

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

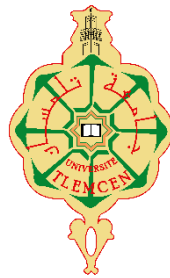
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان

-Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

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

En : Architecture

Spécialité : architecture et nouvelle technologie

Par : - DAHMANI Fatima Zohra

-BOUMEDIENE Douaa

Sujet

EHS en Néphrologie intelligent à Mostaganem.

Soutenu publiquement le 14 / 06 / 2026, devant le jury composé de :

Dr. KASMI MOHAMED EL AMINE	MCA	Université de Tlemcen	Président
Dr. DJABBAR KARIMA	MCB	Université de Tlemcen	Examinatrice
MERZOUG ABDELATIF	MAA	Université de Tlemcen	Examineur
Pr. HAMMA Walid	Pr	Université de Tlemcen	Encadrant

Année universitaire : 2025/2026

(رَبِّ أَوْزَعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ)
صدق الله العظيم

Remerciement

Avant toute chose, nous remercions Allah le Tout-Puissant de nous avoir accordé la force, la patience, le courage et la persévérance nécessaires pour mener ce travail à son terme. Grâce à Sa bénédiction et à Sa miséricorde, nous avons pu surmonter les difficultés rencontrées tout au long de notre parcours universitaire.

Nous adressons nos plus profonds remerciements à nos familles, pour leur soutien inconditionnel, leurs sacrifices, leurs encouragements permanents et leur confiance. Leur présence à nos côtés a constitué une véritable source de motivation et de détermination durant toutes les étapes de cette expérience académique. Aucun mot ne saurait exprimer pleinement notre gratitude envers eux.

Nous exprimons ensuite notre sincère reconnaissance à notre encadreur, **Monsieur HAMMA Walid**, pour son accompagnement précieux, sa disponibilité, ses orientations pertinentes ainsi que ses conseils avisés qui ont grandement contribué à l'élaboration de ce mémoire. Son sérieux, son professionnalisme et son soutien constant nous ont permis d'avancer avec confiance tout au long de ce travail.

Nous adressons également nos respectueux remerciements aux membres du jury : **Monsieur KASMI Mohamed El Amine**, président du jury, **Madame DJABAR Karima** et **Monsieur MERZOUG Abdelatif**, examinateurs, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce travail ainsi que pour l'intérêt accordé à notre recherche.

Nos sincères remerciements vont aussi à l'ensemble des enseignants de notre faculté qui ont contribué à notre formation universitaire à travers leur savoir, leur expérience et leur engagement pédagogique. Les connaissances acquises durant notre cursus resteront une base essentielle pour notre avenir professionnel.

Nous tenons également à remercier nos amis et toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, par leur aide, leurs encouragements ou leur soutien moral.

Enfin, nous espérons que ce travail intitulé :

« Le bâtiment intelligent et l'intelligence artificielle appliquée à l'EHS en Néphrologie »

DAHMANI Fatima Zohra

BOUMEDIENE Douaa

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec respect, gratitude et affection à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de mon parcours.

À mes chers parents, Bachir et Rachida, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices constants et leurs prières qui ont toujours été ma première source de force et de motivation.

À mon cher frère Oussama, ainsi qu'à mes petits frères et sœurs **Israa et Islam**, pour leur présence, leur soutien et la joie qu'ils apportent à ma vie.

À mon oncle Boudjemaa Youssef, chez qui j'ai passé une partie de mon parcours, et qui m'a entourée de bienveillance et de soutien discret mais précieux.

À mon oncle Boudjemaa Abdelaziz, pour son aide précieuse et son accompagnement dans le domaine professionnel. Grâce à son entreprise et à son expérience sur chantier, j'ai pu observer de près le déroulement des travaux, comprendre le suivi du chantier et enrichir mes connaissances pratiques.

À toute ma famille, sans exception, pour leur amour, leur soutien et leur présence bienveillante à chaque étape de ma vie.

À Monsieur LEHFA Abdelkrim, pour l'expérience enrichissante et formatrice vécue au sein de son bureau d'étude, ainsi que pour les connaissances pratiques et professionnelles acquises durant ma période de stage

À mon binôme Douaa, pour la collaboration, l'entraide et le travail partagé dans de bonnes conditions.

À mes amies du groupe 2, pour les moments partagés tout au long de mon parcours, pour leur soutien moral, leur présence et l'ambiance conviviale qui a marqué nos années d'études.

À mes amies Amel et Chahrazed, plus particulièrement, pour leur amitié sincère, leur soutien constant et les précieux moments que nous avons partagés, que ce soit dans les périodes de travail ou de difficulté. Leur présence a toujours été pour moi une source de motivation et de réconfort.

À l'ensemble de mes enseignants, pour leur encadrement, leur patience et leurs précieux conseils tout au long de mon cursus universitaire.

DAHMANI Fatima Zohra

Dédicace

Je dédie ce mémoire avant tout à mes très chers parents, qui ont toujours été ma plus grande force et mon plus grand soutien. Aucun mot ne saurait exprimer ma gratitude pour leur amour infini, leurs sacrifices, leur patience et leurs encouragements constants. Merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir donné la force de poursuivre mes rêves. Que Dieu vous protège et vous accorde santé, bonheur et longue vie.

À mes deux frères et à ma sœur,
pour leur présence, leur soutien et leur amour.

À mon grand-père et à ma grand-mère,
pour leurs prières, leur tendresse et leur affection.

À toute ma famille,
pour leurs encouragements et leur présence précieuse.

À mon binôme Fatima,
pour sa patience, sa collaboration et tous les efforts partagés.

À mes chères amies Amel et Chahrazed,
pour leur amitié sincère, leur soutien et les beaux souvenirs vécus ensemble.

À tous mes amis qui ont été à mes côtés tout au long de ces cinq années d'architecture,
merci pour les moments de partage, d'entraide, de motivation et de joie.

À tous mes professeurs, durant toutes mes années d'études,
pour leur enseignement, leur accompagnement, leurs conseils et leur contribution précieuse à ma formation.

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

BOUMEDIENE Douaa

Résumer

Face à l'augmentation continue des maladies rénales chroniques et à la surcharge des structures de prise en charge existantes, la création d'un établissement hospitalier spécialisé en néphrologie devient une nécessité sanitaire et architecturale. À Mostaganem, la demande croissante en soins néphrologiques, notamment en hémodialyse, révèle le besoin d'une structure adaptée, capable d'assurer une prise en charge efficace, confortable et durable des patients.

Ce travail s'inscrit dans une réflexion sur la conception d'un EHS en néphrologie intégrant les principes du bâtiment intelligent et les outils de l'intelligence artificielle. Il s'agit de proposer une architecture hospitalière capable de répondre aux exigences médicales, fonctionnelles et techniques, tout en améliorant les conditions de confort des patients et du personnel. L'intégration des systèmes intelligents permet d'optimiser la gestion de l'éclairage, du confort thermique, de la ventilation, de la sécurité, des flux et des ressources énergétiques.

Pour atteindre cet objectif, la recherche repose sur une démarche méthodologique combinant une analyse urbaine et climatique du site, une étude thématique liée à la néphrologie et aux établissements hospitaliers spécialisés, ainsi qu'une analyse d'exemples de centres de dialyse à l'échelle internationale. Cette approche permet de développer une réponse architecturale adaptée au contexte de Mostaganem, tout en tenant compte des enjeux sanitaires, technologiques et environnementaux.

Ainsi, ce projet vise à concevoir un établissement hospitalier moderne, fonctionnel et intelligent, capable d'améliorer la qualité de prise en charge des patients atteints de maladies rénales, tout en constituant un modèle innovant pour l'architecture hospitalière en Algérie.

Mots clés : architecture hospitalière, EHS, néphrologie, dialyse, bâtiment intelligent, intelligence artificielle, Mostaganem.

Summary

In response to the continuous increase in chronic kidney diseases and the overload of existing healthcare facilities, the creation of a specialized nephrology hospital has become both a medical and architectural necessity. In Mostaganem, the growing demand for nephrology care, particularly hemodialysis, highlights the need for an adapted facility capable of ensuring efficient, comfortable and sustainable patient care.

This research focuses on the design of a specialized nephrology hospital integrating the principles of smart buildings and artificial intelligence. The aim is to propose a healthcare architecture that responds to medical, functional and technical requirements, while improving comfort conditions for both patients and medical staff. The integration of intelligent systems makes it possible to optimize lighting management, thermal comfort, ventilation, safety, patient flows and energy resources.

To achieve this objective, the study is based on a methodological approach combining urban and climatic analysis of the site, thematic research on nephrology and specialized hospital facilities, as well as the analysis of international dialysis center references. This approach allows the development of an architectural response adapted to the context of Mostaganem, while considering healthcare, technological and environmental challenges.

Therefore, this project aims to design a modern, functional and intelligent hospital facility, capable of improving the quality of care for patients suffering from kidney diseases, while representing an innovative model for hospital architecture in Algeria.

Keywords: hospital architecture, EHS, nephrology, dialysis, smart building, artificial intelligence, Mostaganem.

ملخص

امام التزايد المستمر لأمراض الكلى المزمنة والضغط الكبير على الهياكل الصحية القائمة، أصبح إنشاء مؤسسة استشفائية متخصصة في أمراض الكلى ضرورة صحية ومعمارية في مستغانم. يبرز الطلب المتزايد على خدمات الغسيل الكلوي الحاجة إلى مرفق صحي قادر على ضمان تكفل فعال ومريح ومستدام بالمرضى

يهدف هذا العمل إلى تصميم مستشفى متخصص في الكلى مع دمج مبادئ المبنى الذكي والذكاء الاصطناعي، بحيث تستجيب العمارة الصحية للمتطلبات الطبية والوظيفية والتقنية، مع تحسين الراحة للمرضى والطاقم الطبي. كما تسمح الأنظمة الذكية بتحسين إدارة الإضاءة، والراحة الحرارية، والتهوية، والأمن، وتنظيم حركة المرضى، وترشيد استهلاك الطاقة.

والمؤسسات الاستشفائية اعتمد البحث على منهجية متعددة تشمل التحليل العمراني والمناخي للموقع، ودراسة الن المتخصصة، بالإضافة إلى تحليل أمثلة دولية لمراكز الغسيل الكلوي. هذه المقاربة مكنت من تطوير تصور معماري يتوافق مع خصوصية مدينة مستغانم، مع مراعاة التحديات الصحية والتقنية والبيئية

يهدف المشروع إلى إنشاء مستشفى حديث وذكي، قادر على تحسين جودة التكفل بالمرضى المصابين بأمراض الكلى، وتقديم نموذج مبتكر للعمارة الاستشفائية في الجزائر

الكلمات المفتاحية: العمارة الاستشفائية، المؤسسة الاستشفائية المتخصصة، أمراض الكلى، الغسيل الكلوي، المبنى الذكي، الذكاء الاصطناعي، مستغانم

Table des matières

Remerciement	II
Dédicace	III
Dédicace	IV
Résumer	V
Summary	VI
ملخص	VII
Table des matières	VIII
Table des illustrations.....	XIII
Liste des acronymes.....	XIX
Introduction Générale	I
Introduction générale	
2 Choix du thème	2
3 Corpus d'étude	3
4 Etat de l'art	4
4.1 Exemple 01 : Mafraq Dialysis Center / Stantec	4
4.2 Exemple 02 : SKMC Dialysis Center Abu Dhabi, UAE.	4
4.3 Exemple 03 : Nordial Center / MJARC Arquitectos	4
5 Problématique	5
6 Hypothèse	5
7 Objectifs	6
7.1 Gestion du confort	6
7.2 Déficits.....	6
8 Méthodologie d'approche.....	7
9 Les outils et documentation	7
10 Structure de mémoire	8
Chapitre 01 : Caractéristiques d'un EHS en néphrologie	
1 Introduction	9
2 Le cadre sanitaire algérien et la classification des établissements hospitaliers	9
2.1 Le système national de santé (vue d'ensemble)	9
2.1.1 Historique et objectifs	9
2.1.2 Organisation administrative	10
2.1.3 Place du secteur public / privé.....	10
2.1.4 Missions du système hospitalier	10
2.2 Classification des établissements hospitaliers	11

2.3	Focus sur l'Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS)	12
2.3.1	Définition	12
2.3.2	Objectifs d'un EHS	12
2.3.3	Statistiques nationales EHS (global)	13
3	La Néphrologie – Spécialité médicale et enjeux sanitaires.....	13
3.1	La Néphrologie : Définition, Rôle et Importance	13
3.1.1	Définition de la néphrologie	13
3.1.2	Rôle et place de la néphrologie dans la médecine moderne	13
3.1.3	les principaux champs d'intervention de la néphrologie.....	14
3.1.4	Importance des reins dans l'organisme	14
3.1.5	Facteurs de risque des maladies rénales	15
3.2	Les pathologies rénales : classification et enjeux	15
3.2.1	Classification générale des maladies rénales.....	15
3.2.2	Diagnostic complet des maladies rénales	15
3.2.3	Prise en charge thérapeutique dans le service de néphrologie	16
3.2.4	Statistiques de prévalence et impact sanitaire	17
4	EHS spécialisé en Néphrologie	17
5	La législation algérienne dans le domaine sanitaire	19
6	Analyse des exemples	20
6.1	Description fonctionnel/spatial	21
6.2	Descriptions architecturales	23
6.3	Description technique.....	23
7	Comparaison entre les exemples.....	24
8	Conclusion	25
Chapitre 02 : Bâtiment intelligent et intelligence artificielle		
1	Introduction	26
2	Bâtiment intelligent	26
2.1	Définition du bâtiment intelligent.....	26
2.2	Principes fondamentaux du bâtiment intelligent	28
2.2.1	Interconnexion des systèmes techniques	28
2.2.2	Les systèmes concernés liées par cette interconnexion	30
2.2.3	Supervision centralisée et automatisation dans un bâtiment intelligent	31
2.2.4	Analyse avancée et exploitation de la donnée dans un bâtiment intelligent	32
2.2.5	Amélioration continue et évolutivité dans un bâtiment intelligent.....	33
2.3	Gestion intelligente du bâtiment.....	34
2.4	La cyber sécurité.....	35

3	Intelligence artificielle	36
3.1	Définitions de l'IA.....	36
3.2	Les principes fondamentaux de l'IA	36
3.2.1	Niveaux hiérarchiques de l'IA.....	37
3.2.2	Classification par capacités	38
3.2.3	Classification par fonctionnalités	38
3.3	Fonctionnement général de l'intelligence artificielle	39
4	Intégration de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent.....	40
4.1	Applications de l'IA dans les différentes gestions du bâtiment intelligent	40
5	Intégration du Smart Building et de l'Intelligence Artificielle dans la conception hospitalière — Cas de l'EHS Néphrologique	41
6	Analyse des exemples	42
6.1	Hôpital universitaire privé – CUHK (Hong Kong)	42
6.2	Hopital Hebei Hua'ao – WSP Architect (Chine)	42
6.3	Hôpital Rigshospitalet – Aile Nord, Danemark (3XN + LINK Arkitektur)	43
7	Conclusion	43
Chapitre 03 : Analyse urbaine et programmation		
1	Introduction chapitre 03 : Analyse urbaine et programmation	44
2	Analyse urbaine	44
2.1	Situation.....	44
2.2	Périmètre et surface.....	45
2.3	Lecture historique.....	45
2.4	Environnement climatique	46
2.4.1	Ensoleillement.....	46
2.4.2	Les vents	47
2.4.3	Pluviométrie	48
2.4.4	Température	48
2.4.5	Humidité	49
2.5	Environnement naturel.....	50
2.5.1	Topographie.....	50
2.5.2	Hydrographie	51
2.5.3	Hydrogéologie.....	51
2.5.4	Végétation	51
2.5.5	Risque naturel.....	51
2.6	Environnement bâti.....	52
2.6.1	Trame urbaine.....	52

2.6.2	Accessibilité et voirie	53
2.6.3	Typologie de bâti	53
2.6.4	Gabarit CES / COS	54
2.6.5	Style architecturale	54
2.6.6	Etat de bâti	54
2.6.7	Réseaux divers	55
2.7	Carte d'état de fait	56
2.8	Problématique urbaine.....	57
2.9	Plan d'aménagement	58
2.10	Choix de la zone d'intervention	59
3	Programmation	60
3.1	Identification des usagers	60
3.2	Capacité d'accueil.....	60
3.3	Identification des fonctions activités	61
3.4	Programme de base	62
3.5	Programme qualitatif :	62
3.6	Programme spécifique	63
4	Choix et analyse du terrain d'implantation	66
4.1	Inspection des terrains d'implantation.....	66
5	Analyse de site	67
5.1	Situation.....	67
5.2	Délimitation et surface.....	67
5.3	Point de repère	67
5.4	Point de visuel	67
5.5	Accessibilités	67
5.6	Données climatique	68
5.7	Etat juridique	68
5.8	Morphologique du terrain	68
5.9	Environnement urbaine (typologie /gabarit/style/cos/	68
6	Conclusion	69
Chapitre 04 : conception architecturale et technique		
1	Introduction	70
2	Zoning fonctionnel	71
3	Genèse de projet.....	72
3.1	Etape01 : terrain d'intervention.....	72
3.2	Etape02 : abstraction et transformation de la forme	72

3.3	Etape03 : adaptation au site et organisation spatiale	73
3.4	Etape 04 : articulation et connexion des entités	73
3.5	Etape05 : création des patios	74
3.6	Etape 04 : volume et gabarit	75
3.6.1	Répartition fonctionnelle	75
4	Description architecturale du projet.....	76
4.1	Plan de masse.....	76
4.2	Plan RDC aménager	77
4.3	Description spatiale	78
4.3.1	Sous-sol	78
4.3.2	1 ^{er} étage.....	79
4.3.3	2eme étage.....	80
4.3.4	3eme étage.....	81
4.4	Description de la volumétrie.....	82
4.5	Description de façade	83
4.5.1	Genèse de façade	83
4.5.2	Analyse des façades	84
5	Description technique du projet.....	91
5.1	Structure	91
5.2	Choix des matériaux et finitions adaptés aux fonctions hospitalières	92
5.2.1	Revêtement (Sol, Mur, Plafond).....	93
5.2.2	Menuiserie (Portes, Fenêtres).....	94
5.3	Corps d'état secondaire CES.....	95
5.3.1	Gestion intelligent de l'eau	95
5.3.2	Gestion intelligent de l'électricité	96
5.3.3	Gestion intelligent de système climatisation chauffage ventilation	98
5.3.4	Gestion intelligent système anti-incendie	99
5.3.5	Gestion intelligent de télécommunication.....	100

Bibliographie

ANNEXE

Table des illustrations

Tableau 1: classification des établissement hospitaliers. (Fait par : auteurs).....	11
Tableau 2: fonction vitale de néphrologies (Fait par : auteurs).....	13
Tableau 3:role de la néphrologie dans la sante (Fait par : auteurs).....	14
Tableau 4: facteurs des risques des maladies ranales (Fait par : auteurs)	15
Tableau 5: classifications des maladies rénales (Fait par : auteurs).....	15
Tableau 6: traitement d'insuffisance rénal (Fait par : auteurs)	16
Tableau 7:analyse des 3 exemples (fait par auteurs).....	20
Tableau 8 : Tableau relative à la programmation Mafrq Center (fait par auteurs).....	22
Tableau 9 : Tableau relative à la programmation SKMC Center (fait par auteurs)	22
Tableau 10 : Tableau relative à la programmation Nordial Center (fait par auteurs)	22
Tableau 11 description architecturale des 3 exemples (Fait par auteurs).....	23
Tableau 12 description technique des 3 exemples (Fait par auteurs).....	23
Tableau 13 Comparaison des 3 exemples (Fait par auteur)	24
Tableau 14 : le fonctionnement de l'inter connexion des systèmes technique (Fait par auteurs)	28
Tableau 15 : Les systèmes liée par cette interconnexion	30
Tableau 16 : Les types de capteurs.....	30
Tableau 17 : Les 8 systèmes de gestion d'un bâtiment intelligent (Fait par auteurs)	34
Tableau 18 :les mesures de la protection des données (Fait par auteurs).....	35
Tableau 19 : Tableau des 3 exemples d'analyse de façade (Fait par auteurs).....	43
Tableau 20 : analyse des 3 zones	59
Tableau 21 ; récapitulatif du projet EHS néphrologie.....	60
Tableau 22 : Tableau des usagers (fait par auteurs)	60
Tableau 25 : analyse des trois terrains (fait par auteurs).....	66
Tableau 26 : description technique du projet (fait par auteurs).....	92
 Figure 1:objectifs stratégiques des EHS. (Fait par : auteurs).....	 12
Figure 2: fonction vitale de rein (Fait par : auteurs).....	14
Figure 3: diagnostic complet des maladies ranales (Fait par : auteurs).....	16
Figure 4: importance et rôle d'un EHS néphrologies (Fait par : auteurs).....	18
Figure 5: constat et manque actuel (Fait par : auteurs)	18
Figure 6 : Plan RDC Mafrq	21
Figure 7 : Plan 1 ^{er} étage SKMC	21

Figure 8: Plan RDC SKMC.....	21
Figure 9 : Plan de masse (modifier par auteurs) SKMC	21
Figure 10 : Plan de masse modifier (modifier par auteurs) Mafrak	21
Figure 11 : Plan RDC Nordial.....	21
Figure 12 : Plan 1 ^{er} étage Mafrak	21
Figure 13 : Plan de masse (modifier par auteur) Nordial	21
Figure 14 : Plan 2eme étage Mafrak	21
Figure 15 : Plan sous sol Nordial	21
Figure 16 : Plan 1eme étage Nordial	21
Figure 17 : organigramme fonctionnel nordial center.....	24
Figure 18 :organigramme fonctionnel SKMC center.....	24
Figure 19 : organigramme fonctionnel mafrak center.....	24
Figure 20 : Architecture de bâtiment intelligent– des couches physiques aux couches virtuelles (Fait par auteurs)	27
Figure 21 : les protocoles et les réseaux de communication (Fait par auteurs)	29
Figure 22 : Le fonctionnement des capteurs dans un bâtiment intelligent.....	31
Figure 23 : Fonctionnement de la supervision centralisée et de l’automatisation	32
Figure 24 : Analyse avancée et exploitation de la donnée dans un bâtiment intelligent (Fait par auteurs)	32
Figure 25 :Le processus de la transformation des données (Fait par auteurs)	33
Figure 26 : Le cycle d’amélioration continue d’un bâtiment intelligent (fait par auteurs)	33
Figure 27 : Schéma hiérarchique des principaux sous-domaines de l’intelligence artificielle, adapté de “Understanding basic principles of artificial intelligence” (2022, PMC).....	36
Figure 28 : les niveaux principaux de l’intelligence artificielle.....	37
Figure 29 : Capacite et type de l’intelligence artificielle (Fait par auteurs).....	38
Figure 30 : Mode de fonctionnalité de l’intelligence artificielle (Fait par auteurs)	38
Figure 31 : le fonctionnement général de l’intelligence artificielle	39
Figure 32 : les étapes de l’intégration de l’intelligence artificielle dans un bâtiment intelligent (Fait par auteurs)	40
Figure 33 : l’intelligence artificielle dans les différentes gestions de bâtiment (Fait par auteurs)	40
Figure 34 : intégration de l’intelligence artificielle dans un établissement hospitalier (Fait par auteurs).....	41

Figure 35 : Hôpital universitaire privé – CUHK.....	42
Figure 36 : Hôpital universitaire privé – CUHK.....	42
Figure 37 : hopital Hebei Hua’Ao	42
Figure 38 : hopital Hebei Hua’Ao	42
Figure 39 : Hôpital Rigshospitalet	43
Figure 40 : Hôpital Rigshospitalet	43
Figure 41 : situation de Mostaganem par rapport Algérie et la commune par rapport la wilaya. Source : https://journals.openedition.org/physio-geo/7675	44
Figure 42 : La carte de la wilaya Mostaganem	45
Figure 43 : la carte de lecture historique. Source : POS /PDEAU	45
Figure 44 : nombre total d’ensoleillement par mois à Mostaganem	46
Figure 45 : carte d’ensoleillement. Source : POS /PDEAU	46
Figure 46 : diagramme vitesse des vents.....	47
Figure 47 : Rose des vents.....	47
Figure 48 : quantités de précipitations.	48
Figure 49 : température maximale.....	48
Figure 50 : température moyenne par mois Mostaganem	49
Figure 51 : Tableau climatique // Météo par mois Mostaganem.....	49
Figure 52 : carte topographique Source : google earth	50
Figure 53 : carte trame urbain Source : google earth	52
Figure 54 : accessibilité et voiries Source google earth	53
Figure 55 : carte d’état de fait .Source :google earth	56
Figure 56 : carte problématique .Source : google earth	57
Figure 57 : carte d’aménagement .Source google earth	58
Figure 58 : carte choix de la zone d’intervention .Source :google earth.....	59
Figure 59 : les calculs de la capacité d’accueil (fait par auteurs).....	60
Figure 60 Structure fonctionnelle de l’hôpital de néphrologie	60
Figure 61 : organigramme fonctionnel de l’EHS (fait par auteurs)	61
Figure 62 : identifications des fonctions et activités (fait par auteurs)	61
Figure 63:programme de base (fait par auteurs)	62
Figure 64 : programme qualitatifs (fait par auteurs)	62
Figure 65 :tableau spécifique partie 1 (fait par auteurs).....	63
Figure 66 :tableau spécifique partie 2(fait par auteurs).....	63
Figure 67 :tableau spécifique partie 4 (fait par auteurs).....	64

Figure 68 :tableau spécifique partie 3 (fait par auteurs).....	64
Figure 69 :tableau spécifique partie 5 (fait par auteurs).....	65
Figure 70 :tableau spécifique partie 6 (fait par auteurs).....	65
Figure 71 : Carte choix du terrain. Source :google earth	66
Figure 72 : Carte point de repère (fait par auteurs)	67
Figure 73 : carte point de visuel (fait par auteurs)	67
Figure 74 : carte d'accessibilités (fait par auteurs)	67
Figure 75 : schéma donne climatique (fait par auteurs)	68
Figure 76 : carte topographique (fait par auteurs).....	68
Figure 77 : carte état juridique (fait par auteurs).....	68
Figure 78 : carte d'environnement urbaine (fait par auteurs).....	68
Figure 79 : zoning fonctionnel (fait par auteurs).....	71
Figure 80 : terrain d'intervention (fait par auteurs).....	72
Figure 81 : Concept formel inspiré du système rénal.....	72
Figure 82 : abstraction et transformation de la forme en 2D et 3D (fait par auteurs)	73
Figure 83 : adaptation au site et organisation spatiale en 2D et 3D (fait par auteurs)	73
Figure 84 : articulation et connexion des entités en 2D et 3D (fait par auteurs).....	73
Figure 85 : Concept organisationnel des patios inspiré du système urinaire	74
Figure 86 : création des patios en 2D et 3D (fait par auteurs).....	74
Figure 87 : les étapes de la volumétrie et gabarit (fait par auteurs)	75
Figure 88 : schéma de la répartition de fonctionnelle (fait par auteurs).....	75
Figure 89 : photo du plan de masse (fait par auteurs)	76
Figure 90 : Organisation fonctionnelle du rez-de-chaussée aménagé (fait par auteurs)	77
Figure 91 : organisation spatiale du sous-sol (fait par auteurs).....	78
Figure 92 : organisation spatiale de plan 1 ^{er} étage (fait par auteurs).....	79
Figure 93 : organisation spatiale de plan de 2eme étage (fait par auteurs)	80
Figure 94 : organisation spatiale de plan de 3ème etage (fait par auteurs)	81
Figure 95 : Volumétrie générale du projet (fait par auteurs).....	82
Figure 96 : 1er étape façade primaire (fait par auteurs)	83
Figure 97 : 2eme étape vitrage (fait par auteurs).....	83
Figure 98 : 3 ^{eme} étape les éléments architecturaux (fait par auteurs)	83
Figure 99 : 4eme étape métaphore d'élément centrale (fait par auteurs)	83
Figure 100 : type de vitrage Façade nord	84
Figure 101 : façade nord.....	84

Figure 102 : façade Est.....	85
Figure 103 : type de vitrage Façade Est	85
Figure 104 : schéma de principe de constructif.....	86
Figure 105 : façade sud	86
Figure 106 : façade ouest	86
Figure 107 : justification solaire des bandeaux blanc	87
Figure 108 : les matériaux utilisent dans la façade	88
Figure 109 : Schéma Explicatif sur la fixation du bandeau sur le mur rideau	89
Figure 110 : brise soleil horizontal automatique intelligente (façade SUD).....	90
Figure 111 : système structurelle (fait par auteurs).....	91
Figure 112 : Détails des revêtements et des équipements techniques du bloc d'urgence	93
Figure 113 : Détails des revêtements et des équipements techniques du bloc opératoire vasculaire.....	93
Figure 114 : Détails des revêtements et des équipements techniques du bloc de dialyse	93
Figure 115 : Détails des revêtements et des équipements techniques des locaux technique et logistique	93
Figure 116 : Détails des revêtements et des équipements techniques de l'accueil	93
Figure 117 : Détails des revêtements et des équipements techniques de l'hospitalisation ...	93
Figure 118 : Détails des revêtements et des équipements techniques du salle de consultation	93
Figure 119 : Détails des revêtements et des équipements techniques des sanitaires	93
Figure 120 Menuiserie Bloc opératoire.....	94
Figure 121 Menuiserie Urgence	94
Figure 122 Menuiserie Bloc dialyse.....	94
Figure 123 Menuiserie de bloc de consultation	94
Figure 124 Menuiserie d'accueil.....	94
Figure 125 Menuiserie de bloc Hospitalisation.....	94
Figure 126 Menuiserie du bloc administration	94
Figure 127 Menuiserie de bloc technique	94
Figure 128 Porte de secours	94
Figure 129 schéma explicatif système AEP et eau osmose	95
Figure 130 : schéma explicatif du système AEP & AEO	95
Figure 131 : schéma explicatif système d'éclairage intelligent DALI 02	96
Figure 132 : schéma explicatif de prise intelligente.....	97

Figure 133 : schéma explicatif de système HVAC	98
Figure 134 ; schéma explicatif de système de sécurité incendie.....	99
Figure 135 : schéma explicatif de télécommunication intelligente / CFA.....	100

Liste des acronymes

Acronyme	Signification
EHS	Établissement Hospitalier Spécialisé
EPSP	Établissements Publics de Santé de Proximité
EP	Établissement Public
EPH	Établissement Public Hospitalier
CHU	Centre Hospitalo-Universitaire
TGBT	Tableau Général Basse Tension
CFA	Courant Faible Analogue / Commande / Communication
CFO	Courant Fort / Alimentation électrique
BMS	Building Management System / Gestion Technique du Bâtiment
GTB	Gestion Technique du Bâtiment
IA	Intelligence Artificielle
DOAS	Dedicated Outdoor Air System
VRV	Variable Refrigerant Volume
DALI-2	Digital Addressable Lighting Interface, version 2
CAI	Centrale d'Alarme Incendie
CPR	Contrôle de Pression / Régulation
IoT	Internet of Things / Internet des objets
UPS	Uninterruptible Power Supply / Onduleur
ATS	Automatic Transfer Switch / Commutateur automatique
LED	Light Meeting Diode
IP	Internet Protocol
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
PDAU	Plan Directeur d'Aménagement Urbain
POS	Plan d'Occupation des Sols
DSP	Domaine de Services Publics

Introduction Générale

1 Introduction générale

Depuis toujours, l'être humain cherche à améliorer ses conditions de vie et sa survie face aux maladies chroniques. L'évolution des sciences médicales et des infrastructures hospitalières témoigne de cette volonté d'adaptation et de progrès. Aujourd'hui, l'insuffisance rénale chronique terminale (IRCT) s'impose comme un enjeu majeur de santé publique à l'échelle mondiale. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 850 millions de personnes sont atteintes de maladies rénales chroniques dans le monde, et des millions nécessitent une dialyse ou une transplantation pour survivre.¹

La dialyse, qu'elle soit hémodialyse ou dialyse péritonéale, demeure la thérapie de suppléance la plus utilisée. Cependant, ce traitement implique de lourdes contraintes : plusieurs séances hebdomadaires de quatre heures, un suivi médical constant, et des coûts financiers élevés pour les systèmes de santé.² Les centres spécialisés, intégrés aux hôpitaux universitaires ou sous forme d'établissements hospitaliers spécialisés (EHS), deviennent alors essentiels pour assurer la continuité des soins, la sécurité et l'équité d'accès.

En Algérie, la prévalence de l'IRCT est en constante augmentation, passant de 313 cas par million d'habitants en 2005 à près de 478 cas en 2010. À la fin de 2018, plus de 23 000 patients dialysés étaient recensés dans environ 380 centres publics et privés, mais la prise en charge reste marquée par des disparités régionales, un faible taux de transplantation rénale et des infrastructures souvent saturées.³

Face à cette situation, l'architecture hospitalière est appelée à jouer un rôle majeur. Les patients en dialyse passent en moyenne 12 heures par semaine dans ces espaces, ce qui confère une importance particulière au confort spatial, à l'ergonomie, à la lumière et à la qualité de l'air. Dans les pays développés, les hôpitaux intelligents utilisent déjà des technologies de bâtiment intelligent et d'intelligence artificielle (IA)

¹ [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)30772-X/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)30772-X/abstract)

² <https://kdigo.org/guidelines/ckd-evaluation-and-management/>

³ <https://sante.gov.dz/>

pour optimiser la gestion énergétique, améliorer la sécurité sanitaire et personnaliser le suivi des patients.⁴

Dans le contexte algérien, où la demande en néphrologie est croissante et où les contraintes budgétaires et logistiques pèsent fortement, l'intégration du bâtiment intelligent et de l'IA représente une opportunité innovante. Elle permettrait d'améliorer la performance des centres, de garantir un meilleur confort aux patients et de réduire la charge économique liée à la maladie.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le projet d'un EHS de néphrologie à Mostaganem, qui se veut à la fois une réponse aux besoins sanitaires régionaux et un modèle pilote en matière d'innovation hospitalière en Algérie.

2 Choix du thème

La **maladie rénale chronique** connaît une progression rapide à l'échelle mondiale, et l'**Algérie** n'échappe pas à cette tendance. Le pays dispose aujourd'hui d'une **couverture nationale en néphrologie et dialyse**, mais fait face à un **nombre élevé de patients dialysés** entraînant une **surcharge des centres existants**. Le **coût élevé de l'hémodialyse**, comparé aux autres modes de traitement, aggrave la pression financière sur le système de santé. De plus, on observe une **variabilité régionale** et de fortes **inégalités territoriales** dans l'accès aux soins. Dans ce contexte, la **planification architecturale et sanitaire** joue un rôle central pour garantir des structures adaptées, fonctionnelles et équitables. L'intégration du **bâtiment intelligent** et de l'**intelligence artificielle (IA)** dans la gestion hospitalière ouvre des perspectives prometteuses : meilleure organisation des soins, suivi médical optimisé et réduction des coûts énergétiques. Enfin, la **dimension durable et économique** devient un impératif, visant des établissements plus performants, accessibles et respectueux de l'environnement.

⁴<https://freseniusmedicalcare.com/en/media/newsroom/fresenius-medical-care-advances-its-fme-reignite-strategy-by-increasing-ownership-in-its-value-based-care-asset-and-appointing-a-new-leader-for-the-operating-segment/>

3 Corpus d'étude

La wilaya de **Mostaganem** représente une zone stratégique et pertinente pour la création d'un **EHS en néphrologie**, en raison d'un **besoin sanitaire croissant** et d'une **saturation des structures existantes**, notamment dans les services d'hémodialyse. Cette pression sur le système de santé local a été soulignée par les autorités, qui notent une hausse continue du nombre de patients dialysés dans la région.⁵ Le **renforcement hospitalier** déjà engagé, avec la création d'un service de néphrologie et de dialyse à l'hôpital de Bouguirat, démontre une orientation claire vers le développement de cette spécialité dans la wilaya.⁶ La région dispose également d'un **réseau hospitalier solide**, soutenu par des investissements récents dans les équipements médicaux et les infrastructures hospitalières.⁷ Cependant, Mostaganem reste **fortement dépendante de la ville d'Oran** pour les soins spécialisés, ce qui justifie la nécessité de renforcer l'autonomie régionale en matière de néphrologie. De plus, la **position géographique favorable** de Mostaganem, son **accessibilité urbaine** et son **potentiel universitaire et scientifique**, grâce à l'Université Abdelhamid Ibn Badis, renforcent son aptitude à accueillir un pôle hospitalo-universitaire de référence. Enfin, la **monographie officielle de la wilaya** confirme la présence d'un tissu urbain et sanitaire propice à l'implantation de nouvelles structures de santé.⁸

⁵ <https://elwatan-dz.com/secteur-de-la-sante-a-mostaganem-dimportants-progres-pour-offrir-des-prestations-medicales-de-qualite?>

⁶ <https://ouest-tribune.dz/mostaganem-renforcement-de-lhopital-de-bouguirat-par-un-service-de-nephrologie-et-de-dialyse/?>

⁷ <https://capdz.dz/archives/132347?>

⁸ https://interieur.gov.dz/Monographie/article_detail.php?

4 Etat de l'art

4.1 Exemple 01 : Mafraq Dialysis Center / Stantec

Le centre de dialyse de Mafraq est un établissement de pointe pour SEHA (Abu Dhabi Health Services Company). Il dispose de 68 unités de traitement de dialyse, ce qui en fait l'un des centres de dialyse les plus réputés du Moyen –Orient –Power Tech a été chargé de fournir l'ensemble des panneaux BT nécessaires a ce projet dans des délais très courts

4.2 Exemple 02 : SKMC Dialysis Center Abu Dhabi, UAE.

Le centre de dialyse Sheikh Khalifa Médical City (SKMC) s'inscrit dans le plan directeur de la nouvelle cité médicale Sheikh Khalifa. Cet établissement de 6 700 m² comprend deux étages et un total de 68 postes de dialyse. Un parking souterrain de 79 places sera mis à la disposition des patients et des visiteurs.

Similaire au Centre de dialyse de Mafraq, la conception de ce projet place les besoins et le confort des patients au cœur de ses préoccupations. Une cour centrale permet à tous les patients de profiter de la vue sur les jardins paysagers pendant leurs séances de quatre heures. Le projet a été certifié par le système de notation

« Estidama » d'Abou Dhabi, obtenant deux Perles (équivalent de la certification LEED) et intègre de nombreuses techniques de protection solaire et de conservation de l'eau

4.3 Exemple 03 : Nordial Center / MJARC Arquitectos

Le Centre Nordial est un centre de dialyse conçu comme un petit village, plutôt qu'un hôpital traditionnel, afin d'offrir un environnement plus accueillant et plus indépendant aux patients. Il s'étend sur une superficie de 5 400 mètres carrés et vise à intégrer le patient dans son environnement (rue, place et jardin) .

5 Problématique

La maladie rénale chronique (MRC) constitue aujourd'hui un défi majeur de santé publique en Algérie, touchant près de **1,5 million d'Algériens** dont le quart se trouve au stade terminal nécessitant hémodialyse ou greffe.⁹ Jusqu'à présent, environ **35 000 patients** sont suivis par dialyse, pour un coût estimé à **800 millions d'euros par an** dans le pays.¹⁰ Dans la wilaya de Mostaganem, la carte sanitaire comprend **6 établissements hospitaliers publics**, un CHU, 28 polycliniques et 167 salles de soins. La capacité d'hémodialyse dans cette wilaya atteint environ **90 postes répartis dans les EPH**, avec 3 centres d'hémodialyse publics et plusieurs unités privées.¹¹ Par ailleurs, la population de la commune de Mostaganem s'élève à **~143 571 habitants** dans la ville même, avec une forte proportion de jeunes (moins de 60 ans constituant plus de 70 %).¹² ce qui fait craindre une augmentation des pathologies chroniques liées au mode de vie. Ces constats montrent que la demande en soins néphrologiques est non seulement importante, mais aussi en forte croissance, justifiant la conception d'un EHS de néphrologie intelligent à Mostaganem capable de répondre à la fois à un besoin quantitatif et qualitatif.

Comment concevoir un EHS de néphrologie intelligent à Mostaganem capable de répondre à la fois aux besoins de la région et aux enjeux de la gestion ?

6 Hypothèse

L'intégration de l'immutique et les outils d'intelligence artificielle dans la conception architecturale d'un EHS de néphrologie à Mostaganem permettraient une meilleure prise en charge des patients.

⁹ <https://www.algerie360.com/insuffisance-renale-chronique-15-million-dalgeriens-touche-par-cette-maladie/>

¹⁰ <https://algerie-eco.com/2025/03/30/maladie-renale-en-algerie-35-000-patients-pour-un-cout-de-800-millions-deuros-par-an/>

¹¹ <https://wilaya-mostaganem.dz/sante/>

¹² <https://fr.city-facts.com/%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8%BA%D8%A7%D9%86%D9%85-%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8%BA%D8%A7%D9%86%D9%85/population?>

7 Objectifs

Objectif principal :

7.1 Gestion du confort

- Confort visuel
 - Intégration de la lumière
 - Éclairage naturel
 - Variable associée : automatisation de l'éclairage → ajuste intelligemment selon la lumière naturelle
- Confort thermique
 - Écarts de température (mesures vs température idéale)
 - Système de climatisation et chauffage
 - Variable associée : régulation thermique intelligente → température adaptée automatiquement aux zones
- Confort organisationnel
 - Prise de rendez-vous facile
 - Temps d'attente réduit
 - Facturation claire et accompagnement administratif
 - Variable associée : scénarios programmés selon l'usage → s'adapte au type d'acte (consultation, hospitalisation...)

7.2 Déficits

- Organisation inefficace.
- Confort non uniforme.
- Ressources mal utilisées.

8 Méthodologie d'approche

La méthodologie adoptée repose sur plusieurs approches complémentaires visant à concevoir un EHS de néphrologie intégrée à son contexte et basé sur des solutions intelligentes.

- **Approche urbaine** : elle consiste à analyser le contexte de Mostaganem (accessibilité, environnement, climat, réseau sanitaire) afin d'assurer une bonne insertion du projet.
- **Approche thématique** : elle explore la relation entre santé, technologie et architecture, en mettant l'accent sur le rôle du bâtiment intelligent dans le confort, la sécurité et la performance.
- **Approche programmatique** : elle définit les besoins fonctionnels (espaces médicaux, flux, zones techniques) et les traduit en organisation spatiale adaptée.
- **Approche architecturale** : elle vise la conception des espaces (organisation, volumes, confort, flexibilité) en intégrant les technologies dans l'architecture.
- **Approche technique** : elle concerne l'intégration des systèmes intelligents (GTB, énergie, capteurs, sécurité, contrôle des ambiances) pour optimiser le fonctionnement du bâtiment.

9 Les outils et documentation

Cette étude s'appuie sur plusieurs outils méthodologiques et sources documentaires afin d'assurer une conception cohérente et adaptée aux exigences d'un Établissement Hospitalier Spécialisé en néphrologie.

La recherche bibliographique a permis de rassembler les informations théoriques liées à l'architecture hospitalière, aux centres de dialyse, aux normes médicales ainsi qu'aux principes du bâtiment intelligent.

L'analyse de cas de référence a aidé à comprendre l'organisation fonctionnelle et les choix architecturaux d'établissements similaires.

Les logiciels tels que AutoCAD, Archicad, SketchUp, D5 et Photoshop ont été utilisés pour l'élaboration des plans, des coupes, des façades et des modélisations 3D.

Enfin, les visites de terrain et l'analyse urbaine ont permis de mieux comprendre le site, ses contraintes et ses potentialités.

L'ensemble de ces outils a permis de développer une approche globale, fonctionnelle, technique et architecturale du projet.

10 Structure de mémoire

Le présent mémoire est structuré en deux grandes parties : une partie théorique et une partie pratique, précédées d'une introduction générale et suivies d'une conclusion générale.

- **Introduction générale** : présente le choix du thème, l'intérêt du sujet, le corpus d'étude, la problématique ainsi que les objectifs de la recherche.
- **La partie théorique**

Chapitre 01 « Caractéristiques de l'EHS en néphrologie », qui traite de l'organisation fonctionnelle d'un établissement hospitalier spécialisé, de ses exigences médicales, de ses normes de conception ainsi que des besoins spécifiques liés à la prise en charge des patients atteints de pathologies rénales.

Chapitre 02 « Bâtiment intelligent et intelligence artificielle », aborde l'évolution des bâtiments hospitaliers vers des structures intelligentes intégrant les nouvelles technologies, les systèmes automatisés, la gestion technique centralisée ainsi que l'apport de l'intelligence artificielle dans l'amélioration de la performance et du confort.

- **La partie pratique**

Chapitre 03 « Analyse urbaine et à la programmation ». Ce chapitre comprend l'étude du site d'implantation, l'analyse des potentialités et contraintes du terrain, ainsi que l'élaboration du programme architectural à travers l'identification des fonctions, des activités et des surfaces.

Chapitre 04 « Conception architecturale et technique », présente la démarche de conception du projet à travers le zoning fonctionnel, la genèse architecturale, la répartition spatiale, les plans, les coupes, les façades ainsi que l'intégration des systèmes techniques intelligents appliqués au bloc de dialyse.

- **Conclusion générale** synthétise les principaux résultats de l'étude et met en évidence l'intérêt d'une approche architecturale intégrant à la fois les exigences hospitalières et les principes du bâtiment intelligent

Partie théorique

**Chapitre 01 : Caractéristiques d'un EHS en
néphrologie**

1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter le cadre général dans lequel s'inscrit le projet d'un Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) en néphrologie. Il débute par une présentation de l'organisation du système de santé algérien, afin de situer la place des différents types d'établissements hospitaliers (CHU, EPH, EPSP, EHS) et de comprendre leur rôle complémentaire dans la prise en charge des patients. Dans un second temps, le chapitre s'intéresse plus particulièrement à l'EHS, en mettant en évidence ses missions, son niveau de spécialisation ainsi que son importance dans la prise en charge des pathologies complexes nécessitant des compétences et des équipements spécifiques. Le chapitre aborde ensuite la spécialité de la néphrologie, en présentant ses enjeux médicaux actuels, notamment l'évolution des maladies rénales chroniques et l'augmentation des besoins en dialyse et en suivi spécialisé, tant au niveau mondial qu'en Algérie. Enfin, une mise en relation entre les besoins croissants en néphrologie et le rôle des structures spécialisées sera effectuée, afin de justifier la pertinence d'un EHS dédié à cette discipline et de préparer l'analyse réglementaire et organisationnelle qui conclut le chapitre.

2 Le cadre sanitaire algérien et la classification des établissements hospitaliers

2.1 Le système national de santé (vue d'ensemble)

Le système national de santé algérien a connu une évolution progressive depuis l'indépendance en 1962, visant à assurer l'accès universel aux soins pour toute la population. Son objectif principal est de garantir une couverture sanitaire complète, allant de la prévention à la prise en charge des pathologies les plus complexes. Ce système repose sur le principe de gratuité des soins dans les structures publiques et sur la complémentarité entre le secteur public et le secteur privé.¹³

2.1.1 Historique et objectifs

Dès les premières années de l'indépendance, l'État algérien a mis en place des politiques de santé publique axées sur la réduction de la mortalité infantile, la vaccination, la lutte contre les épidémies et le développement de l'infrastructure hospitalière. Les réformes successives ont structuré le réseau de soins en plusieurs niveaux : soins de proximité, hôpitaux généraux et

¹³<https://www.insp.dz/images/PDF/SNIS/Evaluation%20du%20SNIS%20Alg%C3%A9rie%20%202011-%20Rapport%20final.pdf?utm>

établissements spécialisés. L'objectif est de répondre aux besoins croissants de la population tout en améliorant la qualité des services sanitaires ¹⁴

2.1.2 Organisation administrative

Le système de santé est supervisé par le **ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière**, qui définit les orientations nationales et veille à la mise en œuvre des politiques sanitaire

Le réseau hospitalier est organisé à plusieurs niveaux :

- **Direction de la santé au niveau national** : élaboration des stratégies et contrôle de la qualité.
- **Directions régionales et locales** : coordination et suivi des établissements dans les wilayas.
- **Réseau hospitalier** : hiérarchisé selon la spécialisation et la capacité technique des établissements (CHU, EHS, EPH, EPSP).¹⁵

Cette organisation permet une planification cohérente des moyens humains et matériels et assure la continuité des soins sur tout le territoire.

2.1.3 Place du secteur public / privé

Le secteur public constitue la colonne vertébrale du système de santé en Algérie, offrant l'essentiel des soins hospitaliers et spécialisés. Le secteur privé complète l'offre en fournissant des consultations spécialisées, des cliniques privées et des services payants, mais reste moins développé dans les zones rurales. L'articulation entre ces deux secteurs vise à répondre efficacement aux besoins de santé de la population, tout en garantissant l'accès aux soins pour les catégories les plus vulnérables.¹⁶

2.1.4 Missions du système hospitalier

Le système hospitalier algérien a trois missions principales :

1. **Soins** : fournir un accès rapide et équitable à des traitements de qualité, allant des soins de base aux prises en charge spécialisées.
2. **Formation** : assurer l'enseignement médical et paramédical, particulièrement dans les CHU et EHS, afin de former les futurs professionnels de santé

¹⁴https://www.researchgate.net/publication/368984556_aanzam_alshy_fy_aljzayr_Systeme_de_sante_en_Algerie

¹⁵<https://www.insp.dz/images/PDF/SNIS/Evaluation%20du%20SNIS%20Alg%C3%A9rie%20%202011-%20Rapport%20final.pdf?utm>

¹⁶ <https://fr.scribd.com/document/611162170/Bouadi-Sonia?utm>

3. **Recherche** : développer la recherche clinique et médicale, promouvoir l'innovation et améliorer les pratiques de soins grâce aux nouvelles technologies.

Cette mission triple assure la cohérence du système hospitalier et renforce son rôle dans l'amélioration continue de la santé publique.¹⁷

2.2 Classification des établissements hospitaliers

En Algérie, la structure hospitalière publique est composée de plusieurs catégories d'établissements : les Centres Hospitalo-Universitaires (CHU), les Établissements Hospitaliers Universitaires (EHU), les Établissements Hospitaliers Spécialisés (EHS), les Établissements Publics Hospitaliers (EPH), et les Établissements Publics de Santé de Proximité (EPSP). Ces types d'institutions sont définis selon leurs missions, leur taille, leur niveau de technicité et leur rôle dans le système de soins.¹⁸

Caractéristique	CHU	EHU	EPH	EPSP	EHS
Mission	Soins cliniques, recherche, formation	Soins spécialisés, formation, recherche	Soins hospitaliers généraux	Soins de santé de base	Soins médicaux spécialisés
Tutelle	Ministère de la Santé et Enseignement Supérieur	Ministère de la Santé et Enseignement Supérieur	Ministère de la Santé	Wali	Ministère de la Santé
Services	Services spécialisés, laboratoires, unités de formation	Soins spécialisés, formation, recherche	Services cliniques de base, consultations externes	Médecine générale, prévention, consultations	Plateaux techniques spécialisés
Portée	National	Régional	Communal, intercommunal, régional	Local	National
Niveau de technicité	Très élevé	Élevé	Général	De base	Spécialisé

Tableau 1: classification des établissements hospitaliers. (Fait par : auteurs)

Ce tableau permet de visualiser la complémentarité et la hiérarchie des établissements de santé en Algérie. Il met en évidence la spécialisation croissante et le niveau de technicité, depuis les soins de base (EPSP) jusqu'à l'excellence médico-universitaire (CHU).

On observe que l'**Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS)** se distingue par sa **mission ciblée** sur des soins médicaux hautement spécialisés, à la différence de l'EPH qui est généraliste.

¹⁷https://www.researchgate.net/publication/368984556_aanzam_alshy_fy_aljzayr_Systeme_de_sante_en_Algerie

¹⁸ <file:///C:/Users/pc/Downloads/4.720.1151-2.pdf>

Bien que n'ayant pas toujours de mission d'enseignement formel comme les CHU/EHU, l'EHS possède un **plateau technique spécialisé** qui en fait un acteur clé pour la prise en charge de pathologies complexes. Sa portée est souvent **nationale**.

2.3 Focus sur l'Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS)

2.3.1 Définition

L'Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) est une structure publique dédiée à la prise en charge d'une spécialité médicale donnée (oncologie, cardiologie, néphrologie, etc.). Il est institué par le cadre réglementaire algérien qui fixe les règles de création, d'organisation et de fonctionnement des établissements hospitaliers spécialisés, et qui précise que la dénomination de l'établissement doit faire apparaître la spécialité. Cette définition et les missions générales des EHS (soins, prévention, formation et, éventuellement, recherche) figurent dans les textes officiels et dans des rapports institutionnels sur l'organisation hospitalière algérienne.¹⁹

2.3.2 Objectifs d'un EHS

Les objectifs des EHS expliquent leur utilité stratégique :

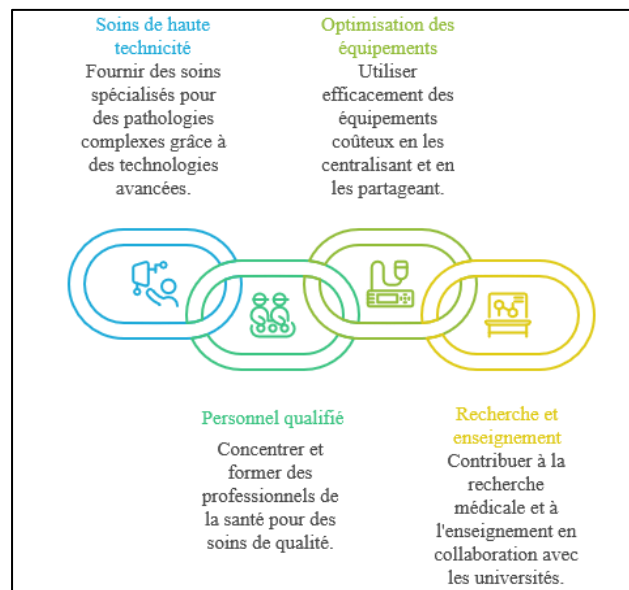


Figure 1: objectifs stratégiques des EHS. (Fait par : auteurs)

L'Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) vise à offrir des soins spécialisés de haute technicité, grâce à un personnel qualifié et à des équipements avancés. Il optimise les ressources en centralisant la prise en charge de pathologies spécifiques et contribue, selon les conventions, à la formation et à la recherche clinique, renforçant ainsi son rôle stratégique dans le système de santé.

¹⁹ RAPPORT BIENNAL V.Finale 29.03.2023.pdf

2.3.3 Statistiques nationales EHS (global)

Rapport WHO / région Afrique et bilans nationaux indiquent qu'en 2020–2023 le parc hospitalier public comprenait **environ 120 EHS** (varie selon les sources et les années).

- Ces chiffres donnent l'ordre de grandeur du parc d'établissements spécialisés dans le pays.²⁰

3 La Néphrologie – Spécialité médicale et enjeux sanitaires

3.1 La Néphrologie : Définition, Rôle et Importance

3.1.1 Définition de la néphrologie

La néphrologie est la spécialité médicale qui se consacre à l'étude, au diagnostic, à la prévention et au traitement des maladies du rein. Elle vise les anomalies de la fonction rénale, qu'elles soient aiguës ou chroniques, et englobe la prise en charge des déséquilibres hydriques, électrolytiques, acido-basiques et hormonaux liés à un dysfonctionnement rénal. Le néphrologue prend en charge les patients présentant des troubles urinaires, des glomérulopathies, une insuffisance rénale, ainsi que ceux nécessitant une dialyse ou une greffe rénale.²¹

3.1.2 Rôle et place de la néphrologie dans la médecine moderne

Le rôle de la néphrologie dépasse largement la seule prise en charge des reins. Elle intervient dans la régulation de plusieurs fonctions vitales de l'organisme. La néphrologie est amenée à traiter des pathologies complexes impliquant :²²

Fonction	Équilibre hydrique	Équilibre électrolytique	Régulation de la pression artérielle	Production hormonale	Équilibre acido-basique	Détoxification sanguine
Description	Gestion des fluides dans le corps	Sodium, potassium, calcium, phosphore...	Contrôle de la pression sanguine	Érythropoïétine, vitamine D active	Maintien du pH sanguin	Élimination des toxines du sang

Tableau 2: fonction vitale de néphrologies (Fait par : auteurs)

²⁰ RAPPORT BIENNAL V.Finale 29.03.2023.pdf

²¹ IMPE - Néphrologie

²² Les reins, à quoi ça sert ? - Infographie | Objectif rein santé

3.1.3 les principaux champs d'intervention de la néphrologie

Sur le plan médical, elle assure la prise en charge des maladies métaboliques, la prévention des complications cardiovasculaires et la réduction de la mortalité liée à l'insuffisance rénale. Parallèlement, elle contribue à l'amélioration de la qualité de vie des patients grâce à un suivi spécialisé.

Sur le plan de la santé publique, la néphrologie joue un rôle essentiel dans le dépistage des maladies rénales, la prévention des hospitalisations répétées et l'éducation thérapeutique des patients chroniques.²³

Caractéristique	Maladies métaboliques	Complications cardiovasculaires	Mortalité liée à l'insuffisance rénale	Qualité de vie des patients
Prise en charge des maladies	Gestion des troubles métaboliques	Prévention des problèmes cardiaques	Réduction du risque de décès	Amélioration du bien-être général
Programmes de santé publique	Dépistage des maladies rénales	Prévention des hospitalisations répétées	Éducation thérapeutique des patients chroniques	

Tableau 3:role de la néphrologie dans la sante (Fait par : auteurs)

3.1.4 Importance des reins dans l'organisme²⁴

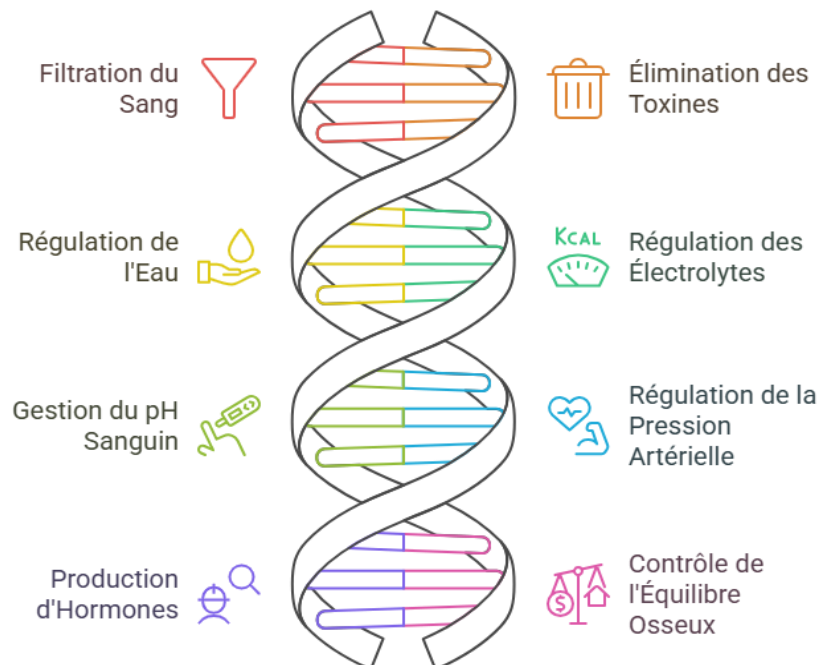


Figure 2: fonction vitale de rein (Fait par : auteurs)

²³ Les fonctions du rein - France Rein

²⁴ Soins Gériatrie - Présentation - EM consulte

3.1.5 Facteurs de risque des maladies rénales

Les maladies rénales sont souvent la conséquence de facteurs de risque bien identifiés. Comprendre ces facteurs permet de mieux prévenir la progression vers l'insuffisance rénale chronique.²⁵

Caractéristique	Diabète	Hypertension artérielle	Obésité	Hérédité	Médicaments néphrotoxiques	Maladies auto-immunes	Vieillessement de la population
Impact sur les reins	Endommage les filtres rénaux	Détruit les petits vaisseaux	Augmente la surcharge rénale	Certaines maladies sont génétiques	Peut endommager les reins	Attaque les structures rénales	Diminue la fonction rénale

Tableau 4: facteurs des risques des maladies rénales (Fait par : auteurs)

3.2 Les pathologies rénales : classification et enjeux

3.2.1 Classification générale des maladies rénales

Les maladies rénales regroupent un ensemble de pathologies touchant la fonction et la structure du rein. Elles se distinguent selon leur évolution, leur cause et leur gravité. Parmi les principales catégories :²⁶

Caractéristique	MRC	IRA	IRCT	Glomérulopathies	Néphropathies diabétiques et hypertensives	Maladies héréditaires	Pathologies nécessitant transplantation
Évolution	Détérioration progressive	Perte rapide	Stade avancé	Atteinte des glomérules	Complications fréquentes	Héréditaire	Traitements conservateurs insuffisants
Cause	Détérioration progressive	Perte rapide	Stade avancé	Atteinte des glomérules	Complications fréquentes	Héréditaire	Traitements conservateurs insuffisants
Gravité	Détérioration progressive	Perte rapide	Stade avancé	Atteinte des glomérules	Complications fréquentes	Héréditaire	Traitements conservateurs insuffisants

Tableau 5: classifications des maladies rénales (Fait par : auteurs)

3.2.2 Diagnostic complet des maladies rénales

Un diagnostic rénal complet repose sur plusieurs étapes complémentaires :²⁷

²⁵ Hypertension

²⁶ https://www.kidney.org/sites/default/files/2024-08/ckd_evaluation_classification_stratification.pdf?utm

²⁷ <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/chronic-kidney-disease/diagnosis-treatment/drc-20354527>

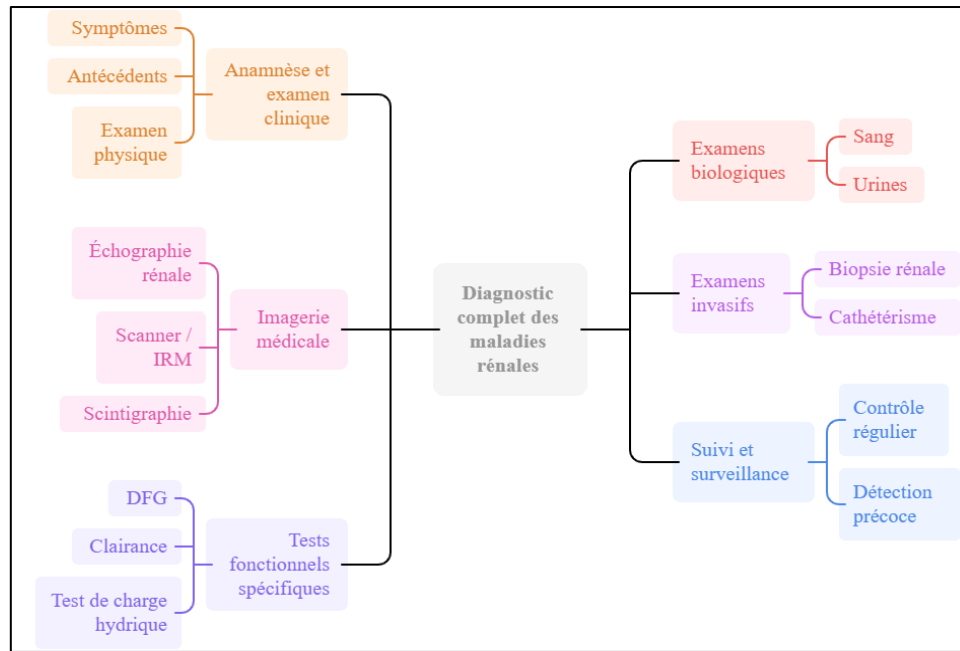


Figure 3: diagnostic complet des maladies rénales (Fait par : auteurs)

3.2.3 Prise en charge thérapeutique dans le service de néphrologie

Le service de néphrologie propose une prise en charge complète des patients atteints de maladies rénales, incluant : traitements de remplacement rénal, traitements conservateurs et complémentaires, ainsi que techniques expérimentales ou spécialisées²⁸

Caractéristique	Hémodialyse	Dialyse péritonéale	Transplantation rénale	Traitements conservateurs	Techniques expérimentales
Principe	Filtration extracorporelle du sang	Utilisation du péritoine comme filtre	Remplacement du rein par un rein sain	Préserver la fonction rénale restante	Techniques spécialisées pour des cas spécifiques
Indications	Éliminer les déchets et l'excès de liquide	Alternative à l'hémodialyse, autonomie	Insuffisance rénale chronique terminale	Préserver la fonction rénale restante	Insuffisance rénale aiguë sévère, diabète
Prérequis	Dialyseur, moniteur, pompe, dialysat	Manipulation stérile, suivi strict	Compatibilité du donneur, bilan médical	Médicaments, régime alimentaire, suivi	Hemofiltration continue, transplantation combinée
Bénéfices	Élimination efficace des déchets	Autonomie, flexibilité	Amélioration de la qualité de vie, réduction des complications	Préserver la fonction rénale restante	Amélioration des résultats pour des cas spécifiques
Inconvénients	Dépendance à la machine, déplacements	Risque d'infection, manipulation stérile	Rejet, immunosuppression	Ne restaure pas la fonction rénale	Expérimental, disponibilité limitée

Tableau 6: traitement d'insuffisance rénale (Fait par : auteurs)

²⁸ https://www.kidney.org/sites/default/files/2024-08/ckd_evaluation_classification_stratification.pdf?utm_

3.2.4 Statistiques de prévalence et impact sanitaire

D'après un registre national des dialysés (fin 2018), **23 527 patients** sont en dialyse en Algérie (dont 22 667 en hémodialyse).

Le même registre indique qu'environ **3 000 nouveaux patients** arrivent chaque année au stade nécessitant la dialyse. En ce qui concerne la répartition des centres : il existe des centres publics et privés, mais **la couverture n'est pas homogène**, ce qui pose des défis en termes d'accès aux soins.

Parmi les **causes principales** de la MRC en Algérie, le **diabète** et l'**hypertension artérielle (HTA)** sont souvent cités comme facteurs majeurs.

Concernant les **besoins futurs (2030–2040)** : en l'absence d'augmentation du nombre de néphrologues, d'infrastructures de dialyse, et d'un meilleur suivi précoce des MRC, la demande risque de fortement augmenter. Beaucoup d'experts néphrologues algériens mettent en avant le **besoin d'un plan national de santé rénale** pour anticiper cette croissance.²⁹

4 EHS spécialisé en Néphrologie

Alors que les Établissements Hospitaliers Spécialisés (EHS) existent pour répondre aux besoins médicaux précis, **la néphrologie reste insuffisamment couverte par les structures actuelles** en Algérie. La majorité des patients atteints de maladies rénales chroniques ou en insuffisance rénale terminale dépendent encore des CHU ou EPH, ce qui limite l'efficacité et l'accès aux soins spécialisés.

Les 2 schéma ci-dessous met en évidence le **besoin urgent de créer un EHS spécialisé en néphrologie** en Algérie.

On observe d'abord un **manque actuel**, marqué par l'insuffisance de structures dédiées, la concentration des services dans quelques grandes villes et la forte dépendance envers les CHU et les EPH, qui entraîne une surcharge des services et des difficultés de prise en charge.

Face à ces limites, un **EHS Néphrologie** représente une réponse stratégique : il répond à une **urgence sanitaire**, comble un **besoin régional réel**, s'inscrit dans la **modernisation du système hospitalier** et **améliore l'équité d'accès aux soins spécialisés, notamment pour les cas graves ou chronique**.³⁰

²⁹ https://dknews.dz/wp-content/uploads/2025/01/2380-3416d152.pdf?utm_

³⁰ https://www.theisn.org/wpcontent/uploads/media/gkha/Africa/2.%20GKHA%202019%20regional%20slides Africa_v1.1.pdf?utm_

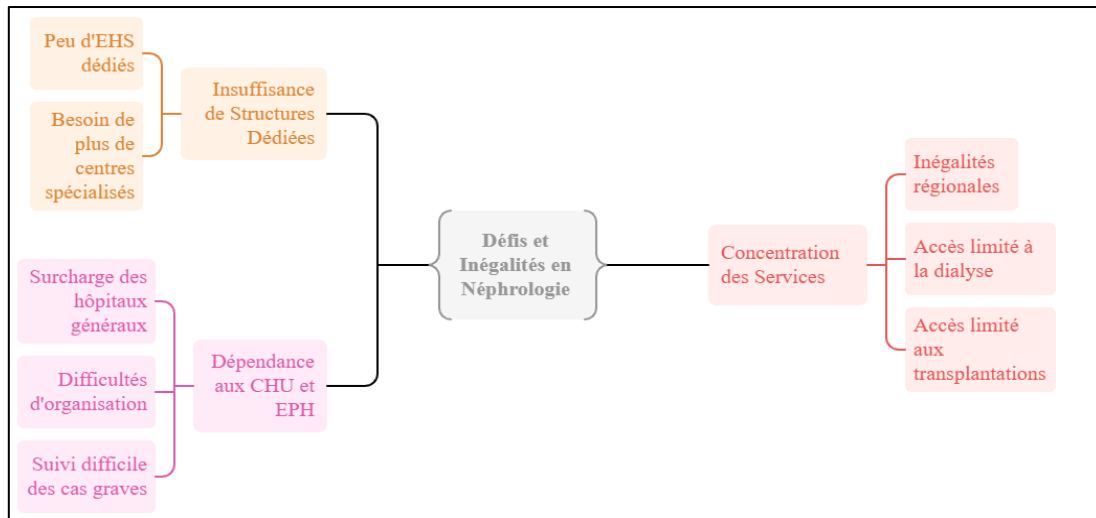


Figure 5: constat et manque actuel (Fait par : auteurs)

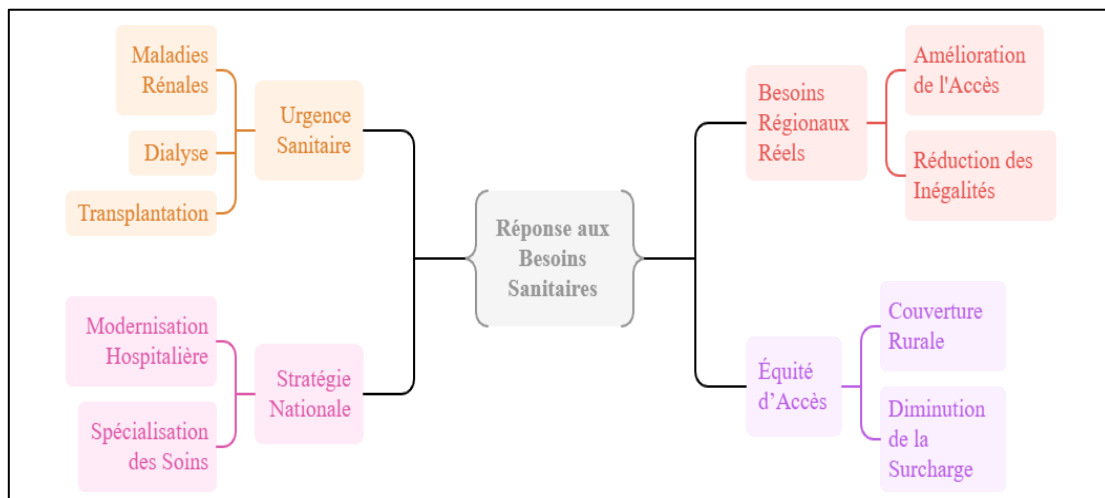


Figure 4: importance et rôle d'un EHS néphrologies (Fait par : auteurs)

5 La législation algérienne dans le domaine sanitaire

La législation dans le domaine sanitaire en Algérie regroupe l'ensemble des lois et règles juridiques qui organisent la protection, la prévention et la promotion de la santé publique. Elle fixe les droits et devoirs des citoyens, des professionnels de santé et des établissements de soins.

Le texte de référence est la Loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé, publiée au Journal officiel n° 46 du 29 juillet 2018.

Selon cette loi :

1. La santé est un droit fondamental garanti par l'État.
2. L'État assure la protection, la prévention et la promotion de la santé.
3. L'accès aux soins est garanti à tous les citoyens sans discrimination.
4. Le système national de santé repose sur les principes d'égalité, de solidarité et de justice sociale.
5. La prévention des maladies et la lutte contre les épidémies sont des priorités nationales.
6. Les établissements de santé publics assurent la gratuité partielle des soins.
7. Les informations médicales des patients sont confidentielles.
8. L'exercice des professions de santé est soumis à l'autorisation de l'État.
9. Les produits pharmaceutiques doivent être contrôlés et autorisés.

Toute infraction aux règles sanitaires est passible de sanctions prévues par la loi.³¹

³¹ <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2018/F201806.pdf>

6 Analyse des exemples

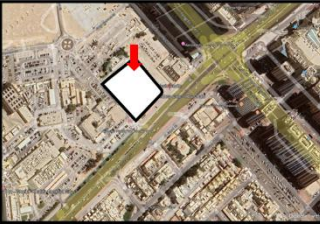
	Exemple 01	Exemple 02	Exemple 03
Fiche technique	 -Nom du projet : MAFRAQ Dialysis Centre -localisation : Abu Dhabi -M d'ouvrage : SEHA (Abu Dhabi health services care) -Architecte : Stantec (en collaboration avec Burt Hill / AE7 pour certaines parties) -Année de réalisation : Inauguré vers 2012 -Surface de bâti : 7400 m² -Gabarit : R+2 -capacité/station : 68 stations de dialyse -Parking : 105 places	 -Nom du projet : SKMC Dialysis Center -localisation : Abu Dhabi -M d'ouvrage : SEHA (Abu Dhabi health services care) -Architecte : AE7 (cabinet d'architecture international basé à Dubaï, Pittsburgh, Abu Dhabi) -Année de réalisation : Inauguré vers 2012 -Surface de bâti : 6700 m² -Gabarit : R+1 -capacité/station : 68 stations de dialyse -Parking : 79 places	 Nom du projet : Nordial centre -localisation : Mirandela, Portugal. -M d'ouvrage : TECSAM – Nordial (Unidade Nordial de Mirandela). -Architecte : MJARC Arquitectos -Année de réalisation : 2012 -Surface : 5400 m² -Gabarit : R+1 -capacité/station : 22 stations de dialyse -Parking : 59 places
Situation	 -Se situe à la ville d'Abu Dhabi, dans le district d'Al Mafraq, aux Émirats arabes unis, au sein d'un grand complexe hospitalier. Il est implanté dans une zone urbaine à faible densité, dominée par des établissements de santé et des zones administratives.	 -Se situe dans la ville d'Abu Dhabi, capitale des Émirats arabes unis, au sein du complexe hospitalier Sheikh Khalifa Medical City. Le centre se trouve dans une zone hospitalière centrale à forte densité médicale, entourée de bâtiments publics et résidentiels.	 -Se situe dans la ville d'Abu Dhabi, capitale des Émirats arabes unis, au sein du complexe hospitalier Sheikh Khalifa Medical City. Le centre se trouve dans une zone hospitalière centrale à forte densité médicale, entourée de bâtiments publics et résidentiels.

Tableau 7: analyse des 3 exemples (fait par auteurs)

6.1 Description fonctionnel/spatial

Mafraq Dialysis Center, Abu Dhabi ³²

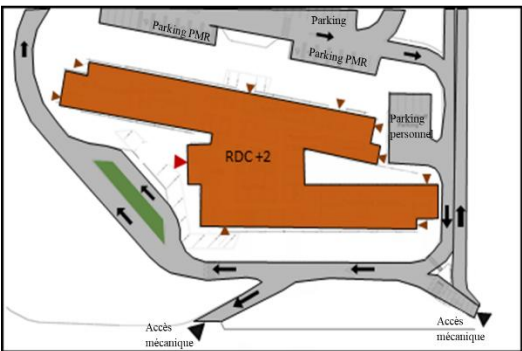


Figure 10 : Plan de masse modifier (modifier par auteurs) Mafraq

- Accès séparés et bien organisés (patients / technique).
- Implantation centrale avec bon équilibre bâti / espaces extérieurs.
- Espaces extérieurs hiérarchisés (parking proche, circulation piétonne distincte).
- Volume compact, lisible et optimisant l'emprise au sol.



Figure 6 : Plan RDC Mafraq

- Organisation fonctionnelle claire autour des espaces de soins et d'accueil.
- Séparation nette entre zone publique et zone médicale.
- Circulation simple, fluide et lisible.
- Noyau central regroupant les circulations verticales.
- Fonctions à fort flux placées au rez-de-chaussée.



Figure 12 : Plan 1er étage Mafraq

- Espaces techniques et administratifs regroupés et isolés des zones publiques.
- Organisation compacte avec lien direct aux espaces de soins.
- Circulation verticale centrale assurant une connexion rapide entre niveaux.



Figure 14 : Plan 2eme étage Mafraq

- Niveau réservé aux espaces complémentaires (formation, bureaux, repos).
- Organisation fonctionnelle claire, souvent linéaire, favorisant la lumière naturelle.
- Circulation verticale conservée au même emplacement pour assurer la cohérence.

SKMC Dialysis Center, Abu Dhabi.³⁴

³² <https://ae7.com/projects/al-mafraq-dialysis-center/>

³³ <https://www.archdaily.com/476042/nordial-center-architects-associated-lda>

³⁴ <https://ae7.com/projects/skmc-dialysis-center/>

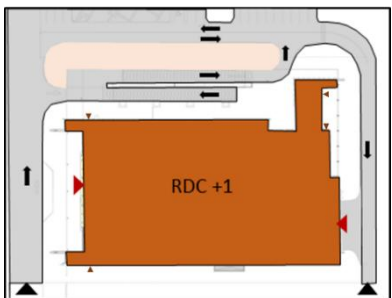


Figure 9 : Plan de masse (modifier par auteurs) SKMC

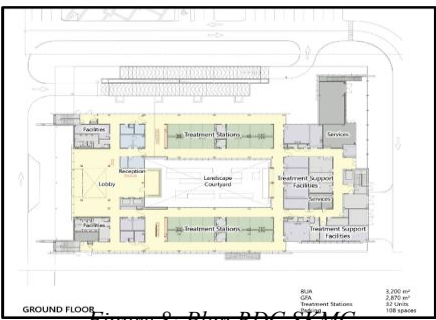


Figure 8: Plan RDC SKMC

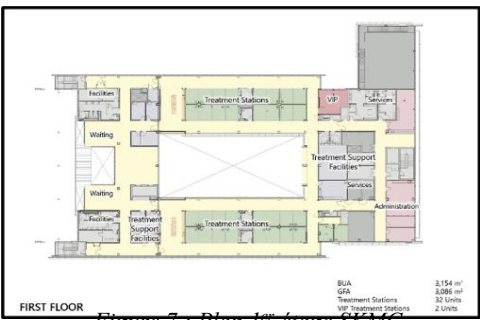


Figure 7 : Plan 1er étage SKMC

- Accès principal hiérarchisé avec séparation des flux.
- Implantation décalée libérant des espaces extérieurs (parking, circulations).
- Bon équilibre bâti / non bâti avec aménagement paysager.

- Organisation fonctionnelle centrée sur les espaces de soins.
- Plan linéaire assurant une bonne lisibilité des parcours.
- Circulation horizontale claire et efficace.

- Étage dédié aux bureaux, repos et zones techniques secondaires.
- Organisation compacte avec bonne liaison au RDC.
- Distribution autour d'un axe central, facilitant gestion et contrôle.

Nordial Center, Portugal ³³



Figure 13 : Plan de masse (modifier par auteur) Nordial



Figure 11 : Plan RDC Nordial

- Accès principal clair et séparé des flux techniques et du parking.
- Bâtiment implanté en retrait avec espaces extérieurs fonctionnels.
- Bon équilibre entre bâti et non bâti, assurant ventilation et fluidité.

- Niveau dédié aux soins (accueil, dialyse, préparation).
- Organisation linéaire et fonctionnelle.
- Bonne hiérarchisation public / semi-privé.
- Circulation verticale centrale pour un accès rapide aux niveaux.



Figure 16 : Plan 1eme étage Nordial



Figure 15 : Plan sous sol Nordial

- Niveau dédié aux bureaux, repos du personnel et zones techniques.
- Organisation compacte favorisant calme et confidentialité.
- Circulations simples reliées au noyau central.
- Continuité fonctionnelle et structurelle avec le RDC.

- Niveau technique réservé principalement aux locaux de maintenance, stockage et services.
- Organisation fonctionnelle concentrée, facilitant la gestion et l'entretien du bâtiment sans interférer avec les zones de soins.
- Liaison verticale directe avec le RDC (ascenseur + escalier) pour la fluidité des opérations internes.

Tableau 8 : Tableau relative à la programmation Mafrag Center (fait par auteurs)

Fonctions	Activités	Espaces	Surfaces approximatives
Accueil et orientation	Accueil des patients, enregistrement, attente, distribution	Lobby principal, réception, zone d’attente, drop-off, circulation	400 m²
Soins & traitement	Dialyse des patients, suivi médical, soins spécialisés	Treatment Stations (RDC : 36 unités =1 200 m², 1er étage : 30 unités = 1 000 m²), salles VIP, zones d’observation	2 200 m²
Support médical	Préparation du matériel, nettoyage, stérilisation, stockage, logistique interne	Treatment Support Facilities, BOH (back of house), locaux techniques, pharmacie, stockage	800 m²
Administration	Gestion du personnel, planification, coordination médicale et formation	Bureaux administratifs, salles de réunion, espaces de formation (Training)	600 m²
Services auxiliaires	Sanitaires, vestiaires, locaux techniques, zones de repos du personnel, maintenance	Facilities, locaux de service, locaux techniques, ascenseurs, circulations verticales	400 m²
Espaces extérieurs	Accès véhicules, parking, zones de détente extérieures, ventilation naturelle	Parking visiteurs et personnel (= 112 places), drop-off, espaces verts et circulations extérieures	300 m²

Tableau 9 : Tableau relative à la programmation SKMC Center (fait par auteurs)

Fonction	Activité	Espaces	Surface unit	Surface totale
Accueil & orientation	Accueil patients, enregistrement, attente, orientation, drop-off	- Lobby principal - Réception / comptoir - Salles d'attente (principale + secondaire) - Sanitaires visiteurs - Aire drop-off / circulation d'entrée	- 120 m2 - 30 m2 - 200 m2 - 60 m2 -40 m2 -30 m2	480 m2
Soins & traitement (Dialyse)	Hémodialyse, surveillance, soins spécialisés, stations VIP	- Plateaux Traitement Stations (box ouverts/alcôves) - 4 Postes infirmiers / nurse stations - Salles VIP (suites) - Salles de préparation patient / triage - Salles de soins mineurs	- 54.7 m² - 20 m² -100 m² -30 m²	3 800 m2
Support médical & technique	Préparation matériel, stérilisation, traitement d'eau, pharmacie, stockage, locaux MEP	- CSSD / stérilisation - Local traitement d'eau (RO / pompes) - Pharmacie interne - 4 Stocks consommables (rayonnages) - Locaux MEP / technique	- 150 m² - 200 m² - 80 m² - 40 m² - 350 m²	1 170 m2
Administration & formation	Gestion du personnel, secrétariat, réunions, formation, archives, IT	- Bureaux direction et administration - Open-space administratifs - Salle réunion / conférence - Salle formation / training - Archives, locaux IT	- 25 m² -215 m² -50 m² -200 m² - 30 m²	520 m2
Services du personnel & auxiliaires	Vestiaires, repos staff, buanderie, locaux déchets, maintenance	- Vestiaires 1H/1F - 1 Salles de repos / 1kitchenette staff - Buanderie / blanchisserie - Sanitaires staff - Locaux déchets / manutention	- 80 m² - 30 m² - 80 m² - 40 m² - 20 m²	390 m2
Circulations, halls & espaces communs	Couloirs, halls, noyau vertical (escaliers/ascenseurs), sas hygiène	- Hall central et dégagements - Couloirs principaux autour des plateaux	- Estimation globale	540 m2

Tableau 10 : Tableau relative à la programmation Nordial Center (fait par auteurs)

Fonction	Activité	Espaces	Surface unit	Surface totale
Accueil & orientation	-Accueil patients, enregistrement, attente, orientation	-lobby principal -réception/ comptoir -s d’attente grande -s d’attente petite -bureau admission -toilettes public	-80 m² -30 m² -110 m² -50 m² - 40 m² -40 m²	350 m²
Soins & traitement	-dialyse patients	-32 Stations de traitement régulières - 2 stations VIP - 3 postes infirmiers -4 consultations -2 S.Soins mineurs	-70 m² -120 m² -20 m² -14 m² -20 m²	2636 m²
Support médical	-préparation matériel stérilisations pharmacie stock	-stérilisations CSSD -zone préparation/nettoyage matériel -pharmacie interne - 3 stocks -locaux techniques	-120 m² -80 m² -40 m² -40 m² -30 m² -80 m²	410 m²
Administration	-gestion du personnel, planification, coordination médicale	-bureaux direction -4 b, administratifs -salle réunion - s, d’archive -local informatique	-25 m² -12 m² -30 m² -30 m² -20 m²	153 m²
Services du personnel/ locaux auxiliaires	-sanitaires, vestiaires, zones repos, parking logistique	-2vestiaires H/F -s de repos/kitchenette -buanderie/local blanchisserie -4sanitaires personnel +locaux déchets -circulations logistiques, manutention	-80 m² -40 m² -60 m² -20 m² -120 m²	500 m²
Espaces extérieurs& circulation générale	-Détente, lumière naturelle, plateau extérieur, accès	-3 patios intérieurs -accès extérieur, rampes, placettes	-60 m² -170 m²	350 m²

6.2 Descriptions architecturales

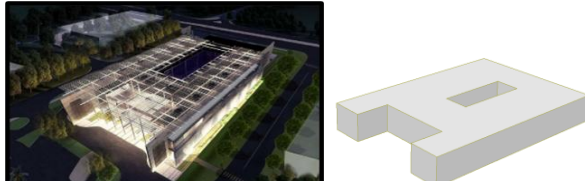
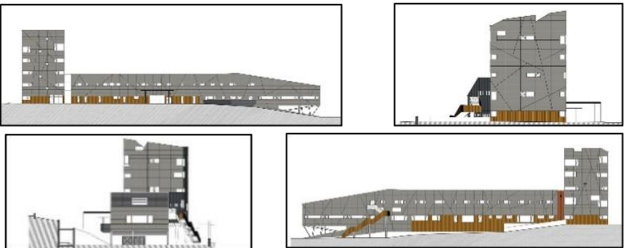
EX	Volumétrie	Façade
M A F R A Q	 - Le Mafrak Center présente une volumétrie compacte et horizontale, organisée en blocs simples et fonctionnels. Les volumes s'articulent autour de zones clairement définies, assurant une circulation fluide entre les espaces de soins, techniques et administratifs. L'architecture privilégie la rationalité et la lisibilité du plan.	 - Des éléments de façade articulés et superposés s'associent aux murs horizontaux du site pour créer un dialogue intégré entre le paysage et le bâtiment. Cette interaction est renforcée par la situation d'angle du site, qui a permis d'ouvrir la forme du bâtiment et de créer une entrée accueillante pour les visiteurs et les patients. Les façades vitrées intègrent un brise-soleil dynamique en métal perforé soutenu par de l'acier qui protège le bâtiment du soleil ardent du Moyen-Orient tout en préservant l'intimité des patients en traitement.
S K M C	 - Le SKMC Center adopte une composition volumétrique dynamique, faite de volumes emboîtés et décalés, traduisant la hiérarchisation des fonctions internes. L'architecture joue sur les retraits et avancées pour créer des zones d'ombre et de lumière. L'ensemble donne une image moderne et institutionnelle.	 - Façade moderne et rythmée, mêlant verre et pierre claire. Les verticalités sont marquées, donnant un effet de hauteur et de légèreté. Les grandes ouvertures vitrées assurent une luminosité intérieure maximale, tandis que les éléments opaques protègent les espaces sensibles.
N O R D I A L	 - Le Nordial Center présente une volumétrie sobre et compacte, à échelle humaine. Les volumes sont simples, sans excès formel, favorisant la fonctionnalité et la clarté de lecture du bâtiment. Les espaces sont bien proportionnés et la structure reste facilement identifiable.	 - La façade associe pierre naturelle beige claire avec des bandes de pierre noire et de larges baies vitrées. Cette composition crée un contraste élégant et renforce la modernité de l'ensemble. L'ouverture sur l'extérieur apporte lumière naturelle et transparence, tout en conservant un caractère institutionnel.

Tableau 11 description architecturale des 3 exemples (Fait par auteurs)

6.3 Description technique

EX	Structure et matériaux	Domotique et options de AI
M A F R A Q	- Structure en béton armé, système porteur simple adapté à un usage hospitalier. Les portées sont étudiées pour permettre des espaces intérieurs flexibles et modulables.  - Association de pierre naturelle claire, de verre et d'aluminium anodisé pour les encadrements. Les matériaux offrent résistance, facilité d'entretien et durabilité.	- Présence d'un système de gestion automatique pour l'éclairage, la ventilation et la climatisation, garantissant un confort thermique et énergétique optimal.
S K M C	- Le bâtiment repose sur une ossature en béton armé, renforcée par des éléments métalliques dans les zones de grande portée. Cette structure mixte permet stabilité et souplesse d'aménagement.  - Usage de pierre naturelle beige, de verre teinté et d'aluminium. Les finitions sont haut de gamme et durables, offrant une isolation thermique efficace et un entretien facile.	- Le projet a été certifié par le système de notation « Estidama » d'Abou Dhabi, obtenant deux Perles (équivalent de la certification LEED) et intègre de nombreuses techniques de protection solaire et de conservation de l'eau.
N O R D I A L	- Structure porteuse en béton armé (poteaux-poutres), assurant robustesse et durabilité. Ce système permet de grandes travées adaptées aux espaces de soins.  - Combinaison de pierre naturelle, verre clair et bois décoratif. Ces matériaux confèrent à l'édifice une identité chaleureuse et contemporaine, tout en garantissant la facilité d'entretien.	Le centre dispose d'un système simple et efficace de gestion de l'éclairage et de la climatisation, favorisant un confort constant et une maîtrise énergétique.

Tableau 12 description technique des 3 exemples (Fait par auteurs)

7 Comparaison entre les exemples

Critères d'analyse	Mafrak Dialysis Center	SKMC Dialysis Center	Nordial Center	Analyse comparative (lecture critique)
Contexte urbain	Implanté dans un complexe hospitalier périphérique, faible densité	Situé dans un grand hôpital urbain à forte densité médicale	Implanté dans un tissu urbain plus calme et à échelle locale	Le contexte influence la compacité et le rapport au site : Mafrak et SKMC favorisent la fonctionnalité hospitalière, tandis que Nordial privilégie l'intégration au contexte humain.
Organisation spatiale	Organisation claire et rationnelle, blocs horizontaux	Plan linéaire hiérarchisé, séparation stricte des flux	Organisation compacte, centrée sur le patient et le confort	Mafrak et SKMC privilégient l'efficacité médicale, Nordial met l'accent sur la lisibilité et le bien-être spatial.
Répartition fonctionnelle	Espaces médicaux dominants, services en second plan	Équilibre entre zones de soins et zones techniques	Optimisation de chaque m², priorité aux zones de soins	Nordial est le plus efficient ; SKMC est le plus complet ; Mafrak est le plus classique.
Circulations et flux	Circulations simples, horizontales, fonctionnelles	Axes clairs séparant public, médical et technique	Circulation fluide autour d'un noyau central	Tous adoptent des schémas rationnels ; SKMC se distingue par la hiérarchisation nette des flux.
Circulations et flux	Circulations simples, horizontales, fonctionnelles	Axes clairs séparant public, médical et technique	Circulation fluide autour d'un noyau central	Tous adoptent des schémas rationnels ; SKMC se distingue par la hiérarchisation nette des flux.
Traitement de façade	Pierre claire + brise-soleil métallique	Pierre claire + verre teinté verticalisé	Pierre beige + bandes noires + verre clair	Les trois expriment une modernité sobre ; SKMC et Mafrak jouent sur la protection solaire, Nordial sur la texture et la matérialité.
Matériaux et structure	Structure béton armé, matériaux durables (pierre, aluminium)	Ossature mixte béton/métal pour grandes portées	Béton armé (poteaux-poutres) simple et robuste	Tous privilégient le béton pour la stabilité ; SKMC ajoute la flexibilité du métal.
Approche environnementale	Gestion automatique des systèmes (HVAC, lumière)	Certification Estidama (2 Perles), durabilité renforcée	Gestion simple mais économe (éclairage/clim)	SKMC est le plus avancé écologiquement ; Mafrak et Nordial adoptent des systèmes efficaces mais plus simples.
Image architecturale	Fonctionnelle, lisible, hospitalière	Institutionnelle et moderne	Chaleureuse, sobre et humaine	Mafrak → rationalité médicale ; SKMC → image d'excellence ; Nordial → humanisation de l'espace de soin.
Relation intérieur / extérieur	Espaces extérieurs fonctionnels (parking, drop-off)	Zones vertes et ombragées autour du bâti	Patios intérieurs et ouvertures sur l'extérieur	Nordial se distingue par l'intégration lumière / nature ; les deux autres privilégient la fonctionnalité urbaine.
Échelle et ambiance	Grande échelle hospitalière	Moyenne échelle institutionnelle	Petite échelle locale, humaine	Évolution du monumental (Mafrak) vers l'intime (Nordial) – un glissement vers l'architecture centrée sur l'humain.

Tableau 13 Comparaison des 3 exemples (Fait par auteur)

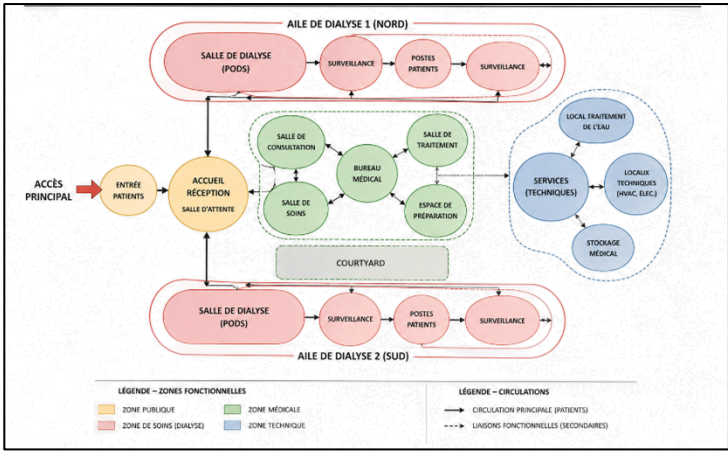


Figure 19 : organigramme fonctionnel mafrak center

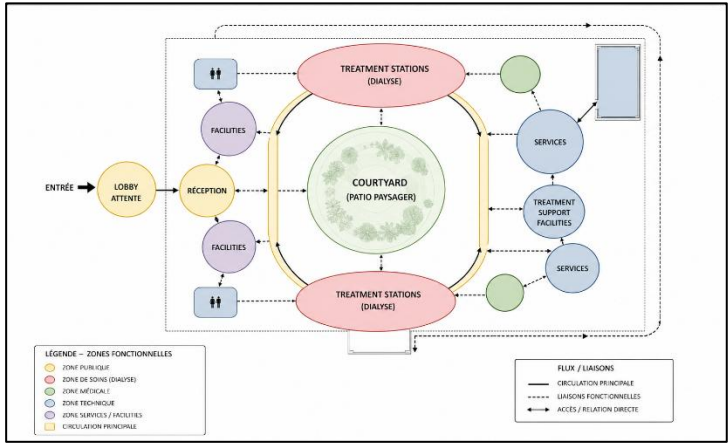


Figure 18 : organigramme fonctionnel SKMC center

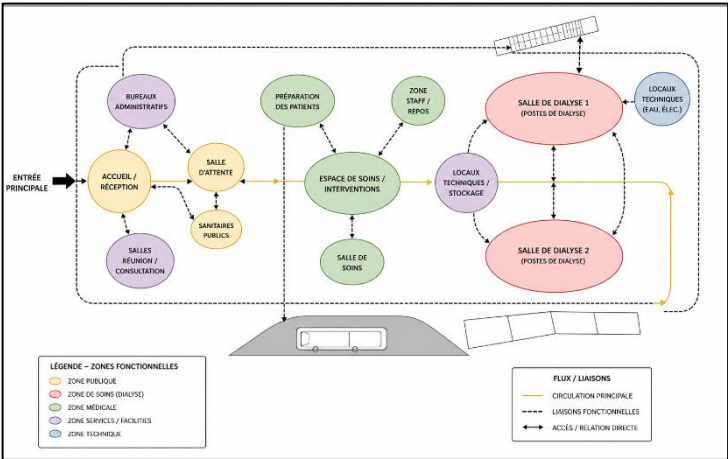


Figure 17 : organigramme fonctionnel nordial center

8 Conclusion

Ce chapitre a permis de poser les bases nécessaires à la compréhension du projet d'un Établissement Hospitalier Spécialisé en néphrologie. Il a d'abord présenté l'organisation du système de santé algérien et la place qu'y occupent les différents types de structures hospitalières, en mettant en évidence la spécificité et le rôle des EHS.

Il a ensuite abordé la spécialité de la néphrologie, en soulignant l'évolution croissante des maladies rénales chroniques et l'augmentation des besoins en prise en charge spécialisée, notamment en matière de dialyse et de suivi médical.

Enfin, le lien entre ces besoins de santé et l'importance des structures spécialisées a été mis en évidence, permettant de comprendre l'intérêt d'un établissement dédié à la néphrologie dans le contexte sanitaire actuel.

Ce chapitre constitue ainsi une base essentielle pour la suite du travail, en préparant l'analyse plus détaillée des aspects organisationnels, réglementaires et techniques du projet.

Partie théorique

**Chapitre 02 : Bâtiment intelligent et intelligence
artificielle**

1 Introduction

Dans un contexte marqué par la transition numérique, la maîtrise énergétique et l'essor des technologies d'automatisation, le bâtiment connaît une profonde transformation. Les établissements de santé, dont le fonctionnement mobilise des systèmes techniques complexes et énergivores, figurent aujourd'hui parmi les typologies architecturales les plus concernées par cette mutation. L'intégration des technologies de Smart Building et de l'Intelligence Artificielle (IA) permet non seulement d'optimiser l'exploitation des infrastructures, mais également d'améliorer la qualité du séjour des patients, la sécurité des opérations et l'efficacité du personnel médical.

Ce chapitre se consacre à l'étude conjointe de ces deux notions : le bâtiment intelligent et l'IA appliquée au cadre bâti. Une première partie définit le concept de Smart Building, ses composantes et son évolution technologique. Une seconde section introduit les principes fondamentaux de l'IA, ses méthodes, ses architectures et ses principaux domaines d'application dans le bâtiment. Enfin, une dernière partie établit le lien entre ces technologies, leur impact sur la conception architecturale et leur pertinence dans le cas spécifique d'un Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) en néphrologie.

2 Bâtiment intelligent

2.1 Définition du bâtiment intelligent

Un bâtiment intelligent (Smart Building) est un édifice dont les systèmes techniques – énergie, éclairage, ventilation, sécurité, accès, traitement de données, etc. – sont surveillés, automatisés et optimisés grâce à des capteurs, des réseaux numériques et des logiciels de pilotage. Selon la Smart Buildings Alliance (SBA), un bâtiment intelligent est conçu pour « améliorer la performance énergétique globale, offrir des services avancés aux usagers et faciliter l'exploitation grâce à des technologies connectées et interopérables » (Smart Buildings Alliance, 2024).³⁵

Plusieurs travaux académiques situent l'apparition du concept à la convergence de trois évolutions majeures : l'essor de la gestion technique centralisée (BMS/GTB), la généralisation des objets connectés (IoT) et l'exploitation des données en temps réel pour la prise de décision. Un Smart Building est ainsi capable de collecter, analyser et exploiter en continu les données

³⁵ <https://www.smartbuildingsalliance.org/>

issues des équipements physiques pour améliorer à la fois l'efficacité opérationnelle, la durabilité environnementale et le confort des occupants (MDPI, "Smart Buildings Review", 2024).³⁶

Pour illustrer le fonctionnement d'un bâtiment intelligent, plusieurs sources scientifiques proposent un schéma en couches, souvent structuré comme suit :

1. Couche physique (capteurs, équipements techniques)
2. Couche de communication (réseaux, protocoles)
3. Couche de supervision et automatisation (BMS/GTB)
4. Couche d'analyse avancée (traitement de données, jumeau numérique, IA)
5. Couche décisionnelle services et interfaces utilisateur³⁷

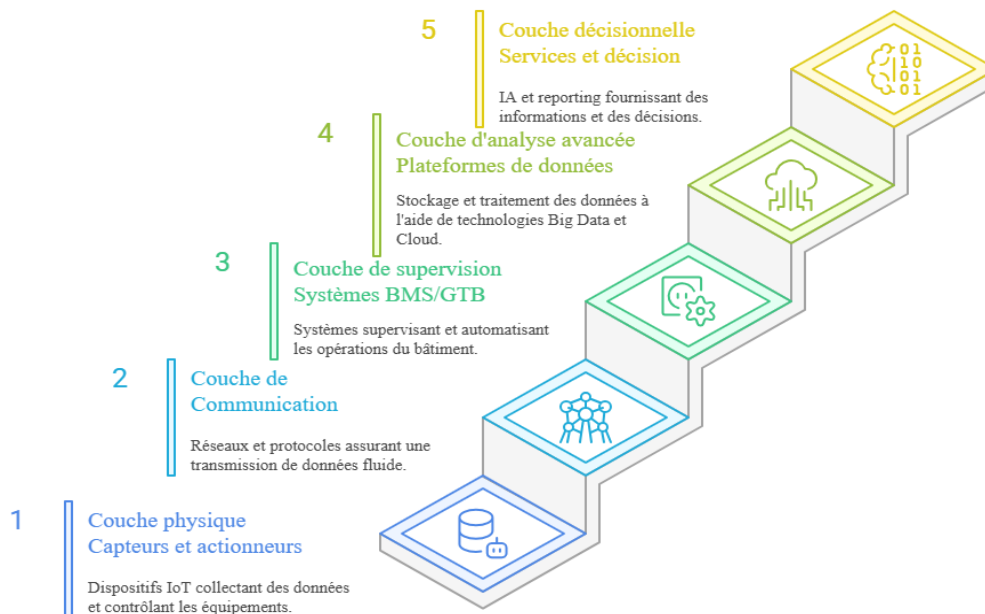


Figure 20 : Architecture de bâtiment intelligent– des couches physiques aux couches virtuelles (Fait par auteurs)

L'architecture technologique d'un bâtiment intelligent repose sur une hiérarchie de couches allant du **monde physique** (équipements et capteurs) au **monde virtuel** (analyse, simulation et prise de décision). Cette architecture hiérarchique permet de comprendre que le Smart Building n'est pas seulement un bâtiment équipé de technologies modernes, mais un système intégré où les données constituent le moteur de la décision et de la performance.

³⁶ <https://www.mdpi.com/2624-6511/8/4/108>

³⁷ <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/21/10057>

2.2 Principes fondamentaux du bâtiment intelligent

Les principes fondamentaux du bâtiment intelligent reposent sur l'intégration coordonnée de systèmes techniques capables de collecter, transmettre, analyser et exploiter les données issues de l'environnement bâti. L'objectif est de permettre au bâtiment d'améliorer son fonctionnement en continu, de manière autonome ou semi-autonome, au service de la performance énergétique, du confort, de la sécurité et de la durabilité.

Selon Kuzzle (2024), un Smart Building est « un bâtiment piloté par les données, assurant une circulation fluide de l'information entre les différents équipements afin d'optimiser leur usage de manière globale ».³⁸

2.2.1 Interconnexion des systèmes techniques

Dans un bâtiment traditionnel, chaque système technique fonctionne généralement de manière indépendante : le chauffage est géré par son propre régulateur, l'éclairage possède un autre système, la sécurité encore un autre, etc. Cette absence de communication limite la capacité du bâtiment à fonctionner de manière globale et optimisée.

Un Smart Building repose au contraire sur **l'interconnexion de tous ces systèmes entre eux**, formant une **réseau technique cohérent qui échange en permanence des informations**.³⁹

Caractéristique	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
$f(x)$ Fonction principale	Collecte d'informations	Communication	Coordination et décision
 Composants	Capteurs, automates, machines	Protocoles de communication	Plateforme centrale (GTB/BMS)
 Actions	Mesure, détection, envoi	Permet l'échange de données	Reçoit, analyse, commande, affiche
 Exemples	Détecteur de fumée, badge, capteur d'occupation	BACnet, Modbus, OPC-UA, KNX	Déverrouillage des issues, activation du désenfumage

Tableau 14 : le fonctionnement de l'inter connexion des systèmes technique (Fait par auteurs)

Ce schéma illustre le fonctionnement de l'interconnexion des systèmes techniques dans un bâtiment intelligent. L'architecture repose sur trois niveaux complémentaires :

³⁸ <https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept>

³⁹ <https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/connectivite-et-interoperabilite-les-piliers-de-l-iot-smart-building/>

► Niveau 1 – Capteurs, actionneurs et équipements techniques

Ce niveau regroupe les systèmes situés directement dans le bâtiment : capteurs (température, pression, qualité de l'air, présence...), machines et automatismes (CVC, pompe, éclairage, serrures, caméras, accessoires SSI, etc.). Ils mesurent en temps réel l'état du bâtiment et transmettent les données vers les niveaux supérieurs.

► Niveau 2 – Protocoles et réseaux de communication

Les informations collectées sont transmises au moyen de protocoles normalisés (BACnet, Modbus, KNX, OPC-UA...).

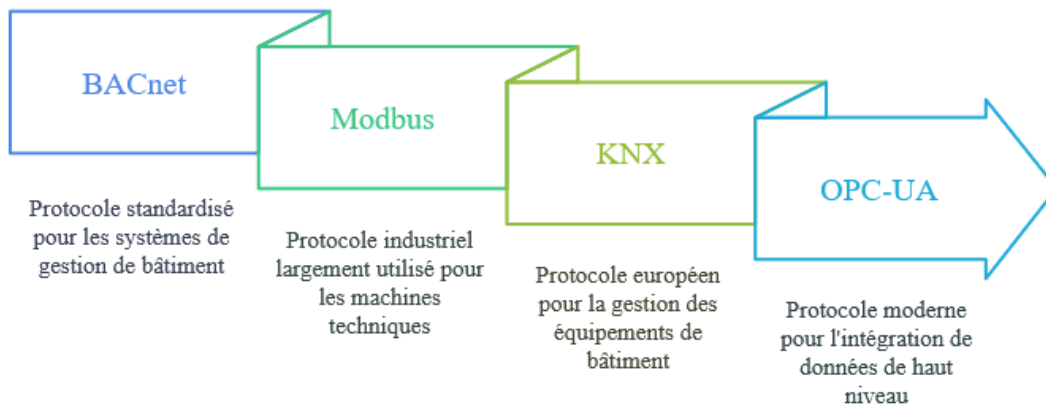


Figure 21 : les protocoles et les réseaux de communication (Fait par auteurs)

Ces protocoles jouent le rôle de langage commun, permettant aux systèmes de marques différentes de se comprendre et d'échanger des données de manière fiable. Dans un Smart Building, on ne choisit pas un seul protocole : chaque système garde son langage, et l'intelligence globale vient de leur interconnexion via la GTB et les passerelles réseau.

► Niveau 3 – Plateforme de supervision GTB / BMS

La Gestion Technique du Bâtiment (GTB/BMS) constitue le cerveau du bâtiment. Elle centralise l'ensemble des données reçues, les analyse et prend des décisions automatiques : pilotage des équipements, déclenchement d'alertes, optimisation énergétique, automatisation des scénarios de sécurité, affichage d'informations au poste de contrôle.

Ce niveau permet au bâtiment de fonctionner de manière intelligente, prédictive et coordonnée.⁴⁰

⁴⁰ <https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/connectivite-et-interoperabilite-les-piliers-de-l-iot-smart-building/>

2.2.2 Les systèmes concernés liées par cette interconnexion

Système	BACnet	KNX	Modbus	OPC-UA
 CVC / HVAC	X		X	
 Éclairage intelligent		X		
 Ascenseurs et escaliers mécaniques			X	
 Sécurité incendie	X		X	
 Contrôle d'accès et vidéosurveillance	X			X
 Gestion de l'eau et des fluides techniques			X	
 Systèmes d'oxygène médical et de traitement de l'air	X			
 Compteurs et capteurs énergétiques		X		

Tableau 15 : Les systèmes liée par cette interconnexion

Type de capteur	Ce qu'il mesure	Exemple hospitalier
Température	T° ambiante	Salle de dialyse
Humidité	% d'humidité	Stockage de médicaments
Qualité de l'air	CO ₂ , particules, COV	Salles de soins
Lumière	Intensité lumineuse	Régulation automatique de l'éclairage
Mouvement / présence	Occupation des locaux	Optimisation ventilation et chauffage
Energie	Consommation électrique, eau, gaz	Suivi des équipements critiques
Fluides médicaux	Débit/pression d'oxygène, eau	Dialyse, systèmes médicaux

Tableau 16 : Les types de capteurs

-Les capteurs sont des **dispositifs qui détectent et mesurent un paramètre physique ou chimique** et le convertissent en **signal numérique ou électrique exploitable** sont donc la **“peau” du bâtiment** ⁴¹

⁴¹ https://www.adeunis.com/smart-building-quels-capteurs-iot-pour-quels-usages/?utm_

-L'**IoT (Internet des objets)** est un concept qui **connecte les objets physiques à un réseau** afin qu'ils puissent :

1. **Envoyer des données** (mesures du capteur)
2. **Recevoir des commandes** (ex : déclencher un ventilateur ou ajuster la température)
3. **Interagir avec d'autres systèmes** pour automatiser des processus ⁴²

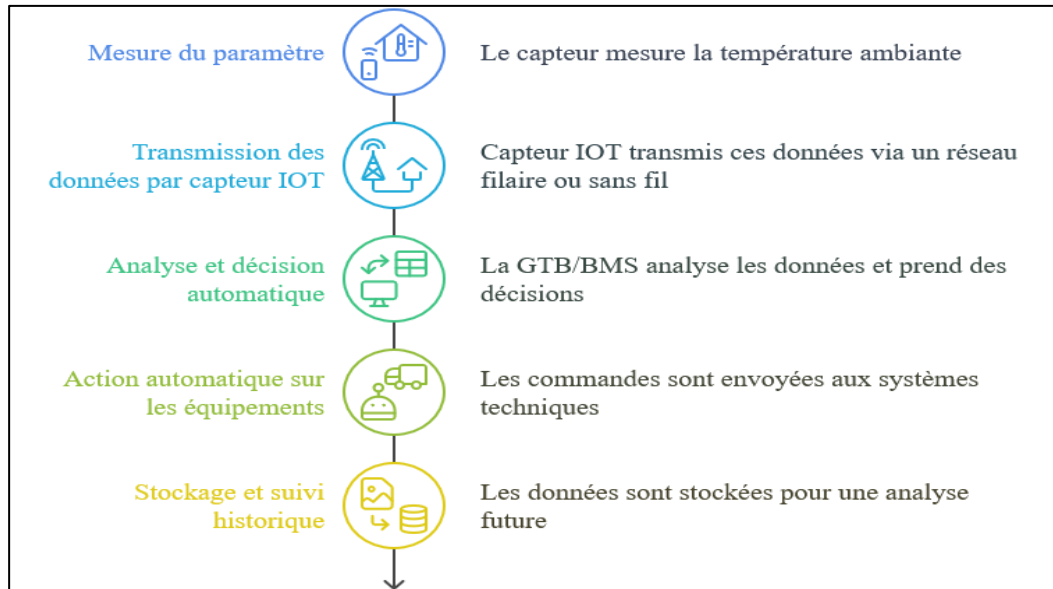


Figure 22 : Le fonctionnement des capteurs dans un bâtiment intelligent

2.2.3 Supervision centralisée et automatisation dans un bâtiment intelligent

Dans un bâtiment classique, chaque système technique fonctionne de manière indépendante et statique

Un Bâtiment intelligent résout ce problème grâce à la supervision centralisée (GTB/BMS) et à l'automatisation, qui permettent de contrôler, analyser et ajuster tous les systèmes techniques depuis un point unique, de manière automatique et intelligente.

- La supervision centralisée est assurée par la GTB/BMS (Gestion Technique du Bâtiment / Building Management System).
- L'automatisation consiste à exécuter des actions automatiquement sur les systèmes techniques

La supervision centralisée et l'automatisation reposent sur une chaîne complète⁴³ :

⁴² https://www.servicesmobiles.fr/smart-buildings-le-role-cle-des-capteurs-autonomes-75563?utm_

⁴³ https://gimelec.fr/wp-content/uploads/2019/10/GIMELEC_Manifeste-Intelligence-artificielle-et-b%C3%A2timents_bd_web.pdf?utm_

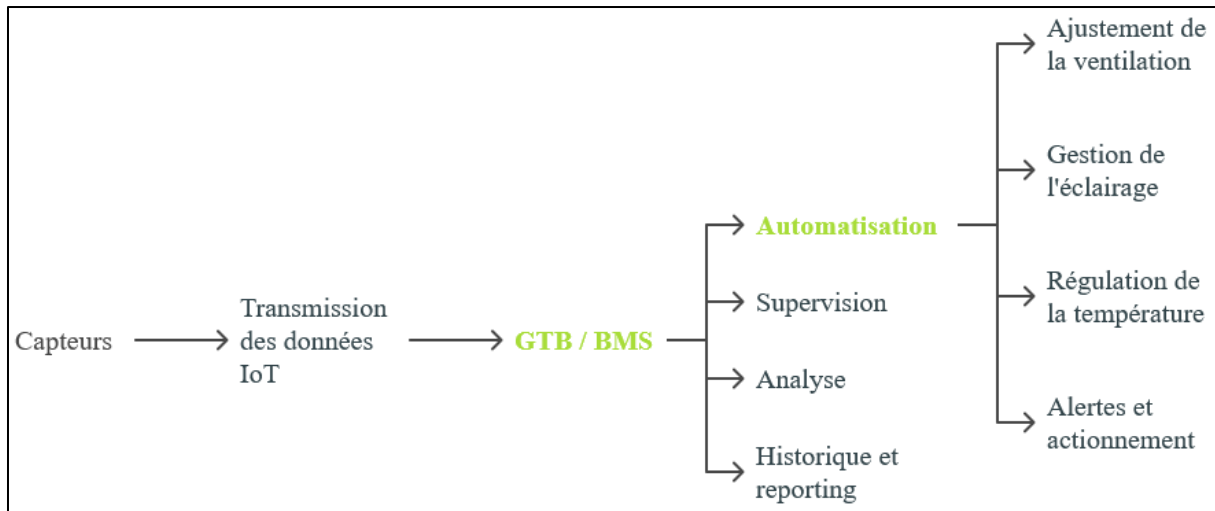


Figure 23 : Fonctionnement de la supervision centralisée et de l'automatisation

2.2.4 Analyse avancée et exploitation de la donnée dans un bâtiment intelligent

Dans un Smart Building, les capteurs et équipements connectés collectent en continu une grande quantité de données sur l'usage réel du bâtiment : température, hygrométrie, qualité de l'air (CO₂, COV), consommation énergétique, taux d'occupation des salles, pression et débit d'eau, états des équipements techniques, etc. L'ensemble de ces informations constitue un volume conséquent de données, souvent qualifié de Big Data.

Ces données sont centralisées dans la GTB/BMS, qui ne se contente plus de superviser le bâtiment, mais les analyse de manière avancée grâce à des outils numériques modernes.⁴⁴

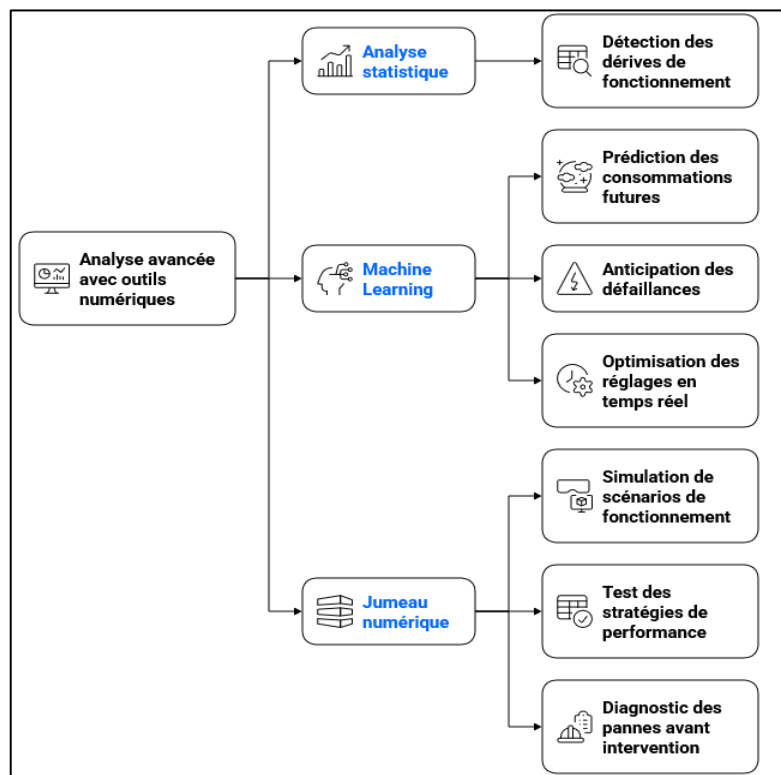


Figure 24 : Analyse avancée et exploitation de la donnée dans un bâtiment intelligent (Fait par auteurs)

⁴⁴https://gimelec.fr/wp-content/uploads/2019/10/GIMELEC_Manifeste-Intelligence-artificielle-et-b%C3%A2timents_bd_web.pdf?utm_

Ce niveau d'analyse transforme les données brutes en informations exploitables pouvant déclencher automatiquement des actions correctives ou optimisantes. Le processus complet peut être représenté en cinq grandes étapes, illustrées dans le schéma associé :⁴⁵

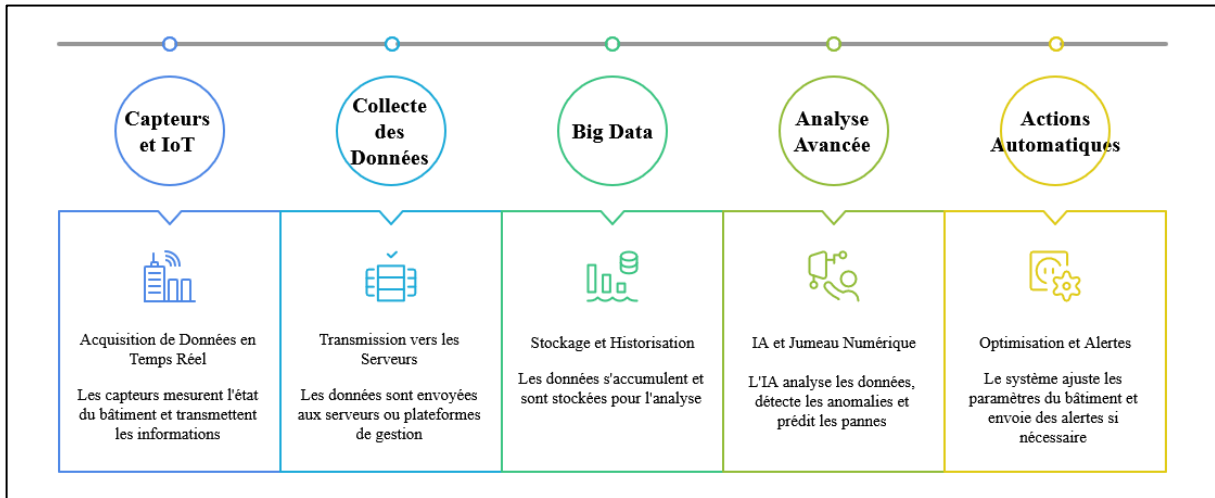


Figure 25 :Le processus de la transformation des données (Fait par auteurs)

2.2.5 Amélioration continue et évolutivité dans un bâtiment intelligent

Dans un **bâtiment traditionnel**, une fois installé, le système reste souvent **figé** toute modification ou ajout demande souvent des travaux ou des interventions importantes.

Un **bâtiment intelligent**, en revanche, est conçu pour **s'adapter, évoluer et s'améliorer en continu**, le bâtiment peut intégrer facilement de nouvelles technologies, capteurs ou logiciels, sans tout reconstruire. Ce schéma montre le cycle d'amélioration continue d'un bâtiment intelligent grâce à l'analyse des données par la GTB/BMS.⁴⁶

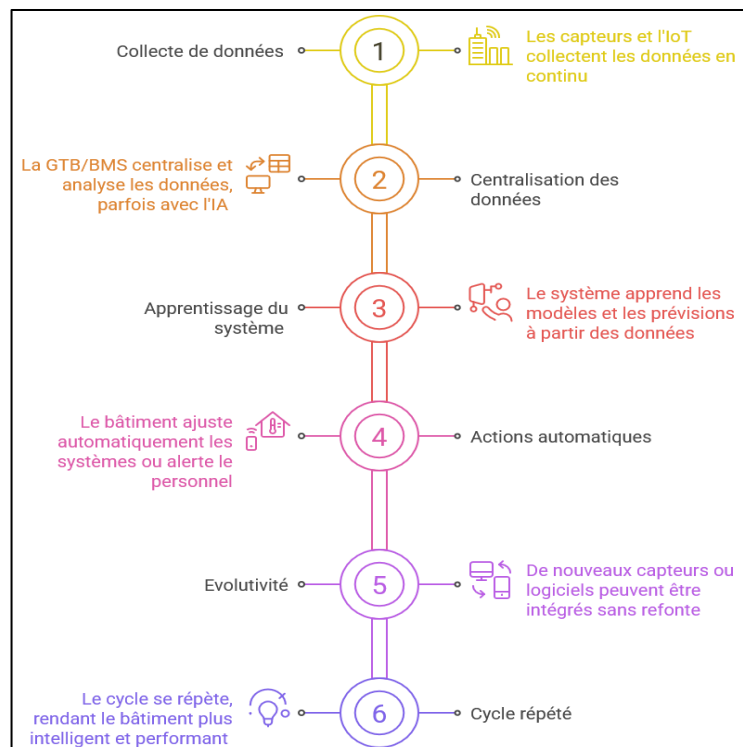


Figure 26 : Le cycle d'amélioration continue d'un bâtiment intelligent (fait par auteurs)

⁴⁵https://spacewell.com/fr/ressources/blog/quest-ce-que-le-smart-building/?utm_

⁴⁶ https://spacewell.com/fr/ressources/blog/quest-ce-que-le-smart-building/?utm_

2.3 Gestion intelligente du bâtiment

Système	Capteurs / Mesures	GTB/BMS / Supervision	Analyse / Algorithmes	Interactions avec autres systèmes	Actions automatiques	Impact sur le bâtiment et les occupants
Gestion énergétique	Compteurs électricité, eau, gaz ; capteurs présence	Centralise consommation et production	IA + Digital Twin pour optimisation	Coordination éclairage, CVC, ventilation	Ajustement chauffage, climatisation, éclairage	Réduction des coûts, confort thermique, meilleure performance
Gestion de l'éclairage	Présence, lumière naturelle, mouvement	Contrôle luminaires et capteurs	IA réglage selon usage	Lié à gestion thermique et sécurité	Ajustement automatique de l'intensité	Confort visuel, économie d'énergie, sécurité
Gestion thermique et qualité de l'air	Température, humidité, CO ₂ , pression	Supervision chauffage, climatisation, ventilation	Machine Learning + Digital Twin	Influence énergétique et éclairage	Réglage chauffage, ventilation, alertes	Confort, santé, économies d'énergie
Gestion acoustique	Bruit (dB), microphones, analyse sonore	Suivi des zones sonores	IA pour détection anomalies	Coordination ventilation et systèmes techniques	Ajustement ventilation, alertes	Réduction du bruit, confort acoustique
Gestion de la durabilité	Consommation énergie/eau, déchets, CO ₂	Supervision globale des ressources	IA + Big Data pour optimisation	Interaction énergie et renouvelables	Optimisation consommation, alertes	Réduction empreinte écologique, conformité
Gestion sécuritaire	Incendie, fumée, intrusion, accès, alarmes	Supervision sécurité globale	IA pour détection anomalies	Lien ventilation, éclairage, urgence	Alarmes, évacuation automatique	Protection occupants et équipements
Gestion entretien & maintenance prédictive	Équipements critiques, vibration, température	Supervision état équipements	Machine Learning + Digital Twin	Interaction GTB pour ajustements	Planification maintenance automatique	Réduction coûts, moins de pannes
Gestion services utilisateurs	Apps, tableaux de bord, capteurs confort	Centralisation des demandes	IA pour personnalisation du confort	Coordination thermique, éclairage, sécurité	Commandes personnalisées, notifications	Satisfaction occupants, confort adapté

Tableau 17 : Les 8 systèmes de gestion d'un bâtiment intelligent (Fait par auteurs)

Le tableau ci-dessous présente une synthèse complète des 8 systèmes de gestion d'un bâtiment intelligent. Il détaille pour chaque système : les capteurs et mesures, le rôle de la GTB/BMS, les analyses et algorithmes utilisés (IA, Machine Learning, Digital Twin), les interactions avec les autres systèmes, les actions automatiques possibles et l'impact concret sur le bâtiment et les occupants.⁴⁷

⁴⁷ <https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept>

2.4 La cyber sécurité

Aspect	Description détaillée	Exemples / Applications dans un Smart Building	Impact / Objectif
Chiffrement des flux de données	Toutes les communications entre capteurs, IoT et GTB/BMS sont cryptées pour empêcher l'interception ou la modification des informations.	Capteurs de température, CVC, éclairage, compteurs d'énergie. Transmission sécurisée via TLS/SSL ou VPN.	Garantir l'intégrité et la confidentialité des données critiques.
Contrôle d'accès et authentification	Seuls les utilisateurs et systèmes autorisés peuvent accéder aux données ou piloter les équipements.	Authentification multi-facteurs pour opérateurs GTB, accès restreint aux serveurs BMS, badges RFID pour techniciens.	Prévenir les accès non autorisés et protéger les équipements critiques.
Supervision et détection d'intrusions	Surveillance continue des réseaux et systèmes pour détecter toute tentative de piratage ou comportement anormal.	Détection de trafic suspect sur le réseau IoT, alertes sur tentative de modification des paramètres de sécurité, journaux d'événements.	Identifier rapidement les incidents et prévenir les intrusions avant impact.
Mise à jour sécurisée (patch management)	Les logiciels, firmwares des capteurs et GTB/BMS sont régulièrement mis à jour pour corriger les vulnérabilités.	Mises à jour automatiques ou planifiées du BMS, correctifs sur capteurs connectés, modules IoT.	Réduire le risque d'exploitation de vulnérabilités connues.
Segmentation du réseau	Isolation des différents sous-systèmes pour limiter la propagation d'attaques.	Séparer les réseaux d'éclairage, CVC, sécurité et IoT, utilisation de VLAN et pare-feu industriels.	Contenir une attaque éventuelle et protéger les systèmes critiques.
Audit et traçabilité	Journalisation complète des actions et accès pour garantir la responsabilité et détecter les anomalies.	Historique des accès à la GTB, suivi des commandes automatiques, rapports d'analyse d'IA.	Permettre une traçabilité complète et faciliter les audits de sécurité.
Protection des données sensibles	Données personnelles ou médicales (dans un hôpital) protégées conformément aux normes (RGPD, HIPAA...).	Données d'occupation des salles, informations patientes dans les systèmes médicaux connectés, contrôle d'accès aux informations.	Garantir confidentialité, conformité réglementaire et sécurité des occupants.
Plan de continuité et résilience	Préparer le bâtiment à fonctionner malgré une cyberattaque ou un incident réseau.	Redondance BMS, sauvegarde des données, scénarios d'action manuelle en cas de panne.	Assurer continuité des opérations, sécurité des occupants et stabilité des services.
Sensibilisation et formation du personnel	Former le personnel aux risques cybersécurité et bonnes pratiques.	Formation des techniciens GTB, opérateurs de sécurité, protocoles de gestion des mots de passe.	Réduire les erreurs humaines, principal vecteur d'attaque.

Tableau 18 : les mesures de la protection des données (Fait par auteurs)

La cyber sécurité est une composante transversale du Smart Building. Ce tableau détaille les mesures mises en place pour protéger les données, les systèmes IoT, et le GTB/BMS. Elle garantit la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des informations tout en assurant la sécurité des occupants et la continuité des services.⁴⁸

⁴⁸ <https://www.advizeo.io/smart-buildings/cybersecurite-comment-protoger-vos-batiments-intelligents/>

3 Intelligence artificielle

3.1 Définitions de l'IA

L'intelligence artificielle (IA) est une branche de l'informatique visant à créer des systèmes capables d'effectuer des tâches qui nécessitent normalement une intelligence humaine, telles que le raisonnement, l'apprentissage, la perception ou la prise de décision.⁴⁹ Selon un portail d'information sur l'IA, ces systèmes peuvent simuler certaines fonctions cognitives humaines, en analysant des données, en résolvant des problèmes complexes et en adaptant leur comportement en fonction des résultats.⁵⁰

3.2 Les principes fondamentaux de l'IA

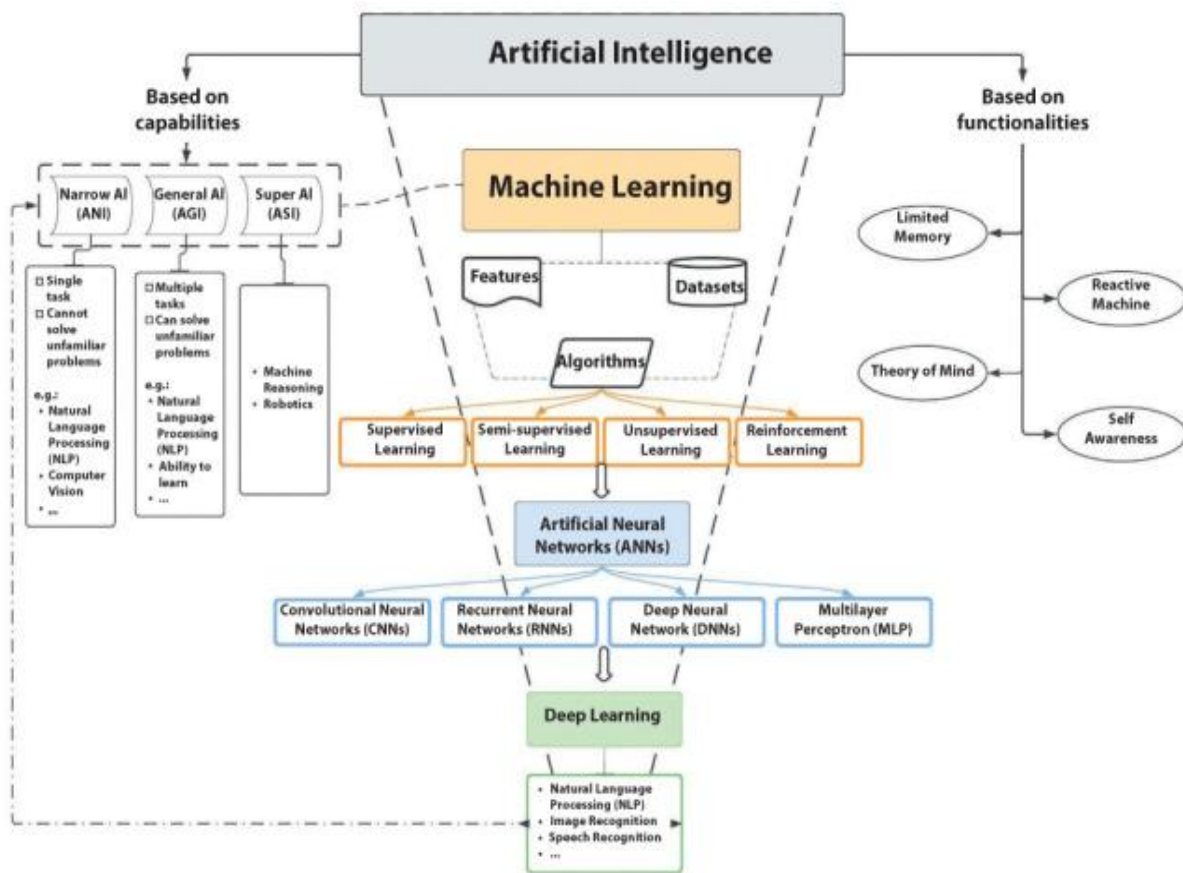


Figure 27 : Schéma hiérarchique des principaux sous-domaines de l'intelligence artificielle, adapté de "Understanding basic principles of artificial intelligence" (2022, PMC)

⁴⁹ <file:///C:/Users/pc/Downloads/EJC%3bMOHAMMED+FOUZI+-1.pdf>

⁵⁰ https://www.ia-info.fr/histoire-de-l-intelligence-artificielle.html?utm_

L'intelligence artificielle (IA) repose sur un ensemble de principes et de couches technologiques hiérarchisées permettant à une machine d'imiter certains comportements cognitifs humains : apprendre, percevoir, raisonner et agir. Le schéma ci-dessus illustre la structure générale de l'IA, organisée selon **trois niveaux principaux** et **deux logiques de classification** : par **capacité** et par **fonctionnalité**.⁵¹

3.2.1 Niveaux hiérarchiques de l'IA

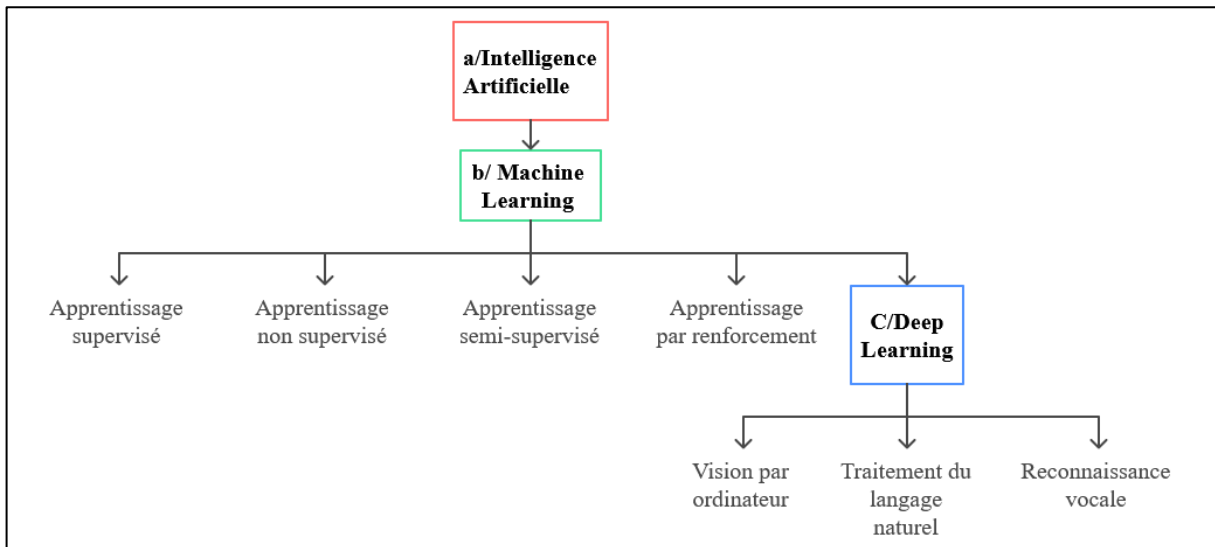


Figure 28 : les niveaux principaux de l'intelligence artificielle

Ce schéma illustre la structure hiérarchique de l'intelligence artificielle, depuis l'IA générale jusqu'au Deep Learning. Il montre comment les systèmes apprennent à partir de données (Machine Learning). Ces méthodes reposent sur des **réseaux neuronaux artificiels**, dont plusieurs architectures sont mentionnées (CNN, RNN, DNN, MLP).⁵²

Elles mènent vers le **Deep Learning**, domaine essentiel pour la vision par ordinateur, la reconnaissance vocale et l'analyse prédictive pour reproduire des capacités humaines telles que la perception, la compréhension et la décision.

Sigle	Nom	À quoi ça sert ?	Exemple dans un smart building
CNN	Réseau convolutionnel	Analyse d'images	Caméras intelligentes
RNN	Réseau récurrent	Données dans le temps	Prévisions énergétiques
DNN	Réseau profond	Analyse complexe	IA de pilotage global
MLP	Perceptron multicouche	Modèle simple	Décisions automatiques

⁵¹ https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_source=chatgpt.com

⁵² https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_

3.2.2 Classification par capacités

Selon leur niveau d'autonomie et de complexité cognitive, on distingue⁵³ :

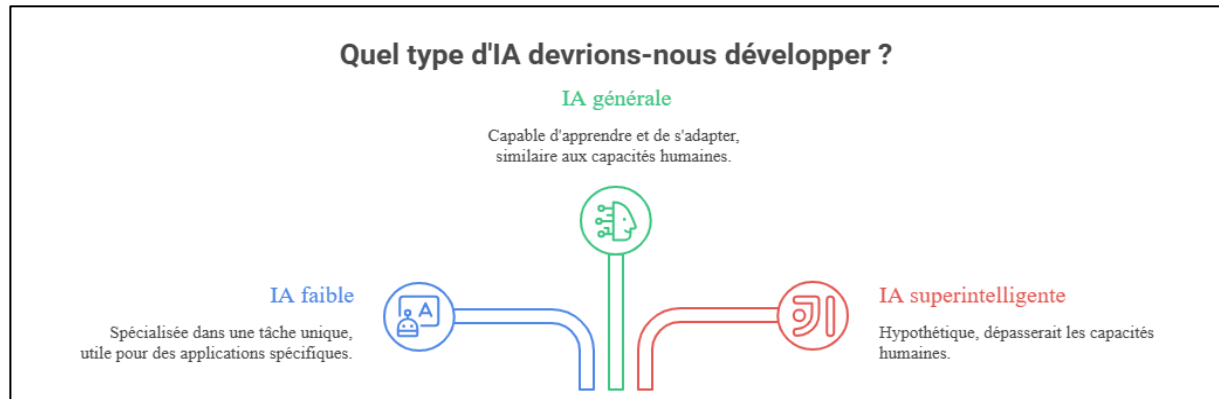


Figure 29 : Capacité et type de l'intelligence artificielle (Fait par auteurs)

3.2.3 Classification par fonctionnalités

Selon leur mode de fonctionnement⁵⁴ :

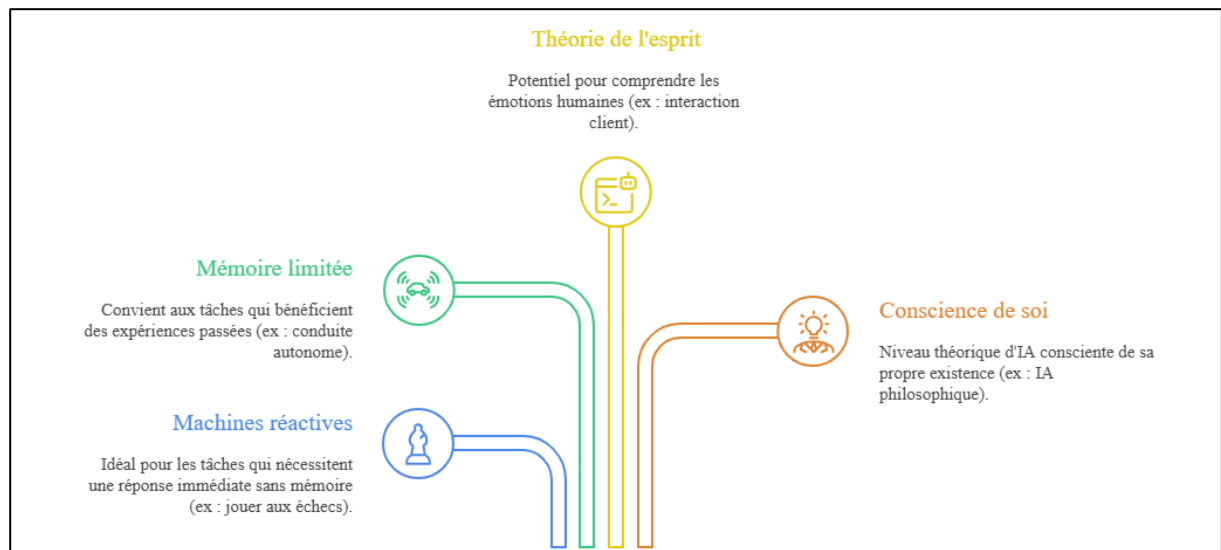


Figure 30 : Mode de fonctionnalité de l'intelligence artificielle (Fait par auteurs)

⁵³ https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_

⁵⁴ https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_

3.3 Fonctionnement général de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle repose sur un cycle d'apprentissage continu qui imite le raisonnement humain à travers trois étapes clés : la perception, l'apprentissage et la décision. Le fonctionnement global d'un système d'IA peut se résumer en cinq étapes principales⁵⁵ :



Figure 31 : le fonctionnement général de l'intelligence artificielle

⁵⁵ Livre : Russell, S. & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4^e éd.). Pearson.

4 Intégration de l'intelligence artificielle dans le bâtiment intelligent

Le schéma illustre les principales étapes de l'intégration de l'intelligence artificielle dans un bâtiment intelligent, depuis la collecte et le traitement des données jusqu'à l'optimisation énergétique, la maintenance prédictive et la création d'un environnement durable.⁵⁶

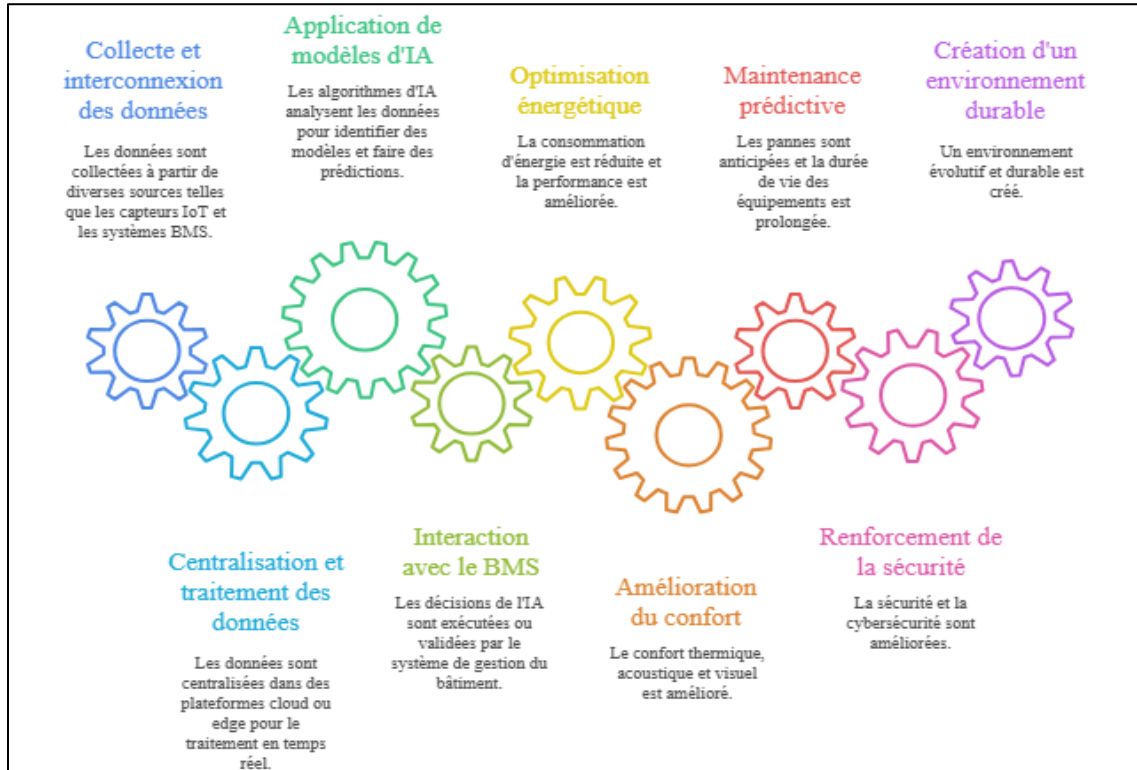


Figure 32 : les étapes de l'intégration de l'intelligence artificielle dans un bâtiment intelligent (Fait par auteurs)

4.1 Applications de l'IA dans les différentes gestions du bâtiment intelligent⁵⁷

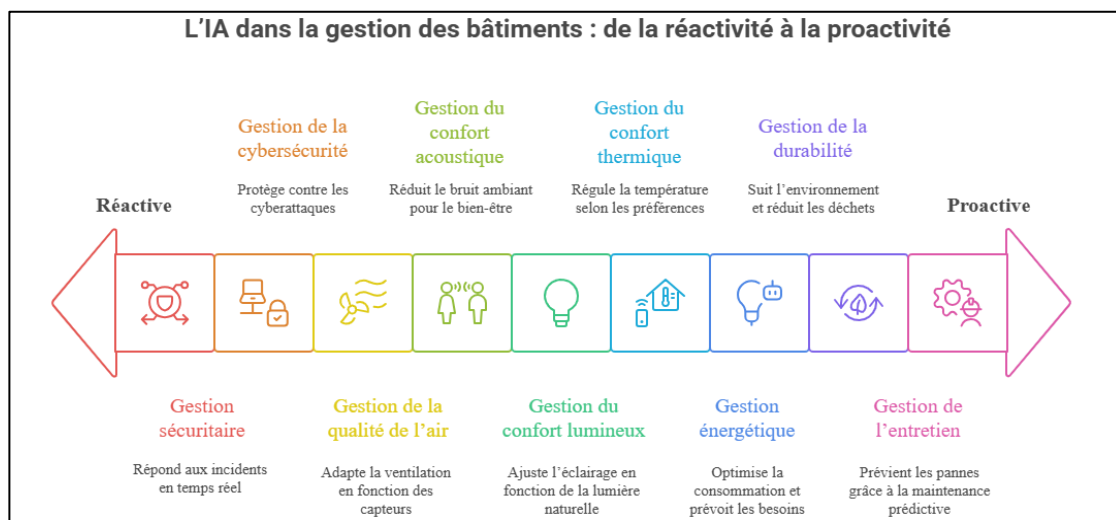


Figure 33 : l'intelligence artificielle dans les différentes gestions de bâtiment (Fait par auteurs)

⁵⁶ Siemens Smart Infrastructure (2022). *Whitepaper: The Role of AI in Smart Building Automation*.

⁵⁷ Siemens Smart Infrastructure (2022). *Whitepaper: The Role of AI in Smart Building Automation*.

Ce schéma ci-dessus illustre les principaux domaines d'application de l'intelligence artificielle dans la gestion des bâtiments intelligents, passant d'une approche réactive à une gestion proactive et prédictive pour optimiser confort, sécurité, durabilité et performance énergétique.

5 Intégration du Smart Building et de l'Intelligence Artificielle dans la conception hospitalière — Cas de l'EHS Néphrologique

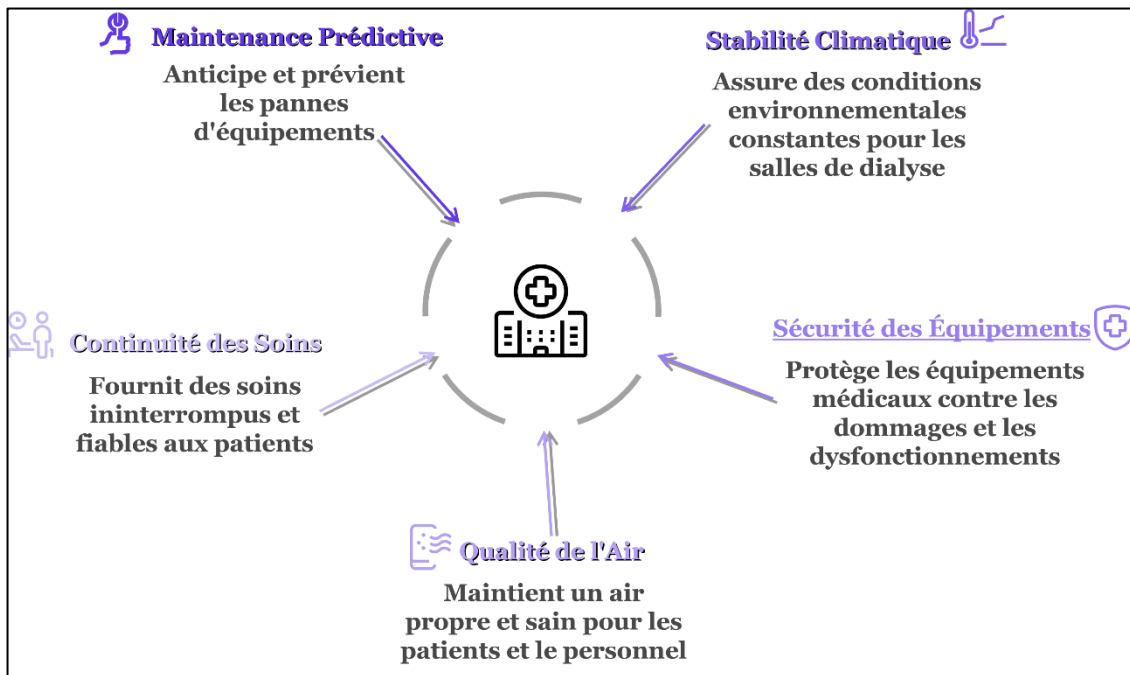


Figure 34 : intégration de l'intelligence artificielle dans un établissement hospitalier (Fait par auteurs)

Dans un EHS de néphrologie, l'intégration du bâtiment intelligent et de l'IA est particulièrement stratégique.

Elle garantit la **stabilité climatique pour les salles de dialyse**,

la **sécurité des équipements médicaux**,

la **qualité de l'air**,

et la **continuité des soins**.

L'IA permet aussi la **maintenance prédictive**, évitant les pannes critiques.

Le bâtiment devient alors un véritable acteur du parcours de soin du patient.⁵⁸

⁵⁸<https://www.deerns.com/fr/id%C3%A9es/lia-au-service-dhopitaux-plus-intelligents-et-plus-ecologiques-5-facteurs-cles-de-performance/>

6 Analyse des exemples

6.1 Hôpital universitaire privé – CUHK (Hong Kong) ⁵⁹



Figure 36 : Hôpital universitaire privé – CUHK

◆ Fiche technique :

- Localisation : Hong Kong, Chine
- Année : 2021
- Architectes : Wong Tung & Partners
- Superficie : ~100 000 m²

◆ Description :

- Le CUHK Medical Centre est le premier hôpital intelligent de Hong Kong, conçu pour intégrer des technologies numériques avancées et l’IA afin d’optimiser les soins, la gestion énergétique et la maintenance. L’ensemble du bâtiment fonctionne sur un modèle connecté basé sur la collecte et l’analyse de données en temps réel.
- **Systèmes Smart Building :**
 - BMS centralisé (gestion énergétique, ventilation, climatisation, éclairage)
 - IoT médical (suivi des lits, flux de patients, traçabilité des équipements)
 - Automatisation de l’éclairage et des ascenseurs selon l’occupation



Figure 35 : Hôpital universitaire privé – CUHK

• Intelligence artificielle :

- IA pour l’optimisation des flux logistiques et médicaux
- Reconnaissance faciale pour l’accès sécurisé
- Analyse prédictive pour la maintenance des systèmes critiques

- **Objectifs :** Efficacité énergétique, réduction des coûts d’exploitation, amélioration du confort patient et du personnel.

⁵⁹ <https://www.arup.com/projects/cuhk-medical-centre/>

⁶⁰ <https://www.archdaily.com/975860/hebei-huaao-hospital-wsp-architects>

6.2 Hopital Hebei Hua’Ao – WSP Architect (Chine)⁶⁰



Figure 38 : hopital Hebei Hua’Ao

◆ Fiche technique :

- Localisation : Hebei, Chine
- Architectes : WSP Architects
- Année : 2020
- Superficie : ~120 000 m²
- Capacité : environ 800 lits

◆ Description :

- L’hôpital Hebei Hua’Ao illustre l’intégration complète du Smart Building et de l’IA dans la conception hospitalière moderne en Chine. Son système intelligent relie la gestion technique du bâtiment (BMS) aux services médicaux pour offrir un environnement sûr, efficace et durable.
- **Systèmes Smart Building :**
 - Contrôle automatique de la ventilation et de la qualité d’air
 - Éclairage adaptatif selon les zones médicales
 - BMS connecté pour surveillance en temps réel des équipements



Figure 37 : hopital Hebei Hua’Ao

• Intelligence artificielle :

- IA pour la gestion de l’énergie et de la maintenance prédictive
- Système de navigation intelligente pour patients et visiteurs
- Analyse des données de confort pour ajustement automatique

Objectifs : Réduction de la consommation énergétique, meilleure expérience utilisateur et

6.3 Hôpital Rigshospitalet – Aile Nord, Danemark (3XN + LINK Arkitektur)⁶¹



Figure 39 : Hôpital Rigshospitalet

◆ Fiche technique :

- Localisation : Copenhague, Danemark
- Architectes : 3XN + LINK Arkitektur
- Année : 2024 (en cours d’exploitation progressive)
- Superficie : ~54 000 m²

◆ Description :

- Le Rigshospitalet North Wing au Danemark représente un **modèle européen d’hôpital intelligent durable**, combinant conception bioclimatique, systèmes numériques intégrés et intelligence artificielle pour la gestion opérationnelle et médicale.
- **Systèmes Smart Building :**
 - BMS intégré avec capteurs IoT pour énergie, confort et ventilation
 - Gestion automatisée de la lumière naturelle et artificielle
 - Suivi numérique des flux d’air p



Figure 40 : Hôpital Rigshospitalet

- Intelligence artificielle :
 - IA pour la maintenance prédictive et la gestion énergétique
 - Analyse de données pour adapter les espaces aux besoins réels
 - Outils prédictifs pour l’optimisation des soins et la planification logistique
- Objectifs : Réduction de 30 % de la consommation énergétique et amélioration de la qualité du séjour hospitalier.

Projet hospitalier	Techniques de façade utilisées	Intégration Smart Building / IA
Hôpital universitaire privé – CUHK (Hong Kong)	Façade vitrée performante, protection solaire intégrée, optimisation de l’éclairage naturel, enveloppe thermique haute performance	Capteurs de lumière et température reliés au BMS pour ajuster automatiquement l’éclairage, la climatisation et les stores ; optimisation énergétique en temps réel
Hôpital Hebei Hua’Ao – WSP Architect (Chine)	Façade passive intelligente avec forme horizontale “snow ribbon”, variation des hauteurs de fenêtres selon l’orientation, toiture avec panneaux solaires (solar collector plate)	IA + BMS pour l’analyse énergétique, adaptation thermique selon l’ensoleillement, réduction de la consommation grâce à la façade passive et aux données climatiques
Rigshospitalet – Aile Nord (Danemark)	Grande façade vitrée, design en zigzag pour capter la lumière naturelle, façade en pierre claire avec auto-ombrage, façades inclinées pour créer de l’ombre	Capteurs lumineux + gestion automatique de l’éclairage artificiel, optimisation énergétique via daylight harvesting, amélioration du confort visuel et thermique des patients

Tableau 19 : Tableau des 3 exemples d’analyse de façade (Fait par auteurs)

7 Conclusion

◆ À travers ce chapitre, nous avons mis en évidence comment le Smart Building et l’Intelligence Artificielle transforment profondément la conception et la gestion des établissements hospitaliers. Le bâtiment intelligent, grâce à ses systèmes interconnectés, vise une performance énergétique optimale, un confort accru et une sécurité renforcée. L’intelligence artificielle vient enrichir cette dynamique en apportant la capacité d’analyse, de prédiction et d’adaptation nécessaires à une gestion réellement intelligente.

L’intégration de ces deux approches au sein de l’EHS Néphrologie illustre la transition vers un hôpital du futur, durable, autonome et centré sur le bien-être du patient. Cette convergence entre architecture, technologie et intelligence constitue une avancée majeure vers une infrastructure hospitalière plus efficace, résiliente et humaine.

⁶¹ <https://www.archdaily.com/948484/rigshospitalet-hospital-north-wing-link-arkitektur-plus-3xn>

Partie pratique

**Chapitre 03 : Analyse urbaine et
programmation**

1 Introduction chapitre 03 : Analyse urbaine et programmation

Ce chapitre vise à analyser le contexte global du projet afin de justifier le choix du site d'implantation. Il débute par une étude urbaine détaillée prenant en compte l'environnement naturel et bâti. Les zones proposées sont ensuite comparées afin d'évaluer leur potentiel à travers un tableau d'analyse. Le programme du projet est alors défini en fonction des besoins identifiés et des contraintes du site. Enfin, le chapitre se conclut par une analyse approfondie du site retenu, mettant en lumière ses atouts et ses limites.

2 Analyse urbaine

2.1 Situation

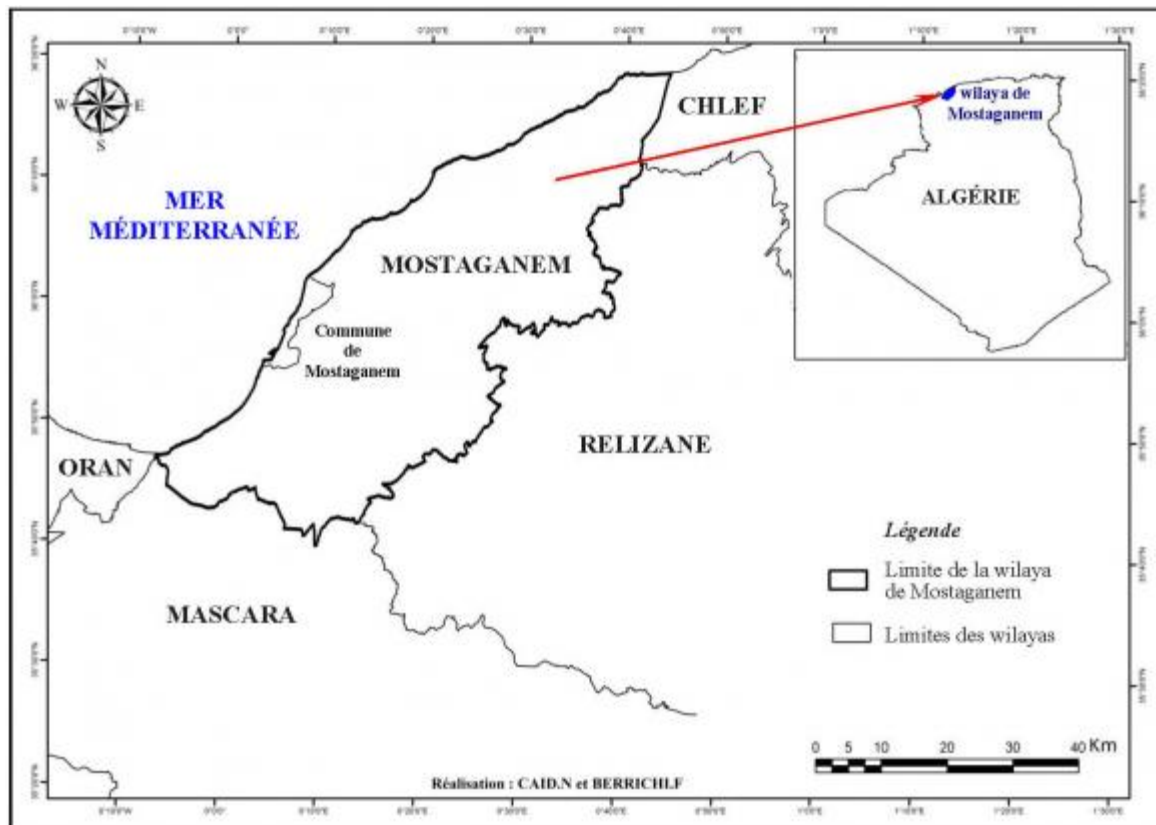


Figure 41 : situation de Mostaganem par rapport Algérie et la commune par rapport la wilaya.

Source : <https://journals.openedition.org/physio-geo/7675>.

- Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur la méditerranée (Afrique du Nord), à 350 Km à l'Ouest d'Alger (La capitale) et à 80 Km à l'Est d'Oran (2ème ville d'Algérie).

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (statistiques de 2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras (sous-préfectures). La ville est le chef-lieu de la wilaya du même nom.⁶²

Elle est délimitée :

- à l'est par la wilaya de Chlef.
- au sud-est la wilaya de Relizane.
- à l'ouest la wilaya d'Oran. et au sud-ouest la wilaya de Mascara et au nord par la mer Méditerranéenne.⁶³

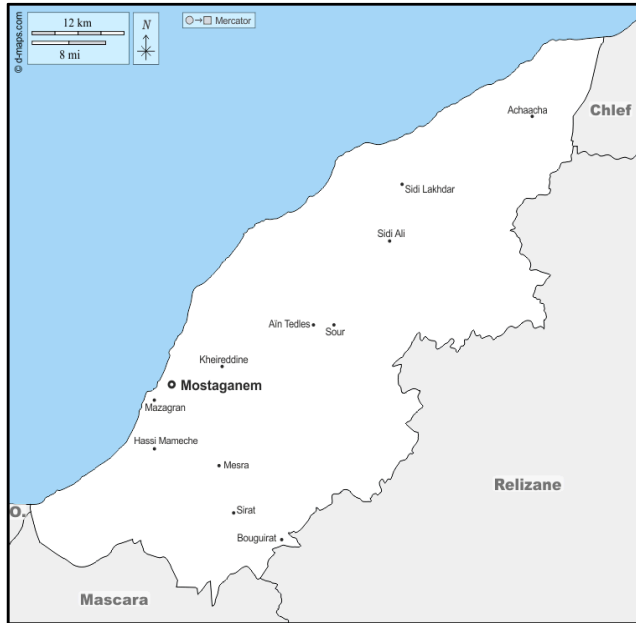


Figure 42 : La carte de la wilaya Mostaganem

2.2 Périmètre et surface

- Superficie : 2 269 km²
- Périmètre : environ 246 km (d'après données cartographiques SIG)

2.3 Lecture historique

La carte retrace l'évolution spatiale de Mostaganem. Le **noyau ancien** (7ème-16ème siècle), centré sur **Tijdit**, a été étendu par les dynasties zianide et la régence ottomane (jusqu'en 1833).

La **période coloniale française (1833-1962)** a provoqué la plus vaste extension urbaine (Marine, Monplaisir).

Aujourd'hui, la ville répond à une **crise de logement** en s'étendant massivement selon deux axes majeurs : les **nouveaux espaces urbains de Kharouba** (nord-est) et de **Salamandre** (sud-ouest), intégrant de nombreuses zones d'HLM.

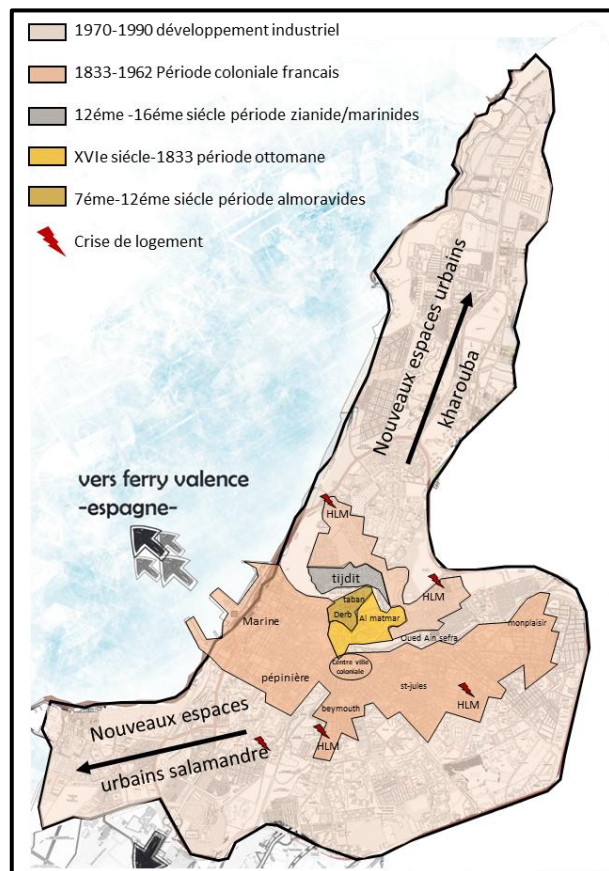


Figure 43 : la carte de lecture historique. Source : POS /PDEAU

⁶² <https://www.univ-mosta.dz/fsei/fr/decouvrir-mostaganem/>

⁶³ <https://elmouchir.caci.dz/wilaya/27/mostaganem>

2.4 Environnement climatique

2.4.1 Ensoleillement

- la ville de Mostaganem est caractérisée par un climat méditerranéen avec des étés chauds, des hivers doux et des précipitations concentrées en hiver.

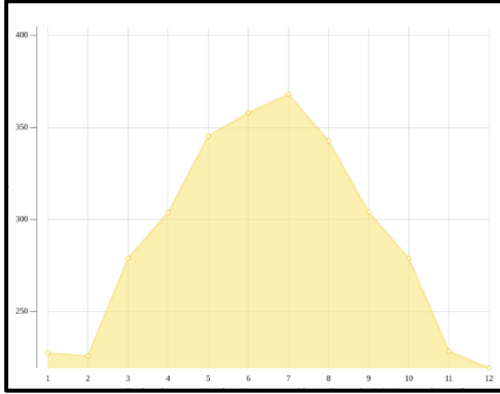


Figure 44 : nombre total d'ensoleillement par mois à Mostaganem

- En juin, Mostaganem enregistre le plus fort ensoleillement moyen, avec environ 11,9 heures de soleil par jour, soit un total mensuel de 368 heures.⁶⁴

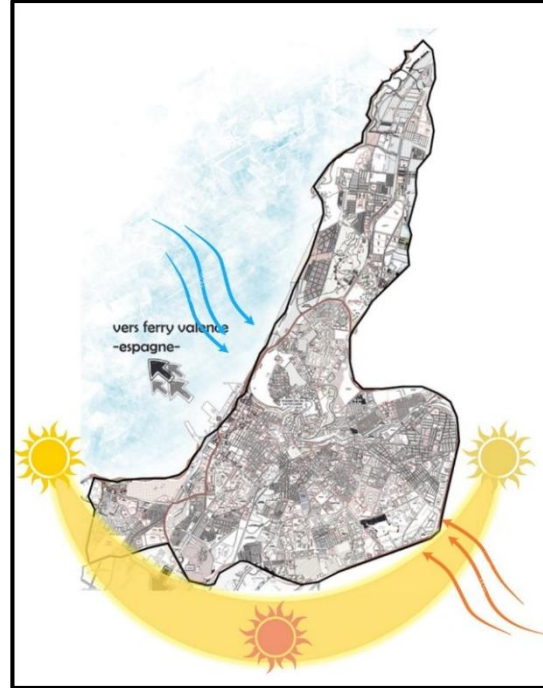


Figure 45 : carte d'ensoleillement. Source : POS /PDEAU

-En moyenne, Mostaganem enregistre ses heures d'ensoleillement quotidiennes les plus faibles en janvier. Pendant cette période, on observe en moyenne 7.07 heures d'ensoleillement par jour et un cumul total de 219.32 heures.

Tout au long de l'année, un total de 3481.94 heures d'ensoleillement est enregistré à Mostaganem. La moyenne mensuelle d'ensoleillement est d'environ 290.16 heures.

⁶⁴ <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699/>

2.4.2 Les vents

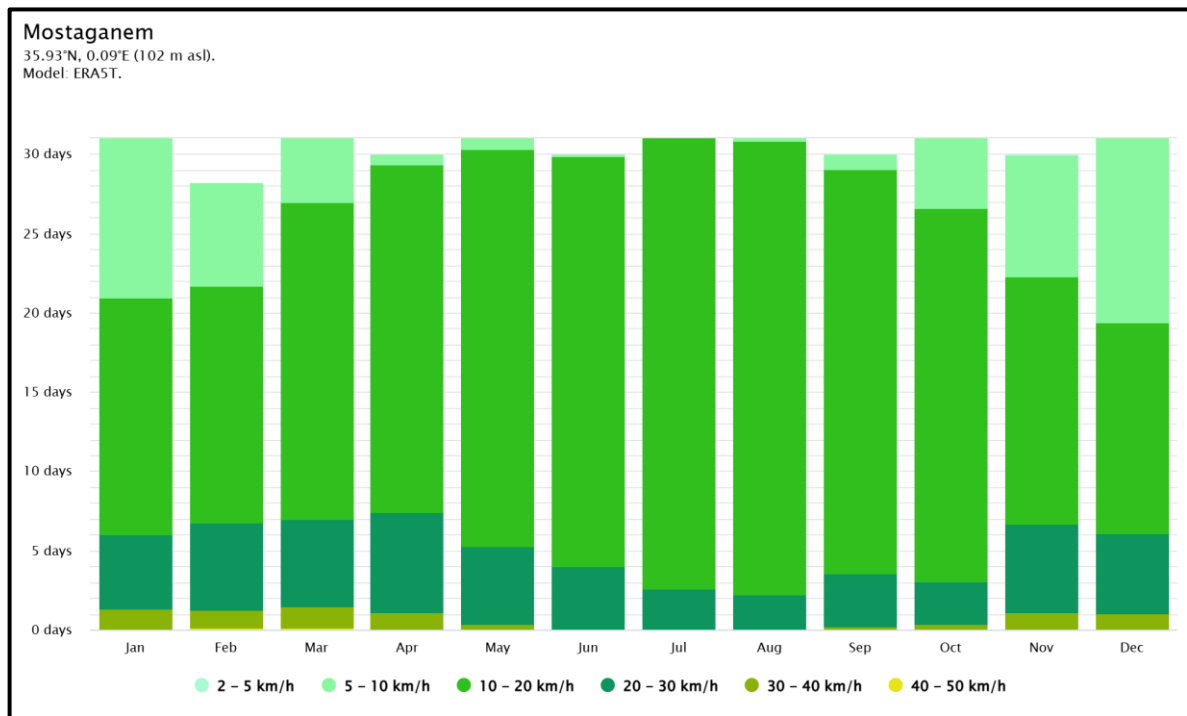


Figure 46 : diagramme vitesse des vents

- Le diagramme de Mostaganem indique le nombre de jours par mois où le vent atteint une certaine vitesse. Le plateau tibétain en est un exemple intéressant : la mousson y génère des vents forts et constants de décembre à avril, et des vents calmes de juin à octobre.

L'unité de vitesse du vent peut être modifiée dans les paramètres (en haut à droite).

- La rose des vents de Mostaganem montre la fréquence et la direction des vents tout au long de l'année. Par exemple, un vent venant du sud-ouest souffle vers le nord-est. Ce type de représentation permet de comprendre les directions dominantes des vents sur un site donné.⁶⁵

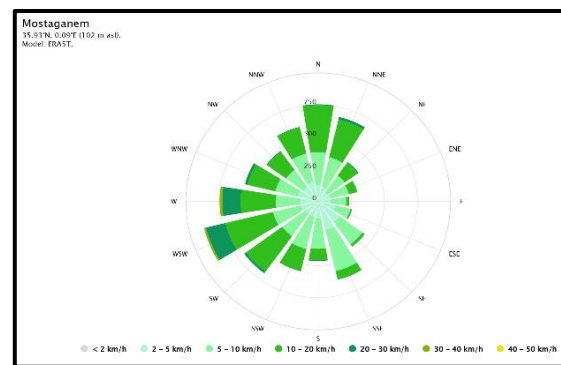


Figure 47 : Rose des vents

⁶⁵ https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/mostaganem_algeria_2487134

2.4.3 Pluviométrie

-La pluviométrie à Mostaganem est caractérisée par un climat méditerranéen avec des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Les précipitations sont concentrées entre novembre et mars, avec un maximum d'environ 46 mm en novembre, tandis que les mois d'été, notamment juillet et août, sont très secs avec à peine 2 mm de pluie.

-Le diagramme des précipitations de Mostaganem indique le nombre de jours par mois où certains seuils de précipitations sont atteints. Sous les climats tropicaux et de mousson, ces quantités peuvent être sous-estimées.⁶⁶

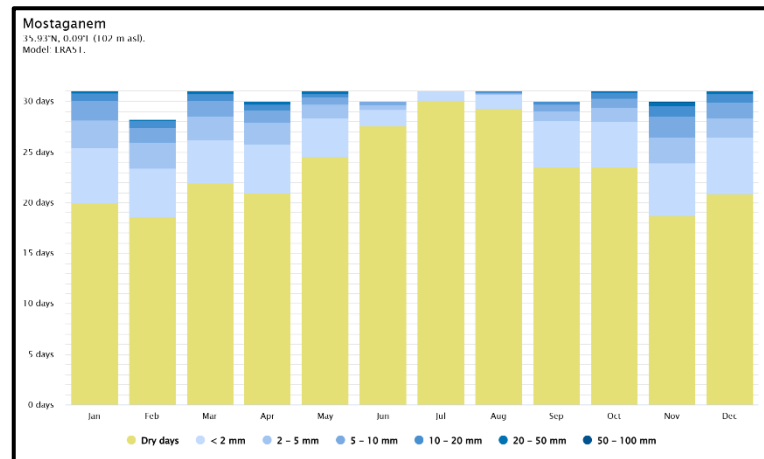


Figure 48 : quantités de précipitations.

2.4.4 Température

La température à Mostaganem est typique d'un climat méditerranéen côtier. Les étés sont chauds et secs, avec des moyennes autour de 30 °C en juillet et août, tandis que les hivers sont doux, avec des températures avoisinant 10 à 12 °C en janvier. La température moyenne annuelle est d'environ 20 °C, offrant un climat agréable presque toute l'année.

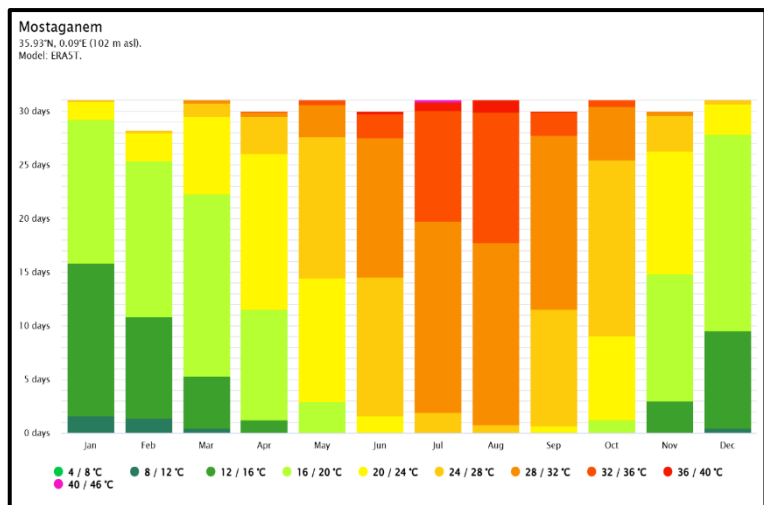


Figure 49 : température maximale

⁶⁶ https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/mostaganem_algeria_2487134

-Le diagramme des températures maximales de Mostaganem indique le nombre de jours par mois où certaines températures sont atteintes.⁶⁷

-Le mois le plus chaud de l'année est août. La température moyenne durant cette période atteint jusqu'à 26.9 °C, ce qui en fait la période la plus chaude de l'année. Au cours du mois de janvier, la température connaît une baisse notable, avec un minimum moyen d'environ 10.9 °C.⁶⁸

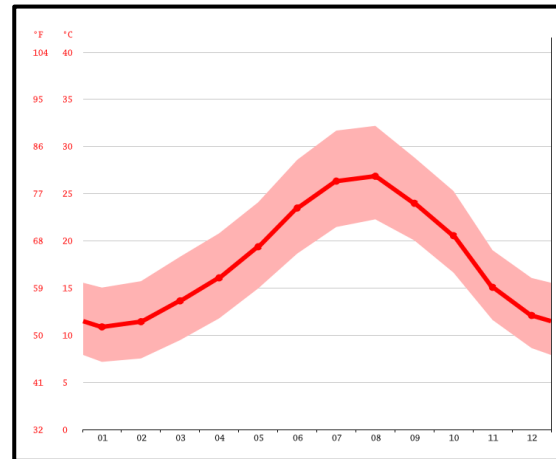


Figure 50 : température moyenne par mois Mostaganem

2.4.5 Humidité

-l'humidité à Mostaganem reste modérée tout au long de l'année grâce à la proximité de la mer Méditerranée. Le taux moyen annuel est d'environ 65 %, avec des valeurs légèrement plus élevées en hiver et au printemps, pouvant atteindre 70 %, tandis qu'en été, notamment en juillet et août, l'humidité descend autour de 60 %. Cette stabilité confère à la région un climat doux et agréable, rarement trop sec ou étouffant.

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sep- tembre	octobre	novembre	décembre
Température moyenne (°C)	10.9	11.4	13.6	16.1	19.4	23.5	26.3	26.9	24	20.6	15.1	12.1
Température minimale °C	7.2	7.5	9.5	11.8	15	18.7	21.5	22.3	20	16.6	11.6	8.6
Température maximale °C	15	15.7	18.3	20.8	24.1	28.6	31.7	32.2	28.8	25.3	19	16.1
Précipitations / Pluie mm	56	45	44	38	24	4	1	3	15	34	74	49
Humidité(%)	78%	75%	74%	70%	68%	63%	62%	64%	67%	71%	74%	77%
Jours pluvieux (d)	6	5	5	5	3	1	0	0	2	4	7	6
Heures d'ensoleillement moyennes (heures)	7.3	8.1	9.0	10.1	11.1	11.9	11.9	11.1	10.1	9.0	7.6	7.1

Figure 51 : Tableau climatique // Météo par mois Mostaganem

-Le mois où l'humidité relative est la plus élevée est janvier (77.70). Le mois où l'humidité relative est la plus faible est juillet (62.00). Il convient de noter que novembre enregistre le plus grand nombre de jours de pluie, soit 9.20, tandis que le mois où les précipitations sont les plus faibles est juillet, qui ne connaît que 0.13 jours humides.⁶⁹

⁶⁷ https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/mostaganem_algeria_2487134

⁶⁸ <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699/#climate-graph>

⁶⁹ <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699/#climate-graph>

2.5 Environnement naturel

2.5.1 Topographie

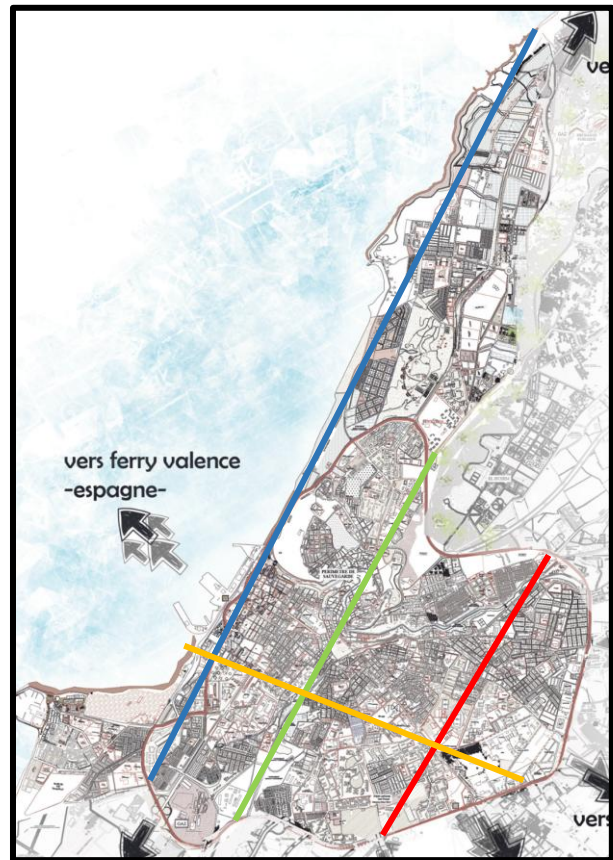
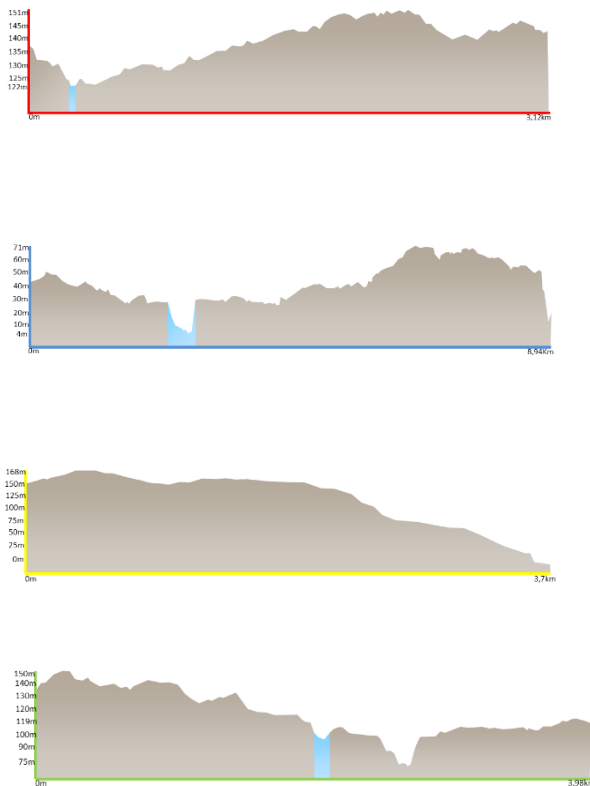


Figure 52 : carte topographique Source : google earth

Cette figure présente une lecture combinée du relief et du réseau viaire de la ville de Mostaganem. Les coupes topographiques mettent en évidence les variations d'altitude et les dépressions naturelles, tandis que la carte révèle les principaux axes structurants qui organisent les flux urbains et les connexions à l'échelle locale et régionale. Cette analyse contribue à une meilleure compréhension de la structure territoriale et de l'accessibilité de la ville.

Nature du sol

-La zone de Mostaganem présente principalement des sols alluviaux proches de la côte, composés de sable et de limon fin favorables à l'agriculture maraîchère et aux cultures céréalières. À l'intérieur de la ville, on trouve des sols urbains modifiés par la construction, souvent peu perméables à cause de l'asphalte et des remblais. Les terrains du nord, plus proches du littoral, sont sableux et drainants, tandis que le sud-ouest peut présenter des sols argileux, parfois sensibles aux tassements et à l'inondation.

2.5.2 Hydrographie

-Mostaganem possède un réseau hydrographique dominé par l'oued Cheliff, le plus grand cours d'eau du nord de l'Algérie, qui traverse la région à l'est de la ville avant de se jeter dans la mer Méditerranée. On trouve aussi plusieurs petits oueds secondaires, souvent saisonniers, qui descendent vers la côte, comme l'oued Aïn Sefra et l'oued Kharrouba, mais leur débit reste faible et dépend des pluies. L'ensemble de ces cours d'eau façonne légèrement le relief côtier et contribue à l'alimentation des nappes souterraines.

2.5.3 Hydrogéologie

- Mostaganem repose sur des aquifères côtiers peu profonds, principalement alimentés par les précipitations et les infiltrations des oueds. Le substrat alluvial favorise la recharge des nappes phréatiques. Cependant, l'exploitation excessive de l'eau pour l'agriculture et l'urbanisation a parfois provoqué une baisse de la nappe et une salinisation dans les zones proches du littoral. Les sols sableux du nord facilitent l'infiltration, tandis que les zones argileuses du sud ralentissent la recharge.

2.5.4 Végétation

-La végétation naturelle a été largement modifiée par l'urbanisation et l'agriculture. On trouve encore des restes de maquis méditerranéen, avec des espèces comme le lentisque, le thym, et le genévrier. Les zones urbaines sont souvent plantées de palmiers, eucalyptus et arbres ornementaux. Le long des oueds et zones humides temporaires, des roseaux et des joncs peuvent se développer, offrant un habitat pour les oiseaux et la biodiversité locale.

2.5.5 Risque naturel

-Mostaganem est exposée à plusieurs risques naturels :

- **Inondations** : Les oueds peuvent provoquer des crues saisonnières, surtout en hiver, touchant les zones basses de la ville.
- **Érosion côtière** : La proximité de la mer rend les plages et dunes sensibles à l'érosion et aux tempêtes.
- **Séisme** : La région est modérément sismique, avec un risque faible à modéré.
- **Salinisation des sols** : Les nappes phréatiques proches du littoral peuvent être affectées par l'intrusion saline, surtout en période de forte exploitation agricole.

2.6 Environnement bâti

2.6.1 Trame urbaine

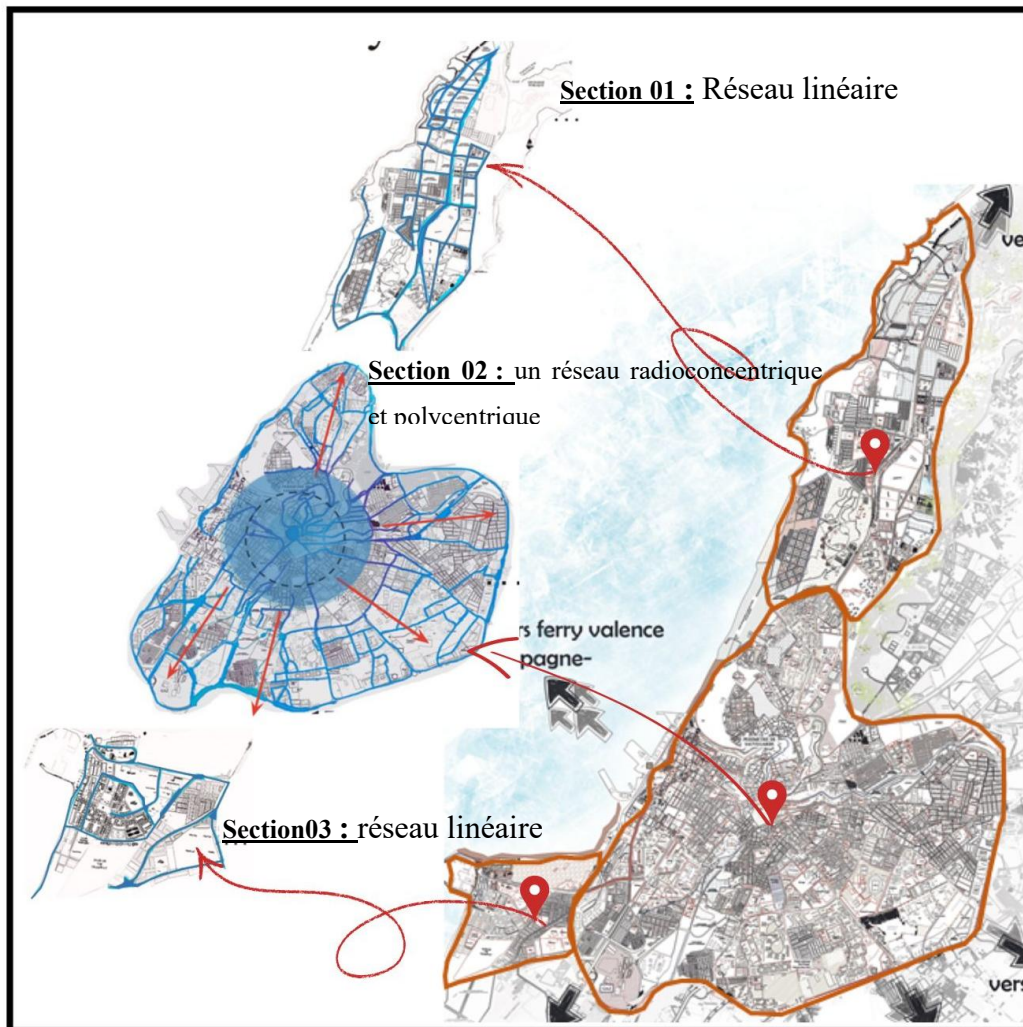


Figure 53 : carte trame urbain Source : google earth

-La structure viaire de Mostaganem est hybride et se divise en trois sections.

- **Section 02 (Centre)** : Elle est caractérisée par un réseau radioconcentrique et polycentrique. Ce modèle est typique du cœur historique et colonial, assurant une forte convergence et connexion.
- **Sections 01 et 03 (Périphérie)** : Ces zones périphériques, correspondant aux extensions récentes, présentent un réseau linéaire. Ce développement suit et prolonge les grands axes routiers vers le nord (Kharouba) et le sud (Salamandre)

2.6.2 Accessibilité et voirie

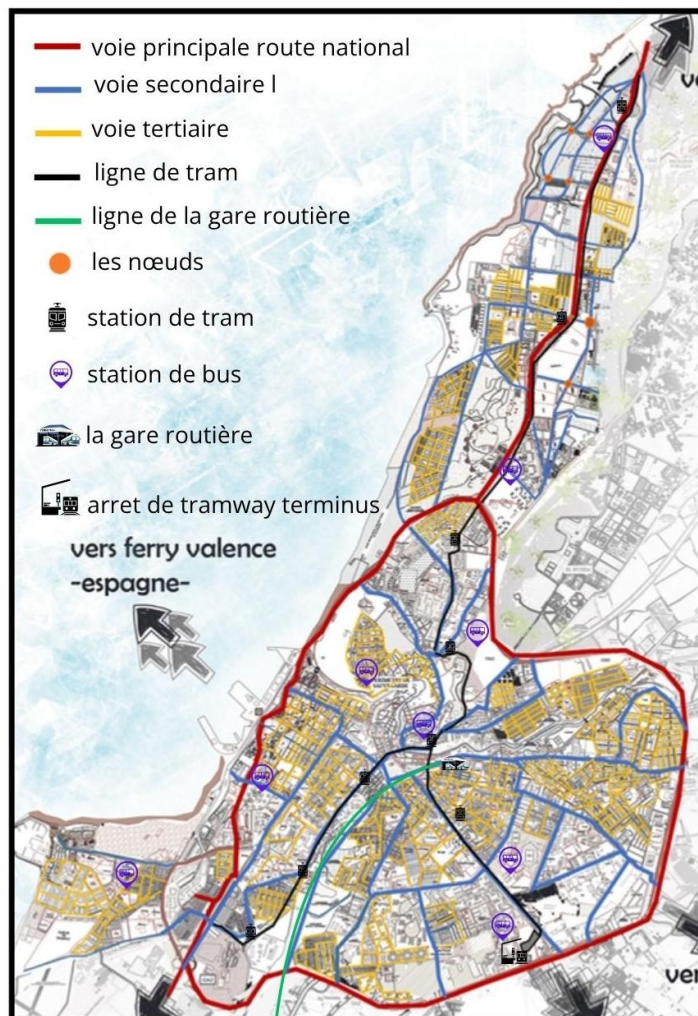


Figure 54 : accessibilité et voiries Source google earth

-L'accessibilité structure Mostaganem le long de l'Axe Principal (Route Nationale). Cette colonne vertébrale routière est complétée par un réseau viaire hiérarchisé (secondaire/tertiaire) et des nœuds essentiels. Le Tramway (ligne noire) est la clé de l'accessibilité moderne, offrant une alternative structurante qui décharge l'axe routier et relie efficacement les périphéries lointaines (nord et sud) au centre et à la Gare Routière

2.6.3 Typologie de bâti

Mostaganem présente une typologie du bâti plurielle : un tissu ancien dense (casbah / médina) fondé sur des maisons à cour et ruelles étroites, des secteurs coloniaux à trame orthogonale (villas et bâtiments administratifs) et des zones récentes de logements collectifs et d'extensions périurbaines. Ces types coexistent aujourd'hui avec des formes d'habitat informel qui apparaissent en marge des extensions urbaines récentes. L'analyse morphologique montre que l'histoire (oued, colonisation, expansions modernes) a façonné une ville où les différentes typologies restent lisibles sur le terrain.

2.6.4 Gabarit CES / COS

- À Mostaganem, le gabarit urbain varie d'un quartier à l'autre. Dans le centre historique, le coefficient d'occupation des sols (CES) est relativement élevé : les bâtiments occupent une grande partie des parcelles, mais le COS reste modéré grâce à la faible hauteur des constructions (un ou deux étages). Dans les quartiers plus récents ou périphériques, le CES est plus faible, offrant ainsi plus d'espace, mais (COS) est plus élevé dans les quartiers où des immeubles collectifs ou des ensembles résidentiels sont en construction. Globalement, la ville se caractérise par un mélange de bâtiments traditionnels de faible hauteur et de constructions modernes plus denses, ce qui explique les variations du COS et du CES sur l'ensemble du territoire.

2.6.5 Style architecturale

Le patrimoine architectural de Mostaganem combine héritages locaux (éléments orientaux et maghrébins) et apports coloniaux : façades néo-classiques, motifs mauresques et ornements décoratifs coexistent avec des bâtiments de style « moderne » dépourvus d'ornementation. Des édifices publics (ex. l'hôtel de ville des années 1920) illustrent l'influence des architectes coloniaux, tandis que le bâti contemporain révèle une tendance à la simplification stylistique. Cette diversité fait de Mostaganem un terrain riche pour l'étude des interactions entre tradition, colonialisme et modernité.

2.6.6 Etat de bâti

-La ville de Mostaganem possède un riche patrimoine architectural, témoin de ses différentes périodes historique, notamment dans les quartiers de Taghdit, Derb et Tebbane, où l'on retrouve une architecture arabo-islamique traditionnelle maisons étroites, rues serrées et structures anciennes. Ces styles se distinguent par leur valeur patrimoniale et leur évolution, caractérisée par la taille et la structure plus modestes de leurs bâtiments.⁷⁰

-Le centre-ville et les zones mixtes environnantes, notamment la place du 1er novembre 1954, la mosquée Badr et les arcades, mêlent d'anciens bâtiments coloniaux à des constructions rénovées ou modernes. L'état de conservation des bâtiments est variable ; certaines façades ont été restaurées, tandis que d'autres restent menacées d'effondrement. Des projets de restauration sont en cours afin de préserver le patrimoine architectural et de moderniser l'espace urbain.⁷¹

-Dans les quartiers périphériques et les nouveaux développements urbains, tels que le quartier du 5 juillet 1962, le quartier Houria et Radar Mostaganem, les bâtiments sont plus récents et souvent inachevés ou construits rapidement pour répondre à la demande de logements.

⁷⁰ <https://www.reflexion.dz/le-vieux-bati-de-mostaganem-un-enjeu-patrimonial-et-urbain-majeur/>

⁷¹ <https://elwatan.dz/mostaganem-11-milliards-pour-restaurer-le-patrimoine-architectural>

Bien que ces quartiers soient plus modernes que le centre historique, ils sont confrontés à des défis liés à l'entretien, à l'aménagement et à la qualité de vie, comme le manque d'espaces verts et d'équipements publics. Des projets d'aménagement urbain sont progressivement mis en œuvre pour améliorer le logement et les infrastructures.⁷²

- Ainsi, l'état actuel des bâtiments à Mostaganem est contrasté : les vieux quartiers nécessitent une attention urgente pour préserver leur patrimoine, tandis que le centre-ville mêle bâtiments restaurés et délabrés, et les zones périphériques plus récentes requièrent des améliorations en termes de qualité de vie et un entretien régulier. L'urbanisme vise à réhabiliter les bâtiments anciens, à moderniser les zones à usage mixte et à valoriser les quartiers périphériques pour un développement harmonieux de la ville.

2.6.7 Réseaux divers

Les réseaux divers (VRD) désignent l'ensemble des infrastructures de services urbains :

- **Voirie** : Structure mixte – centre-ville en grille (coloniale), médina en réseau organique, périphérie en radial. Problématiques actuelles : congestion, manque de parkings, état variable des chaussées.
- **Réseaux humides (eau potable, assainissement)** :
 - **Eau** : Alimentée principalement par le barrage de Kramis (gestion par l'ADE – Algérienne des Eaux). Déperditions importantes sur le réseau vétuste.
 - **Assainissement** : Réseau unitaire ancien dans le centre, séparatif dans les extensions. Station d'épuration de Stidia. Problèmes d'inondations ponctuelles.
- **Réseaux secs (électricité, télécom, gaz)** :
 - **Électricité** : Réseau géré par Sonelgaz, couverture quasi-totale. Déploiement récent d'éclairage public LED.
 - **Gaz naturel** : Réseau de distribution présent dans la majorité des quartiers.
 - **Télécom** : Fibre optique déployée progressivement (Algérie Télécom, opérateurs privés).

⁷² <https://lecarrefourdalgerie.dz/3665-Le-Carrefour-de-Mostaganem>

2.7 Carte d'état de fait

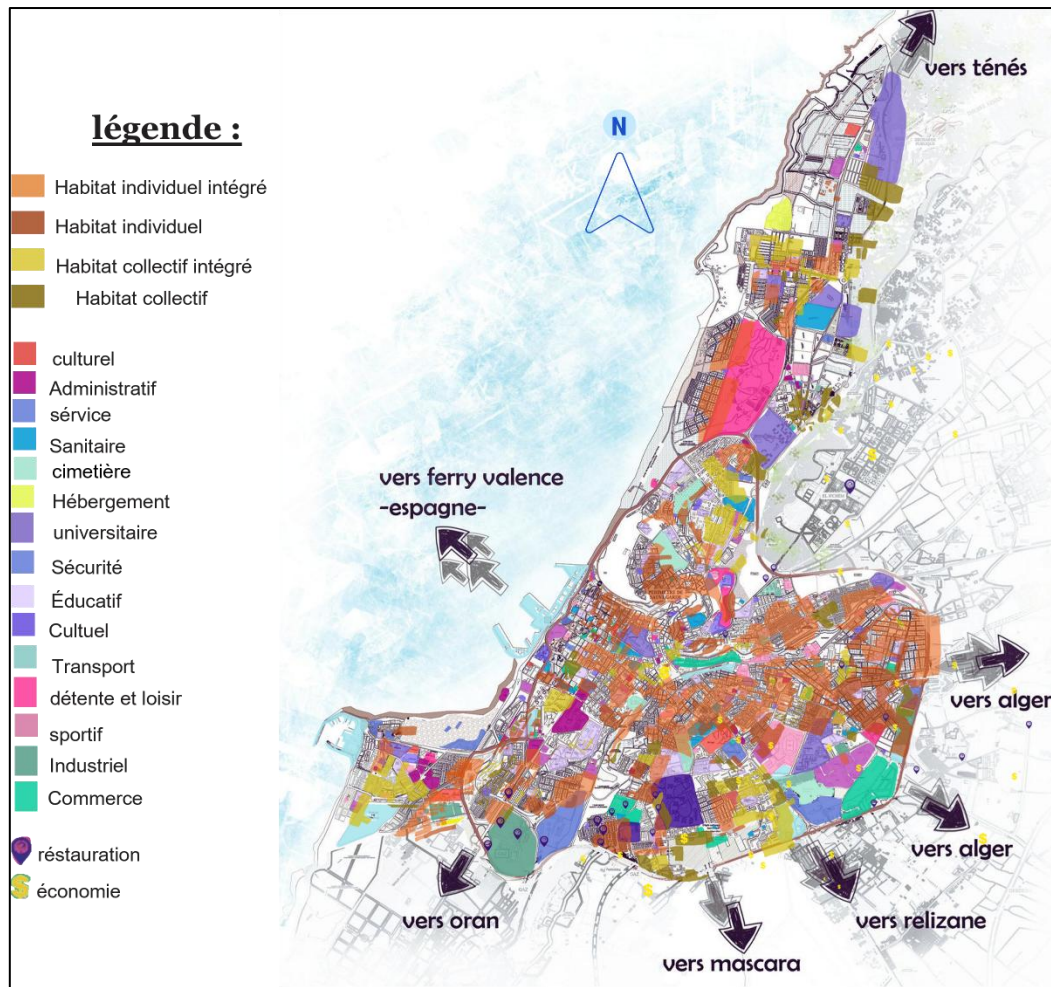


Figure 55 : carte d'état de fait .Source :google earth

L'analyse de la carte urbaine de la ville de Mostaganem met en évidence une répartition fonctionnelle diversifiée des différentes zones (habitat, services, équipements, activités).

En effet, le pôle sanitaire principal de la ville est localisé au niveau de Kharouba, ce qui en fait un point stratégique pour l'implantation des équipements de santé. Cette concentration renforce l'attractivité de cette zone pour les infrastructures médicales.

Par ailleurs, le centre-ville de Mostaganem se caractérise par un tissu urbain ancien, composé majoritairement d'habitations traditionnelles et à valeur historique. Cette spécificité limite les possibilités d'intervention lourde et oriente plutôt vers des opérations de réhabilitation et de valorisation du patrimoine.

Enfin, la zone de Salamandre se distingue par sa forte vocation touristique, liée à sa situation littorale. Elle accueille de nombreuses activités de loisirs, d'hébergement et de restauration, ce qui en fait un pôle dynamique et attractif à l'échelle de la ville.

2.8 Problématique urbaine

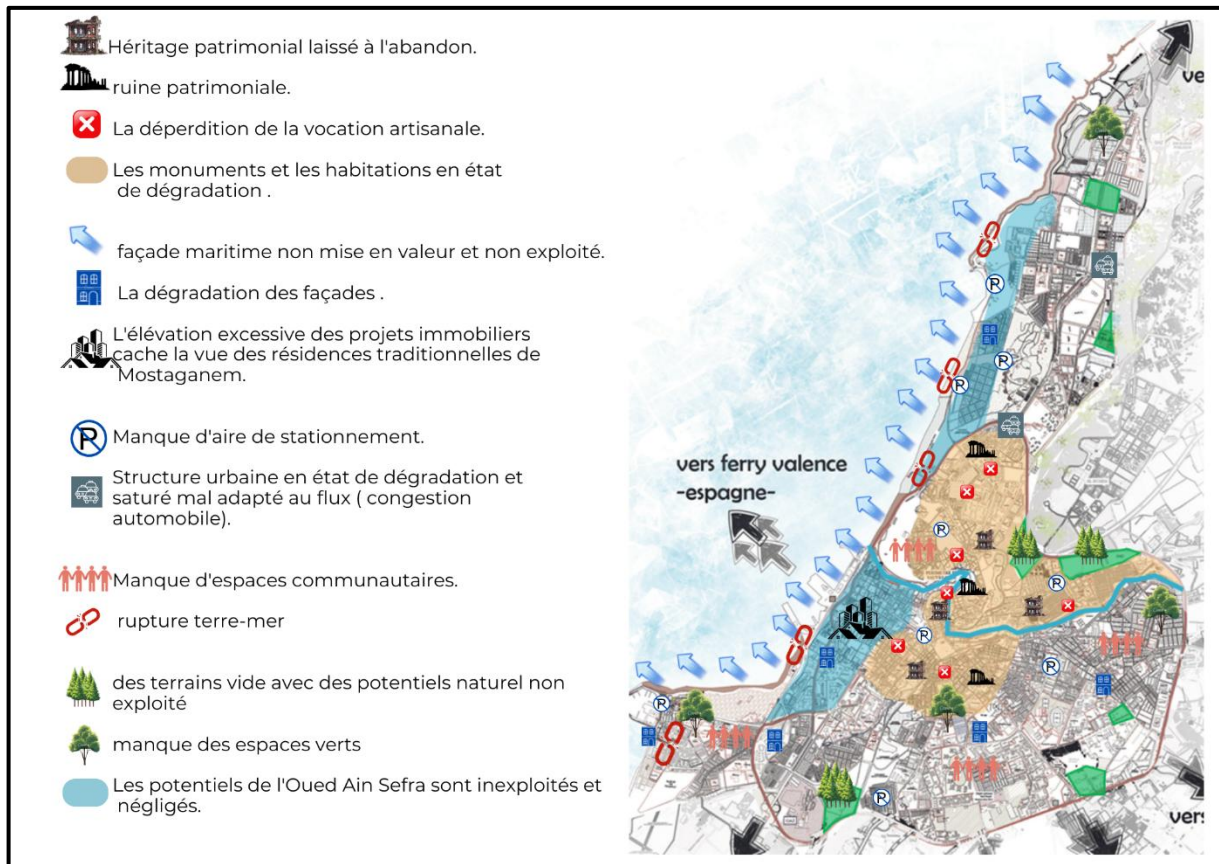


Figure 56 : carte problématique .Source : google earth

- La carte problématique de Mostaganem met en évidence plusieurs dysfonctionnements urbains majeurs. Elle souligne la dégradation du patrimoine bâti et la perte de la vocation artisanale, ainsi qu'une forte détérioration des façades et des habitations. La façade maritime reste sous-exploitée, marquée par une rupture entre la ville et la mer. Par ailleurs, la ville souffre d'une urbanisation mal maîtrisée, générant congestion, manque de stationnement et insuffisance d'espaces publics et verts. De nombreux terrains à fort potentiel restent inexploités, tandis que l'Oued Aïn Sefra est négligé malgré ses qualités paysagères. Cette situation met en évidence la nécessité d'une requalification urbaine globale visant à valoriser le patrimoine, améliorer le cadre de vie et renforcer la relation ville–mer.

2.9 Plan d'aménagement

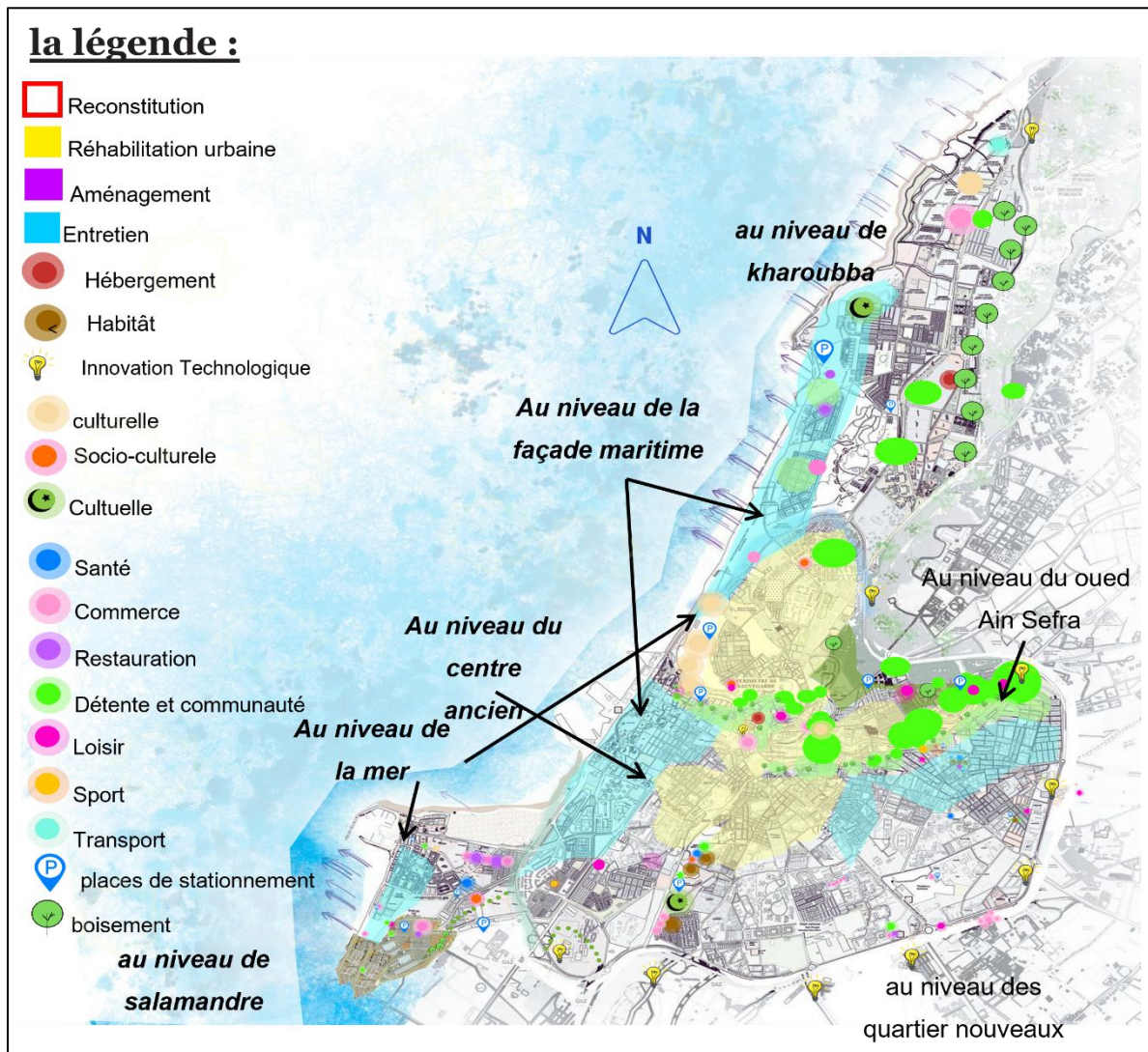


Figure 57 : carte d'aménagement .Source google earth

La carte d'aménagement de Mostaganem propose une stratégie de requalification globale basée sur la reconstruction, la réhabilitation urbaine et l'aménagement des espaces stratégiques. L'intervention se concentre principalement sur la façade maritime, le centre ancien, l'Oued Aïn Sefra et les quartiers périphériques. Elle vise à renforcer la mixité fonctionnelle à travers l'intégration d'équipements culturels, commerciaux, sanitaires et de loisirs, tout en améliorant les espaces publics, les zones vertes et les infrastructures de transport. Une attention particulière est portée à la valorisation du littoral et à la reconnexion entre la ville et la mer. Ainsi, cette vision d'aménagement cherche à améliorer la qualité de vie, dynamiser l'attractivité urbaine et structurer un développement plus équilibré et durable.

2.10 Choix de la zone d'intervention

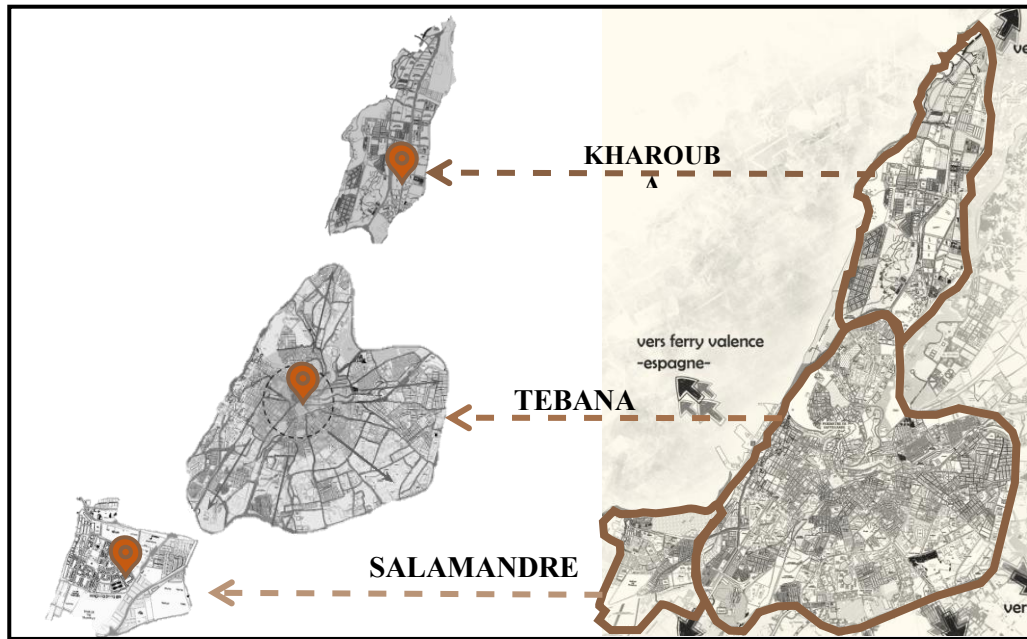


Figure 58 : carte choix de la zone d'intervention .Source :google earth

Critères de choix	Kharouba (zone choisie)	Salamandre	Tebana
Accessibilité	★★★★☆ - Accessible par axes principaux	★★★☆☆ - Accès correct mais trafic fréquent	★★★☆☆ - Accès moins direct, routes secondaires
Proximité équipements de santé	★★★★★ - Proche structures sanitaires	★★★☆☆ - Éloignée des services hospitaliers	★★★☆☆ - Peu d'équipements de santé à proximité
Nuisances / Environnement	★★★★☆ - Zone calme compatible EHS	★★★☆☆ - Zone touristique / nuisances élevées	★★★★☆ - Environnement mixte, présence d'habitations
Connexion réseaux (eau, électricité, assainissement)	★★★★★ - Réseaux bien implantés	★★★☆☆ - Réseaux présents mais à renforcer	★★★☆☆ - Réseaux Disponibles mais non optimisés
Sécurité & accès ambulance	★★★★★ - Parcours ambulance sécurisé	★★★☆☆ - Circulation dense	★★★☆☆ - Accès possible mais moins direct
Potentiel d'avenir / extension	★★★★☆ – Zone en Développement	★★★☆☆ - Saturation Foncière	★★★☆☆ - Possibilité D'extension limitée
Adaptation pour un EHS	★★★★★ - Idéale pour un établissement hospitalier	★★★☆☆ - Peu adaptée au Sanitaire	★★★☆☆ - Adaptée mais Contraintes d'accès et d'environnement

Tableau 20 : analyse des 3 zones

Ce tableau confirme le choix de Kharouba grâce à sa bonne accessibilité, la proximité des équipements de santé, la disponibilité des réseaux et la sécurité des accès

3 Programmation

3.1 Identification des usagers

Catégorie d’usagers	Sous-catégories	Rôle / Besoins principaux
Patients	Patients dialysés, patients hospitalisés, patients en consultation, patients en urgence, patients en chirurgie vasculaire	Prise en charge médicale, soins spécialisés, confort, sécurité, orientation claire
Personnel médical	Néphrologues, chirurgiens vasculaires, urgentistes, radiologues, anesthésistes, médecins consultants	Diagnostic, traitement, suivi médical, interventions spécialisées
Personnel paramédical	Infirmiers, techniciens de dialyse, manipulateurs en imagerie, aides-soignants, agents de stérilisation	Assistance médicale, surveillance des patients, soins quotidiens
Personnel administratif	Direction, secrétariat, ressources humaines, comptabilité, agents d’accueil, archives	Gestion administrative, organisation interne, accueil et coordination
Personnel technique et logistique	Agents de maintenance, techniciens HVAC, gestionnaires PSA, agents de nettoyage, agents de sécurité, DASRI, restauration	Maintenance, sécurité, hygiène, gestion technique et logistique
Accompagnants et visiteurs	Famille, proches, visiteurs	Accompagnement des patients, attente, orientation, confort temporaire
Personnel de formation	Enseignants, résidents, étudiants en médecine, stagiaires	Formation médicale, enseignement, recherche, réunions scientifiques

Tableau 22 : Tableau des usagers (fait par auteurs)

3.2 Capacite d’accueil

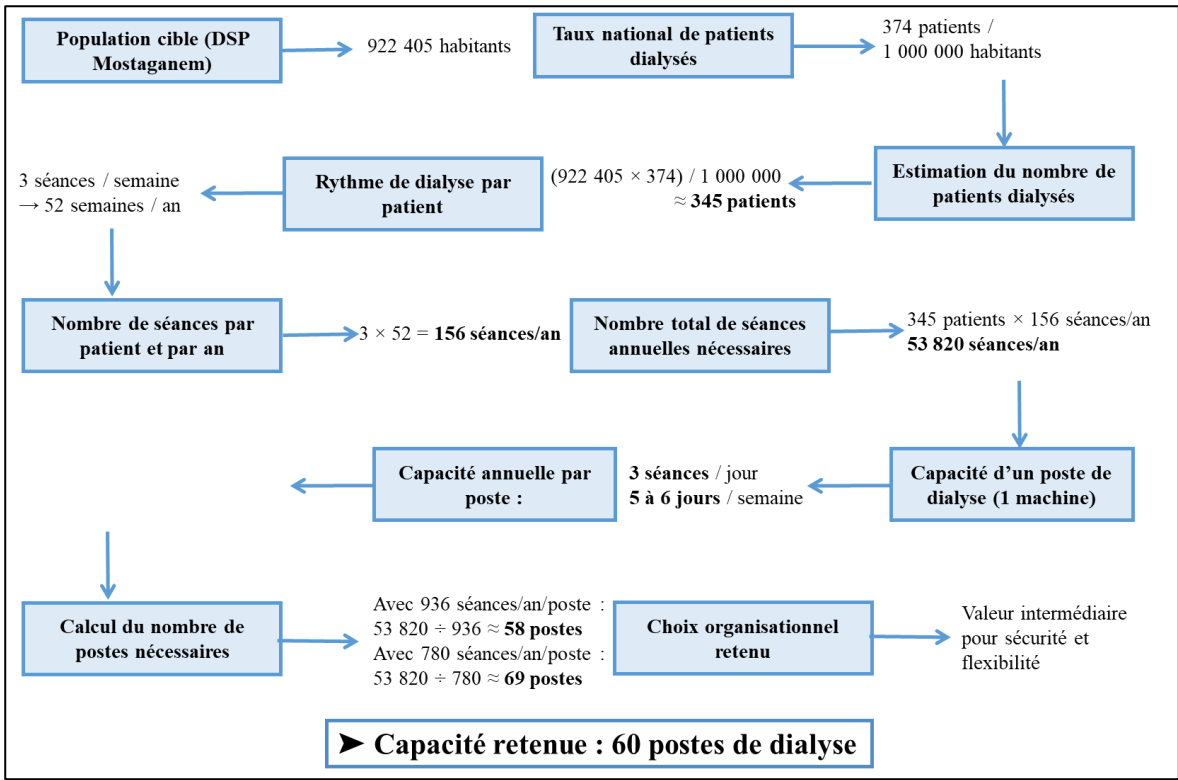


Figure 59 : les calculs de la capacité d'accueil (fait par auteurs)

Question	Réponse synthétique
Quoi ?	Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) en Néphrologie, comprenant consultations, hémodialyse, hospitalisation de jour et soins spécialisés.
Pour qui ?	Patients atteints d’insuffisance rénale, patients dialysés, patients en suivi néphrologique, personnel médical et paramédical, accompagnants.
Où ?	Zone de Kharouba – Mostaganem, à proximité immédiate du CHU, dans un secteur accessible et compatible avec une fonction hospitalière.
Pourquoi ?	Augmentation des maladies rénales, insuffisance des structures spécialisées existantes, nécessité de rapprocher les soins des patients.
Comment ?	Par la création d’un hôpital spécialisé moderne, fonctionnel et évolutif, intégrant les principes du Smart Building et de l’intelligence artificielle.

Tableau 21 ; récapitulatif du projet EHS néphrologie

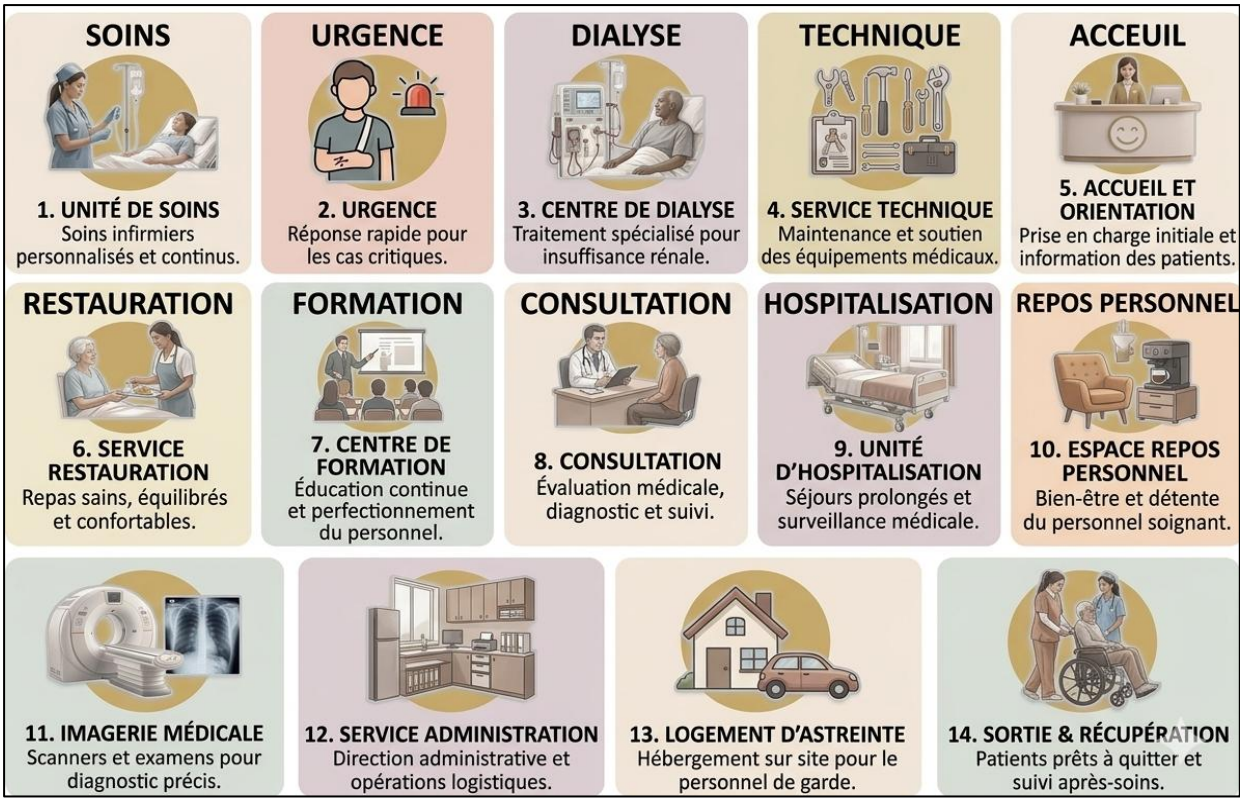


Figure 60 Structure fonctionnelle de l'hôpital de néphrologie

3.3 Identification des fonctions activités

Fonction	Sous-fonctions / Services	Activités principales
Accueil	- Hall d'entrée- Réception / Admission- Salle d'attente- Orientation	- Accueil et orientation des patients et visiteurs- Enregistrement administratif- Gestion des rendez-vous- Information et assistance
Soins	Urgences	- Triage des patients- Soins d'urgence- Stabilisation des cas critiques- Observation de courte durée
	Hospitalisation	- Hébergement des patients- Soins médicaux et infirmiers- Surveillance continue- Distribution des repas- Visites médicales
	Dialyse	- Séances d'hémodialyse- Préparation des patients- Surveillance clinique pendant la séance- Éducation thérapeutique
	Bloc opératoire	- Préparation préopératoire- Interventions chirurgicales- Surveillance post-opératoire (SSPI)- Stérilisation du matériel
	Consultation et suivi	- Consultations médicales spécialisées- Examens cliniques- Prescription de traitements- Suivi des patients chroniques- Conseils diététiques et psychologiques
Imagerie médicale	- Scanner (TDM)- IRM- Échographie- Radiologie standard- Scintigraphie- Salle de commande- Salle de lecture	- Réalisation des examens d'imagerie médicale- Diagnostic des pathologies- Injection de produits de contraste / isotopes- Interprétation des images- Archivage et transmission des résultats
Restauration	- Cuisine- Réfectoire- Distribution des repas	- Préparation des repas- Élaboration de régimes spécifiques (néphrologie)- Distribution des plateaux repas- Consommation des repas par le personnel et les accompagnants
Formation	- Salles de formation- Salle de réunion / staff- Amphithéâtre- Bibliothèque	- Enseignement et formation continue- Réunions médicales et scientifiques- Présentations et conférences- Accueil des étudiants et résidents
Technique & Logistique	- Locaux techniques (TGBT, HVAC, PSA, groupe électrogène...)- Stockage matériel médical- Local DASRI- Local ménage- Atelier de maintenance- Local serveur / SSI	- Maintenance des équipements- Gestion des installations techniques- Stockage et distribution du matériel- Gestion des déchets médicaux- Nettoyage et hygiène- Supervision des systèmes informatiques et de sécurité
Repos du personnel	- Espace détente- Espace loisirs- Coin repas- Pause-café	- Repos et récupération du personnel- Pausés entre les services- Consommation de repas légers- Détente et socialisation
Logements d'astreinte	- Logement du directeur- Logement de l'adjoint	- Hébergement du personnel d'astreinte- Disponibilité en cas d'urgence- Repos et vie quotidienne
Administration	- Direction- Secrétariat- Ressources humaines- Comptabilité- Salle de réunion- Archives	- Gestion administrative et financière- Coordination des services- Gestion du personnel- Planification et organisation- Archivage des documents

Figure 62 : identifications des fonctions et activités (fait par auteurs)

7

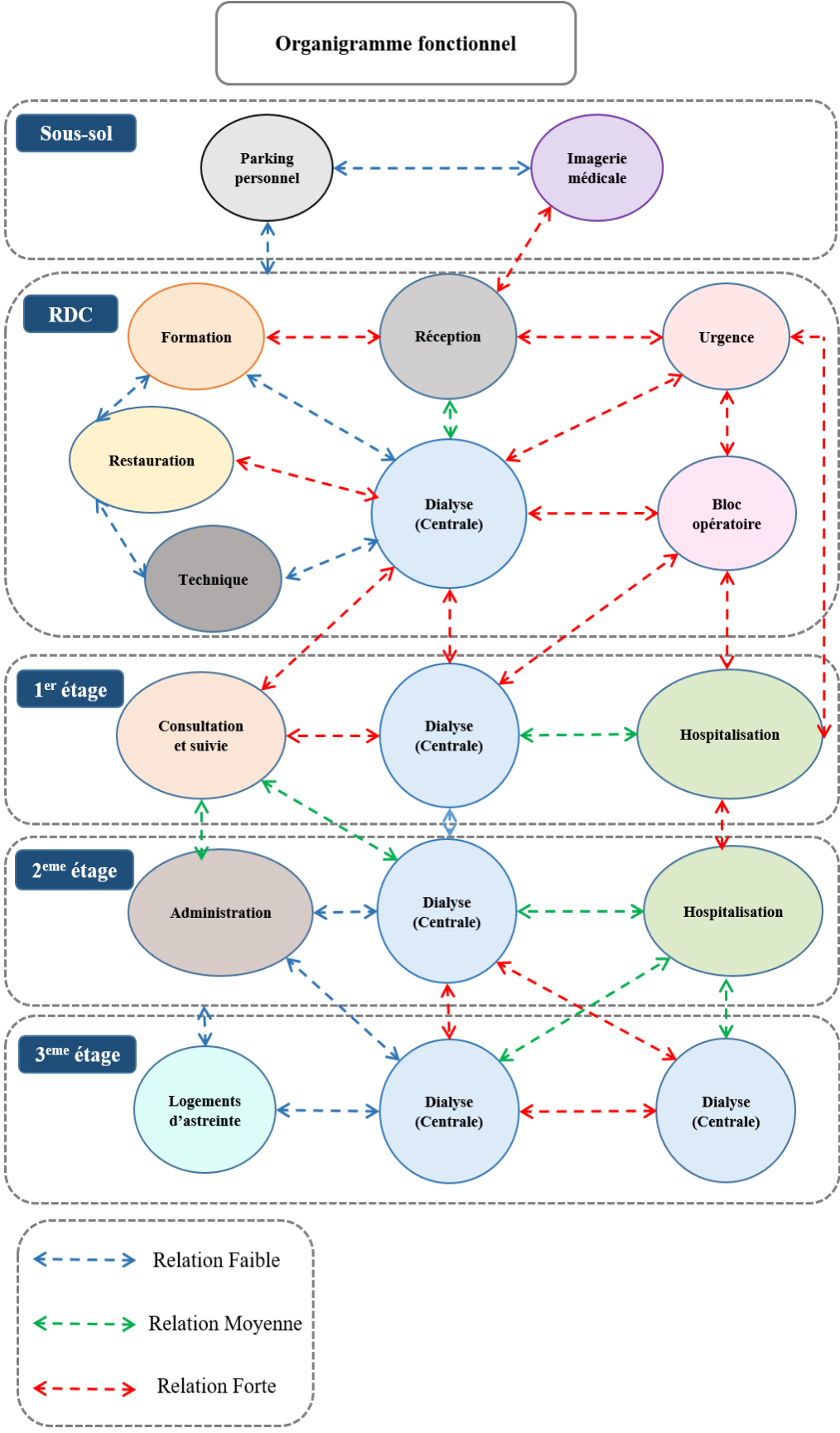


Figure 61 : organigramme fonctionnel de l'EHS (fait par auteurs)

3.4 Programme de base

Fonction	Sous-fonctions / Services	Description	Surface (m2)
Accueil		Espace d'entrée assurant l'orientation, l'enregistrement et l'accueil des patients et des visiteurs	185
Soins	Urgences	Prise en charge immédiate des patients en situation critique, incluant triage, soins et observation.	480
	Hospitalisation	Hébergement des patients avec surveillance médicale continue et soins infirmiers.	1075
	Dialyse	Fonction principale dédiée aux séances d'hémodialyse, incluant la préparation, le traitement et la surveillance des patients.	2110
	Bloc opératoire	Ensemble des espaces destinés aux interventions chirurgicales et à la prise en charge pré et post-opératoire.	360
	Consultation et suivi	Espaces de consultations médicales, diagnostic, suivi des patients et prescriptions thérapeutiques.	660
Imagerie médicale		Réalisation des examens diagnostiques (scanner, IRM, échographie, radiologie, scintigraphie) et interprétation des résultats.	1240
Restauration		Préparation et distribution des repas adaptés aux patients (notamment régimes néphrologiques) et au personnel.	210
Formation		Espaces dédiés à l'enseignement, aux réunions médicales et à la formation du personnel et des étudiants.	250
Technique & Logistique		Gestion des équipements techniques, maintenance, stockage, déchets médicaux et infrastructures (TGBT, HVAC, PSA...).	530
Repos du personnel		Espaces de détente et de pause pour le personnel (coin repas, loisirs, café).	170
Logements d'astreinte		Hébergement du personnel de direction (directeur, adjoint) pour assurer la continuité de service.	650
Administration		Gestion administrative, direction, ressources humaines, coordination et organisation de l'établissement.	650

Figure 63:programme de base (fait par auteurs)

3.5 Programme qualitatif :

Fonction	Ambiance architecturale et qualitative
Accueil	L'espace d'accueil doit offrir une atmosphère chaleureuse, lisible et rassurante. L'utilisation de couleurs claires et apaisantes, associées à un éclairage naturel généreux, permet de réduire le stress des patients et des visiteurs. Les espaces doivent être ouverts, visibles et facilement accessibles afin d'assurer une orientation fluide des usagers.
Urgence	Le service des urgences nécessite une ambiance fonctionnelle, sécurisée et dynamique. Les couleurs neutres et lumineuses favorisent la concentration du personnel médical et limitent l'anxiété des patients. L'organisation spatiale doit permettre une circulation rapide et une séparation claire des flux médicaux, publics et logistiques.
Dialyse	Les espaces de dialyse doivent offrir une ambiance calme et confortable, adaptée aux longues durées de traitement. Les couleurs douces, les vues sur les patios, la lumière naturelle et le confort thermique participent au bien-être psychologique des patients. Les espaces sont conçus pour favoriser la surveillance médicale tout en préservant l'intimité des patients.
Hospitalisation	Les chambres d'hospitalisation doivent garantir le repos, l'intimité et le confort des patients. Les tons clairs et naturels, l'éclairage tamisé ainsi que l'ouverture sur l'extérieur créent une ambiance apaisante et thérapeutique. Une attention particulière est portée à l'isolation acoustique et à la qualité de l'air intérieur.
Consultation et suivi	Les espaces de consultation nécessitent une ambiance calme et confidentielle favorisant l'échange entre le médecin et le patient. Les matériaux et couleurs utilisés doivent transmettre une sensation de confiance, de propreté et de sérénité.
Bloc opératoire	Le bloc opératoire repose sur une ambiance hautement contrôlée et stérile. Les couleurs claires renforcent la perception d'hygiène et de sécurité. L'éclairage technique, la qualité de l'air et le contrôle thermique sont essentiels afin de garantir des conditions optimales pour les interventions chirurgicales.
Imagerie médicale	Les espaces d'imagerie nécessitent une ambiance sobre et rassurante afin de limiter le stress des patients durant les examens. Les matériaux acoustiques, l'éclairage indirect et les couleurs neutres contribuent à améliorer le confort psychologique.
Formation	Les espaces de formation doivent favoriser la concentration, l'apprentissage et l'échange scientifique. L'ambiance est sobre, lumineuse et flexible, avec un mobilier modulable permettant différents usages pédagogiques.
Administration	Les espaces administratifs doivent assurer un environnement de travail organisé, confortable et calme. Les couleurs neutres et l'éclairage naturel favorisent la productivité et le confort des employés.
Technique et logistique	Les espaces techniques privilégient la fonctionnalité, la sécurité et l'accessibilité pour la maintenance. L'organisation doit permettre une intervention rapide sans perturber les espaces médicaux.
Restauration	Les espaces de restauration doivent offrir une ambiance conviviale et agréable grâce à des couleurs chaleureuses, une ventilation naturelle et un éclairage confortable favorisant les moments de pause et de détente.
Repos du personnel	Les espaces de repos sont conçus pour offrir au personnel médical un cadre calme et relaxant. Les couleurs apaisantes, les espaces végétalisés et les zones de détente permettent de réduire la fatigue et le stress liés au travail hospitalier.
Logement d'astreinte	Les logements d'astreinte doivent offrir une ambiance résidentielle confortable garantissant l'intimité, le repos et la récupération du personnel de garde.
Stationnement	Les espaces de stationnement doivent assurer une circulation fluide, une sécurité optimale et une accessibilité claire pour les patients, le personnel et les véhicules d'urgence.

Figure 64 : programme qualitatifs (fait par auteurs)

3.6 Programme spécifique

Fonction	Sous-fonction	Espace	Désignation	Nombre	Surface unitaire (m²)	Surface totale (m²)
Accueil		Réception	RDC	1	12	
		Salle d'attente		1	180	
			TOTAL	192		
Soins	Dialyse	Réception	RDC 1 ^{er} étage 2 ^{eme} étage 3 ^{eme} étage	3	10	30
		Espace de dialyse		6	150-200	1050
		Chambre de dialyse isolée		4	15	60
		Stockage médicale		4	8-12	40
		Local linge		4	5-16	42
		Sanitaire		10	4-8	52
		Vestiaire		4	4-8	24
		Salle distribution des repas zone sale		4	14	52
		Salle distribution des repas zone sale		4	14	52
		Bureau de médecin		4	12	48
		Poste infirmier		4	14	52
		Station d'OSMOS		4	24	96
			TOTAL	1598		
Soins	Consultation et suivie	Réception	1 ^{er} étage	1	11	118
		Accueil et attente		1	22	
		Salle de consultation		5	20-26	
		Education thérapeutique		1	40	
		Laboratoire		1	43	
		Pharmacie		1	46	
		Archive dossier patients		1	35	
		Local matériels médicale		1	14	
		Bureau assistant social		1	25	
		Bureau diététicien		1	15	
		Bureau psychologue		1	15	
		Sanitaire		4	5-8	28
			TOTAL	412		

Figure 65 :tableau spécifique partie 1 (fait par auteurs)

Fonction	Sous-fonction	Espace	Désignation	Nombre	Surface unitaire (m²)	Surface totale (m²)
Soins	Urgence	Réception	RDC	1	9	
		Espace d'attente		1	14	
		Repos personnel		1	30	
		UHCD		1	32	
		Urgence non vitaux		1	25	
		Urgence vitaux		1	25	
		Salle de tri Infirmier		3	16	
		Bureau de médecin		1	16	
		Stockage médicale		1	16	
		Local des déchets DASRI		1	13	
		Sanitaire		2	8	16
			TOTAL		244	
Soins	Consultation et suivie	Réception	1 ^{er} étage	1	11	118
		Accueil et attente		1	22	
		Salle de consultation		5	20-26	
		Education thérapeutique		1	40	
		Laboratoire		1	43	
		Pharmacie		1	46	
		Archive dossier patients		1	35	
		Local matériels médicale		1	14	
		Bureau assistant social		1	25	
		Bureau diététicien		1	15	
		Bureau psychologue		1	15	
		Sanitaire		4	5-8	28
					TOTAL	
Soins	Bloc chirurgie vasculaire	Dépôt matériels médicales	RDC	1	12	
		Salle de translittement		1	14	
		Arsenal stérile		1	13	
		Salle préparation de malade		1	16	
		Vestiaire/Sanitaire chirurgicale		1	14	
		Lavage et habillage chirurgicale		1	13	
		Bloc opératoire		1	35	
		pré désinfection		1	15	
		Bureau anesthésistes		1	12	
		Bureau chirurgien		1	12	
		SSPI		1	15	
		Vestiaire/Douches		2	10	20
		Local des déchets DASRI		1	12	
		Local des déchets ménagers		1	14	
			TOTAL		217	

Figure 66 :tableau spécifique partie 2(fait par auteurs)

Fonction	Sous-fonction	Espace	Désignation	Nombre	Surface unitaire (m²)	Surface totale (m²)	
Soins	Hospitalisation	Chambre double	1 ^{er} /2 ^{eme} étage	5	20-26	118	
		Chambre simple		6	19-20	117	
		1		2	14-38	52	
		Bureau médecin		2	30	60	
		Bureau infirmier		2	32	64	
		Sanitaire		4	8	32	
		Local de ménage et déchets		2	16	32	
		Salle distribution des repas zone propre		2	14	28	
		Salle distribution des repas zone sale		2	14	28	
		Stockage matériels médicale		2	16	32	
		Stockage linge propre	2	16	32		
		Chambre de garde infirmier	1 ^{er} étage	2	11	22	
		Chambre de garde médecin		1	11		
			TOTAL		617		
Administration	Direction	Bureau directeur	2 ^{eme} étage	1	44		
		Bureau adjoint		1	44		
		Salle de réunion		1	35		
	Gestion	Secrétaire	2 ^{eme} étage	1	20		
		Bureau comptable		1	30		
		Bureau aide comptable		1	28		
		Bureau informatique technique		1	25		
		Bureau moyens généraux		1	22		
		Bureau ressources humain		1	20		
		Bureau d'admission		1	24		
		Standard téléphonique		1	14		
		Local reprographie		1	23		
		Sanitaire		2	8		16
					TOTAL		345
Repos personnel		Espace détente	2 ^{eme} étage	1	30		
		Espace travail léger		1	20		
		Coin repas/ Pause café		1	23		
		Espace loisirs		1	28		
			TOTAL		101		

Figure 68 :tableau spécifique partie 3 (fait par auteurs)

Fonction	Sous-fonction	Espace	Désignation	Nombre	Surface unitaire (m²)	Surface totale (m²)
Formation		Espace bibliothèque	RDC	1	40	
		Amphi		1	28	
		Salle de réunion		1	28	
		Salle de cours		1	35	
		Salle de simulation		1	28	
		Sanitaire personnel		1	12	
			TOTAL		171	

Restauration		Chambre froide négative	RDC	1	13	
		Chambre froide positive		1	15	
		Réserve sèche		1	15	
		Local déchets		1	6	
		Espace cuisson		1	25	
		Zone de préparation de repas		1	25	
		Zone vaisselle		1	25	
		Sanitaire		1	6	
		Vestiaire		1	10	
		Réfectoire		1	25	
			TOTAL		165	

Logement d'astreinte		Logement directeur	Chambre	3eme étage	2	28-30	58
					Salon	1	34
		Cuisine			1	25	
		séjour			1	20	
		Salle a manger			1	20	
		Logement adjoint	Chambre		2	25	50
					Salon	1	36
		Cuisine			1	28	
		Séjour			1	23	
		Salle a manger			1	12	
				TOTAL		306	

Figure 67 :tableau spécifique partie 4 (fait par auteurs)

Fonction	Sous-fonction	Espace	Désignation	Nombre	Surface unitaire (m²)	Surface totale (m²)
Technique & logistique	Stérilisation	Zone souillée	1 ^{er} étage	1	14	
		Zone propre		1	11	
		Zone emballage		1	4	
		Zone stérilisation		1	6	
		Zone d'enregistrement		1	6	
		Stockage matériels stérilisé		1	14	
					TOTAL	
Technique & logistique	Hygiène hospitalière	Zone de tri et dépôt du linge sale	1 ^{er} étage	1	7	
		Zone de lavage et décontamination		1	7	
		Zone de raccommodage et séchage et repassage		1	9	
					TOTAL	

Figure 69 :tableau spécifique partie 5 (fait par auteurs)

- **Surface du terrain** : 8304m2
 - **Emprise au sol** : 2750m2
 - **CES** : 0,33 (33%)
 - **COS** : 1,32
 - **Circulation** : environ 30%
 - **Nombre de patients par jour** : 120 à 180 patients / jour
 - **Nombre de lits** : 60 lits
 - **Nombre de postes de dialyse** : 60 postes de dialyse

Fonction	Sous-fonction	Espace	Désignation	Nombre	Surface unitaire (m²)	Surface totale (m²)		
Technique & logistique	Zone ÉNERGIE	Local TGBT	RDC	1	16			
		Local de commande		1	16			
		Groupe électrogène	Extérieur	1	20			
		Chaufferie		1	20			
		Local HVAC		1	35			
		Poste transformateur		1	20			
	Zone eau	Bâche a eau potable		1	20			
		Bâche a eau incendie		1	20			
		Bassin eau pluviale		1	20			
		Local pompage		1	20			
	Zone SUPPORT & LOGISTIQUE	Local DASRI			1		12	
		Local ménagers			1		12	
		Local ménage			RDC		1	12
		Stockage matériel médical					1	25
	Zone NUMÉRIQUE & SÉCURITÉ	Local serveur			1		15	
		Local de surveillance/SSI			1		16	
		Bureau maintenance			1		17	
		Local passif			1		17	
	Serveur	Sanitaire	2		8	16		
	Fluides médicaux	Local d'oxygène	Extérieur		1	15		
		Local générateur PSA			1	23		
		Local bouteilles secours			1	22		
					TOTAL		409	
Stationnement		Parking personnel	Sous sol		53	2.5*5	663	
		Parking des urgences	Extérieur		10		125	
		Parking des patients	Extérieur		87		1088	
			TOTAL		1876			

Figure 70 :tableau spécifique partie 6 (fait par auteurs)

4 Choix et analyse du terrain d'implantation

4.1 Inspection des terrains d'implantation

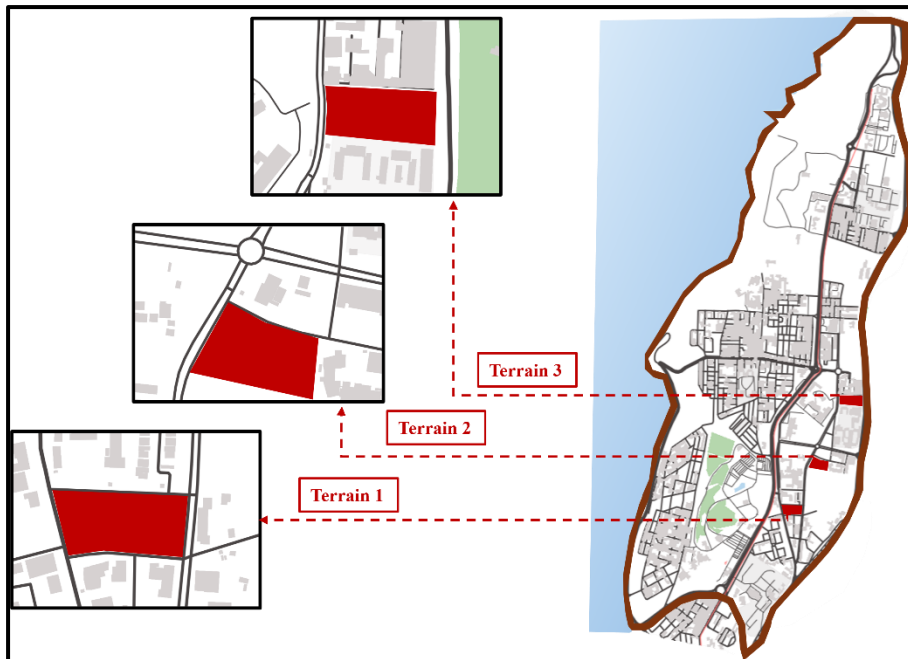


Figure 71 : Carte choix du terrain. Source : google earth

Critères	Terrain 1 (Choisi)	Terrain 3	Terrain 2
Accessibilité	✓ Excellente accessibilité depuis la RN11 ✓ Connexions faciles	✓ Accessible mais moins direct	✗ Accès difficile à cause du dénivelé
Proximité Faculté de médecine	✓ Très proche → synergie directe (étudiants, stages, recherche)	✓ Proche	✓ Proche
Topographie	✓ Terrain plat → facile à construire	✓ Relativement plat	✗ Terrain en pente → contraintes techniques importantes
Contraintes environnementales	✓ Terrain sain	✗ Présence de déchets chimique	✓ Terrain sain
Coût de construction	✓ Optimisé (pas de travaux lourds)	✗ Dépollution très coûteuse	✗ Terrassement + soutènement coûteux
Sécurité sanitaire	✓ Conforme à un projet hospitalier	✗ Risque de contamination (inacceptable pour un hôpital)	✓ Correct
Potentiel d'aménagement	✓ Très flexible	✗ Limité à cause des contraintes	✗ Limité par la pente
Relation avec le paysage	✓ Bonne ouverture vers le parc et la mer	✓ Moyenne	✓ Bonne mais difficile à exploiter
Délais de réalisation	✓ Rapide	✗ Long (traitement du sol)	✗ Long (travaux techniques)
Faisabilité globale	★★★★★ (Très favorable)	☆☆☆☆☆ (Défavorable)	★★☆☆☆ (Moyenne)

Tableau 23 : analyse des trois terrains (fait par auteurs)

5 Analyse de site

5.1 Situation

-Le terrain d'étude est situé dans la commune de Kharouba, au sein de la wilaya de Mostaganem. Sa localisation est présentée à travers une lecture multi-échelles : wilaya, commune et site d'implantation.

5.2 Délimitation et surface

-Le site d'étude est globalement bien organisé, ce qui facilite notre planification et notre aménagement spatial. Sa superficie totale de 8 304m² offre un espace suffisant pour notre projet et ses différentes composantes.

5.3 Point de repère

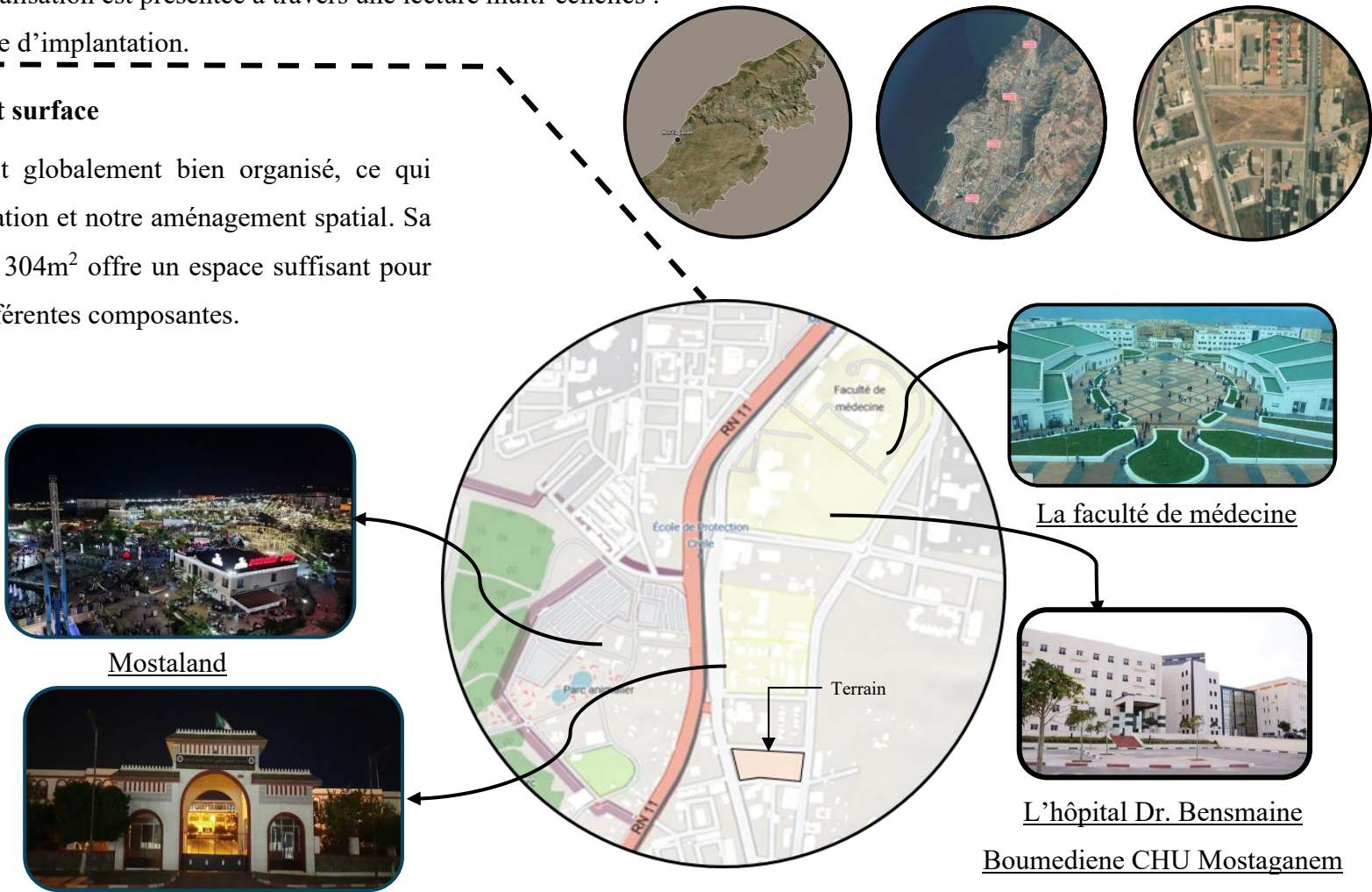


Figure 72 : Carte point de repère (fait par auteurs)

Ecole protection civil

5.4 Point de visuel

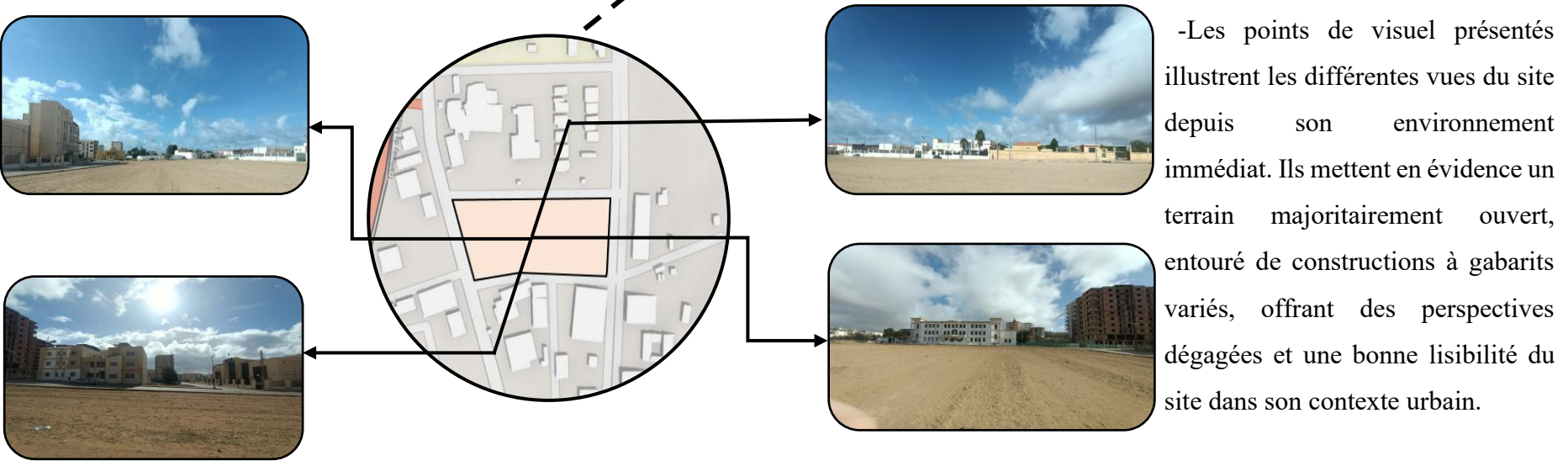


Figure 73 : carte point de visuel (fait par auteurs)

5.5 Accessibilités

-Le terrain bénéficie d'une bonne accessibilité grâce à sa proximité avec la route nationale RN11. Il est desservi par un réseau viaire hiérarchisé, marqué par des axes à flux fort, moyen et faible, assurant une connexion fluide avec le tissu urbain environnant et facilitant les déplacements vers le site.

- La route nationale N11
- Flux fort
- Flux moyen
- Flux faible

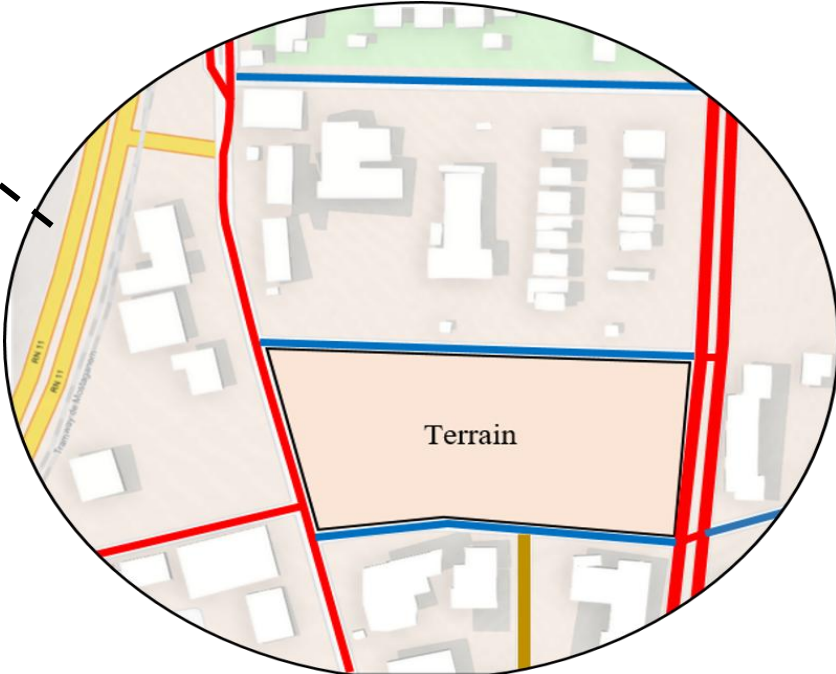


Figure 74 : carte d'accessibilités (fait par auteurs)

5.6 Données climatique

L'analyse climatique du site met en évidence une forte exposition à l'ensoleillement tout au long de la journée, avec une trajectoire solaire marquée d'est en ouest. Les vents dominants influencent directement le terrain, jouant un rôle important dans le confort thermique et la ventilation naturelle, éléments déterminants pour l'orientation et la conception du projet.

5.7 Etat juridique

Le terrain d'étude s'inscrit dans un environnement foncier caractérisé par une dominante de propriétés étatiques, complétées par des parcelles de nature privée.

- Etatique
- Privé
- Notre terrain

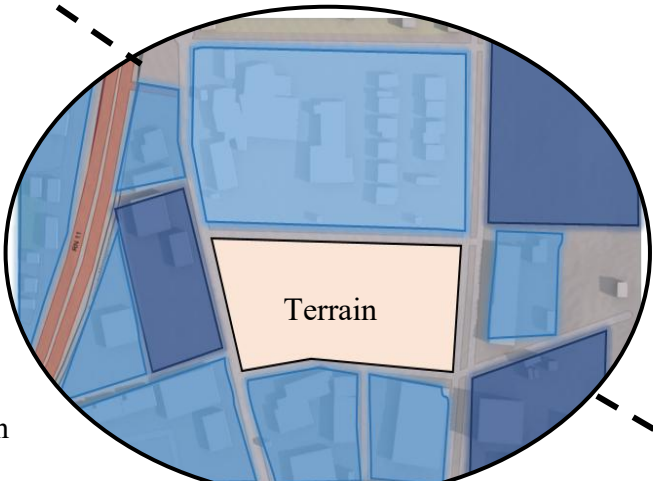


Figure 77 : carte état juridique (fait par auteurs)

5.8 Morphologique du terrain

-Le terrain présente une morphologie globalement plane à légèrement inclinée, avec une faible variation altimétrique sur l'ensemble de la parcelle. La pente est douce et régulière, ce qui facilite l'implantation du projet et limite les contraintes liées aux travaux de terrassement. Cette configuration morphologique offre des conditions favorables à l'aménagement et à l'organisation des espaces bâtis.

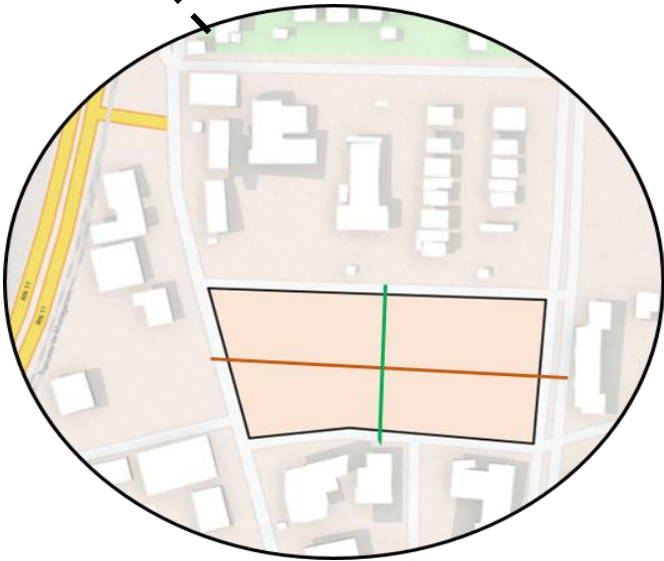
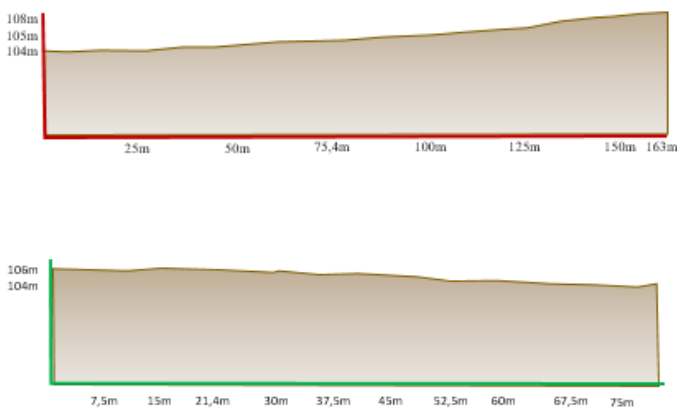


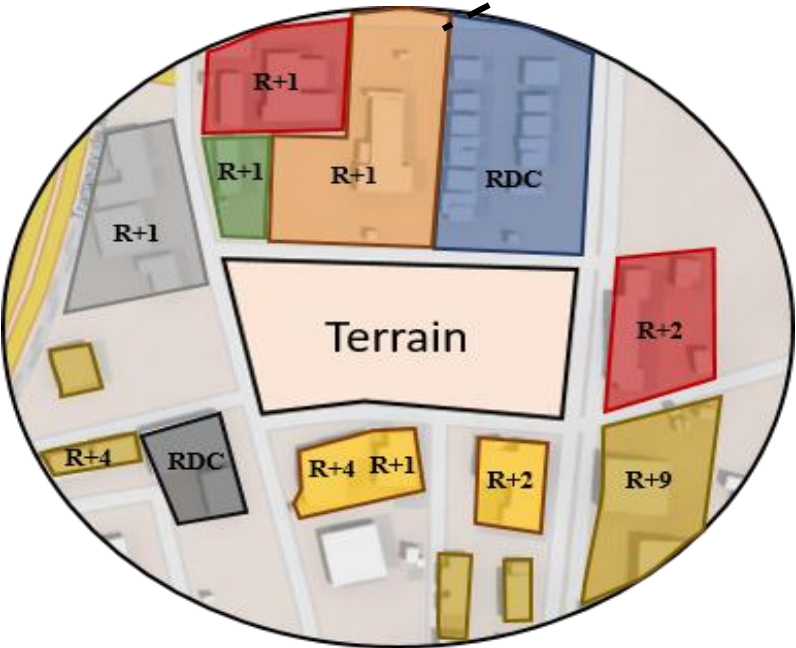
Figure 75 : schéma donne climatique (fait par auteurs)

Nature de sol

Le site se situe à Kharouba, dans la province de Mostaganem. Le sol est principalement composé de limon sableux à tend région. Ce sol présente une portance acceptable pour la construction, sous réserve d'une étude géotechnique appropriée

Figure 76 : carte topographique (fait par auteurs)

5.9 Environnement urbaine (typologie /gabarit/style/cos/



- Habitat collectif
- Commerce et restauration
- Mosquée
- Equipement sportif
- Equipement éducatifs
- Commissariat
- Habitat

Cette étude morphologique analyse un environnement urbain mixte, structuré par des typologies variées (habitat, équipements, commerces) et des gabarits modérés (R+1 à R+3). Les coefficients d'urbanisme (COS, CES) y régulent la densité et préservent des espaces de respiration. L'ensemble forme un tissu équilibré entre fonctionnalité, densité et qualité du cadre de vie.

Figure 78 : carte d'environnement urbaine (fait par auteurs)

6 Conclusion

Ce chapitre a permis d'établir les bases urbaines, fonctionnelles et programmatiques du projet d'Établissement Hospitalier Spécialisé en néphrologie. L'analyse urbaine a contribué à comprendre le contexte d'implantation, les potentialités du site ainsi que les contraintes environnementales, fonctionnelles et de mobilité. Cette étude a également permis de justifier le choix du terrain retenu à travers plusieurs critères liés à l'accessibilité, la visibilité, la topographie et la compatibilité avec la vocation sanitaire du projet.

Par ailleurs, la programmation architecturale a permis d'identifier les différents usagers, les fonctions médicales et techniques ainsi que les besoins spatiaux nécessaires au bon fonctionnement de l'établissement. L'organisation des flux, la hiérarchisation des espaces et les relations fonctionnelles ont constitué des éléments essentiels afin d'assurer une prise en charge efficace des patients et un fonctionnement fluide du bâtiment.

Enfin, cette étape a permis de définir les surfaces, les capacités d'accueil, les exigences qualitatives ainsi que les paramètres urbains tels que le CES, le COS et l'emprise au sol. L'ensemble de ces données représente une base fondamentale pour le développement de la conception architecturale et technique du projet dans le chapitre suivant.

Partie pratique

**Chapitre 04 : conception architecturale et
technique**

1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation de la conception architecturale et technique du projet d'un Établissement Hospitalier Spécialisé (EHS) en néphrologie. Il vise à exposer les choix adoptés afin d'assurer une organisation fonctionnelle, une qualité spatiale et une performance technique adaptées aux exigences hospitalières.

Dans un premier temps, les pièces graphiques du projet sont présentées, accompagnées de descriptions permettant de comprendre l'implantation, la distribution des espaces et les principes architecturaux retenus.

Dans un second temps, une description technique est développée, portant sur les systèmes constructifs et les Corps d'État Secondaires (CES), en lien avec les besoins spécifiques du projet.

Par la suite, le chapitre traite de l'intégration des systèmes intelligents, à travers différentes stratégies de gestion, notamment la gestion des CES, du confort, de la sécurité et des systèmes de télécommunication.

Enfin, l'ensemble de ces éléments est articulé afin d'assurer la cohérence globale du projet et de garantir son efficacité fonctionnelle et technique.

2 Zoning fonctionnel

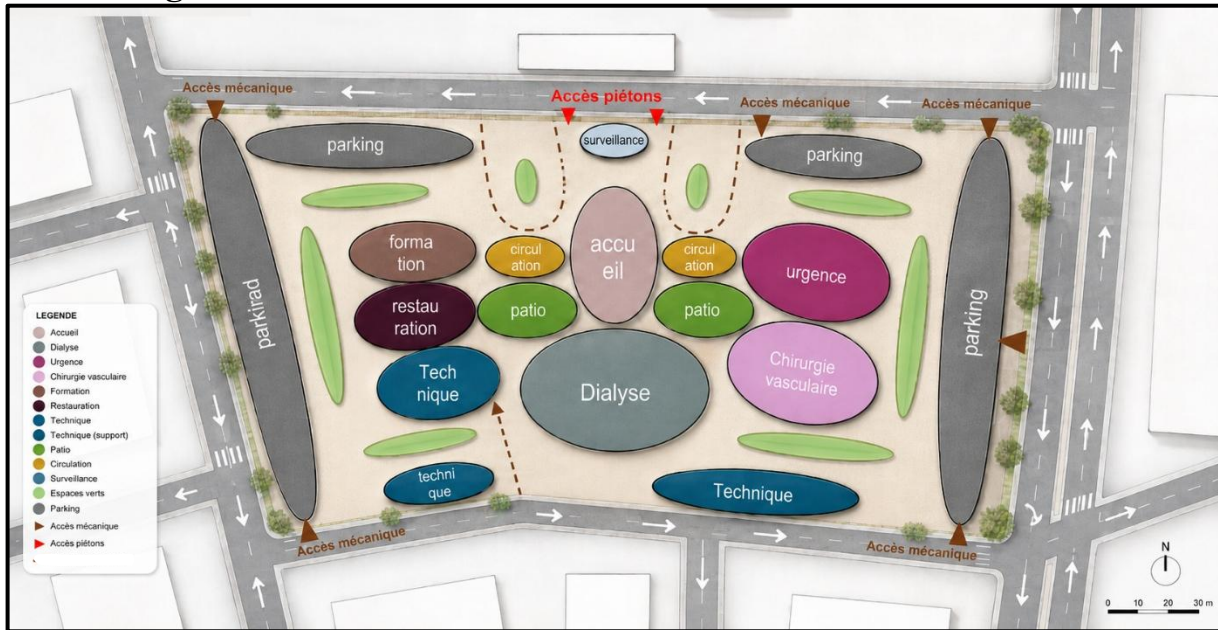


Figure 79 : zoning fonctionnel (fait par auteurs)

Le zoning fonctionnel du projet repose sur une organisation hiérarchisée des espaces selon la nature des activités, leurs relations fonctionnelles et leurs besoins d'accessibilité. Les fonctions nécessitant un contact direct avec l'extérieur sont implantées au rez-de-chaussée afin d'assurer une meilleure gestion des flux et un fonctionnement efficace de l'équipement hospitalier.

Le service des urgences est situé à proximité immédiate des accès principaux et du parking extérieur, ce qui permet une prise en charge rapide des patients et un accès direct des véhicules d'intervention. De même, les espaces de restauration sont orientés vers l'extérieur afin de faciliter l'accessibilité et d'offrir un cadre plus ouvert et confortable aux usagers.

Les locaux techniques sont regroupés près des accès de service afin de faciliter la logistique, la maintenance et l'approvisionnement, tout en évitant toute perturbation des circulations internes du projet.

À l'extérieur, le projet intègre des espaces verts qui participent à l'amélioration de la qualité environnementale et du confort des usagers. Les circulations piétonnes et mécaniques sont clairement séparées afin d'assurer une meilleure fluidité et une sécurité optimale des déplacements.

Enfin, le bloc de dialyse associé à l'accueil constitue le noyau central du projet, assurant une distribution fluide vers les différentes entités hospitalières. Le bloc opératoire vasculaire est implanté à proximité des urgences et du service de dialyse afin de garantir une intervention rapide et une meilleure efficacité fonctionnelle.

3 Genèse de projet

3.1 Etape01 : terrain d'intervention

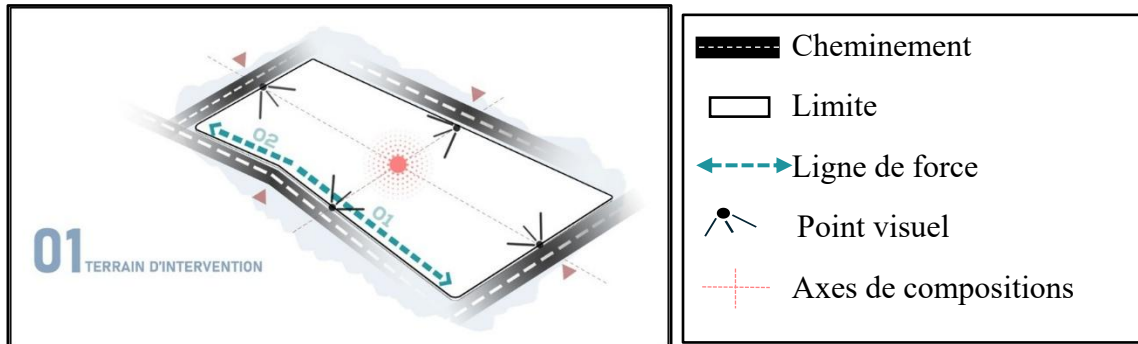


Figure 80 : terrain d'intervention (fait par auteurs)

Le projet débute par l'analyse du terrain et de ses limites. Cette étape montre les cheminements existants, la limite du terrain, et les axes de force qui guideront l'implantation des volumes. Les points visuels identifient les perspectives importantes, tandis que les axes de composition orientent la structuration générale du projet. Cette étape permet de définir la logique d'implantation, la hiérarchie des flux et les orientations visuelles avant toute conception de la forme architecturale

3.2 Etape02 : abstraction et transformation de la forme

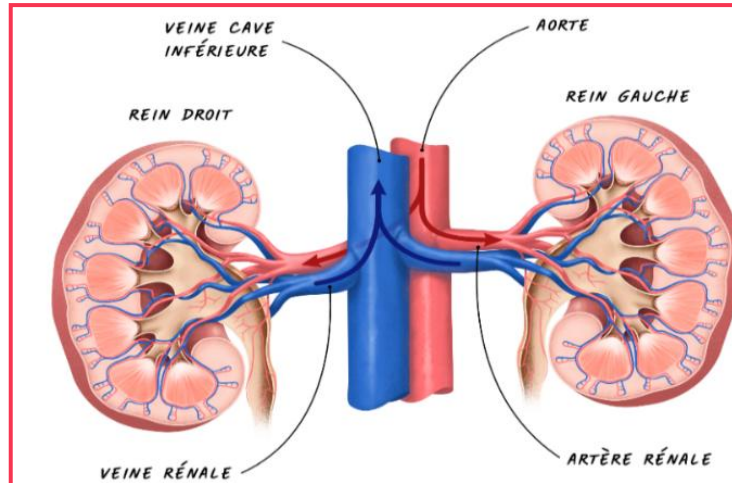


Figure 81 : Concept formel inspiré du système rénal

Le projet repose sur une métaphore architecturale inspirée du système urinaire humain. Les reins, organes essentiels de filtration et de régulation, constituent le point de départ conceptuel du projet. Cette métaphore ne se limite pas à une reproduction formelle, mais traduit un principe de fonctionnement basé sur les flux, la connexion et l'équilibre entre les différentes entités spatiales.

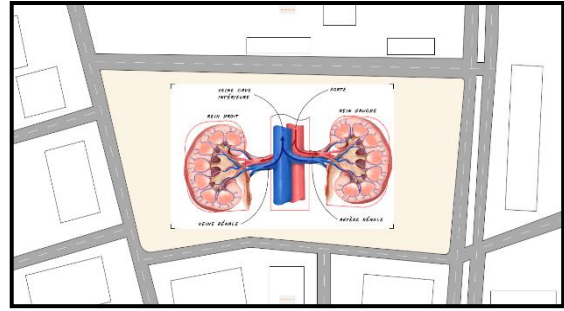
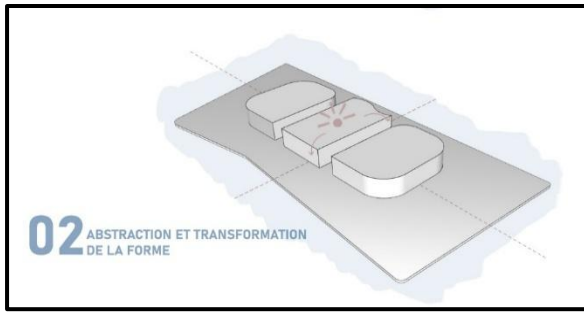


Figure 82 : abstraction et transformation de la forme en 2D et 3D (fait par auteurs)

La forme organique initiale est transformée en une géométrie architecturale simplifiée afin d'assurer une meilleure adaptabilité fonctionnelle et constructive.

Cette étape permet de conserver l'idée conceptuelle tout en rationalisant l'écriture volumétrique du projet.

3.3 Etape03 : adaptation au site et organisation spatiale

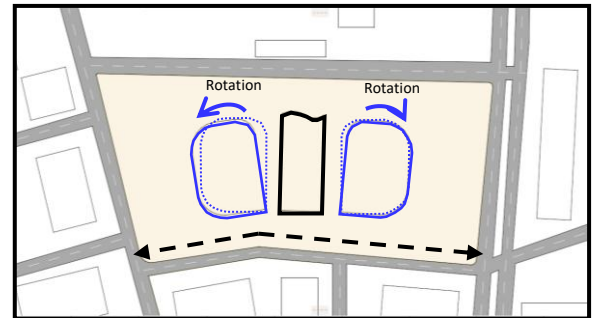
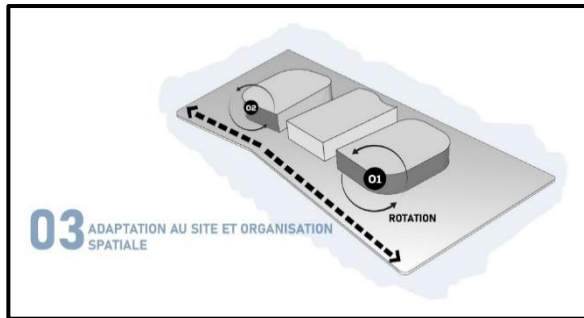


Figure 83 : adaptation au site et organisation spatiale en 2D et 3D (fait par auteurs)

Une rotation des volumes est appliquée afin d'aligner les deux entités principales avec les lignes de force du terrain.

Cette intervention permet d'assurer une implantation plus cohérente avec la géométrie du site tout en renforçant l'équilibre et la dynamique de la composition architecturale.

3.4 Etape 04 : articulation et connexion des entités

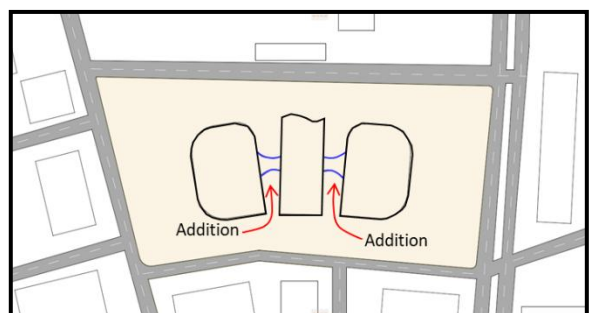
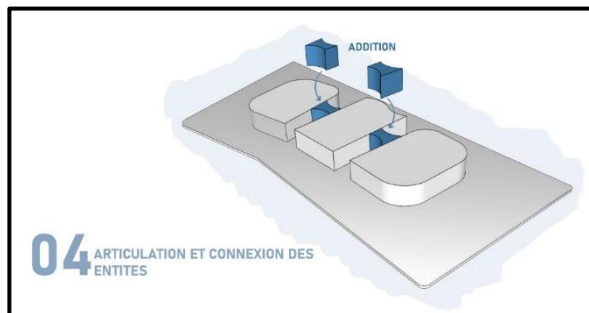


Figure 84 : articulation et connexion des entités en 2D et 3D (fait par auteurs)

L'ajout des volumes intermédiaires s'inspire des connexions organiques des veines et des artères issues de la référence anatomique initiale.

Ces éléments assurent une articulation fluide entre les différentes masses bâties tout en renforçant la continuité formelle et la dynamique de la composition architecturale

3.5 Etape05 : création des patios

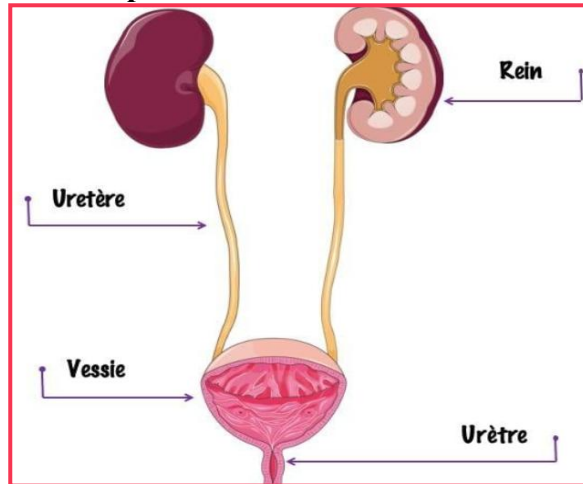


Figure 85 : Concept organisationnel des patios inspiré du système urinaire

L'organisation interne du projet s'inspire du système urinaire dans sa globalité.

Les patios sont conçus comme des éléments structurants : les deux patios latéraux représentent les reins, tandis que le patio central évoque la vessie.

Les circulations qui relient ces espaces s'inspirent des uretères, assurant la continuité et la fluidité des flux à travers le projet.

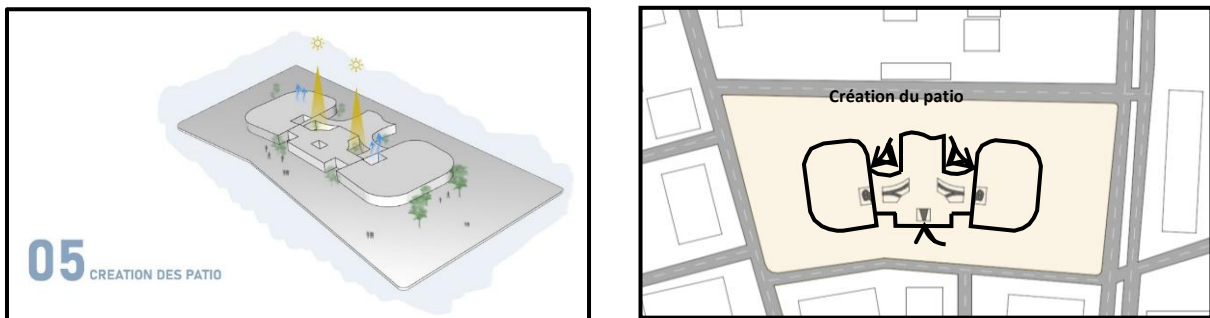


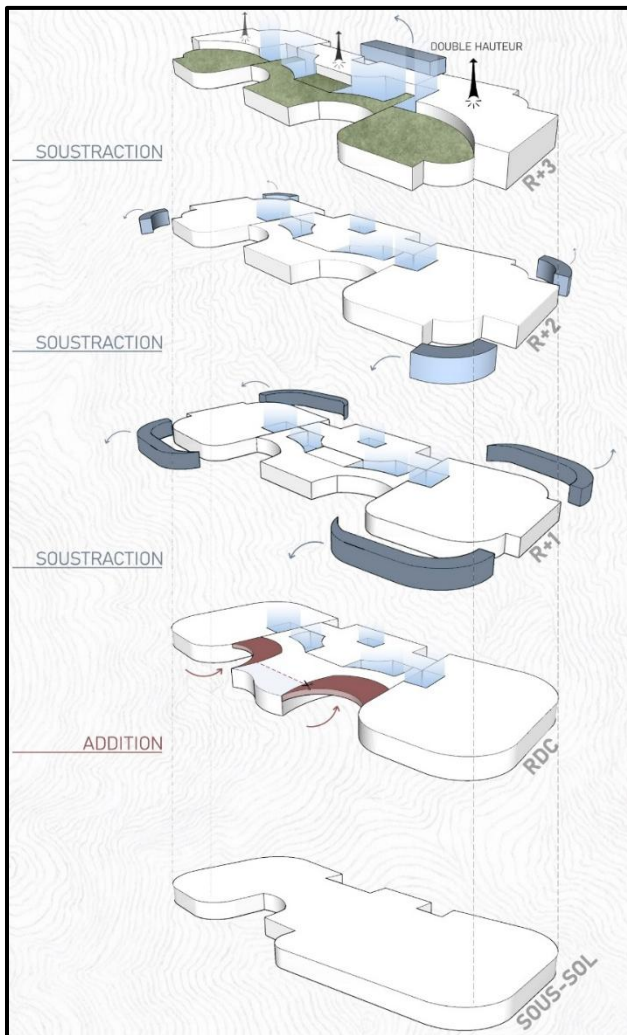
Figure 86 : création des patios en 2D et 3D (fait par auteurs)

Cette logique a été traduite architecturalement par l'intégration de patios structurants au cœur du projet.

Les entités latérales accueillent les patios principaux, tandis que l'espace central joue un rôle de distribution.

Les liaisons entre ces éléments assurent une organisation fluide et cohérente des circulations.

3.6 Etape 04 : volume et gabarit



Le traitement du volume et du gabarit repose sur un travail de soustraction volumétrique appliqué aux différents niveaux du projet.

Certaines parties des étages sont retirées afin de créer des terrasses accessibles permettant d'alléger la masse bâtie et de renforcer la qualité spatiale de l'enveloppe architecturale.

Cette fragmentation progressive du volume permet également de générer une composition plus dynamique et plus légère, tout en évitant l'effet de masse compacte.

Le jeu des retraits et des décrochés volumétriques contribue ainsi à améliorer la perception architecturale du projet

Figure 87 : les étapes de la volumétrie et gabarit (fait par auteurs)

3.6.1 Répartition fonctionnelle

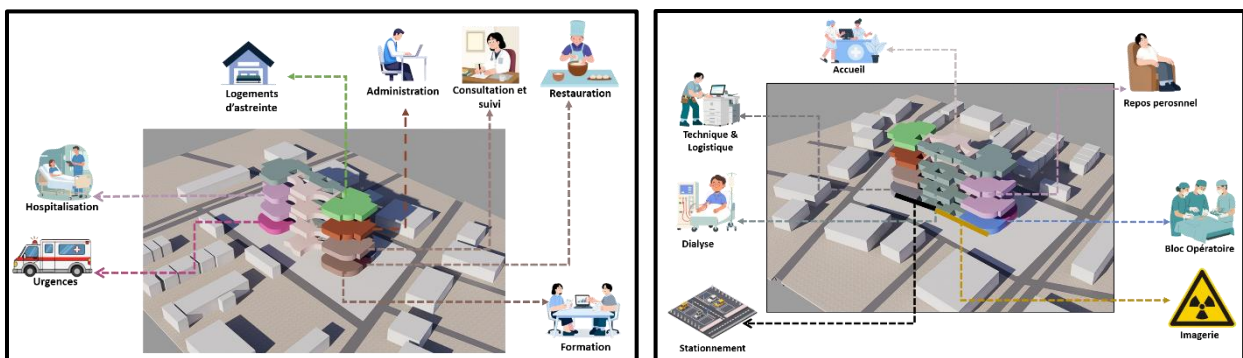


Figure 88 : schéma de la répartition de fonctionnelle (fait par auteurs)

4 Description architecturale du projet

4.1 Plan de masse

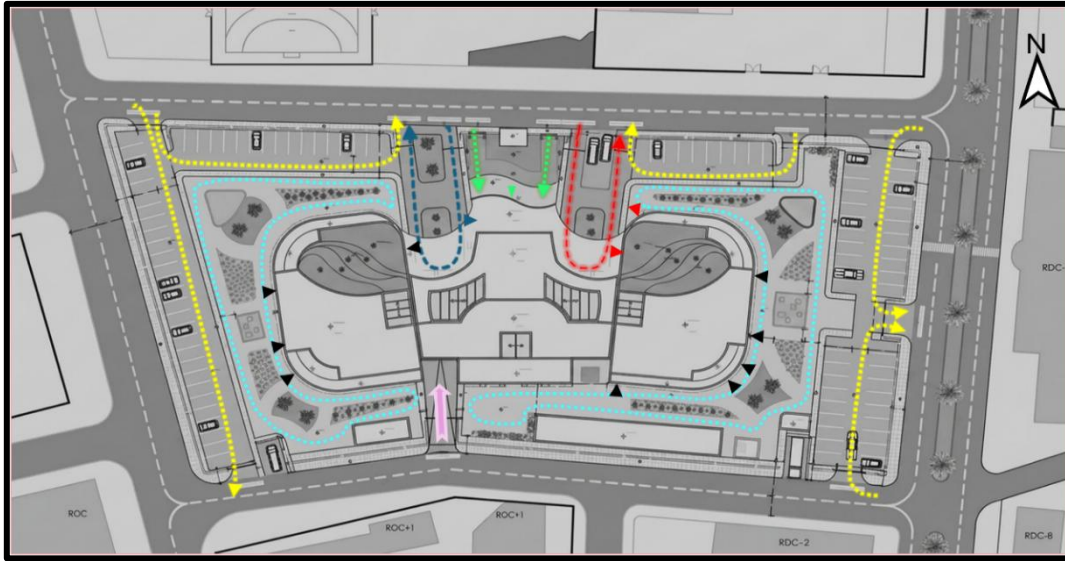


Figure 89 : photo du plan de masse (fait par auteurs)

←..... Accès mécanique dépose minute	←- - accès mécanique (ambulance)	←..... accès piétons
←..... Accès parking	←..... accès parking sous-sol	 circulation piétonne
▲ Accès principal du bâtiment	▲ accès du bâtiment (dépose minute)	▲ accès d'urgence
		▲ accès personnel/secours

Nous avons organisé le plan de masse autour d'un bâtiment implanté au centre de la parcelle, sous forme de deux ailes principales reliées par un volume central. Cette implantation nous permet de dégager des espaces extérieurs destinés aux circulations, aux accès et aux aménagements paysagers.

Nous avons disposé les stationnements extérieurs en périphérie du terrain, principalement au nord, à l'est et à l'ouest. Ces stationnements sont réservés aux malades, aux visiteurs et aux accompagnateurs, tandis que le personnel dispose d'un parking en sous-sol. Cette organisation facilite l'accès au projet depuis les voies environnantes tout en gardant l'espace central dégagé.

Nous avons intégré les espaces verts le long des cheminements piétons et aux abords du bâtiment. Ils permettent d'améliorer le cadre extérieur du projet et d'assurer une transition agréable entre les parkings, les circulations et les entrées.

Nous avons réparti les accès mécaniques selon leur fonction : accès parking, dépose-minute et accès ambulance. Ces accès sont séparés des parcours piétons afin d'assurer une circulation plus fluide et sécurisée.

Enfin, nous avons prévu des accès piétons qui assurent la liaison entre les stationnements, les espaces extérieurs et les différentes entrées du bâtiment. Ces entrées sont hiérarchisées entre accès principal, accès de dépose-minute, accès d'urgence et accès personnel/secours, ce qui

permet une lecture claire et fonctionnelle du projet.

4.2 Plan RDC aménager



Figure 90 : Organisation fonctionnelle du rez-de-chaussée aménagé (fait par auteurs)

■ L'urgence.	■ B opératoire vasculaire.	■ Accueil	■ Dialyse.	■ Formation
■ Restauration.	■ Technique & logistique.	■ Patios.	■ Circulation verticale	

Nous avons placé l'accès principal du rez-de-chaussée sur l'axe central du bâtiment. Dès l'entrée, le visiteur arrive directement dans un hall d'accueil, qui constitue le principal point de repère et d'orientation. En face, nous avons prévu la réception afin d'assurer le contrôle des arrivées et la distribution des flux vers les différents pôles. Dans la continuité du hall, nous avons intégré le noyau de circulation verticale, composé d'escaliers et d'ascenseurs, pour assurer la liaison avec les autres niveaux.

À partir de ce noyau central, nous avons organisé le plan selon trois directions principales. En profondeur, nous avons placé le pôle de dialyse, accompagné de ses espaces de support : poste infirmier, bureau médecin, sanitaires, stockage médical, local linge et espaces liés à la distribution des repas. Cette position permet un accès clair depuis l'accueil tout en gardant une relation directe avec les espaces de soins.

À gauche de l'entrée, nous avons regroupé les fonctions d'accompagnement, de formation et de service. Cette aile comprend les espaces pédagogiques, tels que la salle de cours, la salle de réunion, l'amphithéâtre, la salle de simulation et la bibliothèque. Nous y avons également intégré les espaces de restauration et de logistique alimentaire : réfectoire, cuisine, préparation des repas, réserves, chambres froides et zone vaisselle, ainsi que certains locaux techniques et de maintenance.

À droite de l'entrée, nous avons concentré les fonctions médicales sensibles, notamment le pôle des urgences. Celui-ci comprend l'attente, le tri infirmier, les urgences vitales et non vitales, l'UHCD, le poste infirmier, le bureau médecin, les sanitaires et les espaces du personnel. Sa

proximité avec le bloc opératoire facilite le transfert rapide des patients nécessitant une intervention.

Le bloc opératoire est organisé selon une logique de contrôle strict des flux. Il regroupe la préparation du malade, la salle de transfert, le bloc opératoire, la SSPI, l'arsenal stérile, la pré désinfection, les vestiaires chirurgicaux et les bureaux médicaux. Les circulations propres, stériles et sales sont séparées afin d'assurer une bonne maîtrise des circuits du patient, du personnel, du matériel et des déchets.

Enfin, les flux logistiques sont placés en périphérie et reliés aux ascenseurs de service. Ils assurent la gestion du linge, des déchets, du matériel médical, des repas et des locaux techniques sans perturber les parcours des patients et des visiteurs. Ainsi, le RDC s'organise autour d'un hall central distributeur, avec un pôle de dialyse en profondeur, une aile gauche dédiée aux fonctions de support et de formation, et une aile droite réservée aux urgences et au bloc opératoire.

4.3 Description spatiale

4.3.1 Sous-sol

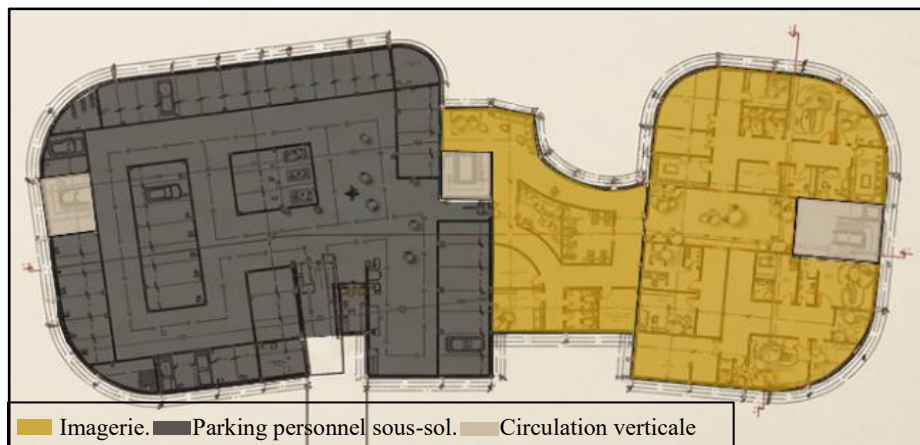


Figure 91 : organisation spatiale du sous-sol (fait par auteurs)

Le sous-sol s'organise principalement autour de deux fonctions : le parking en sous-sol et le pôle d'imagerie médicale et médecine nucléaire, reliés par des circulations centrales et des noyaux verticaux.

À gauche du plan, on retrouve le parking du personnel, accessible par l'accès mécanique prévu depuis l'extérieur. Les places de stationnement sont organisées autour d'une circulation interne fluide, permettant l'entrée, la manœuvre et la sortie des véhicules. Cette zone comprend aussi des espaces de service liés au parking, comme le stockage des brancards et chariots ainsi que le local de ménage.

Au centre, le sous-sol est relié aux autres niveaux par des escaliers et ascenseurs, qui assurent la continuité avec le rez-de-chaussée. Cette partie joue un rôle de transition entre la zone de stationnement et les espaces médicaux. On y trouve également des locaux d'appui comme la salle de repos, le bureau du chef de service, le serveur informatique PACS, les sanitaires et certains locaux techniques.

À droite du plan se développe le pôle d'imagerie médicale, regroupant plusieurs salles spécialisées : radiologie, scanner, IRM, échographie, DMO et gamma caméra. Ces espaces sont accompagnés de salles de commande, de salles de préparation et de locaux techniques nécessaires au fonctionnement des équipements.

La partie médecine nucléaire comprend aussi des espaces spécifiques tels que la salle d'attente avant et après injection, la salle d'injection, la radiopharmacie / Hot lab, le stockage des isotopes et le local des déchets radioactifs. Cette organisation permet de séparer les zones d'attente, de préparation, d'examen et les locaux sensibles.

Ainsi, le sous-sol est organisé de manière fonctionnelle : une aile gauche réservée au stationnement du personnel, une zone centrale de liaison et de services, et une aile droite dédiée aux examens d'imagerie et aux activités médicales spécialisées.

4.3.2 1^{er} étage



Figure 92 : organisation spatiale de plan 1^{er} étage (fait par auteurs)

Au niveau du premier étage, nous avons organisé le plan autour des noyaux de circulation verticale, qui assurent la liaison avec les autres niveaux et facilitent la distribution vers les différents blocs du projet.

Dans le bloc gauche, nous avons intégré les espaces de consultation et d'accompagnement médical. Cette partie regroupe l'accueil et l'attente, les salles de consultation, la pharmacie, le laboratoire, l'éducation thérapeutique, ainsi que les bureaux du psychologue, du diététicien et

de l'assistant social. On y trouve aussi les archives, le local matériel médical et le local ménage. Ce bloc permet d'assurer le suivi des patients dans une zone claire et accessible.

Dans la partie centrale, nous avons gardé les circulations principales et les espaces de liaison. Cette zone permet de distribuer les flux entre les deux ailes du bâtiment, tout en assurant une relation directe avec les escaliers, les ascenseurs et les espaces de service. Nous avons également intégré le bloc de dialyse, organisé de manière similaire à celui du RDC, avec l'espace de dialyse, le poste infirmier, le bureau médecin, la station d'osmose, les sanitaires, les vestiaires et les locaux de support.

Dans le bloc droit, nous avons regroupé la partie liée à l'hospitalisation et aux soins. Elle comprend les chambres doubles, la salle de soin, les sanitaires, le stockage médical, le stockage du linge propre, ainsi que le local de ménage et déchets. Cette organisation permet de rapprocher les chambres des espaces nécessaires à la prise en charge des patients.

4.3.3 2eme étage



Figure 93 : organisation spatiale de plan de 2eme étage (fait par auteurs)

Au niveau du deuxième étage, nous avons gardé le même principe d'organisation que les autres niveaux : une distribution à partir des noyaux de circulation verticale, avec une lecture claire par blocs fonctionnels.

Dans le bloc gauche, nous avons intégré la partie administrative. Elle regroupe les bureaux de direction, le bureau adjoint, le secrétariat, l'admission, la comptabilité, les ressources humaines, les moyens généraux, le bureau informatique technique, le standard téléphonique, la reprographie, la salle d'archive et la salle de réunion. Ce choix permet de séparer les fonctions administratives des espaces de soins.

Dans la partie centrale, nous avons gardé les circulations principales et les espaces de liaison entre les deux ailes du bâtiment. On retrouve aussi un bloc de dialyse, organisé dans la même logique que celui du RDC, avec l'espace de dialyse, la station d'osmose, le poste infirmier, le

bureau médecin, les sanitaires, les vestiaires, le stockage médical, le local linge et les salles de distribution des repas.

Dans le bloc droit, nous avons placé la partie hospitalisation, composée principalement de chambres simples avec sanitaires. Ce bloc comprend aussi la salle de soin, le bureau infirmier, le bureau médecin, le local de ménage et déchets, ainsi qu'un petit bloc dédié au repos personnel

4.3.4 3ème étage

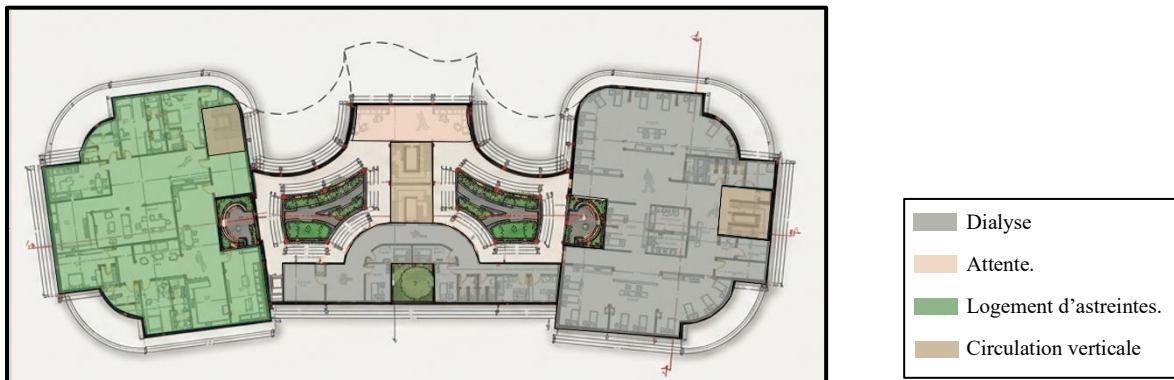


Figure 94 : organisation spatiale de plan de 3ème étage (fait par auteurs)

Au niveau du troisième étage, nous avons gardé le même principe d'organisation que les niveaux précédents, avec une distribution à partir des noyaux de circulation verticale. Ces circulations permettent de relier les différents blocs et de garder une lecture claire du plan.

Dans le bloc gauche, nous avons intégré des espaces d'hébergement et de repos. Cette partie regroupe les chambres, les salons, les séjours, les cuisines, la salle à manger et les sanitaires. Nous avons placé ces espaces dans une zone plus calme et séparée des fonctions médicales principales.

Dans la partie centrale, nous avons gardé les espaces de liaison entre les deux ailes du bâtiment, avec les escaliers, les ascenseurs et les circulations principales. Cette zone assure aussi la connexion avec le bloc de dialyse, tout en gardant une organisation similaire aux autres niveaux.

Dans le bloc droit, nous avons regroupé le pôle de dialyse. Il comprend les grands espaces de dialyse, la réception, les chambres isolées de dialyse, le poste infirmier, le bureau médecin, la station d'osmose, les sanitaires, les vestiaires et les locaux de support. Cette organisation permet de regrouper les soins et les espaces techniques dans un même secteur.

4.4 Description de la volumétrie

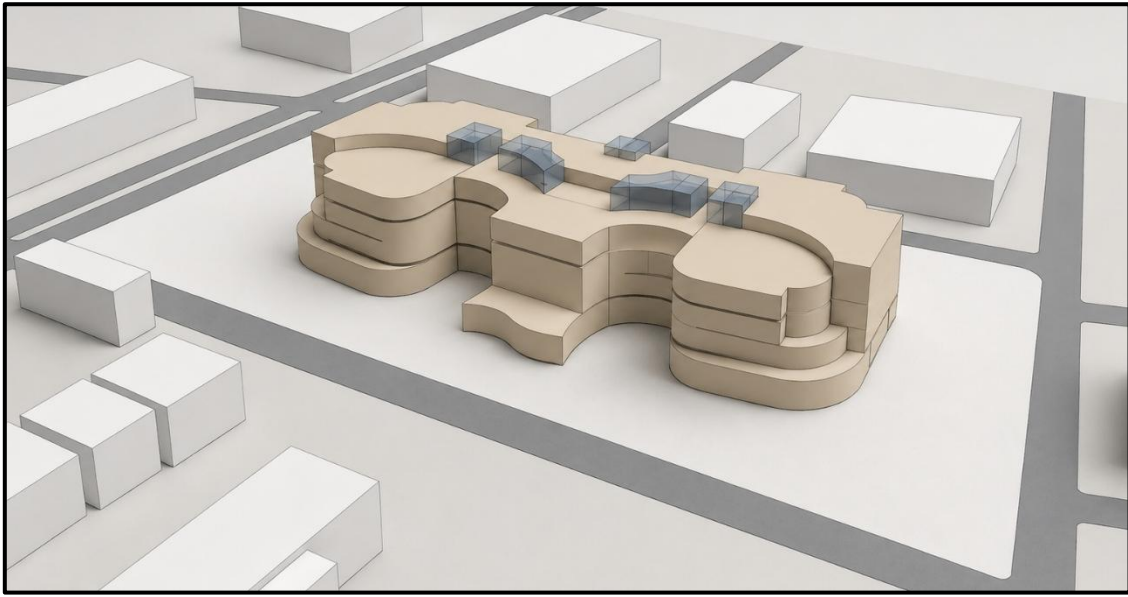


Figure 95 : Volumétrie générale du projet (fait par auteurs)

La volumétrie de notre projet repose sur une composition fluide et dynamique inspirée de la morphologie organique des reins et de la circulation sanguine rénale. L'écriture architecturale adoptée privilégie des formes courbes et continues permettant de créer une identité visuelle forte et cohérente avec la thématique médicale du projet.

La composition générale s'organise autour d'un volume central structurant accompagné de deux volumes latéraux, créant ainsi une articulation équilibrée entre les différentes masses bâties. Cette organisation volumétrique permet de générer une lecture claire du projet tout en renforçant la continuité architecturale entre les différents blocs.

Les retraits et les décalages volumétriques réalisés dans les étages supérieurs permettent d'alléger la masse bâtie et de créer une gradation progressive des volumes. Cette décomposition volumétrique génère également des terrasses et renforce la dynamique générale de la composition architecturale.

Les patios intégrés au projet jouent un rôle important dans la structuration volumétrique en créant des vides permettant d'améliorer l'éclairage naturel, la ventilation ainsi que la relation entre intérieur et extérieur. Ces percements contribuent également à alléger la perception du volume et à enrichir la qualité spatiale du projet.

Enfin, le traitement des hauteurs, les variations de volumes ainsi que les jeux de retraits permettent de créer une composition architecturale contemporaine, équilibrée et expressive, offrant une lecture plus légère et plus dynamique de l'ensemble bâti.

4.5 Description de façade

4.5.1 Genèse de façade

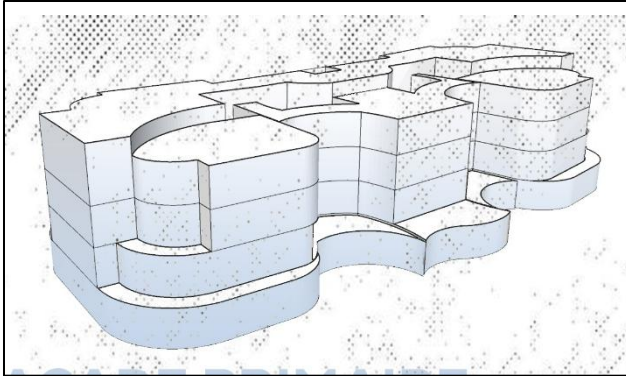


Figure 96 : 1er étape façade primaire (fait par auteurs)

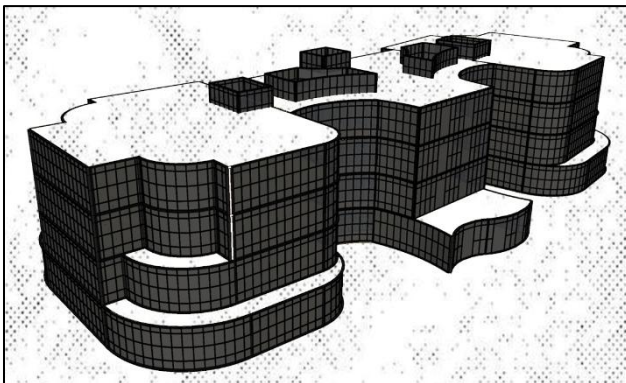


Figure 97 : 2eme étape vitrage (fait par auteurs)

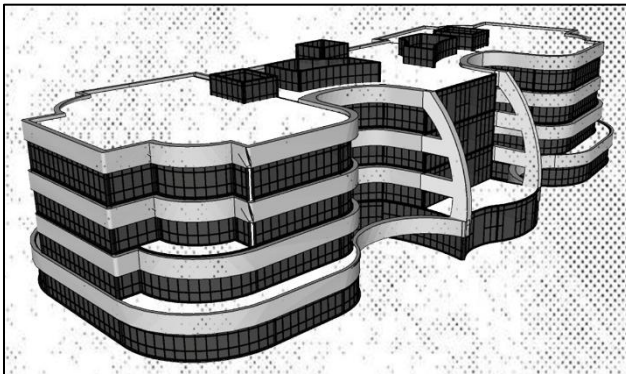


Figure 98 : 3^{eme} étape les éléments architecturaux (fait par auteurs)

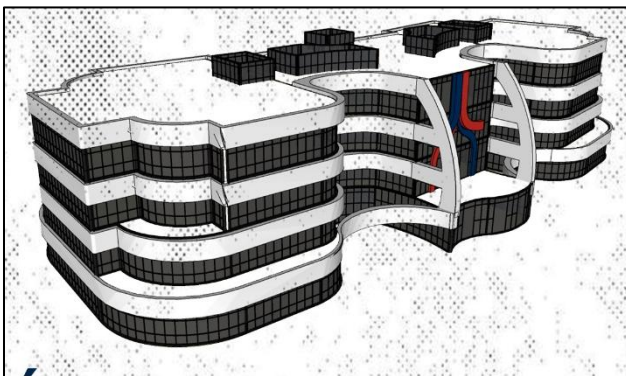


Figure 99 : 4eme étape métaphore d'élément centrale (fait par auteurs)

La façade primaire constitue la base compositionnelle de l'enveloppe du projet. Elle traduit l'organisation structurale et fonctionnelle du bâtiment à travers une trame simple assurant cohérence architecturale et lisibilité des espaces intérieurs.

L'intégration des surfaces vitrées vise à renforcer l'apport en lumière naturelle tout en améliorant la relation visuelle entre l'intérieur et l'extérieur.

Le traitement du vitrage participe également à la qualité environnementale et au confort des usagers.

L'ajout des éléments architecturaux permet de structurer la façade et de renforcer son identité visuelle.

Ces dispositifs assurent également un rôle fonctionnel à travers la protection solaire, le filtrage lumineux et l'amélioration des performances environnementales de l'enveloppe.

L'élément central de la façade principale est un dispositif vertical inspiré des veines et artères, en rouge et bleu, évoquant le système rénal. Il marque l'entrée principale, guide la lecture du bâtiment et affirme l'identité du projet dédié à la néphrologie.

4.5.2 Analyse des façades

Type de vitrage Façade nord

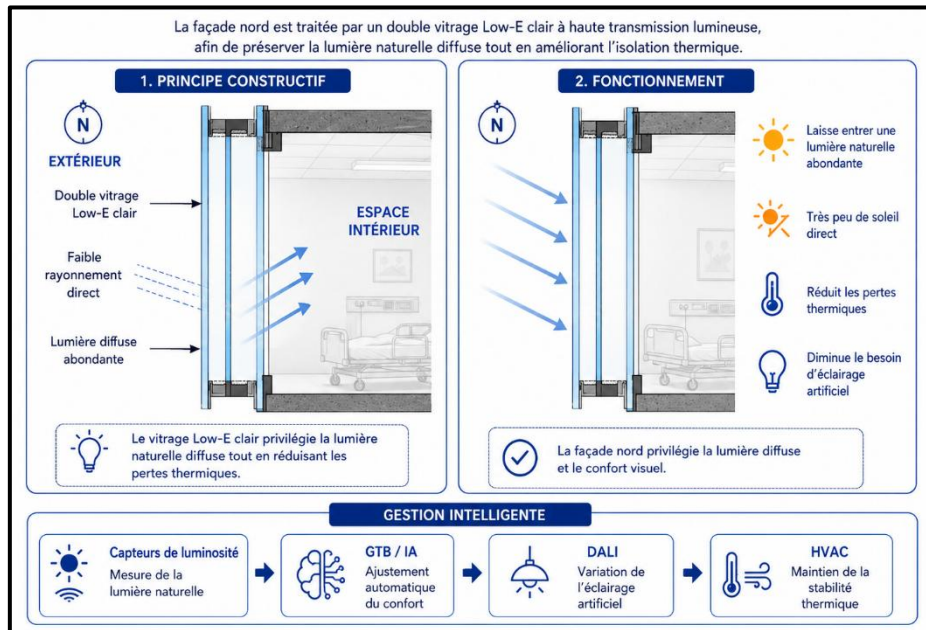


Figure 100 : type de vitrage Façade nord

Façade Nord — Double vitrage Low-E clair

La façade nord est traitée par un double vitrage Low-E clair à haute transmission lumineuse. Cette orientation reçoit très peu de rayonnement solaire direct ; l'objectif principal est donc de valoriser la lumière naturelle diffuse tout en assurant une bonne isolation thermique.

Ce vitrage permet de faire entrer une lumière douce et abondante dans les espaces intérieurs, sans provoquer une surchauffe importante. Il réduit également les pertes thermiques, améliore le confort visuel et diminue le besoin d'éclairage artificiel pendant la journée. La gestion intelligente, à travers les capteurs de luminosité, le système DALI et le HVAC, permet d'adapter automatiquement l'éclairage et le confort thermique selon les besoins réels.



Figure 101 : façade nord

Type de vitrage Façade Est

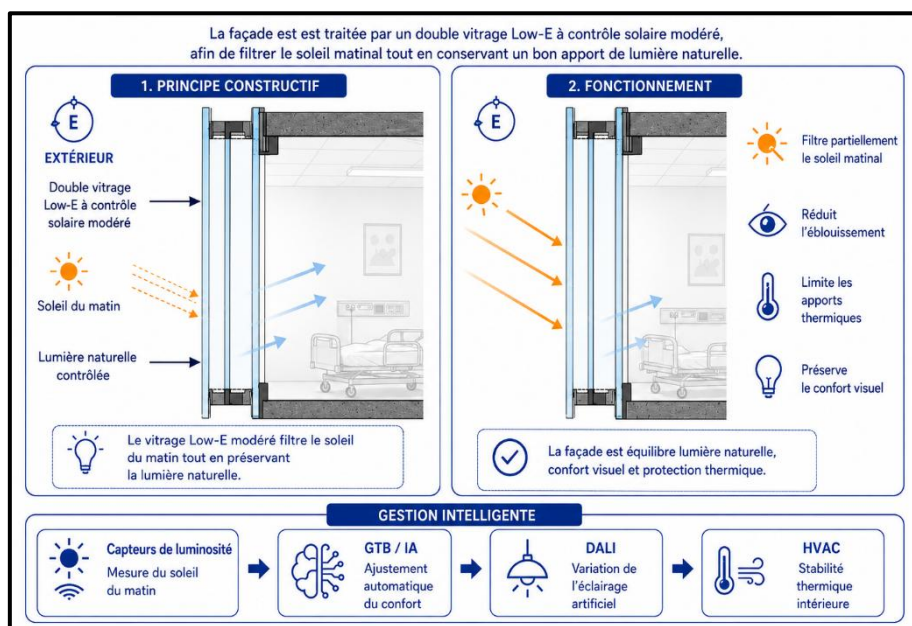


Figure 103 : type de vitrage Façade Est

Façade Est — Double vitrage Low-E à contrôle solaire modéré

La façade est est traitée par un double vitrage Low-E à contrôle solaire modéré. Cette façade reçoit principalement le soleil du matin, qui est moins agressif que celui de l'après-midi, mais qui peut provoquer un éblouissement dans certains espaces. Le vitrage permet de filtrer partiellement le rayonnement solaire matinal tout en conservant un bon apport de lumière naturelle. Il limite les apports thermiques, réduit l'éblouissement et préserve le confort visuel des usagers. Associé aux capteurs de luminosité, à la GTB/IA, au système DALI et au HVAC, il permet une régulation automatique de l'éclairage artificiel et de la stabilité thermique intérieure.



Figure 102 : façade Est

Type de vitrage façade ouest et sud

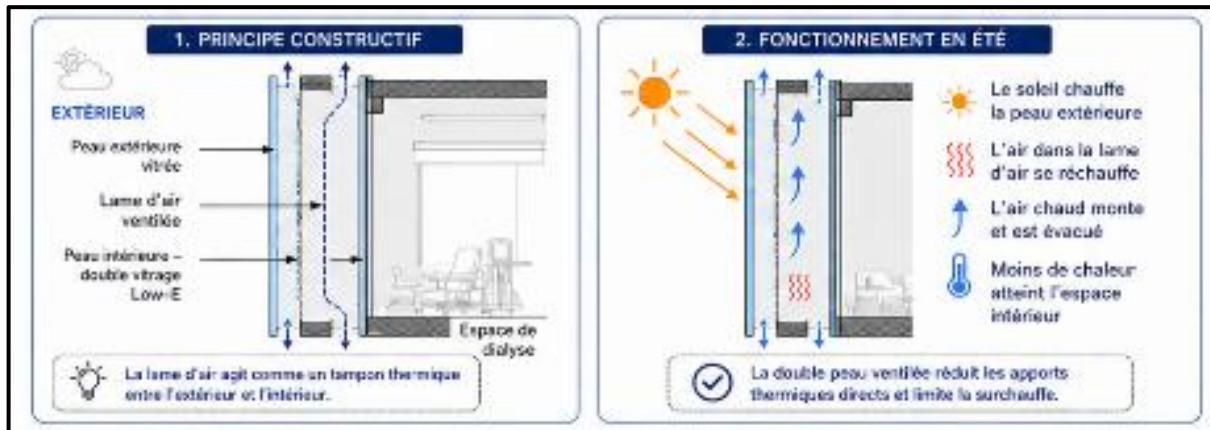


Figure 104 : schéma de principe de constructif



Figure 105 : façade sud



Figure 106 : façade ouest

Pour les **façades sud et ouest**, le même principe de vitrage est adopté, car ce sont les orientations les plus exposées au rayonnement solaire et aux risques de surchauffe. Ces façades sont traitées par un **double vitrage ventilé à contrôle solaire**, composé d'un vitrage extérieur, d'une lame d'air ventilée et d'un vitrage intérieur Low-E. La lame d'air joue le rôle de **tampon thermique** : en été, elle permet d'évacuer l'air chaud accumulé avant qu'il n'atteigne l'espace intérieur, tandis qu'en hiver elle peut conserver temporairement une partie des apports solaires. Ce système est complété par les **bandeaux blancs horizontaux**, qui agissent comme des **casquettes solaires passives** en créant de l'ombre sur les vitrages. Des **stores motorisés automatiques**, pilotés par des capteurs de luminosité et de température reliés à la GTB/IA, renforcent la protection lorsque l'ensoleillement devient important. Ainsi, les façades sud et ouest combinent transparence, protection solaire, confort visuel et réduction de la charge du système HVAC.

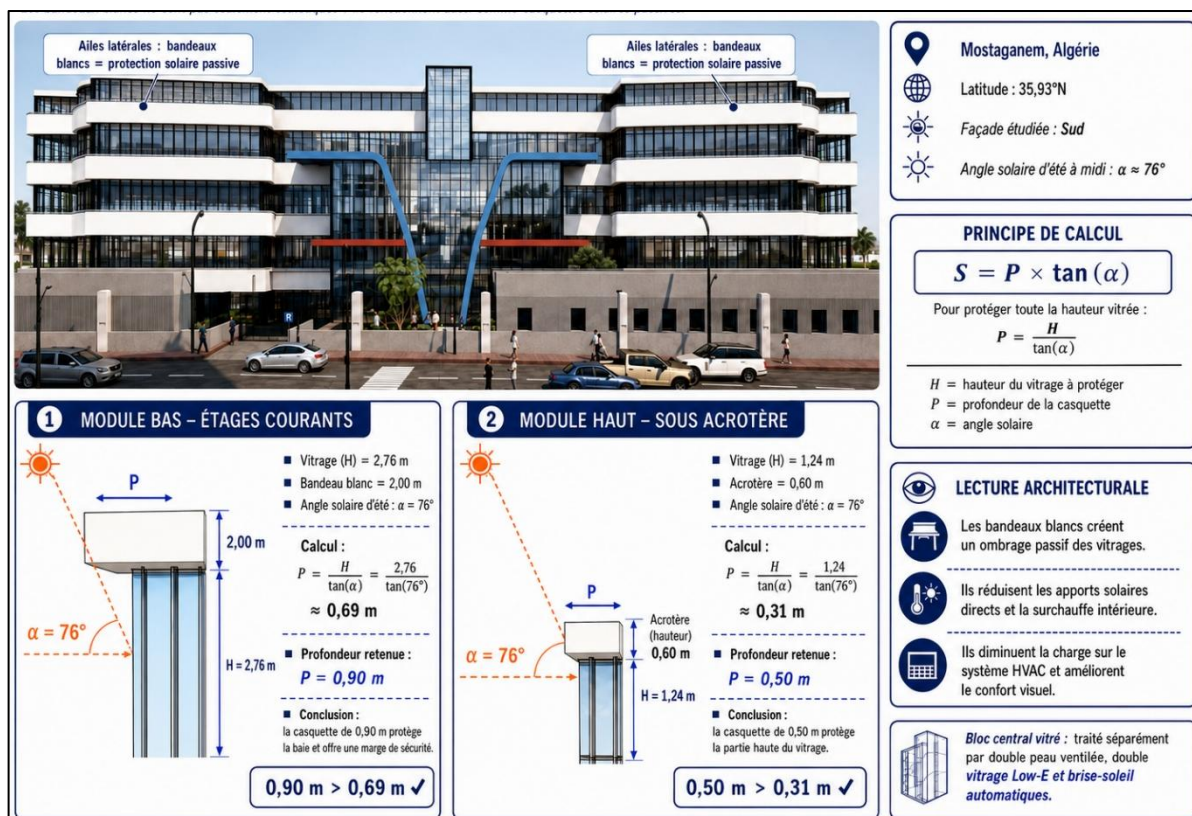


Figure 107 : justification solaire des bandeaux blanc

Les **bandeaux blancs horizontaux** sont dimensionnés comme des **casquettes solaires passives**. Leur rôle est de bloquer le rayonnement solaire direct avant qu'il ne touche le vitrage. Pour vérifier leur efficacité, on compare la **hauteur du vitrage à protéger** avec la **profondeur nécessaire de la casquette**, en fonction de l'**angle solaire d'été à Mostaganem**.

Le principe est simple : plus le vitrage est haut, plus la casquette doit être profonde. Le calcul permet donc de déterminer la profondeur minimale capable de projeter une ombre suffisante sur la baie vitrée. Dans le projet, la profondeur retenue est volontairement supérieure à la valeur minimale calculée, afin d'assurer une marge de protection.

Ainsi, pour les étages courants, le bandeau blanc de grande hauteur est associé à une casquette de **0,90 m**, suffisante pour protéger le vitrage principal. Pour la partie haute sous acrotère, le vitrage étant plus bas, une profondeur de **0,50 m** suffit. Cette différence montre que les dimensions ne sont pas choisies au hasard, mais adaptées à la hauteur réelle du vitrage.

Ces bandeaux permettent donc de réduire l'ensoleillement direct, limiter la surchauffe intérieure, diminuer l'éblouissement et alléger la charge du système HVAC, tout en conservant l'expression architecturale de la façade.

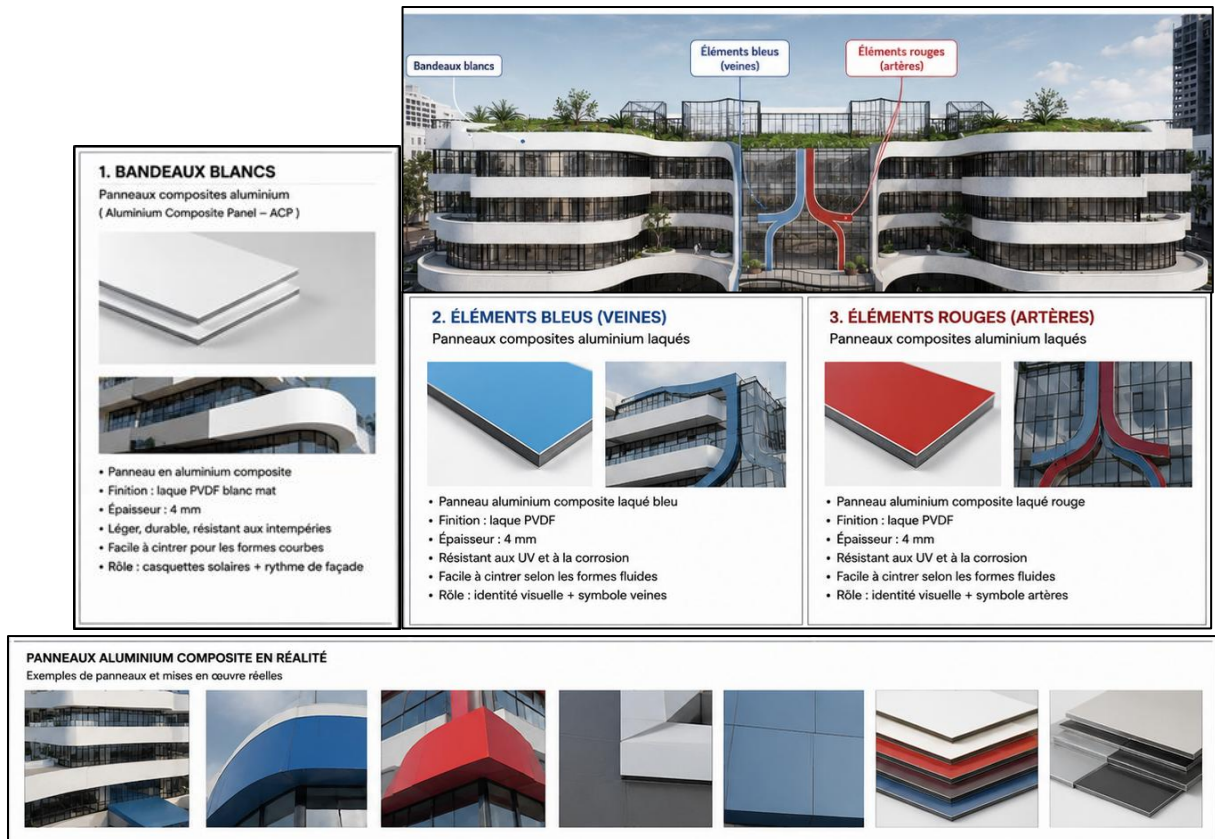


Figure 108 : les matériaux utilisés dans la façade

Les bandeaux blancs ainsi que les éléments colorés bleu et rouge sont réalisés en panneaux composites aluminium, appelés ACP. Ce matériau est constitué de fines feuilles d'aluminium associées à un noyau central, formant un panneau léger, résistant et durable. Il est utilisé comme habillage extérieur de façade et non comme élément porteur.

Les panneaux ACP sont fixés sur une ossature métallique secondaire, elle-même ancrée à la structure principale du bâtiment. Leur faible épaisseur, généralement autour de 4 mm, correspond à la peau de finition visible. Cette solution permet d'obtenir une façade légère, résistante aux intempéries, facile à entretenir et adaptée aux formes courbes du projet.

Les bandeaux blancs en ACP participent à la composition architecturale de la façade tout en jouant le rôle de casquettes solaires passives. Les éléments bleus et rouges, également réalisés en ACP laqué, symbolisent les veines et les artères, renforçant l'identité médicale du projet. Ainsi, ce matériau assure à la fois une fonction esthétique, symbolique, technique et bioclimatique.

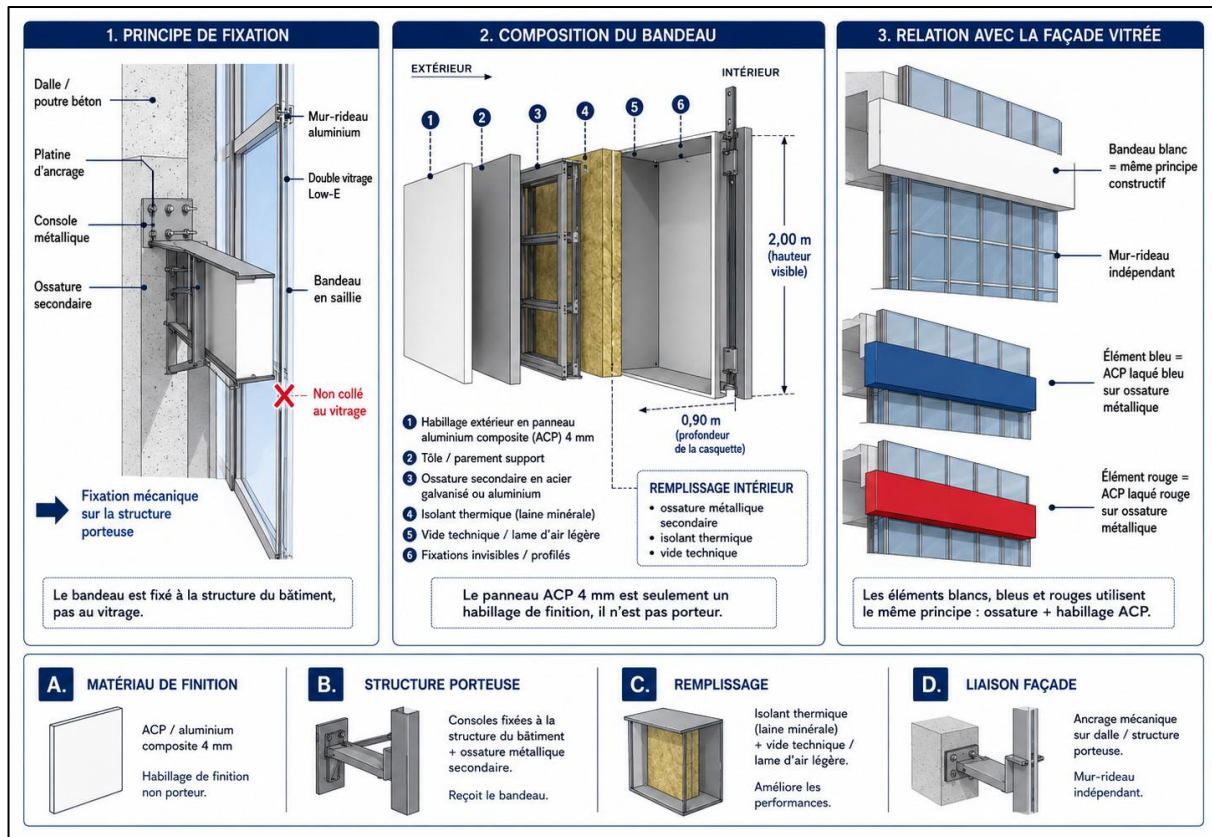


Figure 109 : Schéma Explicatif sur la fixation du bandeau sur le mur-rideau

Les bandeaux de façade sont conçus comme des **éléments indépendants du mur-rideau vitré**. Ils ne sont pas collés sur le vitrage et ne sont pas portés par lui. Le mur-rideau possède sa propre structure en aluminium, composée de montants et de traverses qui supportent les vitrages.

Le bandeau, lui, est fixé à la **structure porteuse du bâtiment**, au niveau des dalles. La fixation se fait par des **platines d'ancrage** et des **consoles métalliques**, qui reprennent le poids du bandeau et sa sortie en façade. Sur ces consoles vient se fixer une **ossature secondaire métallique**, qui sert de support aux panneaux de finition.

Le remplissage du bandeau est léger. Il est composé d'une ossature métallique, d'un isolant thermique comme la laine minérale, d'un vide technique, puis d'un habillage extérieur en **panneaux composites aluminium ACP de 4 mm**. Ce panneau ACP est seulement la peau visible du bandeau : il donne la couleur blanche, bleue ou rouge, mais il n'est pas l'élément porteur.

Traitement renforcer de la façade sud



Figure 110 : brise soleil horizontal automatique intelligente (façade SUD)

Les **brise-soleil horizontaux automatiques** sont prévus sur la **façade sud du bloc central vitré**, car cette zone reçoit un rayonnement solaire important et présente un risque de surchauffe et d'éblouissement.

Le système est intégré dans une **bande horizontale fermée** au niveau de la façade. Lorsque l'ensoleillement est faible ou absent, les lames restent rétractées et invisibles, ce qui permet de conserver l'aspect vitré et léger du bâtiment. Lorsque les capteurs solaires détectent un fort rayonnement, la GTB/IA déclenche automatiquement l'ouverture de la bande et le déploiement des lames horizontales.

Ces lames créent alors une protection solaire devant le vitrage. Elles bloquent une partie du soleil direct, réduisent l'éblouissement et limitent les apports thermiques vers l'intérieur. Quand l'intensité solaire diminue, les brise-soleils se rétractent automatiquement dans la bande horizontale.

Ce dispositif permet donc de conserver la transparence architecturale de la façade tout en améliorant le confort thermique et visuel des patients. Il participe aussi à la réduction de la charge du système HVAC, car la chaleur transmise vers l'intérieur est diminuée avant même d'atteindre les espaces de soin.

5 Description technique du projet

5.1 Structure

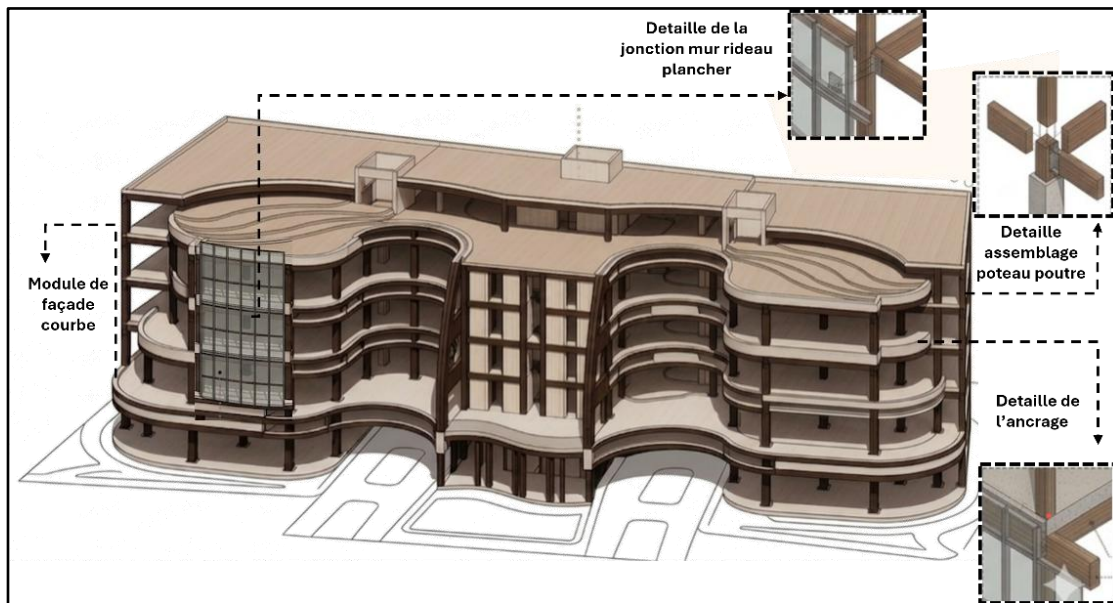


Figure 111 : système structurelle (fait par auteurs)

Notre projet l'EHS néphrologie repose sur une structure poteau poutre adaptée aux équipements hospitaliers intelligents.

- **Système porteur principal** : poteaux-poutres en béton armé

Ce système permet une grande flexibilité des espaces, une adaptation aux besoins fonctionnels des services hospitaliers et une liberté dans l'aménagement intérieur.

- **Fondations** : semelles isolées

Les charges sont reprises ponctuellement par les poteaux et transmises au sol par des semelles isolées adaptées aux charges verticales du bâtiment.

- **Sous-sol** : La présence du sous-sol nécessite un système de stabilité périphérique renforcé :

-voiles en béton armé pour le soutènement des terres

-Semelles filantes pour assurer la continuité et la stabilité des murs périphériques

5.2 Choix des matériaux et finitions adaptés aux fonctions hospitalières

Bloc / Fonction	Revêtement de sol	Revêtement mural	Revêtement de plafond	Peinture	Menuiserie portes/fenêtres
Bloc de dialyse	Sol PVC homogène antistatique et antibactérien, résistant à l’humidité, aux produits chimiques et au passage fréquent des équipements médicaux.	Revêtement mural lessivable en panneaux stratifiés compacts ou peinture époxy médicale assurant hygiène et facilité de nettoyage.	Faux plafond démontable en dalles techniques permettant l’intégration des réseaux médicaux et de ventilation.	Peinture antibactérienne lessivable de couleur claire pour créer une ambiance calme et propre.	Portes en aluminium avec vitrage sécurisé ; fenêtres à double vitrage pour isolation thermique et acoustique.
Bloc opératoire vasculaire	Résine époxy continue sans joints, antidérapante et stérile afin de limiter la prolifération bactérienne.	Revêtement PVC médical lisse et étanche résistant aux produits de désinfection.	Faux plafond technique stérile avec filtration et intégration des équipements médicaux.	Peinture époxy antibactérienne à haute résistance chimique.	Portes hermétiques automatiques assurant l’étanchéité et le contrôle sanitaire ; vitrages sécurisés.
Urgence	Sol PVC antidérapant résistant aux chocs et au déplacement rapide des brancards.	Peinture lessivable renforcée avec protections murales antichocs dans les circulations.	Faux plafond acoustique absorbant le bruit et intégrant les systèmes techniques.	Peinture acrylique lessivable à haute durabilité.	Portes automatiques coulissantes facilitant la circulation rapide ; fenêtres aluminium à double vitrage.
Consultation	Carrelage grès cérame ou PVC hospitalier facile à nettoyer et résistant à l’usure quotidienne.	Cloisons légères avec finition peinture lavable ou panneaux décoratifs selon les espaces.	Faux plafond démontable permettant maintenance et passage des réseaux.	Peinture mate lavable dans des tons apaisants.	Portes en bois stratifié ou aluminium ; fenêtres assurant éclairage naturel et confort thermique.
Hospitalisation	Sol PVC acoustique améliorant le confort des patients et réduisant les nuisances sonores.	Revêtement mural lavable avec protection contre les impacts des lits médicaux.	Faux plafond acoustique pour améliorer le confort intérieur des chambres.	Peinture antibactérienne avec couleurs douces favorisant le bien-être psychologique.	Portes stratifiées résistantes à l’humidité ; fenêtres aluminium avec ouverture sécurisée.
Administration	Sol en PVC décoratif ou moquette technique réduisant le bruit dans les bureaux.	Cloisons modulaires légères permettant flexibilité des espaces administratifs.	Faux plafond modulaire avec luminaires intégrés.	Peinture acrylique standard de finition mate.	Portes en bois stratifié ; fenêtres aluminium avec contrôle solaire.
Accueil et hall principal	Revêtement en pierre naturelle ou grès cérame grand format donnant une image moderne et prestigieuse.	Revêtements décoratifs combinant bois, pierre naturelle et panneaux modernes.	Faux plafond design avec éclairage intégré mettant en valeur l’espace d’accueil.	Peinture décorative haut de gamme adaptée aux espaces publics.	Façade vitrée en mur-rideau avec portes automatiques en verre sécurit.

Tableau 24 : description technique du projet (fait par auteurs)

5.2.1 Revêtement (Sol, Mur, Plafond)



Figure 112 : Détails des revêtements et des équipements techniques du bloc d'urgence



Figure 118 : Détails des revêtements et des équipements techniques du salle de consultation

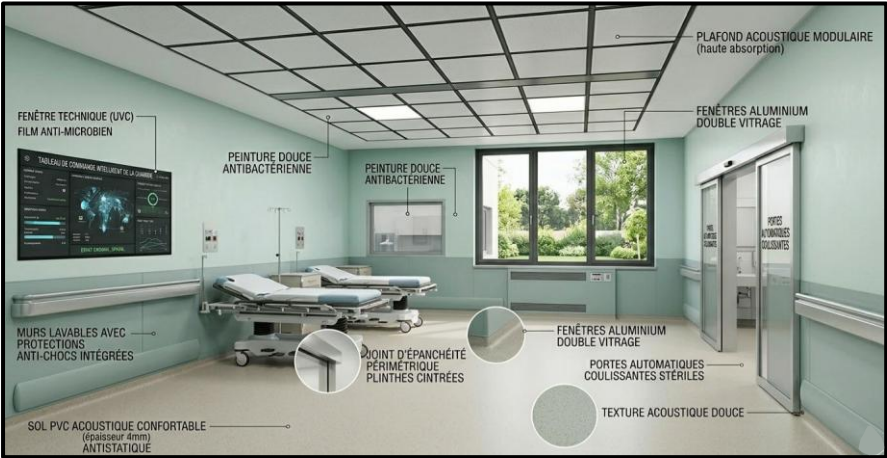


Figure 117 : Détails des revêtements et des équipements techniques de l'hospitalisation



Figure 116 : Détails des revêtements et des équipements techniques de l'accueil



Figure 115 : Détails des revêtements et des équipements techniques des locaux technique et logistique

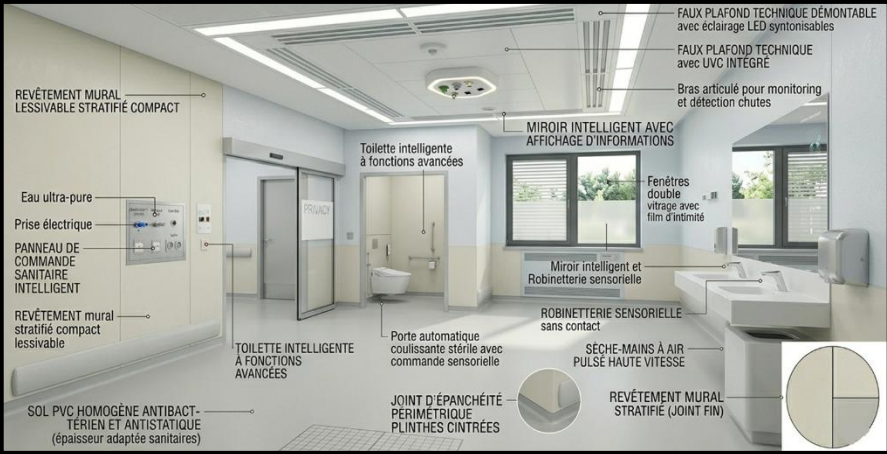


Figure 119 : Détails des revêtements et des équipements techniques des sanitaires

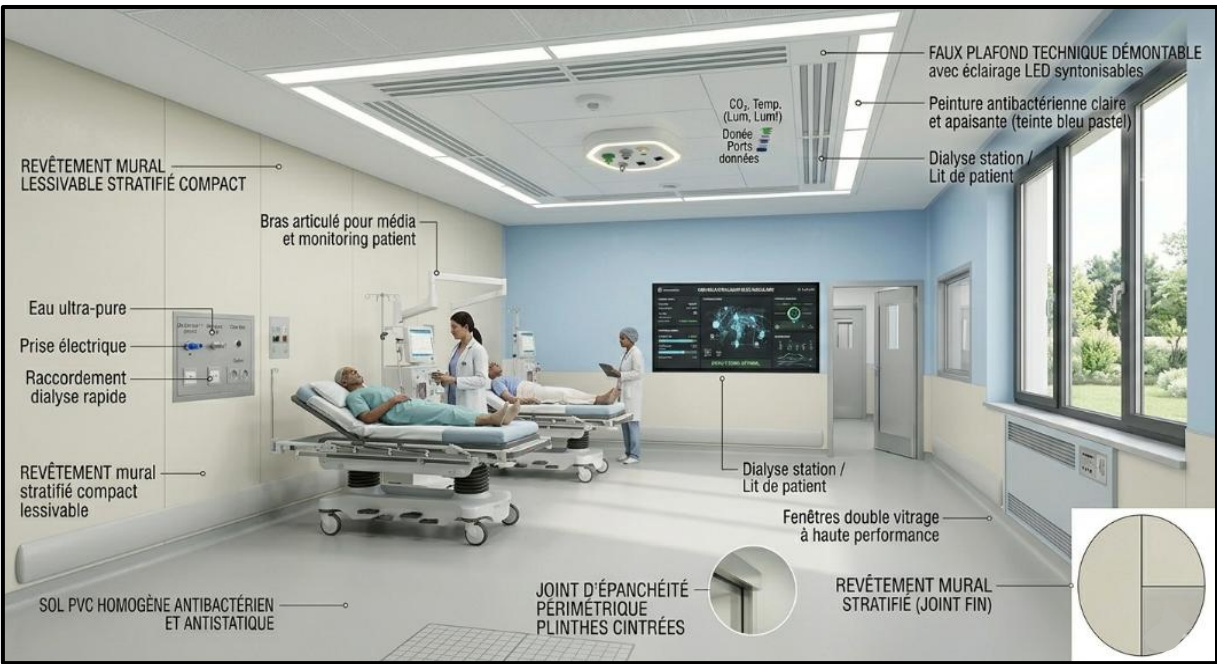


Figure 114 : Détails des revêtements et des équipements techniques du bloc de

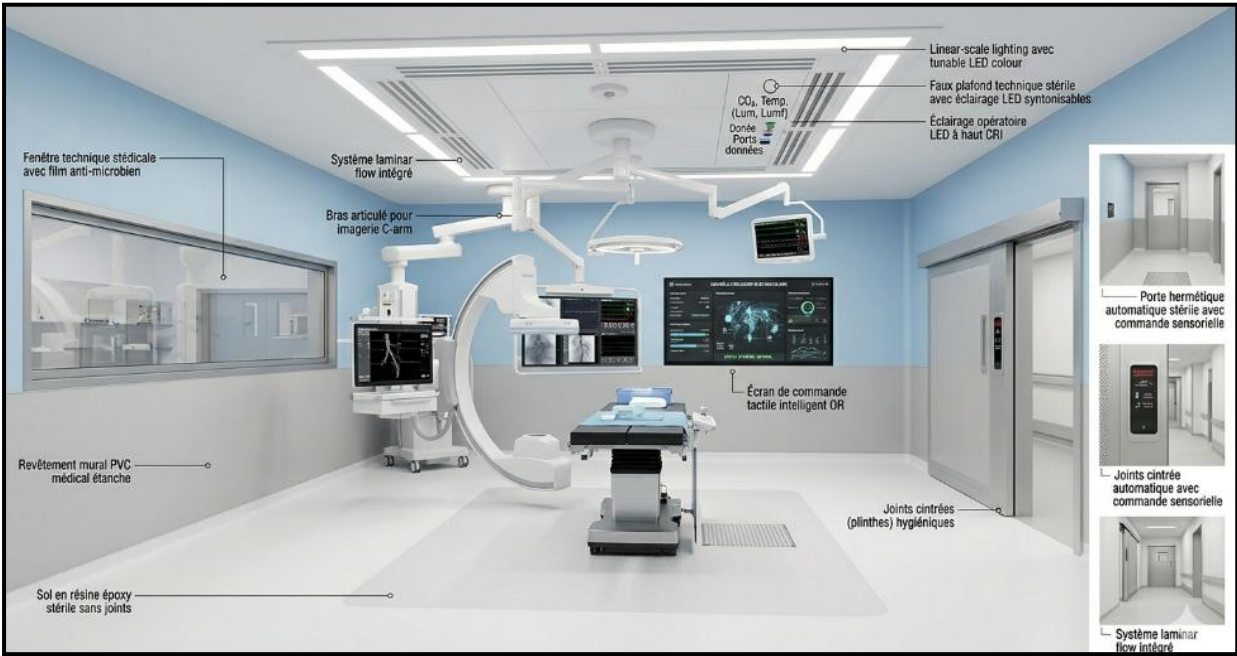


Figure 113 : Détails des revêtements et des équipements techniques du bloc opératoire vasculaire

5.2.2 Menuiserie (Portes, Fenêtres)



Figure 122 Menuiserie Bloc dialyse



Figure 120 Menuiserie Bloc opératoire

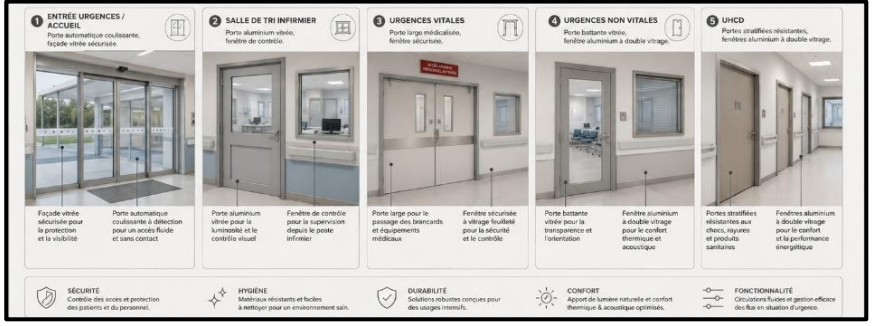


Figure 121 Menuiserie Urgence



Figure 127 Menuiserie de bloc technique



Figure 123 Menuiserie de bloc de consultation



Figure 126 Menuiserie du bloc administration

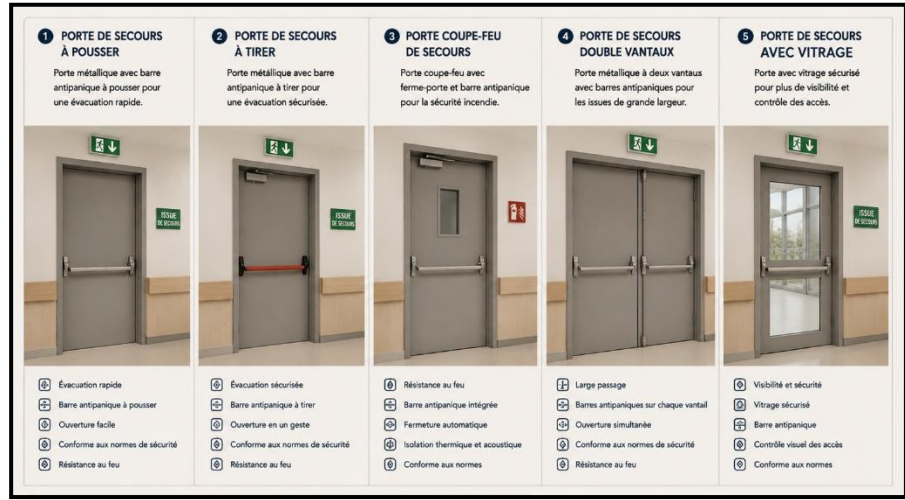


Figure 128 Porte de secours



Figure 125 Menuiserie de bloc Hospitalisation

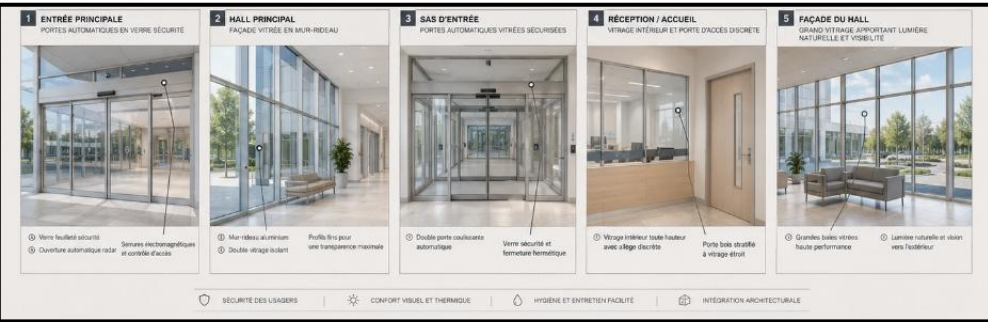


Figure 124 Menuiserie d'accueil

La menuiserie de l'établissement hospitalier combine **fonctionnalité, sécurité et confort**. Elle inclut des portes et fenêtres en aluminium et bois stratifié, avec vitrages sécurisés et doubles vitrages pour isolation thermique et acoustique. Les dispositifs automatiques et hermétiques garantissent l'étanchéité, la circulation fluide et le contrôle sanitaire. L'ensemble est conçu pour créer un environnement **lumineux, sûr et accueillant**, tout en répondant aux normes réglementaires pour les blocs hospitaliers et techniques.

5.3 Corps d'état secondaire CES

5.3.1 Gestion intelligent de l'eau

Le système AEP/AEO du bloc dialyse est conçu pour fournir en continu une eau potable (EF/EC) et une eau osmosée de haute qualité pour tous les postes de dialyse, en garantissant sécurité, fiabilité et supervision intelligente. L'eau potable est stockée dans une bache à eau en acier inoxydable, puis pompée via des pompes centrifuges et pompes jockey, équipées de vannes d'arrêt et clapets anti-retour, assurant un débit constant et la possibilité d'isoler chaque section pour maintenance. Elle passe ensuite dans une série de traitements : préfiltre (FG) pour retenir les particules grossières, adoucisseur (AD) en résine échangeuse d'ions pour réduire la dureté, charbon actif (CA) pour éliminer le chlore et les impuretés chimiques, puis un filtre cartouche (FC) pour la filtration fine.

L'eau est ensuite dirigée vers la station d'osmose inverse (RO), composée de membranes semi-perméables haute performance, suivie d'une désinfection finale par UV ou ultrafiltration (UV/UF), garantissant l'élimination des micro-organismes. Des capteurs intelligents mesurent le débit (Q), la pression (P), la température (T), la conductivité (COND) et détectent les fuites (LF). Tous ces capteurs sont reliés au BMS central dans le local de commande via des modules intermédiaires CFA, permettant la supervision en temps réel, le déclenchement d'alertes et le pilotage automatique des vannes et des pompes.

La distribution vers les postes de dialyse se fait par des nourrices en acier inoxydable, assurant un approvisionnement homogène et fiable. Une boucle RO aller-retour maintient l'eau osmosée en circulation, évitant la stagnation et garantissant une qualité constante. Le système est conçu pour optimiser l'accessibilité et la maintenance, avec des matériaux résistants à la corrosion et adaptés aux contraintes hospitalières. Le BMS collecte toutes les données, permet le suivi historique, déclenche les alarmes, optimise la consommation d'eau et pilote les équipements automatiquement, intégrant ainsi les principes de bâtiment intelligent et d'intelligence artificielle pour un fonctionnement efficace, sûr et durable.

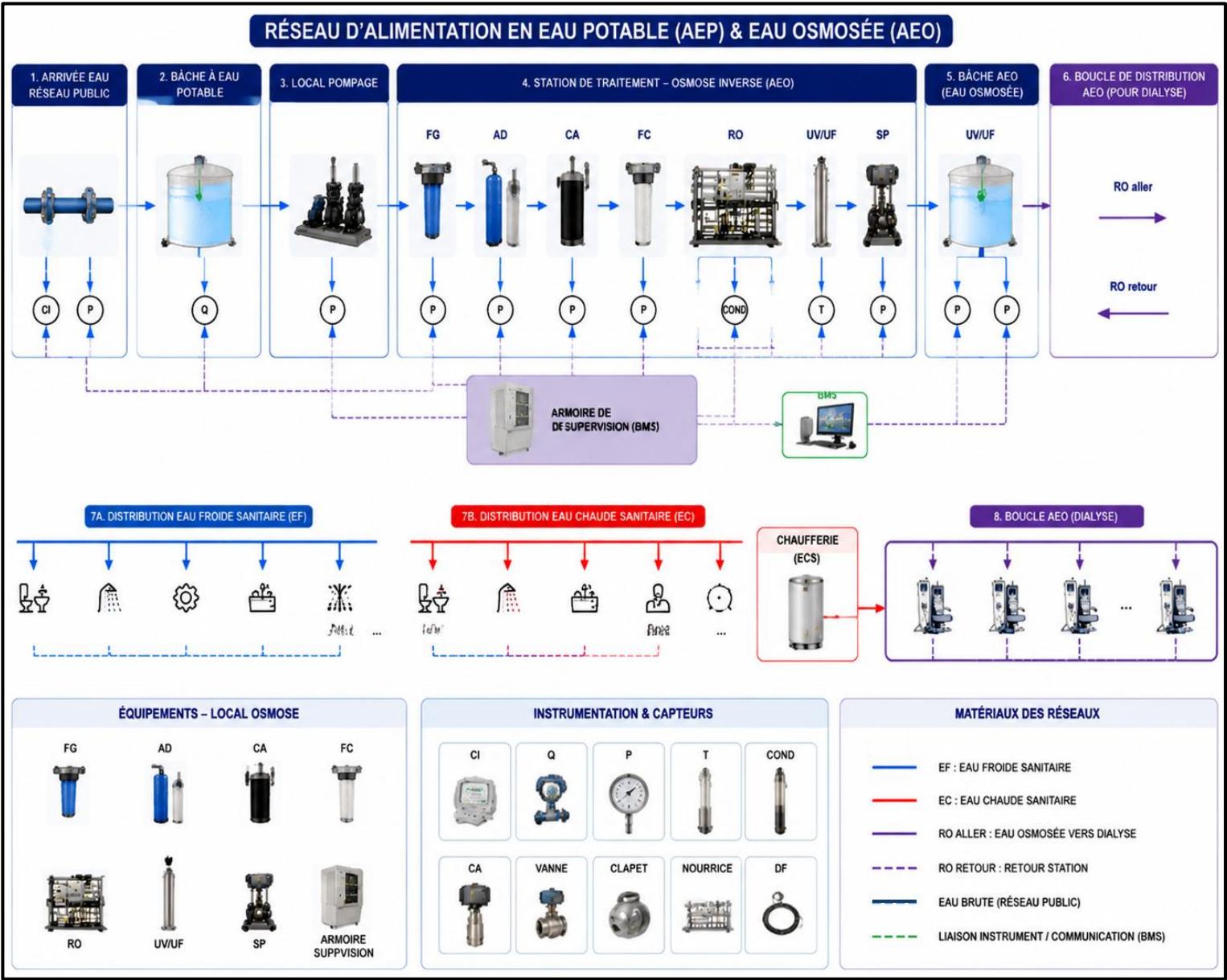


Figure 129 schéma explicatif système AEP et eau osmose

5.3.2 Gestion intelligent de l’électricité

5.3.2.1 Système d’éclairage

En parallèle, Le plan d’éclairage du bloc de dialyse est basé sur un système LED intelligent DALI-2. Ce système permet de séparer clairement deux fonctions : l’alimentation électrique des luminaires et leur commande intelligente.

L’alimentation électrique est assurée par le réseau CFO, tandis que la commande, la variation, les scénarios lumineux et les capteurs sont assurés par le réseau CFA / DALI-2.

Le plan d’éclairage du bloc de dialyse repose sur un système LED intelligent piloté par le protocole DALI-2. Le réseau CFO assure l’alimentation électrique des luminaires depuis le TGBT vers le tableau divisionnaire TD-01, puis vers les boîtes de dérivation BD-ECL et les luminaires. Cette alimentation est réalisée par un câble U1000 R2V 5G6 mm² entre le TGBT et TD-01, puis par des câbles 3G1,5 mm² pour les circuits d’éclairage.

le réseau CFA assure la commande intelligente par le contrôleur CTRL-DALI. Celui-ci est relié aux luminaires, capteurs de présence, capteurs de luminosité et boutons scénarios par un bus DALI-2 en 2×1,5 mm². Le système permet l’allumage, l’extinction, la variation de l’intensité lumineuse et l’activation de scénarios adaptés aux usages médicaux : soin, patient, nettoyage, nuit et urgence.

Les capteurs de luminosité permettent d’adapter l’éclairage à l’apport de lumière naturelle, tandis que les capteurs de présence assurent une gestion automatique dans les locaux à occupation ponctuelle. Les données du système sont transmises au local de commande par une liaison CFA de supervision, puis au local serveur pour l’analyse, l’archivage et l’optimisation énergétique par intelligence artificielle. Cette organisation permet de garantir le confort visuel des patients, la sécurité du personnel, la réduction de la consommation énergétique et la maintenance intelligente du bâtiment.

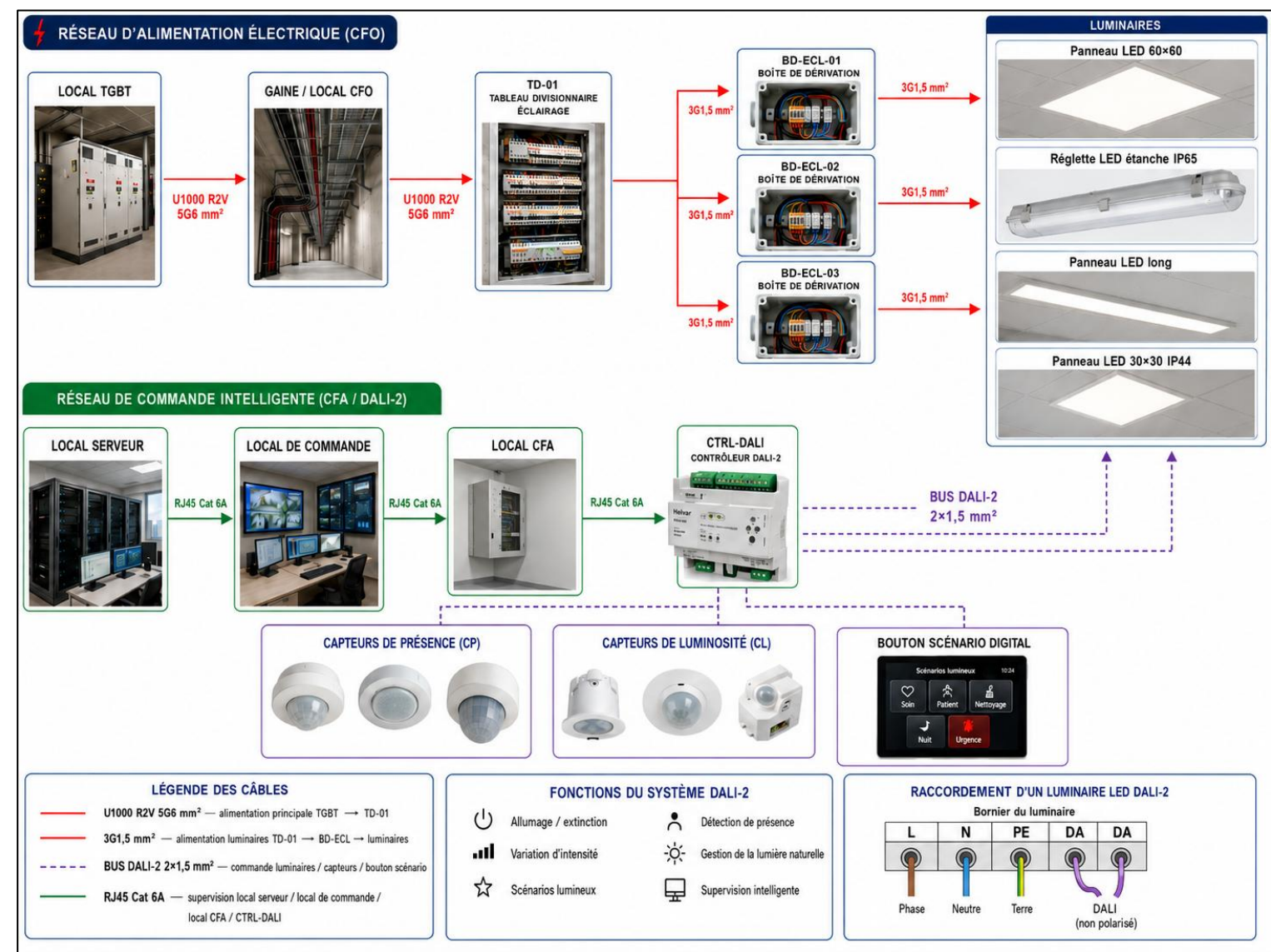


Figure 131 : schéma explicatif système d’éclairage intelligent DALI 02

5.3.2.2 Les prises

Le plan de prises du bloc de dialyse est conçu selon une logique de bâtiment intelligent, où les prises ne sont pas uniquement des points d'alimentation électrique, mais participent aussi à la sécurité, à la continuité de service, à la supervision énergétique et à la connexion des équipements médicaux.

Le plan distingue trois familles principales :

- 1. Prises normales → CFO normal
- 2. Prises secourues → CFO secouru
- 3. RJ45 / USB Data / AM → CFA communication

Le plan de prises du bloc de dialyse est organisé selon une séparation entre les circuits normaux, les circuits secourus et les réseaux de communication. Les prises normales sont alimentées depuis le tableau divisionnaire TD-01 à travers des boîtes de dérivation BD-PC. Elles assurent l'alimentation des équipements ordinaires et des prises de service. Les prises secourues sont alimentées depuis le tableau TD-02, raccordé à l'UPS, à l'ATS et au groupe électrogène, afin de garantir la continuité de fonctionnement des équipements critiques en cas de coupure électrique.

Dans l'espace de dialyse, les postes patients sont équipés de bandeaux prises médicaux intelligents BPM-I regroupant prises normales, prises secourues, RJ45, appel malade, borne équipotentielle et module digital de mesure énergétique. Cette organisation permet d'assurer à la fois l'alimentation électrique, la communication, la sécurité du patient et la supervision énergétique du poste.

Le réseau CFA relie les prises RJ45, les modules digitaux, les USB Data et les systèmes d'appel malade au local de commande et au local serveur. Les données collectées permettent le suivi des consommations, la détection des anomalies, l'historique des événements et l'analyse par intelligence artificielle. Ce système contribue à la sécurité, à la continuité de service et à la performance énergétique du bâtiment hospitalier intelligent.

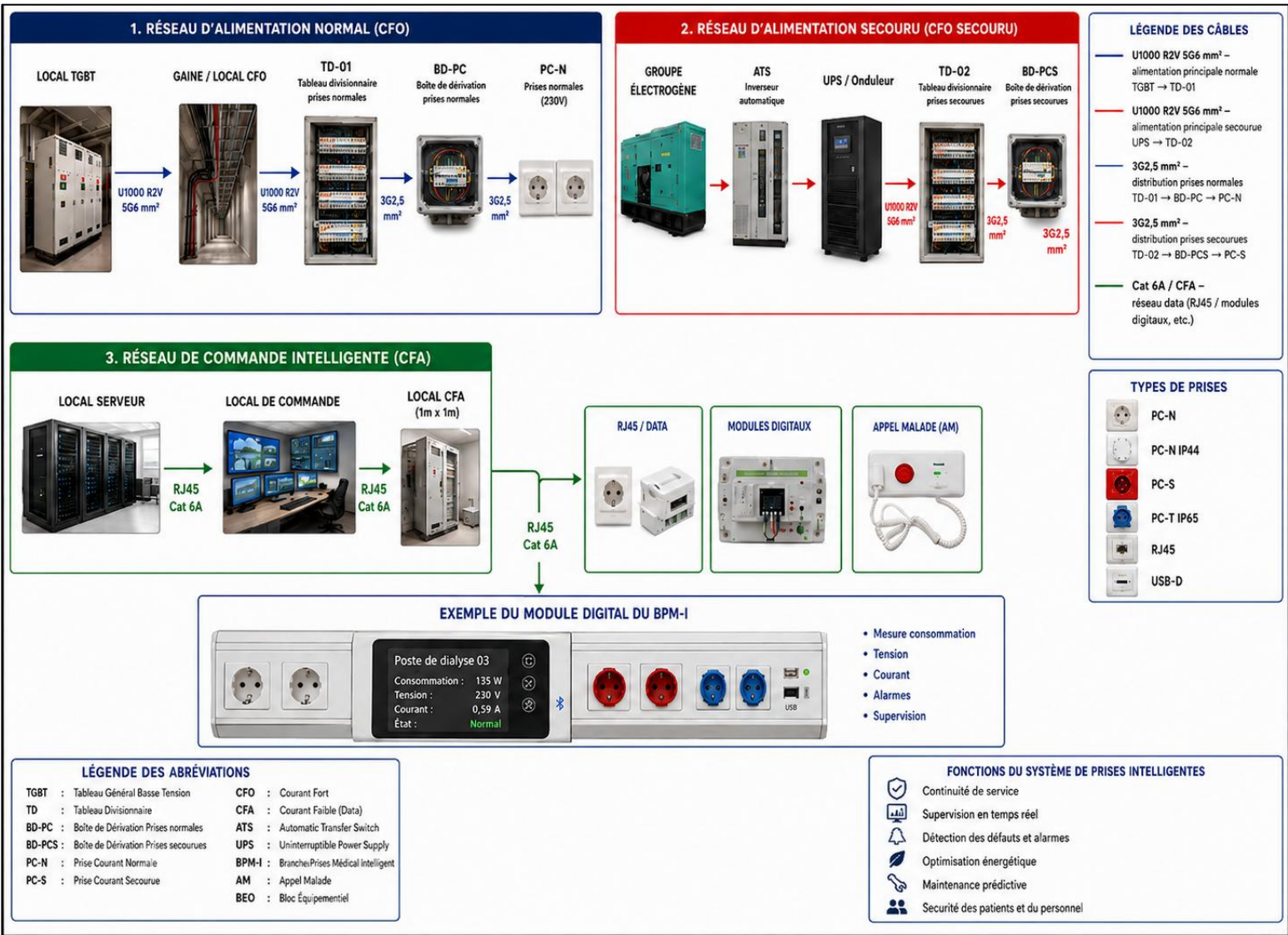


Figure 132 : schéma explicatif de prise intelligente

5.3.3 Gestion intelligent de système climatisation chauffage ventilation

Le système HVAC du bloc de dialyse repose sur une architecture combinée DAOS (Dedicated Air Outdoor System) et VRV (Variable Refrigerant Volume), assurant un confort thermique optimal, une qualité d’air conforme aux exigences sanitaires et une gestion énergétique performante. Les machines VRV installées sur la terrasse conditionnent le réfrigérant et transmettent l’énergie thermique aux unités DAOS dédiées au traitement de l’air neuf. L’air extérieur filtré, déshumidifié et conditionné est ensuite distribué via les conduits principaux et secondaires vers les cassettes de soufflage et de reprise installées au plafond des salles de dialyse, bureaux et locaux techniques. Les cassettes de transfert permettent d’équilibrer les pressions et débits entre les zones.

Les capteurs intelligents de débit, pression, température, humidité et CO2 sont reliés aux modules CFA, qui regroupent et transmettent les informations au BMS central situé dans le local de commande. Le BMS supervise en temps réel le fonctionnement des ventilateurs, des vannes motorisées et des registres de zone, ajuste automatiquement les débits et la température de chaque salle, et déclenche des alertes en cas d’anomalie. Cette organisation permet une circulation d’air optimale, la récupération efficace de l’air vicié et la régulation précise du confort thermique.

L’intégration de l’intelligence artificielle dans le BMS central permet d’optimiser la consommation énergétique, de prévoir la maintenance et de réguler automatiquement les conditions environnementales selon l’occupation et l’usage de chaque zone. Le système DAOS + VRV offre ainsi une solution flexible, performante et sécurisée, garantissant un environnement confortable et sûr pour les patients et le personnel, tout en respectant les normes hospitalières et en facilitant l’exploitation et la maintenance du bloc dialyse.

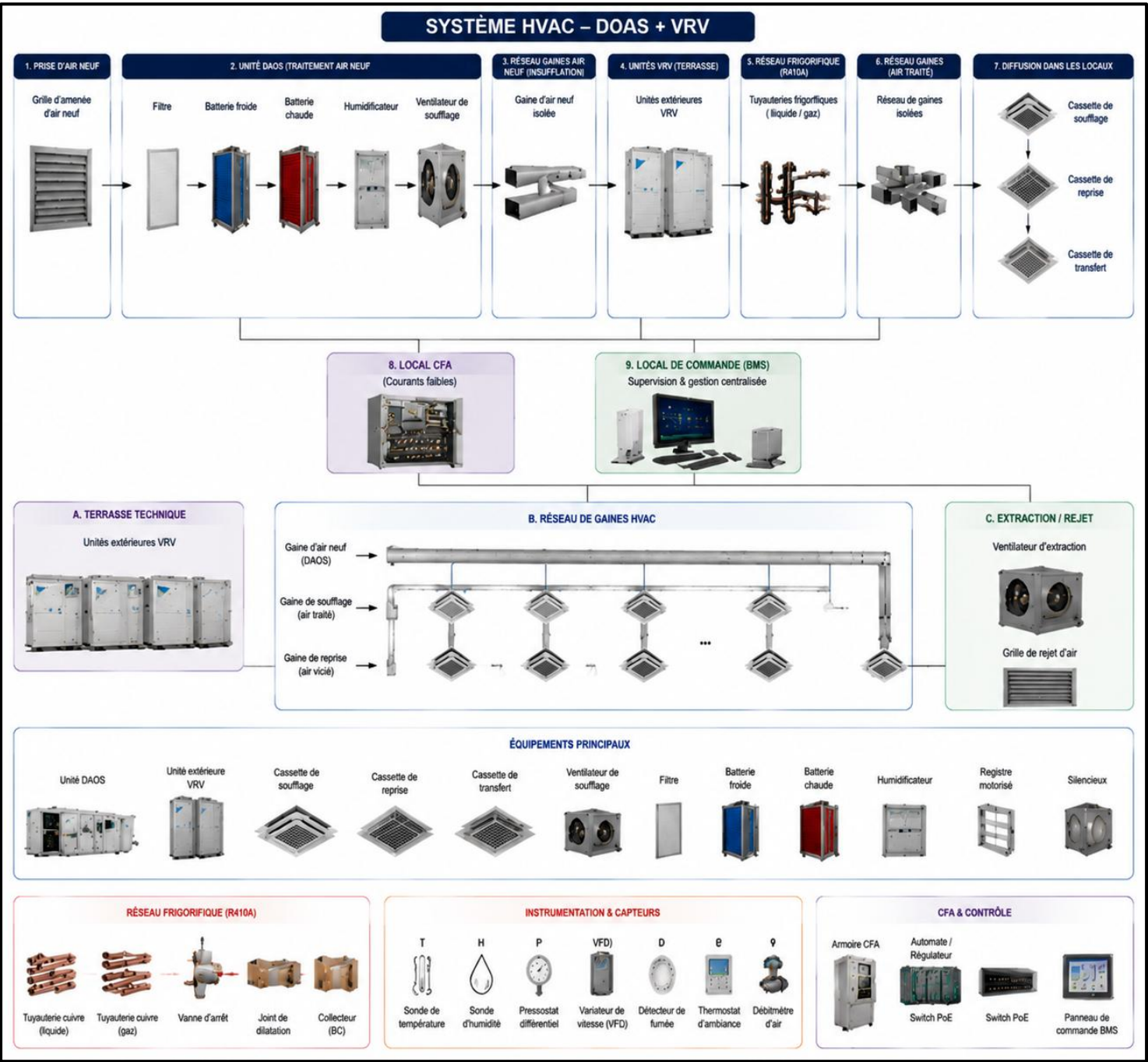


Figure 133 : schéma explicatif de système HVAC

5.3.4 Gestion intelligent système anti-incendie

Le système anti-incendie du bloc dialyse est conçu pour assurer la sécurité des patients, du personnel et des locaux grâce à une intégration complète de la détection, de l’alarme, des sprinklers, des RIA et de la supervision BMS/IA. Les détecteurs de fumée, de chaleur et de flamme, ainsi que les déclencheurs manuels, sont installés dans toutes les zones critiques et reliés à la centrale d’alarme incendie (CAI), qui reçoit les signaux, identifie la zone concernée et déclenche les actions nécessaires telles que les alarmes sonores et visuelles. L’eau pour extinction est fournie par la bache incendie et distribuée via les pompes incendie et pompes jockey, puis contrôlée par des vannes et clapets anti-retour avant d’alimenter le réseau principal des sprinklers, garantissant une protection efficace et automatique. Les RIA et extincteurs (eau, CO2, poudre) sont positionnés dans les zones critiques et reliés aux colonnes montantes pour un accès rapide.

Le système est supervisé par le BMS central, qui collecte les informations des capteurs techniques (pression, débit, température, niveau de l’eau), des modules CFA et de la CAI, permettant la supervision en temps réel, la localisation du feu, la génération d’alertes et le guidage lumineux des évacuations. L’ensemble du circuit suit un chemin structuré : détecteurs → CAI → BMS central → action sur alarmes et sprinklers / RIA / extincteurs, garantissant une intervention rapide et coordonnée. Grâce à cette architecture et à l’intégration des principes de bâtiment intelligent et d’intelligence artificielle, le système assure une sécurité optimale, une réactivité instantanée et une maintenance prédictive, tout en respectant les normes hospitalières pour un environnement sûr et fiable.

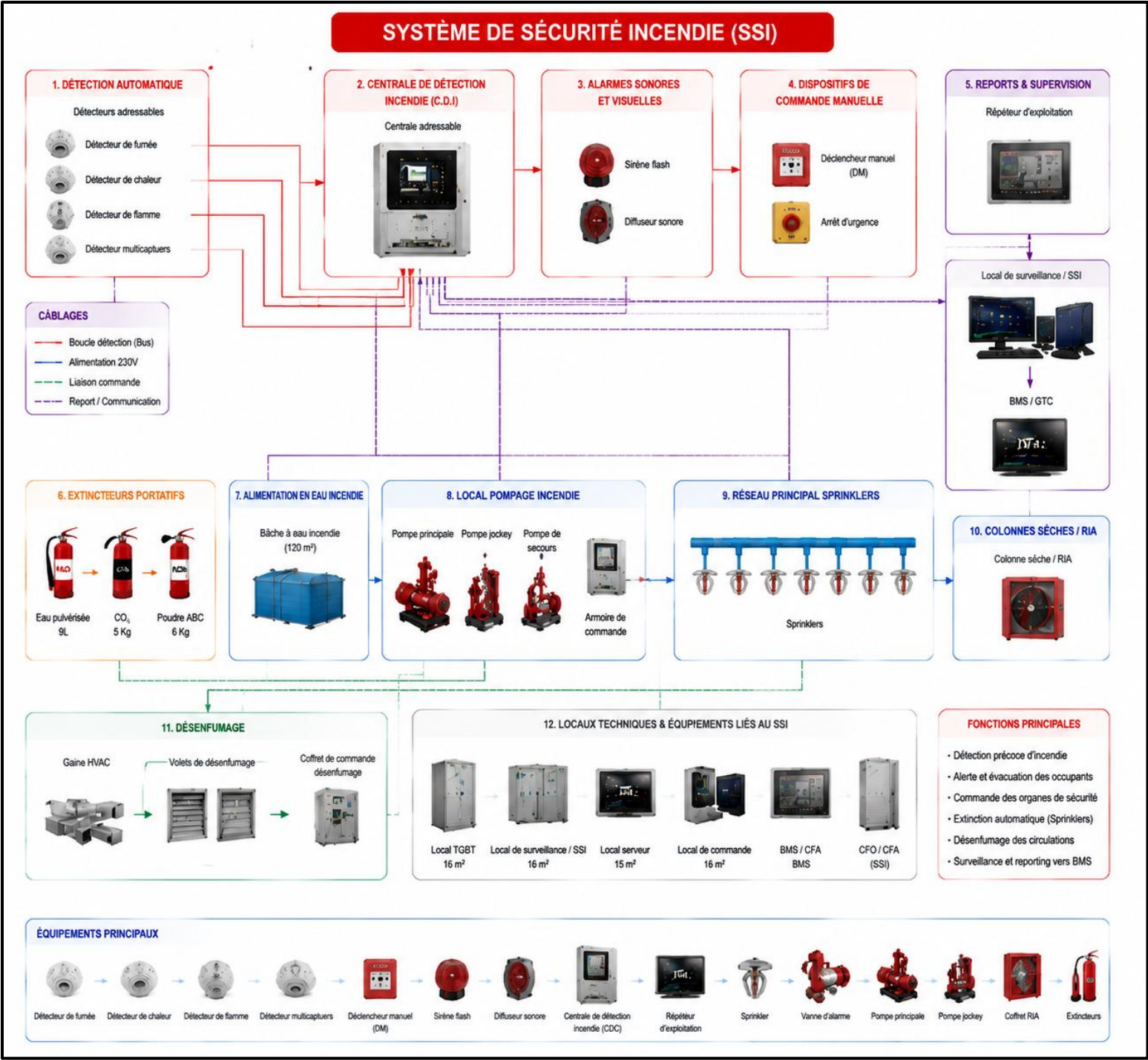


Figure 134 ; schéma explicatif de système de sécurité incendie

5.3.5 Gestion intelligent de télécommunication

Le plan de télécommunication du bloc de dialyse repose sur un réseau CFA intelligent qui regroupe les systèmes de communication, de sécurité, de contrôle d'accès, d'appel malade, de vidéosurveillance, de Wi-Fi, de téléphonie IP et de traçabilité. Les équipements sont raccordés au local CFA, puis au switch PoE / baie VDI du local serveur, permettant la centralisation des données et la supervision depuis le local de commande.

Le contrôle d'accès est assuré par des dispositifs Face ID pour le personnel et des lecteurs QR code pour les patients autorisés. Ces dispositifs sont reliés à un contrôleur d'accès qui commande la serrure électrique de la porte. Les issues de secours sont raccordées à la centrale SSI afin de permettre un déverrouillage automatique en cas d'incendie.

Le système d'appel malade permet aux patients en séance de dialyse de signaler rapidement un besoin d'assistance. Les appels sont transmis vers la centrale d'appel malade, puis affichés au poste infirmier. Les événements peuvent être enregistrés dans le local serveur afin d'analyser les temps de réponse.

Les caméras IP, les bornes Wi-Fi et les téléphones IP sont raccordés par câbles RJ45 Cat 6A PoE au switch PoE. Les caméras assurent la surveillance des accès et des circulations, tandis que les bornes Wi-Fi diffusent des réseaux séparés pour le personnel, la technique et les patients. Les bornes digitales et le système de traçabilité renforcent l'orientation, la gestion des flux et le suivi du matériel médical.

Cette organisation permet d'assurer la sécurité des accès, la communication entre patients et personnel, la supervision des événements, la traçabilité des actions et l'analyse intelligente des données dans le cadre d'un bâtiment hospitalier connecté.

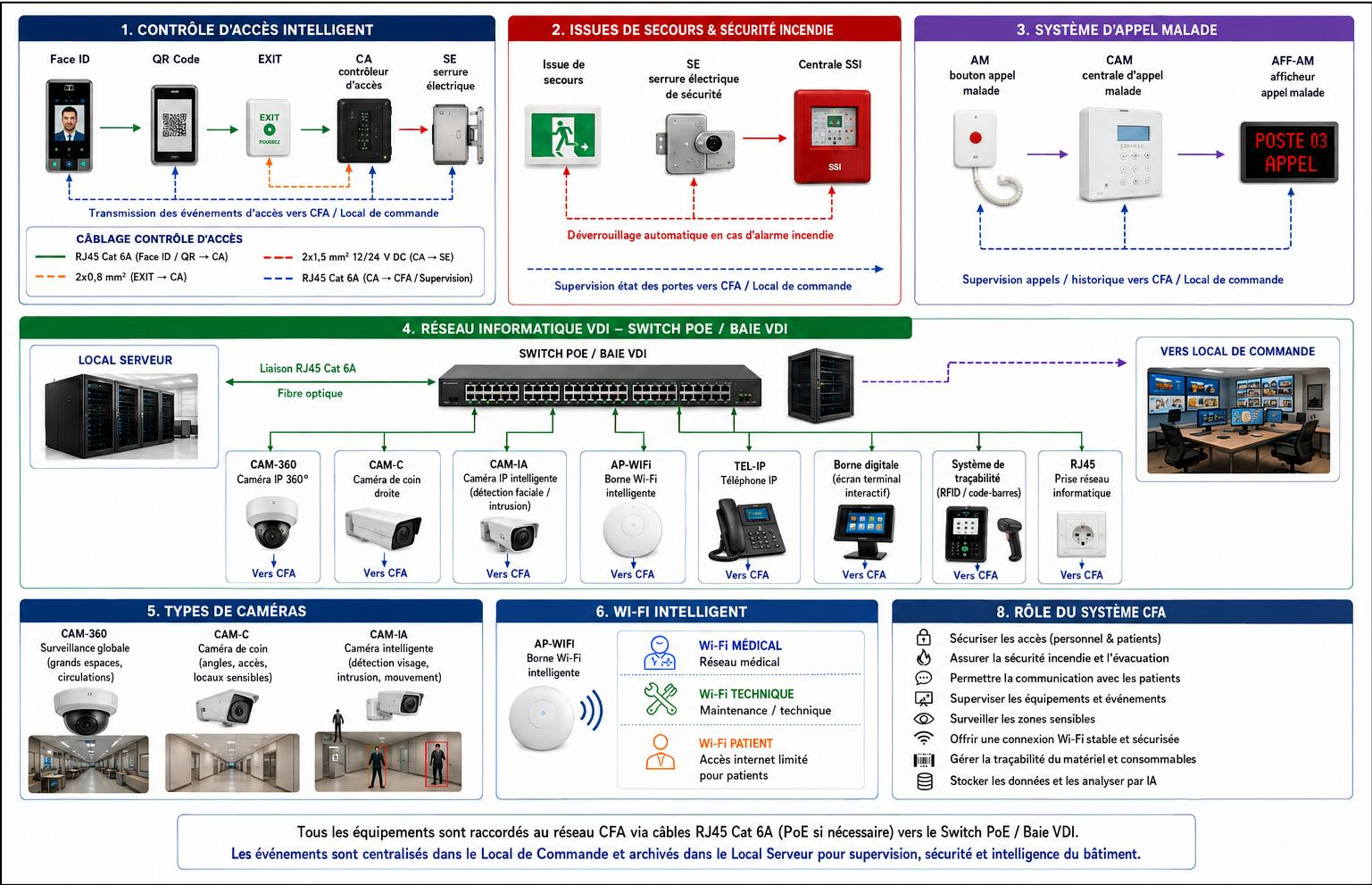


Figure 135 : schéma explicatif de télécommunication intelligente / CFA

Bibliographie

1. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)30772-X/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)30772-X/abstract)
2. <https://kdigo.org/guidelines/ckd-evaluation-and-management/>
3. <https://sante.gov.dz/>
4. <https://freseniusmedicalcare.com/en/media/newsroom/fresenius-medical-care-advances-its-fme-reignite-strategy-by-increasing-ownership-in-its-value-based-care-asset-and-appointing-a-new-leader-for-the-operating-segment/>
5. <https://elwatan-dz.com/secteur-de-la-sante-a-mostaganem-dimportants-progres-pour-offrir-des-prestations-medicales-de-qualite?>
6. <https://ouest-tribune.dz/mostaganem-renforcement-de-lhopital-de-bougirrat-par-un-service-de-nephrologie-et-de-dialyse/?>
7. <https://capdz.dz/archives/132347?>
8. https://interieur.gov.dz/Monographie/article_detail.php?
9. <https://www.algerie360.com/insuffisance-renale-chronique-15-million-dalgeriens-touchees-par-cette-maladie/?>
10. <https://algerie-eco.com/2025/03/30/maladie-renale-en-algerie-35-000-patients-pour-un-cout-de-800-millions-deuros-par-an/?>
11. <https://wilaya-mostaganem.dz/sante/?>
12. <https://fr.city-facts.com/%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8%BA%D8%A7%D9%86%D9%85-%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8%BA%D8%A7%D9%86%D9%85/population?>
13. <https://www.insp.dz/images/PDF/SNIS/Evaluation%20du%20SNIS%20Alg%C3%A9rie%20%202011-%20Rapport%20final.pdf?utm>
14. https://www.researchgate.net/publication/368984556_aanzam_alshy_fy_aljzayr_Systeme_de_sante_en_Algerie
15. <https://www.insp.dz/images/PDF/SNIS/Evaluation%20du%20SNIS%20Alg%C3%A9rie%20%202011-%20Rapport%20final.pdf?utm>
16. <https://fr.scribd.com/document/611162170/Bouadi-Sonia?utm>
17. https://www.researchgate.net/publication/368984556_aanzam_alshy_fy_aljzayr_Systeme_de_sante_en_Algerie
18. <file:///C:/Users/pc/Downloads/4.720.1151-2.pdf>

19. [RAPPORT BIENNAL V.Finale 29.03.2023.pdf](#)
20. [RAPPORT BIENNAL V.Finale 29.03.2023.pdf](#)
21. [IMPE - Néphrologie](#)
22. [Les reins, à quoi ça sert ? - Infographie | Objectif rein santé](#)
23. [Les fonctions du rein - France Rein](#)
24. [Soins Gériatrie - Présentation - EM consulte](#)
25. [Hypertension](#)
26. [ion.pdf?utm](https://www.kidney.org/sites/default/files/202408/ckd_evaluation_classification_stratification.pdf?utm_)
27. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/chronic-kidney-disease/diagnosis-treatment/drc-20354527>
28. [https://www.kidney.org/sites/default/files/2024-](https://www.kidney.org/sites/default/files/2024-08/ckd_evaluation_classification_stratification.pdf?utm_)
29. [https://dknews.dz/wp-content/uploads/2025/01/2380-3416d152.pdf?utm](https://dknews.dz/wp-content/uploads/2025/01/2380-3416d152.pdf?utm_)
30. [https://www.theisn.org/wpcontent/uploads/media/gkha/Africa/2.%20GKHA%202019%20regional%20slides_Africa_v1.1.pdf?utm](https://www.theisn.org/wpcontent/uploads/media/gkha/Africa/2.%20GKHA%202019%20regional%20slides_Africa_v1.1.pdf?utm_)
31. <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2018/F201806.pdf>
32. <https://ae7.com/projects/al-mafraq-dialysis-center/?>
33. <https://www.archdaily.com/476042/nordial-center-architects-associated-lda>
34. <https://ae7.com/projects/skmc-dialysis-center/>
35. <https://www.smartbuildingsalliance.org/>
36. <https://www.mdpi.com/2624-6511/8/4/108>
37. <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/21/10057>
38. <https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept>
39. <https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/connectivite-et-interoperabilite-les-piliers-de-l-iot-smart-building/>
40. <https://www.wattsense.com/fr-fr/blog/gestion-du-batiment/connectivite-et-interoperabilite-les-piliers-de-l-iot-smart-building/>
41. [https://www.adeunis.com/smart-building-quels-capteurs-iot-pour-quels-usages/?utm](https://www.adeunis.com/smart-building-quels-capteurs-iot-pour-quels-usages/?utm_)
42. [https://www.servicesmobiles.fr/smart-buildings-le-role-cle-des-capteurs-autonomes-75563?utm](https://www.servicesmobiles.fr/smart-buildings-le-role-cle-des-capteurs-autonomes-75563?utm_)

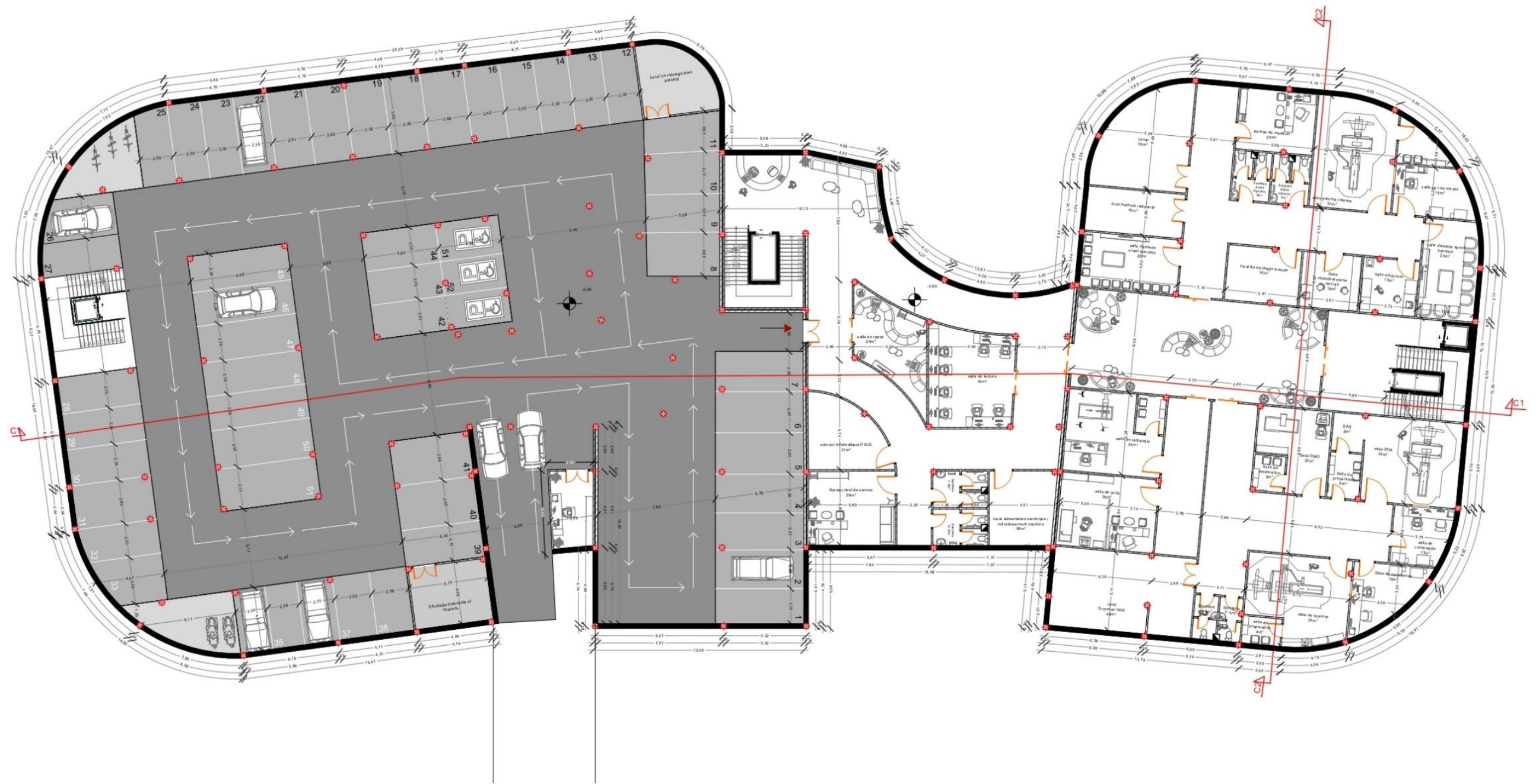
43. https://gimelec.fr/wp-content/uploads/2019/10/GIMELEC_Manifeste-Intelligence-artificielle-et-b%C3%A2timents_bd_web.pdf?utm_
44. https://gimelec.fr/wp-content/uploads/2019/10/GIMELEC_Manifeste-Intelligence-artificielle-et-b%C3%A2timents_bd_web.pdf?utm_
45. https://spacewell.com/fr/ressources/blog/quest-ce-que-le-smart-building/?utm_
46. https://spacewell.com/fr/ressources/blog/quest-ce-que-le-smart-building/?utm_
47. <https://blog.kuzzle.io/fr/batiment-intelligent-concept>
48. <https://www.advizeo.io/smart-buildings/cybersecurite-comment-protger-vos-batiments-intelligents/>
49. <file:///C:/Users/pc/Downloads/EJC%3bMOHAMMED+FOUZI+-1.pdf>
50. https://www.ia-info.fr/histoire-de-l-intelligence-artificielle.html?utm_
51. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_source=chatgpt.com
52. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_
53. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_
54. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9686179/?utm_
55. [Livre : Russell, S. & Norvig, P. \(2020\). Artificial Intelligence: A Modern Approach \(4^e éd.\). Pearson.](#)
56. [Siemens Smart Infrastructure \(2022\). Whitepaper: The Role of AI in Smart Building Automation.](#)
57. [Siemens Smart Infrastructure \(2022\). Whitepaper: The Role of AI in Smart Building Automation.](#)
58. <https://www.deerns.com/fr/id%C3%A9es/lia-au-service-dhopitaux-plus-intelligents-et-plus-ecologiques-5-facteurs-cles-de-performance/>
59. <https://www.arup.com/projects/cuhk-medical-centre/>
60. <https://www.archdaily.com/975860/hebei-huaao-hospital-wsp-architects>
61. <https://www.archdaily.com/948484/rigshospitalet-hospital-north-wing-link-arkitektur-plus-3xn>
62. <https://www.univ-mosta.dz/fsei/fr/decouvrir-mostaganem/>
63. <https://elmouchir.caci.dz/wilaya/27/mostaganem>
64. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699/>
65. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/mostaganem_algeria_2487134

66. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/mostaganem_algeria_2487134
67. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/mostaganem_algeria_2487134
68. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699/#climate-graph>
69. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699/#climate-graph>
70. <https://www.reflexion.dz/le-vieux-bati-de-mostaganem-un-enjeu-patrimonial-et-urbain-majeur/>
71. <https://elwatan.dz/mostaganem-11-milliards-pour-restaurer-le-patrimoine-architectural>
72. <https://lecarrefourdalgerie.dz/3665-Le-Carrefour-de-Mostaganem>

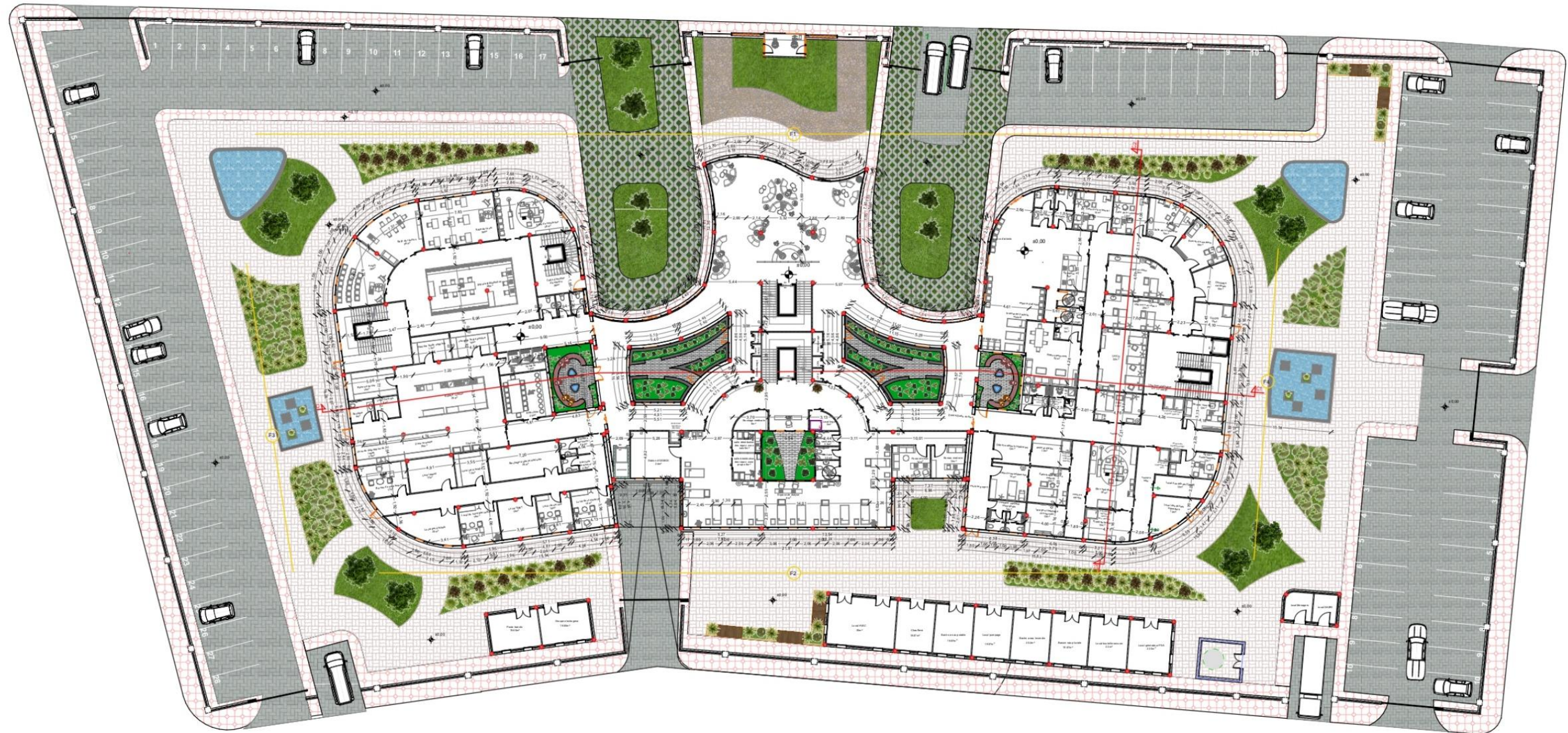
ANNEXE



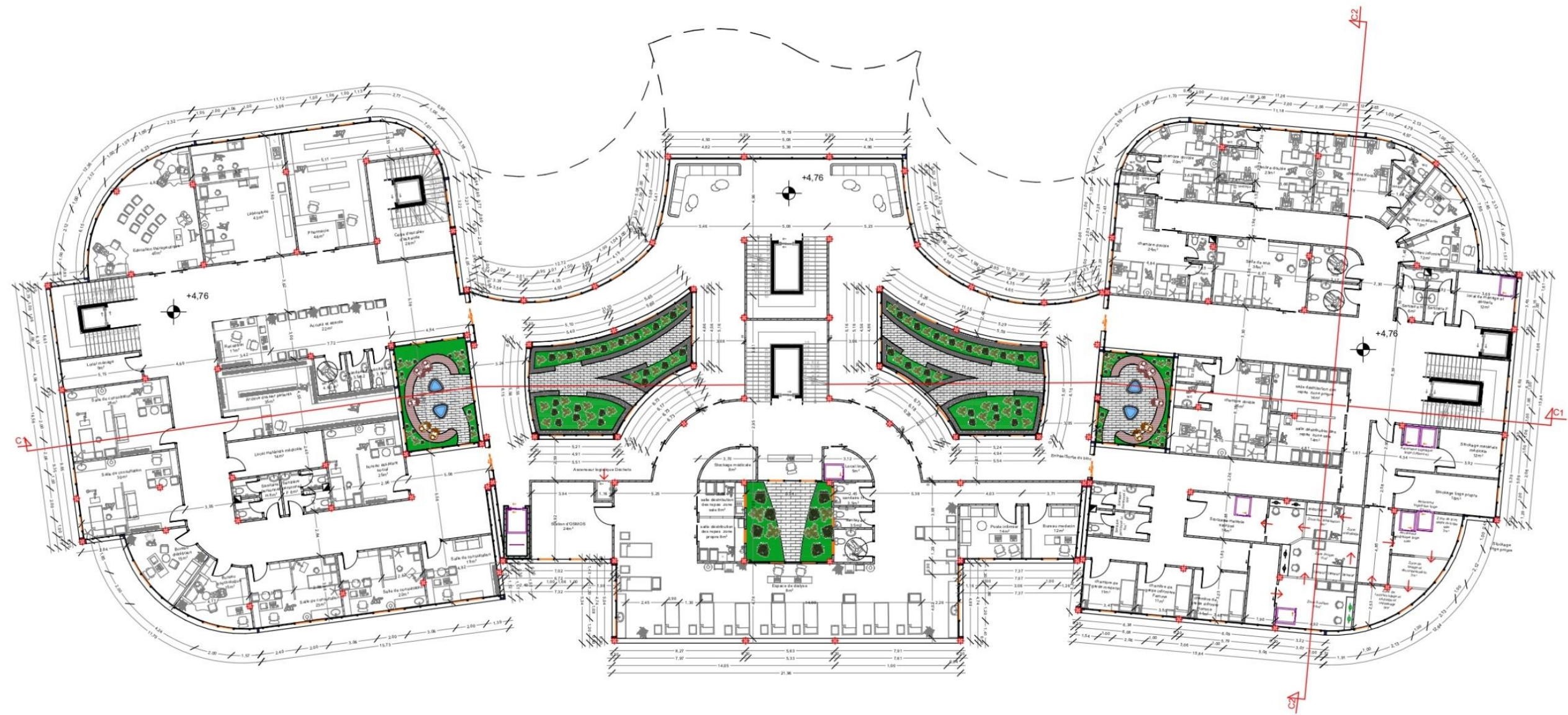
Plan de situation



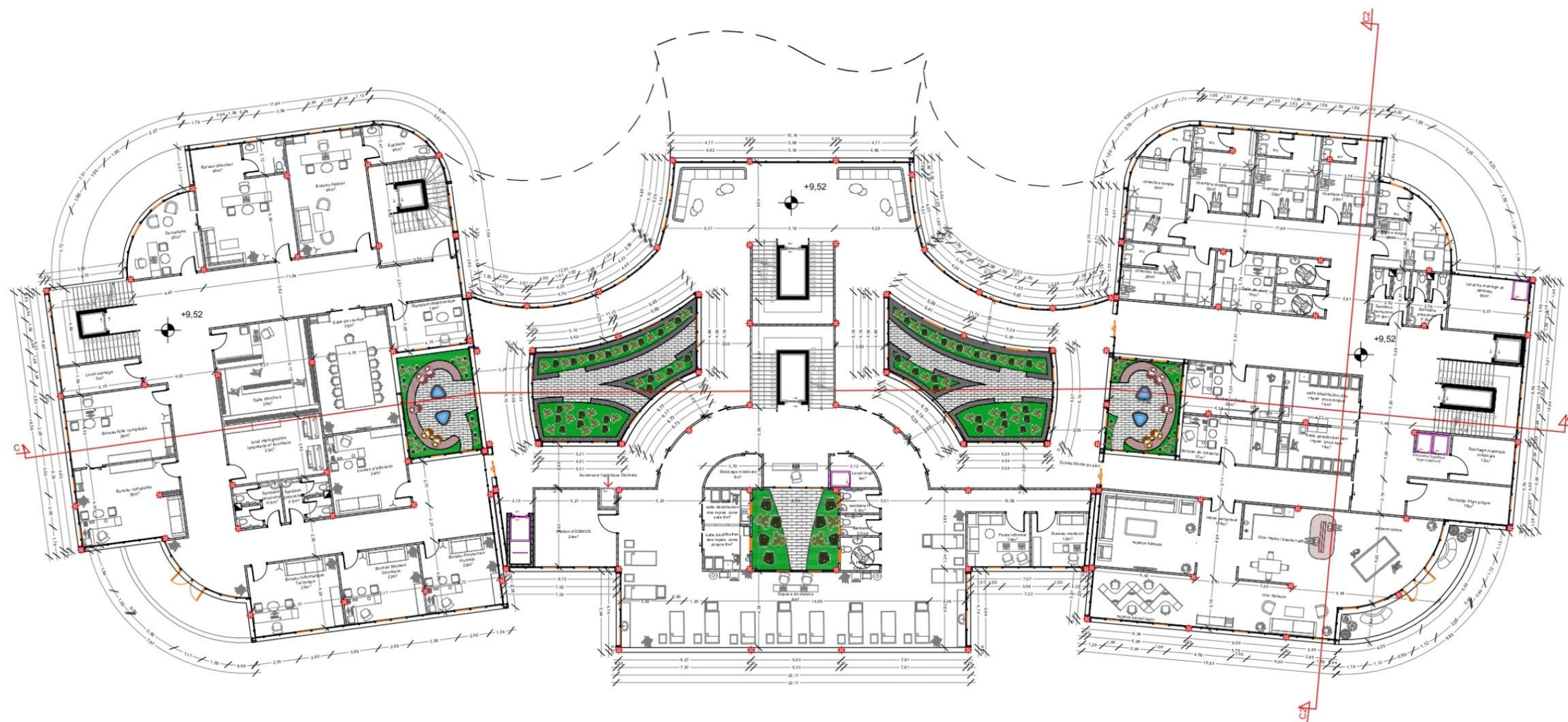
Plan de sous sol



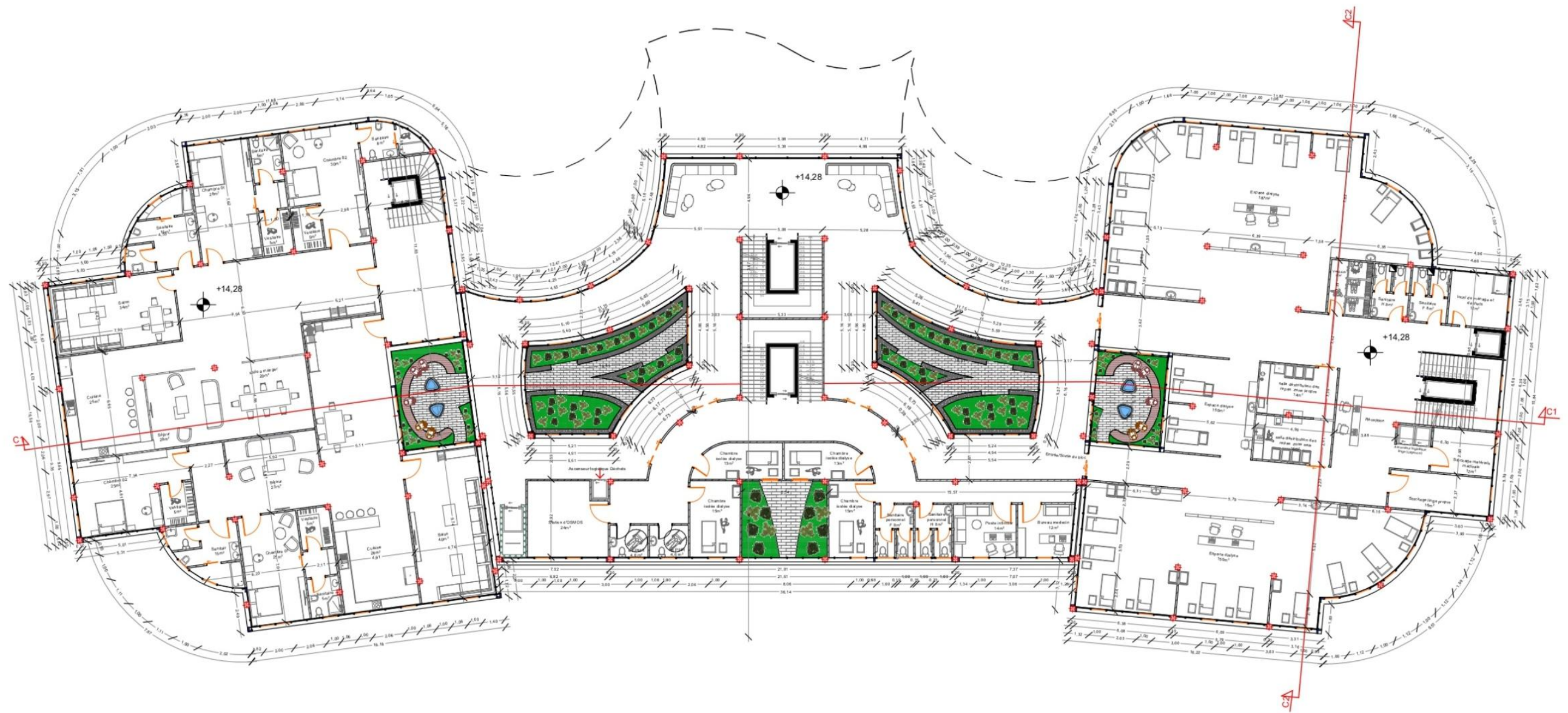
Plan RDC amenager



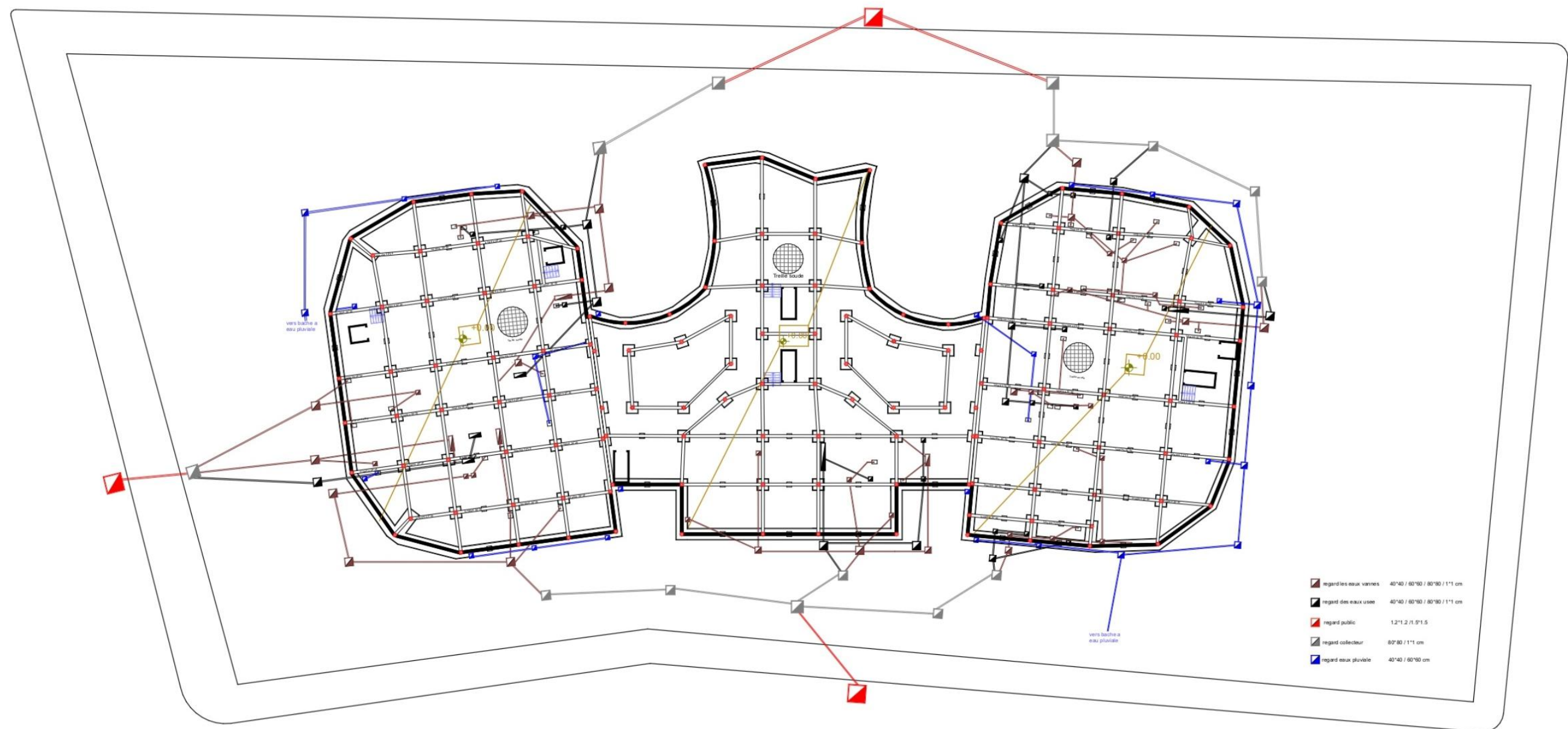
Plan 1er étage



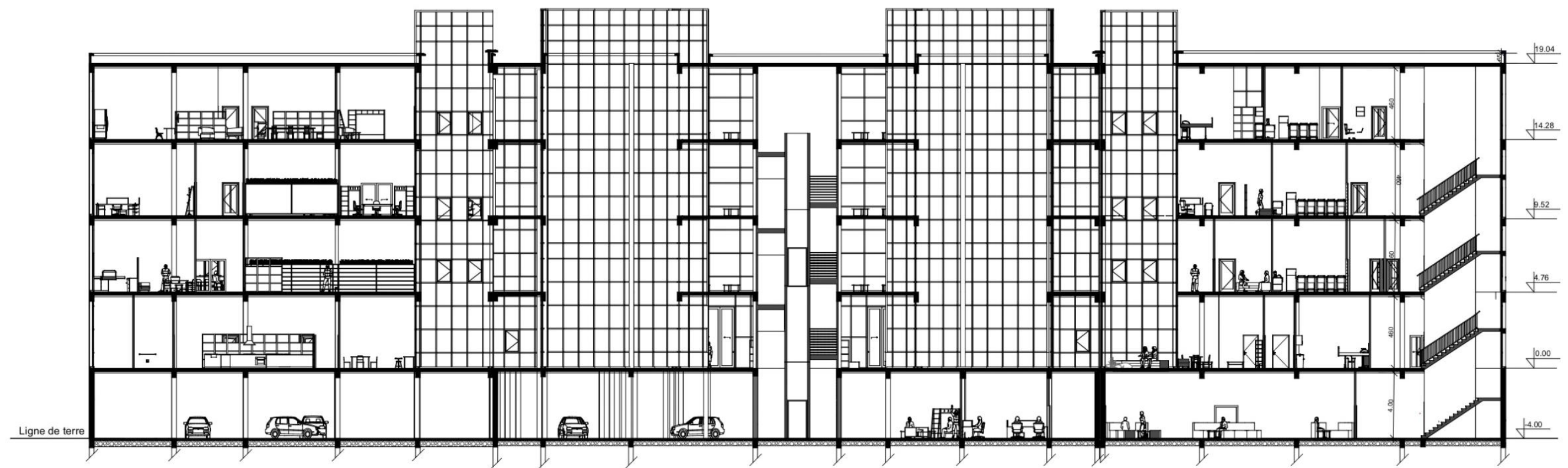
Plan 2eme etage



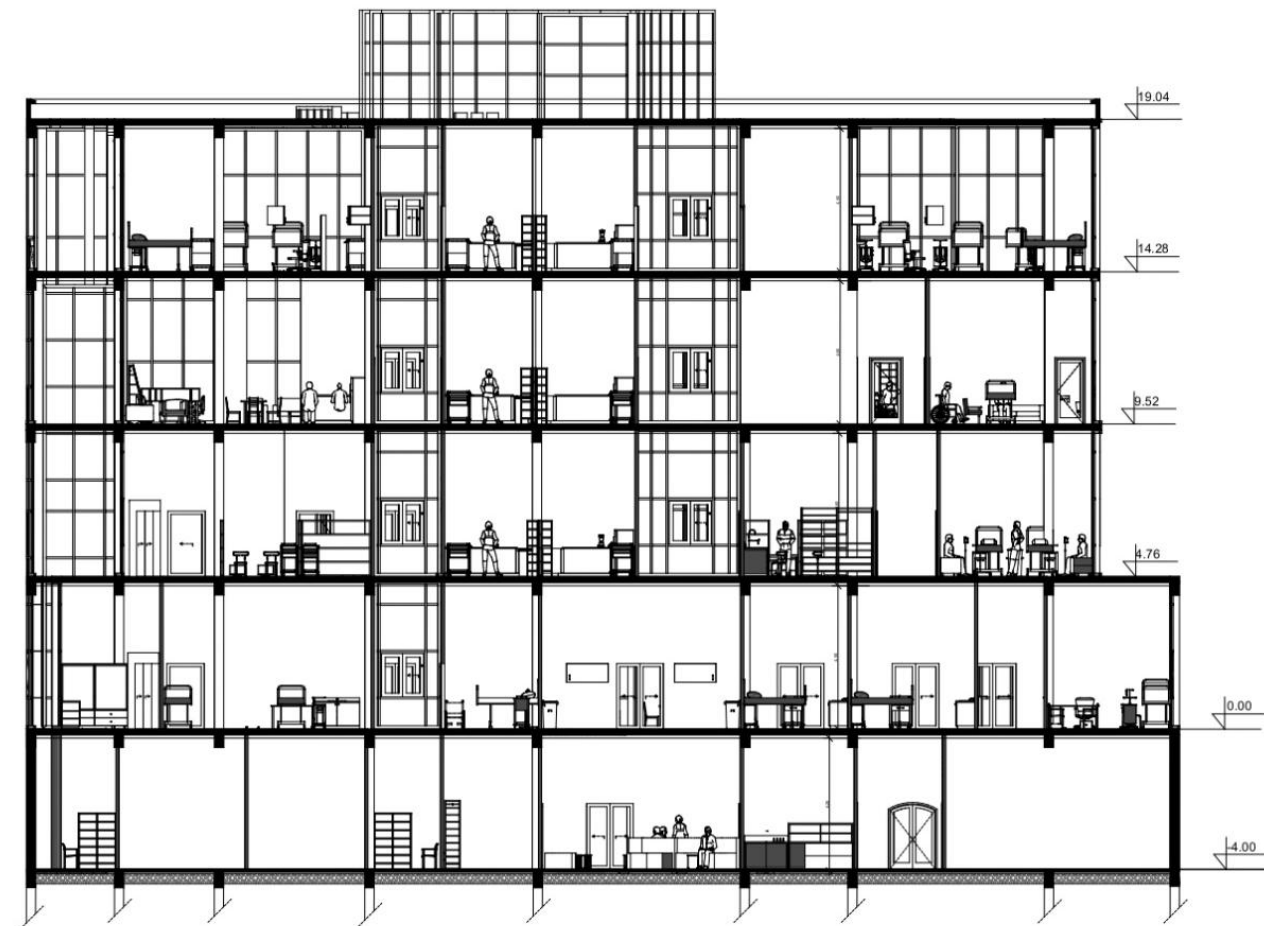
Plan 3 eme etage



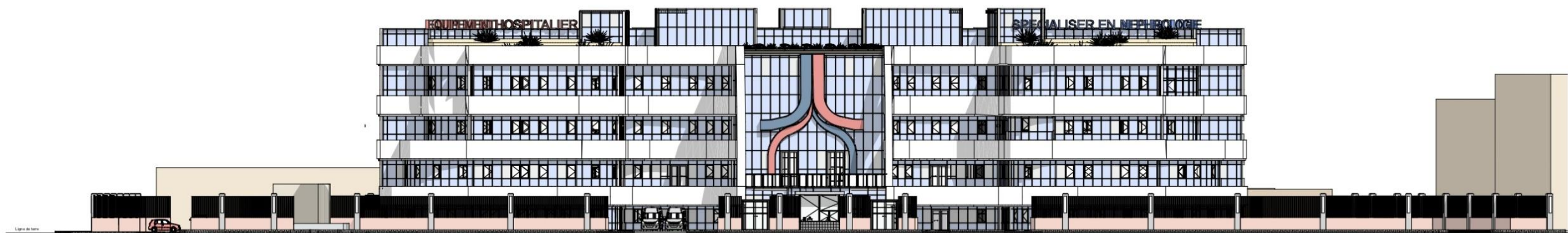
Plan de fondation et assainissement



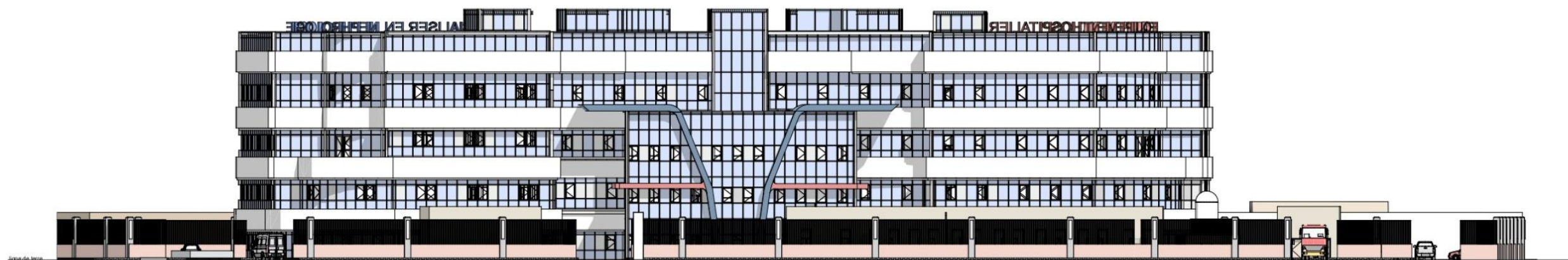
Coupe C1



Coupe C2



facade nord



facade sud



Facade ouest



Facade Est



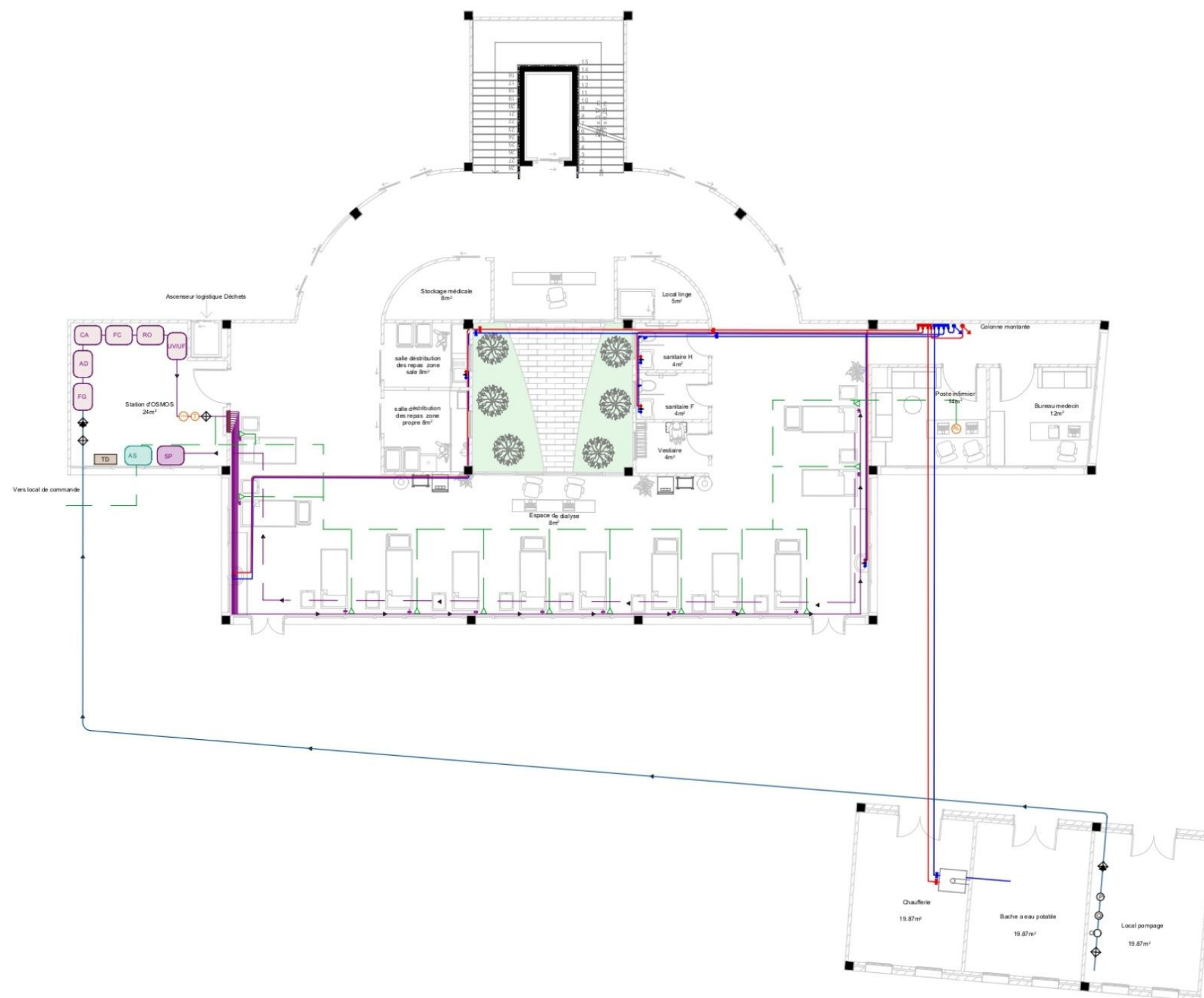






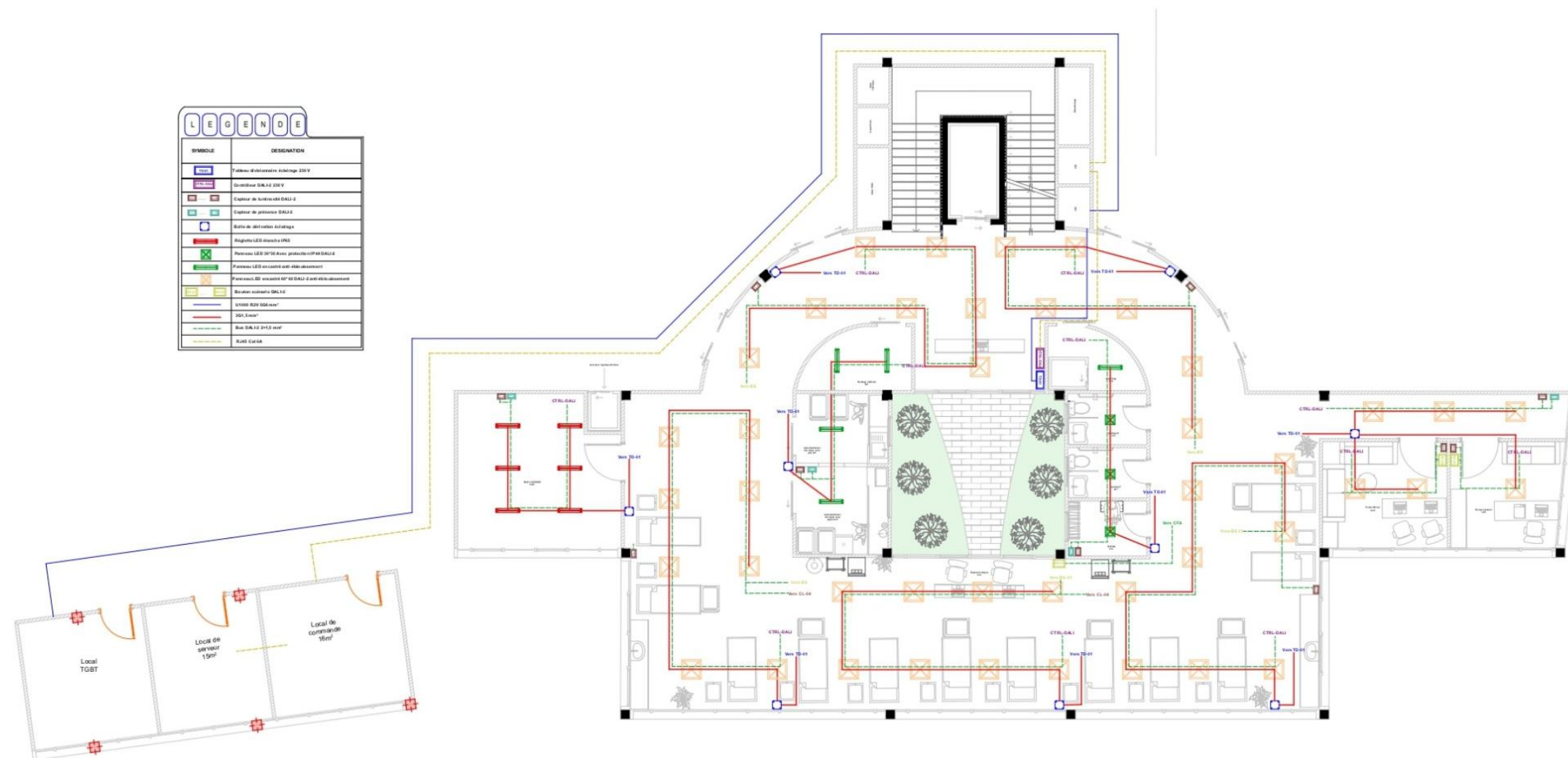




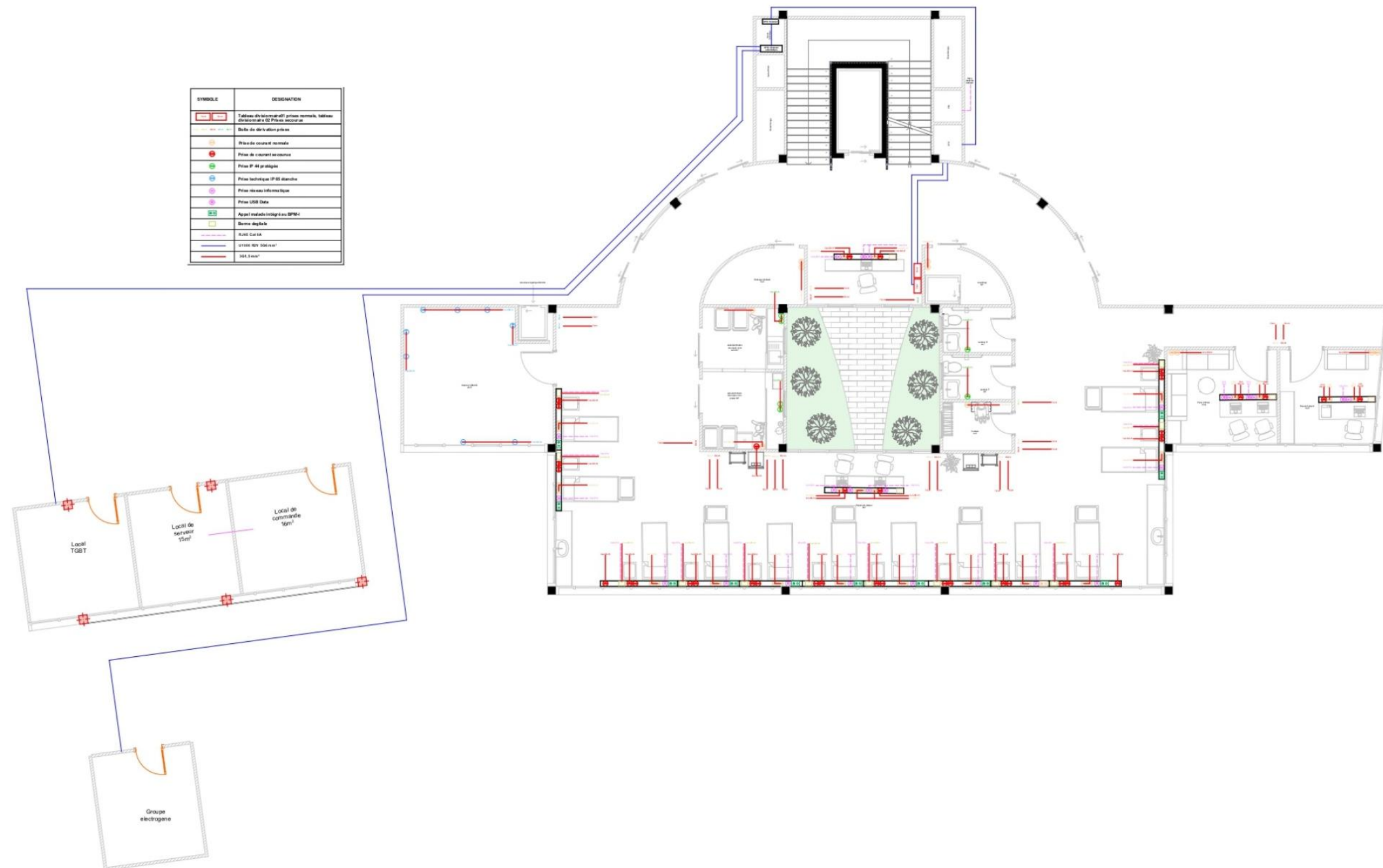


L E G E N D E	
SYMBÔLE	DESIGNATION
réseaux hydraulique	
	EF: eau froide sanitaire
	EC: eau chaude sanitaire
	Eau brule vers cantine
	RO aller (eau osmose)
	RO (retour)
	BMS / supervision / capteur
symbole & instrumentation	
	vanne d'arrêt
	capteur anti-retour
	compteur intelligent
	capteur de débit
	capteur de pression
	capteur de température
	capteur de conductivité
	détecteur de fuite
	alarme RO
	alarme EF
	alarme EC
	alarme technique
	robinet
Equipements - local osmose	
	Pacifite
	Aduciateur
	Charbon actif
	Filtre cartouche
	Osmose inverse
	UVI Ultraviolette
	Armoire de supervision
	Suppresseur / pompe
	Tableau électrique

Plan AEP / AEO echelle 1 / 150



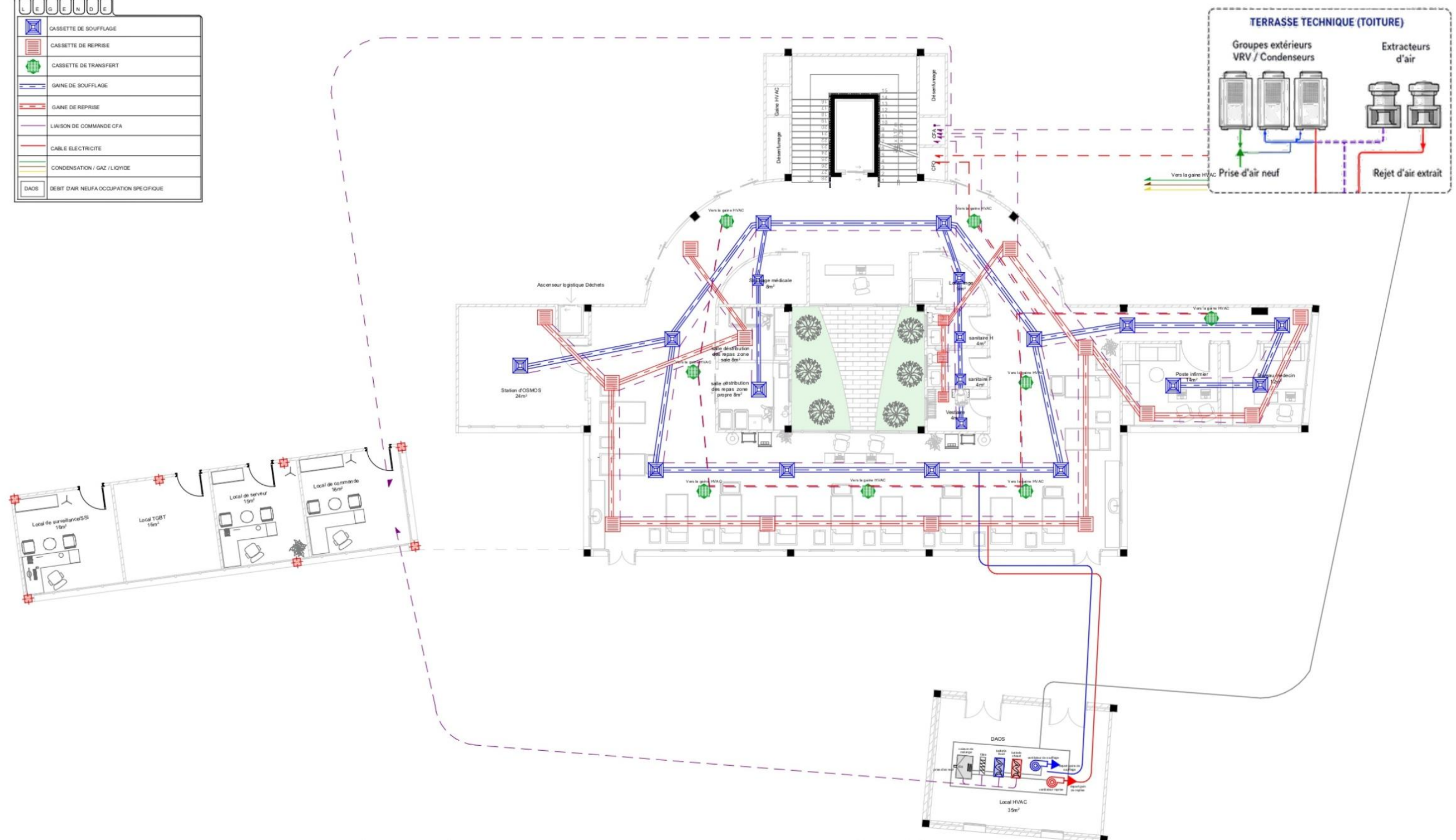
Plan de l'electricite (l'eclairage) echelle 1 / 150



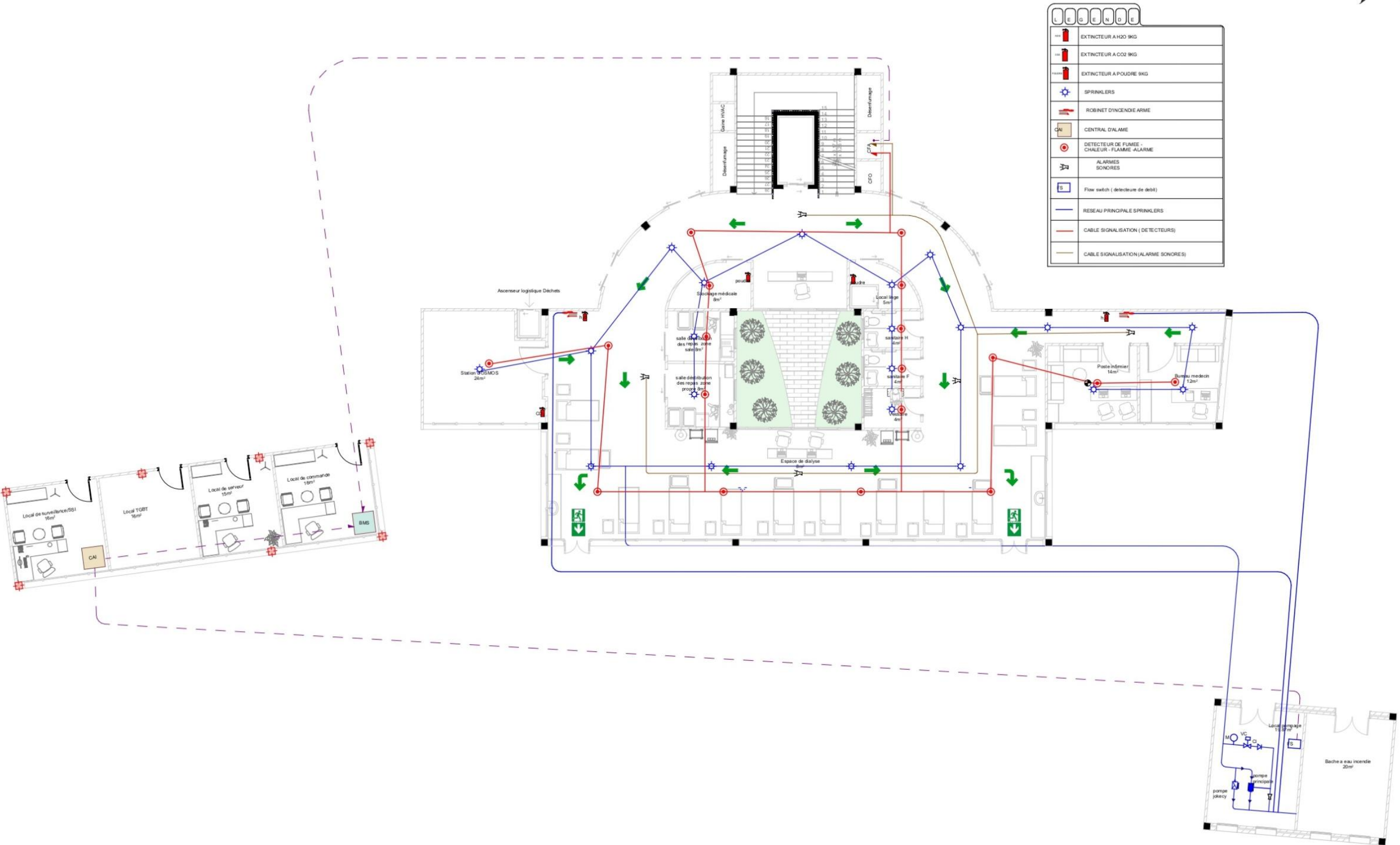
Plan de l'électricité (prise) échelle 1 / 150



L E G E N D E									
	CASSETTE DE SOUFFLAGE								
	CASSETTE DE REPRISE								
	CASSETTE DE TRANSFERT								
	GAINES DE SOUFFLAGE								
	GAINES DE REPRISE								
	LIAISON DE COMMANDE CFA								
	CABLE ELECTRICITE								
	CONDENSATION / GAZ / LIQUIDE								
	DEBIT D'AIR NEUF OCCUPATION SPECIFIQUE								



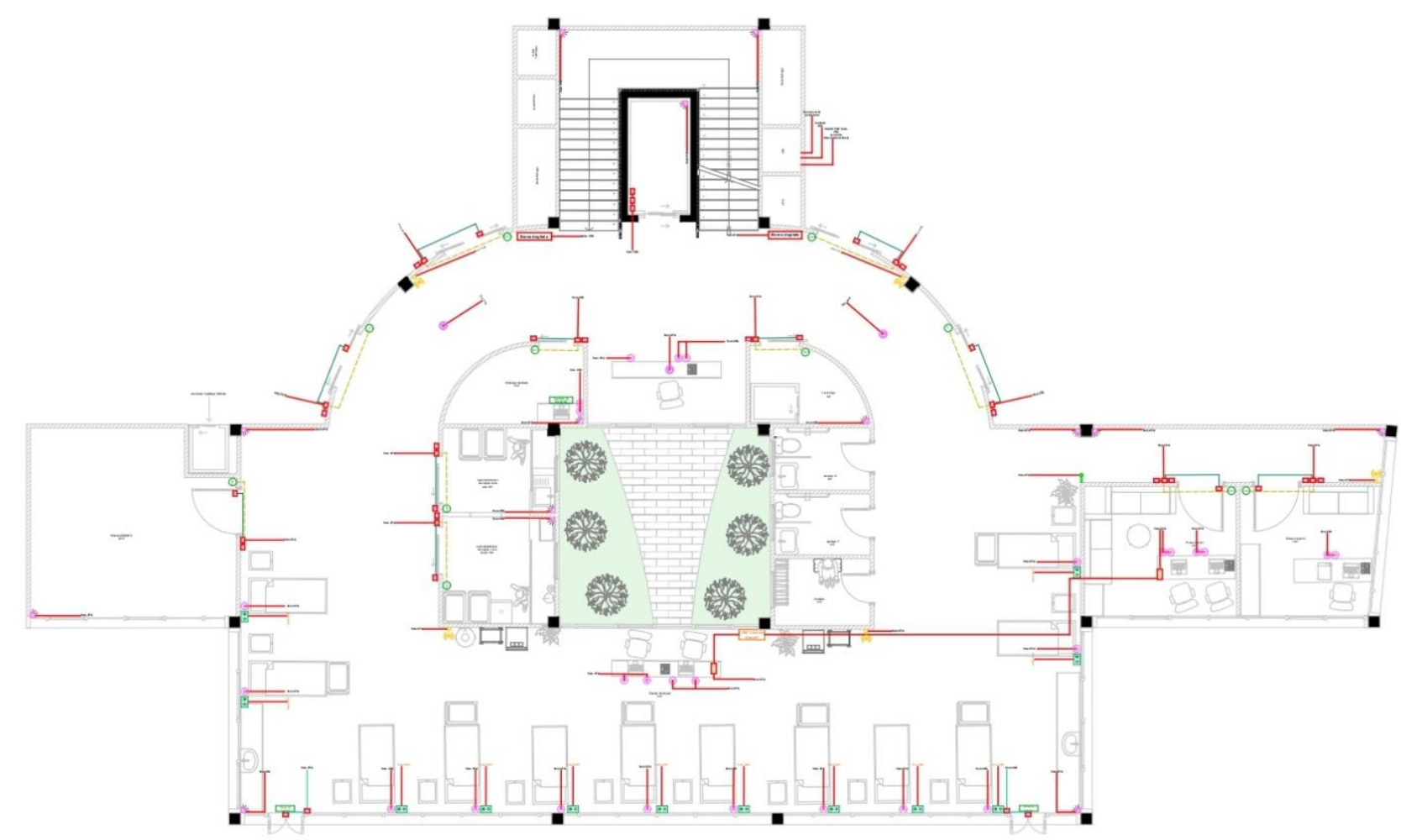
Plan de systeme HVAC echelle 1 / 150



Plan anti incendi echelle 1 / 150



LEGENDE	
SYMBOLE	DESIGNATION
	Face ID / reconnaissance faciale
	Lecteur QR code
	Contrôleur d'accès
	Serrure électrique / serrure automatique
	Bouton sonde
	Contrôle d'appel mains
	Bouton appel mains
	Afficheur appel mains
	Prise USB
	Prise réseau informatique
	Ecran ou bréviaire interactif
	Système RF ID / badge matériel
	Caméra IP 360° Full
	Caméra IP de cube / caméra d'angle Full
	Caméra intelligente avec reconnaissance faciale / interaction
	Borne Wi-Fi intelligente/Full
	Câble réseau standard Cat5
	Câble de communication vidéo standard 2x6.3mm²
	Câble de communication réseau standard 2x2.5mm²
	Raccordement PoE



Plan de telecommunication echelle 1 / 150