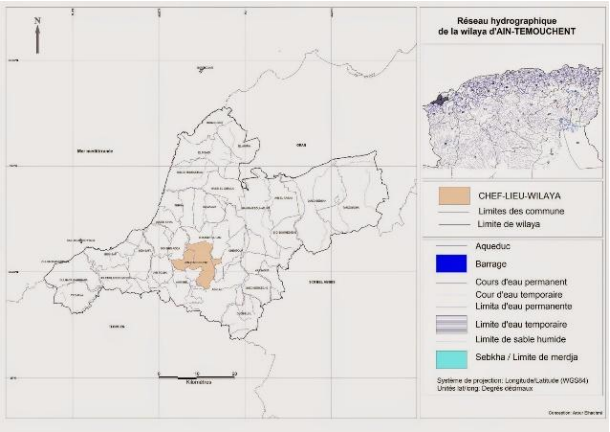


Figure 70 : Carte hydrographique de la wilaya d'Ain Temouchent

Source : https://dspace.univ-temouchent.edu.dz/

1.4.5. Végétation[35] :

[34] https://theses-algerie.com/1652182244707843/memoire-de-master/universite-abou-bekr-belkaid---tlemcen/etude-critique-du-dimensionnement-d-un-reseau-d-assainissement-a-l-aide-du-logiciel-swmm-storm-water-management-model-cas-de-la-localite-nord-est-de-ain-temouchent

[35] https://dspace.univ-temouchent.edu.dz/server/api/core/bitstreams/96edd5fe-014f-4470-8304-e1b08b6bf20b/content

La superficie forestière de la wilaya est de 29 592 Ha composée de forêts, de maquis et de broussailles avec un taux de couverture forestière de l'ordre de 12,56 %.

1.4.6. Risques naturels[36] :

Les risques naturels qui menacent la ville d'Ain Temouchent sont les inondations, les remontées d'eau vu la présence de nappes phréatiques, les failles sismiques, et la liquéfaction du sol. Nous avons regroupés ces risques dans la carte qui suit :

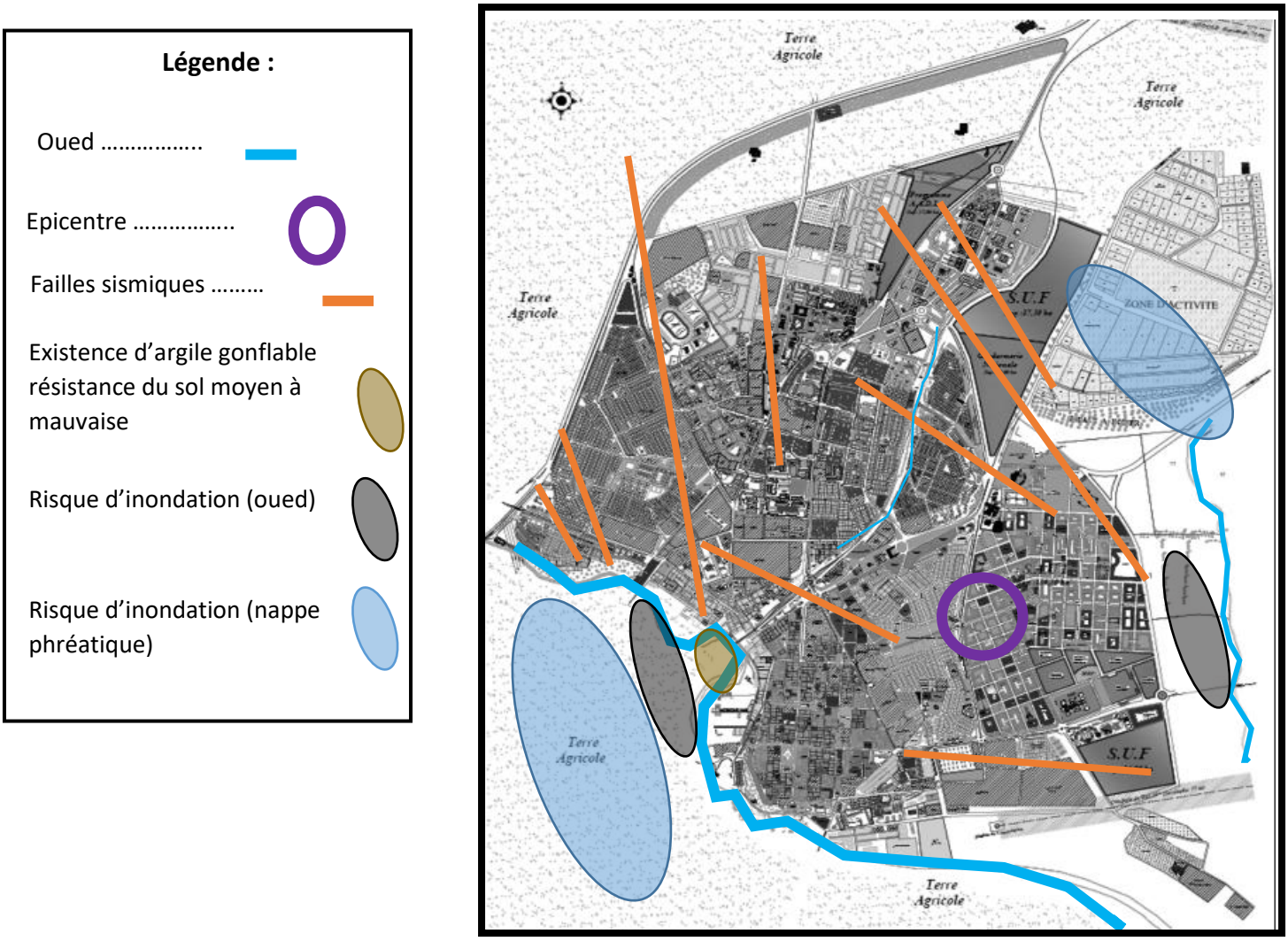


Figure 71 : Carte des risques naturels

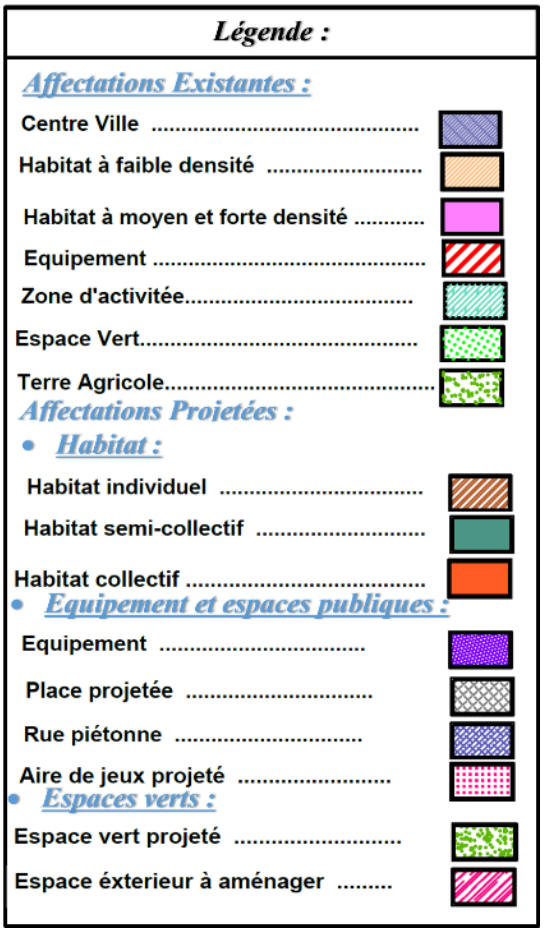
Source : PDEAU modifié par auteurs

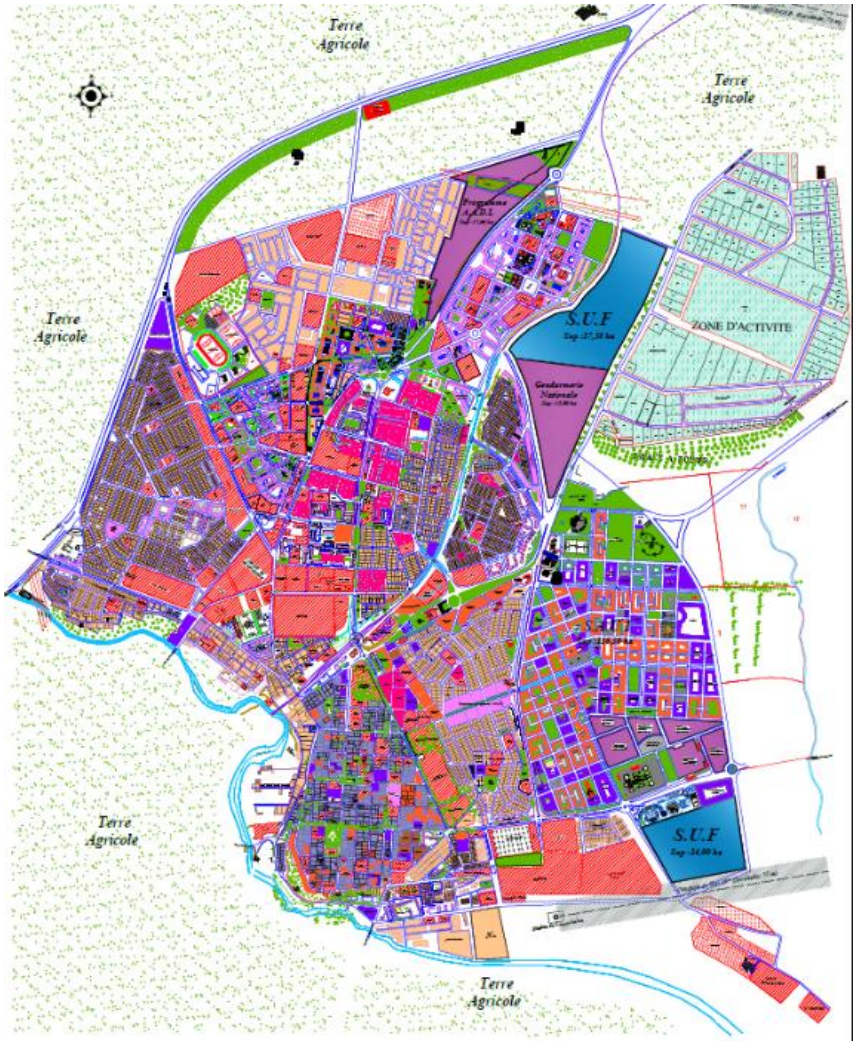
[36] https://www.academia.edu/63916767/Les_risques_naturels_et_artificiels_de_la_ville_d_Ain_Temouchent

1.5. Environnement bâti :

1.5.1. Trame urbaine :

La trame urbaine d'Ain Témouchent se structure autour d'un centre dense en damier avec des îlots résidentiels, desservi par des axes majeurs qui rayonnent vers la périphérie. Le tissu urbain intègre des zones fonctionnelles distinctes (habitat, zone d'activité, équipements publics…) avec des terrains agricoles qui entourent la wilaya. Aussi on marque une densité d'habitat surtout dans le centre de ville.





1.5.2. Accessibilité et voirie[37] :

La wilaya d'Ain Temouchent présente un réseau viaire hiérarchisé où les voies principales (en rouge) structurent l'accessibilité de la ville et la relient vers les communes voisines (Sidi Be labbes, Chabat, sidi Ben Adda, Aghlal...).

La région est dotée d'une infrastructure routière appréciable qui lui permet de bonnes liaisons internes et externes.

[37] PDEAU de Ain Temouchent et Auteur

Les voies secondaires (en bleu) relient entre les îlots résidentiels, on marquant une trame globalement régulière dans les extensions récentes et plus irrégulière près du centre.

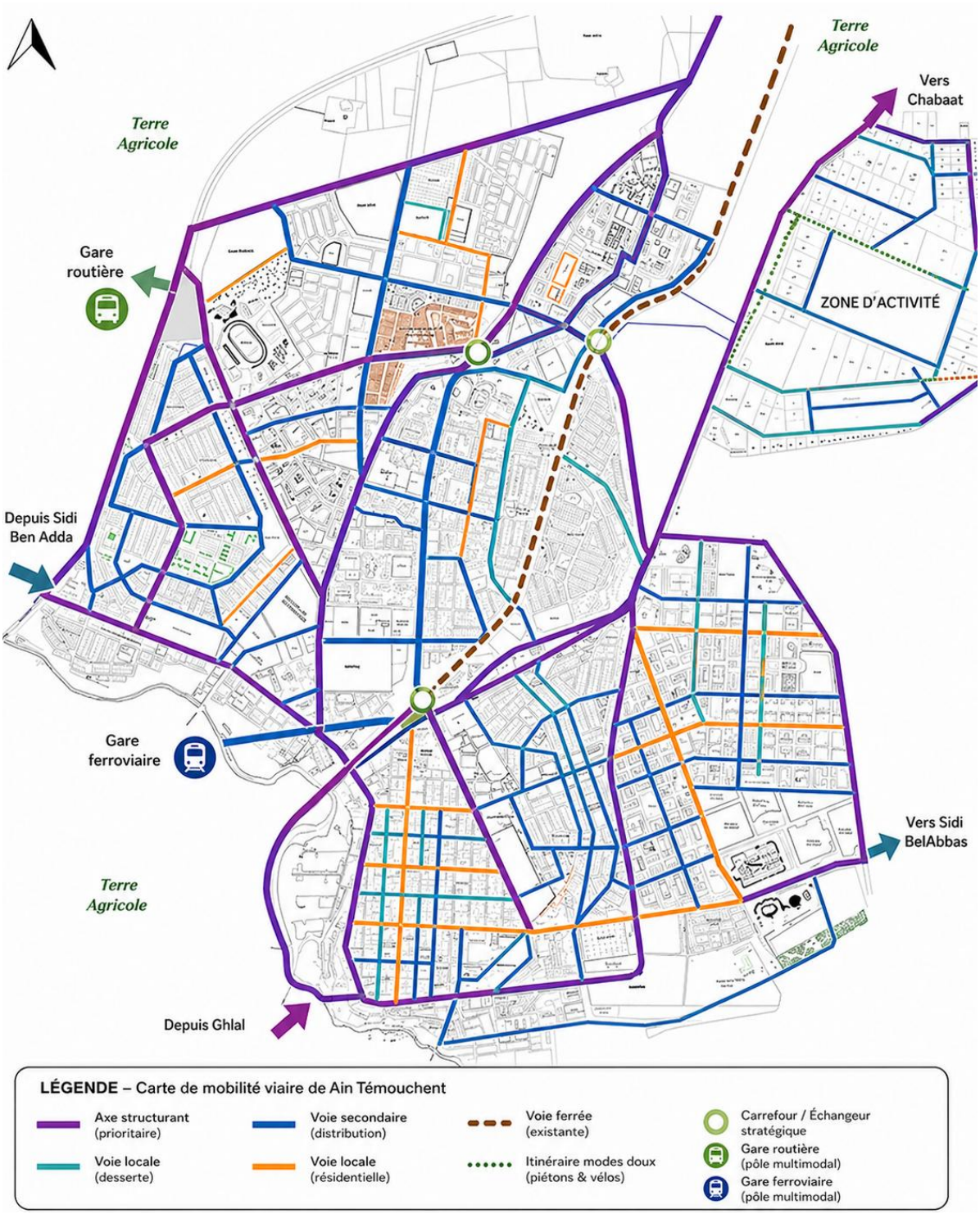


Figure 72 : Carte de Mobilité viaire

Source : auteurs

1.5.3. Typologie de bâti [38]:

Dans la ville de Ain Temouchent, on remarque une dominance de l'habitat individuel sous forme de lotissements au niveau des quartiers Hai Zeitoun, Baraka, une partie de Berouain Saïd, Omar Ibn Lkhatab, Hai 1er Mai ; et sous forme d'habitat colonial au niveau du centre-ville.

La ville possède aussi un pourcentage important de l'habitat collectif au niveau des quartiers : Djawhara, Akid Otman, une partie de Berouain Saïd, quartier Tounssi, quartier CNEP.

La commune bénéficie d'un niveau d'équipement appréciable dans toutes les fonctions. On distingue deux types d'équipements :

Les équipements de proximité : tels que les primaires, CEM, polyclinique, crèche ... etc.

Les équipements structurants : tels que l'hôpital, l'université, la wilaya[39] ... etc.

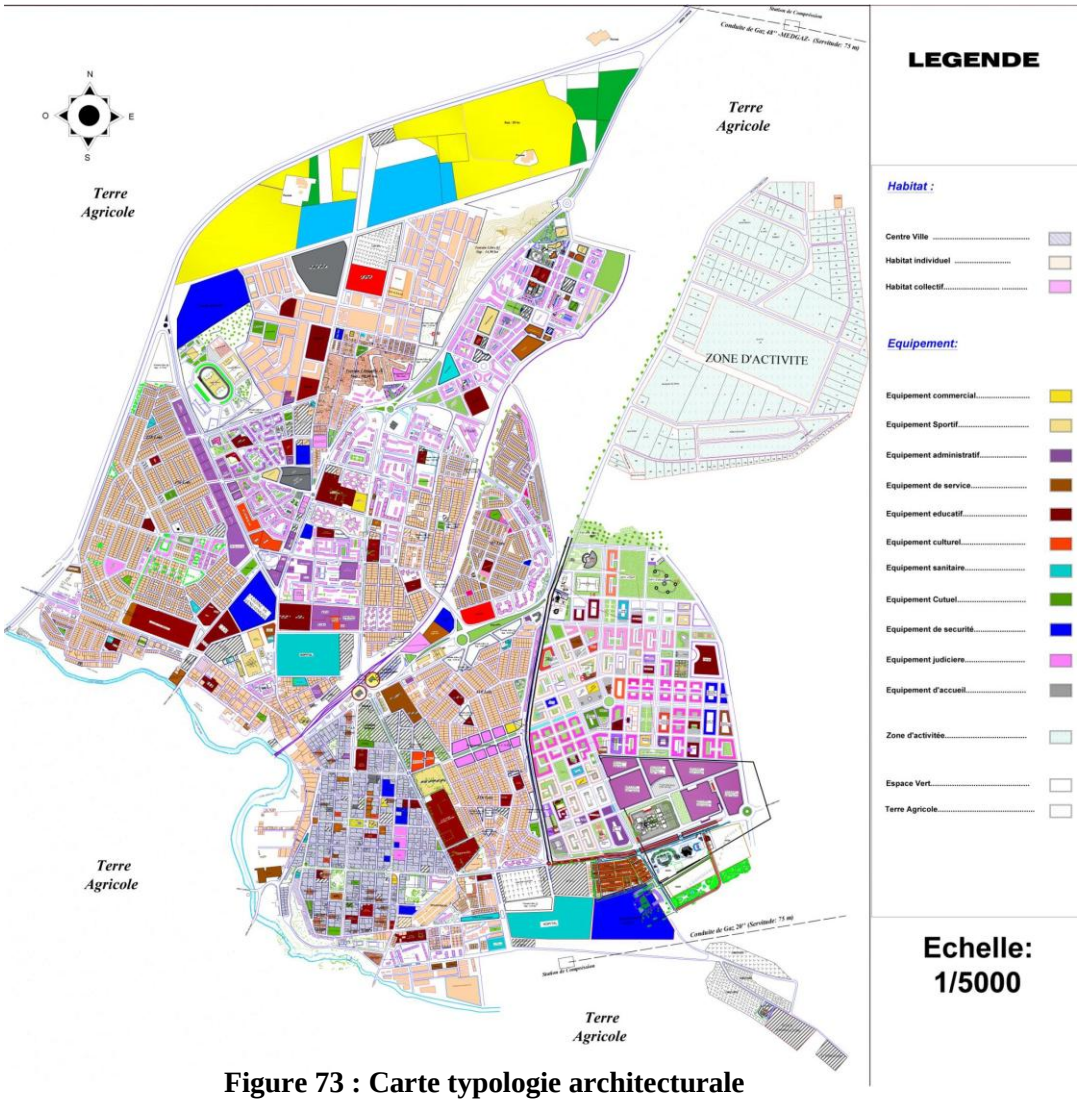


Figure 73 : Carte typologie architecturale

Source : PDEAU modifié par auteurs

[38] https://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/15704

1.5.4. Styles architecturaux :

La wilaya présente une diversité de styles architecturaux, On trouve le style colonial dans le centre de la ville et les villages comme Elmaleh. Le style moderne dans les habitats collectifs et semi collectif, Aussi le style contemporain dans les nouveaux équipements, Enfin le style vernaculaire dans certain ancien tissu.

1.5.5. Etat du bâti :

L'état du bâti d'Ain Témouchent se caractérise par une dualité entre un centre historique vieillissant nécessitant rénovation et des extensions urbaines récentes avec de nombreux programmes neufs en cours ou prévus, le tout dans un contexte de forte demande en logements.

Synthèse analyse Urbaine :

L'analyse urbaine d'Ain Témouchent a permis de comprendre les principales caractéristiques naturelles, climatiques et urbaines de la wilaya. Grâce à sa position stratégique, son accessibilité et la diversité de ses équipements, la ville offre des conditions favorables à l'implantation du projet.

Cette étude constitue une base essentielle pour passer à l'étape suivante, qui est l'analyse de site, afin de mieux adapter le projet aux caractéristiques du terrain et à son environnement.

Choix et analyse du terrain d'implantation :

Le choix des différentes variantes de parcelles se base sur plusieurs critères par rapport aux potentialités de chaque terrain, ainsi pour répondre aux exigences fonctionnelles et techniques d'un centre d'imagerie médicale, on citera :

- La localisation : La réussite de projet est fonction entre autres de la pertinence de l'implantation dans un site qui permettra de renforcer l'attractivité et s'adapter avec le type d'équipement. Et doit être à proximité d'infrastructure sanitaire.

- La capacité d'accueil : Le projet sera à échelle régionale et donc il va accueillir un grand nombre de patients et visiteurs, la superficie de la parcelle doit être pour assurer une bonne organisation fonctionnelle des espaces médicales, techniques, administratifs, et des zones d'attentes.

- La forte lisibilité /visibilité : Un équipement d'une telle importance doit être doit bénéficier d'une forte visibilité urbaine et d'une lisibilité claire, et reconnu comme un pôle structurant du secteur sanitaire à l'échelle de la wilaya.

- L'accessibilité : constitue un critère important pour ce type d'équipement. Le site doit être desservi par un réseau viaire adapté permettant un accès fluide aux véhicules, notamment les ambulances. Tout en étant bien connecté aux transports en commun afin de garantir l'accès au centre pour l'ensemble de la population.

Après le choix de la zone qui réccuile notre projet on est pasé à le choix du terrain on choisisi 3 terrains dans cette zonne et on a fait une comparaison entre eux.

Tableau comparatif des sites :

Figure 16 : terrains d'implantation Source : https://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html

Terrain	Site 01	Site 02	Site 3
Situation	Au centre de la wilaya, dans la zone nord de la wilaya d'Ain Temouchent	Au centre de la wilaya, dans la zone nord de la wilaya d'Ain Temouchent	Sur la route principale vers Sidi Bel Abbés, à l'est de la zone universitaire
Surface	15508,66 m²	15300,72 m²	26000 m²
Accessibilité	EXCELLENTE - Accès direct depuis le boulevard principal, double accès possible	Bonne - Sur la route principale mais position intermédiaire	Bonne- Sur l'axe routier Ain Témouchent-Sidi Bel Abbés, grande visibilité routière. mais Nécessite un détour, accès secondaire
Visibilité	TRÈS HAUTE - Première position côté ville, visible immédiatement	Moyenne - Visible mais entre deux sites	HAUTE - Position stratégique sur axe routier majeur, visible de loin
Les points de repère	• Université Belhadj bouchaib • Hôpital Dr benzerdjab • Zone résidentiel dense	• Université Belhadj bouchaib • Route principal	• Université Belhadj bouchaib • Route nationale vers Sidi Bel Abbés • Cité universitaire capital Seddik Abdelkader

Infrastructures sanitaires proches	• Hôpital Dr Benzerdjeb • Centre de Cardio Dr Ben Osman • Proximité immédiate	• Distance modérée avec infrastructures existantes	• Plus éloigné de l'hôpital • Peu de synergie avec structures existantes
Densité de population desservie	TRÈS ÉLEVÉE - Zone universitaire + quartiers résidentiels denses à proximité immédiate	Élevée - Zone universitaire et résidentielle	Moyenne - Dessert davantage le trafic routier, moins de résidents à proximité
Configuration terrain	Forme régulière et compacte, bien délimité	Forme allongée le long de la route	Grande surface, forme irrégulière

Tableau évaluation des 3 terrains :

Critères	Site 01	Site 02	Site 3
Situation	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆
Accessibilité	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆
Visibilité	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆
Les points de repère	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
Infrastructures sanitaires proches	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆	☆
Densité de population desservie	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆
Configuration terrain	☆ ☆ ☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆
Evaluation	✔	✘	✘

<u>Synthèse :</u>

- D'après la comparaison entre ces 3 sites, la décision a été prise pour le site N°01.
- Le Site 1 a été choisi pour sa position stratégique garantissant un flux de patients immédiat, son excellente accessibilité et visibilité depuis la route principale, ainsi que sa proximité directe avec les infrastructures médicales existantes et l'Université Belhadj Bouchaib, assurant ainsi la rentabilité optimale du projet.

2- Analyse du site :

2.1. Situation :

Le site se situe au nord de la ville d'Ain Temouchent.

Figure 74 : situation de terrain Source : https://mapcarta.com/

2.2. Délimitation :

Le plus marquant est que le terrain est positionné près des infrastructures médiales Surtout l'hôpital de dr. benzerdjab, et le centre universitaire qui sont deux pôles et repaires importants.

Figure 17 : situation de terrain
Source : PDEAU

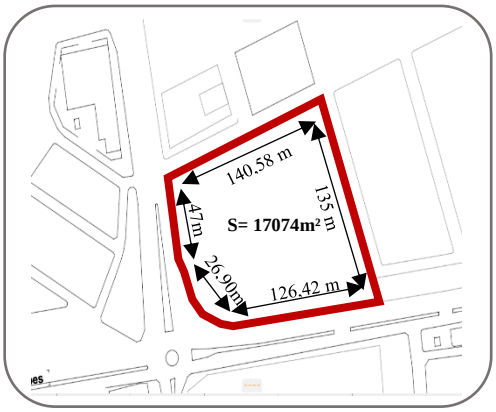


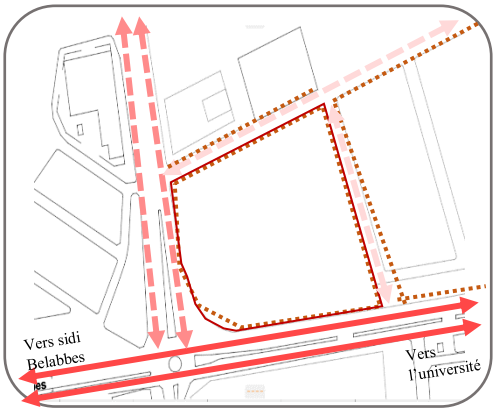
Figure 75 : Délimitation de terrain Source : PDEAU

2.3. Accessibilité :

Ce site bénéficie d'un flux mécanique fort le long de l'axe principal, qui constitue la voie la plus fréquentée (la route nationale R61 vers Sidi Belabess) et assure une excellente visibilité et accessibilité rapide, notamment depuis Sidi Bel Abbès et en direction de l'université. Un flux mécanique moyen est présent sur les voies secondaires, facilitant les accès complémentaires sans congestion majeure. On remarque que ce terrain bénéficie d'une bonne desserte et d'une accessibilité équilibrée.

Flux mécanique moyenne

Flux mécanique fort



Access piétonne

Flux mécanique faible

Figure 19 : Accessibilité
Source : auteurs

2.4. Point visuel et de repère :

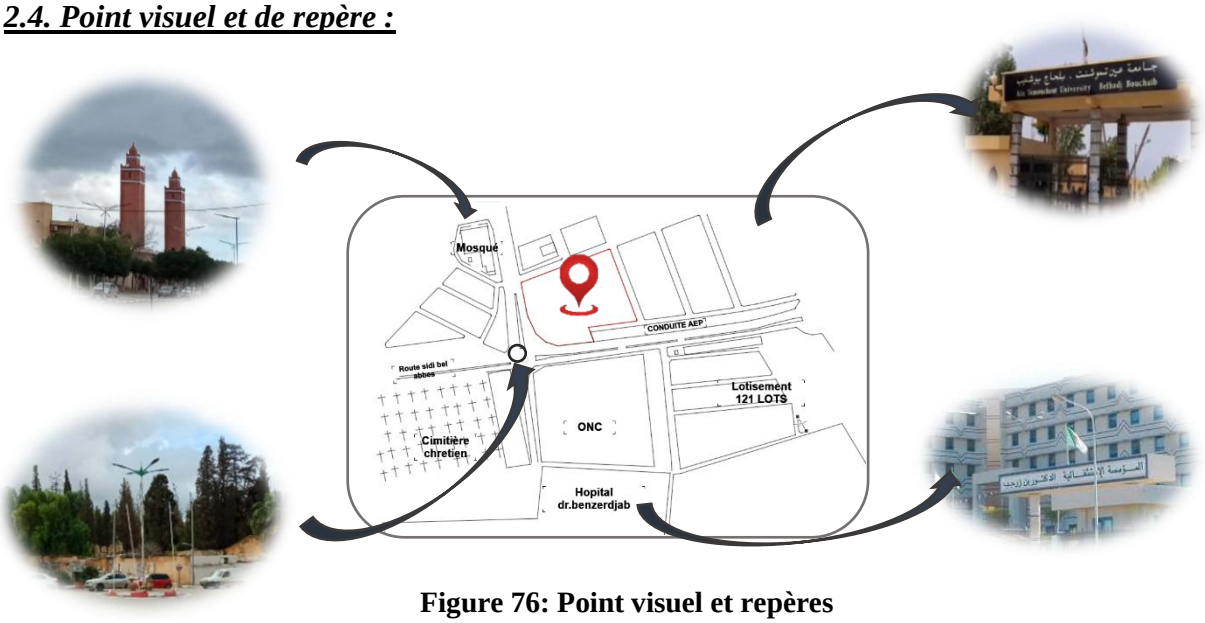


Figure 76: Point visuel et repères

Source : auteurs

Le terrain bénéficie d'une forte lisibilité urbaine grâce à sa proximité avec plusieurs points de repère importants. Le rond-point principal joue un rôle central comme élément d'orientation et de distribution des flux. De plus, la présence de la mosquée, de l'Université de Belhadj Bouchaib et de l'Hôpital Dr. Benzerdjeb renforce la facilité de repérage du site. Cette situation permet d'assurer une identification rapide du projet et une intégration claire dans son environnement urbain.

2.5. Nature juridique :

Selon le PDEAU de la wilaya d'Ain Temouchent, Le terrain présente une nature juridique à vocation d'équipement public, relevant du domaine de l'État ou de la collectivité locale, ce qui le rend compatible avec l'implantation d'un centre d'imagerie et d'analyse médicale.

2.6. Nature de sol :

Le terrain se caractérise par un sol nu, sec et peu végétalisé, de nature argilo-sableuse. Sa topographie plane et son intégration dans un tissu urbanisé en font un support favorable à l'implantation d'un centre d'imagerie et d'analyse médicale.

2.7. Données climatiques :

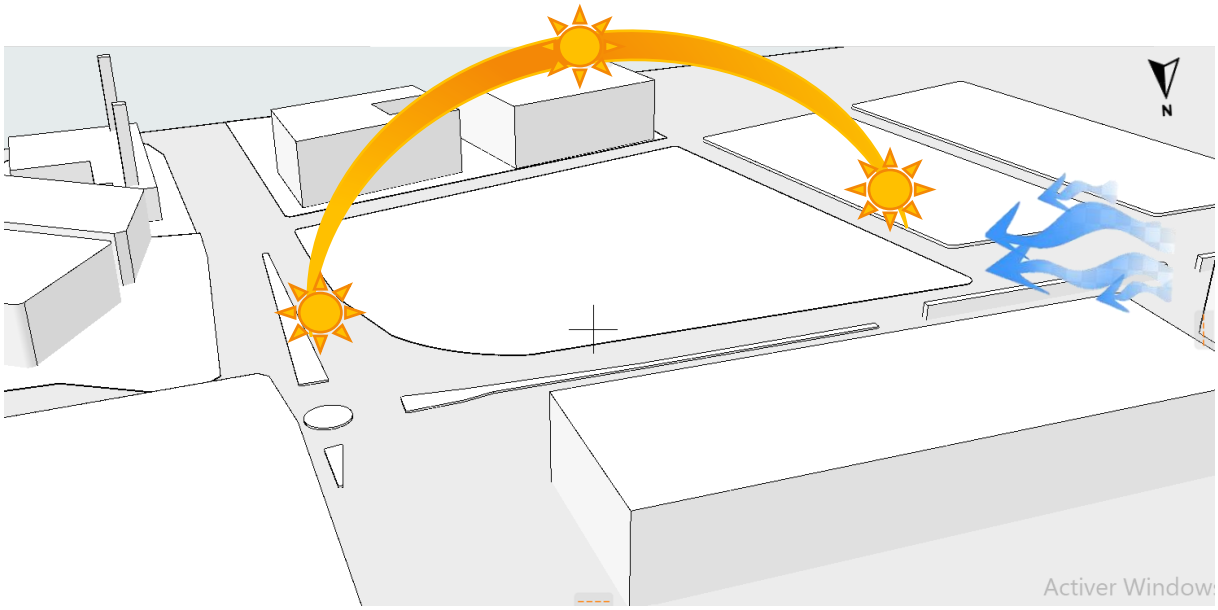


Figure 77 : Données climatique

Source : auteurs

Notre terrain bénéficie d'un bon ensoleillement tout au long de la journée grâce à la trajectoire solaire orientée d'est vers l'ouest. Il est également exposé aux vents dominants provenant du nord-ouest, ce qui favorise une ventilation naturelle du site et améliore le confort climatique du projet.

2.8. Morphologie du terrain :

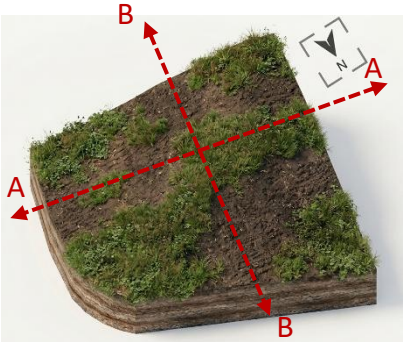


Figure78 : TERRAIN

Source : auteurs

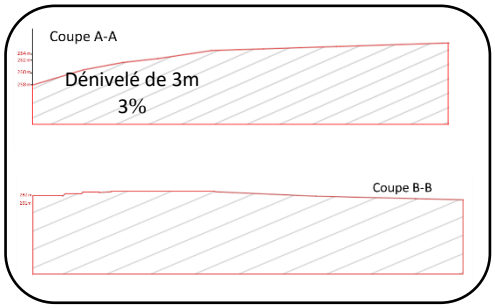


Figure 78 : Coupes morphologique

Source : auteurs

Le terrain à une forme régulière avec une superficie de 17074 m², il présente une pente maximale de 3% qui s'étend sur l'axe est et une légère pente sur l'axe nord-sud.

2.9. Environnement urbain :

L'environnement immédiat du terrain se distingue par une mixité fonctionnelle importante, combinant équipements sanitaires, éducatifs, administratifs et résidentiels. La proximité d'un hôpital constitue un atout majeur, renforçant la vocation médicale du site.

Le terrain est également entouré d'établissements éducatifs (école primaire, université, cité universitaire) ainsi que de zones de logements, générant un flux constant d'usagers. La présence d'équipements administratifs et d'une mosquée contribue à la dynamique sociale et institutionnelle du secteur.

On remarque une diversité de gabarit qui entoure le terrain entre R+1 jusqu'à R+ 3. Et on observe le style contemporain qui marque cet environnement.

Ainsi, cet environnement constitue un cadre favorable pour l'implantation d'un centre d'imagerie et d'analyse médicale.

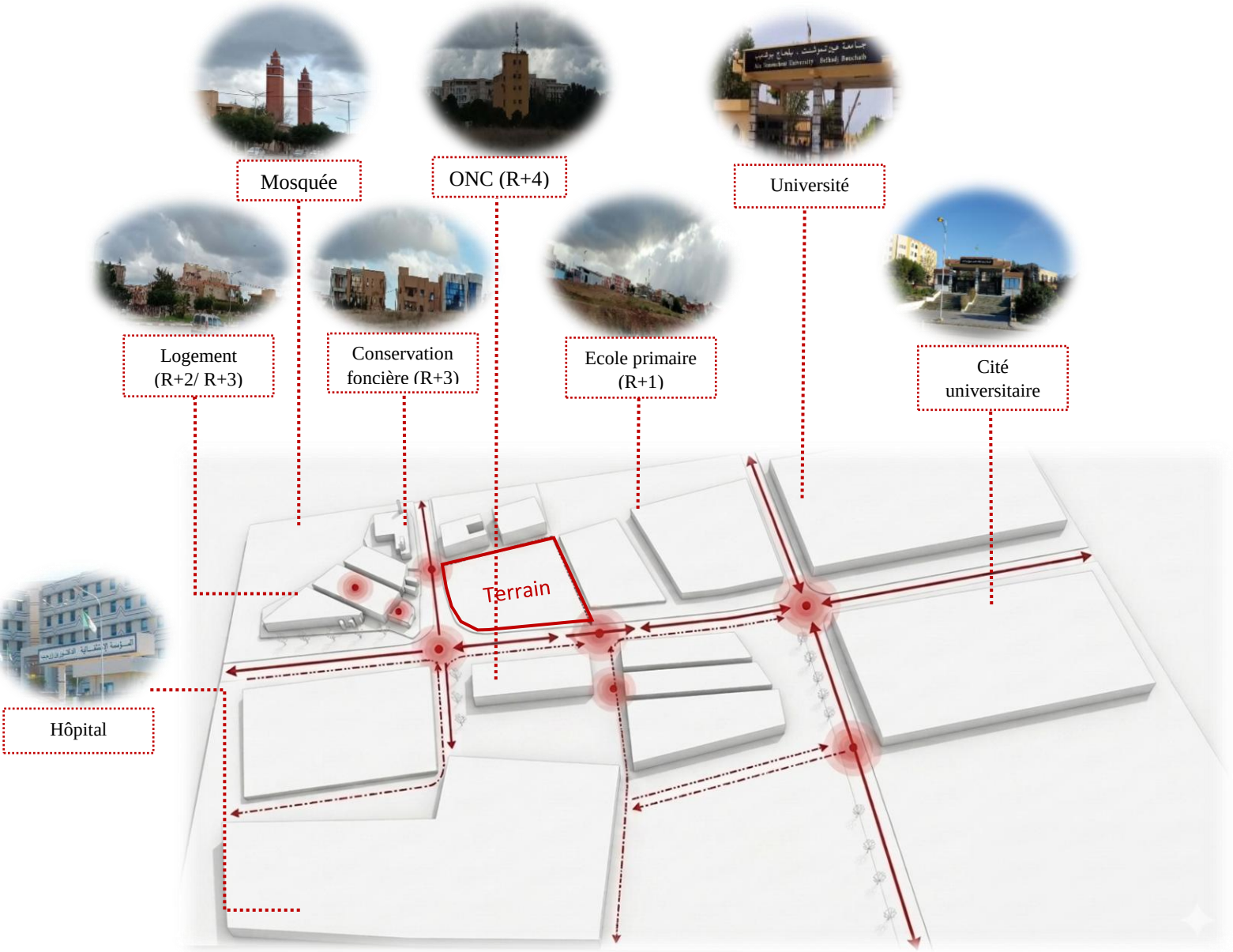


Figure 79 : environnement immédiat

Source : auteurs

2.10. VRD :

Le terrain est bien alimenté de tous les réseaux nécessaires (l'eau, gaz et électricité).

Figure 80 : carte VRD Source : auteurs

Synthèse :

L'analyse du site a montré que le terrain possède plusieurs avantages favorables à l'implantation du projet, notamment sa position stratégique, sa bonne accessibilité, sa visibilité urbaine et sa proximité avec les équipements sanitaires et universitaires. Le terrain bénéficie également d'un bon ensoleillement, d'une ventilation naturelle et d'une topographie adaptée au projet.

Conclusion :

L'analyse urbaine et de site a nous permis de comprendre les caractéristiques du territoire et de confirmer que le terrain choisi répond aux exigences fonctionnelles et environnementales du centre d'imagerie et d'analyse médicale. Cette étude constitue une base importante pour le développement de la conception architecturale du notre projet.

Introduction

Cette partie abordera l'étape de faisabilité, qui se réfère à la compatibilité entre les besoins du site et le programme de base. L'objectif est d'établir d'abord un programme quantitatif, puis un programme qualitatif. Ces deux éléments permettront de définir l'image du projet à réaliser, en tenant compte des fonctions, des activités, des surfaces, de la capacité d'accueil, et d'autres aspects similaires. De plus, ce chapitre s'attachera à répondre aux exigences découlant des approches précédentes, afin de concevoir les espaces de manière adéquate, tant sur le plan technique et architectural

Objectif du programme

Afin d'élaborer le programme, il est nécessaire de se poser un certain nombre de questions préliminaires, dont les réponses orienteront la définition des besoins et des objectifs du projet :

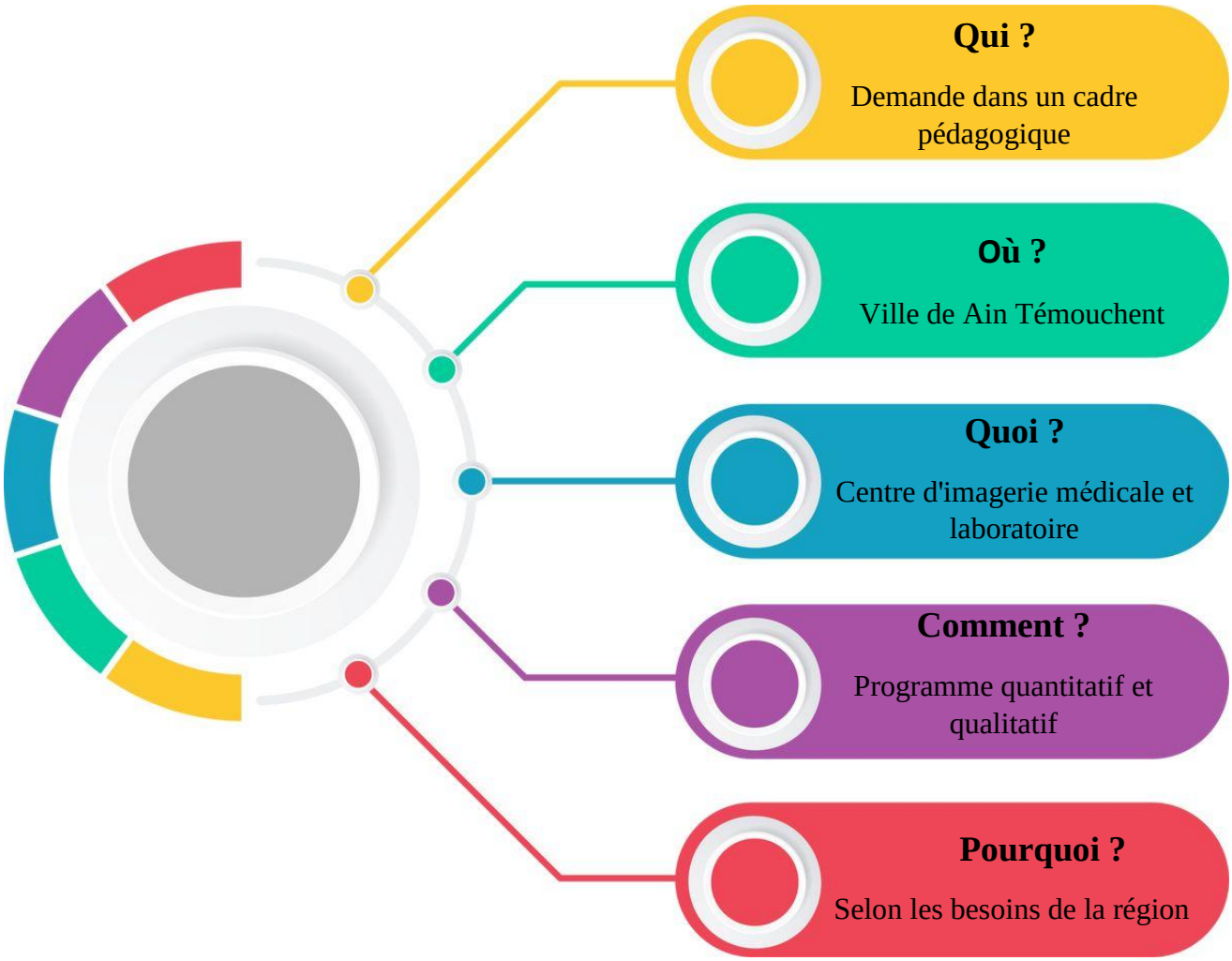


Figure 81 : Les outils méthodologiques pour la programmation architecturale

Source : auteur

Détermination des fonctions du projet :

Un centre d'imagerie est dédié à la création et à l'interprétation d'images médicales utilisées pour le diagnostic, tandis qu'un laboratoire médical effectue des analyses biologiques qui viennent enrichir le processus de diagnostic. Les rôles secondaires se rapportent davantage à la gestion, au soutien technique et administratif, ainsi qu'à la recherche et à la formation. Ces deux structures collaborent étroitement tout au long du parcours diagnostique des patients afin d'assurer des soins complets et précis.

Suite à l'examen des divers exemples ainsi que des besoins des usagers et utilisateurs, les principales fonctions du projet ont été identifiées de la manière suivante :

Les fonctions principales :

Accueil et réception / Imagerie / analyse / consultation

Les fonctions secondaires :

Administration / Technique / Service

Les usagers/utilisateurs :

Les usagers et utilisateurs impliqués dans ce projet sont regroupés selon plusieurs critères : âge, sexe, besoins spécifiques et statut social, ce qui nous permet de cerner leurs attentes et les activités pratiquées par chacun

		Besoins	Espace
Utilisateurs	**Les gestionnaires / direction**	Gérer, organiser, se réunir, superviser	Bureaux administratifs, Salle de réunion, Salle d'archives
	Personnel médical (radiologues, biologistes)	Diagnostiquer, analyser, interpréter, se concentrer	Postes de lecture, Salle d'interprétation, Laboratoires spécialisés
	Personnel paramédical **Manipulateur radio, techniciens labo**	Préparer, assister, manipuler, suivre les protocoles	Salles d'imagerie (IRM, scanner, radio, écho), Laboratoires techniques
	Agents de maintenance **Et logistique**	Contrôler, entretenir, nettoyer, assurer les flux	Locaux techniques, Stockage, Local biomédical, Zones de maintenance

Usagers	**Patients adultes**	Être accueillis, rassurés, informés, examinés rapidement	Hall d'attente, Salles d'imagerie, Box de préparation, Circulations claires
	Patients enfants	Être apaisés, accompagnés, sécurisés	Salle d'attente pédiatrique, Salles d'examens adaptées, Espace calme
	Accompagnateurs	Attendre confortablement, être informés, se reposer	Salle d'attente, Espace lounge, Distributeur / coin café
	Personnes à mobilité réduite (PMR)	Accessibilité, assistance, confort	Rampes, Ascenseurs adaptés, Salles adaptées PMR

Programme de base :

Fonction	Espace	Surface
Accueil	Réception	200 m²
	Espace d'attente	500 m²
	Espace d'information des services	60 m²
Consultation médicale	Bureaux des médecins	300 m²
Imagerie	Radiologie	100 m²
	Scanner	250 m²
	IRM	450 m²
	Médecine nucléaire	150 m²
	Panoramique dentaire	60 m²
	Echographie	150 m²
	Mammographie	100 m²
	Endoscopie	200 m²
	Densitométrie osseuse	100 m²
	Imagerie interventionnelle	500 m²

Analyse	Laboratoire	1000 m²
Administratif	Bureaux	1000 m²
	Secrétariat	
Technique	Locaux techniques généraux	2500 m²
	Locaux techniques spécifiques imagerie	
	Locaux annexes	
Service	Parking	12000 m²
	Espace de détente	

Source ://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/referentiel_-_dimensionnement_surfacique_et_preconisations_architecturales_pour_les_es-vf5-2.pdf

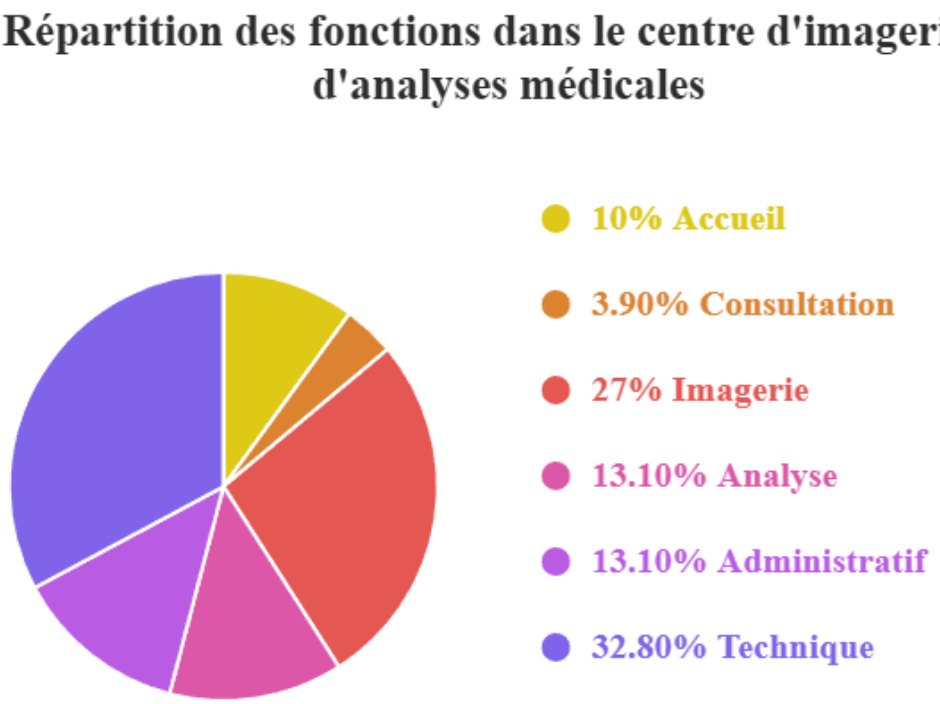


Figure 82 : Source : auteurs

Echelle d'appartenance :

Ce centre d'imagerie et d'analyses médicales, relève d'**une échelle d'appartenance régionale**. Par sa capacité d'accueil et la diversité de ses services, il dépasse le cadre local pour répondre aux besoins de la ville d'Aïn Témouchent et des communes environnantes, constituant ainsi un équipement structurant de l'offre de soins.

Capacité d'accueil :

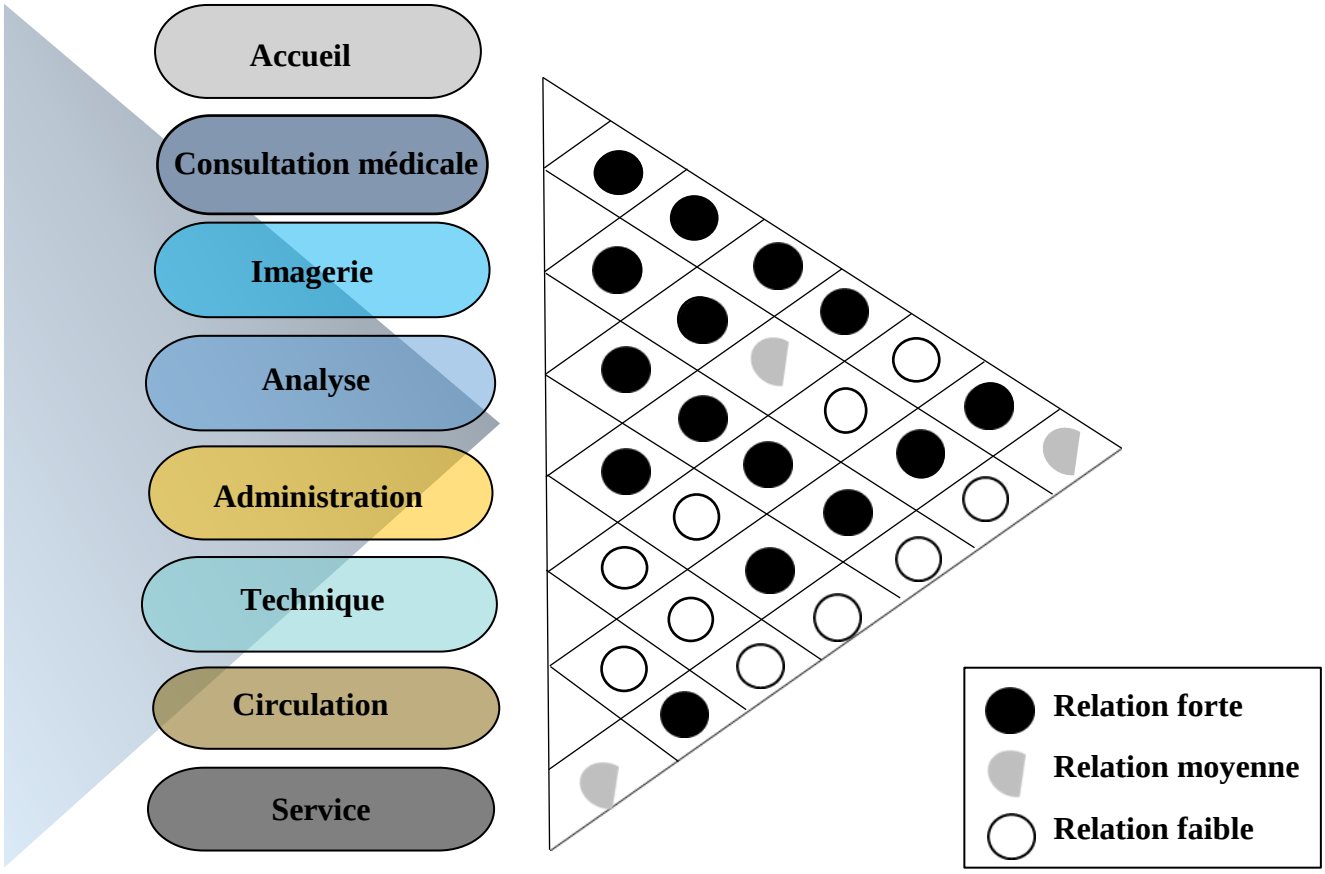
La capacité d'accueil du centre d'imagerie et d'analyses médicales peut être déterminée à partir d'une approche temporelle fondée sur un **fonctionnement continu 24h/24**, permettant d'optimiser l'utilisation du plateau technique et d'assurer une prise en charge permanente.

La capacité journalière est définie par :

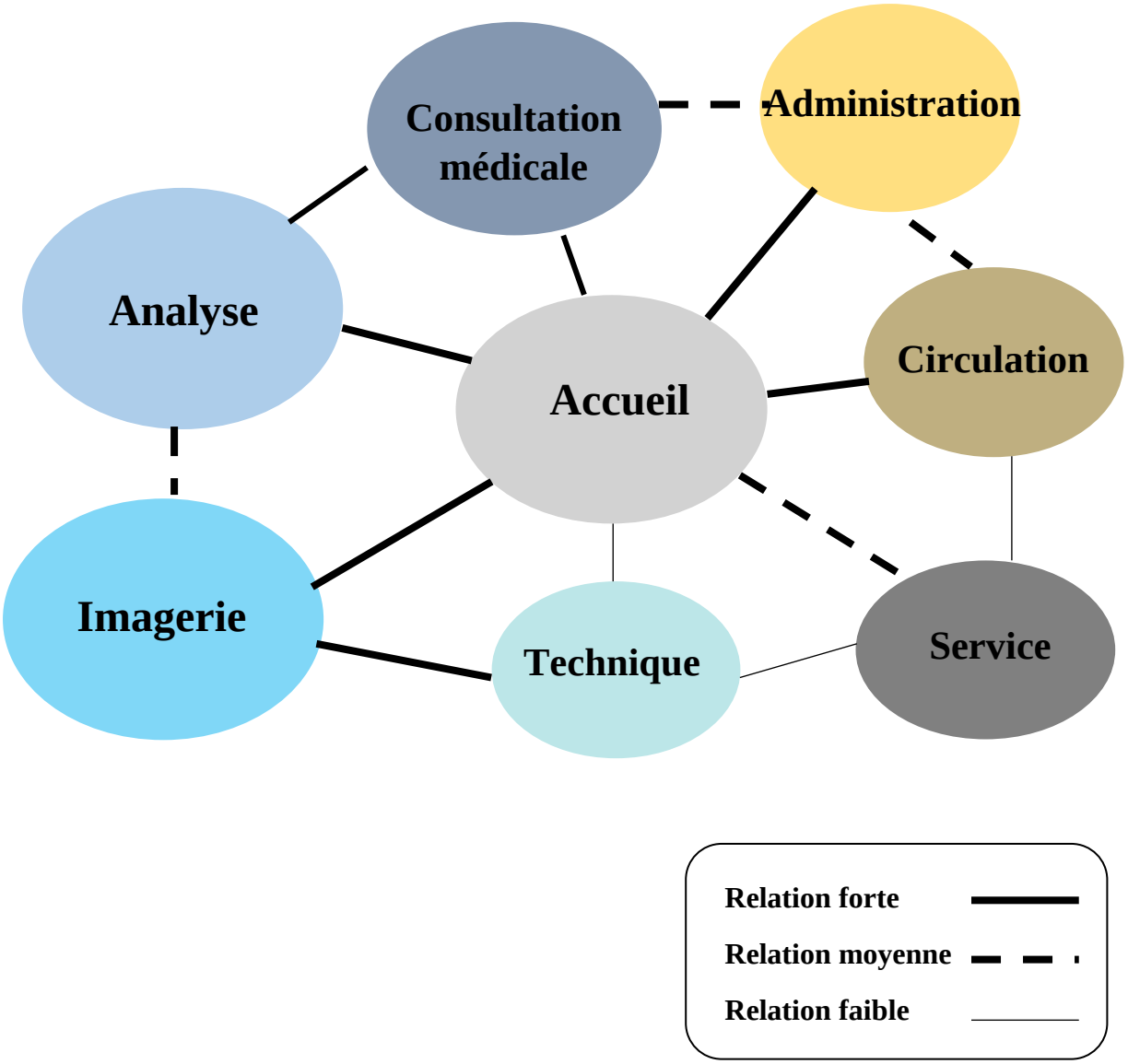
Caractéristique	Temps de prise en charge	Débit par poste	Débit global	Capacité journalière
Imagerie lourde	20 à 30 min	2 à 3 patients/heure	12 à 18 patients/heure	288 à 432 patients
Imagerie standard	10 à 20 min	3 à 6 patients/heure	18 à 36 patients/heure	432 à 864 patients

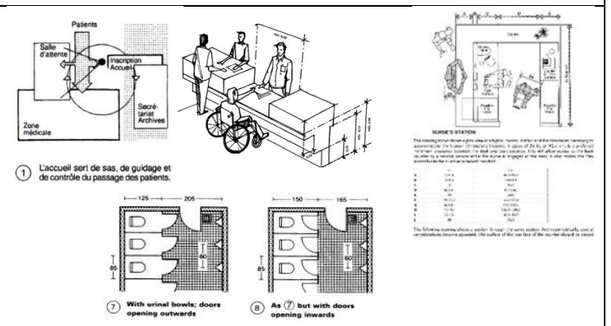
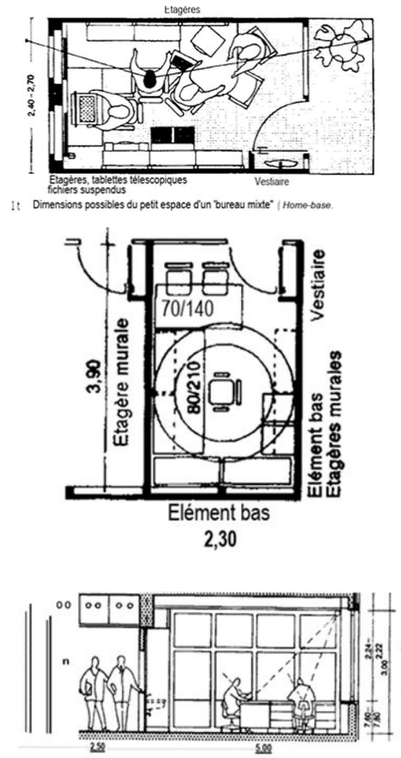
Dans un contexte de fonctionnement 24h/24, la capacité théorique du centre peut dépasser 600 patients par jour. Toutefois, afin de garantir un niveau de service optimal et d'éviter toute surcharge, la capacité de **400 patients/jour** constitue une valeur équilibrée

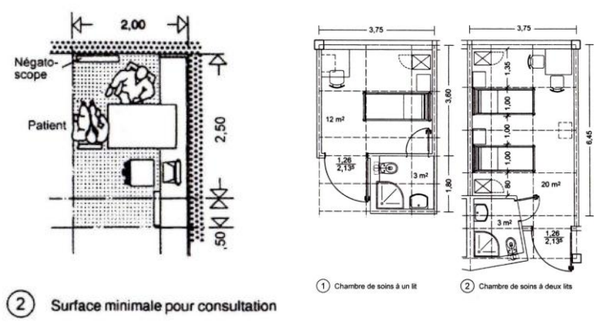
La matrice relationnelle :

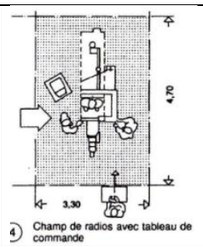
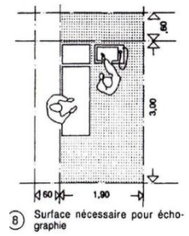
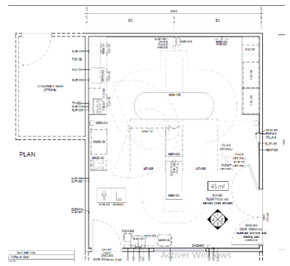
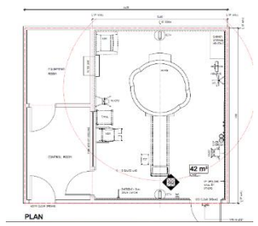


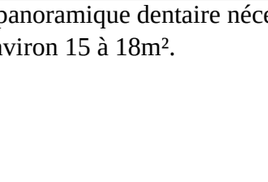
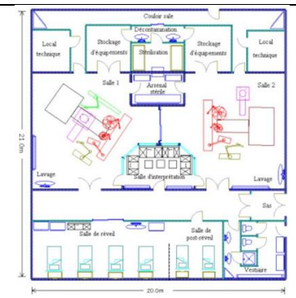
Organigramme fonctionnel :

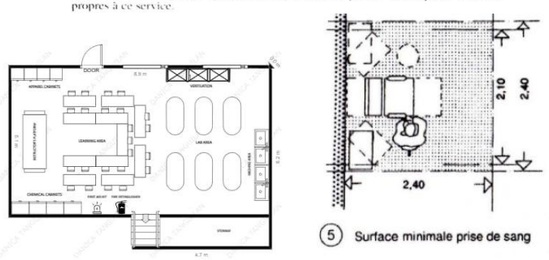


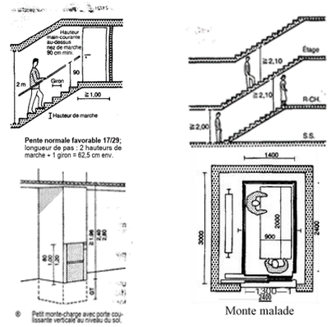
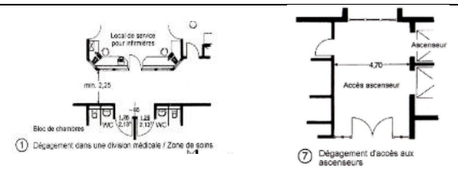
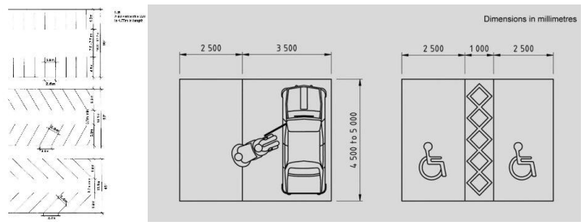
Fonction	Espace	Sous espaces	Surface unitaire (m^2)	NB	Surface T de sous espace	Surface T de l'espace	Surface de Fonction	Désignation	Normes dimensionnelles / Architecturaux
Réception	**Accueil**	Hall principal	260	1	260	**890 m²**	**890 m²**	**RDC**	
		Salle d'attente principale	500	1	500				
		Espace d'attente enfants	50	1	50				
		Sanitaires publics	80	1	80				
Administration	Service administration opérationnelle	Bureau secrétaire générale	20	1	20	**215 m²**	**1145 m²**	**3ème étage**	
		Bureau directeur générale	30	1	30				
		Salle de réunion	80	1	80				
		Bureau relations extérieures	30	1	30				
		Bureau directeur administratif	30	1	30				
		Bureau directeur médical	25	1	25				
	Local serveur	Bureau ingénierie IT et IA médicale	30	1	30	**210 m²**			
		Salle Data center médicale	30	1	30				
		Salle de formation numérique	40	1	40				
		Salle cyber sécurité / PACS	40	1	40				
		Salle supervision bâtiment intelligent BMS	70	1	70				
	Service ressources humaines	Salle entretiens et médiation	20	1	20	**150 m²**			
		Bureau médecine de travail	20	1	20				
		Bureau RH	20	1	20				
		Archives RH	25	1	25				
		Salle de formation	65	1	65				
	Service administration centrale	Bureau d'assurance	25	1	25	**170 m²**			
		Bureau logistique et approvisionnement	25	1	25				

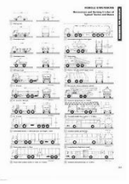
		Bureau marché publics et contras	25	1	25				
		Bureau gestion financière	25	1	25				
		Salle d'archives	70	1	70				
	Espace bien être et vie administrative	Salle de repos	40	1	40	**250 m²**			
		Kitchenette	30	1	30				
		Foyer	90	1	90				
		Vestiaire femme	20	1	20				
		Vestiaire homme	20	1	20				
		Terrasse extérieur personnelle	50	1	50				
	Locaux technique secondaire	Locaux technique secondaire	90	1	90	**90 m²**			
	Sanitaire personnel	Sanitaire femme	30	1	30	**60 m²**			
		Sanitaire homme	30	1	30				
Consultation	**Bureaux de consultation**	Bureau Médecine interne	20	1	20	**335 m²**	**335 m²**	**RDC**	
		Bureau Médecine Cardiologue	20	1	20				
		Bureau Médecin Gynécologue	20	1	20				
		Bureau Médecin Endocrinologue	20	1	20				
		Bureau Médecin Neurologue	20	1	20				
		Bureau Médecin Oncologie	20	1	20				
		Bureau Médecin Pédiatre	20	1	20				
		Bureau Médecin Radiologue	20	1	20				
		Bureau Médecin Pneumologue	20	1	20				
		Bureau Médecin ORL	20	1	20				
		Bureau Médecin Ophtalmologue	20	1	20				
		Salle infirmière pour soin légers	30	1	30				
		Salles de gardes	20	2	40				
		Stockage produits pharmaceutiques	15	1	15				
		Sanitaire personnel (femme et homme)	15	2	30				
		Salle RX télécommandées	20	4	80				

Imagerie standard	**Service de radiologie**	Salle de commande RX	10	4	40	**174 m²**	**534 m²**	**1 er étage**	 Les salles de radiographie et les salles d'accueil, environ 20 à 30 m2. Les accès pour les malades doivent se faire par deux cabines de déshabillage. Une largeur de porte de 1,25 m est nécessaire pour le passage des lits.
		Vestiaires patients RX	6	4	24				
		Salles d'interprétations	15	2	30				
	Service d'Echographie	Salle d'échographie polyvalente	25	4	100	**155 m²**			
		Salle d'échographie interventionnelle	30	1	30				
		Cabine de déshabillage	6	2	12				
		Stockage	6	1	6				
		Locale d'hygiène	7	1	7				
	Service de Mammographie	Salles mammographies	25	2	50	**110 m²**			La mammographie nécessite minimum des pièces d'environ 15 à 18m². Les accès pour les malades doivent se faire par deux cabines de déshabillage. Une largeur de porte de 1,25 m est nécessaire pour le passage des lits.
		Salle d'attente	20	1	20				
		Vestiaire	10	1	10				
		Salle d'interprétation	15	1	15				
		Stockage	15	1	15				
	Service de Densitomètre osseuse	Salle densitométrie	25	2	50	**95 m²**			Salle DEXA ≈ 12–18 m², circulation ≥ 0,8–1 m
		Salle de commande	10	2	20				
		Stockage	15	1	15				
		Espace d'attente	10	1	10				
Imagerie spécialisée	**Service de Scanner**	Salle scanner	90	2	180	**290 m²**	**1145 m²**	**RDC**	 
		Salle de commande	20	2	40				
		Salle de préparation injections	30	1	30				
		Stockage	15	1	15				
		Espace d'attente	25	1	25				
	Service IRM	Salle IRM	100	2	200				

		Salle de commande IRM	25	2	50	**490 m²**			
		Locaux techniques IRM	180	1	180				
		Salle d'attentes patientes	60	1	60				
	Service d'endoscopie	Salle d'endoscopie standard	40	1	40	**210 m²**			
		Salle Coloscopie	40	1	40				
		Salle de bronchoscopie	40	1	40				
		Poste de monitoring intégré	10	3	30				
		Local matériel stérile	10	3	30				
		Local anesthésie	15	2	30				
	Service médecine nucléaire	Salle TEP/CT	45	1	45	**155 m²**			Circulation contrôlée (zones propre/contrôlée) Blindage radiologique important (plomb/béton)
		Hot lab. (radio-isotopes)	50	1	50				
		Stockage sécurisé	30	1	30				
		Salle d'attentes patientes injectées	30	1	30				
Imagerie interventionnelle	**Service imagerie interventionnelle**	Salle d'angiographie et intervention	100	2	200	**432 m²**	**432 m²**	**1er étage**	
		Salle de commande interventionnelle	20	2	40				
		Salle de préparation stérile	15	2	30				
		Salle de réveil /surveillance	70	1	70				
		Vestiaire chirurgicaux	8	4	32				
		Stockage matériels interventionnel	25	1	25				
		Salle d'attente	15	1	15				
		Cabine de déshabillages patients	10	2	20				
Panoramique dentaire	**Service panoramique dentaire**	Salle d'attente	10	1	10	**80 m²**	**80 m²**	**1er étage**	Le panoramique dentaire nécessite minimum des pièces d'environ 15 à 18m².
		Salle d'examen panoramique	15	2	30				
		Salle de commande	10	2	20				
		Salle d'interprétation	10	2	20				
		Salle de prélèvement	180	1	180				

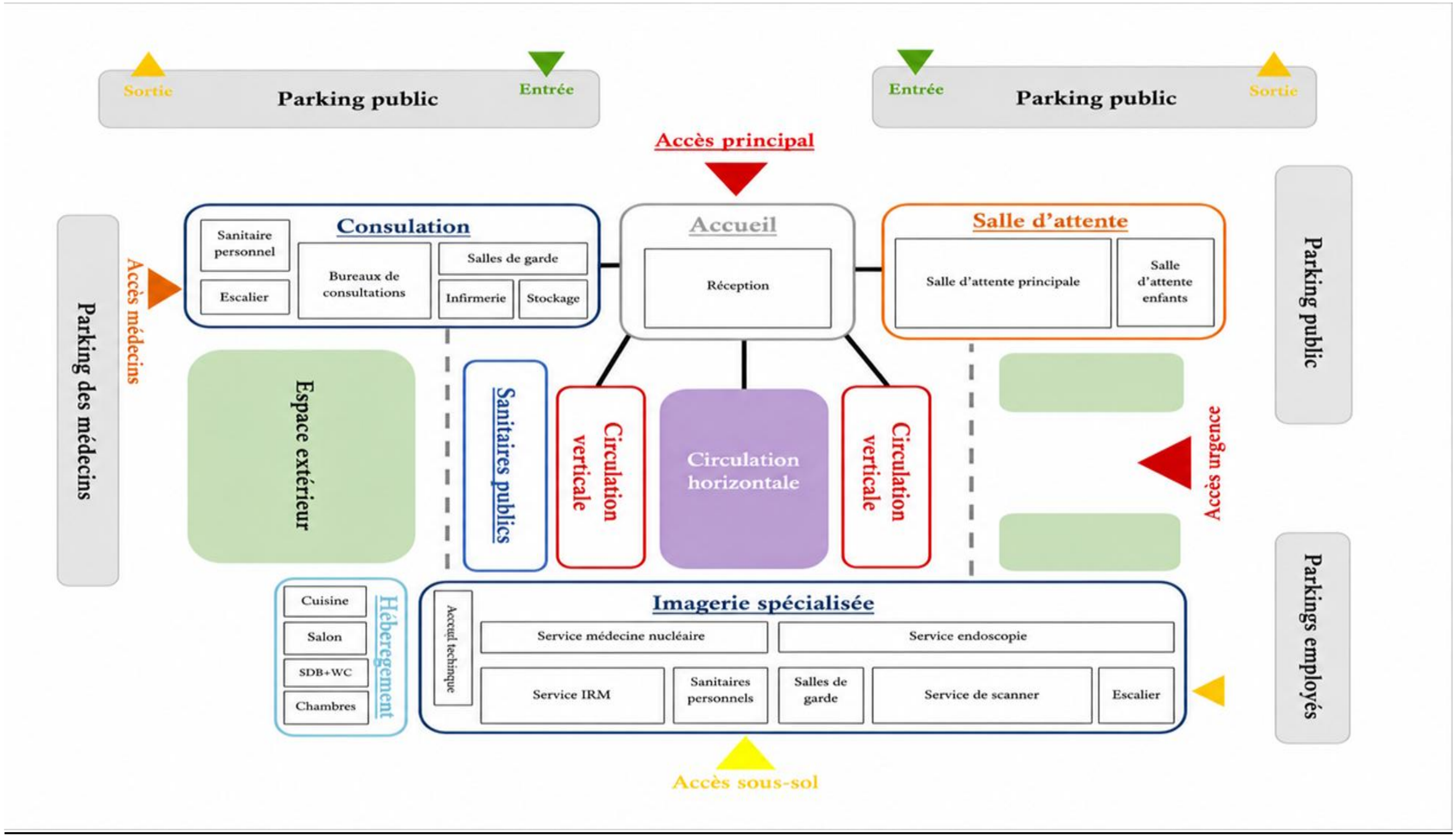
Analyse	**Service analyses médicales**	Biochimie automatisé	65	1	65	**1005 m²**	**1280 m²**	**2ème étage**	**1.2.1. Laboratoire :** * Pour les examens préliminaires * Des laboratoires d'option (stomatologie sémiologie) etc. éventuellement : - Les laboratoires sont aménagés dans les locaux destinés exclusivement à cet effet. Ils doivent être largement ventilés. - Tout laboratoire doit disposer d'un poste de douche. - Il est préférable de les implanter sur un même niveau que les éléments médicaux du plateau technique. - Les paillasses doivent avoir une profondeur de 60 cm avec bac-évier intégrés et rangements sous-paillasse. - Les revêtements ainsi que les joints entre les carreaux, doivent être réalisés avec des matériaux résistants aux acides, et aux agents chimiques. - Il est de même pour les cûves et les cuvettes. - La robinetterie doit être spéciale "Laboratoire" fixée au mur, avec protection par plastification anti-acide. - L'alimentation sera uniquement en eau froide. - Quant le service d'examen et d'exploration est doté de plusieurs appareils de radiologie et laboratoires spécialisés, il y'a lieu de prévoir des espaces d'attente propres à ce service. 
		Hématologie	40	1	40				
		Microbiologie	70	1	70				
		Sérologie immunologie	50	1	50				
		Endocrinologie	40	1	40				
		Biologie moléculaire/ génétique	70	1	70				
		Toxicologie	40	1	40				
		Laverie /stérilisation labo	20	2	30				
		Stockage /frigo	75	1	75				
		Bactériologie	40	1	40				
		Virologie	50	1	50				
		Cytologie / Cytopathologie	50	1	50				
		Immunofluorescence	50	1	50				
		Zone pré analytique	95	1	95				
		Local déchets DASRI et déchets chimiques	30	2	60				
	Anatomopathologie	Salle inclusion	35	1	35	**275 m²**			
		Histologie coloration	35	1	35				
		Salle microscope et diagnostic	50	1	50				
		Archives blocs et lames	30	1	30				
		Salle de macroscopie	35	1	35				
		Salle microtomie	35	1	35				
		Local déchets chimiques	20	1	20				
		Laverie et stérilisation	35	1	35				
Circulation	**Circulation verticale**	Escaliers principal (public)	Largeur≥ 1,50 m	2					
		Escalier secondaire (personnel)	≥ 1,00 m	2					
		Escalier de secours (évacuation)	≥ 1,50 m	2					
		Ascenseur patients / public	1,25*1,50 m	2	(1,25*1,50) *2 m				

		Ascenseur médical (monte malade)	1,40*2,40 m	2	(1,40*2,40) *2 m				
		Ascenseur personnel (monte de charge)	1,60*1,60 m	3	(1,60*1,60) *3 m				
	Circulation horizontale	Circulation **publique / patients**	Largeur de 2,50 m						
		Circulations patientes sur brancard	2,40m						
		Circulation personnel médical	1,80 m						
		Circulation logistique (propre / sale)	3,00m						
		Circulation technique	4,00m						
Stationnement	**Parking**	Parking publics	2,5*5(80 places)	80	1000 m²	1725 m²	**1725 m²**	**Extérieur**	
		Parking médecins	2,5*5(18 places)	18	225 m²				
		Parking employés	2,5*5(40 places)	40	500 m²				
Technique	**Électricité**	Local transformateur HT/MT	70 m²	1	70 m²	510 m²	**2320 m²**	**Sous-sol**	Les locaux techniques regroupent les espaces nécessaires au bon fonctionnement des installations d'un bâtiment (électricité, climatisation, gaz médicaux). Leur surface varie généralement entre 6 et 20 m² selon l'équipement. Ils doivent être facilement accessibles pour la maintenance, bien ventilés, isolés phoniquement et séparés des zones sensibles comme les espaces médicaux. **3. Chauffage - climatisation :** L'ensemble des locaux de la clinique sera chauffé par radiateurs sauf le bloc opératoire et le bloc accouchement. Ces dernliers doivent être climatisés l'été et l'hiver à des températures de 20°C et 25°C – 1°C. Les prises d'air extérieur doivent être fixées le plus haut possible au dessus du niveau du sol. Le minimum recommandé est de 2.50M au dessus du sol. Les entrées d'air doivent être placées à 7,50M minimum de toute bouche d'extraction. de cheminée... ect. La hauteur minimale recommandée pour les bouches d'extraction au dessus du plancher est de 75 mm.
		Local TGBT	100 m²	1	100 m²				
		Local onduleurs (UPS)	80 m²	1	80 m²				
		Groupe électrogène	180 m²	1	180 m²				
		Local batteries GE	40 m²	1	40 m²				
		Local cuve carburant	40 m²	1	40 m²				
	Sécurité incendie	Local pompes incendie	70 m²	1	70 m²	250 m²			
		Réserve eau incendie	180 m²	1	180 m²				
	CVC / Aéraulique	Centrales traitement d'air (CTA)	350 m²	1	350 m²				

		Local désenfumage	50 m²	1	50 m²	400 m²			
	Fluides médicaux	Local gaz médicaux	60 m²	1	60 m²	120 m²			
		Air comprimé / vide médical	60 m²	1	60 m²				
	Plomberie	Local technique plomberie	70 m²	1	70 m²	70 m²			
	Supervision intelligente	Local GTC / GTB	50 m²	1	50 m²	50 m²			
	Déchets techniques	Local déchets techniques	50 m²	1	50 m²	50 m²			
	Maintenance	Atelier maintenance générale	80 m²	1	80 m²	230 m²			
		Atelier maintenance biomédicale	60 m²	1	60 m²				
		Bureau maintenance	30 m²	1	30 m²				
		Magasin pièces détachées	60 m²	1	60 m²				
Stockage	**Local stockage**	Grand local stockage	400 m²	1	400 m²	640 m²	**640 m²**	**Sous-sol**	
	Parking camion	Parking camion de stockage	(4*20) 3 places	3	240 m²				

Surface terrain:17034m²	**Surface bâti :**4320m²	**Surface non bâti :**12714m²	**CES :0.25%**	**COS :0.7**

Organigramme spatiale :



L'idée du projet :

Les rayons X comme idée génératrice du projet :

Le centre d'imagerie et d'analyse médicale s'articule autour des rayons **X** qui servent de concept directeur. Au-delà de leur fonction médicale ces rayons influencent la conception architecturale grâce à leur aptitude à traverser les matériaux à dévoiler des éléments cachés et à effectuer des analyses. Cette idée de pénétration maitrisée et d'interprétation de l'invisible se traduit par une organisation spatiale qui établit une hiérarchie claire entre les différents espaces.

Les rayons **X** ne se limite pas à être une simple technologie, mais incarnent un principe architectural qui oriente à la fois la forme, la fonction, l'expérience spatiale au sein du centre d'imagerie médicale.

Projection architecturale :

Les décisions prises :

Accessibilité et implantation

- **Accès piéton principal :** Du côté nord du terrain, étant donné que le site d'intervention ne dispose que d'une seule façade principale.
- **Accès mécanique (parking public) :** Au côté nord et nord-est du site
- **Accès mécanique (Parking employés) :** Au côté sud est et ouest pour les médecins
- **Accès sous-sol :** Au côté sud du terrain d'intervention
- Prévoir d'**un recul** de la voie en raison de forte circulation de la route nationale **n°** 61 vers sidi belabbess

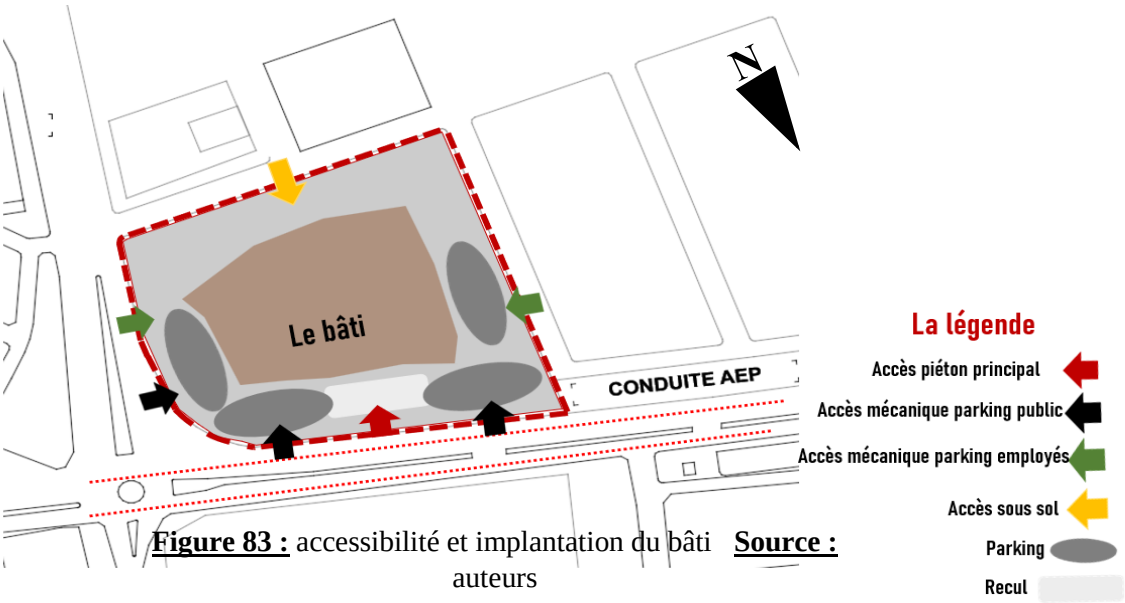


Figure 83 : accessibilité et implantation du bâti **Source :** auteurs

Topographie

On a décidé de créer deux plateformes dans la partie est du terrain (une pente de 3%)

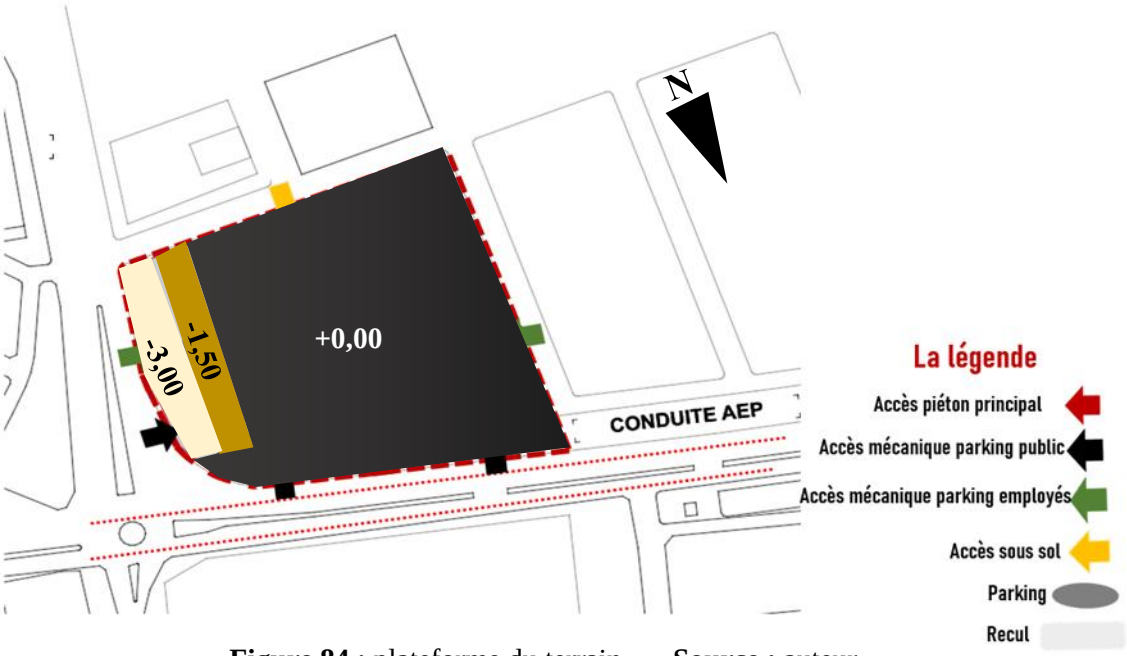


Figure 84 : plateforme du terrain **Source :** auteur

- Le bâti est stratégiquement implanté sur la **plateforme haute** du terrain. Ce choix topographique répond à deux objectifs majeurs :

Visibilité et Signalétique : Offrir au projet une stature affirmée et une perception visuelle optimale depuis l'environnement urbain.

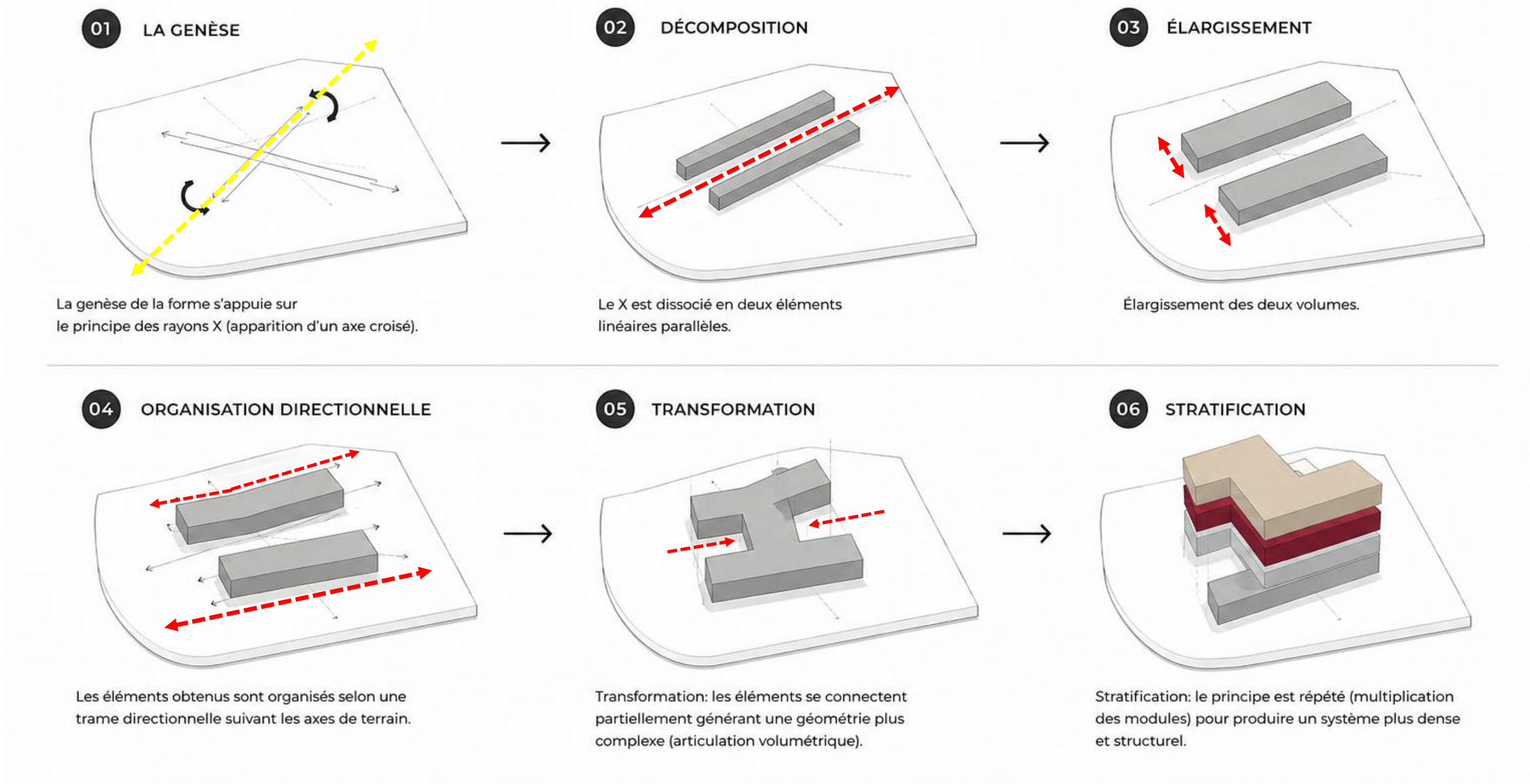
Qualité Environnementale : Garantir un **ensoleillement maximal** des façades et des espaces intérieurs, favorisant ainsi le confort thermique naturel.

- L'aménagement du site est sectorisé pour assurer une fluidité de circulation et une qualité de vie aux usagers :

Stationnement (Nord-Ouest et Nord-Est) : Les zones septentrionales sont dédiées au stationnement, permettant de libérer le reste du terrain des contraintes mécaniques tout en facilitant l'accès direct aux entrées de service.

Schéma de principe

GENÈSE FORMELLE ET ORGANISATION SPATIALE



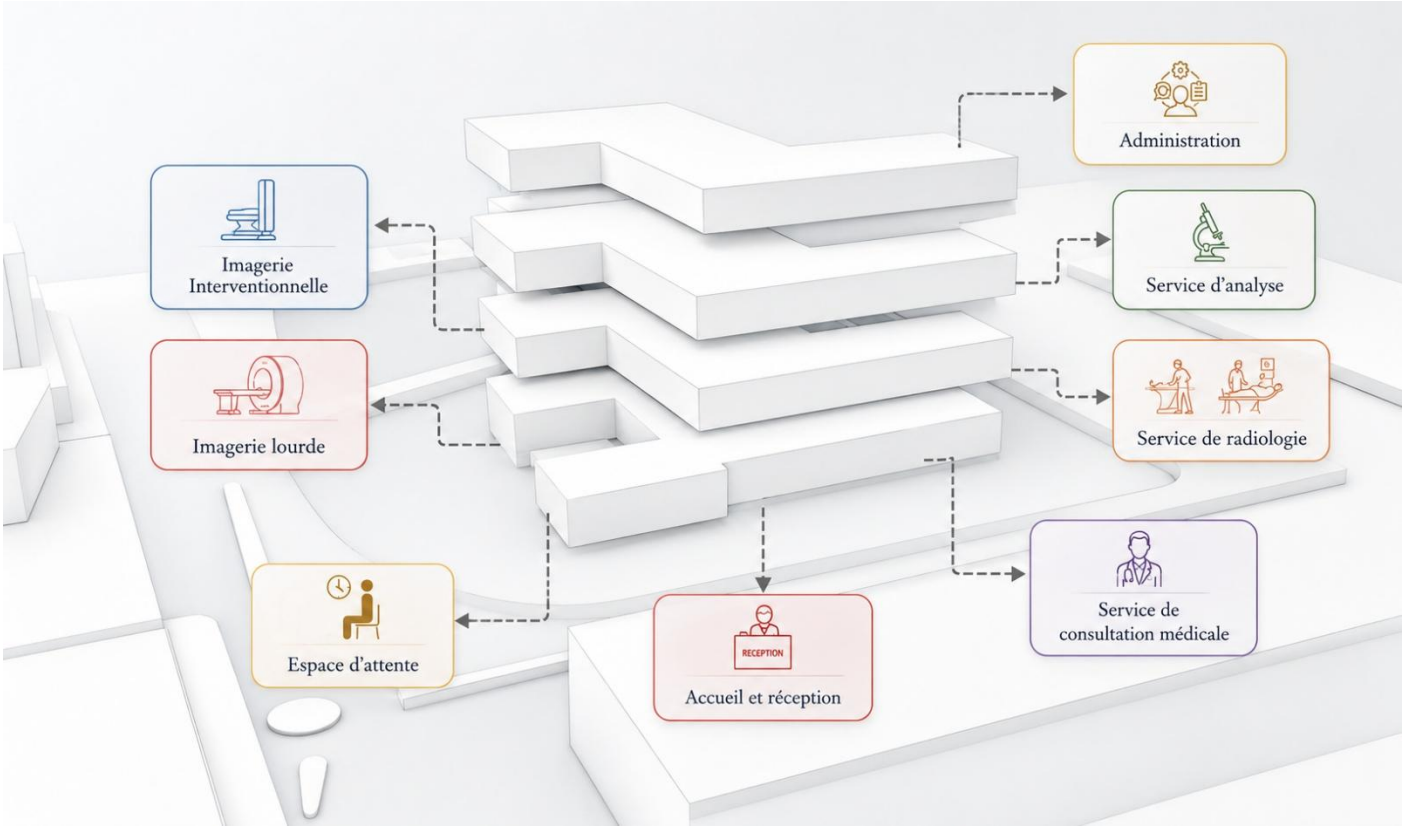
La transformation et la recomposition aboutissent à une architecture stratifiée et explore ainsi des notions de superposition en jouant sur les rapports entre plein et vide, opacité et transparence

Source : auteurs

Zoning fonctionnel :

Source : auteurs

Zoning vertical



Source : auteurs

Ce zoning fonctionnel repose sur une organisation claire des différents services du centre d'imagerie et d'analyses médicales afin d'assurer une circulation fluide et une prise en charge efficace des patients.

L'**accueil et réception** constitue le point central de distribution reliant l'ensemble des espaces. À proximité, l'**espace d'attente** garantit le confort des usagers. Les pôles de **consultation médicale**, de **radiologie** et de **service d'analyse** sont organisés de manière accessible pour faciliter le parcours médical et les échanges entre les différents services.

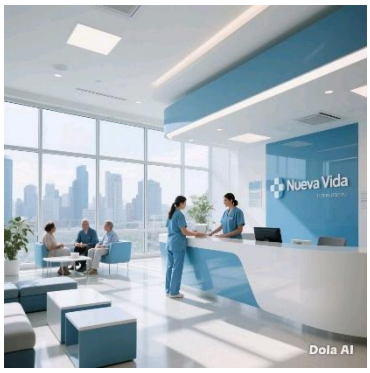
Les unités d'**imagerie lourde** et d'**imagerie interventionnelle** sont implantées dans des zones spécialisées répondant aux exigences techniques et sécuritaires des équipements médicaux. Enfin, l'**administration** est positionnée dans un espace plus indépendant afin d'assurer une gestion efficace du centre.

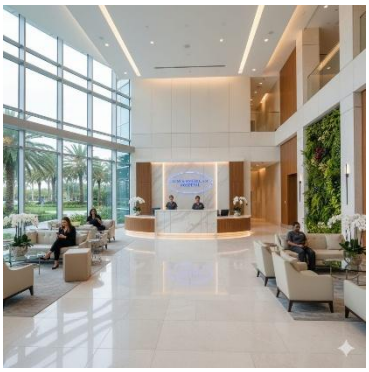
L'ensemble traduit une organisation fonctionnelle cohérente basée sur la hiérarchisation des espaces, l'optimisation des flux et l'efficacité du fonctionnement médical.

Programme qualitatif :

Réception :

Espace d'accueil et d'orientation des patients. Il assure une circulation fluide grâce à une signalétique claire et des systèmes numériques de gestion des rendez-vous. L'ambiance doit être chaleureuse, moderne et rassurante





Figures 85 : Source : https://i.pinimg.com/

Espace d'attente :

Zone de repos destinée aux patients avant les examens. Elle offre un confort optimal grâce à des assises ergonomiques, un éclairage naturel et une ambiance calme réduisant le stress.

Source : https://i.pinimg.com/

Patio :

Espace végétalisé apportant lumière naturelle et ventilation au bâtiment. Il améliore le confort des usagers et participe à la qualité environnementale du centre.

Source : https://i.pinimg.com/

Salle IRM :

Espace technique dédié à l'imagerie par résonance magnétique. La salle nécessite une isolation électromagnétique spécifique et un environnement apaisant pour le patient.

Source : https://i.pinimg.com/

Salle Scanner :

Salle destinée aux examens tomodensitométriques. Elle est conçue avec une protection contre les rayonnements et une organisation fonctionnelle assurant sécurité et efficacité.

Source : https://i.pinimg.com/

Laboratoire d'analyses :

Espace technique réservé aux analyses médicales et biologiques. Il doit garantir hygiène, sécurité et précision grâce à des équipements modernes et automatisés.

Source : https://i.pinimg.com/

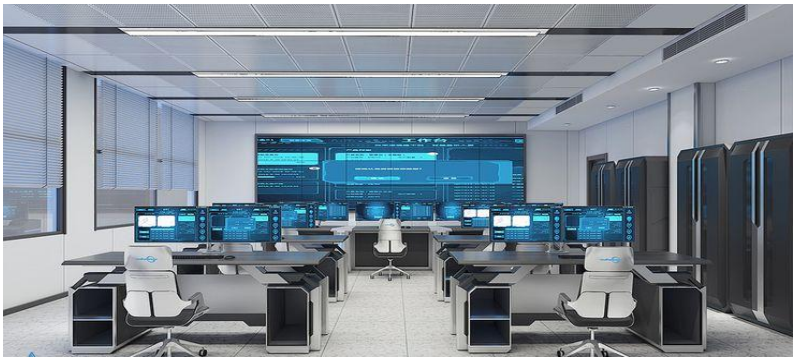
Consultation médecins :

Salles destinées aux échanges entre médecins et patients. Elles garantissent confidentialité, confort et accès rapide aux données médicales numériques.

Source : https://i.pinimg.com/

Bureaux de l'intelligence artificielle :

Espaces dédiés à l'analyse des données médicales et à l'intelligence artificielle. Ils permettent l'optimisation du diagnostic et de la gestion du centre.



Source : https://i.pinimg.com/

Sanitaires :

Espaces conçus selon les normes d'hygiène et d'accessibilité PMR. Ils utilisent des équipements économes en eau et faciles à entretenir.

Source : https://i.pinimg.com/

Salle de réunion :

Espace collaboratif équipé de technologies audiovisuelles intelligentes pour les réunions, formations et visioconférences.

Source : https://i.pinimg.com/

Conclusion :

Ce chapitre a permis d'établir une programmation architecturale et technique structurée pour le centre d'imagerie et d'analyses médicales, fondée sur l'analyse des besoins, des fonctions et des profils d'usagers. L'élaboration du programme quantitatif et qualitatif a contribué à définir une organisation spatiale cohérente et adaptée aux exigences fonctionnelles et techniques.

Par ailleurs, la hiérarchisation des espaces, l'optimisation des flux et les choix d'implantation ont permis d'assurer l'efficacité du fonctionnement global du projet. L'intégration du concept des rayons X comme principe générateur renforce également la cohérence architecturale de l'ensemble.

Ainsi, cette programmation constitue un cadre de référence rigoureux pour le développement ultérieur du projet architectural.

Chapitre 04 :
Approche conceptuelle

Introduction :

Ce dernier chapitre, consacré à la réponse architecturale, représente l'aboutissement de l'ensemble des analyses et études réalisées tout au long de cette mémoire. Après avoir abordé l'analyse thématique, l'analyse urbaine, l'analyse de site ainsi que la programmation architecturale, cette étape vise à traduire toutes les données recueillies en une proposition architecturale cohérente et fonctionnelle. Ainsi, la conception du centre d'imagerie et d'analyse médicale cherche à répondre aux exigences techniques, fonctionnelles et environnementales, tout en offrant un cadre moderne, intelligent et adapté aux besoins des usagers.

1. **Description des plans :**
   1.1. **<u>Plan de masse :</u>**

Figure 95 : plan de masse de projet
Source : auteurs

Notre projet est implanté selon une organisation architecturale pensée pour optimiser les flux et l'accessibilité au sein d'un tissu urbain stratégique, situé à proximité immédiate d'un pôle hospitalier et universitaire.

Notre projet s'articule autour d'un bâtiment central imposant s'élevant en R+3 (+19,20m), flanqué de volumes en RDC (+4,80m) et en R+2 (+14,40m). Cette fragmentation volumétrique permet une hiérarchisation claire des fonctions médicales et administratives tout en créant des espaces extérieurs qualitatifs, notamment un patio paysager intérieur propice au bien-être des usagers.

Concernant l'accessibilité au notre site : L'accès au projet est rigoureusement sectorisé pour garantir la fluidité et la sécurité des déplacements :

- Nous avons d'abords Accès Principal : Situé au Nord sur la voie principale (route nationale), il accueille le public via un parvis aménagé menant directement au cœur du centre.
- Ensuite nous avons l'Accès Urgence : Positionné sur la façade ouest, il assure une prise en charge rapide et isolée des flux critiques.
- Enfin l'Accès Sous-sol : Une rampe au sud de 5% permet un accès technique et logistique discret.

Notre projet accorde une place prépondérante au stationnement, divisé par catégories d'utilisateurs pour une gestion efficace :

- Parkings Publics : Largement dimensionnés en zone nord et ouest de terrain pour faciliter l'accueil des patients, comprenant 80 places.
- Parkings Employés et Médecins : Disposés en périphérie sud-ouest et sud (45 places) pour une proximité directe avec les accès de service.
- Parkings Médecins : situé à l'est de terrain avec 20 places qui offre une proximité directe avec les accès de service.

Nous avons conçu ce projet pour qu'il s'insère harmonieusement dans son environnement. Par Une intégration soignée de la végétation en périphérie et un traitement paysager maitrisé, nous assurons une transition douce avec les parcelles voisines, tout en profitant de la proximité immédiate de l'hôpital et l'université pour ancrer mon projet dans son contexte urbain.

1.2. Plan de Rez de chaussée :

Figure 96 : plan de Rez de chaussée
Source : auteurs

Le rez-de-chaussée du centre d'imagerie et d'analyses médicales est organisé autour d'une circulation claire et fonctionnelle, assurant une séparation efficace entre les espaces

publics, médicaux et techniques. L'accès principal mène vers un hall d'accueil central qui distribue les différents services du projet.

Le plan regroupe plusieurs pôles spécialisés dédiés à l'imagerie médicale lourd (IRM, Scanner, médecine nucléaire et l'endoscopie), et aux consultations, tout en garantissant une fluidité des déplacements des patients et du personnel médical. Les espaces d'attente sont répartis à proximité des unités de soins afin d'améliorer le confort des usagers et de limiter les croisements fonctionnels.

1.3. Plan de 1 er étage :

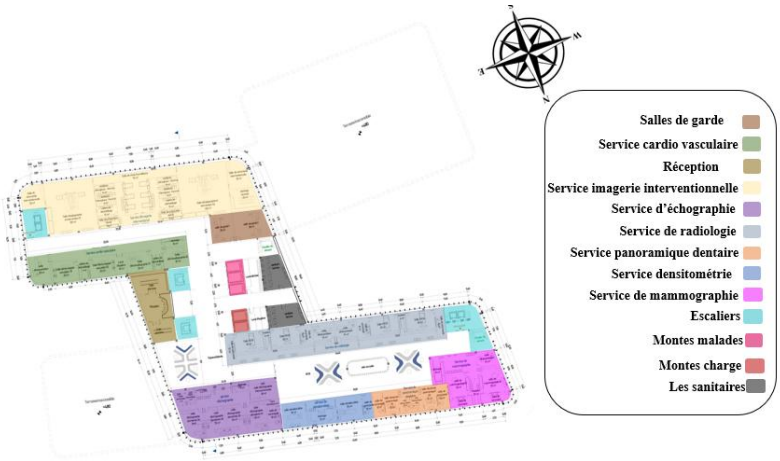


Figure 97 : Plan de 1er étage
Source : auteurs

Le premier étage est dédié aux services d'imagerie médicale spécialisés, regroupant la radiologie, l'échographie, la mammographie, la densitométrie, le panoramique dentaire ainsi que l'imagerie interventionnelle et cardiovasculaire. L'organisation spatiale assure une séparation fonctionnelle entre les zones patientes, les espaces techniques et les locaux du personnel.

Les salles d'examen sont accompagnées de salles de commande et d'interprétation, garantissant un fonctionnement fluide et sécurisé. Les unités interventionnelles intègrent des espaces stériles et de surveillance répondant aux exigences médicales. L'ensemble est complété par des espaces d'attente, des locaux techniques et des circulations sécurisées avec escaliers de secours.

1.4. Plan de 2 ème étage :

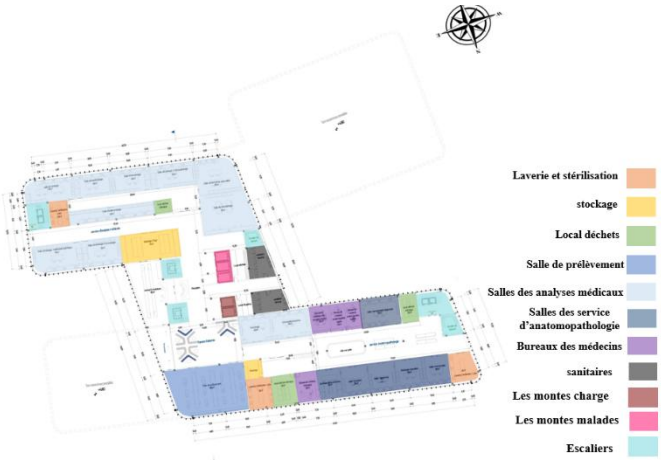


Figure 98 : Plan de 2ème étage Source : auteurs

Le deuxième étage est consacré aux services d'analyse médicale et de biologie, regroupant les laboratoires spécialisés tels que la biochimie, l'hématologie, la microbiologie, la génétique et l'anatomopathologie. L'organisation spatiale distingue les zones analytiques, les espaces de prélèvement et les locaux du personnel.

Les laboratoires sont complétés par des espaces techniques (laverie, stérilisation, stockage) et administratifs, assurant un fonctionnement efficace et conforme aux exigences sanitaires. Des espaces d'attente, sanitaires et circulations sécurisées avec escaliers de secours viennent structurer l'ensemble.

1.5. Plan de 3 ème étage :

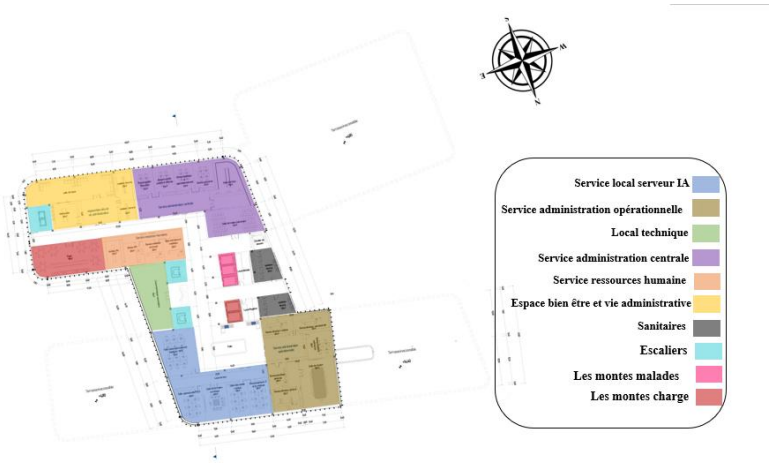


Figure 99 : Plan de 3ème étage Source : auteurs

Le troisième étage est dédié aux fonctions administratives, techniques et de gestion du centre. Il regroupe les bureaux de direction, les services administratifs, les ressources humaines ainsi que les espaces de formation et de réunion.

Il intègre également des espaces techniques avancés liés à la gestion intelligente du bâtiment (BMS, data center, cyber sécurité), assurant le pilotage et la performance du centre. Des espaces de vie pour le personnel et des locaux de support complètent cet étage, organisé autour de circulations sécurisées.

Style de façade :

Le minimalisme technologique high-tech représente une approche architecturale contemporaine basée sur la simplicité formelle et l'intégration des technologies intelligentes. Cette tendance privilégie des espaces fonctionnels, lumineux et épurés, tout en utilisant des matériaux modernes comme le verre, l'acier et l'aluminium. L'objectif est de créer une architecture sobre, innovante et performante répondant aux exigences actuelles de confort et d'efficacité énergétique

Hefei BOE Hospital :

Figure 100 : Source : https://images.openai.com

Source: https://images.openai.com

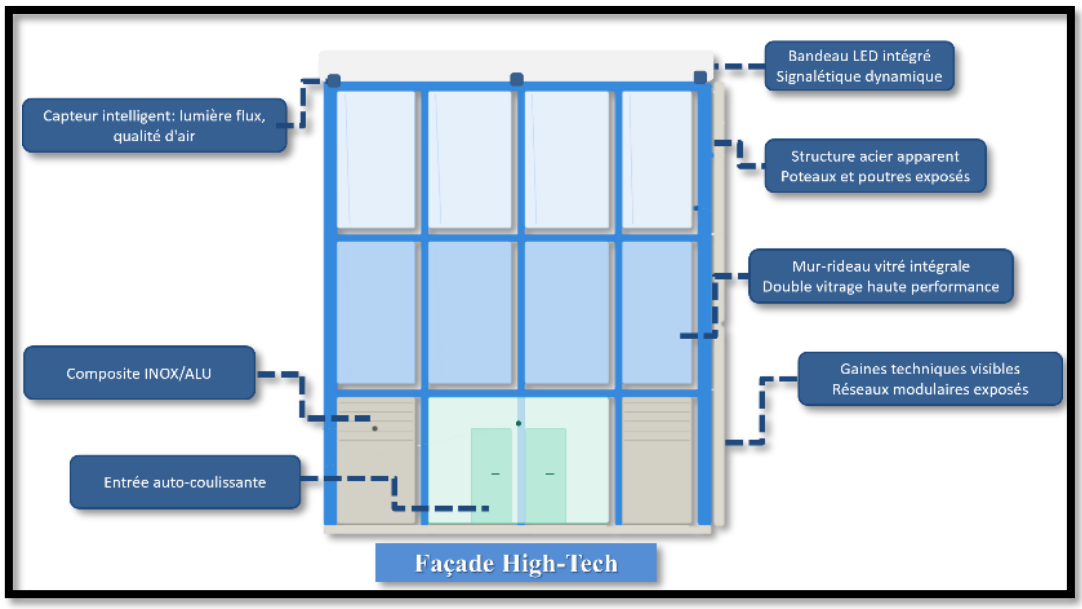


Figure 101 : façade high Tech

Source : Auteurs

Notre façade s'inspire de style high Tech, en intégrant des bandeaux blancs avec LED intégré signalétique dynamique.

Et l'utilisation d'un double vitrage en plomb doublé avec épaisseur de 2mm.

Figure 102 : élément en X

Source : https://fr.pinterest.com/

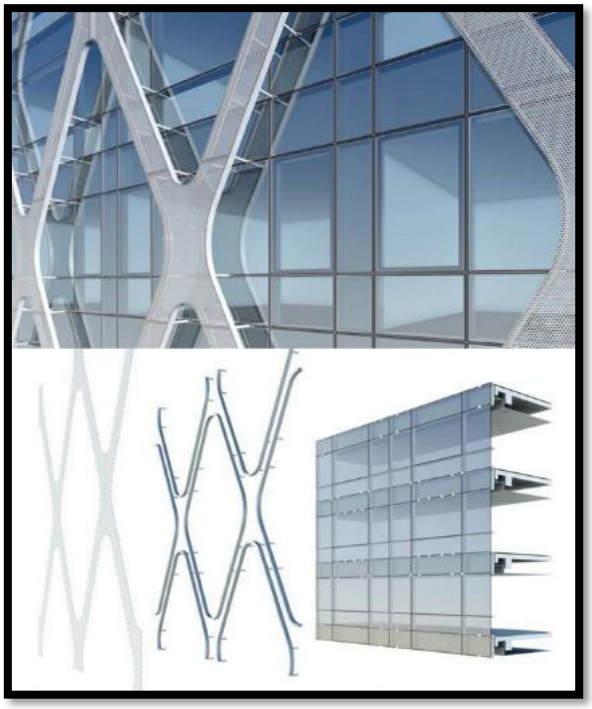


Figure 103 : élément en X

Source : https://fr.pinterest.com/

L'utilisation des éléments en forme X pour faire un rappel des rayons X.

Figure 104 : moucharabieh verticale

Source : https://fr.pinterest.com/

Aussi nous avons intégré des brises solaires verticales

Dans la façade nord.

1.6. Façade principale :

Figure : façade principale nord

Source : auteurs

1.7. Façades secondaires :

Figure : façade arrière sud

Source : auteurs

Figure : façade est

Source : auteurs

Figure : façade ouest

Source : auteurs

Technique du projet

Introduction

Ce chapitre se penchera sur l'étude et représentera une étape essentielle dans la dimension technique de la conception architecturale, en cherchant à dépasser les simples détails. Dans cette approche technique, nous tenterons d'approfondir et de préciser le système structurel. Nous examinerons également les diverses techniques technologiques mises en œuvre, tout en tenant compte de la nature de l'équipement, de ses exigences techniques, ainsi que des besoins des utilisateurs afin d'assurer leur confort.

Système structurel :[40]

Le système poteaux-poutres convient particulièrement à un centre d'imagerie et d'analyse médicale. Il offre une grande latitude dans l'organisation des espaces, permet de composer des travées régulières et s'adapte bien à l'intégration de cloisons techniques ainsi que d'équipements lourds. Dans les projets hospitaliers et médicaux, on le retient souvent pour la stabilité qu'il garantit, sa flexibilité d'usage et la simplicité de sa mise en œuvre.

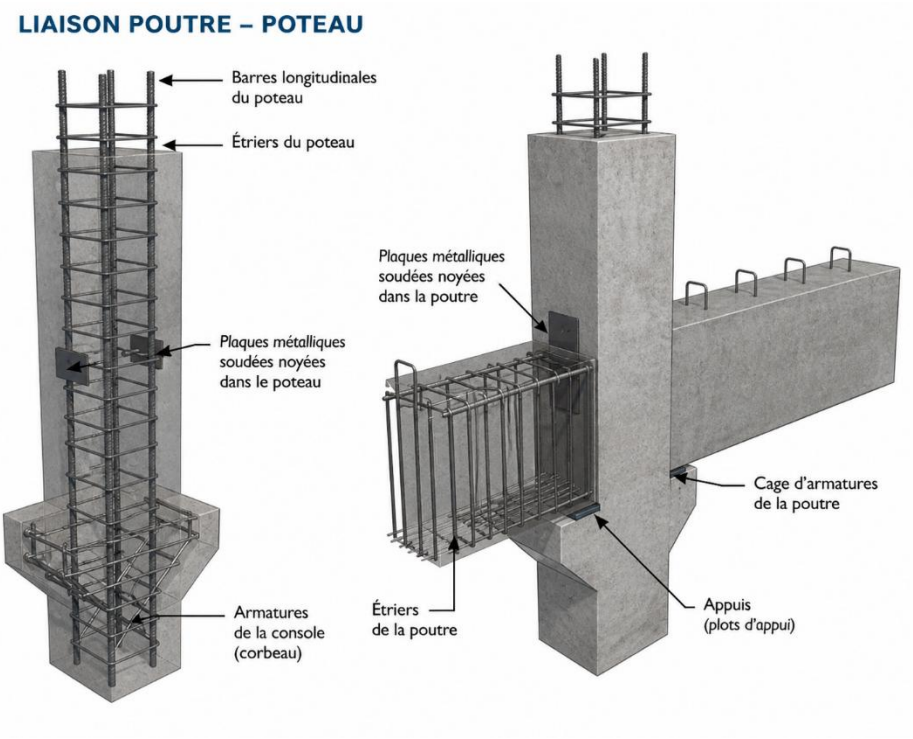


Figure 109 : système poteau poutre

Source : https://forums.autodesk.com/

Principe structurel :

Sur le plan structurel, les planchers transmettent leurs charges verticales aux poteaux, qui les conduisent ensuite jusqu'aux fondations. Les poutres assurent le report des efforts vers ces poteaux. Cette logique dégage le plan intérieur et facilite les réaménagements, un atout dans un centre d'imagerie où les salles, les circulations et les locaux techniques doivent pouvoir évoluer dans le temps.

[40] https://fr.scribd.com/ consulté le 12/03/2026

Composition recommandée :[41]

Ce type de bâtiment possède généralement quelque chose comme ceci :

- Une trame régulière de **poteaux** en **béton armé.**
- Des poutres **principales** et **secondaires** à grande portée, formées pour s'adapter aux portées du projet.
- Des dalles comprenant des systèmes de **dalles pleines** et des **dalles à prédalles** (poutrelles) selon les portées demandées, les charges d'exploitation et les parcours des réseaux techniques.

Infrastructure (fondations)[42]

Dans le cadre de la descente de charges du système poteaux-poutres du centre d'imagerie, les fondations superficielles de type **semelles isolées** sont retenues pour assurer la transmission des efforts au sol porteur.

Caractéristiques des matériaux[43]

Béton de propreté : Le fond de l'excavation doit être coulé avec une dalle en béton de type C12/15 (épaisseur minimale 5 cm), afin d'empêcher le sol de contaminer les barres d'armature.

Béton de structure : Béton armé de classe de résistance C25/30 ou C30/37 (NF EN 206), choisi pour sa qualité face aux agressions chimiques possibles du sol.

Acier : Armatures en acier d'adhérence supérieure (HA) de classe B500B, disposées en treillis croisés afin de résister aux forces de traction sur la face inférieure.

[41] https://dspace.univ-tlemcen.dz/ consulté le 12/03/2026
[42] https://fr.scribd.com/
[43] https://www.guidebeton.com/

Les joints de dilatation :[44]

Le joint de dilatation est une rupture délibérée dans la structure d'un bâtiment et est censé compenser les variations dues aux fluctuations de température, à la prise du ciment, au tassement, ainsi qu'aux vibrations, afin d'éviter la formation de fissures et d'assurer la stabilité structurelle. Dans un centre d'imagerie médicale, cela est particulièrement utile pour protéger de grandes dalles et les volumes techniques tout en garantissant l'étanchéité globale et la fonctionnalité du bâtiment.

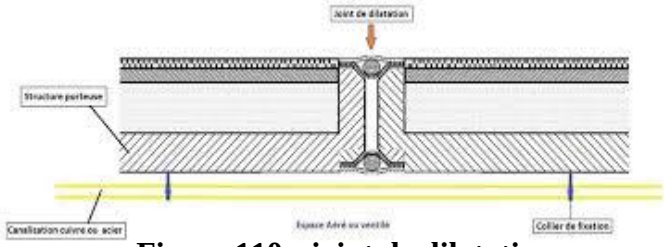


Figure 110 : joint de dilatation

Source : https://cegibat.grdf.fr/

Figure 111 : joint de diatation

Source : https://emac.es/fr

Désolidarisation acoustique :

La dalle supportant l'IRM sera désolidarisée de la structure primaire du bâtiment par des joints de dilatation périphériques et des plots antivibratiles en élastomère.

Murs extérieurs et intérieurs :[45]

- **Murs extérieurs (façade) :**

Le mur extérieur d'un centre d'imagerie médicale intelligent est souvent fait de béton armé une isolation à l'extérieur. En plus, il est recouvert d'un revêtement ventilé. Cela permet d'assurer une bonne performance avec thermique, une longue durée de vie et un look architectural moderne.

[44] https://www.emseal.com/
https://youtu.be/2UfVMfO4NDE?si=pw0UkElqZ6eORDUP
[45] https://dspace.univ-tlemcen.dz/server/api/core/bitstreams/74d6870d-5e4a-464f-bbc4-b0e94caf8340/content

- **Murs intérieurs :**[46]

Dans un centre d'imagerie et d'analyse médicale, il est super important que les murs intérieurs soient conçus avec la radioprotection à l'esprit. Il faut aussi qu'ils soient faciles à nettoyer et assez solides pour supporter des équipements lourds. Ça doit être en accord avec les normes comme la NFC 15-160 en France ou des normes similaires en Algérie. Souvent, on utilise un blindage en plomb qui fait entre 1,5 et 2 mm d'épaisseur, ou équivalent en béton, qui doit mesurer entre 230 et 320 mm, pour bien bloquer les rayonnements ionisants dans les salles de radiologie, de scanner ou d'IRM**.**

Source :

https://josephaundoute.fr/architecture-interieure-centre-radiologie-clinique-sport-paris

Blindage radiologique :[47]

Pour la protection contre les radiations, on parle de l'équivalent à environ 1,5 à 2 mm de plomb pour les radiographies et les scanners. Pour ce qui est des accélérateurs linéaires, comme ceux qu'on utilise au Kaiser Permanente Kraemer Radiation Oncology Center, il faut du béton armé de 90 cm, ce qui correspond à environ 3 pieds.

[46] https://blog.knauf.com/fr-fr/nfc-15-160-la-norme-centrale-dans-la-conception-des-salles-imagerie-medicale
[47] https://portfolio.switch.ch/artefact/file/download.php?file=1271009&view=239396

Spécificités IRM :[48]

Pour l'IRM, on n'utilise pas de blindage comme pour les radiations. À la place, on met en place des cages Faraday ou des protections RF pour gérer les champs électromagnétiques. Et les murs sont conçus pour ne pas être magnétiques.

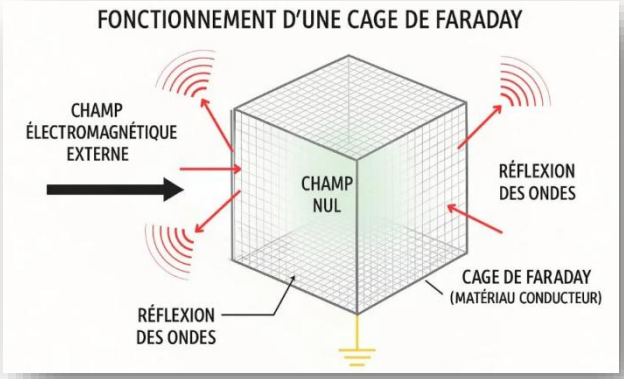


Figure 113 : Fonctionnement Cage de faraday

Source : https://www.geotellurique.fr/

Revêtement intérieur et extérieur :

- **Revêtement extérieur :[49]**

La façade principale du centre est pensée avec une écriture architecturale à la fois moderne et sobre, en cohérence avec la vocation médicale du bâtiment. Le choix de matériaux tels que le **bardage ventilé**, **l'enduit minéral** ou encore **les panneaux composites** permet d'allier durabilité, performance et qualité esthétique, tout en offrant une image rassurante et contemporaine aux usagers.

Dans une logique d'adaptation au climat chaud, une attention particulière est portée à la protection thermique du bâtiment. L'utilisation de **teintes claires**, associée à des dispositifs comme les brise-soleil et les débords, contribue à limiter l'échauffement des façades et à améliorer le confort intérieur. Cette approche favorise également une meilleure maîtrise énergétique, essentielle dans un équipement de santé.

Enfin, le socle du bâtiment est traité avec des matériaux **plus robustes**, capables de résister aux chocs et aux salissures liés aux flux importants de circulation. Des solutions telles que la **pierre reconstituée**, **le béton texturé** ou les parements durs sont privilégiées, notamment au niveau des accès et des zones les plus sollicitées, afin d'assurer la pérennité et la qualité visuelle de l'ensemble.

---

[48] https://www.emseal.com/fr/article/hospital-healthcare-expansion-joints/
[49] https://www.mistral-construction.ch/actualites/revetement-facades-exterieur-interieur/
https://www.healthfacilityguidelines.com/ViewPDF/ViewIndexPDF/iHFG_part_b_medical_imaging_general

- **Revêtement intérieur :**[50]

L'aménagement intérieur du centre repose sur des matériaux à la fois hygiéniques, résistants et adaptés à un usage médical intensif.
Dans les espaces d'**accuei**l, d'**attente**, de **circulation** et les **bureaux**, **les murs** sont traités avec des peintures sanitaires lessivables et des panneaux vinyles muraux.

Les sols, qu'ils soient en zones publiques ou médicales, sont réalisés en vinyle homogène, en PVC médical et en résine lisse antidérapante. Ces solutions garantissent une parfaite étanchéité, une grande résistance à l'usure et une adaptation optimale au passage des équipements mobiles comme les brancards et les chariots.

Les plafonds varient selon les fonctions : dans les zones techniques, ils sont conçus pour être facilement nettoyables et étanches, tandis que dans les espaces administratifs et d'attente, des plafonds acoustiques améliorent le confort sonore et la qualité d'usage.

Dans les sanitaires et les zones humides, des panneaux hydrofuges avec joints époxy sont privilégiés afin d'assurer une excellente résistance à l'eau, aux produits d'entretien et aux protocoles de désinfection

Salles d'imagerie Les salles d'imagerie font l'objet d'un traitement spécifique en raison des exigences techniques et de sécurité.
En **radiologie**, **scanner** et **salles RX**, les parois, portes et vitrages intègrent un blindage au plomb garantissant une protection continue contre les rayonnements sur toute la hauteur utile.

Les finitions intérieures de ces espaces restent cohérentes avec les exigences sanitaires : elles sont **lisses**, non **poreuses** et facilement **lavables**, permettant un entretien rigoureux et durable.

Pour **les salles IRM**, une attention particulière est portée à la compatibilité des matériaux avec l'environnement magnétique. Les éléments de finition et les accessoires sont choisis sans

[50] https://services.dha.gov.ae/tahpi-app/H
https://raybloc.com/an-architects-guide-to-x-ray-room-requirements/

composants ferromagnétiques, afin de garantir la sécurité et le bon fonctionnement des équipements

- **Choix de la peinture :**[51]

Espaces d'accueil, d'attente, de circulation et bureaux :
Une peinture acrylique satinée. Elle offre un bon compromis entre esthétique et résistance, tout en permettant un nettoyage régulier sans altération de la surface. Des couleurs claires telles que le blanc cassé, le beige ou le gris très clair. Elles renforcent la luminosité et véhiculent une image de propreté et de sérénité.

Sanitaires et locaux humides :
Une peinture spécifique pour pièces humides est nécessaire. Elle doit être résistante à l'eau, à la condensation et au développement de moisissures, ou être complétée par des revêtements muraux adaptés

Salles de consultation, de prélèvement et laboratoires :
L'utilisation d'une peinture semi-brillante ou antibactérienne est privilégiée. Plus résistante aux nettoyages fréquents et aux produits désinfectants, elle répond mieux aux exigences d'hygiène de ces espaces.

Salles de radiologie, scanner et RX :
Dans ces espaces, la peinture constitue uniquement une finition. La priorité est donnée au **système de blindage radio protecteur** intégré dans les parois. La peinture appliquée en surface doit donc être compatible, lavable et adaptée à un usage médical. Des teintes douces comme le bleu très clair ou le vert pâle sont recommandées. Elles contribuent à instaurer une atmosphère apaisante et rassurante pour les patients.

Menuiserie :

La menuiserie dans ce type de projet est essentielle pour concilier exigences techniques, sécurité radiologique et confort. Elle doit être adaptée aux équipements tels que l'IRM, le scanner et la radiologie, tout en garantissant l'hygiène et l'intégration de technologies intelligentes. En Algérie, elle respecte les normes locales telles que le DTR relatif à la

[51] https://focusplan.co.nz/medical-health-design-fitout/the-best-wall-finishes-for-a-medical-facility/
https://alfamedicoproducts.com/how-anti-bacterial-paint-improves-hygiene-in-healthcare-settings/

menuiserie bois et l'arrêté n°2951/2008 de la DSP d'Oran, et internationales comme ceux de la CIPR et des normes NFC. En assurant durabilité, accessibilité PMR et fluidité des flux.

Types de menuiserie recommandés et adapté par espace :

Salles d'IRM [52]:

Elément	Matériaux principaux	Exigences clés IRM	Photo
Porte	Aluminium, ou Composite RF blindé	Portes RF étanches amagnétiques Coulissante, largeur de ≥ 1,50 m, fermeture automatique Joint en cuivre, Cadre en inox Blindage RF 100 dB	 Source : https://www.medicalexpo.fr/
Châssis vitré	Aluminium+ verre plombé 2 mm	Anti X affleurants, non ferreux	 Source : https://www.renoval-menuiseries.com/
Panneaux	Bois creux ou PVC renforcé avec ferrite/fer/nickel pour blindage magnétique.	Panneaux muraux composites ferrite Intégrant capteur IOT	 Source : https://www.medicalexpo.fr/

Salles de scanner (TDM/CT) :

Elément	Matériaux Principaux	Exigences clés Scanner	Photo
Porte[53]	Aluminium/PVC + Plomb 2-4 mm	Coulissantes, ≥1,4 m, étanches	 Source : https://fr.made-in-china.com

[52] https://fr.scribd.com/document/743583185/IRM

[53] https://www.spenle-international.com/

Fenêtres / châssis [54]	Aluminium/ verre plombé de 1,5-3 mm	Anti X, observation poste contrôle	Source : https://www.renoval-menuiseries.com/
Cloisons / Panneaux[55]	Mélaminé/ avec plomb intégré 2-3 mm Panneaux préfabriqués Panneaux préfabriqués (ALU BA13 plombé)	Modulaires, hygiéniques, Câblage IoT	Source : https://www.xraystore.fr

Salles de radiographie interventionnel[56] :

Elément	**Matériaux principaux**	**Exigences clés**	**Photo**
Porte	Aluminium/ PVC + plomb 1-2 mm Pb	Portes étanches battantes plombé ≥1,1m. protection X Certifiées EI30, signalétique lumineuse HT/X	Source : https://www.spenle-international.com/
Châssis vitré	Vitrage plombé (0,5-1,5 mm Pb)	Anti X 80-125 kVp	Source : https://www.renoval-menuiseries.com
Cloisons modulaires	Mélaminé ou bois creux + plomb 1 mm	Recouvert de HPL hydrofuge antibactérien	Source : https://img.medicalexpo.fr/
Mobiliers	HPL / Aluminium	Hygiénique, IOT ready	Source : https://www.risf.fr/

[54] https://www.renoval-menuiseries.com/

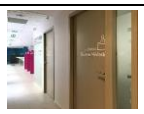
[55] https://www.lemerpax.com/

[56] https://www.renoval-menuiseries.com/

Accueil et espaces d'attentes :

Types d'éléments	Matériaux et exigences	Photo
Comptoir ergonomique[57]	Bois mélaminé HPL, Hauteur de 90 à 110 cm Rangement intégré, Surfaces antibactérienne	 Source : https://image.made-in-china.com/
Banquette modulaires[9]	Tissu ignifugé M1 antimicrobien, Assise 45 cm, accoudoirs espacés ≥60 cm (PMR)	 Source : https://mobika-office.com/
Portes[58]	Aluminium battantes/ Automatique ≥ 0,90m Verre trempé insert pour visibilité et transparence	 Source : https://radiologie92.com
Fenêtres [59]	Double vitrages acoustiques/ thermiques PMR Aluminium	

Administration et bureaux des medecins :

Types d'éléments	Matériaux et exigences	Photo
Porte [13]	Intérieur légere en bois stratifié HPL, EI 30 Hauteur de 2.1 m, Joints acoustiques 35-40 dB	 Source : https://www.agence-treize.com
Fenetre [60]	Fixe ou oscilli-battante en aluménium Vitrage feuilleté Protection solaire (gaine <0.35)	 Source : https://encrypted-tbn0.gstatic.com
Mobilier burreautiques [61]	Bureaux bois mélaminé acoustique,	 Source : https://www.v-korr.com

[57] https://athex.fr/
[58] https://www.acn-menuiserie.fr/
[59] https://www.kollori.com/

[60] https://www.kollori.com/
[61] https://athex.fr/

	cloisons vitrées 1.5 m ; rangements fermés HPL avec câblage IoT intégré.	
Armoires techniques[13]	Composites modulaires pour dossiers et dossiers numériques.	Source : https://www.capsahealthcare.com/wp-content/uploads/2023/11/Flx_Medical_Storage06-removebg.png

Gestion intelligente de corps d'état secondaire :

Dans notre projet, la gestion intelligente des corps d'état secondaires tels que: la menuiserie, la plâtrerie, la peinture, les revêtements de sols, les faux plafonds et les cloisons , repose sur une plateforme centralisée de type BIM-IoT qui combine la modélisation numérique et les capteurs embarqués,tout en assurant une maintenance prédictive, optimisant des performances énergétiques et de garantissant la conformité aux exigences réglementaires, notamment en matière de norme NFC 15-160 et d'hygiène.

Systèmes recommandé[62] :

a) **Plates formes BIM 6D/7D :**

Modélisation avancées :chaque élément de ces tels que: Panneaux HPL, faux plafonds, et les sols vyniles est géocalisé en BIM capteurs RFID/NFC pour traçabilité.

Stratégie de maintenance prédictive : repose sur des capteurs typiques (vibratoires et de délaminage) incluent sur des cloisons, tout en permettant de signer usure avant défaillance (ex. joints PVC salles humides).

Gestion Cycle de vie : est perfectionné grâce à l'intégration de Code QR sur chaque élément de menuiserie, Cela permettre à accéder, via une application mobile, à l'ensemble de l'historique d'entretien, de nettoyage et de désinfection, assurant ainsi une gestion rigoureuse et traçable des équipements.

b) **Capteurs IOT Intégrée par cors d'état[63] :** nous intégrons des capteurs IoT au niveau des corps d'état secondaires afin d'assurer une surveillance continue de

[62] https://fr.scribd.com/ + https://www.wsp.com et auteur

[63] https://fr.intelligentlocations.io/

l'état des matériaux et de mettre en place une stratégie de maintenance prédictive adapté à notre projet.

Menuiserie (HPL, PVC, bois) : Capteurs d'humidité qui ont pour objet de détecter l'absorption d'eau dans les panneaux (limite 70% RH), capteurs COV qui prendent les mesures des émissions chimiques post-désinfection, et capteurs ultrasonores permettre de signaler le délaminage ou fissures en surface.

Sols (vinyle,lino, carrelage) : Capteurs de conductivité qui vérifie l'antistatique et sont obligatoire dans les salles scanners (NF C15-100), capteurs de glissance à fin de mesurer le coefficient d'adhérence PMR, Alors que les capteurs de charge mécanique alertent sur l'usure localisée (lits roulants).

Faux plafonds et platererie : On a intégrer des Capteurs de température/humidité ambiante (20-24°C, 45-55% RH) qui régulent le HVAC pour salle d' IRM, des capteurs de particules PM2.5/CO_2 à fin de surveiller la qualité d'air, et des capteurs piézoélectriques qui ont pour objet de détecter les microfissures structurelles.

Peinture et revêtements : des Capteurs VOC pour mesurer la pollution intérieure post-travaux, auussi des capteurs d'épaisseur peinture qui vérifie l'usure (min. 80 microns), et des capteurs biologiques (PCR miniaturisés) qui alertent sur la prolifération bactérienne/moisissures.

Cloisons mobiles : contient des Capteurs de déformation (inclinomètres) à fin de garantisser la stabilité PMR, ainsi des capteurs acoustiques qui mesurent l'affaiblissement phonique (35-45 dB), et balises UWB qui géolocalisent les cloisons en temps réel pour réagencement.

c) Dashbord centralisé :

la Supervision : Interface unique (ex. Siemens Desigo CC ou Schneider EcoStruxure) qui regroupe la menuiserie , HVAC et l'électricité.

Les alertes prédictives : lorsqu'il y'aura une augmentation du taux d'humidité dans un panneau HPL . Le système permet ainsi de planifier rapidement une intervention, assurant une maintenance anticipée.

Gestion stocks : Commande auto HPL/plomb via ERP connecté quand stock <10%.

Gestion intelligente de l'eau [64]:

La gestion intelligente de l'eau est une approche avancée de la gestion des ressources en eau. Dans notre projet la gestion intelligente combine entre plusieurs technologies numériques avancées afin de surveiller, analyser et optimiser en temps réel le fonctionnement des réseaux d'eau, améliorant ainsi l'efficacité, la sécurité et la durabilité adaptées aux exigences médicales.

- **Technologies intégrées :**
- Capteurs IoT pour détecter le débit, la pression, la qualité et d'autres paramètres de l'eau et assurer le suivi en temps réel du réseau d'eau.
- Connectivité (ex. Nb-iot, lorawan, 4g/5g) pour transmettre les données.
- Systèmes scada pour le contrôle et la supervision à distance.
- Ia et machine learning pour des analyses prédictives.
- BIM (maquette numérique) : a pour objet la localisation des réseaux et la gestion du cycle de vie

Gestion intelligente de l'énergie[65] :

Pour notre projet nous avons choisi une gestion qui repose sur le système **GTB** centralisé qui permet de mieux gérer la consommation de l'énergie, tout en assurant le confort des patients et du personnel. Avec l'intégration de la technologie IoT, notre centre peut également monitorer en temps réel des données pour permettre une surveillance de son consommation énergétique. Aussi l'intégration de L'ASI (alimentations sans interruption) qui est un onduleur critique a pour objet d'assurer une alimentation électrique ininterrompue pour les équipements lourds(scanner,IRM)

Composants essentiels :

- **GTB IoT unifiée :** La plateforme centralisée assure la supervision temps réel du Chauffage, Ventilation et Climatisation , de l'éclairage LED et des ASI critiques via Wattsense, avec suivi de la consommation énergétique par zone fonctionnelle. Les salles techniques représentent 70% de la consommation totale[66].

---

[64] https://biblus.accasoftware.com/fr/gestion-intelligente-de-leau-plateformes-iot-ia-et-sig-pour-le-controle-des-reseaux/
[65] https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/optimiser-la-performance-energetique-des-hopitaux-gtb/ et auteurs
[66] https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/optimiser-la-performance-energetique-des-hopitaux-gtb/

- **ASI médicales dédiées :** Pour assurer le fonctionnement continu de notre équipement médical, les systèmes d'alimentation sans interruption jouent un rôle clé. Grâce à leur mise en œuvre, les ventilateurs, les moniteurs de signes vitaux des patients et les appareils d'exploitation fonctionneront sans problème même en l'absence d'électricité. Les technologies et solutions avancées offrent des batteries modernes pour un fonctionnement autonome de longue durée des appareils ; aussi des systèmes de contrôle intelligents qui optimisent la consommation d'énergie en fonction des besoins.[67]
- **Eclairage intelligent :** l'utilisation des lampes LED et des systèmes automatisés de contrôle de l'éclairage qui consomment moins d'énergie et fournissent une lumière de qualité, ce qui est important pour les salles d'opération et les zones critiques.[19]
- **HVAC optimisé[68] :** pour assurer le contrôle des paramètres tels que la température, l'humidité ou encore la qualité de l'air, en ajustant les différents réglages des équipements et capteurs en fonction des besoins de la pièce (par exemple : réduction de l'éclairage la nuit, adaptation de la ventilation des chambres, gestion des stores du bloc opératoire, etc).
- **Optimisations spécifiques aux équipements d'imagerie :**
  - **IRM :** Circuits électriques dédiés avec filtres anti-harmoniques et refroidissement par eau glacée monitorée (4-8°C), pour assurer la stabilité thermique des supraconducteurs[69].
  - **Scanner :** Mode veille automatique hors acquisition (500 kW pointe → 50 kW veille), réduisant drastiquement la consommation lors des phases d'inactivité.[21]
  - **Laboratoire :** Hottes aspirantes à débit variable pilotées par occupation (détecteurs présence + CO_2), optimisant la ventilation selon les besoins réels[70].

Gestion intelligente de gaz[71] :

La meilleure gestion intelligente de gaz repose sur des systèmes de surveillance centralisée conformes à la norme ISO 7396-1 qui permettent de gérer et contrôler efficacement les

[67] https://dz.bimedis.com/latest-news/browse/801/les-solutions-defficacite-energetique-dans-les-equipements-medicaux-mythe-ou-realite
[68] https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/optimiser-la-performance-energetique-des-hopitaux-gtb/
[69] https://dz.bimedis.com/latest-news/browse/801/les-solutions-defficacite-energetique-dans-les-equipements-medicaux-mythe-ou-realite
[70] [70] https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/optimiser-la-performance-energetique-des-hopitaux-gtb/
[71] https://www.novairmedical.com/fr/surveillance-gaz-medicaux/

niveaux de pureté des gaz, ainsi que la pression et les débits délivrés. Des systèmes d'alarme et de supervision assurent la surveillance et la notification à distance de tous les défauts.

Source : https://www.novairmedical.com/wp-content/uploads/2025/11/surveillance-gaz-medicaux-medgas-alarm.webp

Systèmes de surveillance recommandés :

- **MEDGAS ALARM (Novair médical) :** est pour contrôler la pression des réseaux de gaz médicaux et détecter toute variation anormale, garantissant ainsi la sécurité des installations et la protection des patients. Connecté au réseau, il peut surveiller l'oxygène, l'air médical et chirurgical, le protoxyde d'azote, le dioxyde de carbone et le vide.
- **OXYCHECK** : est pour mesurer la concentration d'oxygène dans les réseaux de gaz médicaux, à la sortie d'un générateur ou directement au point d'utilisation. Compact et facile à manipuler.

Source :https://www.novairmedical.com/wp-content/uploads/2025/11/analyseur-oxygene-medical-portable-oxycheck.webp

- **PHARMAGAS :** est pour évaluer en continu la qualité de l'air médical et/ou de l'oxygène acheminés dans le réseau de gaz médicaux de l'hôpital.

Source : https://www.novairmedical.com/wp-content/uploads/2025/09/analyseur-gaz-medicaux-pharmagas.webp

- **MEDGAS FLOW** : est un appareil utiliser pour mesurer et enregistrer le débit et la consommation de gaz médicaux, tels que l'oxygène ou l'air médical, directement dans le réseau de l'établissement. Compact et facile à installer, il est disponible en version fixe ou portable.

Source : https://www.novairmedical.com/wp-content/uploads/2025/11/medgasflow.webp

Gestion intelligente du confort :

Le projet propose une méthode globale pour la gestion intelligente du confort, en s'appuyant sur un système hybride qui associe climatisation à volume de réfrigérant variable, ventilation à double flux, éclairage intelligent et stratégies bioclimatiques. Cette approche vise à garantir un cadre médical idéal tout en prenant en compte les conditions climatiques particulières de l'Algérie.

Climatisation et chauffage : Le confort thermique est procuré par **un système VRV/VRF** équipé d'une pompe à chaleur, qui permet une régulation des températures adaptée aux besoins spécifiques de chaque espace. Les zones sensibles, telles que celles dédiées à l'IRM et au scanner, disposent d'un système de climatisation de précision qui maintient une température constante en permanence. **(Voir le plan de climatisation dossier graphique)**

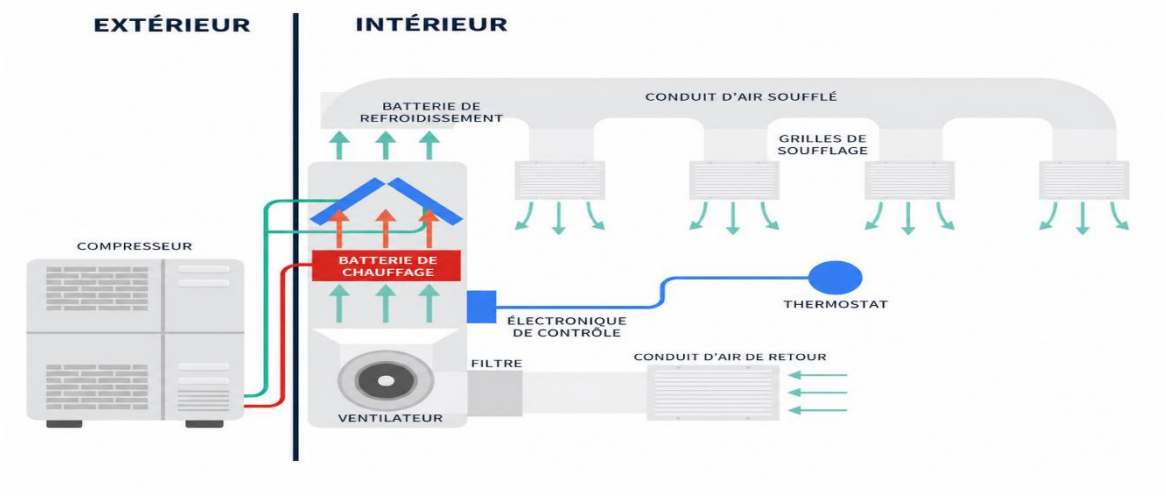


Figure 114 : schéma du **système de climatisation VRV /VRF**

Source : https://www.robertsairconditioning.com

Ventilation

La ventilation est assurée par **un système intelligent VMC et CTA** une centrale de traitement d'air dotée d'un système à double flux, garantissant un renouvellement efficace de l'air, une qualité sanitaire satisfaisante et une diminution des pertes d'énergie grâce à la récupération de chaleur. **(Voir le plan de ventilation dossier graphique)**

Sécurité spécifique à l'IRM : le quench et le quench pipe[72]

Un conduit d'évacuation d'hélium, appelé ***quench pipe***, est installé en matériau amagnétique (généralement en acier inoxydable) afin de relier l'IRM à l'extérieur du bâtiment. Lors d'un quench — phénomène correspondant à une perte brutale de supraconductivité — l'hélium liquide contenu dans l'aimant s'évapore instantanément en grande quantité. Ce gaz est alors dirigé vers l'extérieur par ce conduit, évitant ainsi toute accumulation dans la salle d'examen. Ce dispositif est essentiel pour prévenir les risques d'asphyxie liés au déplacement de l'oxygène ainsi que les surpressions dangereuses à l'intérieur du local

Figure 115 : Quench pipe

Source : https://mrimaster.com/

[72] https://mrimaster.com/

Luminosité[73]

La luminosité est le fruit d'une combinaison d'éclairage naturel, optimisé par l'architecture, et d'un éclairage LED intelligent, capable de détecter la présence et d'ajuster son intensité automatiquement, offrant ainsi un confort visuel tout en favorisant des économies d'énergie.

L'éclairage adaptatif **DALI/KNX** permet un contrôle intelligent et automatisé des luminaires, en ajustant l'intensité selon la présence et la lumière naturelle. Il améliore le confort visuel, réduit la consommation énergétique et s'intègre à la gestion globale du bâtiment, offrant une solution efficace et évolutive, particulièrement adaptée aux centres d'imagerie médicale.
(Voir le plan de l'éléctricité dossier graphique)

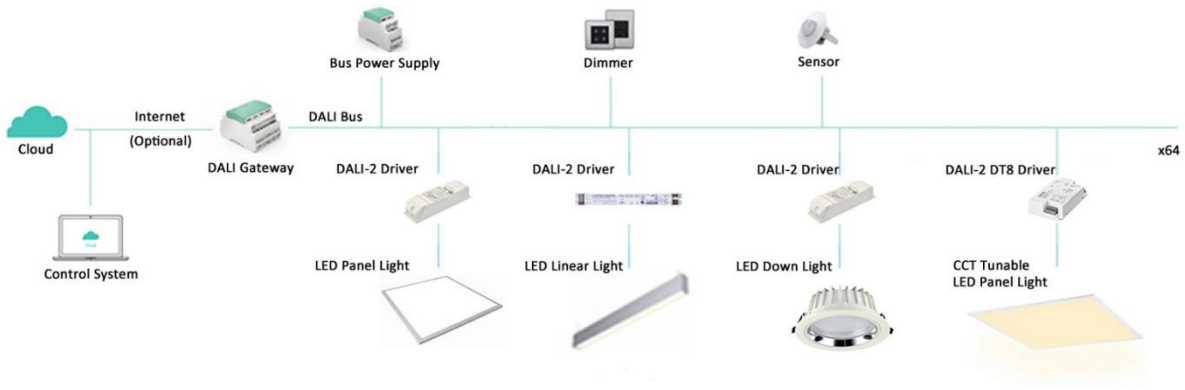


Figure 116 : Fonctionnement de l'éclairage DALI
Source : https://logoslighting.com/

4.6.4. Gestion intelligent de la sécurité :

Pour notre projet, la gestion intelligente de la sécurité doit reposer sur une plateforme intégrée qui relie vidéosurveillance avancée et systèmes de lutte contre l'incendie, en cohérence avec les normes sanitaires et la réglementation algérienne (RPS / RNV, NFC 18-510, etc.).

4.6.4.1. Vidéo surveillance (intelligente) : la meilleure gestion intelligente de la vidéo surveillance repose sur un système intégré basé sur IA et connecté au système global de gestion de bâtiment.

[73] https://www.veko.fr |

- **Principes :** cette gestion elle doit :
- Reposer sur un centre de contrôle qui centralise, stocke, analyse et gère les données provenant des capteurs et des caméras. Le centre de contrôle peut être physique, par exemple sur site. Il peut aussi être dématérialisé, par exemple sur le Cloud, pour être accessible de n'importe où, y compris à partir de terminaux mobiles[74].
- Utiliser des caméras IP et des systèmes intelligents avec IA :

  Caméras hybrides, IP, et PTZ 360° :

  Ces caméras offrent une couverture complète grâce à leur capacité à pivoter à 360°, garantissant une surveillance sans angle mort, particulièrement utile dans les grands espaces communs des équipements médicales[75].
- Analyser les vidéos par IA : pour la détection de comportement inhabituel, et le repérage d'intrusion ou encore identification de véhicule[76].

Figure 117 : caméra hybride

4.6.4.2. Lutte contre incendie [77]:

La fumée toxique dans le bâtiment lors d'un incendie est une grande menace pour les personnes dans le bâtiment. Pour l'évacuation des fumées toxiques, des systèmes d'évacuation et de contrôle des fumées doivent être intégrés aux systèmes de détection d'incendie.

Le fonctionnement intégré des systèmes de détection d'incendie et d'autres systèmes dans le bâtiment est très important pour assurer la sécurité des personnes et des biens en cas d'incendie. L'intégration peut se faire de différentes manières. Modbus, BACnet etc. L'intégration logicielle peut être réalisée avec des protocoles de communication. En outre, le protocole ONVIF, qui est la plate-forme de communication commune de nombreux systèmes de sécurité IP, peut également être utilisé.

Source : https://bydemes.com/fr/produits/videosurveillance/cameras-ip/feu-fumee-gaz/DAHUA-3306-FO

L'intégration de la détection de fumée et d'incendie à votre logiciel de gestion des vidéos (VMS) peut aider votre organisation à prévenir les pertes de vies humaines et les dommages matériels.[78]

---

[74] https://www.avigilon.com/fr/blog/ai-security-cameras
[75] https://www.vedis.fr/secteurs/sante-et-bien-etre
[76] https://www.avigilon.com/fr/blog/ai-security-cameras
[77] https://mavili.com.tr/fr/integration-du-systeme-de-detection-dincendie-dans-les-batiments-intelligents/
[78] https://www.milestonesys.com/fr/solutions/by-use-case/smoke-and-fire-detection/

L'utilisation de Caméra IP 5MP avec capteur de fumée IR AI-fire qui a pour objet la vérification à distance basée sur la détection de fumée et le lien d'alarme vidéo.

4.6.5. Gestion intelligente de la télécommunication et réseau :

4.6.5.1. Réseaux téléphonique[79] : On utilise un réseau téléphonique sur IP (VoIP – Voice over IP) : les appels téléphoniques passent sur le même réseau Ethernet que les données (PACS, RIS, LIMS, systèmes d'information hospitaliers).

Ce réseau IP combine entre :

- La téléphonie (appels internes / externes),
- La messagerie, les alertes et la communication avec le personnel médical,
- La liaison avec le système RIS/PACS, les serveurs d'imagerie et les laboratoires d'analyses.
- Enfin, il respecte toutes les conditions de la sécurité et de la continuité de service.

4.6.5.2. Réseaux wifi internet : Dans notre centre la connectivité Wi-Fi est un pilier de la performance opérationnelle et de la qualité de soin.

Elle s'appuie sur les normes Wi-Fi 6/6E et les standards industriels pour fournir une couverture homogène et évolutive :

Maillage Wi-Fi haute densité : pour garantir un signal constant, même dans les environnements surchargés (urgences, blocs).

Réseau évolutif : compatible Wi-Fi 7 et scalable selon les extensions futures.

QoS médicale : priorisation automatique des applications critiques (radiologie, télémédecine, voix, etc.)[80].

Ce réseau Wi-Fi 6/6^{E} est de haute densité et sécurisé. Il doit utiliser un protocole WPA3, qui est le plus avancé actuellement, et qui doit être utilisé pour protéger les communications sans fil. L'accès au réseau devrait également nécessiter une authentification renforcée, que ce soit pour le personnel médical ou les visiteurs[81].

Pour améliorer encore la sécurité et la protection des données, il est important d'utiliser un VPN (Virtual Private Network), qui crée un tunnel sécurisé entre les appareils connectés et les

[79] https://www.lemanip.com/2022/04/dicom-hl7-ihe-his-ris-pacs.html
[80] https://logiqe.fr/reseaux/wifi-etalissements-de-sante/
[81] https://www.ac-it.net/reseau-wifi-securise-sante/

serveurs internes. Cela empêche tout accès non autorisé, même si un utilisateur se connecte depuis une ligne non sécurisée.[82]

Gestion intelligente des déchets[83]

Mise en place d'un système intégré de tri et de gestion des déchets, fondé sur des capteurs intelligents assurant le suivi en temps réel du niveau de remplissage des conteneurs destinés aux DASRI, aux déchets chimiques et aux déchets ménagers

Figure 118 : poubelle intelligente

Source : https://tekin.fr/

Les déchets médicaux à risque sont conditionnés dans des contenants sécurisés, identifiés et strictement contrôlés, avec un dispositif de traçabilité numérique par **code QR** ou **RFID.**

Systèmes intelligents intégrés :

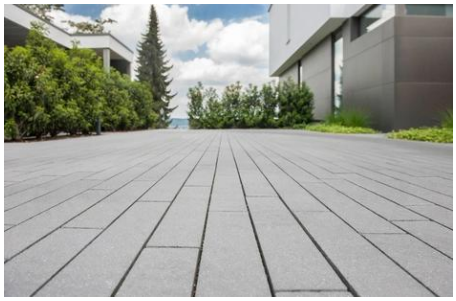
- **Système de secours intelligent :** Détection rapide des incidents et intervention d'urgence pour assurer la sécurité des patients et des équipements.
- **Archivage numérique intelligent :** Gestion numérique sécurisée des dossiers médicaux et accès rapide aux informations des patients.
- **Système d'hygiène intelligent :** Contrôle automatisé de l'hygiène pour prévenir les infections et garantir un environnement sanitaire sécurisé.
- **Parking intelligent :** Organisation automatisée du stationnement afin d'améliorer la circulation et l'accessibilité du centre.
- **Contrôle des conditions médicales :** Surveillance continue de la température, de l'humidité et de la pression dans les espaces sensibles.
- **Maintenance prédictive :** Anticipation des pannes des équipements médicaux pour réduire les interruptions et améliorer leur durée de vie.

Trottoir :[84]

[82] https://www.ac-it.net/reseau-wifi-securise-sante/#:~:text=Pour%20am%C3%A9liorer%20encore,ligne%20non%20s%C3%A9curis%C3%A9e
[83] https://www.akanthas.com/
[84] https://www.noblema.com/granit/comment-utiliser-le-granit-en-exterieur/

Le trottoir extérieur du centre d'imagerie et d'analyse médicale sera réalisé en **dalles de granite antidérapant**, afin d'assurer une bonne résistance aux intempéries, une durabilité élevée et une sécurité optimale pour les usagers.

Source : https://heinrich-bock.com/



Source : https://harbecke.hagebau.de/

Source : https://www.techo-bloc.com/

Eclairage extérieur :

Zones critiques (urgences et accès) : mise en place d'un éclairage puissant à lumière blanche neutre (4000 K), associé à une signalétique lumineuse claire et impactante afin de garantir une orientation rapide et intuitive.

Source : https://www.superiorlighting.com/

Parkings et voiries : installation de candélabres LED à haute performance énergétique, équipés de systèmes de détection de présence, assurant à la fois la sécurité des usagers et l'optimisation de la consommation énergétique.

Source: https://wenlighting.com/

Conclusion :

En conclusion, ce chapitre a permis de définir les choix techniques et technologiques du centre d'imagerie et d'analyses médicales. L'étude met en avant un système constructif adapté, des matériaux performants ainsi que des dispositifs garantissant la sécurité, le confort et le bon fonctionnement des espaces médicaux.L'intégration des technologies intelligentes, telles que la GTB, les systèmes IoT, la gestion énergétique et les dispositifs de sécurité connectés, contribue à améliorer l'efficacité du bâtiment et la qualité des services proposés.Ainsi, le projet répond

aux exigences fonctionnelles, techniques et environnementales d'un équipement médical moderne, durable et évolutif.

Conclusion généerale

Conclusion générale :

Au terme de ce travail de recherche portant sur la conception d'un centre d'imagerie et d'analyses médicales intelligent à Aïn Témouchent, il ressort que la mise en place d'une telle infrastructure constitue un levier déterminant dans le renforcement de l'offre de soins et l'amélioration de la prise en charge diagnostique au niveau local.

L'étude menée a permis de mettre en évidence la nécessité d'une approche pluridisciplinaire intégrant à la fois les exigences architecturales, fonctionnelles et techniques propres aux établissements de santé. La conception proposée s'inscrit dans une logique d'optimisation des flux, de respect des normes en vigueur en matière d'hygiène, de sécurité et de radioprotection, ainsi que d'adaptation aux contraintes spécifiques des équipements d'imagerie médicale.

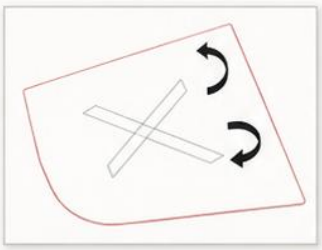
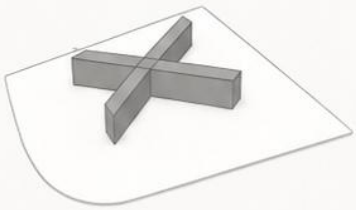
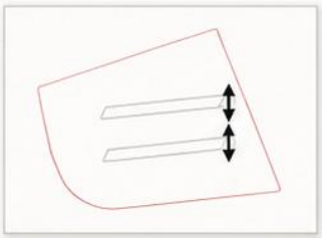
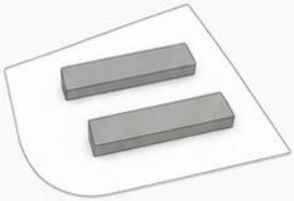
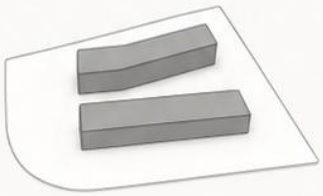
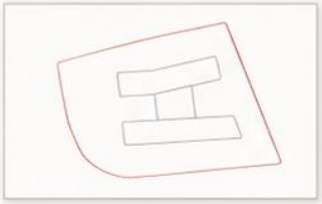
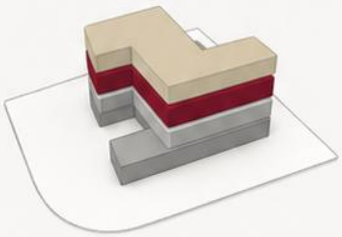
Par ailleurs, ce projet souligne l'importance croissante des technologies d'imagerie et d'analyses biologiques dans le processus de diagnostic et de suivi thérapeutique. L'intégration d'équipements performants, conjuguée à une organisation spatiale rigoureuse, contribue à améliorer l'efficience des prestations offertes et à garantir un niveau de qualité conforme aux standards contemporains.

En outre, la réalisation d'un tel centre présente des retombées socio-économiques significatives, notamment en matière d'accessibilité aux soins spécialisés, de réduction des inégalités territoriales et de dynamisation du secteur sanitaire à l'échelle de la région.

En perspective, ce travail ouvre la voie à des réflexions complémentaires portant sur l'évolution des pratiques médicales, l'intégration des innovations technologiques et la nécessité d'une planification durable des infrastructures de santé, en adéquation avec les besoins croissants de la population.

Annexe

Schéma de principe :

2D	3D	Description des étapes
		La genèse de la forme s'appuie sur le principe des rayons X (apparition d'un axe croisé).
		*Décomposition :* Le X est dissocié en deux éléments linéaires parallèles.
		Élargissement des deux volumes.
		Les éléments obtenus sont organisés selon une trame directionnelle suivant les axes de terrain.
		Transformation : les éléments se connectent partiellement générant une géométrie plus complexe (articulation volumétrique).
		*Stratification :* Le principe est répété (multiplication des modules) pour produire un système plus dense et structurel.

La transformation et la recomposition aboutissent à une architecture stratifiée et explore ainsi des notions de superposition en jouant sur les rapports entre plein et vide, opacité et transparence.

Système de climatisation :

FONCTIONS INTELLIGENTES

- Régulation automatique selon occupation
- Ajustement automatique de la température
- Optimisation énergétique (IA / Auto-adaptation)
- Détection présence et mode économie
- Surveillance et diagnostic à distance
- Programmation horaire intelligente
- Historique et rapports de performance

CONTRÔLE INTELLIGENT

SYSTÈME VRV

Unités extérieures VRV (R410A)

- Module Inverter
- Récupération d'énergie
- Contrôle intelligent
- Haute efficacité énergétique

PRINCIPE DU SYSTÈME VRV

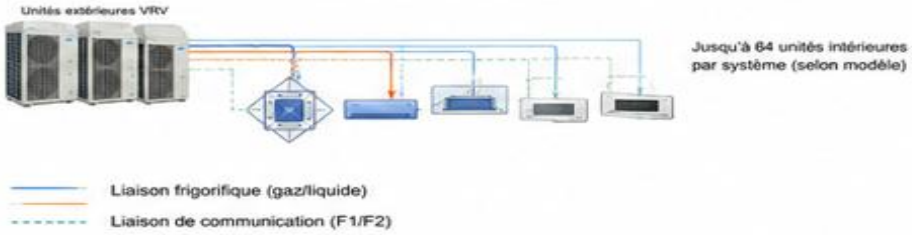


TABLEAU DES UNITÉS INTÉRIEURES

Pièce	Type d'unité	Capacité (kW)	Qté
Salle d'imagerie 1	Cassette 4 voies	14,0	1
Salle d'imagerie 2	Cassette 4 voies	14,0	1
Salle d'analyses	Cassette 4 voies	14,0	1
Salle d'attente	Cassette 4 voies	11,2	1
Bureau médical	Murale	2,8	1
Salle de réunion	Cassette 4 voies	7,1	1
Service médecine nucléaire	Gainable	9,0	1
Vestiaire H	Murale	2,2	1
Vestiaire F	Murale	2,2	1
TOTAL CAPACITÉ		76,5 kW	

Système de ventilation :

Pièce	Température	Humidité	CO2 max
Salles d'imagerie	20 – 22 °C	40 – 60 %	800 ppm
Salle d'analyse	20 – 24 °C	40 – 60 %	800 ppm
Salle d'attente	20 – 24 °C	40 – 60 %	800 ppm
Prélèvement médical	20 – 24 °C	40 – 60 %	800 ppm
Bureaux	20 – 24 °C	40 – 60 %	800 ppm
Sanitaires			

Bibliographie

Bibliographie

Ouvrages et documents généraux

1. CHING Francis D.K., *Architecture: Form, Space and Order*, Wiley, New York, 2015.
2. NEUFERT Ernst, *Les éléments des projets de construction*, Dunod, Paris, 2014.
3. GOULLETTE Jean-Pierre, *Radiologie et imagerie médicale*, Elsevier Masson, Paris, 2017.
4. BOUDIER Alain, *Les bâtiments intelligents et la domotique*, Techniques de l'Ingénieur, France, 2020.

Textes juridiques et réglementaires

5. Loi n°18-11 du 02 juillet 2018 relative à la santé, Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.
6. Décret exécutif n°93-120 du 15 mai 1993 relatif à la médecine du travail et à la prévention des risques professionnels.
7. Arrêté n°101 du 01 septembre 2005 fixant les conditions d'importation et de commercialisation du matériel médico-chirurgical.

Sites web et liens

1. ArchDaily : https://www.archdaily.com
2. RamSoft – History of Radiology: https://www.ramsoft.com/fr/blog/history-of-radiology
3. Elsan – Radiologie et Imagerie Médicale : https://www.elsan.care/fr/patients/radiologie-et-imagerie-medicale
4. Deuxième Avis : https://www.deuxiemeavis.fr
5. Fondation HCL : https://fondationhcl.fr/notre-action/recherche-et-innovation/informations-sur-les-maladies-et-la-recherche-medicale/maladies-cardiovasculaires-liste-symptomes-et-traitements-du-coeur/
6. Advizeo Smart Building: https://www.advizeo.io/smart-buildings/smart-building-definition-principe/
7. Synox Smart Building: https://www.synox.io/cat-smart-building/batiment-intelligent-definition/
8. Autodesk : https://www.autodesk.com
9. Green Affair: https://www.greenaffair.com
10. Data4U : https://data4u.io/blog
11. Quelle Énergie : https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/domotique/batiments-intelligents
12. Smart Buildings in Use : https://www.smartbuildingsinuse.be/wp-content/uploads/2024/06/x01_Livre_Blanc_Smart_Building.pdf

13. Omada Networks :
https://www.omadanetworks.com/fr/blog/1430/les-smart-buildings-ont-besoin-d-un-réseau-robuste-et-évolutif/
14. Requea IoT:
https://www.requea.com/avenir-iot.html
15. Ça m'intéresse :
https://www.caminteresse.fr
16. Elecstore – Histoire de la domotique :
https://www.elecstore.fr/histoire-fascinante-domotique-debuts-aujourd-hui/
17. Google Earth:
https://earth.google.com
18. Pinterest France :
https://fr.pinterest.com
19. Symptom Architects :
https://symptomarchitects.com
20. Imagerie Médicale 84 :
https://imagerie-medicale84.fr
21. ASNR Recherche Expertise :
https://rechercheexpertise.asnr.fr/sites/default/files/documents/professionnels_sante/documentation/IRSN_Radiologie_Interventionnelle.pdf
22. ITU Smart Building PDF:
https://web.itu.edu.tr/~onaygil/ebt614e/presentation_2.pdf
23. ITU Intelligent Building Definition:
https://web.itu.edu.tr/~onaygil/ebt614e/IB_Definition.pdf
24. StudySmarter :
https://www.studysmarter.fr
25. NéCIR Diagnostic :
https://necirdiagnostic.dz/centre-imagerie-medicale/
26. Medica Magazine :
https://medica-magazine.com
27. Direction Générale des Douanes Algériennes :
https://www.douane.gov.dz
28. Legal Doctrine :
https://legal-doctrine.com
29. Elsan – Endoscopie :
https://www.elsan.care/fr/pathologie-et-traitement/imagerie-medicale/endoscopie
30. Université de Blida Documentation PDF :
https://di.univ-blida.dz/jspui/bitstream/123456789/1746/1/4.720.1402.pdf
31. Magnific Domotique :
https://www.magnific.com
32. Bio Ressources Blog :
https://blog.bio-ressources.com
33. Arizona Cancer Center – ArchDaily :
https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects
34. Kaiser Permanente Radiation Oncology Center – ArchDaily :
https://www.archdaily.com/776442/kraemer-radiation-oncology-center-yazdani-studio-of-cannondesign
 University of Arizona Cancer Center :
https://www.archdaily.com/797911/university-of-arizona-cancer-center-zgf-architects

Dossier graphique

Plan de situation :

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

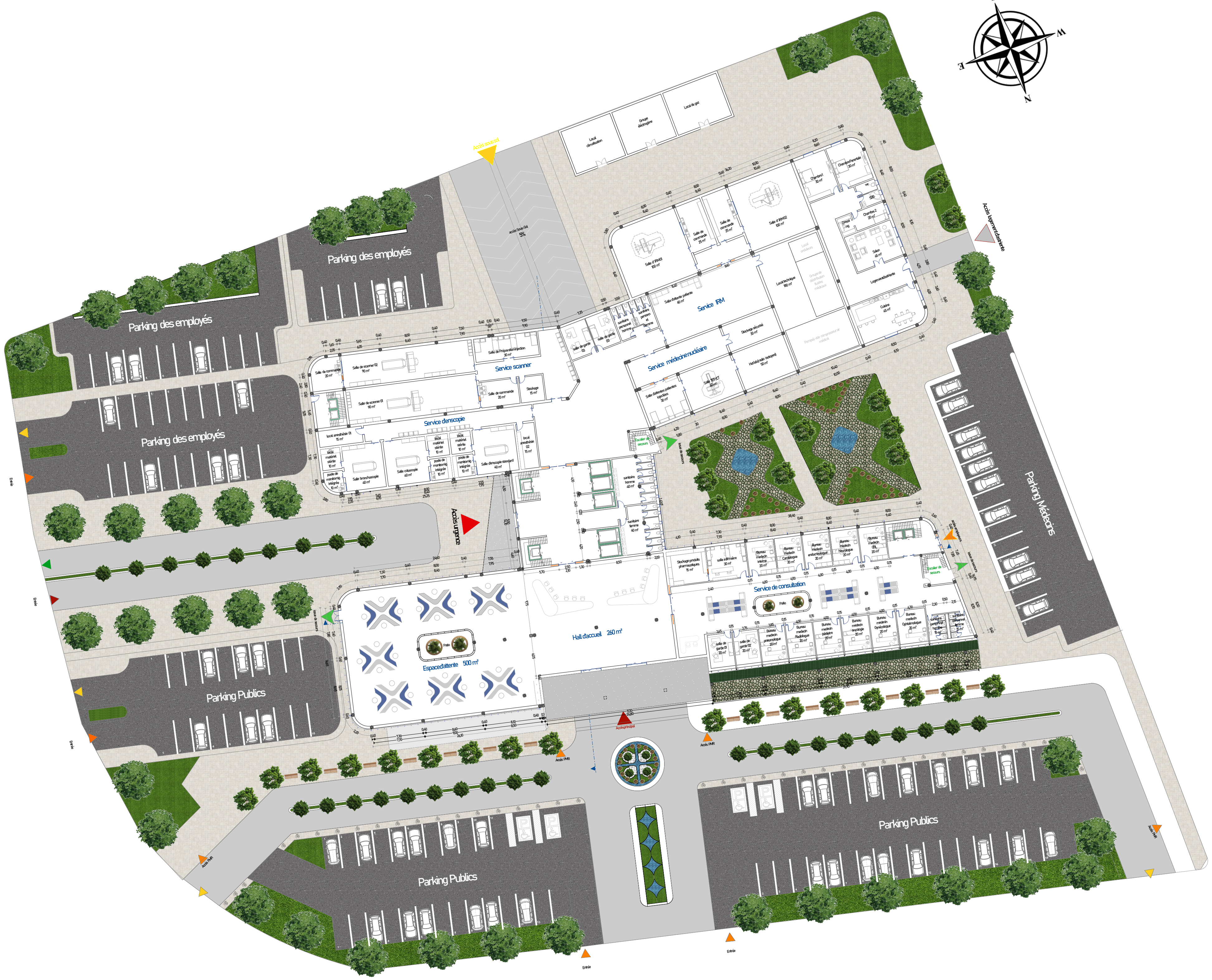
Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

1)- Plan de masse:

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

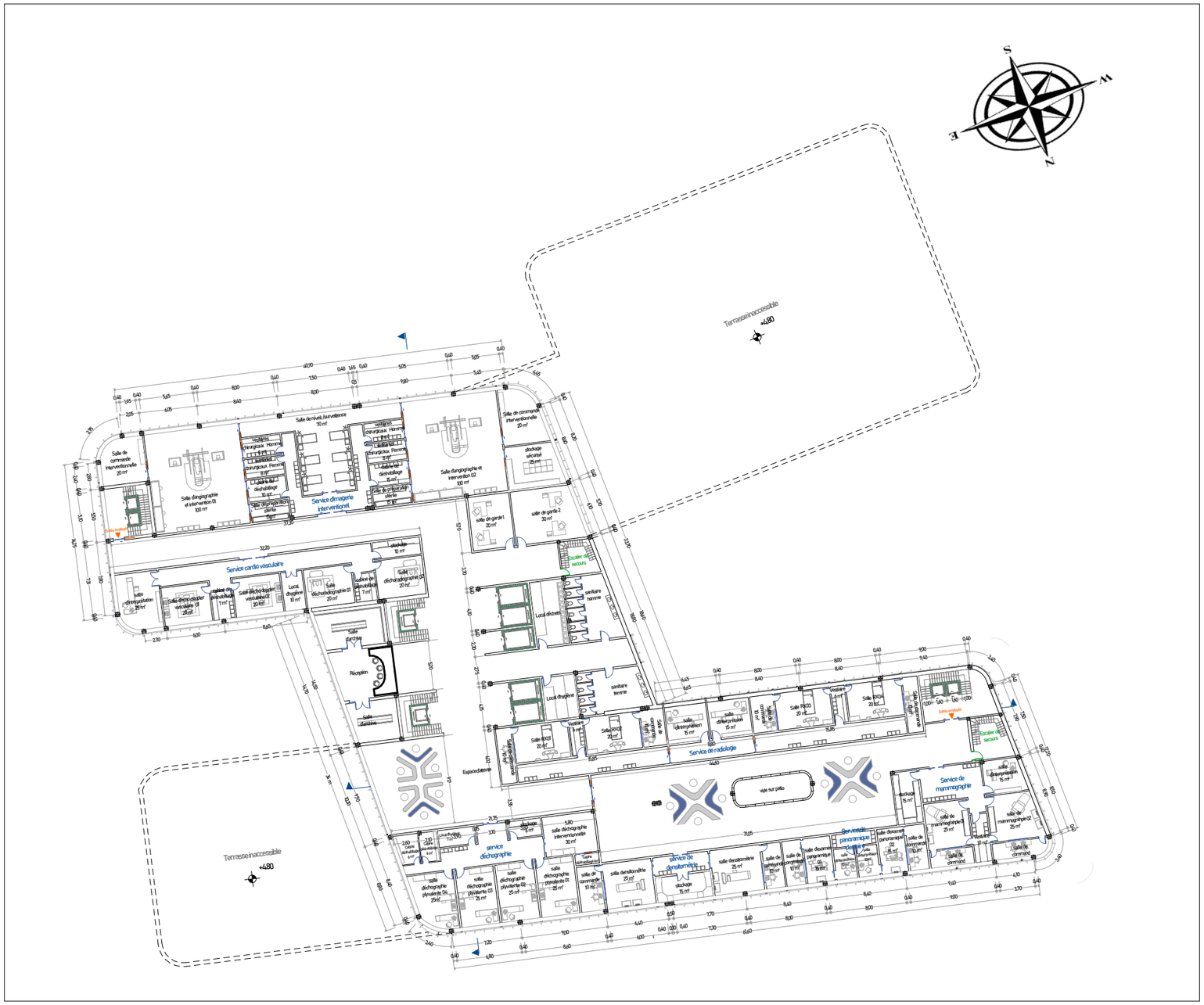
2)- Plan d’aménagement:



Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d’architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

3)- Plan de 1er étage :



Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

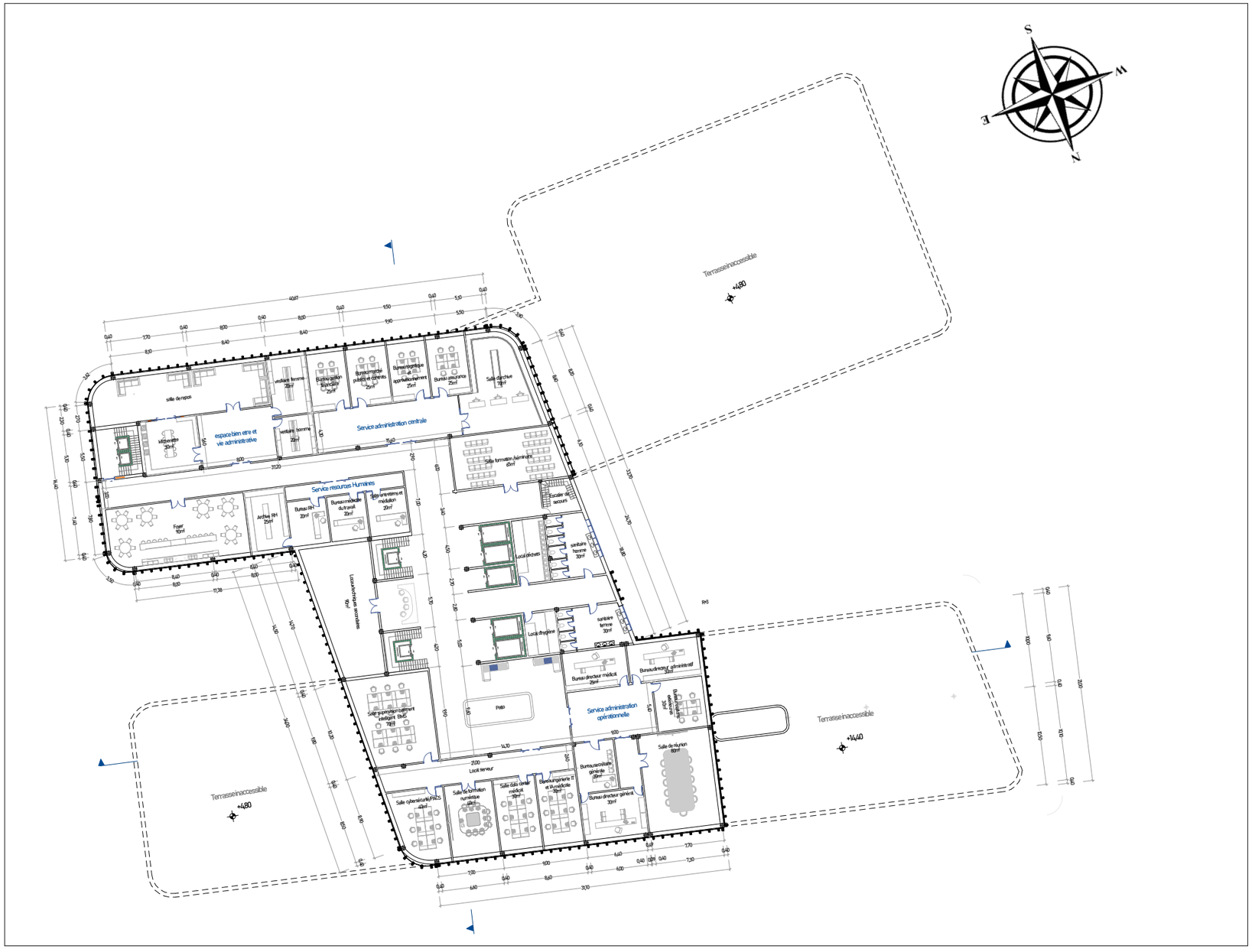
Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

4)- Plan de 2ème étage :

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

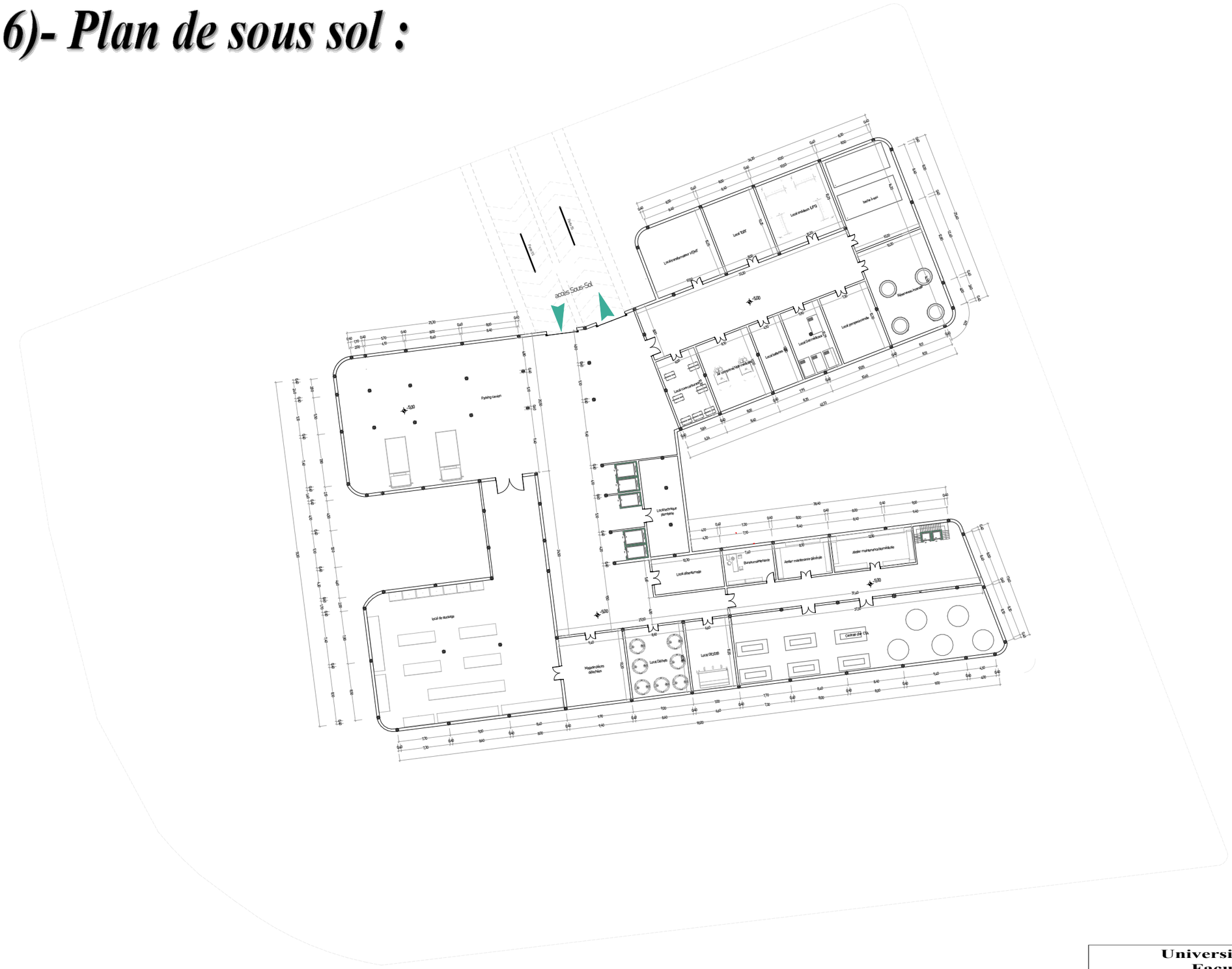
5)- Plan de 3ème étage :



Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

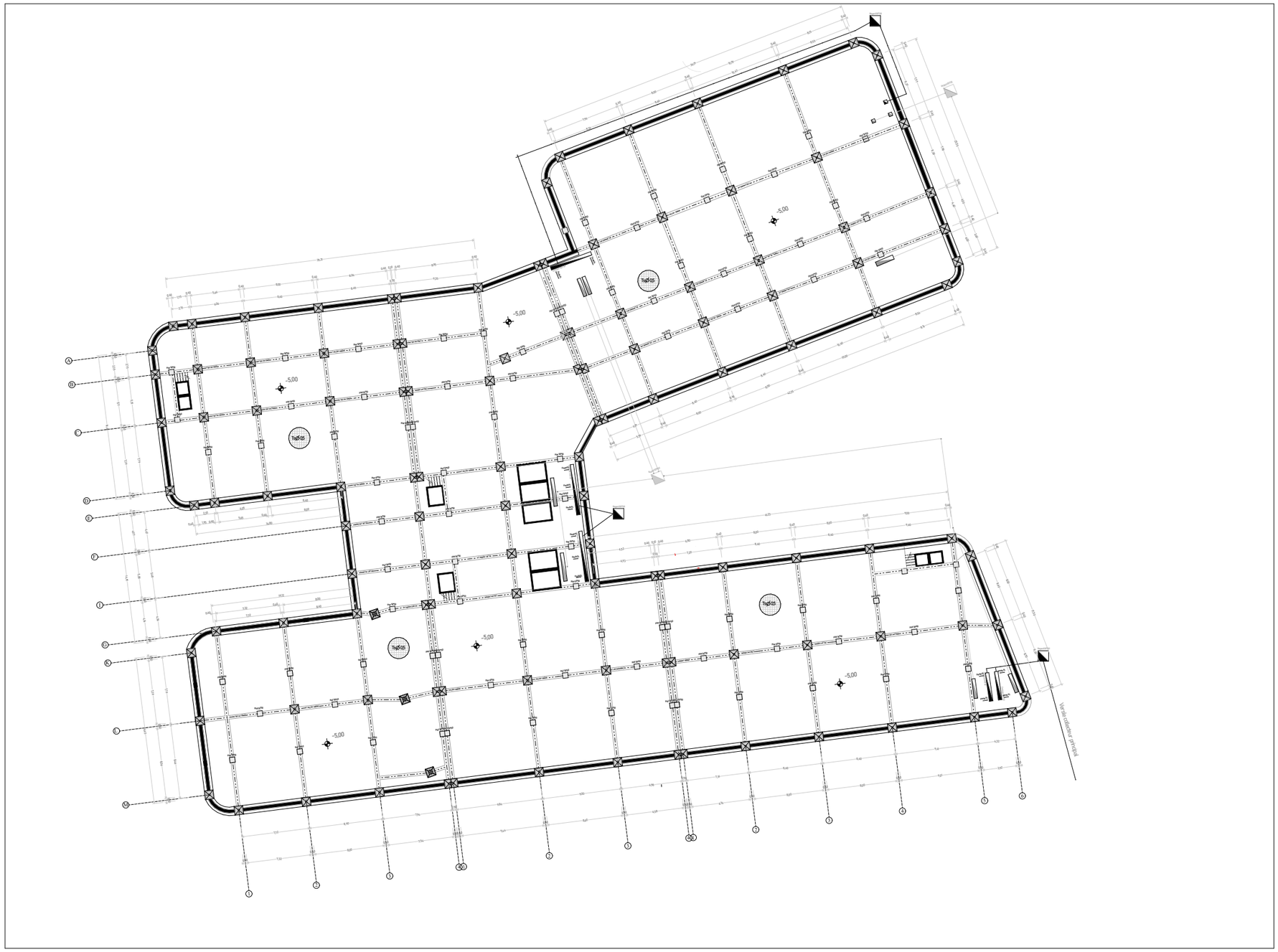
6)- Plan de sous sol :



Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

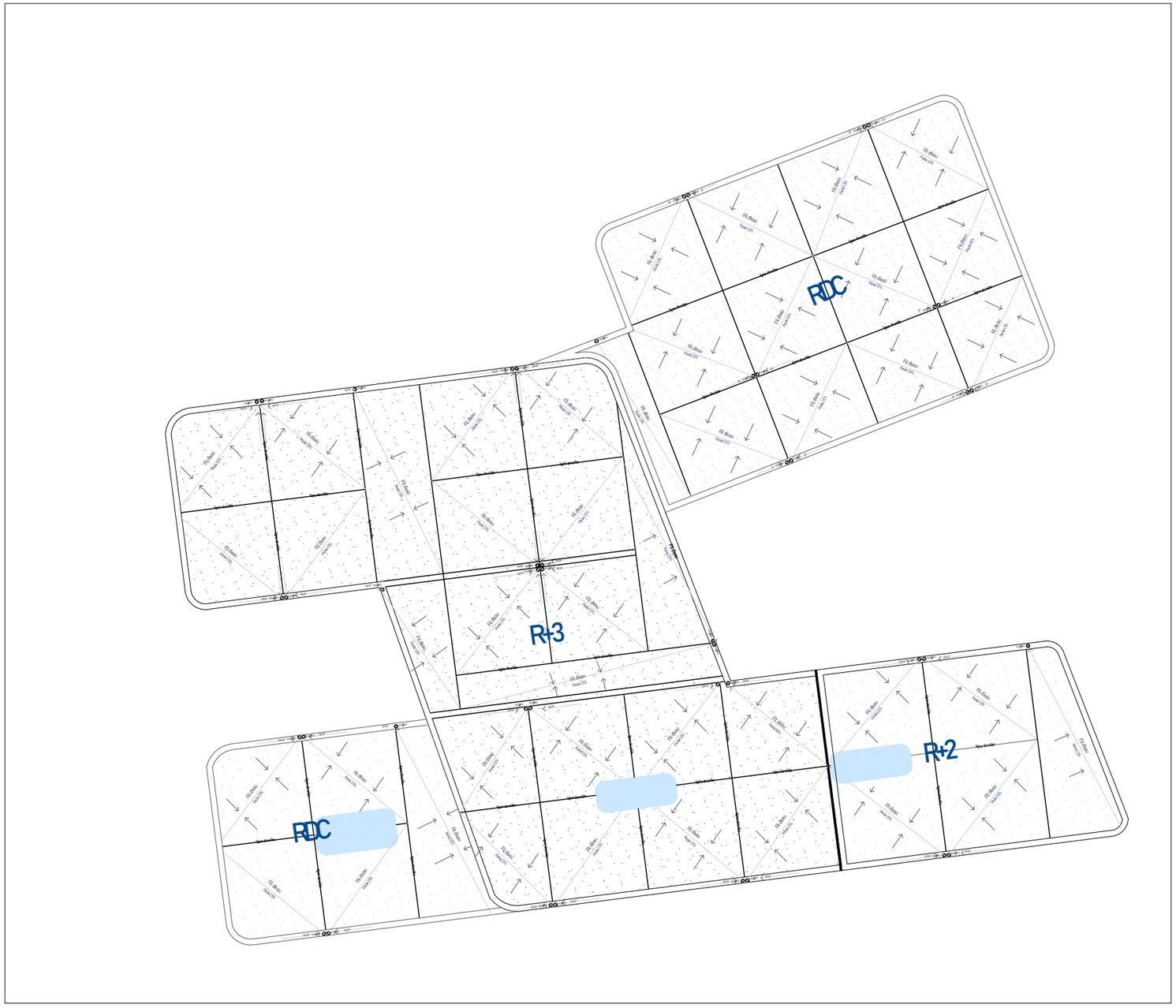
7)- Plan de Fondation:



Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

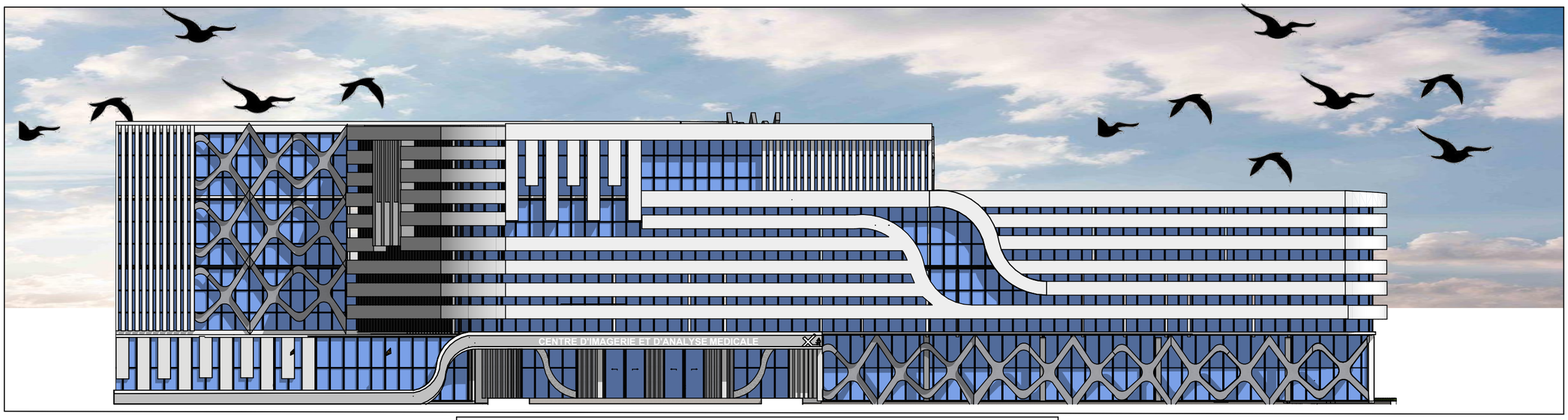
8)- Plan de Toiture:



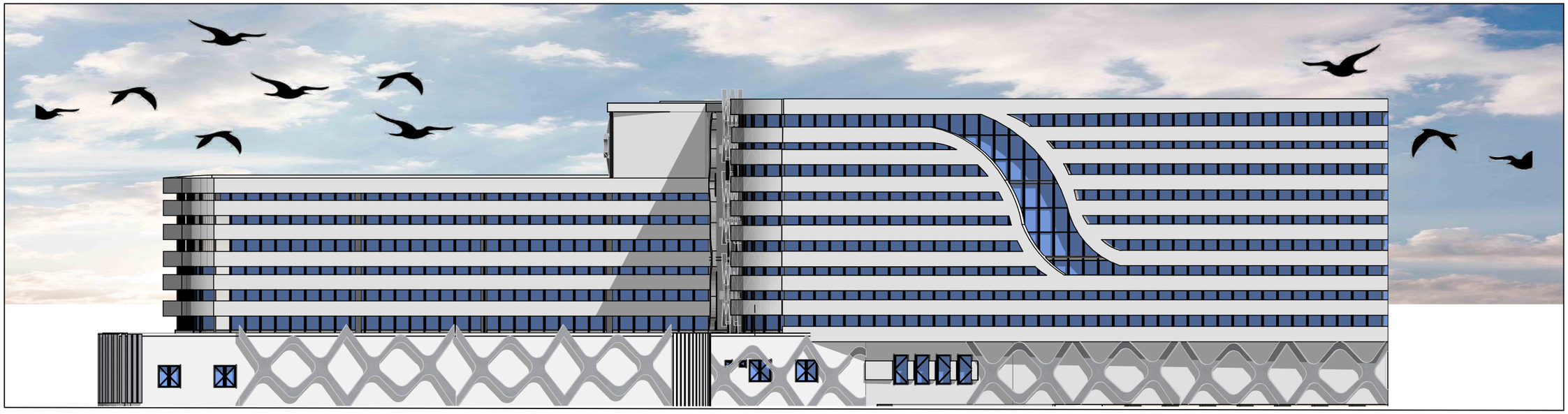
Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

9)- Les façades:



Façade principale Nord



Façade arrière sud

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

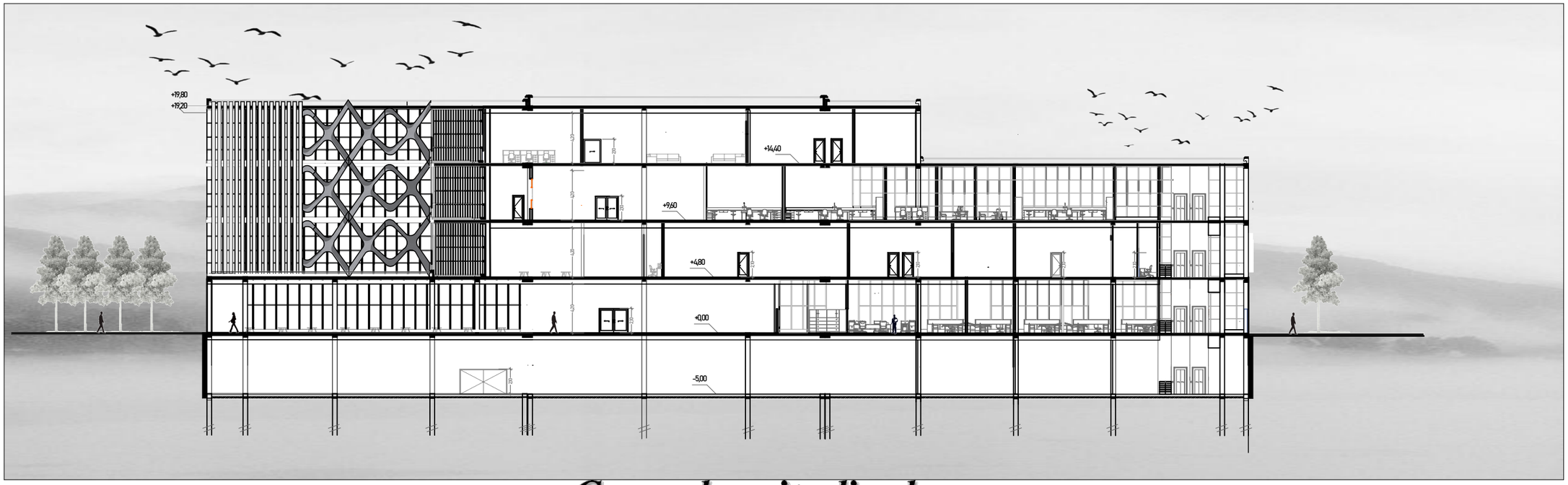
Façade latérale ouest

Façade latérale est

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

10)- Les coupes:



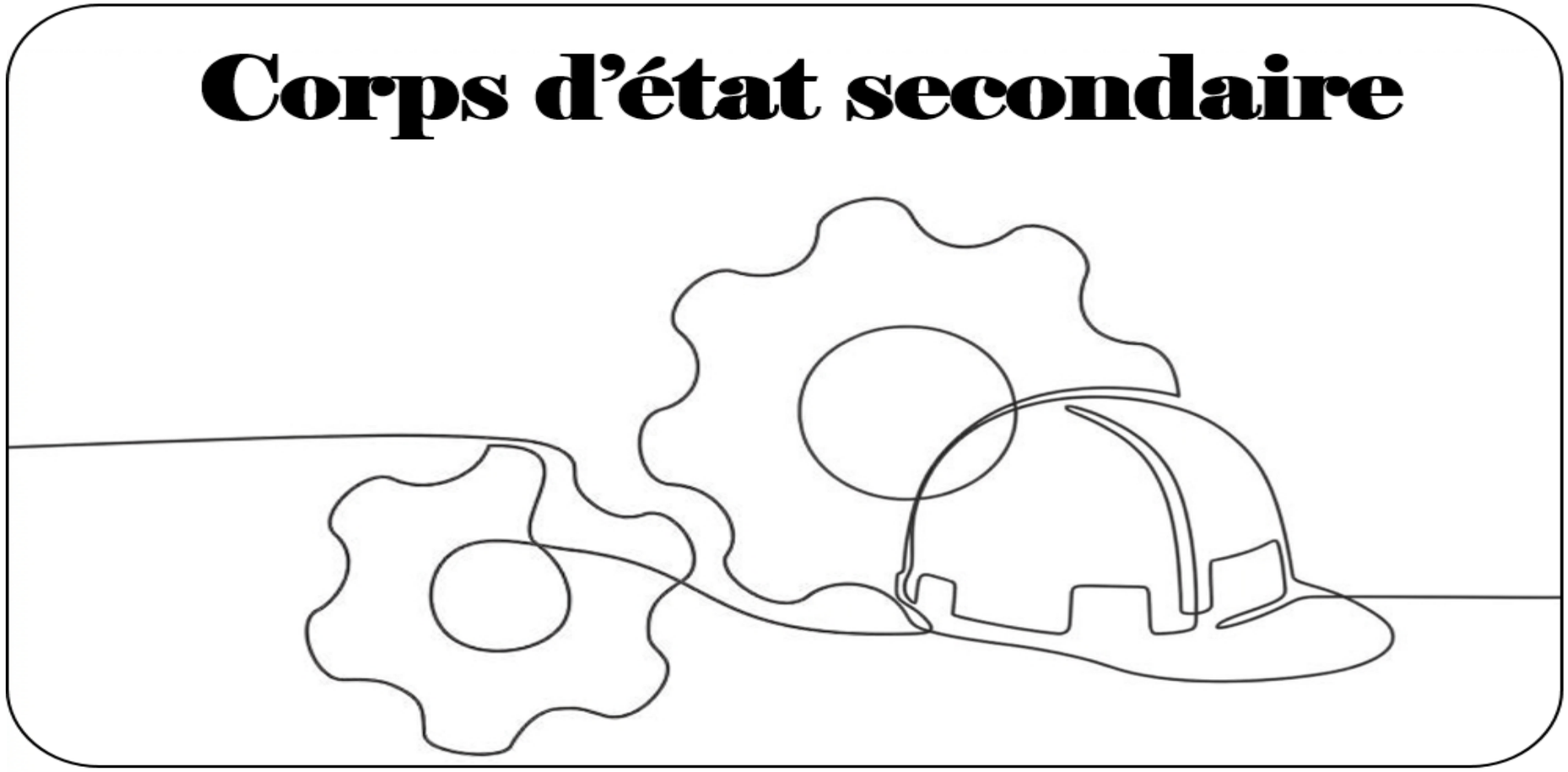
Coupe longitudinale

Coupe transversale

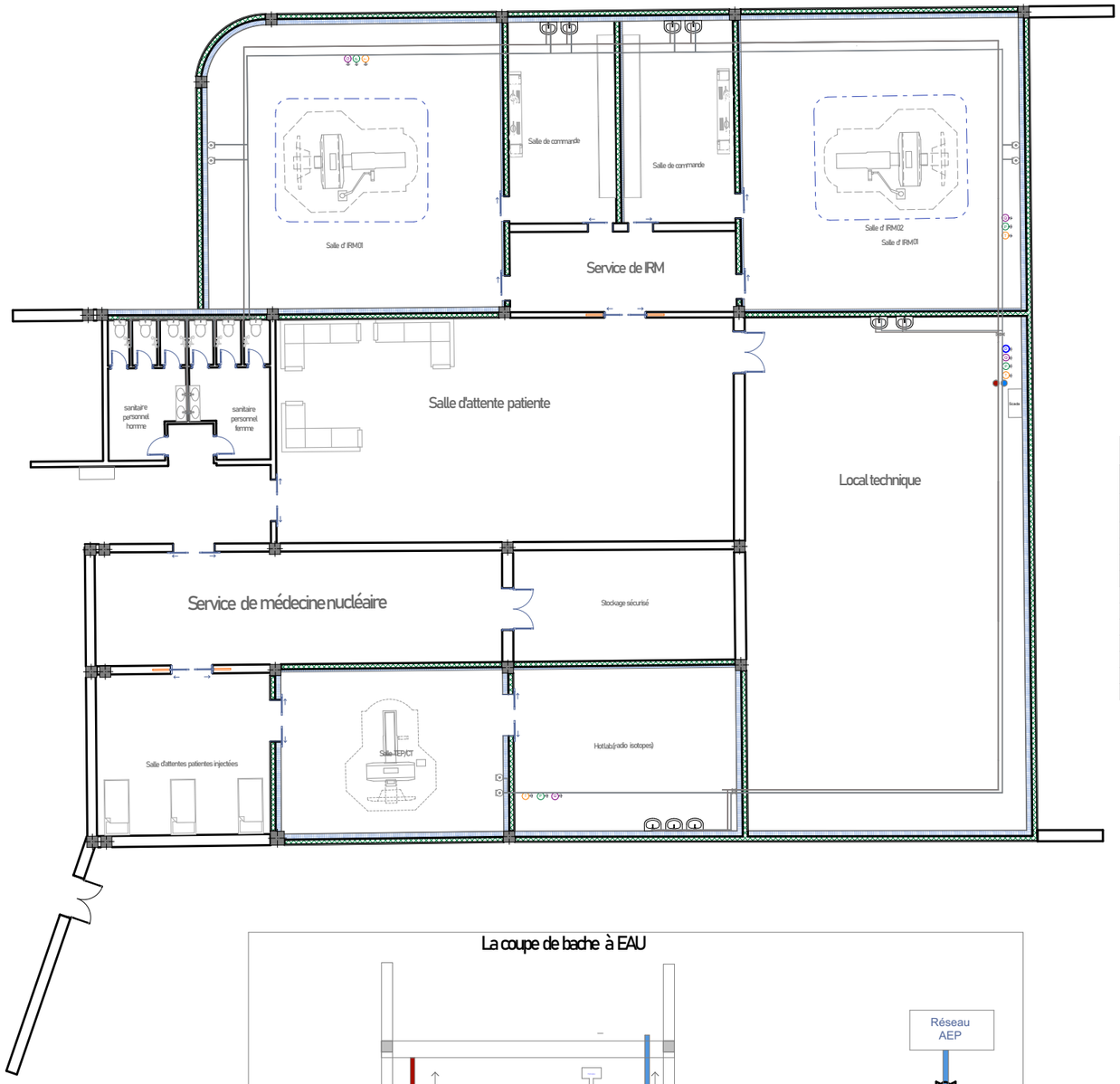
Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

Corps d'état secondaire

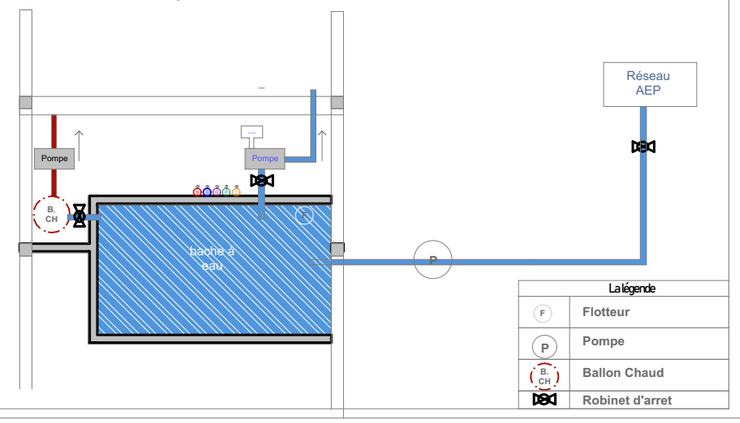


Plan d'AEP :



La légende	
	Colonne montante d'eau froid
	Colonne mantante d'eau chaud
	Robinet d'arret
	Point d'eau murale
	Conduite d'eau chaud ∅16mm
	Conduite D'eau froid ∅16mm
	Capteur de température
	Capteur de pression
	Capteur de qualité d'eau
	Capteur de Débit
	Capteur de niveau d'eau
	Passerelle IOT (collecte des donnés)
Scada	Système Scada (controle et supervision à distance)

La coupe de bache à EAU

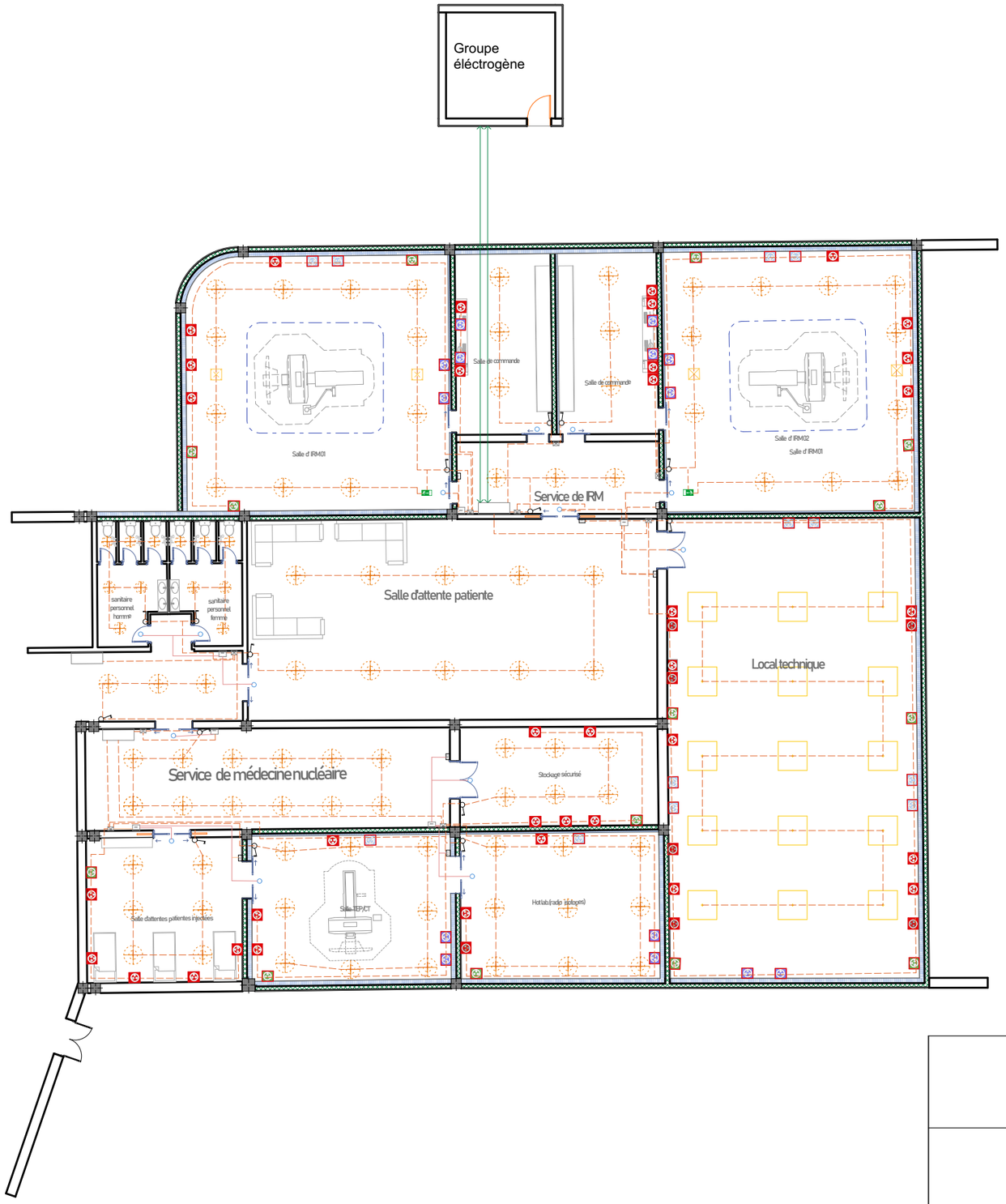


La légende	
F	Flotteur
P	Pompe
B. CH	Ballon Chaud
	Robinet d'arret

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

Plan d'électricité :



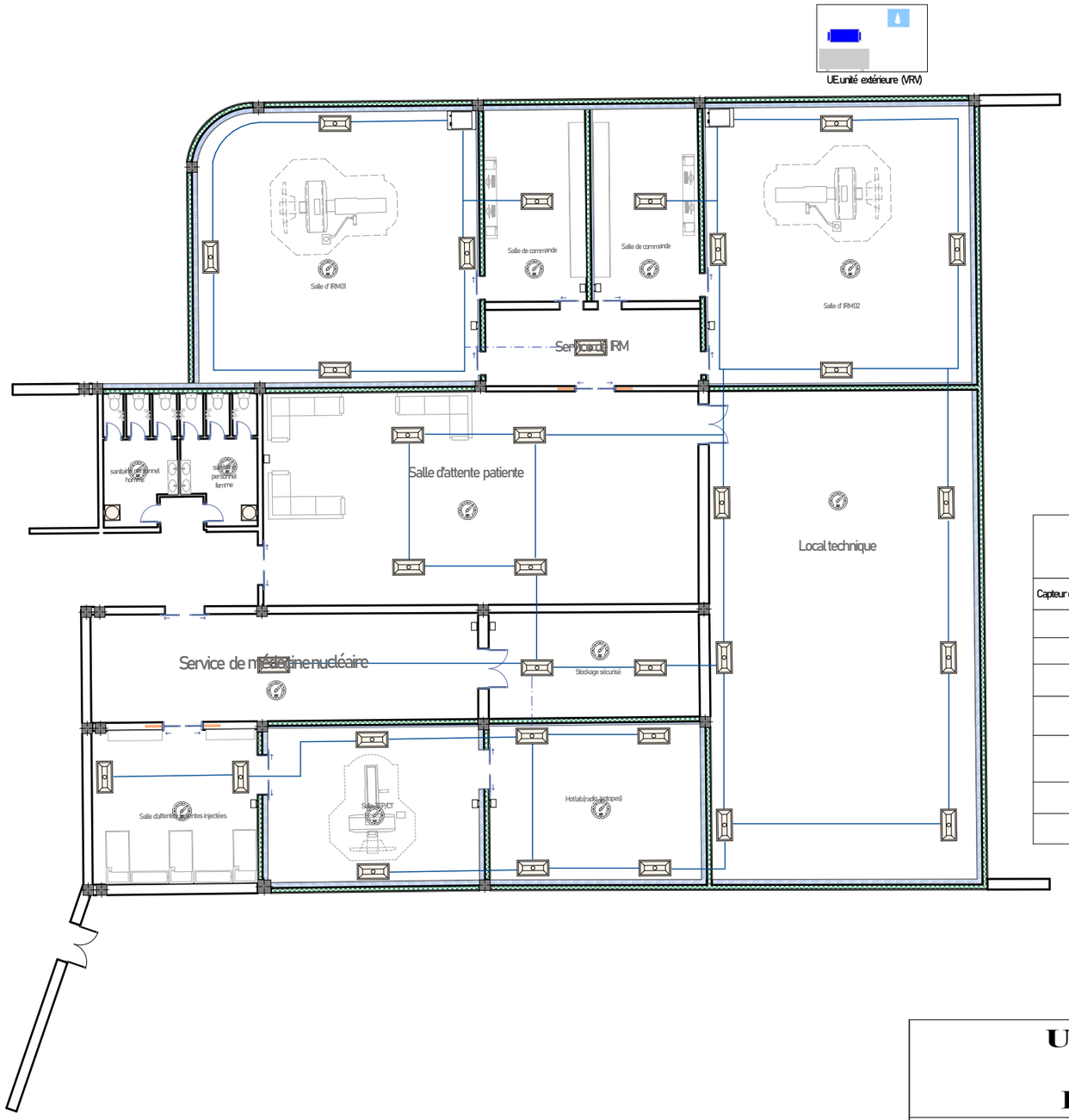
Légende

	Groupe éléctrogène
	Tableau
	Boite de dérivation
	Spot LED
	Lampe
	Interrepteur
	Prise normale 230V
	Prise EPS ondulée
	Prise secourue
	Prise médicale
	éclairage LED indirect
	éclairage opérateur
	Détecteur
	éclairage de sécurité
	KNX actionneur
	Carte d'accés

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

Plan de Climatisation et Chauffage :



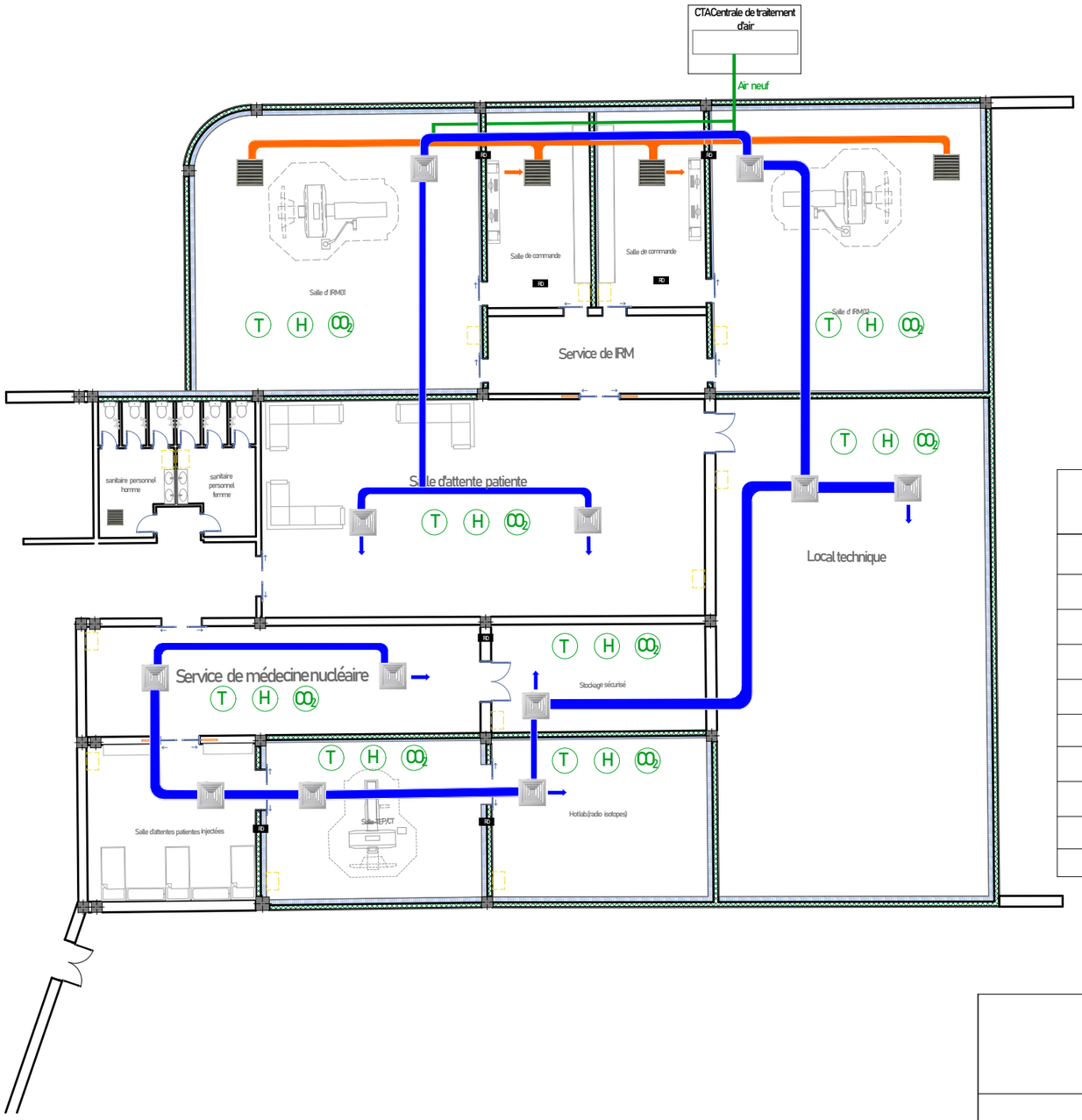
La légende

Capteur d'ambiance (température / humidité/ CO2)	
unité d'interieure cassette 4 voies	
Diffuseur plafonier d'air	
Thermostat d'ambiance intelligente	
Régulateur de débit VRV	
Automate programmable régulation CVC intéligente	
Centrale de traitement d'air	
Refroidisseur d'eau	

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

Plan de ventilation:



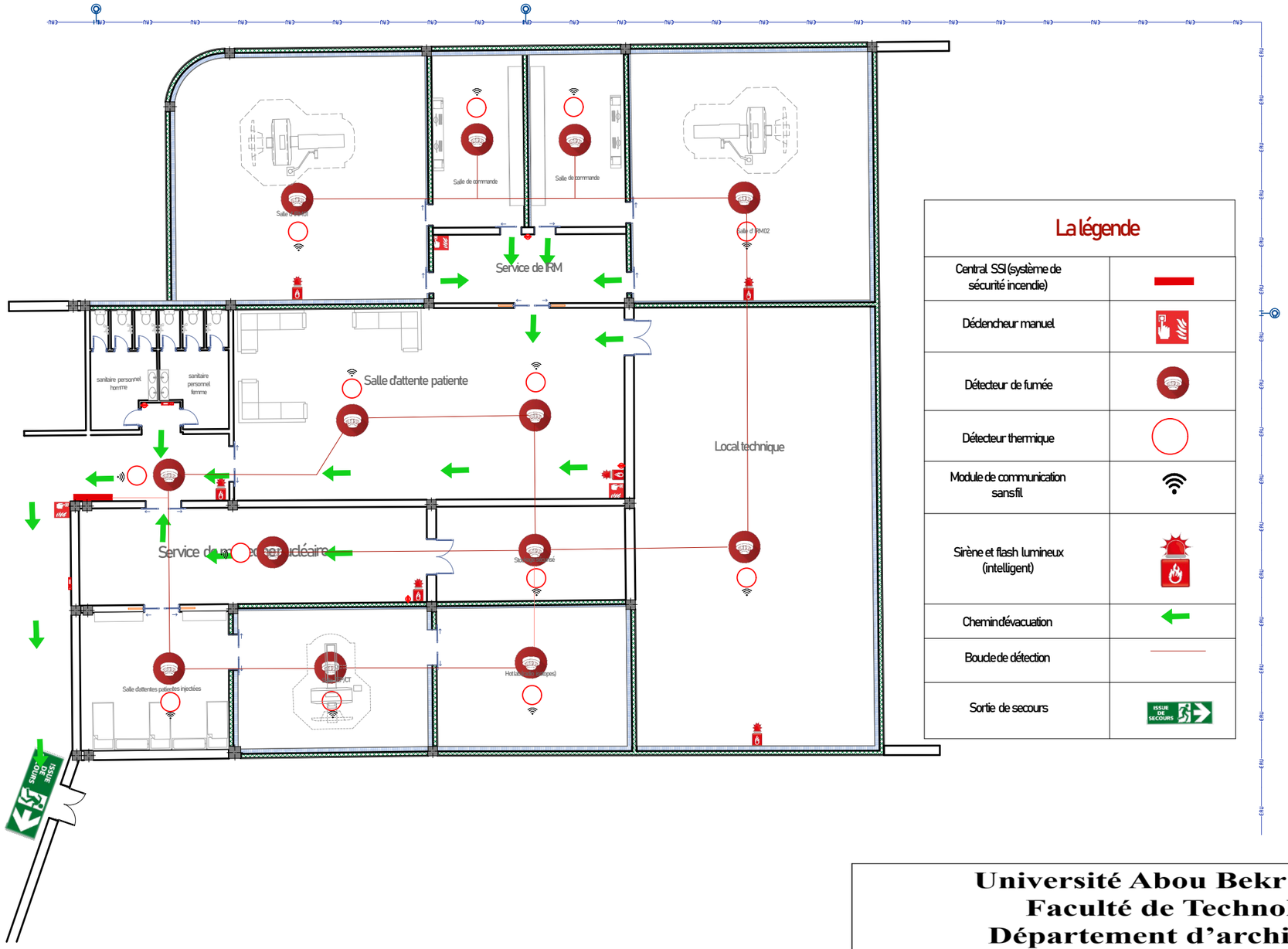
La légende

Grille d'extraction reprise	
Diffuseur d'air souflage	
Registre motorisé	
Détecteur humidité	H
Détecteur température	T
Détecteur CO_2	CO_2
Souflage d'air	
Extraction d'air	
Capteur de présence	
Réseau CTA	

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

Plan Anti incendie :



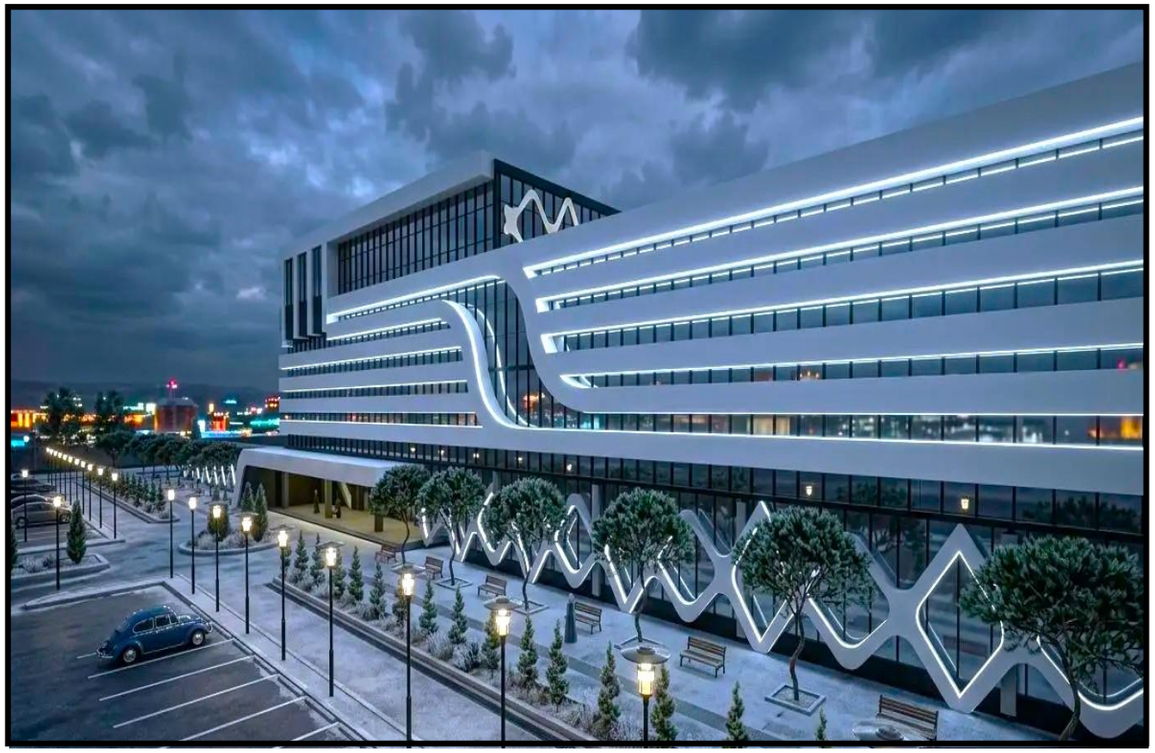
La légende	
Central SSI (système de sécurité incendie)	
Déclencheur manuel	
Détecteur de fumée	
Détecteur thermique	
Module de communication sans fil	
Sirène et flash lumineux (intelligent)	
Chemin d'évacuation	
Boucle de détection	
Sortie de secours	ISSUE DE SECOURS

Université Abou Bekr Belkaid
Faculté de Technologie
Département d'architecture

Noms:
- KEDDAR ILHEM
- BENCHELLAL AMIRA

Les vues 3D extérieurs

Les vues 3D extérieurs

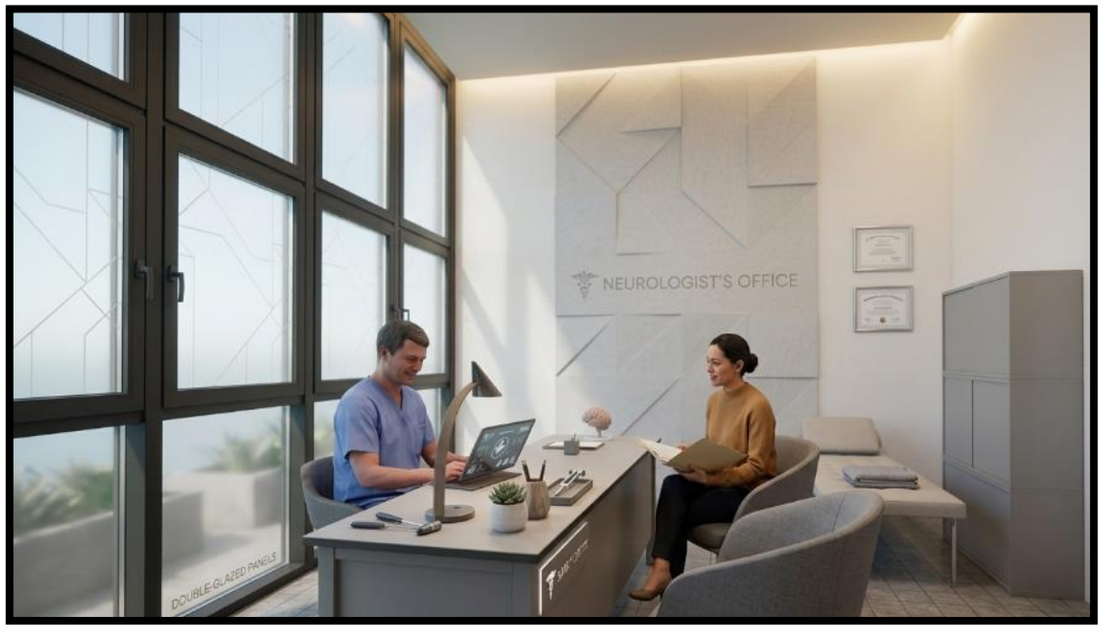


Ambiances intérieurs

Réception

Espace d'attente

Espace d'attente dans la nuit

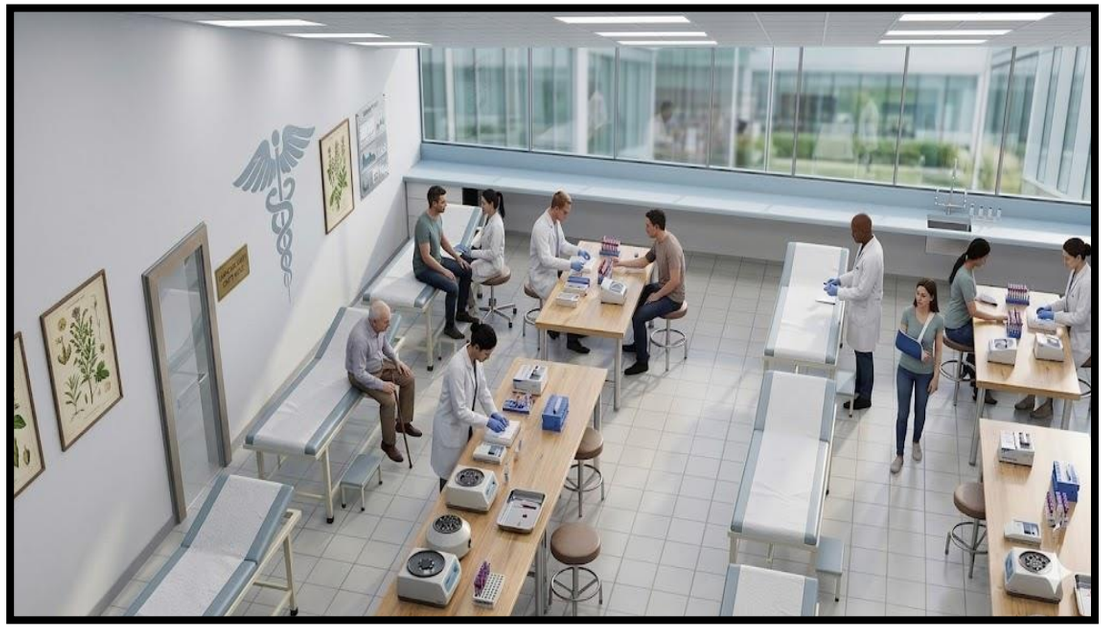


Bureau de consultation médicale

Ambiances intérieurs

Salle d'IRM

Salle de biochimie automatisé



Salle de prélèvement

Salle de réunion