

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SEPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 01



**Institut d'Architecture et d'Urbanisme**

**MEMOIRE DE MASTER 02**

**Option « Architecture et Habitat »**



**Le bâtiment durable et intelligent pour une meilleure  
optimisation des ressources naturelles dans les milieux  
d'habitat**

**Conception d'un hôpital général de 240 lits dans la ville  
nouvelle de Bouinan**

**Élaboré par :**

- HAKEM Med Zakaria
- NABI Med Nadhir

**Jury d'évaluation :**

- **Présidente** : Mme LAMRAOUI Samia, Maitre-Assistante « A », Université de Blida 1
- **Examinatrice** : Mme BENMERABET Lila, Maitre-Assistante « B », Université de Blida 1
- **Encadreur** : Mlle BOUATTOU Asma, Maitre-assistante « B », Université de Blida 1
- **Co-encadreur** : Mr KADRI Hocine, Architecte-Enseignant, Université de Blida 1

Soutenu publiquement le : 24/09/2017

## **REMERCIEMENT**

Tout d'abord, nous remercions DIEU Allah, de nous avoir donné la volonté et le courage et la patience afin d'arriver à la finalité de ce modeste travail.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre promoteur Mr KADRI Hocine, ainsi que Mlle BOUATOU Asma, pour tout le savoir qu'ils nous ont apporté ainsi que pour nous avoir encadrées et dirigées au cours de notre projet.

Nous remercions nos parents qui nous ont beaucoup soutenues pendant toute notre formation et qui continueront sans aucun doute à nous aider dans tous nos futurs projets.

Et finalement un grand merci à tous les enseignants du l'Institut d'Architecture et d'Urbanisme de l'université de Blida qui ont assuré notre formation durant nos cinq années d'étude.

## **Présentation de l'axe d'atelier et de ses objectifs**

### **« Technologie et Environnement dans les Villes Nouvelles »**

Nos villes sont malades du fait de la conjugaison d'une panoplie de problèmes urbains: Inconfort, malaise social, essoufflement économique, épuisement des ressources naturelles, détérioration du milieu naturel, transformation du climat, pollution, nuisances, dégradation de la qualité de vie, perte de l'identité, émergence des cités dortoirs,.....

Ces problèmes deviennent un lot commun d'un nombre sans cesse grandissant des établissements humains, que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement.

Face à cette situation alarmante, l'Algérie, à l'instar des autres pays, se mobilise. Elle a adopté en 2010 un Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT), fixant une nouvelle stratégie de développement territorial, à l'horizon 2030, qui s'inscrit dans le cadre du développement durable.

Ce schéma prévoit la création de 13 villes nouvelles réparties sur les trois couronnes (Littoral, Hauts Plateaux, Sud) afin de dynamiser le territoire, maîtriser sa croissance urbaine, corriger les inégalités des conditions de vie et alléger la pression, en terme de logement, exercée sur les grandes villes de la bande littorale (1<sup>ère</sup> couronne).

Par ailleurs, il est important de noter que se loger ne suffit pas pour habiter la ville. En effet, les producteurs de la ville convergent vers le point de vue que la notion de l'habitat ne doit pas, et ne peut pas rester circonscrite à l'échelle du logement, bien au contraire, elle englobe l'ensemble des lieux pratiqués. Autrement dit, le logement ne peut pas prendre en considération l'ensemble des besoins socioculturels, économiques et environnementaux de l'individu. Ces besoins se pratiquent en dehors de chez-lui.

Dans cette perspective, la conception des villes nouvelles algériennes est basée sur la nécessité de répondre aux différents besoins et préoccupations du cadre de vie quotidien et de promouvoir l'efficacité énergétique, afin d'avoir des villes habitables, vivables, résilientes et attractives.

A cet égard, cet axe est axé principalement sur: (i) l'identification de l'éventail des besoins constituant notre cadre de vie et qui permettent de parler d'habitat au sens large du terme; (ii) l'alliance de l'économie d'énergie et du confort environnemental; (iii) l'intégration des nouvelles technologies de l'énergie.

A cette fin, les thèmes de recherches et projets développés s'intéressent aux problématiques des villes nouvelles et de l'efficacité énergétique sous l'angle du développement urbain durable.

L'axe Technologie et Environnement dans les Villes Nouvelles vise à :

- Revisiter la notion de l'habitat et de l'habiter en prenant en compte les nouvelles exigences contemporaines.
- Attirer l'attention sur l'importance de la maîtrise de la croissance urbaine et la création d'un mode de vie de qualité.
- Concevoir des milieux d'habitat écologiques et confortables, à faible consommation énergétique et d'émission de carbone.
- Se familiariser avec certaines règles d'aménagement qui rendent possible l'amélioration de la qualité du cadre de vie et qui relèvent de l'approche du développement durable.

BOUATTOU Asma  
KADRI Hocine

## Résumé

Le bâtiment reste de loin le secteur le plus consommateur d'énergie, représentant, à lui seul, plus de 40% des dépenses en énergie et jusqu'à 50% si l'on inclut la consommation énergétique lors de la construction. En 2050, notre planète comptera environ 10 milliards d'êtres humains. Ce chiffre nous interpelle lorsque l'on sait que les ressources sont comptées, que les gaz à effet de serre sont à l'origine du réchauffement climatique, qu'il nous faut trouver des solutions pérennes à court terme pour le bien-être de la planète et des générations futures.

Il ne fait nul doute que le secteur sanitaire est l'un des plus consommateurs d'énergies. Les établissements de santé sont des gros consommateurs en énergie. Les divers postes spécifiques tels que la cuisine, la blanchisserie, la stérilisation, la radiologie, les laboratoires internes et les blocs opératoires consomment beaucoup d'énergie. Ainsi, l'énergie est un élément essentiel dans le fonctionnement d'un hôpital et le moindre manque peut avoir de lourdes conséquences. De ce fait, le milieu hospitalier reste un domaine difficile en termes de réduction d'énergie. Pourtant, de multiples solutions existent et pourraient diminuer la facture énergétique qui représente un poids non négligeable dans le budget d'un bâtiment de santé.

Pour cela, dans notre projet nous supposons que la construction d'un hôpital durable pourra répondre aux différents enjeux du futur, réduire son empreinte écologique et optimiser la consommation de ses ressources. Nous proposons aussi l'intégration de technologies intelligentes telles que les « smart grids » dans les réseaux électrique, afin de minimiser la consommation d'énergie de l'hôpital, maintenir l'efficacité énergétique et assurer un bon fonctionnement du réseau.

## **Summary**

The building remains by far the most energy consuming sector, accounting for more than 40% of energy expenditure and up to 50% if we include energy consumption in construction. By 2050, our planet will have about 10 billion human beings. This figure concerns us when we know that resources are being counted, that greenhouse gases are the cause of global warming and that we must find solutions for the welfare of the environment, planet and future generations.

There is no doubt that the health sector is one of the most energy consuming sectors. Health care facilities are major energy consumers. The various specific jobs such as cooking, laundry, sterilization, radiology, internal laboratories and operating theaters are energy intensive. Thus, energy is an essential element in the functioning of a hospital and the slightest lack can have serious consequences. As a result, the hospital environment remains a challenging area in terms of energy reduction. Yet, many solutions exist that could reduce the energy bill, which represents a significant weight in the budget of a health building.

For this purpose, we assume in our project that the construction of a sustainable hospital will be able to meet the different stakes of the future, reduce its ecological footprint and optimize the consumption of its resources. We also propose the integration of intelligent technologies such as smart grids in electrical networks, in order to minimize the energy consumption of the hospital, maintain energy efficiency and ensure a good network operation.

## ملخص

يعتبر قطاع البناء من أكبر القطاعات استهلاكاً للطاقة، إذ يمثل أكثر من ٤٠٪ من إنفاق الطاقة ويصل إلى ٥٠٪ إذا أخذنا بعين الاعتبار الطاقة المستهلكة في البناء

وبحلول عام ٢٠٥٠ سيصل عدد سكان الأرض إلى ١٠ ملايين، هذا الرقم مثير للجدل علماً أن موارد الطاقة محدودة وأن مشكل الاحتباس الحراري في تزايد وأن علينا إيجاد حلول سريعة لحماية الأرض والأجيال المقبلة

يعتبر قطاع الصحة من أكبر القطاعات استهلاكاً للطاقة، مختلف نشاطات مرافق الصحة مثل التعقيم، الطبخ، الغسيل، الأشعة، المختبرات، غرف العمليات تستهلك الكثير من الطاقة. إن الطاقة عنصر أساسي في حسن سير المستشفيات وأي نقص في الطاقة له عواقب وخيمة. المستشفيات تواجه تحدياً كبيراً في مجال تخفيض الطاقة المستهلكة مع أن هناك عدة حلول يمكن أن تخفف في فاتورة الطاقة التي تأخذ شطراً كبيراً من ميزانية المستشفى.

ولهذا نفترض في مشروعنا هذا بناء مستشفى مستدام قادر على مواجهة مختلف تحديات المستقبل في مجال استهلاك الطاقة و الحد من البصمة البيئية، و نقترح أيضاً دمج التكنولوجيا الجديدة مثل (الشبكات الذكية) من أجل تقليل استهلاك الطاقة للمستشفى و الحفاظ على كفاءة استخدام الطاقة و ضمان التشغيل الجيد للشبكة الكهربائية

## TABLE DES MATIERES

<b>Chapitre I: Introduction générale</b> .....	1
Contexte et intérêt de la recherche .....	2
Problématique .....	3
Hypothèse de la recherche .....	5
Objectifs de la recherche .....	5
Méthodologie de la recherche .....	5
Structuration du mémoire .....	6
Schéma récapitulatif .....	7
<b>Chapitre II : Etat de l'art sur le bâtiment durable et intelligent</b> .....	8
Introduction .....	9
II-1-Concepts et définition: .....	9
II-1-1-Le concept de l'empreinte écologique :.....	9
II-1-1-1-Définition de l'empreinte écologique : .....	9
II-1-1-2-Calcul de l'empreinte écologique : .....	9
II-1-1-3-Quelques exemples d'empreintes écologiques : .....	10
II-1-2-La notion de l'optimisation des ressources :.....	11
II-1-2-1-Définition de la notion de l'optimisation des ressources : .....	11
II-1-2-2-L'importance de l'optimisation des ressources :.....	11
II-1-3-La notion des nouvelles technologies de l'information et de la communication :.....	12
II-1-3-1-Définition de la notion des nouvelles technologies de l'information et de la communication :.....	12
II-1-3-2-Les domaines d'utilisation des NTIC :.....	12
II-1-3-3- Les NTIC au service de l'énergie :.....	12
II-2-Le bâtiment durable et intelligent facteur clé à l'optimisation des ressources et la réduction de l'empreinte écologique : .....	14
II-2-1-le bâtiment durable :.....	14
II-2-1-1 Définition du bâtiment durable :.....	14
II-2-1-2-Les avantages de construction d'un bâtiment durable : .....	15
II-2-1-3-La conception d'un bâtiment durable :.....	18
II-2-3-Le bâtiment intelligent : .....	22
II-2-3-1-Définition du bâtiment intelligent : .....	22
II-2-3-2-Notions et technologies du bâtiment intelligent :.....	23

II-2-3-3-Les avantages des bâtiments intelligents : .....	24
II-2-3-4-Concevoir un bâtiment intelligent : .....	26
II-3-Les réseaux intelligents (smart grids) : pour une meilleure optimisation des ressources d'un bâtiment.....	27
II-3-1-Définition des Smart Grids: .....	27
II-3-2-Le fonctionnement du réseau actuel : .....	27
II-3-3- Les contraintes du réseau électrique : .....	28
II-3-4-L'évolution du réseau électrique : .....	29
II-3-5-Les avantages du nouveau réseau électrique pour le consommateur :.....	30
II-3-6-Exemple de smart grids : .....	31
II-4-Experiences étrangères : Bâtiment durable et écologique.....	33
II-4-1-Pavillons Lassonde Canada : .....	33
II-4-1-2-Characteristiques écologiques des pavillons lassonde : .....	34
II-4-2 : Le nouvel hôpital d'Orléans, France : .....	35
II-4-2-1 Fiche technique : .....	35
II-4-2-2 Un hôpital durable et évolutif : .....	36
II-4-2-3 Profil environnemental : .....	37
II-4-3 : Les concepts retenus des analyses : .....	38
Conclusion.....	38

<b>Chapitre III: Conception d'un hôpital général de 240 lits dans la ville nouvelle de Bouinan.....</b>	<b>39</b>
Introduction : .....	40
III-1 Diagnostic et analyse.....	40
III-1-1 Analyse et diagnostic de la ville nouvelle de Bouinan .....	40
III-1-1-1 Présentation de la ville nouvelle de Bouinan : .....	40
III.1.1.2 Situation géographique de la ville nouvelle de Bouinan :.....	41
III.1.1.3 Contexte climatique de la ville nouvelle de Bouinan : .....	42
III.1.1.4 Présentation du maitre d'oeuvre : .....	42
III.1.1.5 Ancrage juridique de la ville nouvelle de Bouinan :.....	42
III.1.1.6 Objectifs de la ville nouvelle de Bouinan : .....	42
III.1.1.7 Vocations de la ville nouvelle de Bouinan.....	42
III.1.1.8 Principes d'aménagement de la ville nouvelle de Bouinan : .....	43
III-1-2 Analyse de l'aire d'intervention : .....	50
III.1.2.1 Situation de l'aire d'intervention : .....	50

III.1.2.2	Accessibilité à l'aire d'intervention :	50
III.1.2.3	Environnement immédiat :	51
III.1.2.4	Étude morphologique de l'aire d'intervention:	51
III.1.2.5	Étude environnementale de l'aire d'intervention	51
II.1.2.6	Prescriptions urbanistiques et servitudes	52
	Synthèse AFOM:	53
III.2	Programmation du projet :	53
III.2.1	Détermination des fonctions :	54
III.2.2	Programme qualitatif et quantitatif :	54
III.3	Conception du projet :	55
III.3.1	Concepts liés au contexte :	55
III.3.1.1	Principe d'implantation et d'aménagement extérieur du projet :	55
III.3.1.2	Différents accès au projet :	56
III.3.1.3	Gabarit du projet :	57
III.3.2	Concepts liés au programme	57
III.3.2.1	Organisation fonctionnelle :	57
III.3.2.2	Agencement des unités fonctionnelles :	58
III.3.3	Concepts architecturaux	62
III.3.3.1	Composition volumétrique du projet et son traitement	62
III.3.3.2	Expression des façades	64
III.3.3.3	Aménagement de l'espace extérieur	65
III.3.4	Concepts structurels et techniques :	66
III.3.4.1	Logique structurelle et choix du système constructif :	66
III.3.4.2	Choix de matériaux de construction et les détails techniques :	67
III.3.5	Autres techniques liées à la dimension durable du projet :	70
III.3.5.1	L'éco construction :	70
III.3.5.2	L'éco gestion :	70
III.3.5.3	Confort et santé :	72
III.3.6	Les réseaux électrique intelligent (Smart grids) :	75
III.4	L'évaluation du projet (l'analyse multicritère) :	76
	Conclusion	78
	<b>Conclusion générale</b>	<b>79</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>81</b>
	<b>Annexe</b>	<b>82</b>

Annexe 01 : Programme détaillé du projet .....	I
Annexe 02 : Le dossier graphique .....	III
Annexe 03 : analyse thématique des hopitaux.....	IX
Annexe 04 : détails constructifs.....	XIV
Annexe 05 Détails du puit canadien .....	XVIII
Annexe 06 Schéma de récupération des eaux pluviales .....	XXII
Annexe 07 L'aménagement extérieur du projet.....	XXIV

## LISTE DES FIGURES

### Chapitre II:

Figure II-1 Enjeux NTIC .....	13
Figure II-2 Les piliers du développement durable .....	14
Figure II-3 Schema d'une d'installation géothermique .....	20
Figure II-4 Les avantages des batiments intelligent.....	24
Figure II-5 Smart grids.....	27
Figure II-6 La consommation d'électricité est fonction de l'évolution du PIB .....	28
Figure II-7 Pavillon lasonde Canada .....	33
Figure II-8 CHR d'Orléan .....	35
Figure II-9 Plan de masse de CHR d'Orléan .....	35
Figure II-10 exemple de conception – CHR d'Orléan.....	37

### Chapitre III:

Figure III-1 Périmètre de la ville nouvelle de Bouinan .....	40
Figure III-2 Situation territoriale de la ville nouvelle de Bouinan .....	41
Figure III-3 Situation régionale de la ville nouvelle de Bouinan .....	41
Figure III-4 Organisation spatiale du plan d'aménagement de la ville nouvelle de Bouinan..	43
Figure III-5 Plan d'occupation au sol.....	45
Figure III-6 Réseau routier de la ville nouvelle de Bouinan.....	46
Figure III-7 Réseau routier urbain de la ville nouvelle de Bouinan.....	47
Figure III-8 Tracé en plan de tramway .....	47
Figure III-9 Plan de réseau vert et bleu de la ville nouvelle de Bouinan .....	48
Figure III-10 Plan d'assainissement de la ville nouvelle de Bouinan.....	49
Figure III-11 Situation de l'aire d'intervention.....	50
Figure III-12 Accessibilité de l'aire d'intervention .....	51
Figure III-13 Environnement immédiat de l'aire d'intervention .....	46
Figure III-14 Plan topographique.....	51
Figure III-15 Course du soleil dans la ville nouvelle de Bouinan .....	51
Figure III-16 Le cadre urbain paysager .....	52
Figure III-17 Tracé d'alimentation en gaz .....	52
Figure III-18 Plan de distribution d'électricité.....	52
Figure III-19 Plan de collecte de déchets.....	53
Figure III-20 Tracé d'AEP .....	53

Figure III-21 Les fonctions mères de l'hôpital .....	54
Figure III-22 Les principes d'implantation du projet.....	56
Figure III-23 Les différents accès au projet .....	56
Figure III-24 Organigramme des unités fonctionnelles .....	57
Figure III-25 Plan RDC – Agencement des unités fonctionnelles.....	58
Figure III-26 Plan sous-sol – Agencement des unités fonctionnelles.....	58
Figure III-27 Plan 1 <sup>er</sup> étage – Agencement des unités fonctionnelles.....	59
Figure III-28 Plan 2 <sup>ème</sup> étage – Agencement des unités fonctionnelles.....	59
Figure III-29 Plan 3 <sup>ème</sup> étage – Agencement des unités fonctionnelles .....	60
Figure III-30 Plan 4 <sup>ème</sup> étage – Agencement des unités fonctionnelles .....	60
Figure III-31 Plan 5 <sup>ème</sup> étage – Agencement des unités fonctionnelles .....	61
Figure III-32 Coupe schématique du projet .....	61
Figure III-33 1 <sup>ère</sup> étape : Principes d'implantation du projet.....	63
Figure III-34 2 <sup>ème</sup> étape : Le module de base .....	63
Figure III-35 3 <sup>ème</sup> étape.....	63
Figure III-36 4 <sup>ème</sup> étape .....	63
Figure III-37 expression des façades .....	64
Figure III-38 expression des façades.....	64
Figure III-39 expression des façades.....	64
Figure III-40 expression des façades.....	64
Figure III-41 schéma de structure du projet.....	66
Figure III-43 Poteau HEB400 .....	67
Figure III-44 Poutre IPE360.....	67
Figure III-45 Assemblage poteau poutre .....	67
Figure III-46 Détails plancher.....	67
Figure III-47 Faux plafond en plâtre.....	69
Figure III-48 Traitement de sol en PVC .....	69
Figure III-49 Illustration des recommandations pour une bonne sécurité contre l'incendie ...	69
Figure III-50 Vitrage VIR .....	70
Figure III-51 Brise soleil en aluminium.....	70
Figure III-52 Schéma de fonctionnement d'un puit canadien.....	71
Figure III-53 Poteau d'éclairage public photovoltaïque .....	71
Figure III-54 Contrôle des éléments de la chambre à l'aide d'une tablette tactile .....	72
Figure III-55 Détails des toitures végétalisées.....	67

Figure III-56 Schéma de proposition de l'installation des smart grids dans la ville nouvelle de Bouinan .....	75
Figure III-57 Tableau de bord de l'évaluation .....	77
Figure III-58 Profil environnemental HQE de notre projet .....	79

## LISTE DES TABLEAUX

### Chapitre II:

Tableau II-1 Empreinte écologique des pays en 2012 .....	10
Tableau II-2 Empreinte écologique des continents en 2012 .....	10
Tableau II-3 Bénéfices financiers escomptés par les professionnels de la construction (en % par rapport aux batiments conventionnels) .....	17
Tableau II-4 Les avantages des batiments intelligents.....	24
Tableau II-5 Profil environnemental de CHR d'Orléan.....	37

### Chapitre III:

Tableau III-1 Les risques naturels de la ville nouvelle de Bouinan .....	48
Tableau III-2 Le programme de notre aire d'intervention .....	52
Tableau III-3 L'analyse SWOT du terrain .....	53
Tableau III-4 Les unités de l'hopital.....	54
Tableau III-5 Les differents servieces de l'hopital .....	55
Tableau III-6 Gabarit du projet .....	57
Tableau III-7 Le tableau de bord de l'évaluation.....	77

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

AEP : Alimentation en Eau Potable

AFOM : Attouts, Faiblesses, Opportunité, Menaces

AMC : Analyse Multicritère

BT : Biotechnologies

CES : Coefficient d'Emprise au Sol

CHR : Centre Hospitalier Régional

COS : Coefficient d'Occupation des Sols

CW : Chemin de Wilaya

EnR : Energies renouvelables

GAC : la gestion active du bâtiment

GES : Gaz à effet de serre

GTB : la gestion technique du bâtiment

GTC : la gestion technique centralisée

HQE: Haute Qualité Environnemental

LED: Light-Emitting Diode

LEED : Leadership in Energy and Environmental Design

NHO : Nouvel Hopital d'Orléan

NTIC: Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

PIB : Produit Interieur Brut

RN : Route Nationale

SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire

STEP : Station d'Epuration

TIC : Technologie de l'Information et de la communication

USGBC : The U.S. Green Building

VIR : Vitrage à Isolation Renforcée

# **Chapitre I**

## **Introduction générale**

## **Contexte et intérêt de la recherche :**

Le secteur du bâtiment est actuellement l'un des plus importants consommateurs mondiaux d'énergie. En effet, à l'échelle mondiale, les bâtiments sont responsables de 40% de la consommation annuelle d'énergie, et jusqu'à 50% si l'on inclut la consommation énergétique lors de la construction, selon la division de technologie industrie et économie du programme des Nations Unis pour l'environnement.

Selon la même source, le coût que cela provoque, la part des émissions de gaz à effet de serre liée à la consommation énergétique des bâtiments est évaluée à 30% alors que dans le même temps la demande d'énergie devrait doubler à horizon 2050. Cela cause le problème de la hausse des températures qui a de importantes conséquences sur l'environnement et la santé publique, notamment par la destruction de la planète et l'augmentation des maladies respiratoires (comme l'asthme), cancers de la peau, malaises, mortalités liées à des chaleurs intenses, etc.

L'augmentation des GES dans l'atmosphère a déjà provoqué des modifications mesurables du climat (Nature Québec 2011), on en observe déjà les impacts engendrés sur les différents plan ; social, économique et environnemental, accompagnés d'un cortège des événements extrêmes tels que la fonte des glaces, l'élévation du niveau de la mer, sécheresses, inondation, pluies fortes et abondantes, tornades, canicules...etc. Ces événements se manifestent à une vitesse et une ampleur élevées que prévues (GIEC, 2013).

A cette période les problèmes des villes dévoilent leurs visages. Le défi environnemental est devenu un enjeu majeur, réduire les émissions de CO2 de moitié étant devenu nécessaire afin de limiter le réchauffement climatique. Il faut désormais faire face au double enjeu, économique et environnemental, de mieux et optimiser la consommation des ressources.

Par ailleurs, il ne fait nul doute que le secteur sanitaire et l'un des plus consommateurs d'énergies Les pratiques professionnelles des établissements de santé, (gros consommateurs d'énergie et gros producteurs de déchets), ont un fort impact sur l'environnement.

En effet, Il existe de nombreuses entités économiques, comme les hôpitaux qui sont en fonctionnement permanent 24/24 heures, 365/an. Pour faire vivre et fonctionner ces structures, les flux entrants et sortants sont très importants, l'intensité et la diversité des échanges avec le monde extérieur sont les premiers indicateurs de l'impact environnemental du secteur. Parmi

les éléments qui entrent dans les hôpitaux, on peut citer : le médicament, le gaz, l'eau, les produits chimiques, les carburants, équipements et matériels... et parmi les éléments qui sortent nous citons: les déchets solides, liquides et gazeux. ...

A cette fin, les hôpitaux devront faire face à plusieurs enjeux écologiques tels que la réduction de la consommation énergétique et de la dépendance aux énergies fossiles, La réduction de la consommation d'eau et la question des effluents liquides, La réduction des déchets en volume et en coût de traitement, la réduction des gaz à effet de serre, la protection de la biodiversité, la contradiction entre soins individuels et exigences de la société.

La très grande diversité des métiers exercés à l'hôpital et la très forte composante humaine de l'activité hospitalière imposent que la bonne gestion des ressources et le bien être figurent au rang des priorités dans un monde où la pathologie et la mort dominant et où les exigences du public vont croissant. Ces différents éléments démontrent la responsabilité économique et sociale que portent les hôpitaux. Pour son activité hautement technique et par la grande diversité de ses missions et moyens, le secteur hospitalier doit se préoccuper de son empreinte écologique.

En outre, la dernière décennie a été marquée par plusieurs changements spectaculaires dans de nombreux domaines de la vie, en particulier dans le secteur de santé, de nouveaux concepts, des nouvelles technologies émergent tous les jours. Ces changements sont dus au différent défi et problèmes que l'établissement de santé rencontre avec le temps. Construire l'hôpital de demain, c'est aussi construire un hôpital écoresponsable et durable, qui limite les consommations d'énergie. En effet, la construction hospitalière prendra en compte le développement durable dans toutes ses dimensions. Cette tendance ira jusqu'à permettre une réversibilité des espaces, alors que les établissements sont aujourd'hui extrêmement monovalents dans leur destination.

### **Problématique :**

Comme toute structure sanitaire, les établissements de santé algériens ont un impact écologique sur l'environnement, la santé tient une place considérable dans la société algérienne. Malgré l'étendue de ce secteur et les impacts qu'il représente, les démarches environnementales globales sont très peu répandues dans les établissements de santé.

La santé, les soins de santé et l'environnement sont inextricablement liés. Si l'on parle souvent des impacts de l'environnement sur la santé, on parle moins de l'impact que peut avoir le secteur

de la santé sur l'environnement. Pourtant, ce secteur, comme toute entreprise, utilise de l'énergie en quantité, consomme d'importantes ressources (plastiques, papier, eau...) et produit de nombreux déchets.

Face à cette situation alarmante, l'Algérie, à l'instar des autres pays, se mobilise. Elle a adopté en 2010 un Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT), fixant une nouvelle stratégie de développement territorial, à l'horizon 2030, qui s'inscrit dans le cadre du développement durable. Ce schéma prévoit la création des villes nouvelles réparties sur les trois couronnes (Littoral, Hauts Plateaux, Sud).

C'est dans cette optique que la ville nouvelle de Bouinan a été pensée lors de l'élaboration du Schéma National d'Aménagement du Territoire avec un qualificatif propre à elle, à savoir une ville de sports et de loisirs mais après de multiples concertations elle est devenue écologique et moderne. Alors, son concept d'aménagement repose sur l'écologie : Une ville orientée vers le future « **GREEN TECHNOPOLIS BOUINAN** », c'est-à-dire une ville de technologie vertes.

La ville nouvelle de Bouinan sera une ville économe en consommation de ressources énergétiques à travers la conception de constructions "intelligentes" sans déperdition d'énergie. Elle doit disposer de toutes les commodités nécessaires à son bon fonctionnement, une ville de 150 000 habitants doit accueillir des équipements divers : administratif ; de santé ; de loisirs ; d'hébergement etc.

Parmi les principaux équipements prévus dans la ville nouvelle de Bouinan, les structures sanitaires et les services de santé publique qui sont programmés pour fournir aux citoyens des services médicaux de qualité.

A partir de ce qui précède, nous posons les questions suivantes :

- **Comment construire un hôpital qui répond aux différents enjeux du future ?**
- **A quoi ressemblera-t-il l'hôpital de demain ?**
- **Comment réduire l'empreinte écologique de l'hôpital sur son environnement ?**
- **Comment intégrer les nouvelles technologies pour l'optimisation des ressources ?**

## **Hypothèse de la recherche :**

- 1- Nous supposons que la construction d'un hôpital intelligent, vert et durable pourra répondre aux différents enjeux du futur ; réduire son empreinte écologique et optimiser la consommation de ses ressources.
- 2- Nous supposons que l'intégration des réseaux intelligents dans les hôpitaux, pourra être une solution pour l'optimisation des ressources.

## **Objectifs de la recherche:**

- Trouver la solution adéquate pour qu'un hôpital soit écoresponsable et intelligent, afin d'optimiser ses ressources et répondre aux différents enjeux du future.
- Montrer la nécessité de la réduction de l'empreinte écologique des hôpitaux sur l'environnement naturel.
- Etablir une revue de connaissance sur l'importance de l'intégration des réseaux intelligents dans les hôpitaux et leur rôle dans l'optimisation des ressources de ces équipements.

## **Méthodologie de la recherche :**

Notre travail de recherche s'articule sur deux étapes, la première théorique et la deuxième opérationnelle.

**La première partie théorique :** Elle s'appuie sur la définition et la compréhension des concepts clés de notre recherche. Le premier concept concerne l'optimisation des ressources; qui est le problème principal de notre recherche. Le deuxième concept est l'empreinte écologique et enfin les nouvelles technologies de l'information et de la communication. Cette partie sera effectuée à l'aide des études théoriques et thématiques basées sur une **recherche bibliographique** et une analyse des exemples.

**La deuxième partie opérationnelle :** Elle consiste à établir, d'abord, un diagnostic sur le cas d'étude qui est la ville nouvelle de Bouinan et l'aire d'intervention, sur la base d'une analyse AFOM. Ensuite, effectuer une recherche thématique en relation avec le projet, pour aboutir finalement à la conception d'un hôpital général de 240 lits en se basant sur l'optimisation de ses ressources. Et enfin pour l'évaluation de notre projet, on va opter pour la méthode multicritère HQE qui va nous permettre d'évaluer les performances environnementales et énergétiques de notre hôpital.

## **Structuration du mémoire**

Ce mémoire est structuré en trois chapitres :

**Le premier chapitre** qui est l'introduction générale de notre mémoire, il comporte le contexte et l'intérêt de la présente recherche, la problématique et les objectifs de la recherche, l'hypothèse de la recherche, et finalement la démarche méthodologique qui va nous permettre de vérifier l'hypothèse et atteindre nos objectifs.

**Le deuxième chapitre:** Dans ce chapitre, nous allons définir les concepts clés de notre recherche qui sont: l'optimisation des ressources, l'empreinte écologique et les nouvelles technologies de l'information et de la communication. Ensuite, définir et démontrer l'importance du bâtiment durable et des réseaux intelligents dans l'optimisation des ressources dans un projet. Et finalement citer quelques expériences étrangères d'application de ces critères.

**Le troisième chapitre:** A travers ce chapitre nous allons analyser d'abord notre cas d'étude qui est la ville nouvelle de Bouinan. Puis, l'aire d'intervention. Par la suite, nous allons concevoir un hôpital durable et intelligent en se basant sur les critères tirés depuis la recherche théorique, enfin nous allons évaluer notre hôpital.

A la fin. Le mémoire se terminera avec une conclusion reflétant brièvement le travail de la recherche, indiquant ses limites et contraintes et révélant des perspectives pour des futures recherches

## **Schéma récapitulatif :**

## Objectifs de la recherche :

Trouver la solution adéquate pour qu'un hôpital soit écoresponsable et intelligent, afin d'optimiser ses ressources et répondre aux différents enjeux du future.

Montrer la nécessité de la réduction de l'empreinte écologique des hôpitaux sur l'environnement naturel.

Etablir une revue de connaissance sur l'importance de l'intégration des réseaux intelligents dans les hôpitaux et leur rôle dans l'optimisation des ressources de ces équipements.

### Partie théorique

-Définition des concepts clés :

- Optimisation des ressources
- L'empreinte écologique
- NTIC

-Le bâtiment durable et intelligent facteur clé à l'optimisation des ressources et la réduction de l'empreinte écologique

-Les Smart grids : pour une meilleure optimisation des ressources d'un bâtiment

-Expériences étrangères

### Méthodes utilisées :

- Synthèse bibliographique
- Etude d'exemples

### Vérification des hypothèses :

La construction d'un hôpital intelligent, vert et durable pourra répondre aux différents enjeux du future ; réduire son empreinte écologique et optimiser la consommation de ses ressources.

L'intégration des réseaux intelligents dans les hôpitaux, pourra être une solution pour l'optimisation des ressources.

### Partie opérationnelle

-Analyse et diagnostic de :

- La ville nouvelle de Bouinan
- L'aire d'intervention

-Programmation du projet

-La conception d'un hôpital général de 240 lits dans la ville nouvelle de Bouinan

-Méthode d'évaluation du projet

### Méthodes utilisées :

- Diagnostic environnemental
- analyse AFOM
- approche environnementale
- Approche multicritères

Conclusion générale et perspective de la recherche

**Chapitre II**

**Etat de l'art sur le**

**bâtiment durable et**

**intelligent**

## **Introduction :**

Ce chapitre vise à définir les concepts clés nécessaires à une meilleure compréhension des notions de l'optimisation des ressources tout en portant l'accent sur l'intérêt de l'application du concept de développement durable et ces principes et l'intégration de l'intelligence dans le bâtiment afin d'aboutir à un meilleur environnement.

## **II-1-Concepts et définition :**

### **II-1-1 Le concept de l'empreinte écologique :**

#### **II-1-1-1-Définition de l'empreinte écologique :**

Selon WWF (2008) ; L'empreinte écologique est un indicateur et un mode d'évaluation environnementale qui comptabilise la pression exercée par les hommes envers les ressources naturelles et les « services écologiques » fournis par la nature. Plus précisément, elle mesure les surfaces alimentaires productives de terres et d'eau nécessaires pour produire les ressources qu'un individu, une population ou une activité consomme et pour absorber les déchets générés, compte tenu des techniques et de la gestion des ressources en vigueur.

Selon « Le Global Footprint Network » ; l'empreinte écologique est la surface biologiquement productive de terre et d'eau dont un individu, une population humaine ou une activité a besoin pour produire les ressources qu'elle consomme et absorber les déchets qu'elle génère en utilisant les technologies et les pratiques de gestion des ressources existantes.

Selon le professeur anglais, Colin Fudge : « l'empreinte écologique est la superficie géographique nécessaire pour subvenir aux besoins d'une ville et absorber ses déchets. »

Selon William E. Rees, un des pères de ce concept ; « *l'empreinte écologique est la surface correspondante de terre productive et d'écosystèmes aquatiques nécessaires pour la production des ressources utilisées et l'assimilation des déchets produits par une population définie à un niveau de vie spécifié, là où cette terre se trouve sur la planète* ».

#### **II-1-1-2-calcul de l'empreinte écologique :**

Un bâtiment durable, qui consomme moins de matériaux et d'énergie, présenterait une empreinte écologique réduite par rapport à un bâtiment conventionnel de même volume ou destiné à un usage équivalent.

L'empreinte écologique d'un bâtiment peut être représentée par un rapport simple, où l'empreinte écologique  $E = A/B$ . Dans cette équation, A représente la quantité d'énergie et de

ressources nécessaires à la construction, l'entretien ainsi que l'utilisation du bâtiment et B, le nombre d'utilisateurs. Il est donc souhaitable de minimiser la valeur A et d'augmenter le plus possible la valeur B pour limiter l'empreinte écologique (MAMROT, 2010).

### II-1-1-3-Quelques exemples d'empreintes écologiques :

Avec une biocapacité d'environ douze milliards d'hectares globaux (également 12 milliards d'hectares puisque, par définition, il y a au niveau mondial le même nombre d'hectares que d'hectares globaux) et une population de 6,6 milliards d'hommes, la biocapacité disponible par personne en 2006 était de 1,8 hag « hectares globaux ». Or, un Terrien moyen avait besoin en 2006 de 2,6 hag, (Ecological footprint Atlas, 2015). Le dépassement a donc été de 40 %, ce qui peut se traduire par le fait qu'il aurait fallu 1,4 planète pour soutenir la consommation de façon durable en 2006.

L'empreinte écologique mondiale a en fait dépassé la capacité biologique de la Terre à produire nos ressources et absorber nos déchets depuis le milieu des années 1980, ce qui signifie que l'on surconsomme déjà les réserves, en réalité en surexploitant les milieux.

D'après l'Atlas de l'Empreinte Ecologique 2012 et Living Planète Report 2010 (Chiffres en hectares globaux gha) ;

Pays	gha
UAE	10.6
USA	7.4
France	5.1
Pays-Bas	5.3
Hongrie	2.9
Turquie	3.3
Brésil	3.1
Algérie	2.1
Chine	3.4
Kenya	1.0
Inde	1.2

Tableau II-1 Empreinte écologique des pays en 2012, Source: WWF, 2016

Continent	gha
Amérique du nord	9.4
Union européenne	4.8
Europe hors UE	3.8
Moyen orient et Asie centrale	2.2
Amérique latine et caraïbe	2.0
Afrique	1.1

Tableau II-2 Empreinte écologique des continents en 2012, Source: WWF, 2016

## **II-1-2-La notion de l'optimisation des ressources :**

### **II-1-2-1-Définition de la notion de l'optimisation des ressources :**

Selon le rapport « CRDI,2013», Le concept de "l'optimisation des ressources" vise à s'assurer que les ressources humaines, financières et matérielles sont gérées avec un souci d'économie, d'efficience et d'efficacité. Donc, L'optimisation de ressources se définit comme la capacité d'utiliser les ressources disponibles (naturelles, financières, matérielles et informationnelles) de façon optimale pour répondre aux besoins présents et futurs de la population. Elle vise à éliminer les dépenses superflues et à éviter le gaspillage de fonds

L'optimisation des ressources est clairement la stratégie établie pour justifier des dépenses continues (Norton, 2012). Il est aussi probable qu'elle demeurera, à tout le moins dans un avenir proche, une priorité dans les programmes de développement international (Gilligan, 2012). Qui dit optimisation des ressources dit la mise en place des moyens qui favorisent la gestion économique et efficiente des ressources et permettent l'évaluation de l'efficacité.

### **II-1-2-2-L'importance de l'optimisation des ressources :**

- Si on continue à vivre comme nous le faisons maintenant, nous aurions besoin de trois planètes pour répondre à nos besoins. Mais comme nous n'en avons qu'une, et qu'en plus les ressources de cette dernière sont soit en déclin, soit en pénurie imminente, nous ne pouvons pas continuer comme ça, (WWF 2016).
- Nous utilisons les ressources au maximum dans notre quotidien, c'est donc essentiel de réduire notre impact quand c'est possible. Il faut faire attention à tout, de l'eau et énergie utilisées jusqu'à la réduction des déchets, en passant par le recyclage. Et tout ça transparaît directement dans notre empreinte carbone.<sup>1</sup> (WWF 2016)
- En fait, la plupart de nos activités quotidiennes (de faire bouillir l'eau pour le thé jusqu'à conduire pour aller au boulot) nécessitent d'utiliser les énergies fossiles, ce qui augmente le niveau de carbone dans l'atmosphère. Au même moment, d'autres choses comme la déforestation réduisent considérablement la capacité de la planète à réduire tout ce carbone. Et du coup, tout ça contribue à l'effet de serre et au réchauffement

---

<sup>1</sup> Empreinte carbone : Selon le *Global Footprint Network*, le terme « Empreinte Carbone » signifie la quantité de carbone (généralement en tonnes) émise par une activité ou une organisation.

climatique, donc il est indispensable d'optimiser les ressources naturelles, notamment en réduisant la quantité d'énergies utilisées (WWF 2016).

### **II-1-3-La notion des nouvelles technologies de l'information et de la communication :**

#### **II-1-3-1-Définition de la notion des nouvelles technologies de l'information et de la communication :**

Le dictionnaire Larousse définit les technologies de l'information et de la communication comme étant un "ensemble des techniques et des équipements informatiques permettant de communiquer à distance par voie électronique (câble, téléphone, Internet, etc.). Mais cette définition se limite à la convergence de l'informatique et des télécommunications en vue de communiquer et ne tient pas compte de l'impact de la convergence numérique dans les multimédias et l'audiovisuel.

Le Grand dictionnaire terminologique de l'OQLF définit les technologies de l'information et de la communication comme étant un « ensemble des technologies issues de la convergence de l'informatique et des techniques évoluées du multimédia et des télécommunications, qui ont permis l'émergence de moyens de communication plus efficaces, en améliorant le traitement, la mise en mémoire, la diffusion et l'échange de l'information ».

#### **II-1-3-2-Les domaines d'utilisation des NTIC :**

Dans le monde d'aujourd'hui, on ne saurait vivre sans les technologies. Ces derniers sont devenus partie intégrante de notre quotidien et vivre sans elles serait pour certain d'entre nous inimaginable. Parmi les secteurs d'applications des NTIC on cite :

- L'administration et la gouvernance ;
- L'éducation ;
- La santé ;
- L'économie ;
- La recherche ;
- L'environnement ;
- Le transport ;
- L'aménagement du territoire.

#### **II-1-3-3- Les NTIC au service de l'énergie :**

Selon une étude réalisée par la société de conseils McKinsey & Company, il est possible, grâce aux NTIC, de réduire les émissions de carbone de 7,8 gigatonnes par an d'ici à 2020, soit une quantité supérieure à ce que rejettent actuellement toutes les sources d'émission aux Etats-Unis. Pour construire un futur énergétique durable, il faudra nécessairement évoluer, dans les vingt

années à venir, vers des sources d'énergie zéro carbone. Les NTIC ont un rôle essentiel à jouer pour faciliter cette transition, depuis leur contribution aux progrès de la recherche sur les énergies jusqu'à la gestion des sources énergétiques de plus en plus distribuées qui servent à alimenter le réseau électrique<sup>2</sup>.

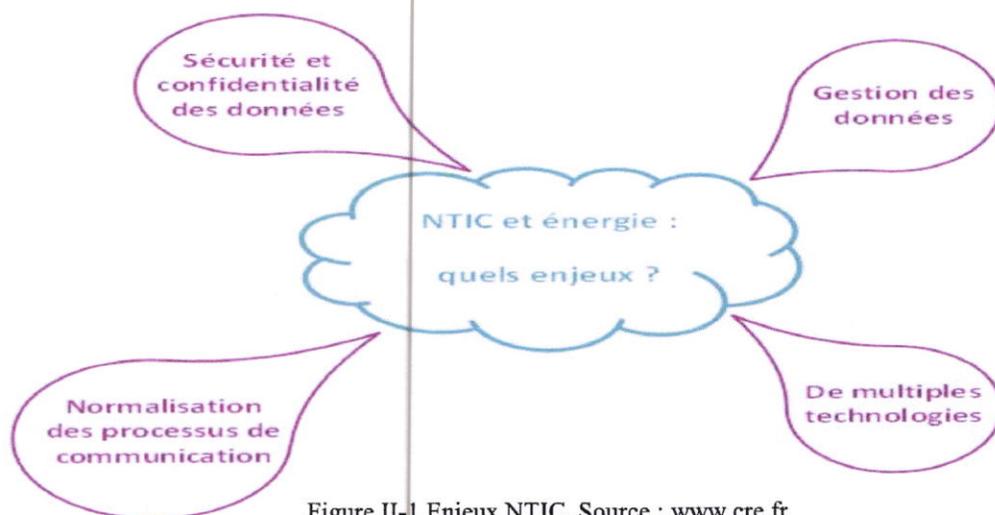


Figure II-1 Enjeux NTIC, Source : [www.cre.fr](http://www.cre.fr)

L'objectif est d'utiliser tout le potentiel des technologies numériques pour répondre aux nombreux défis posés aux énergies et au système électrique : assurer la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en électricité, permettre la maîtrise de la demande et des pointes, ou encore faciliter l'insertion des énergies de source renouvelable.<sup>2</sup>

Les NTIC joueront un rôle fondamental dans le développement des *Smart grids* sur l'ensemble de la chaîne de valeur en assurant, notamment, l'interaction active entre l'amont et l'aval du compteur communicant. Par ailleurs, elles apporteront des solutions nécessaires aux réseaux (infrastructures de communication sécurisées, logiciels de pilotage, etc.) et à la maîtrise de la consommation énergétique.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> <http://www.smartgrids-cre.fr>

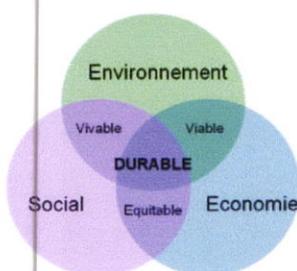
## II-2-Le bâtiment durable et intelligent facteur clé à l'optimisation des ressources et la réduction de l'empreinte écologique :

### II-2-1-le bâtiment durable :

#### II-2-1-1 Définition du bâtiment durable :

Le bâtiment durable est également appelé bâtiment vert ou bâtiment écologique. En effet, le bâtiment durable peut se définir comme « une construction qui répond adéquatement aux besoins de ses occupants, qui génère un impact environnemental limité et dont les coûts de construction et d'exploitation sont raisonnables », MAMROT, 2010.

Une démarche de développement durable prend en compte les trois dimensions : sociale, environnementale et économique. Le résultat de cette démarche peut se caractériser par une forte prédominance de l'une des trois dimensions, ou constituer une combinaison de deux d'entre elles ou même des trois.



Figures II-2 Les piliers du développement durable, Source [www.3-0.fr](http://www.3-0.fr)

Du point de vue social, le bâtiment durable assure la sécurité et le confort des usagers, répond aux besoins pour lesquels il a été conçu et peut évoluer dans le temps pour répondre aux besoins futurs. Idéalement, le bâtiment durable devrait contribuer à renforcer l'identité culturelle d'une collectivité. Il devrait également respecter le principe d'accès universel, dans un souci d'équité, MAMROT, 2010.

Sur le plan de l'environnement, le bâtiment durable consomme peu d'énergie, limite la production de gaz à effet de serre (GES), induit le moins de déplacements possible, contribue au paysage, génère peu de déchets et utilise des matériaux locaux à faible impact environnemental, MAMROT, 2010.

Le bâtiment durable devrait ainsi permettre de limiter l'empreinte écologique. Enfin, pour ce qui est de l'aspect économique, la construction et l'exploitation d'un bâtiment durable engendrent des coûts raisonnables compte tenu de la nature de l'édifice ; le bâtiment conserve

sa valeur à long terme ; son cycle de vie permet de réduire, à long terme, les coûts d'exploitation ; il a un impact favorable sur l'économie locale, MAMROT, 2010.

## **II-2-1-2-Les avantages de construction d'un bâtiment durable :**

- La réduction de la consommation d'eau :

Une des caractéristiques essentielles du bâtiment durable est de permettre de réaliser des économies d'eau potable. Ainsi, selon le Conseil du bâtiment durable du Canada (2007), un bâtiment durable consomme en moyenne 40 à 50 % moins d'eau qu'un bâtiment traditionnel, génère environ 50 % moins d'eaux usées et achemine de 20 à 100 % moins d'eaux de ruissellement au réseau d'égouts.

- La gestion durable des eaux de pluie :

Les constructions durables sont susceptibles de favoriser l'absorption directe des eaux de pluie dans le sol, notamment par l'aménagement de toits verts et la végétalisation des sites. L'aménagement durable des parcelles ainsi que les technologies vertes permettant d'améliorer la gestion des eaux pluviales constituent des mesures intéressantes, dans une perspective d'adaptabilité aux changements climatiques, lesquels comportent une accentuation des événements de pluie abondante.

- L'augmentation des revenus fonciers :

Selon la firme McGraw-Hill (2009), aux États-Unis, les bâtiments certifiés présentent une valeur marchande de près de 11% supérieure à celle d'un bâtiment conventionnel équivalent. L'augmentation de la valeur des immeubles sur son territoire est intéressante pour la municipalité, puisqu'elle correspond à une augmentation proportionnelle des revenus fonciers, et ce, pour toute la durée de vie du bâtiment. Par ailleurs, les Canadiens sont de plus en plus attirés par les bâtiments durables. Selon une étude d'Angus Reid Stratégies pour le compte de Royal LePage, 88 % des Canadiens souhaitent que leur maison offre des caractéristiques écologiques (Angus Reid, 2007).

- La diminution des coûts de construction et d'entretien des infrastructures:

Qui dit construction durable, dit densification du territoire. Parmi les critères déterminant le choix d'un site destiné à une nouvelle construction durable, citons l'accès aux services (commerces, écoles, bibliothèque, espaces verts) et aux réseaux de transports en commun ainsi qu'aux infrastructures existantes (routes, pistes cyclables, aqueducs et égouts). Installer un bâtiment dans un quartier existant permet d'utiliser les infrastructures en place et évite la construction de nouvelles rues et l'accroissement des territoires de déneigement ou de collecte du recyclage. L'un des objectifs de la construction durable est donc d'optimiser l'utilisation des

infrastructures existantes. Dans une perspective de structuration du développement urbain, les choix de localisation basés sur les critères de la construction durable contribuent à contenir l'étalement urbain sur un territoire, ce qui favorise la protection des terres agricoles et des milieux naturels et réduit les besoins en déplacements.

- La réduction des coûts de gestion des matières résiduelles :

La construction de bâtiments durables génère moins de déchets de construction et les matières réutilisables ou recyclables sont généralement valorisées. En effet, les bâtiments durables génèrent en moyenne 25 % moins de déchets de chantier que les bâtiments conventionnels (Conseil du bâtiment durable du Canada, 2007).

Ainsi, la terre extraite d'un site pour construire un édifice peut être réutilisée sur place plutôt qu'acheminée vers un centre de traitement, à moins qu'elle ne soit contaminée. Lors de la construction, on privilégie l'emploi des matériaux recyclés ou réutilisés. Dans le scénario idéal, la déconstruction l'emporte sur la démolition. Les matériaux récupérés sur le site – anciens bâtiments désassemblés, résidus de démolition, arbres coupés – sont incorporés à la construction.

L'attention portée à la réduction, au réemploi et au recyclage lors d'un chantier de construction d'un bâtiment durable permet de détourner jusqu'à 90 % des matières résiduelles présentes sur les sites d'enfouissement : retailles de construction, matériaux de transport et d'emballage, démantèlement de structures existantes (Conseil du bâtiment durable du Canada, 2007). Le tri pour recyclage et l'utilisation ou la revente de matériaux récupérés permettent de réduire les coûts liés à la gestion des déchets.

- L'intérêt du rendement économique des bâtiments durables :

Les bâtiments durables permettent de réaliser des économies d'énergie de 25 à 75% (Conseil du bâtiment durable du Canada, 2007) comparativement à un bâtiment conventionnel, pour autant que le comportement des usagers soit adéquat. Par ailleurs, la diminution de la consommation en énergie et l'utilisation d'énergies renouvelables assurent une meilleure protection contre la variabilité des prix de l'énergie.

La construction d'un bâtiment durable peut exiger un investissement en capital plus élevé que celle d'un bâtiment traditionnel. Cependant, le Conseil du bâtiment durable du Canada évalue ce surcoût à seulement 2 % en moyenne et indique que plusieurs bâtiments durables ont été réalisés à des coûts moindres ou équivalents

Les augmentations de coûts en capital dans la construction de bâtiments durables peuvent toutefois être amorties grâce à la diminution des frais d'exploitation comme le chauffage, la

ventilation, la climatisation et l'éclairage, ainsi que de certains coûts d'entretien et de réparation.

Aux États-Unis, la réduction prévue des frais d'exploitation et d'entretien pour les bâtiments durables est de 13,6 % (McGraw, 2009), ce qui permet de prévoir l'amortissement des coûts de construction supplémentaires sur une période relativement courte (tableau II-3). En fait, on y estime qu'un bâtiment possédant une certification écologique connaît un rendement du capital investi annuel supérieur à celui d'un bâtiment conventionnel.

Réduction des frais d'exploitation	13.6%
Valeur additionnelle du bâtiment	10.9%
Meilleur rendement du capital investi	9.9%
Taux d'occupation plus élevé	6.4%
Revenus de location supérieurs	6.2%

Tableau II-3 : Bénéfices financiers escomptés par les professionnels de la construction (en % par rapport aux bâtiments conventionnels) Source : McGraw-Hill construction, 2009

- La contribution à la santé et au bien-être des usagers :

Les caractéristiques des bâtiments durables contribuent à la santé et au bien-être des individus, donc des collectivités. Plusieurs études démontrent leurs bienfaits sur la santé humaine et la productivité, compte tenu de la sélection de matériaux de qualité et la circulation d'air sain, qui sont typiques de ces bâtiments.

En plus d'accroître la productivité des occupants, les caractéristiques des bâtiments durables que sont la sélection de matériaux de qualité et la circulation d'air sain contribueraient à réduire chez les occupants (Fisk, 2000):

- les maladies infectieuses, de 9 à 20 %;
- les allergies et l'asthme, de 18 à 25 %;
- l'inconfort et les plaintes de santé générale, de 20 à 50 % (Fisk, 2000).

Les bâtiments durables procurent par ailleurs un confort supérieur à leurs occupants, notamment grâce à l'éclairage naturel, à l'emploi de matériaux à faibles émissions toxiques, à la ventilation naturelle, au bon environnement acoustique et à la température contrôlée. Dans les immeubles présentant ces caractéristiques, on note une diminution de l'absentéisme et des congés de maladie. Des taux d'absentéisme jusqu'à 35 % plus bas ont été observés chez les employés dont les bureaux sont dotés de systèmes de ventilation plus performants (Milton, Glencross et Walters, 2000).

En plus de l'incidence des bâtiments durables sur le bien-être et la productivité, la localisation optimale peut faciliter les déplacements et permettre un accès aisé aux services et commodités, avec une réduction des coûts en temps et en argent associés à la congestion automobile. Une moindre dépendance à l'automobile engendre également des gains au plan de l'activité physique des personnes : la diminution de l'embonpoint et de l'obésité ainsi que la réduction des risques de maladies liés à la sédentarité, comme le diabète (Agence de la santé publique du Canada, 2002).

- La diminution du phénomène d'îlot de chaleur urbain :

Les bâtiments durables contribuent à réduire la formation d'îlots de chaleur en limitant les surfaces fortement minéralisées (asphalte et béton), grâce à l'emploi de matériaux clairs qui absorbent peu la chaleur, à l'aménagement d'espaces verts et à la création de toits et murs végétalisés. En diminuant l'incidence de ce phénomène, il est possible d'améliorer localement la qualité de l'air et de diminuer les maladies et les malaises liés aux fortes chaleurs, ainsi que les coûts de santé qui leur sont associés (GIGUERE, 2009).

- Une contribution à la spécificité des municipalités

En privilégiant les bâtiments durables, une municipalité projette l'image d'une communauté soucieuse du développement durable et des enjeux environnementaux. Ce leadership lui permet d'être reconnue non seulement pour ses actions concrètes en matière de réduction des GES et de protection de l'environnement, mais également pour la gestion efficace et intelligente de ses ressources. Combinée à la mise en place d'incitatifs au bâtiment durable, cette position peut devenir un facteur d'attractivité non négligeable pour de nouveaux résidents, entreprises ou industries (MAMROT 2010).

### **II-2-1-3-La conception d'un bâtiment durable :**

Pour concevoir un bâtiment durable, il importe de prendre en compte une série de facteurs :

- La localisation du projet dans son environnement et l'emplacement du bâtiment sur son site :

La sélection du site est à la base des critères de durabilité d'un projet de construction. Un bâtiment intégrant le maximum de technologies vertes ne pourra véritablement respecter les critères de durabilité si sa localisation n'est pas optimale. Un projet situé sur un site écologiquement fragile, causant la destruction de milieux naturels ou impliquant une forte dépendance à l'automobile pour ses occupants sera moins durable qu'un bâtiment intégré à un milieu urbain existant (MAMROT 2010).

Un bâtiment durable implique préférentiellement de : privilégier un site qui a déjà été utilisé plutôt qu'un espace naturel qui a une valeur écologique ; privilégier la mise en valeur des friches

industrielles et terrains contaminés; revaloriser les sites occupés par des usages ou des bâtiments obsolètes. De façon générale, l'utilisation des sites vacants en milieu urbanisé et le recyclage d'édifices inoccupés permettent de retarder le lotissement en périphérie et diminuent la pression sur les milieux naturels et agricoles (MAMROT 2010).

- L'énergie consommée par le bâtiment :

Pour qu'un bâtiment puisse être qualifié de «durable», l'efficacité énergétique recherchée s'applique au chauffage de l'air et de l'eau, à l'isolation, à l'étanchéité, à l'éclairage, à la fenestration, à la ventilation, aux appareils utilisateurs d'énergie et à l'automatisation des contrôles de ces appareils. La consommation d'énergie dépend d'abord des comportements des usagers, puis de la forme du bâtiment et des technologies utilisées (Watson, 2009).

Pour les sources d'énergies renouvelables on cite :

**L'énergie solaire :**

Si la production d'électricité solaire est encore difficile, la production de chaleur est plus accessible. On appelle «énergie solaire passive» l'utilisation de l'ensoleillement comme source d'énergie pour contribuer au chauffage d'une résidence ou de l'eau domestique. La principale composante capable de filtrer l'énergie solaire étant la fenestration, il est évident que l'emplacement et le design des fenêtres, l'ombrage et les rideaux jouent un rôle déterminant (MAMROT 2010).

**L'énergie éolienne :**

Les récents progrès dans le domaine de l'énergie éolienne ont rendu cette source d'énergie très compétitive. Une petite éolienne d'un diamètre de un mètre, pour usage domestique, coûterait environ 1 000 \$ et produirait de 100 à 200 kWh par année. Il est toutefois impératif que les municipalités réfléchissent à l'intégration au paysage de tels équipements (MAMROT 2010).

**La géothermie**

En raison du rayonnement solaire et de la dégradation des éléments radioactifs du centre de la Terre, le sous-sol terrestre présente une température plus élevée que la surface. Les systèmes géothermiques exploitent cette énergie à l'aide des tuyaux collecteurs. Essentiellement, un système géothermique comprend un échangeur souterrain (capteur) et un échangeur domestique (émetteur). La plupart du temps, un tel système utilise une thermopompe ou pompe à chaleur géothermique afin de retirer la chaleur du sol par le capteur à l'extérieur et de la transférer à l'intérieur par l'émetteur. (MAMROT 2010).

Non seulement les systèmes géothermiques ne génèrent aucun GES, mais ils permettent de réduire approximativement des deux tiers la facture d'énergie destinée au chauffage. Ainsi, plus

un bâtiment consomme de l'énergie pour le chauffage, plus il est avantageux de recourir à la géothermie (MAMROT 2010).

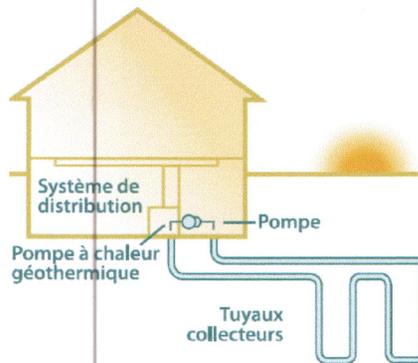


Figure II-3 : Schéma d'une installation géothermique, source : MAMROT, 2010

### **La biomasse**

Les systèmes de chauffage à la biomasse par la combustion des résidus forestiers ou la méthanisation des déchets organiques, par exemple, ont un avenir intéressant dans le contexte québécois. Leur bilan carbone peut être neutre et ils contribuent à diversifier nos sources d'énergie et à mettre ainsi moins de pression sur l'hydroélectricité. Les systèmes énergétiques exploitant la biomasse sont toutefois plus accessibles dans le cas de projets d'envergure (MAMROT 2010).

### **Les mesures d'efficacité énergétique :**

L'implantation de mesures d'efficacité énergétique dans un bâtiment vise à optimiser le rendement énergétique en diminuant la consommation d'énergie tout en satisfaisant les besoins des usagers. L'amélioration du rendement énergétique d'un bâtiment contribue significativement à :

- réduire ses coûts d'exploitation ;
- amoindrir son impact sur l'environnement (empreinte écologique) ;
- améliorer le confort des occupants.

Pour cela il faut prendre en considération plusieurs points :

- **Les systèmes de chauffage et de climatisation**

Un bâtiment bien isolé conserve sa chaleur et utilise moins d'énergie pour maintenir une température intérieure confortable. Pour le chauffage et la climatisation, il importe de sélectionner les systèmes qui offrent le meilleur rendement énergétique et la meilleure performance environnementale selon les sources d'énergie disponibles (MAMROT 2010).

- **L'isolation**

La principale fonction de l'isolation d'un bâtiment est de conserver la chaleur à l'intérieur. Un matériau isolant écologique doit être sain (peu toxique et hypo-allergène), ne pas utiliser de composantes affectant la couche d'ozone et être facilement recyclable.

- **L'étanchéité**

Les pertes thermiques liées à l'étanchéité peuvent être à l'origine de 15 % des coûts énergétiques d'un bâtiment (Agence de l'efficacité énergétique du Québec, 2009) une étanchéité déficiente provoquera une hausse de la consommation énergétique et pourra également entraîner différents problèmes tels que la formation de condensation à l'intérieur des parois murales et la présence de courants d'air froid inconfortables à l'intérieur du bâtiment

- **L'éclairage**

Évidemment, l'éclairage par la lumière du soleil est préférable pour des raisons d'économie d'énergie. Une orientation intelligente du bâtiment et une disposition adéquate des fenêtres permettent de tirer profit de l'ensoleillement.

- **La fenestration**

Malgré de récents progrès technologiques, les fenêtres demeurent généralement deux à trois fois moins isolantes que les murs. Afin de tirer profit des fenêtres pour la température ambiante et l'éclairage, il importe de bien orienter la fenestration en fonction de l'ensoleillement (MAMROT 2010).

- La consommation d'eau et la production d'eaux usées :

La réduction de la consommation d'eau permet de diminuer la capacité des infrastructures de pompage, de filtration et de traitement des eaux usées et ainsi de réaliser des économies d'énergie. La durée de vie utile des installations existantes s'en trouvant également prolongée, il sera possible de desservir une population croissante. Comme dans le cas de l'énergie, il est plus économique d'instituer des mesures de conservation que de construire de nouveaux équipements pour répondre à la demande additionnelle (MAMROT, 2010).

Pour limiter l'utilisation de l'eau dans les bâtiments durables et réduire les rejets d'eaux usées, plusieurs mesures peuvent être adoptées ;

- L'efficacité des systèmes de plomberie
- La récupération des eaux
- La végétalisation des bâtiments

- Les matériaux utilisés dans la construction :

le processus de sélection d'un matériau de construction devrait être basé sur les priorités suivantes :

- Réduire la quantité de matériau utilisé.
- Tirer profit des matériaux récupérés lors de la déconstruction d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment
- Privilégier des matériaux de construction produits à partir de matières recyclées (par exemple du papier, du caoutchouc, des fibres synthétiques) ; recyclables ; fabriqués à partir de ressources renouvelables.
- Sélectionner des matériaux produits localement de manière à limiter le transport et les émissions qui y sont liées.
- La qualité de l'environnement intérieur du bâtiment.

Un bâtiment durable doit fournir à ses usagers un environnement intérieur de qualité qui ne nuise pas à leur santé. La présence des contaminants (liées à l'humidité, la combustion...) dans les bâtiments est associée à des problèmes de santé comme l'asthme, le cancer du poumon, les allergies, les maux de tête et les nausées (MAMROT, 2010).

### **II-2-3-Le bâtiment intelligent :**

#### **II-2-3-1-Définition du bâtiment intelligent :**

Le bâtiment intelligent se définit comme un bâtiment à haute efficacité énergétique, intégrant dans la gestion intelligente du bâtiment les équipements consommateurs, les équipements producteurs et les équipements de stockage. Cela signifie qu'un tel ouvrage nécessite d'être conçu selon les règles propres au bioclimatisme et à la thermique du bâtiment (gestion et optimisation des apports solaires, compacité de forme, isolation et étanchéité à l'air performantes,...) permettant ainsi de réduire ses besoins en énergie, et que des équipements efficaces soient installés pour couvrir l'ensemble des consommations résiduelles pour les usages réglementaires (chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage...) et spécifiques (informatique, électroménager,...). Toutefois les consommations réelles dépendront de l'utilisation même de cet ouvrage et de ses équipements (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Le bâtiment intelligent renvoie donc principalement à l'intégration de solution de gestion énergétique des équipements visant à optimiser leurs consommations en fonction des besoins réels. L'idée sous-jacente est alors de faciliter la vie en œuvre du bâtiment, en apportant des services et des technologies qui améliorent le confort et le bien-être des occupants (Bourgogne bâtiment durable 2012).

De plus, l'intégration et la gestion de la production locale et intermittente d'énergie (solaire, éolien,...) ainsi que son stockage (batterie autonomes, batteries de véhicules électriques,...) permettent au bâtiment intelligent de constituer une brique essentielle au

déploiement d'un réseau énergétique également intelligent, comme par exemple pour l'électricité (smart grid) (Bourgogne bâtiment durable 2012).

### **II-2-3-2 Notions et technologies du bâtiment intelligent :**

Le bâtiment intelligent englobe des notions et des technologies plus ou moins similaires et appliquées à divers secteurs d'activités (résidentiel, tertiaire,...) les plus connues sont la domotique, la gestion technique du bâtiment (GTB) ou la gestion technique centralisée (GTC), ou bien encore la gestion active du bâtiment (GAC), elles ont toutes pour objet de gérer, de piloter et de mettre en relation certains équipements (chauffage, éclairage, occultations des ouvertures, productions d'énergie, système de sécurité...) ( Bourgogne bâtiment durable,2012).

- **Domotique :**

Apparue dans les années 1980, désigne l'ensemble des équipements technique (physiques, informatiques et de communication) permettant l'automatisation et l'amélioration de la gestion des tâches domestiques, elle vise à apporter des solutions de maîtrise du confort, de l'énergie, de la sécurité et de la communication (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Il s'agit, par exemple, de pouvoir simultanément bloquer les accès au logement et éteindre les éclairages et les veilles des appareils électriques, ou de programmer différents équipements depuis une télécommande, un clavier mural, un smartphone...

- **GTB-GTC :**

L'application des NTIC aux bâtiments a généré l'apparition de systèmes dits de « gestion technique du bâtiment GTC » ou de « gestion technique centralisé GTC » ce sont des systèmes informatiques généralement utilisés pour des immeubles de taille importante, ils permettent de superviser un ensemble d'équipement (alimentation en énergies, éclairage, climatisation, ventilation, chauffage...) (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Leur objectif est de fournir une connaissance globale du fonctionnement de l'ouvrage concernant notamment les états (fonctionnement d'un équipement, position d'un produit...), les mesures (températures, temps de fonctionnement,...), et les alarmes (panne, mesure dépassant un seuil,...) (Bourgogne bâtiment durable 2012).

- **GAB :**

La notion de gestion active du bâtiment (GAB), apparue plus récemment, s'appuie sur les technologies de la domotique et des GTB-GTC dans l'optique d'une meilleure prise en compte de l'amélioration du confort et de la santé des occupants. Le développement d'application pour le maintien à domicile des personnes âgées ou handicapées en est un exemple. La GAB intègre ainsi la totalité des liens et des interactions entre les différents automates et équipements. Elle comprend également toutes les opérations de mesure, de contrôle et de programmation visant à

établir un fonctionnement cohérent et évolutif entre tous les automatismes (Bourgogne bâtiment durable 2012).

- **TIC :**

Les TIC sont l'ensemble des techniques utilisées pour le traitement et la transmission des informations (téléphones, ordinateurs, internet, WI-FI,...). Elles concernent différents secteurs d'activités ; électronique, informatique, télécommunication et réseaux, multimédias,... (Bourgogne bâtiment durable 2012).

- **Compteur communicant :**

Pour conférer aux réseaux un caractère « intelligent », ceux-ci doivent être dotés de systèmes de comptage évolués impliquant la mise en place de compteurs communicants (Linky pour l'électricité et Gazpar pour le gaz naturel). Ces interfaces sont capables de stocker, d'afficher et de transmettre, de façon fiable et rapide, les informations relatives aux puissances (débits) appelé(e)z et aux consommations d'énergie et, ainsi, de permettre aux gestionnaires d'ajuster en temps réel la production d'énergie (Bourgogne bâtiment durable 2012).

### II-2-3-3 les avantages des bâtiments intelligents :

Les services rendus par l'automatisation et la supervision des installations techniques d'un bâtiment concernent aussi bien la maîtrise de l'énergie, que la sécurité, le confort et la santé. Toutefois, les développements se sont essentiellement focalisés autour de services spécifiques liés à la gestion de l'énergie, qui profitent principalement aux utilisateurs ainsi qu'aux gestionnaires de réseaux et aux fournisseurs (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Ces services spécifiques sont classés en trois grandes catégories : le suivi des consommations, le pilotage actif des équipements et la production locale d'énergie.

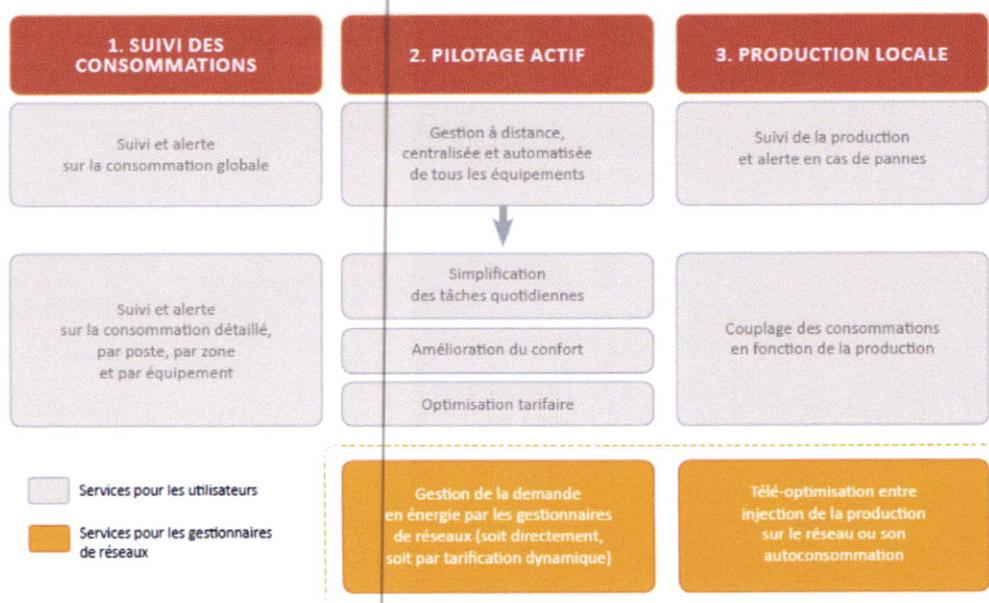


Figure II-4 : Les avantages des bâtiments intelligents Source [www.smartgrids.cre.fr](http://www.smartgrids.cre.fr)

## **1. Suivi des consommations :**

Aujourd'hui, les occupants ne disposent d'aucun moyen pratique pour suivre l'évolution de leurs consommations d'énergie. C'est pourquoi de nouveaux services ont été développés afin de les informer et de les alerter en temps réel sur leurs consommations d'énergie et sur les puissances instantanées (débits) qui leur sont délivré(e)s. Cela leur permet ainsi d'effectuer régulièrement des comparaisons par rapport à leurs historiques, aux prévisions qui leur ont été fournies, à leur voisinage, ... (Bourgogne bâtiment durable 2012).

De plus, l'installation de systèmes de comptage spécifiquement dédiés aux différents usages (chauffage, production d'eau chaude, éclairage, appareils électriques, ...) permet d'obtenir une analyse plus fine des consommations et de hiérarchiser les actions à mener en matière d'économies d'énergie (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Les économies d'énergie générées grâce au monitoring (affichage du suivi des consommations) représenteraient entre 4 et 18 % pour l'électricité et 18 % en moyenne pour le gaz naturel (Bourgogne bâtiment durable 2012).

## **2. Pilotage actif des consommations et de la charge**

Grâce au pilotage actif des consommations, le bâtiment intelligent permet non seulement de simplifier la vie de ses occupants en leur donnant la possibilité de programmer et de gérer à distance l'ensemble de leurs équipements (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage, ouverture/fermeture de volets/stores, ...) en fonction de leur rythme de vie mais également d'améliorer leur confort et de diminuer leurs factures (économies d'énergie et optimisation des consommations en fonction des abonnements et des politiques tarifaires) (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Le pilotage actif de la charge (gestion de la demande) permet, quant à lui, d'adapter la demande en énergie aux capacités de production des réseaux, soit par un pilotage direct chez les clients (boîtiers d'effacement), soit indirectement via une tarification dynamique les incitant à réagir (Bourgogne bâtiment durable 2012).

L'objectif est de tenir compte des variations de charge, principalement lors des pics de consommations en périodes de pointe, mais également de limiter les fluctuations (chutes de tension électrique) et les pertes d'énergie en optimisant notamment les échanges entre des

producteurs et des consommateurs géographiquement très proches (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Outre les économies générées en périodes de pointe, cette adaptation de l'offre à la demande permet ainsi aux producteurs d'énergie et aux gestionnaires de réseaux d'améliorer l'exploitation et la fiabilité de leurs installations, et ce, afin d'éviter de coûteux travaux de renforcement (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Cette optimisation de la gestion des consommations constitue aussi une opportunité pour les fournisseurs d'énergie d'adapter leurs offres tarifaires.

### **3. Production locale :**

Le suivi régulier des quantités d'énergie produites et (auto)consommées par un bâtiment, variables en fonction des conditions climatiques pour les sources d'énergie renouvelables, permet de détecter les éventuels dysfonctionnements et pannes des installations concernées et, ainsi, d'optimiser la production locale d'énergie (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Cette énergie produite peut également être stockée (batteries de véhicules électriques) et être restituée à tout moment en fonction des besoins du bâtiment. Cela permet de coupler plus facilement les équipements consommateurs avec les installations de production (Bourgogne bâtiment durable 2012).

Enfin, cette gestion de la production d'énergie est plus particulièrement efficace à l'échelle d'un quartier grâce au foisonnement des productions, des (auto)consommations et des stockages d'énergie de chaque bâtiment, permettant ainsi de réduire les factures énergétiques individuelles et l'impact environnemental collectif (Bourgogne bâtiment durable 2012).

## **II-2-3-4-Concevoir un bâtiment intelligent :**

Pour concevoir un bâtiment intelligent, il importe de prendre en compte une série de facteurs<sup>2</sup> ;

- **le développement de la domotique, des équipements à consommation d'énergie plus sobre et des systèmes de gestion d'énergie.**
- **une meilleure isolation des bâtiments :** elle constitue la méthode la plus efficace pour éviter le gaspillage thermique et permet de se passer de chauffage en dehors des périodes de grand froid (nombreux matériaux : laine de verre, chanvre ou paille) ;
- **de nouvelles techniques de génération d'énergie :** le bâtiment permet d'intégrer facilement les énergies de sources renouvelables. La toiture permet d'accueillir les panneaux photovoltaïques qui compensent voire dépassent les dépenses énergétiques des

habitants ou les capteurs thermiques solaires qui chauffent l'eau pour le chauffage ou les sanitaires ;

- **le développement et le renforcement des systèmes de ventilation** afin d'éviter de perdre le bénéfice de l'isolation en ouvrant une fenêtre que ce soit en période de grand froid ou de forte chaleur (ventilation à double flux ou puits canadien) ;
- **des systèmes de chauffage et de climatisation plus vertueux** (poêle à bois, pompe à chaleur, géothermie) et d'autres systèmes permettant de mieux réguler la température (thermostat, chaudières performantes, *etc.*) ;
- **un choix plus réfléchi sur la localisation du bâtiment** en termes de terrain d'implantation et d'orientation afin de tirer le meilleur parti de l'isolation, des ouvertures et des panneaux photovoltaïques ;

## II-3-Les réseaux intelligents (smart grids) : pour une meilleure optimisation des ressources d'un bâtiment.

### II-3-1-Définition des Smart Grids:

Les réseaux électriques intelligents sont aussi appelés Smart grids. Ce sont les réseaux électriques publics auxquels sont ajoutés des fonctionnalités issues des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC). Le but est d'assurer l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à tout instant et de fournir un approvisionnement sûr, durable et compétitif aux consommateurs.<sup>2</sup>

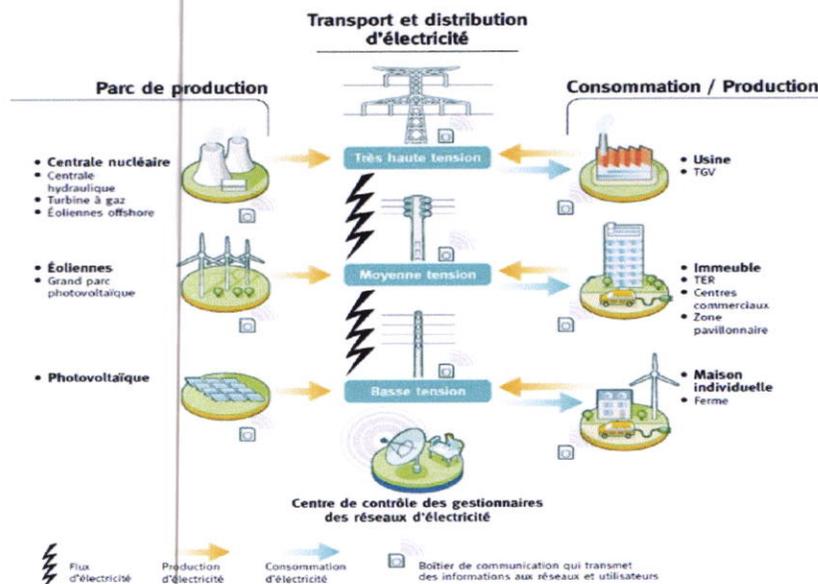


Figure II-5 : Smart grids Source [www.smartgrids.cre.fr](http://www.smartgrids.cre.fr)

### II-3-2-Le fonctionnement du réseau actuel :

Le rôle du réseau électrique est de connecter les producteurs d'énergie, tels que les centrales nucléaires et thermiques, les panneaux solaires ou les éoliennes, avec les consommateurs

d'électricité (particuliers, industries, ...).

La caractéristique de l'électricité est qu'elle est très difficile à stocker : à tout moment, la quantité d'électricité demandée par le consommateur doit être égale à la quantité injectée sur le réseau de manière quasi-immédiate. Cet équilibre entre l'offre et la demande est aujourd'hui atteint de deux manières : en prévoyant la consommation électrique sur la base des données historiques et des conditions climatiques et en ajustant en permanence la production. Sur le réseau actuel, l'électricité circule principalement dans un sens unique : des producteurs aux consommateurs<sup>2</sup>.

### II-3-3- Les contraintes du réseau électrique :

Pour faire face à de nouveaux défis, le réseau électrique doit évoluer.

- **De nouvelles consommations :**

La climatisation, les appareils audio et vidéo ou le chauffage électrique se développent et accroissent la consommation. L'apparition de nouveaux usages de consommation, tels que la voiture électrique, amplifiera cette hausse. Face à cette augmentation prévisible, les réseaux électriques actuels ne seront plus suffisamment adaptés. Pour éviter de renforcer les réseaux (coûteux), il sera nécessaire de contrôler les périodes de charge des véhicules électriques.

Le graphique suivant montre les prévisions de consommations selon différents scénarios envisagés<sup>2</sup>.

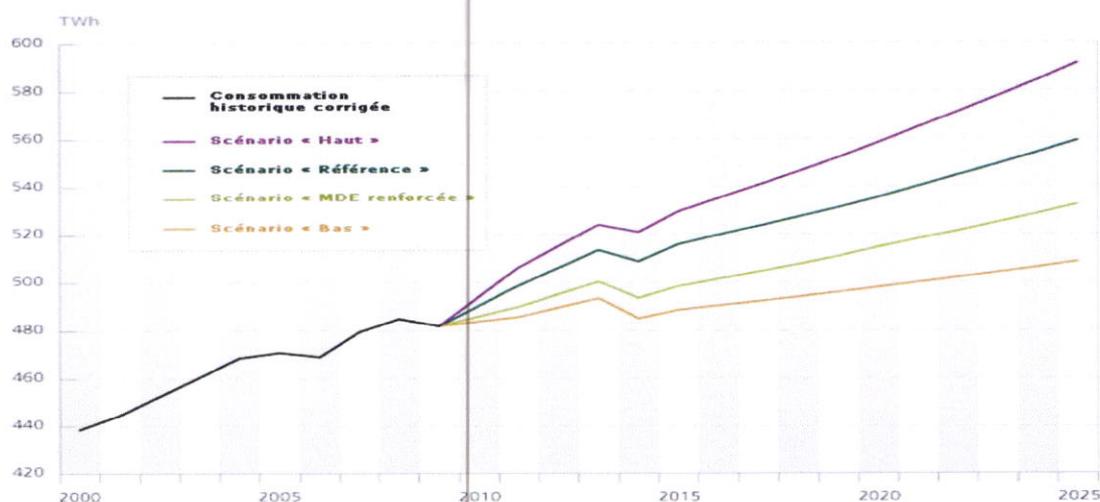


Figure II-6 La consommation d'électricité est fonction de l'évolution du PIB, de la démographie,

de la population active et de l'efficacité énergétique. [www.smartgrids.cre.fr](http://www.smartgrids.cre.fr)

Les Smart grids contribueront à la mise en œuvre de la maîtrise de la demande en donnant des informations précises sur l'énergie qui circule, ce qui permettra de contrôler et d'optimiser la consommation d'énergie.

- **De nouvelles énergies :**

Depuis quelques années, de plus en plus de sources d'électricité d'origine renouvelable (éolien, photovoltaïque) sont reliées au réseau électrique. L'intermittence de cette production (l'éolien dépend du vent, le photovoltaïque du soleil) la rend très difficile à intégrer au réseau et ne correspond pas forcément aux périodes de consommation de pointe (19h). L'électricité produite, ne pouvant être stockée, est alors perdue. Le développement des énergies de sources renouvelables est ainsi souvent freiné par une inadéquation des moyens de production avec le fonctionnement du réseau actuel<sup>2</sup>.

- **De nouveaux objectifs :**

Pour s'attaquer aux causes du changement climatique, l'Union européenne a adopté un ensemble de directives en décembre 2008, fixant des objectifs contraignants à l'horizon 2020. Le Conseil européen a fixé l'objectif politique des « 3 fois 20 » en 2020 :

- 20% de la consommation énergétique totale proviendra des énergies de sources renouvelables ;
- A production équivalente de biens et de services en 2020 par rapport à 1990, l'Union européenne s'est fixé l'objectif de consommer 20% d'énergies en moins ;
- Réduction de 20%, voire de 30% en cas d'accord international, des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990.

### **II-3-4-L'évolution du réseau électrique :**

Pour faire face à ces nouvelles contraintes, le réseau actuel doit nécessairement s'adapter, en intégrant les nouvelles technologies de l'information et de la communication afin de maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande. Le système électrique passe d'une situation où la production est largement contrôlable, alors que la consommation l'est peu, à une situation où la production ne sera contrôlable que dans une certaine mesure et où la consommation fera l'objet d'une gestion active. Le réseau intelligent permettra d'intégrer les énergies renouvelables et de renseigner producteur, distributeur et consommateur sur l'utilisation de l'énergie<sup>2</sup>.

Pour gérer ces nouveaux besoins et ces nouvelles productions, les réseaux électriques intelligents ont deux caractéristiques<sup>2</sup> :

- ils sont communicants et interactifs ;

- ils permettent d'échanger des données entre les différents acteurs du système électrique pour connaître, contrôler, gérer le réseau et ils prennent en compte les actions de tous les acteurs du système électrique.

### **II-3-5-Les avantages du nouveau réseau électrique pour le consommateur :**

Par l'évolution du système électrique, les consommateurs vont devenir des acteurs de leur consommation, voire de la production.

Très prochainement, l'électricité fournie par leur éolienne ou leurs panneaux photovoltaïques sera directement injectée sur le réseau ou dans le circuit énergétique de leur maison, résidence ou usine. Elle servira, par exemple, à la recharge des batteries de leurs voitures électriques<sup>2</sup>.

Grâce aux compteurs intelligents, les consommateurs et les gestionnaires de réseaux connaîtront précisément la consommation d'un site ou d'un foyer. Les fournisseurs d'énergie pourront donc proposer aux consommateurs de nouvelles offres selon leur profil de consommation, ainsi que de nouveaux services d'efficacité énergétique ou de maîtrise de la demande d'énergie<sup>2</sup>.

En améliorant la connaissance sur la consommation électrique à l'aide de compteurs évolués, il sera plus facile d'éviter les pics de consommation et les pannes dues à une surcharge. La consommation électrique sera gérée de manière intelligente. Par exemple, pendant les horaires où la consommation est réduite, on pourra profiter de l'électricité produite pour charger sa voiture électrique. Le consommateur sera renseigné par une télégestion sur le meilleur horaire pour faire tourner une machine. Le consommateur sera renseigné par une gestion à distance sur le meilleur horaire pour faire tourner une machine. Le consommateur gèrera alors de manière active sa consommation d'énergie<sup>2</sup>.

Grâce aux nouvelles technologies de l'information, les gestionnaires de réseaux détecteront et localiseront facilement les pannes sur le réseau. Ils effectueront les opérations de maintenance, de relève et de conduite à distance. Les centres de contrôle des gestionnaires des réseaux d'électricité seront également informés en temps réel des besoins en énergie des consommateurs : ils distribueront alors la juste quantité d'électricité sur le réseau<sup>2</sup>.

Les réseaux électriques intelligents permettront au consommateur d'avoir : une maison plus intelligente, des factures plus précises, des pannes mieux détectées et plus rapidement réparées, des offres tarifaires plus diversifiées<sup>2</sup>.

En résumé, les réseaux électriques intelligents :

- Faciliteront l'intégration de la production de sources renouvelables et décentralisée,
- Rendent actif le consommateur au sein du système électrique,
- Fourniront au consommateur la connaissance suffisante permettant un pilotage efficace de sa consommation,
- Participeront à l'élaboration d'un système électrique décarboné.

Enfin, Dans ce contexte et compte tenu des enjeux, les réseaux électriques actuels doivent absolument s'adapter pour devenir plus intelligents, c'est-à-dire intégrer les nouvelles technologies de l'information et de la communication. Plus réactifs et communicants, ils permettront de répondre aux défis que constituent l'intégration de la production électrique d'origine renouvelable, la maîtrise de la demande énergétique, la gestion de la pointe de consommation, le développement de l'usage de la voiture électrique et, évidemment, l'ouverture du marché<sup>2</sup>.

### **II-3-6-Exemple de smart grids :**

#### **Green Lys, le réseau électrique intelligent, France :**

Green Lys est un projet expérimental Smart Grid qui préfigure le modèle énergétique de demain. Il a été retenu dans le cadre du premier programme d'investissement d'avenir, Ce projet s'est déroulé en France de mai 2012 à avril 2016, sous le regard de la Commission de régulation de l'énergie<sup>2</sup>.

C'est le premier projet français « à échelle réelle » de réseaux et système électriques intelligents. Il a porté (via une plateforme d'agrégation) sur l'ensemble de la chaîne de valeur d'un Smart Grid ; pour les consommateurs, distributeurs et fournisseurs d'électricité, en intégrant des installations d'énergies renouvelables (photovoltaïque) ou pilotables (cogénération et chaudières hybrides), des bornes de recharge rapide pour véhicules électriques et des compteurs intelligents et communicants (dans ce cas ce sont les compteurs Linky qui ont été utilisés).

Green Lys a été testé sur deux zones urbaines :

- A Lyon où 4 arrondissements sur 9 ont été intégrés dans le projet, ainsi que le Quartier Lyon Confluence) ;
- A Grenoble, d'abord sur l'éco-quartier de la ZAC de Bonne et Europole, puis étendu à toute la ville.

Le projet est testé sur :

- 1000 consommateurs directs, équipés des compteurs communicants
- 40 sites tertiaires, équipés des compteurs communicants et de l'energy box et permettant d'optimiser la production décentralisée.

Green Lys est au service de 4 intérêts majeurs au cœur de la transition énergétique<sup>2</sup> :

- **Environnemental** : augmenter les EnR, réduire les gaz à effet de serre, mieux maîtriser les consommations énergétiques ;
- **Economique** : créer les modèles économiques de demain pour une généralisation des technologies Smart grids et une optimisation des investissements ;
- **Technologique** : développer les solutions innovantes de matériels, de systèmes d'information, d'infrastructures, d'équipements, de tarifs, de services ;
- **Sociétal** : faire émerger les nouvelles filières durables génératrices d'emplois et les comportements éco-citoyens pour le bénéfice de tous.

Quatre cents clients testeurs grenoblois et lyonnais – tous des particuliers –, se sont ainsi engagés pendant quatre ans dans une démarche de maîtrise de leur énergie. À Grenoble, les technologies smart grids ont été déployées dans les éco quartiers de la Caserne de Bonne et de la presque île scientifique. Pour la majorité des utilisateurs de GreenLys, la motivation principale était une meilleure maîtrise de leur consommation d'énergie. À l'issue de cette expérimentation, 82 % des clients testeurs se sont dits satisfaits et 84 % ont recommandé GreenLys aux autres utilisateurs. Ces « réseaux électriques intelligents sont aujourd'hui considérés comme la clé de voûte de la transition énergétique des territoires », expliquent les organisateurs. Et ceux-ci de vanter leurs avantages. Ils permettent notamment d'intégrer la production d'énergies renouvelables, de gérer les variations de production, d'améliorer la qualité et la sécurité du réseau et de faciliter la participation du citoyen à la gestion de sa consommation<sup>2</sup>.

Green Lys a également permis de développer des innovations technologiques majeures. Ainsi, cette solution pour prévoir les productions photovoltaïques à l'aide d'une caméra scrutant le ciel. Mais aussi pour corriger les variations de tension, et reconfigurer automatiquement, en quelques secondes, le réseau de distribution électrique en cas de panne de courant<sup>2</sup>.

Des innovations qui devraient également conduire, selon les partenaires du projet à une meilleure maîtrise des consommations électriques et une implication accrue des consommateurs résidentiels et tertiaires dans la réduction des pics de consommation. Le tout grâce à des

équipements pilotables à distance (tablette, smartphone, etc.), des services, des interfaces web ou bien encore des offres tarifaires innovantes<sup>2</sup>.

### **Synthèse de l'analyse :**

L'utilisation des Smart grids permet aux utilisateurs de consommer mieux, moins et au bon moment, tout en incluant les nouveaux usages de consommation d'énergie. Elle permet également l'intégration harmonieuse de la production locale d'énergies renouvelables au réseau de distribution publique en ayant recours à des moyens de stockage. Réduire les émissions de gaz à effet de serre est un avantage majeur des smart grids.

## **II-4-Expériences étrangères : Bâtiment durable**

### **II-4-1-Pavillons Lassonde, Canada :**



Figure II-7 : Pavillons Lassonde, [www.cre.fr](http://www.cre.fr)

A titre d'exemple nous avons choisis les Pavillons Lassonde parce qu'ils répondent tout à fait à notre type de questionnement et offre des solutions que nous proposons d'appliquer dans notre projet.

Les Pavillons Lassonde, sont deux pavillons de l'École polytechnique de Montréal inaugurés en 2005. Ils sont les deux premiers « bâtiments durables » de vocation éducative au Québec. Ils sont implantés sur le flanc nord du Mont-Royal selon un concept favorisant le développement durable de ce site unique. Le bâtiment a obtenu la première certification internationale LEED<sup>3</sup> OR de l'USGBC pour une institution universitaire canadienne et pour un bâtiment au Québec. Le bâtiment, d'une superficie de 32 750 m<sup>2</sup>, abrite plusieurs services desservant les départements de génie informatique et électrique, ainsi que

---

<sup>3</sup> Le Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) est un système nord-américain de standardisation de bâtiments à haute qualité environnementale créé par le US Green Building Council (en) en 1998, semblable à Haute qualité environnementale en France. Un bâtiment peut atteindre quatre niveaux : certifié, argent, or ou platine.

les services informatiques de l'École, Lors de leur construction, l'impact écologique a été minimisé. Leur rendement énergétique est d'environ 60 % supérieur aux normes fédérales. Quant à la consommation en eau potable, elle est estimée être réduite de 92 % par rapport aux bâtiments « traditionnels ».

Du point de vue économique, bien que les coûts de construction d'un tel bâtiment soient plus élevés, ils sont compensés à la longue. On estime qu'un tel environnement augmente la productivité de ses occupants de 5 à 15 %, tandis que la construction représente 2 % des coûts à long terme et la masse salariale, 92 % (le 6 % restant est pour l'exploitation du bâtiment).

#### **II-4-1-2-Characteristiques écologiques des pavillons lasso**

- Aménagement écologique du site: 900 m<sup>2</sup> des toitures recouvertes de gazon et de pierres blanches réduisent les besoins de climatisation et l'effet d'îlot de chaleur. On compte aussi l'utilisation de végétation native et indigène sur la toiture et autour du bâtiment. De plus, 185 espaces de stationnements sont souterrains, dont les deux tiers réservés au covoiturage et six espaces prévus pour la recharge électrique de véhicules hybrides.
- Gestion efficace de l'eau: Les eaux de pluie et de drainage sont captées et conservées dans d'immenses réservoirs de rétention. Cette eau n'est pas potable, mais lorsque filtrée elle répond aux besoins sanitaires (urinoirs, toilettes et lavabos), L'ensemble des équipements permet de réduire de 92% la consommation d'eau potable par rapport à celle d'un bâtiment traditionnel. Les eaux de pluies servent, de plus, à la survie de la toiture-jardin, puisque cette dernière n'est pas irriguée artificiellement.
- Énergie et atmosphère: Le système mécanique récupère la chaleur des gaz rejetés par les cheminées des chaudières du pavillon principal. Cette énergie permet de combler environ les deux tiers des besoins énergétiques, ces systèmes mécaniques utilisent du HFC-134a pour protéger la couche d'ozone et le chauffage par chaudière à contact direct permet une réduction de GES de l'ordre de 580 tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Matériaux et ressources: Un plan de gestion des déchets a permis de récupérer la presque totalité des matériaux, environ la moitié des matériaux ont été extraits et fabriqués à moins de 800 km du projet
- Qualité des environnements intérieurs: Les peintures utilisées, les finis intérieurs et le mobilier ne dégagent pas ou très peu de composés organiques volatils. Les produits à composés de bois ne contiennent pas d'urée formaldéhyde. L'ameublement est composé d'aggloméré de paille, un matériau écologique reconnu pour sa solidité.

- Innovation et processus de design: Les architectes ont réussi à sélectionner des matériaux dont plus de 40% sont manufacturés à moins de 800 km du projet. De ces matériaux, plus de 50% du contenu était extrait à l'intérieur de la même distance.

## II-4-2 : Le nouvel hôpital d'Orléans, France :

### II-4-2-1 Fiche technique :

**Type d'opération** : construction du Nouvel Hôpital d'Orléans (NHO), site de La Source

**Maîtrise d'ouvrage** : C.H.R d'Orléans

**Maîtrise d'œuvre** : Groupe-6, architecte mandataire et économie

**HQE développement durable** : Adret

**Surface DO** : 181 000 m<sup>2</sup> (hors parking silo 2), dont 4700 m<sup>2</sup> de restructuration

**Capacité totale** : 1304 lits et places, 22 salles de bloc opératoire, 8 salles de naissance, 6 laboratoires spécialisés, 20 800 m<sup>2</sup> d'espaces verts

**Calendrier** : Lauréat du concours en novembre 2006

Début du chantier : 1er trimestre 2010

Livraison « Pôle A » : mai 2013

Fin des travaux : 2015



Figure II-8 : CHR d'Orléans

Source : [www.groupe-06.com](http://www.groupe-06.com)



Plan masse

Figure II-9 : Plan de masse de CHR d'Orléans, Source : [www.groupe-06.com](http://www.groupe-06.com)

Dès l'origine du projet, le C.H.R. d'Orléans a souhaité inscrire le projet Nouvel Hôpital dans une démarche de **Haute Qualité Environnementale (H.Q.E.)**, qui se définit comme l'aptitude d'un bâtiment, de ses équipements et de la parcelle sur laquelle il est implanté, à satisfaire les besoins de maîtrise des **impacts sur l'environnement**. Avec pour priorités la **relation harmonieuse** avec l'environnement immédiat (par rapport aux riverains et à l'hôpital actuel qui restera en fonctionnement pendant toute la durée des travaux), la **gestion de l'énergie** (objectif de réduction de 20 % par rapport à la RT2005), l'entretien et la maintenance, le C.H.R. d'Orléans s'est engagé à aller bien au-delà des obligations réglementaires. Conçu selon les principes d'une architecture bioclimatique, écologique et économique, le nouvel hôpital d'Orléans offrira un **environnement sain et confortable**.

#### **II-4-2-2 Un hôpital durable et évolutif :**

Le NHO est assurément l'un des projets les plus ambitieux du secteur hospitalier en France : 1er CHR certifié HQE pour les phases « programme » et « conception » (référentiel spécifique pour les bâtiments de santé)

Les performances énergétiques du NHO iront au-delà des exigences réglementaires nationales (consommations inférieures de 20 % à la RT 2005), grâce notamment à :

- Son enveloppe performante : façades à ossature bois fixée en nez de dalle sur ossature poteau-poutres béton, isolation extérieure, brise-soleil verre, triple vitrages respirant sous argon, et traitement renforcé des ponts thermiques
- La production de 25 % de l'eau chaude sanitaire par énergie solaire
- Le recours au réseau de chauffage urbain existant
- La récupération d'énergie sur pompe à chaleur chaud / froid
- La gestion optimisée des déchets d'activité du CH
- La maintenance et l'entretien étudiés
- Le confort hygrothermique spécifique
- L'éclairage performant par LED doté de commandes automatisées (détection de présence, GTB)

Pour atteindre ces performances, la conception du NHO a été, dès sa genèse, orientée vers une recherche de légèreté. La conception des façades avec une solution préfabriquée à ossatures bois (solution innovante qui a nécessité l'obtention d'une autorisation technique expérimentale et d'un avis feu en phases d'études puis travaux) est emblématique de cette démarche.

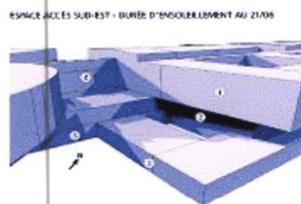
### II-4-2-3 Profil environnemental :

NIVEAUX DE TRAITEMENT	TRES PERFORMANT	PERFORMANT	BASE
Cible 1 : Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement	X		
Cible 2 : Choix intégré des produits, systèmes et procédés constructifs		X	
Cible 3 : Chantier à faible impact environnemental		X	
Cible 4 : Gestion de l'énergie		X	
Cible 5 : Gestion de l'eau		X	
Cible 6 : Gestion des déchets d'activité	X		
Cible 7 : Maintenance - pérennité des performances environnementales		X	
Cible 8 : Confort hygrothermique			X
Cible 9 : Confort acoustique			X
Cible 10 : Confort visuel			X
Cible 11 : Confort olfactif	X		
Cible 12 : Qualité sanitaire des espaces			X
Cible 13 : Qualité sanitaire de l'air			X
Cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau	X		

Tableau II-10 : profile environnemental de CHR d'Orléans Source [www.groupe-06.com](http://www.groupe-06.com)



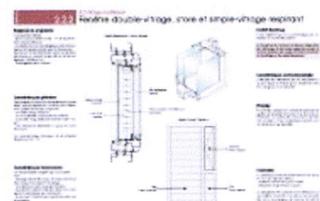
Adaptation du bâtiment à l'orientation verticaux



Modélisation de l'ensoleillement



Brise-soleils horizontaux et



Fenêtres triple vitrage sous gaz argon dépolluantes



Développement des espaces verts



Noues paysagère

Figure II-10 Exemple de conception - CHR d'Orléans Source : [www.groupe-06.com](http://www.groupe-06.com)

### **Les concepts retenus des analyses :**

Pour concevoir un bâtiment durable, il faut d'abord prendre en compte une série de facteurs tels que la localisation du projet dans son environnement, l'énergie consommée par le bâtiment ; la consommation d'eau et la production d'eaux usées ; les matériaux utilisés dans la construction ; la qualité de l'environnement intérieur du bâtiment.

### **Conclusion :**

En conclusion, construire des bâtiments plus économes en énergie, sans réduire le confort des utilisateurs et sans induire d'impact négatif sur l'environnement, est devenu un enjeu clé lors de la conception des bâtiments. Pour une meilleure optimisation des ressources, une diminution des émissions de gaz à effet de serre et une augmentation de l'efficacité énergétique, beaucoup de pays ont adopté déjà une politique pensée visant un développement durable et écologique, tout en intégrant de l'intelligence dans leurs constructions.

**Chapitre III**

**Conception d'un**

**hôpital général de 240**

**lits dans la ville**

**nouvelle de Bouinan**

## **Introduction :**

La conception d'un projet architectural est le résultat d'un processus complexe qui réunit plusieurs aspects et qui essaye de répondre et s'adapter avec les différentes contraintes liées au thème, urbain, programme et autre aspects.

Ce présent chapitre constitue la dernière étape de formation du projet, il représente sa formalisation et son aboutissement final et il doit préciser :

- Les principes et les concepts les plus pertinents qui contribueront à la formalisation et l'organisation du projet en manipulant et respectant les données du programme à travers une lecture des rapports logiques et fonctionnels des différentes entités constituant le projet.
- Les différentes étapes de l'élaboration de la forme accompagnées d'une description globale du projet et ses composants.

### **III-1 Diagnostic et analyse**

#### **III-1-1 Analyse et diagnostic de la ville nouvelle de Bouinan**

##### **III-1-1-1 Présentation de la ville nouvelle de Bouinan :**

La ville nouvelle de Bouinan est un nouveau pôle urbain situé sur les piémonts de l'Atlas Blidéen à 35 km au Sud-Ouest d'Alger. Elle occupera une position centrale privilégiée au niveau du territoire de la Wilaya de Blida et assurera l'articulation entre les principales villes de la région telles que les villes de Sidi-Abdellah et de Blida grâce à son fort potentiel de co-développement (M.A.T.E.V, 2015).

La ville est destinée à devenir une ville leader de développement des industries de pointe à travers la création de bi-pôle Bouinan-Sidi Abdellah axé sur la promotion des biotechnologies et des NTIC. Son environnement de grande qualité lui permettra également de devenir une ville écologique de niveau international (M.A.T.E.V, 2015).



Figure III-1 : Périmètre de la ville nouvelle de Bouinan Source M.A.T.E.V , 2015

La ville nouvelle de Bouinan intègre les agglomérations de Bouinan, Amroussa, Mellaha et Hassainia. Sa superficie est de 2175 ha au total divisée en deux parties (M.A.T.E.V , 2015) :

- La zone d'urbanisation: 1675 ha (77%).
- La zone verte protégée: 500 ha (23%).

### III.1.1.2 Situation géographique de la ville nouvelle de Bouinan :

#### a) Situation territoriale de la ville nouvelle de Bouinan :

L'aire territoriale de la ville nouvelle de Bouinan s'étend depuis la partie Est de la capitale Alger jusqu'à la limite Nord de l'Atlas Blidéen.

Elle est limitée :

- Au Nord : par la capitale Alger.
- Au Sud : par la Wilaya de Médéa
- A l'Est : par les Wilayas de Boumerdes et Bouira
- A l'Ouest : par les wilayas de Tipaza et Ain defla



Figure III-2 : Situation territoriale de la ville nouvelle de Bouinan Source : Google maps (traité pas les auteurs)

#### b) Situation régionale de la ville nouvelle de Bouinan :

Sur le plan régional, la ville nouvelle de Bouinan est limitée :

- Au Nord : par la commune de Boufarik
- Au Sud : par les communes de Hamem Melouane et Chréa
- A l'Est : Par la commune de Chebli
- A l'Ouest : par la commune de Souma

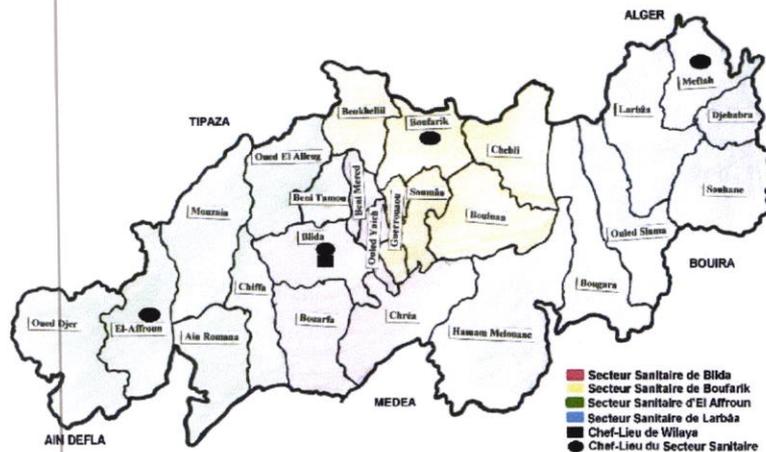


Figure III-3 : Situation régionale de la ville nouvelle de Bouinan Source :M.A.T.E.V, 2015

### **III.1.1.3 Contexte climatique de la ville nouvelle de Bouinan :**

- La région se caractérise par un hiver pluvieux. La pluviométrie annuelle est comprise entre 200 et 600mm. Et, le nombre annuel moyen de jours de neige au sol est de 5.
- La région bénéficie d'un climat doux. La température moyenne est de l'ordre de 26°C. En général, le vent souffle d'Ouest et de Nord-Ouest en hiver et d'Est en été.

### **III.1.1.4 Présentation du maître d'œuvre :**

Il effectue la programmation des opérations nouvelles en collaboration du bureau d'études Coréen (DONG MEONG) qui est chargé de la réalisation du plan d'aménagement

### **III.1.1.5 Ancrage juridique de la ville nouvelle de Bouinan :**

Le conseil à examiner et adopter un projet de décret exécutif N° 06-231 publié dans le journal officiel N° 45 du 9 juillet 2006 portant déclaration d'unité publique de la création de la ville nouvelle de Bouinan qui aura pour principal fonction de base des activités sportives et ludiques

### **III.1.1.6 Objectifs de la ville nouvelle de Bouinan :**

- Créer une ville nouvelle dans le cadre de la politique nationale d'aménagement du territoire et de développement durable
- Contribuer à l'atteinte des cinq principaux objectifs définis par le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) à travers la création de la ville nouvelle de Bouinan
- Atténuation de la pression démographique et des activités sur le littoral et sur la région métropolitaine algéroise et rééquilibrage de l'armature urbaine de cette région
- Redéploiement des activités et de la population concentrée dans la zone littorale vers les zones projetées et aménagées
- Renforcement de l'attractivité et de la compétitivité du territoire
- Réalisation d'une ville centrale basée sur la promotion de l'économie du savoir
- Servir de référence nationale en matière de construction des villes nouvelles sur le plan qualitatif et architectural (M.A.T.E.V, 2015).

### **III.1.1.7 Vocations de la ville nouvelle de Bouinan :**

Les vocations de la ville nouvelle définies par le SNAT sont (M.A.T.E.V, 2015):

#### **a) Ville des affaires et des finances internationales :**

- Centre des affaires et des finances internationales à travers l'exploitation des atouts géographiques de lien entre l'Europe et l'Afrique.
- Centre de soutien et d'appui administratif aux affaires internationales.

b) Ville écologique, des sports et loisirs et du tourisme :

- Intégration et exploitation des potentialités (eau et forêt) en tant qu'éléments de composition.
- Valorisation des potentialités locales et optimisation des ressources touristiques en combinant la culture et les sports.

c) Ville des industries de pointe : Biotechnologie - NTIC :

La ville est destinée à devenir une ville leader de développement des industries de pointe à travers la création de bi-pôle Bouinan-Sidi Abdellah axé sur la promotion des BT et des NTIC.

- Renforcement des fonctions du Bi-pôle Bouinan-Sidi Abdellah.
- Création d'une plate-forme des technologies de pointe, notamment les NTIC et les BT<sup>4</sup>, articulée avec les principales villes méditerranéennes

### III.1.1.8 Principes d'aménagement de la ville nouvelle de Bouinan :

#### a) Organisation spatiale et occupation des sols:

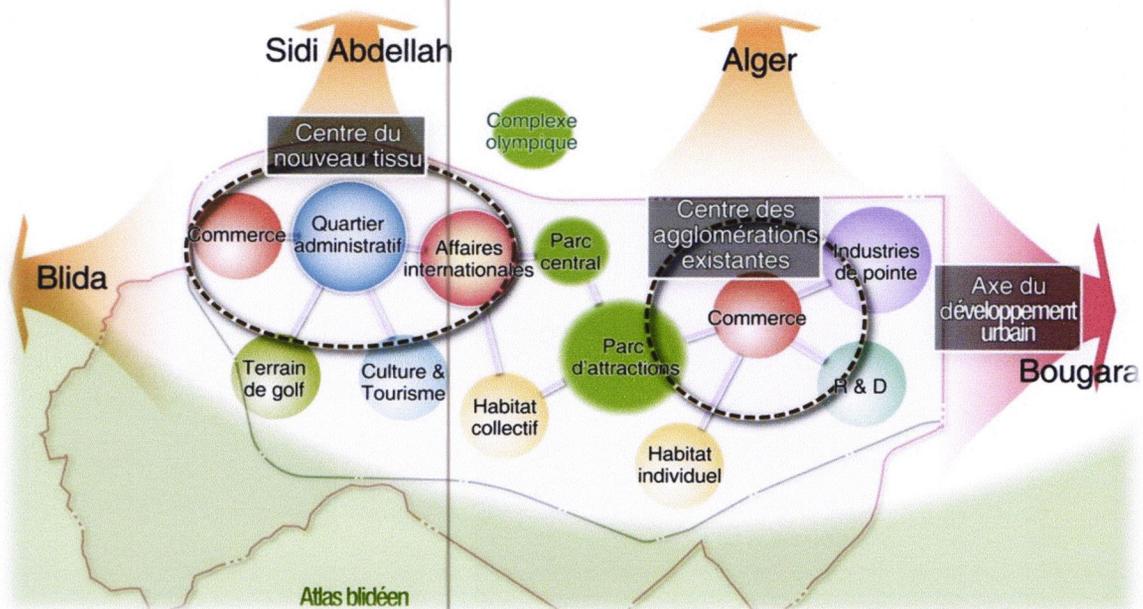


Figure III-4 Organisation spatiale du plan d'aménagement de la ville nouvelle de Bouinan Source

M.A.T.E.V, 2015

<sup>4</sup> BT : Biotechnologies : l'application à des organismes vivants des principes scientifiques et de l'ingénierie à la transformation de matériaux vivants ou non-vivants aux fins de la production de connaissances, de biens et de services.

- Maintenir de la coexistence entre les espaces urbains et la nature en tenant compte de la topographie de la ville.
- Favoriser un développement urbain équilibré par l'articulation des fonctions urbaines.
- Redéfinir les relations entre les deux secteurs de la ville nouvelle et structuration de manière complémentaire de la ville nouvelle pour la création d'une ville nouvelle
- Elaboration d'un plan d'occupation des sols permettant l'introduction de diverses fonctions telles que l'administration, les industries de pointe, les sports et loisirs, le commerce et les affaires pour assurer le dynamisme de la ville nouvelle.
- Localisation de la zone d'industries de pointe à l'Est de la ville nouvelle en prévision de l'extension future de cette dernière.
- Implantation des équipements multifonctionnels et conception des infrastructures appropriées en vue d'une utilisation efficace des sols.



**LEGENDE**

Limite de district	Tissu urbain existant	Logements individuels	Logements collectifs (moyenne densité)	Logements collectifs (haute densité)
Parcs	Espaces verts	Cued	Place	Zone de protection
Voie	Piste piétonne	Aire de stationnement	Education Nationale	Jeunesse et Sports
Culture et Loisirs	Santé de la Population	Culte	Cimetières	Protection Sociale
Commerces et services	Commerces	Administration	Finances et	Services sociaux

## b) Structure viaire :

Le réseau routier de la ville nouvelle de Bouinan est composé de la RN29, axe principale Est-Ouest, reliant les agglomérations de Bouinan, de Amroussa et de Hasseinia et qui relie ces dernières aux principales agglomérations de cette Wilaya notamment à la ville de Blida et autres villes telles que Meftah, Larbaa, Bougara et Soumma (M.A.T.E.V, 2015).

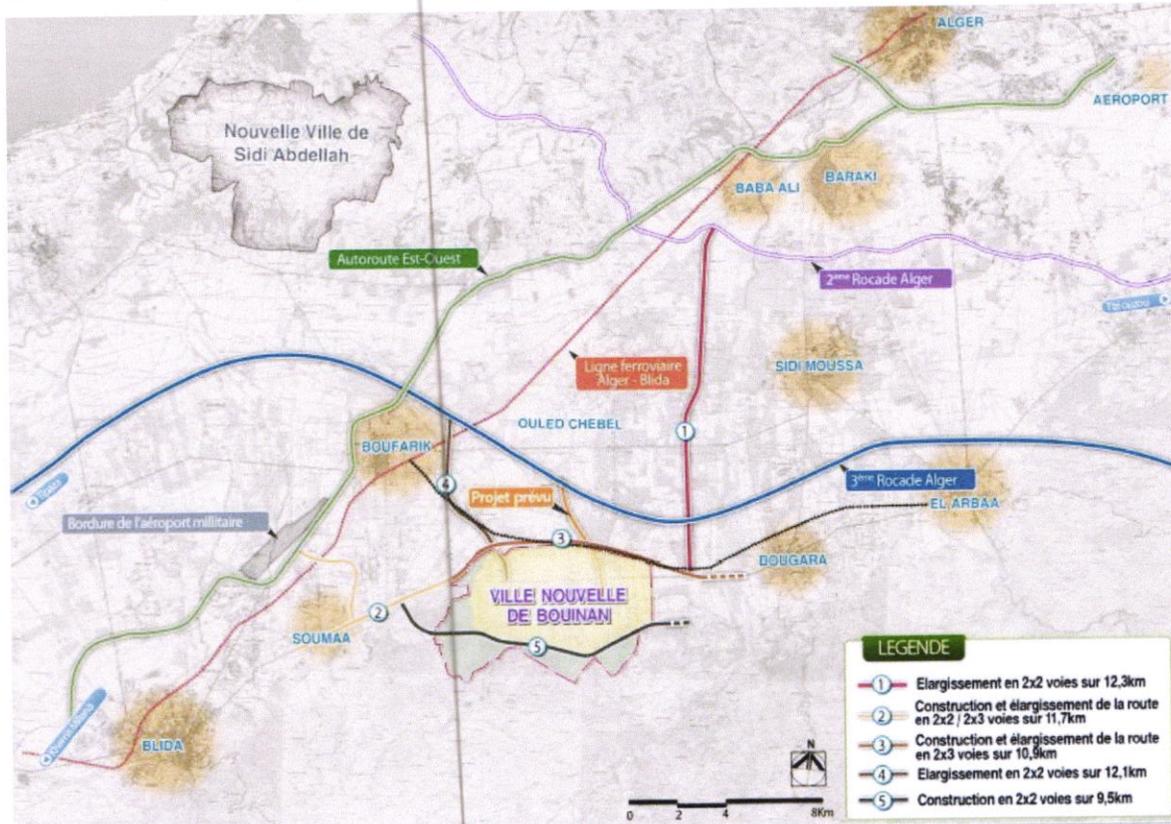


Figure III-6 : Réseau routier de la ville nouvelle de Bouinan Source M.A.T.E.V, 2015

Les CW135, CW116 et CW111, axes Nord-Sud d'articulation de la RN61 et RN29 et desservant le site de la ville nouvelle.

Le CW112 et le CW114, axes Nord-Sud, situés respectivement à l'Ouest et à l'Est du site de la ville nouvelle

complètent l'architecture du réseau routier de desserte du site et son intégration au réseau régional et national.

A l'intérieur de la ville nouvelle de Bouinan la circulation est assurée par une interconnexion des rues principales, secondaires et des passages piétons (M.A.T.E.V, 2015).

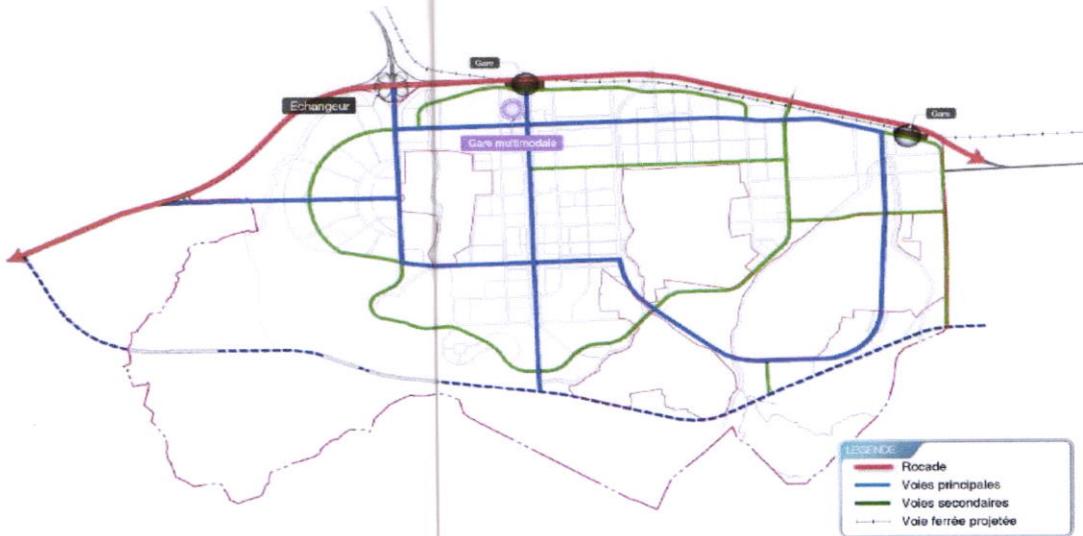


Figure III-7 : Réseau routier urbain de la ville nouvelle de Bouin Source M.A.T.E.V, 2015

### c) Système de transport et mobilité :

- Conception du réseau routier maillé et en boucle.
- Conception d'un système viaire urbain hiérarchisé.
- Privilégier le mode de déplacement piéton et la conception de système de transports en commun confortable, rapide et sécurisé.
- Introduction d'un nouveau mode de transport (le tramway) à la ligne circulaire au sein de la ville nouvelle

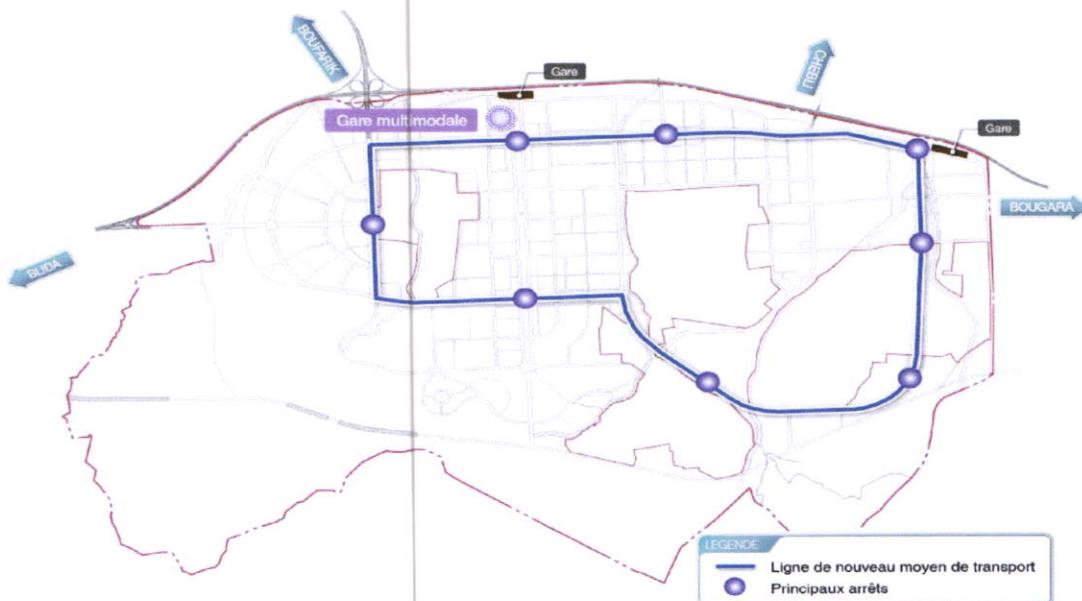


Figure III- 8 : Tracé en plan de Tramway Source : M A T E V 2015

#### d) Aménagement paysager :

Pour atteindre l'objectif principal de la réalisation de la ville nouvelle qui est ' Green Technopolis "BOUINAN"', un concept d'aménagement paysager a été élaboré sous le thème "Bouinan, Renaissance d'une ville verte" qui incarne la forte volonté d'édifier une ville nouvelle située dans un écrin de verdure. La ville nouvelle sera une ville écologique dotée de technologies vertes. En fait, le mot clé conceptuel est né de l'idée d'exploiter et de réutiliser les éléments esthétiques de la nature pour embellir la ville nouvelle de Bouinan (M.A.T.E.V, 2015).

- ❖ La Mise en place d'un réseau vert et bleu dans le sens Nord-Sud à partir de l'intégration des cours d'eau qui traversent le site.
- ❖ Conception des jardins et des parcs en tenant compte de leur accessibilité aisée à la population et aux usagers.
- ❖ Aménagement d'un parc d'attractions pour soutenir la compétitivité de la ville nouvelle dans les domaines touristiques et culturels.

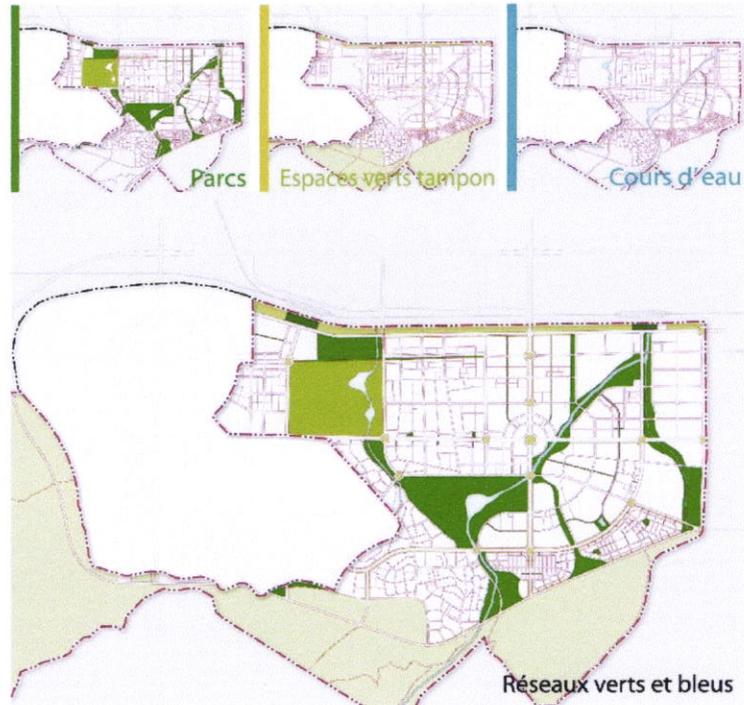


Figure III-9 : plan de réseau vert et bleu de la ville nouvelle de Bouinan

Source M.A.T.E.V 2015

#### e) Risques naturels

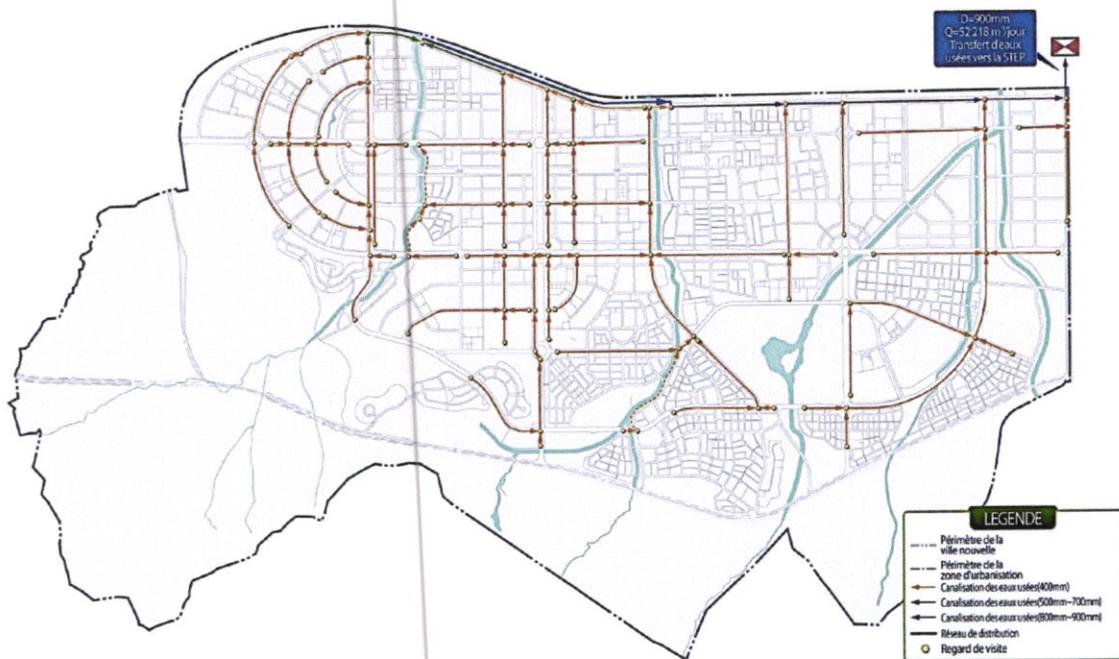
<b>Inondation</b>	Le niveau des cours d'eau à l'intérieur de la ville peut augmenter de brutalement et causer des dégâts lors des fortes précipitations qui se concentrent généralement durant la saison des pluies.
<b>Glissement de terrain</b>	Lors de fortes précipitations, les oueds charrient d'importantes quantités de terres du sud vers le nord, ce qui provoque des inondations et des glissements de terrain.
<b>Séisme</b>	Intégration des prescriptions techniques parasismiques de construction pour la réalisation de la ville nouvelle
<b>Feux de forêts</b>	Les forêts situées au sud-ouest sont potentiellement exposées aux phénomènes de feux de forêts à cause des vents violents et secs et la hausse des températures durant la saison sèche

Tableau III-1 : Les risques naturels de la ville nouvelle de Bouinan

Source M.A.T.E.V 2015

#### f) Assainissement :

- Mise en place d'un réseau type séparatif des eaux usées et des eaux pluviales.
- Conception d'un réseau à écoulement gravitaire (prévoir, en cas de nécessité absolue, une station de relevage).
- Acheminement des eaux usées dans la STEP située au nord-est de la ville nouvelle.
- Collecte des eaux usées écoulées dans les conduites du réseau unique existant avant leur acheminement au nouveau du réseau d'évacuation des eaux pluviales.



#### Synthèse :

La ville nouvelle de Bouinan a été pensée lors de l'élaboration du Schéma National d'Aménagement du Territoire avec un qualificatif propre à elle, à savoir une ville de sports et de loisirs mais après de multiples concertations elle est devenue écologique et moderne. Nonobstant son attrait propre, elle forme avec la ville nouvelle de Sidi Abdallah une ceinture offrant toutes les garanties pour un développement harmonieux de l'aire métropolitaine algéroise et décongestionner la capitale.

### III-1-2 Analyse de l'aire d'intervention :

#### III.1.2.1 Situation de l'aire d'intervention :

La ville nouvelle de Bouinan est divisée en deux secteurs composés de six quartiers. Notre choix d'aire d'intervention s'est porté sur l'assiette du terrain qui est dédiée à abriter la fonction « santé de la population » et qui fait partie du premier secteur, quartier B.

Notre aire d'intervention se situe au Sud-Ouest de la ville nouvelle de Bouinan.

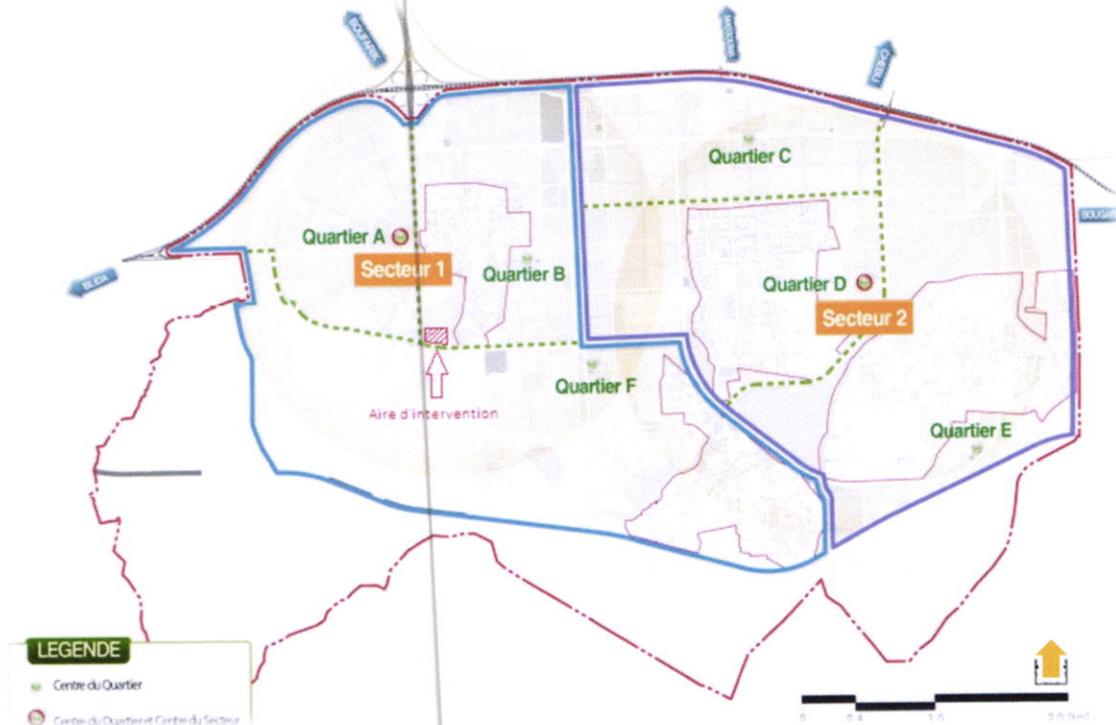


Figure III-11 : Situation de l'aire d'intervention Source : M.A.T.E.V, 2015 traité par les auteurs

#### III.1.2.2 Accessibilité à l'aire d'intervention :

Notre aire d'intervention se situe à l'intersection de deux voies principales (voies mécaniques de 40m), elle est desservie par ces deux derniers qui se situent au sud et à l'ouest de notre assiette.



Figure III-12 : Accessibilité de l'aire d'intervention (M.A.T.E.V 2015) traité par les auteurs

### III.1.2.3 Environnement immédiat :

Notre aire d'intervention est limitée :

- Au Nord par un parc.
- A l'Ouest par une voie principale et un jardin.
- Au Sud par une voie principale et un espace vert.
- A l'Est, un parc, un Oued et un cimetière.

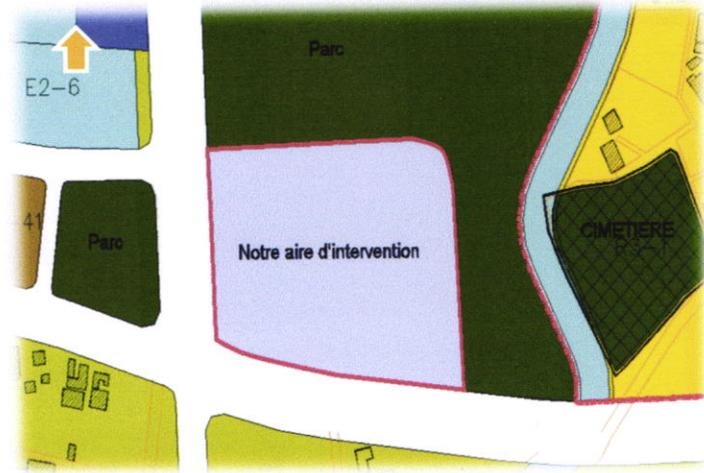


Figure III-13 : environnement immédiat de l'aire d'intervention Source M.A.T.E.V 2015 traité par les auteurs

### III.1.2.4 Étude morphologique de l'aire d'intervention:

#### a) Forme et surface :

Notre aire d'intervention est d'une forme irrégulière. Elle s'étend sur une superficie de 24556 m<sup>2</sup>.

#### b) Topographie :

La ville nouvelle de Bouinan est principalement constituée de reliefs bas. Au nord, les terres sont des plaines, tandis qu'au sud de la ville les terrains sont plus ou moins accidentés, notre site d'intervention se caractérise par une pente de 07%.

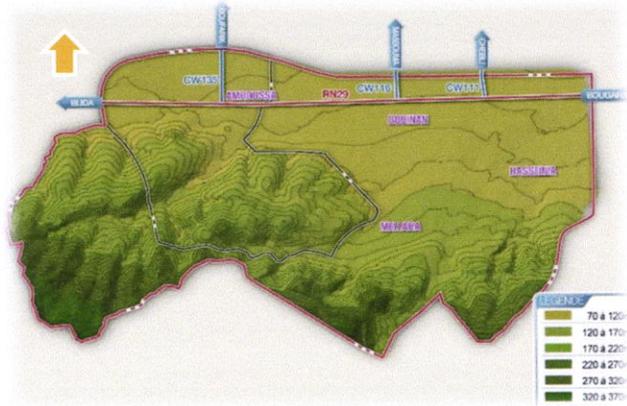


Figure III-14 : plan topographique Source : M.A.T.E.V, 2015

### III.1.2.5 Étude environnementale de l'aire d'intervention

#### a) Étude microclimatique

- En général, les vents soufflent d'ouest et de nord-ouest en hiver et d'est en été.



Figure III-15 Course du soleil dans la ville nouvelle de Bouinan Source Sunearthtools

- Le terrain est bien ensoleillé de tous les côtés grâce à son environnement immédiat qui se caractérise par un faible gabarit
- Le site d'intervention est exposé aux vents dominants à cause de son environnement immédiat.

## b) Système écologique

Notre aire d'intervention se situe dans le quartier B du plan d'aménagement, il se caractérise par : la richesse environnementale du cadre urbain, et la présence d'un grand parc qui l'entoure (du côté nord est) et qui est l'un des avantages majeurs de notre aire d'intervention



Figure III- 16 : le cadre urbain paysager Source : M A T E V, 2015

### II.1.2.6 Prescriptions urbanistiques et servitudes

Le programme de Notre aire d'intervention :

Aire d'intervention	Surface M <sup>2</sup>	C.O.S	C.E.S	EPANNELAGE	Nombre D'unité
Hôpital 240 Lits	24556	1	0,5	R+5	1

Tableau III- 02 : Le programme de Notre aire d'intervention Source : M A T E V, 2015.



Figure III- 17 :  
Tracé d'alimentation en gaz  
Source : M.A.T.E.V 2015,  
Traitée par les auteurs.

Figure III- 18 : Plan de  
distribution d'électricité Source :  
M.A.T.E.V 2015, Traitée par les  
auteurs.

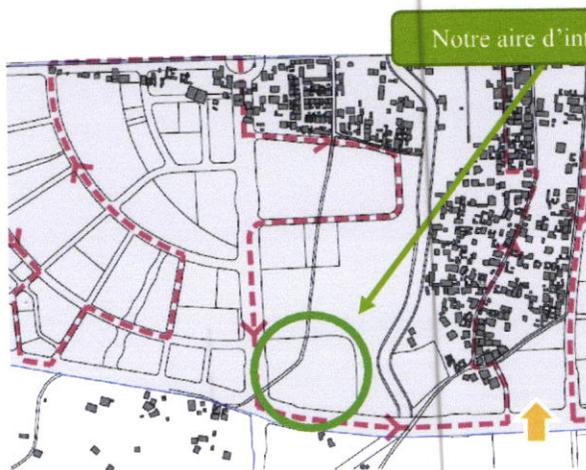


Figure III- 19 : Plan de collecte de déchets Source : M.A.T.E.V, 2015.



Figure III- 20: Tracé d'AEP Source : M.A.T.E.V, 2015.

## Synthèse :

### Analyse AFOM du terrain :

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'accessibilité</li> <li>• La situation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La surface du terrain</li> <li>• La topographie</li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un bon ensoleillement</li> <li>• L'environnement immédiat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les vents dominants</li> <li>• Glissement de terrain</li> </ul>

Tableau III- 03 : L'analyse SWOT du terrain

### III-1-3 Analyse thématique des hôpitaux : (Voir annexe B-1)

#### III.2 Programmation du projet :

Le projet architectural avant sa concrétisation en terme de conception, formalisation, réalisation et utilisation finale, passe par plusieurs étapes l'une d'entre elles est la programmation.

Cette étape est indispensable car elle permet de déterminer ; les activités, leurs natures et exigences du point de vue organisationnel, fonctionnel et technique.

La programmation définit le rôle précis de l'équipement à projeter, identifie les activités et les regroupe en fonction de leurs caractéristiques.

Le programme de notre projet a été retenu à travers l'analyse des exemples, On note que ce programme adopté a été adapté selon la loi ministérielle.

### III.2.1 Détermination des fonctions :

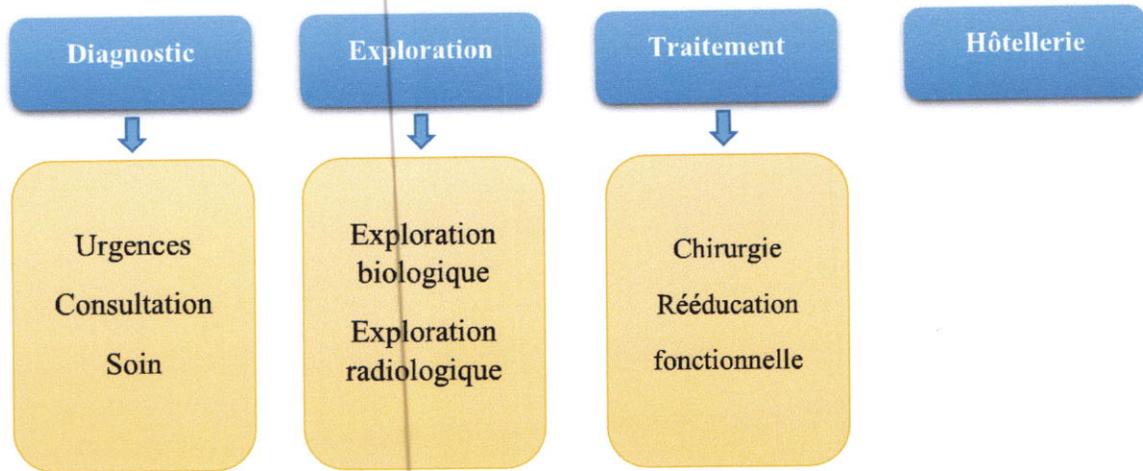


Figure III-21 : Les fonctions mères de l'hôpital. Source : Auteurs

### III.2.2 Programme qualitatif et quantitatif : (Programme détaillés voir annexe A-1) :

L'hôpital est une construction très spécialisée dans son fonctionnement que dans son organisation, l'architecture hospitalière est centrée principalement sur le confort est la protection des malades à l'intérieur de la totalité de l'espace hospitalier et afin d'assurer cette condition on doit respecter certaines exigences qualitatives et quantitatives spécifiques du programme. Notre hôpital comporte les unités fonctionnelles suivantes :

Unité	Surface m <sup>2</sup>
Unité de consultation	520
Unité des urgences	850
Unité de diagnostic et de traitement (Plateau medico-technique)	2640
Unité d'hospitalisation	6750
Services généraux	5130
Administration	680
Logistique et service technique	828

Tableau III-04 : Les unités de l'hôpital Source : auteurs

Notre projet en tant que hôpital général répondra aux besoins des habitants de la ville nouvelle de Bouinan, il assure cinq services :

<b>Service</b>	<b>Nombre de lits</b>
Maternité	64
Pédiatrie	40
Chirurgie générale	48
Cardiologie	32
Médecine interne	56
<b>Total</b>	<b>240</b>

Tableau III-05 : Les différents services de l'hôpital Source : auteurs

### **III.3 Conception du projet :**

La conception d'un établissement de santé ou n'importe qu'elle type de projet impose de travailler deux champs de réflexion :

- Sa relation au site : donc son intégration avec le tissu urbain environnant.
- Son organisation fonctionnelle : son fonctionnement interne qui va toujours avec l'environnement du projet.

#### **III.3.1 Concepts liés au contexte :**

##### **III.3.1.1 Principe d'implantation et d'aménagement extérieur du projet :**

- L'assiette du projet est un terrain en pente de 7%, nous avons commencé par l'intégration du projet au site.
- L'assiette est délimitée au Nord et à l'Est par un parc (la partie la plus calme du terrain), d'où le choix d'implantation de l'hospitalisations dans cette partie du terrain (tout en respectant l'orientation)
- Placer le plateau technique en position centrale vu l'importance des activités qu'il regroupe.
- Implanter à proximité des deux axes routiers les urgences et les parkings afin de faciliter l'accès à ces derniers.
- Disposer les différentes entités en fonction de la relation fonctionnelle entre eux.
- Un grand parc est aménagé du côté Nord et Ouest au-dessus des parkings (niveau +4.00) afin de protéger l'hôpital des vents dominants, et d'éliminer les nuisances sonores des routes, ainsi que pour garder l'hôpital dans un environnement vert et naturel.

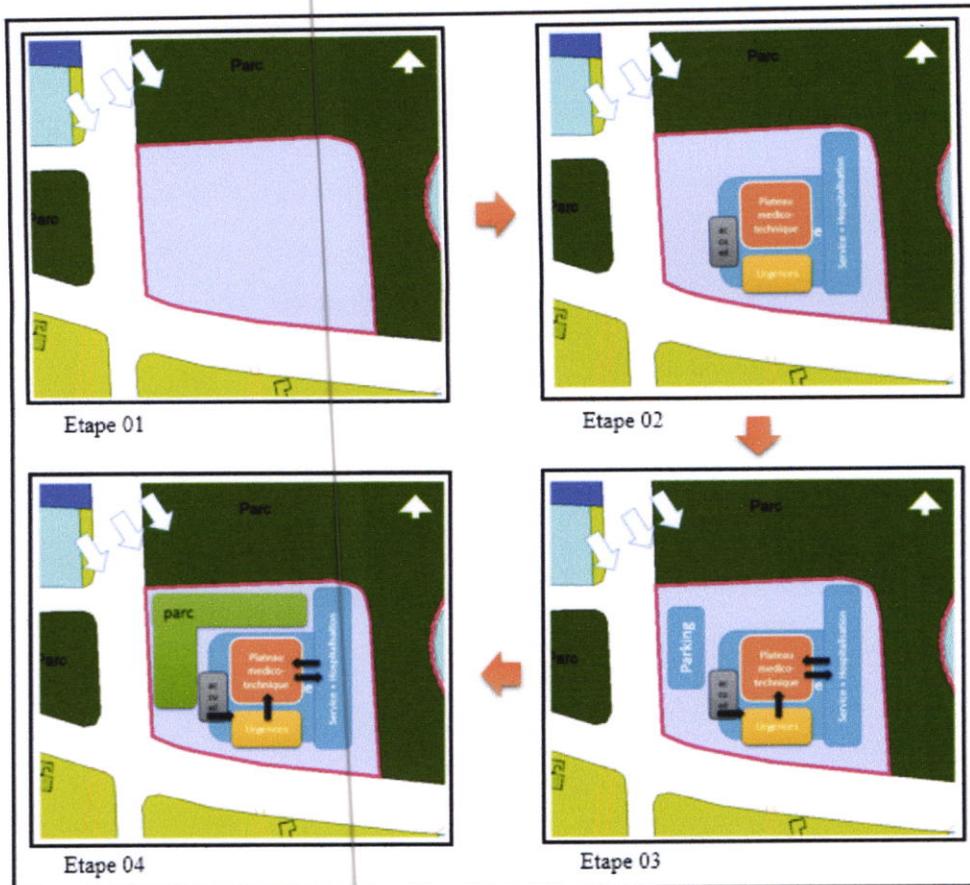


Figure III-22: Les principes d'implantation du projet Source : Auteurs

### III.3.1.2 Différents accès au projet :

Les accès dans un établissement recevant le public doivent permettre de gérer des flux importants et améliorer la fonctionnalité, dans notre projet on distingue 4 accès :

- Accès principal
- Accès d'urgence
- Accès d'approvisionnement et de service
- Accès personnel

Les accès pour les handicapés sont prévus et les différences de niveau sont prises en considération pour éviter les dénivelés



Figure III-23: Les différents accès au projet Source : Auteurs.

### III.3.1.3 Gabarit du projet :

Le gabarit de notre projet est défini par le plan d'aménagement de la ville nouvelle de Bouinan ;

Projet	Superficie	Gabarit	COS	CES
Hôpital 240 lits	24 556	R+5	≤ 1,0	≤ 0,5

Tableau III-06 : Gabarit du projet, Source M.A.T.E.V, 2015.

### III.3.2 Concepts liés au programme

Avant d'entamer la conception, nous avons assuré :

- L'étude des flux : il est essentielle d'identifier et d'organiser tous les flux internes et externes par nature ; flux des urgences, flux des patients couchés, flux des consultants, flux des matières, flux des visiteurs, flux des personnels,
- Le choix des accès et des dessertes.
- L'implantation des services et leurs liaisons fonctionnelles :
  1. L'indépendance des services.
  2. Le fonctionnement des services.
  3. L'implantation des unités d'hospitalisation.

#### III.3.2.1 Organisation fonctionnelle :

Une bonne conception hospitalière, est une conception qui répond aux normes sanitaire et au commandement défini par ce domaine strict, nous avons disposé les différentes entités en fonction de la relation fonctionnelle entre eux et nous avons suivi une hiérarchie dans la disposition des différents services de l'hôpital suivant la nature de l'activité en allant des zones publiques ( hall général, des consultations externe, l'hôpital de jour et les urgences) jusqu'aux zones privées ( logistique médicale et générale, bloc opératoire.....) réservées uniquement au personnel.

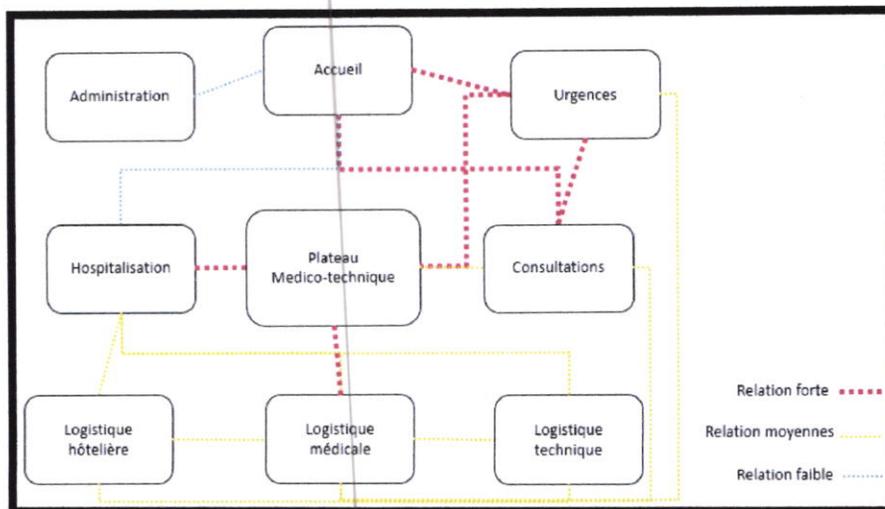


Figure III-24 : Organigramme des unités fonctionnelles Source : Auteurs

### III.3.2.2 Agencement des unités fonctionnelles :

Notre hôpital est destiné à accueillir quatre grandes fonctions qui sont réparties en plusieurs unités :

1. Administration générale
2. Unité des urgences
3. Unité de consultation
4. Services généraux
5. Unité d'hospitalisation
6. Logistique et services techniques
7. Plateau medico-technique.

Les unités sont réparties sur plan comme suit :

#### Plan de RDC :

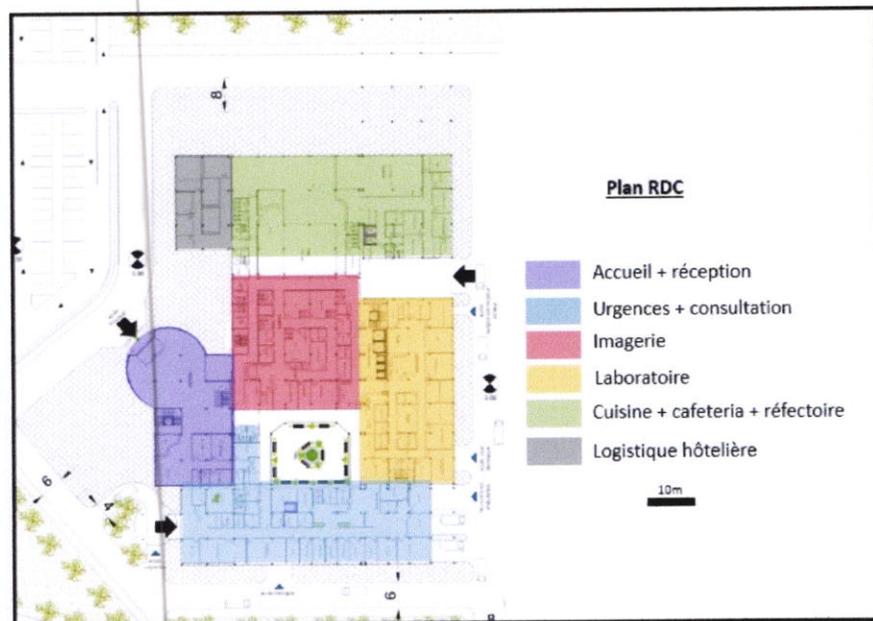


Figure III-25 : Plan RDC -Agencement des unités fonctionnelles Source : Auteurs

#### Plan de sous-sol

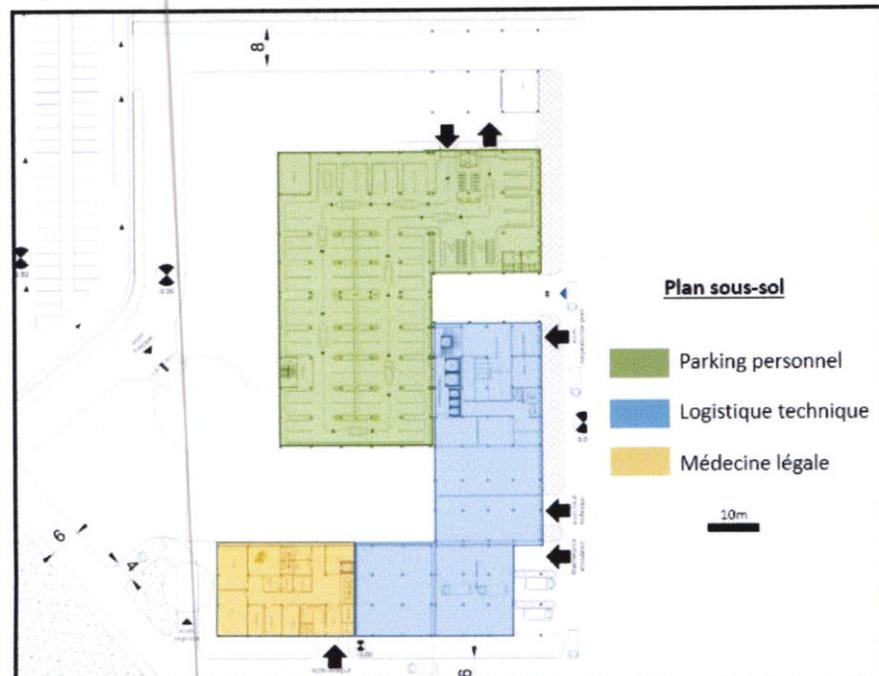


Figure III-26: Plan sous-sol-Agencement des unités fonctionnelles Source : Auteurs

**Plan de 1<sup>er</sup>  
étage :**

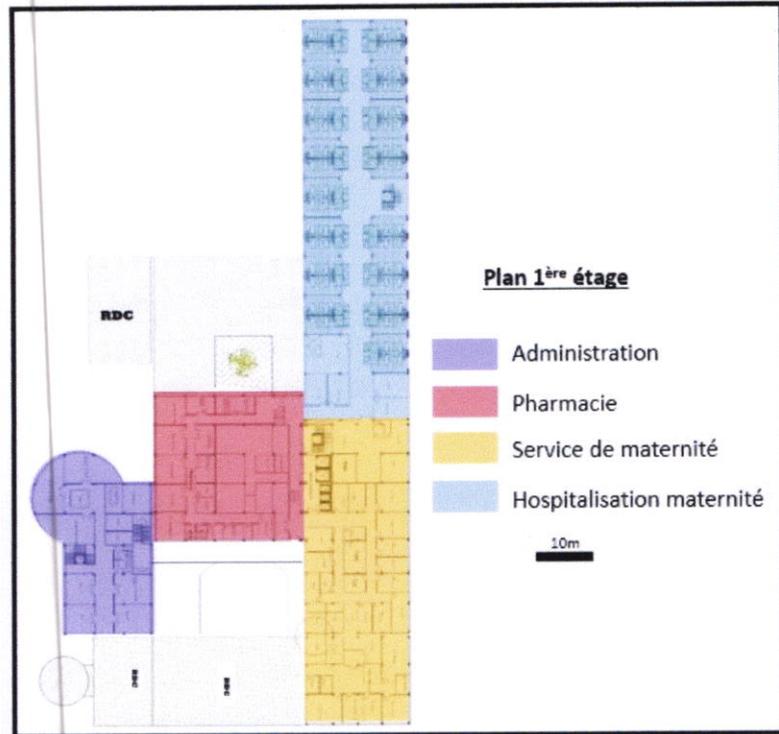


Figure III-27: Plan 1<sup>er</sup> étage-Agencement des unités fonctionnelles Source : auteurs

**Plan de 2<sup>ème</sup>  
étage :**

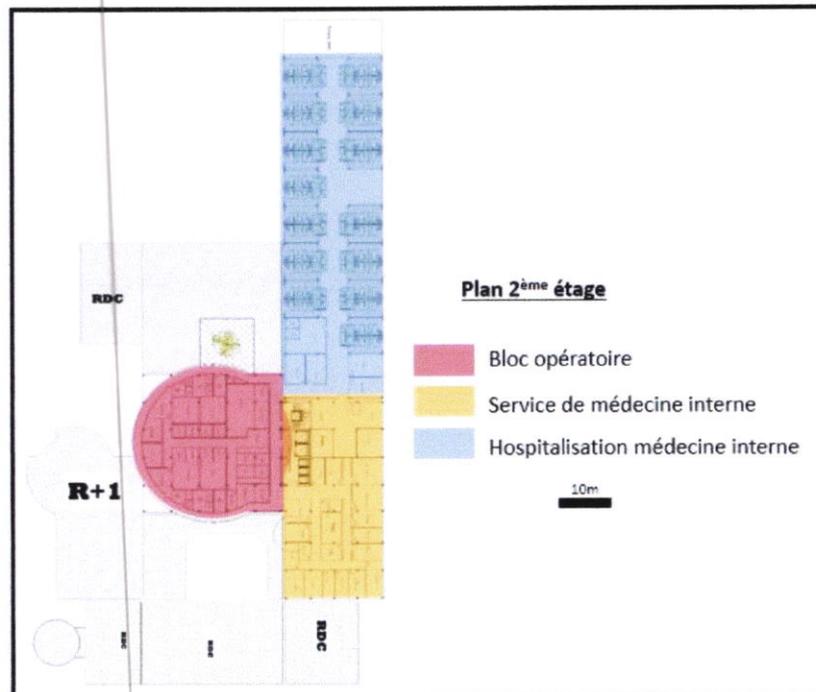


Figure III-28: Plan 2<sup>ème</sup> étage-Agencement des unités fonctionnelles Source : Auteurs

**Plan de 3<sup>ème</sup>  
étage :**

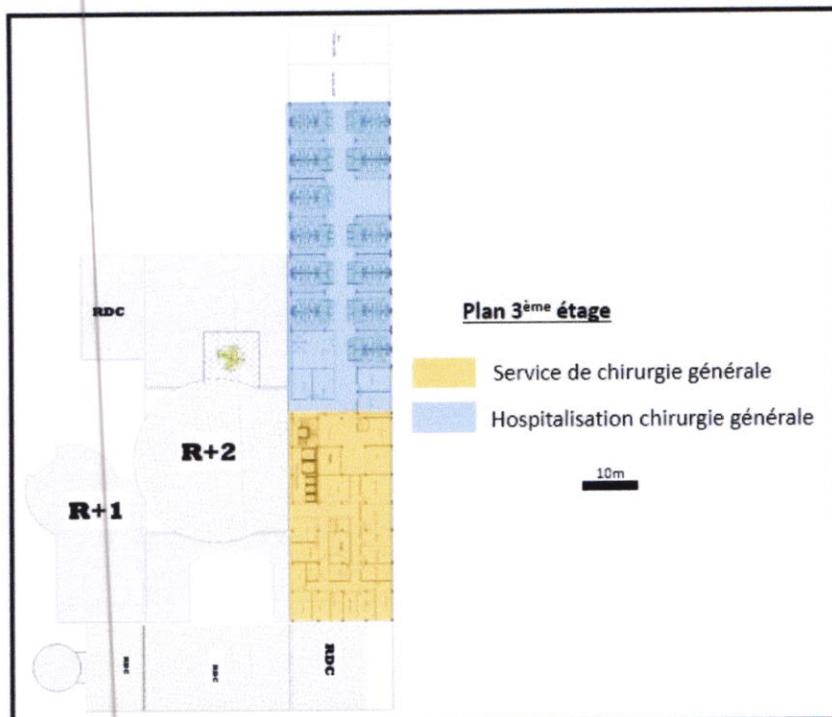


Figure III-29: Plan 3<sup>ème</sup> étage-Agencement des unités fonctionnelles Source auteurs.

**Plan de 4<sup>ème</sup>  
étage :**

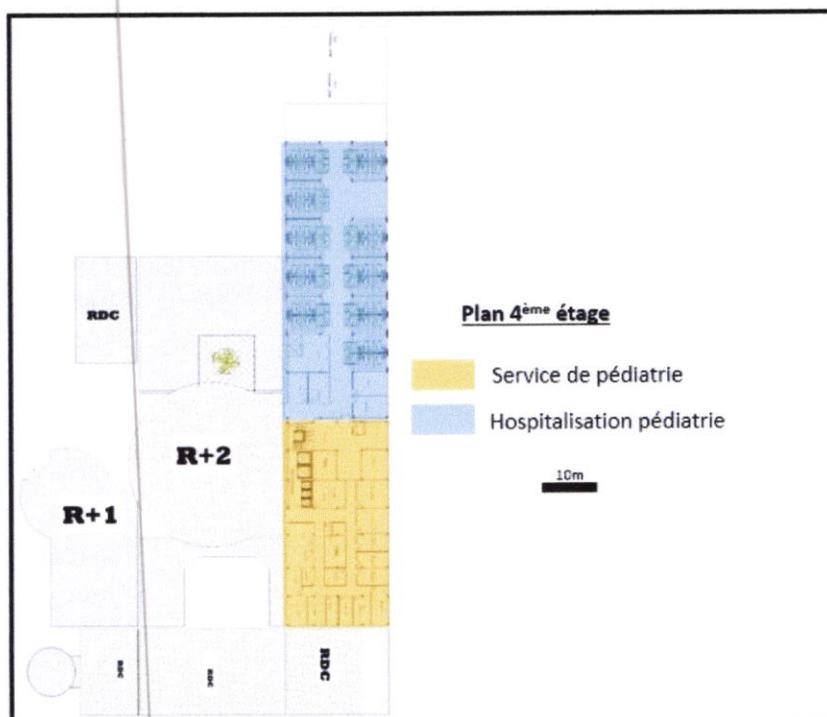


Figure III-30: Plan 4<sup>ème</sup> étage-Agencement des unités fonctionnelles Source : Auteurs.

**Plan de 5<sup>ème</sup>  
étage :**

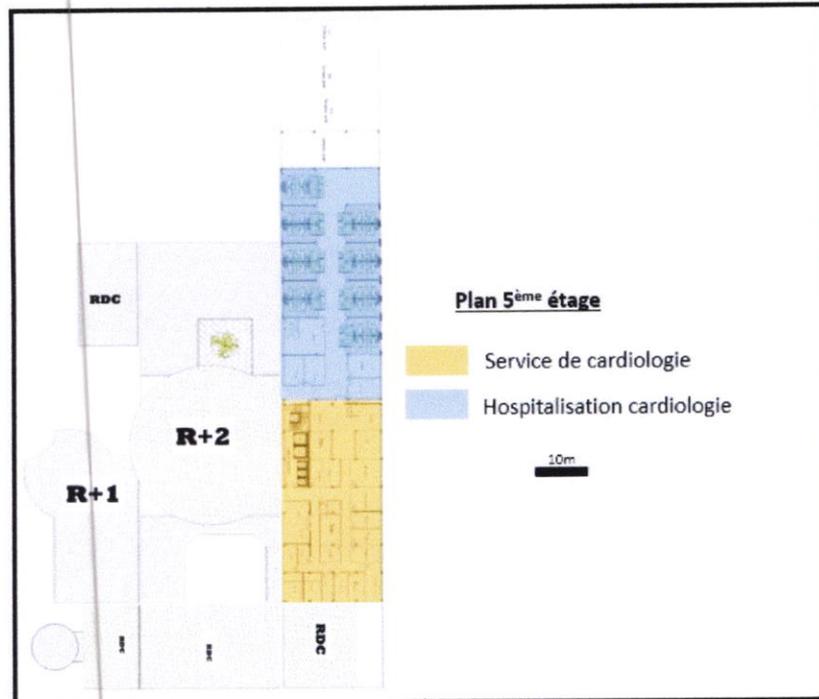


Figure III-31: Plan 5<sup>ème</sup> étage-Agencement des unités fonctionnelles Source : Auteurs

**Coupe schématique :**

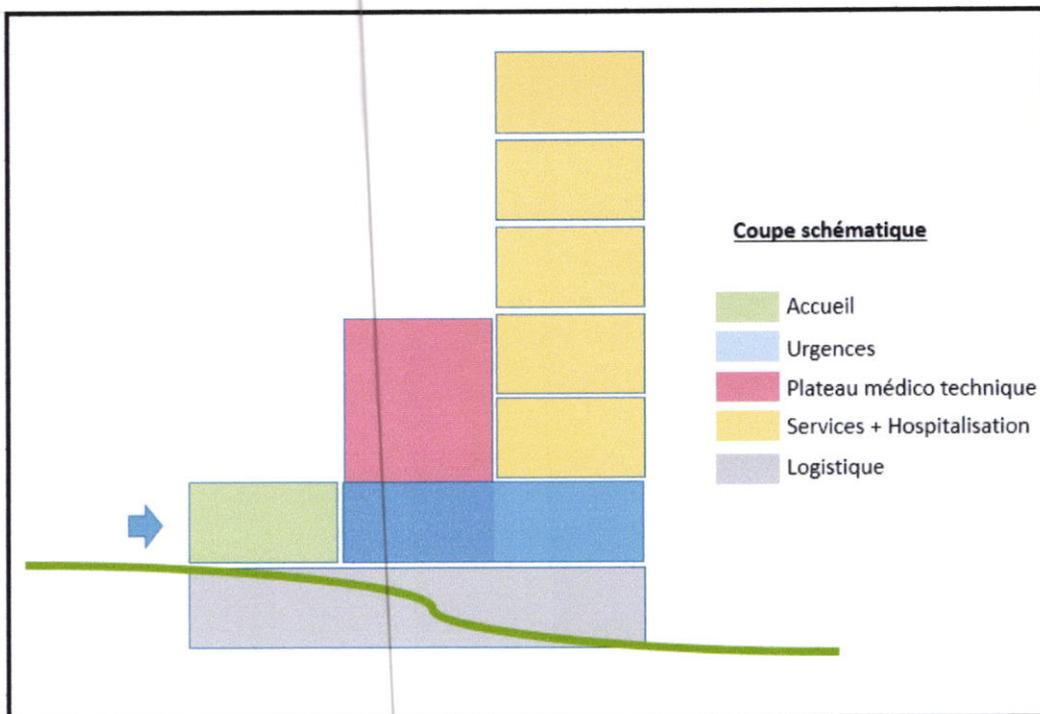


Figure III-32: Coupe schématique du projet Source auteurs.

### **III.3.3 Concepts architecturaux**

#### **III.3.3.1 Composition volumétrique du projet et son traitement**

##### **a) Les concepts :**

Intégrer à l'espace hospitalier, les paramètres « durable, écologique et intelligent » était notre but dans la conception de notre hôpital, un hôpital qui répond aux critères fonctionnels, conceptuels, et surtout normatifs strict auxquelles il est soumis tout en gardant un aspect apaisant et chaleureux pour les usagers. Nous avons donc commencé par déterminer les principales fonctions de l'hôpital et de les disposer d'une façon logique pour assurer le fonctionnement de l'hôpital (qui est le plus important).

Les concepts utilisés ensuite dans la conception volumétrique sont la simplicité, la fragmentation, la flexibilité et le dynamisme.

##### **b) Principe de conception :**

- Création d'un grand espace d'accueil, bien éclairé et qui donne l'impression d'ouverture sur l'extérieur.
- Profité au maximum de la lumière naturelle et créer un cadre apaisant pour les usagers de l'espace grâce au traitement des façades et la création des patios.
- Création d'un espace hospitalier qui répond aux standards internationaux.
- Pour assurer un bon fonctionnement, chaque niveau abrite un service avec son hospitalisation.
- Le plateau medio technique occupe une place centrale vu son importance.
- Tous les services généraux sont liés entre eux et avec le reste des fonctions (bloc opératoire, pharmacie, imagerie...) avec une grande batterie d'ascenseur qui continue jusqu'au sous-sol afin d'assurer la liaison entre les différentes entités.
- Suivre une hiérarchie dans la disposition des différentes unités de l'hôpital suivant la nature de l'activité en allant des zones publiques ( hall général, des consultations externe, l'hôpital de jour et les urgences) jusqu'aux zones privées ( logistique médicale et générale, bloc opératoire...).
- Réserver le sous-sol au logistique, il abrite aussi un parking réservé au personnel

### c) La genèse de la forme :

#### La première étape : l'implantation au site :

En premier lieu, on a commencé par définir les principes d'implantation (qu'on a déjà cité dans le titre : principes d'implantation), tout en basant sur le fonctionnement de l'hôpital qui est le plus important dans notre projet.

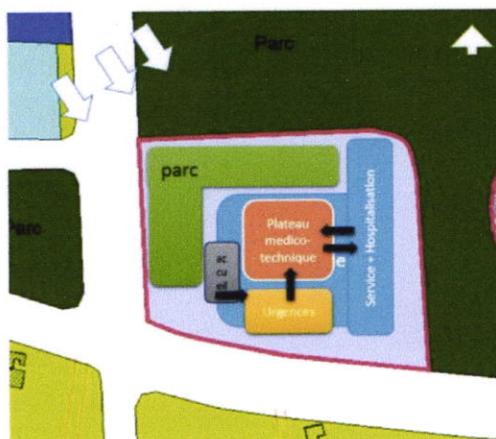


Figure III-33: 1ère étape : principes d'implantation du projet Source : Auteurs

#### La deuxième étape : la modularité :

Un module de dimensionnement qui fonctionne avec les différents espaces d'un hôpital est le but recherché, ce module doit nous permettre donc, la réalisation du projet de manière régulière qui permettra la flexibilité des espaces et même une éventuelle extension.

Notre choix s'est donc porté sur un module qui a fait ses preuves, de 6m par 6m, utilisé dans la majorité des hôpitaux, et qui s'accommode bien aux exigences de l'espace hospitalier

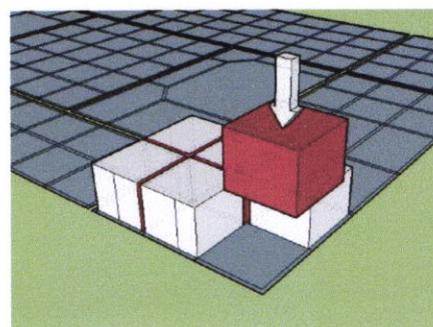


Figure III-34: 2ème étape : Module de base Source : auteurs

#### La troisième étape : modelage et fragmentation :

En se basant sur la simplicité, nous avons donné à chaque unité fonctionnelle la forme et le volume qui lui convient, tout en assurant le bon fonctionnement et la relation entre les différentes fonctions de l'hôpital

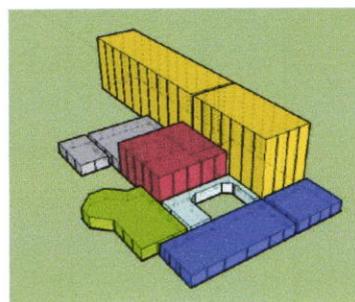


Figure III-35: 3ème étape Source : auteurs

#### La quatrième étape :

Dynamique et jeux de volumes : La dernière étape du processus de formation de la forme, notre projet est finalisé en jouant avec des dégradés de volumes.

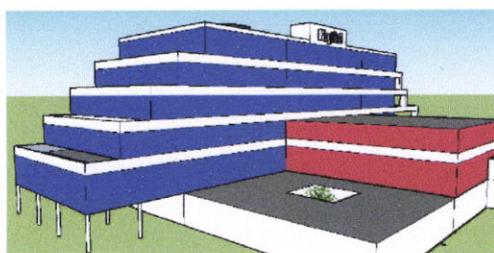


Figure III-36: 4ème étape Source : auteurs

### III.3.3.2 Expression des façades :

La façade du projet prend son architecture du style moderne contemporain, qui se caractérise par sa façade simple vitrée (la transparence) et proportionnelle, et représente un aspect visuel dans la conception de la façade moderne.



Figure III-37: Façade du projet



Figure III-38: Façade du projet



Figure III-39: Façade du projet



Figure III-40: Façade du projet

### **III.3.3.3 Aménagement de l'espace extérieur :**

#### **a) Les parcours :**

4 types de parcours sont assurés, pour le bon fonctionnement de notre projet : parcours pour les visiteurs, parcours pour personnels, parcours pour ambulances, parcours pour le service techniques.

En cas d'accident ou d'incendie, les pompiers auront accès aux 4 façades du projet.

#### **b) Les parkings**

Un parking de 230 places réservé aux visiteurs, est aménagé à l'extérieur, depuis ce parking nous avons accès à un 2<sup>ème</sup> parking sous-sol réservé aux visiteurs également.

Nous avons aménagé un 2<sup>ème</sup> parking de 77 places réservé aux personnels, ce parking se trouve au-dessous de l'hospitalisation.

#### **c) Le grand parc :**

Dans une logique de développement durable, nous avons aménagé un grand parc qui occupe plus de 40% de l'espace extérieur de notre projet, ce parc :

- Occupe la partie nord et nord-ouest de notre terrain ;
- Est aménagé au-dessus du parking de visiteurs ;
- A été aménagé afin d'empêcher les vents dominants qui souffle du nord-ouest ;
- Est un espace de détente pour les visiteurs, personnels et même pour les malades ;
- Comporte une cafeteria, un petit resto afin de subvenir aux besoins des visiteurs.

#### **d) Les espaces verts :**

Afin de garder l'hôpital dans un environnement vert et sain, ainsi que pour assurer le bien-être et le confort des usagers, nous avons aménagé à l'extérieur des espaces vert accessible, ces derniers permettent la filtration des poussières, le rafraichissement de l'air par l'évapotranspiration, ainsi la création d'un microclimat acceptable.

(Voir les détails de l'aménagement extérieur annexe B-5)

### III.3.4 Concepts structurels et techniques :

#### III.3.4.1 Logique structurelle et choix du système constructif :

Recherchant la simplicité, l'économie, et la facilité de réalisation, ainsi que la disponibilité des matériaux de construction, la durabilité et la performance énergétique, nous avons opté pour une structure métallique en raison de ces paramètres fondamentaux :

- Performances mécaniques : L'acier permet des grandes portées, des structures fines, élancées, s'inscrivant harmonieusement dans leur environnement tout en offrant toutes les garanties de sécurité et de fiabilité.
- Matériau recyclé : L'acier est l'un des matériaux les plus recyclés au monde. On le récupère facilement grâce à ses propriétés magnétiques.
- Durabilité : matériau durable qui conserve ses propriétés pendant des décennies
- Réponses aux exigences de la Haute Qualité Environnementale (HQE) L'acier apporte des réponses et des solutions constructives aux cibles de la démarche HQE.
- Liberté créative : L'acier, grâce à ses propriétés uniques (d'élasticité, de ductilité...) offre des possibilités constructives infinies, permet des formes originales, aériennes, défiant les lois de la pesanteur.
- Mise en œuvre facile : L'acier est facile et rapide à mettre en œuvre. Les éléments sont préfabriqués en atelier et seul l'assemblage se fait sur site, apportant aux ouvriers une plus grande sécurité et un meilleur confort dans leur travail.
- Les atouts de l'acier face au séisme

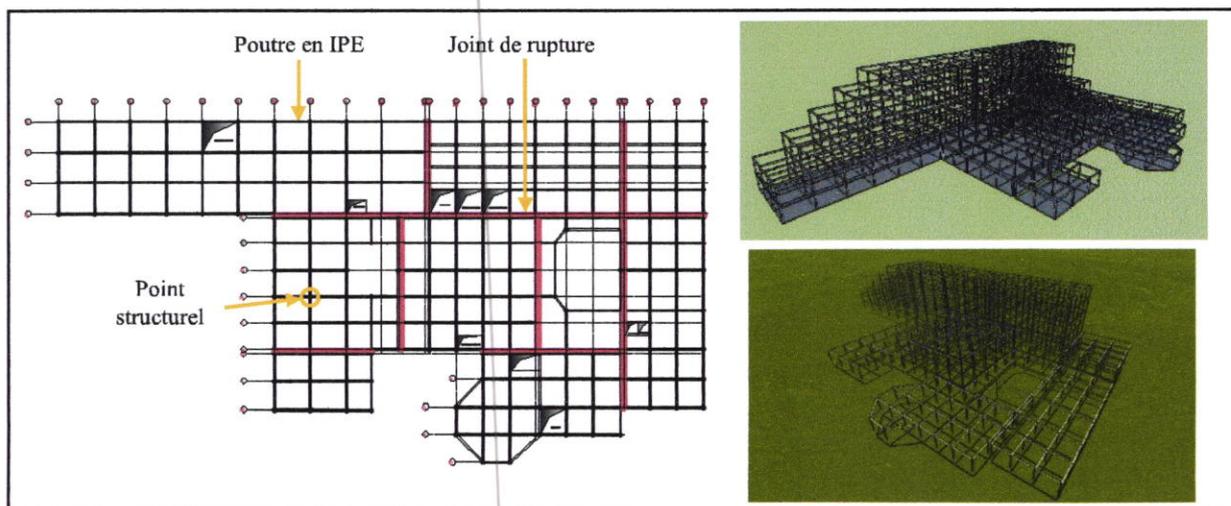


Figure III-41: Schéma de structure du projet Source : auteurs

### III.3.4.2 Choix de matériaux de construction et les détails techniques :

#### a) L'ossature :

##### Les poteaux :

Les dimensions des poteaux sont calculées en fonction des charges qui vont les supporter, dans notre conception on a proposé des poteaux HEB400.

HEB 400 : Hauteur  $C=400\text{mm}$  et Largeur  $D=300\text{mm}$

Epaisseur d'âme  $B=13,5\text{mm}$ , et une épaisseur d'ailes  $A=24\text{mm}$

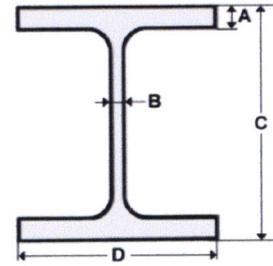


Figure III-42: Poteau HEB400,  
Source : auteurs

##### Les poutres :

Les poutres utilisées sont de type IPE360, assurant la portée exigée par la trame et garantissant la stabilité de l'ouvrage.

IPE 360 :  $h=$ Hauteur 360mm et Largeur  $b=170\text{mm}$

Epaisseur d'âme  $e=8\text{mm}$  et épaisseur d'ailes  $e_1=12,7$

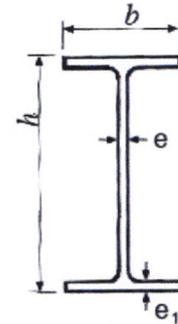


Figure III-43: Poutre IPE 360,  
Source : auteurs

##### L'assemblage poteau poutre :

Il existe plusieurs types d'assemblage entre poteau et poutre. Pour ce projet le choix du système de liaison par plaques d'about est adéquat. Cette dernière qui est une platine soudée à l'extérieur de la poutre boulonnée avec le poteau.

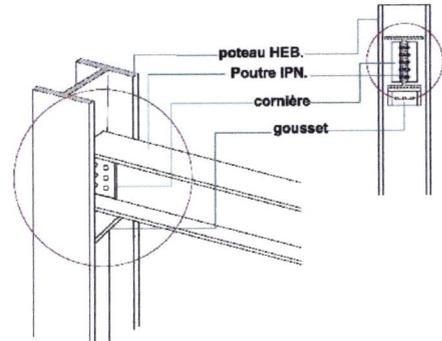


Figure III-44: Assemblage poteau poutre,  
Source : Auteurs

##### Plancher :

Les planchers sur bac acier sont réalisés avec du béton coulé sur des bacs rigides nervurés destinés à servir de coffrage auto-porteur entre appuis. Ces planchers sont dits "collaborants" si la tôle est associée à la résistance composite de la dalle.

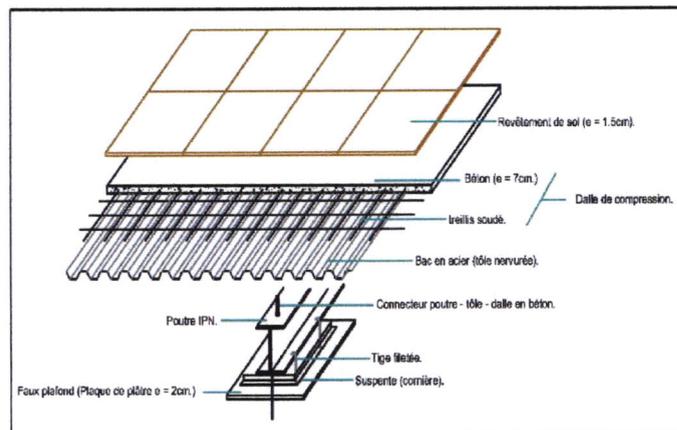


Figure III-45 Détails plancher, Source : Auteurs

## **b) Les cloisons :**

Intérieure: toutes les cloisons intérieure sont en Placoplatre.

Extérieure: Pour les murs extérieure, nous avons opté pour les cloisons Aqua-panel et les murs rideaux (Détails des cloisons voir annexe 04 page XIV).

## **c) Circulation verticale :**

**Escalier public** : Ce sont des escaliers métalliques armé de 17cm contremarche et de 30cm d'embranchement. (Détails escaliers voir annexe 04 page XIV)

**Issues de secours** : Ce sont des escaliers en béton armé, Ce type devrait répondre à plusieurs exigences dont deux principalement :

- Résister au feu en cas d'incendie.
- Faire bénéficier à l'ensemble de la structure la rigidité qu'ils ont en cas de séisme

(Détails Issues de secours voir annexe 04 page XIV).

### **Ascenseur** :

La circulation verticale dans des immeubles de construction récente est en grande partie assurée par les ascenseurs, les ascenseurs doivent être regroupés pour créer un nœud de communication.

Nous avons opté pour des grandes ascenseurs (capacité 1000kg) afin d'assurer les différentes circulations verticales des brancards, des chaises roulantes...avec plus de confort.

Ils répondent au besoin de transporter de façon économique des charges lourdes (Détails des ascenseurs voir annexe 04 page XIV).

**Monte-charge** : Pour la circulation verticale de marchandises (qui peuvent être accompagnées par des personnes), le centre hospitalier dispose de plusieurs montes –charge positionnés de manière à répondre le mieux, aux besoins d'approvisionnement et d'évacuation, suivant les exigences de leurs utilisation (Détails des monte-charge voir annexe 04 page XIV).

**Monte malade** : La circulation verticale des patients nécessitants une assistance s'effectue par l'intermédiaire d'un monte-malade pouvant accueillir un lit et deux accompagnateurs ; équipé d'une remise à rez de chaussée automatique afin de parer à toute urgence éventuelle. Le fonctionnement des monte-malades ne doit être interrompu l'hors d'un incendie ou quelconque incident et doivent être équipés d'un moyen de communication avec le poste de sécurité (Détails des monte-malade voir annexe 04 page XIV).

## **d) Les faux plafonds :**

Des faux plafonds insonorisant, démontables, conçus en plaques de plâtre de 10mm d'épaisseur accrochés au plancher, Avec un système de fixation sur rails métalliques réglables. Les faux plafonds sont prévus pour permettre :

- Le passage des gaines de climatisation et des différents câbles (électrique, téléphonique etc.).
- La protection de la structure contre le feu
- La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.



Figure III-46 Faux plafond en plâtre,  
Source Google image

- **Le traitement de sol :**

Pour le revêtement de sol nous avons opté pour le PVC antibactériens et bactériostatiques, c'est un revêtement non collecteur de germes et résistants aux produits de désinfection, garantissant une hygiène optimale.



Figure III-47 : Traitement de sol en PVC,  
Source : Google image

**a) La menuiserie :**

Nous avons prévu :

- Portes coupe-feu de 15 cm à double parois, remplies de calorifuge en fibre de verre. On les retrouve au niveau des escaliers de secours. Qui reste étanche au feu, une durée de 2 heures.
- Portes insonorisées a simple paroi avec cadres et panneaux, amortissement, le panneau est constitué d'une tôle de 2mm d'épaisseur garnit de feutre, l'étanchéité étant assurée par calfeutrage.

**e) La protection contre l'incendie :**

Le principe fondamental de la protection contre l'incendie est la sauvegarde des personnes et la prévention des biens. Le bâtiment doit être étudié et conçu de façon à offrir toute condition de sécurité, par l'utilisation des matériaux incombustibles et un bon positionnement des issues de secours. Notre projet sera équipé de :

- Alarme-détection : permet l'évacuation dès les premiers instants de l'incendie.
- Des issues de secours
- Sprinklers : maitrisent le début de l'incendie et limitent l'extension du feu
- Notre aménagement extérieure garantie l'accès pour le camion de pompier

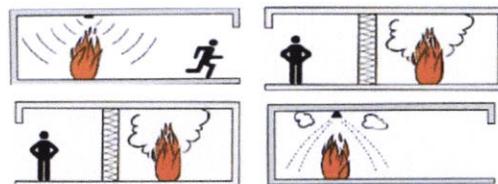


Figure III-48 : illustration des recommandations pour une bonne sécurité contre l'incendie Source : Google image

### III.3.5 Autres techniques liés à la dimension durable du projet :

#### III.3.5.1 L'éco construction :

##### a) Le choix des matériaux de construction :

Pour mieux rester dans l'optique de la durabilité, un choix judicieux de matériaux recyclables et durables s'impose pour mieux préserver l'intérêt écologique. On a opté pour des matériaux de construction durable et écologique tels que l'acier, le Placoplatre, l'aluminium, le bois, le verre...

- Le Vitrage à Isolation Renforcée (VIR) :

- Le vitrage à isolation renforcée est un double vitrage dont l'une des faces est recouverte d'une fine couche transparente composée d'oxydes métalliques faiblement émissive. Son faible coefficient de transmission thermique ( $U_w$ ) permet à la face intérieure du vitrage d'avoir une température de surface proche de la température ambiante. Le VIR est 2 à 3 fois plus isolant qu'un double vitrage classique et 5 fois plus qu'un simple vitrage.

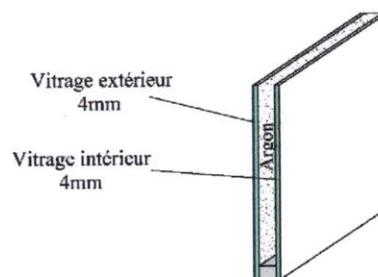


Figure III-49 : Vitrage VIR  
Source : Auteurs

- Les brises soleil en aluminium :

Les brises soleil qui couvrent la façade sud sont faites d'Aluminium. L'aluminium est un métal dur, flexible, imperméable et disposant d'une longue durée de vie. Il ne s'oxyde pas et est 100% recyclable. C'est un matériau très léger qui résiste aux pressions élevées.

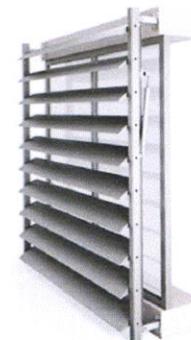


Figure III-50 : Brises soleil en aluminium  
Source : Google image

##### b) Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat :

- L'implantation dans le site a été faite de façon à valoriser les espaces verts et à minimiser l'impact du bâtiment sur le terrain.
- utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site (les parcs par exemple).

#### III.3.5.2 L'éco gestion :

- a) **La géothermie :** Nos proposons l'utilisation du puit canadien qui est un système géothermique qui utilise la particularité du sous-sol, selon laquelle la température à

partir d'une certaine profondeur reste à peu près constante toute l'année. L'air extérieur n'est pas amené directement dans le bâtiment, mais passe par un collecteur enterré dans le sol à une profondeur supérieure à 1m20/1m50. (schéma de proposition d'un puits canadien voir annexe 05 page XVIII)

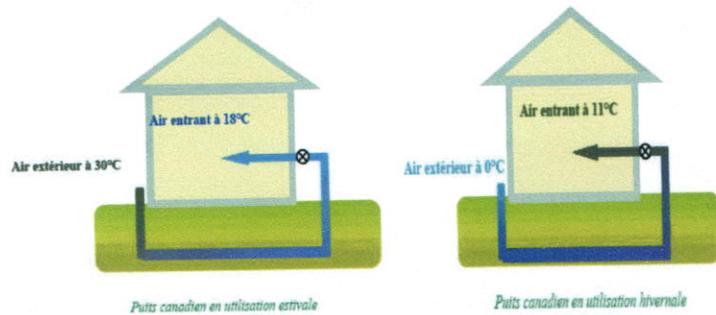


Figure III-51 : Schéma de fonctionnement d'un puits canadien, Source : Google image

### b) Production de l'électricité :

Pour l'éclairage de l'extérieur (éclairage public), nous proposons l'utilisation de l'éclairage public solaire photovoltaïque, cette solutions existe sous différents modèles, elle est idéales pour assurer l'éclairage urbain d'une allée piétonne, d'un parc, d'une piste cyclable, d'un camping, de lieux touristiques, etc. Ces solutions d'éclairages photovoltaïques appelées aussi des candélabres procurent une lumière blanche grâce à la technologie LED à très haut rendement. Cette technologie permet d'obtenir des rendements équivalents à des sources lumineuses de haute puissance



Figure III-52 : Poteau d'éclairage public photovoltaïque : Google image

### c) Récupération des eaux de pluie :

Dans un souci de lutte contre les ruissellements et les inondations, chaque nouveau projet doit gérer les eaux pluviales qu'il génère. Dans notre projet nous proposons la récupération de l'eau de pluie dans des réservoirs d'eau pour stocker l'eau. C'est un système économique, favorable à la préservation de. Grâce à cette eau écoulée et gardée précieusement, nous pouvons arroser les jardins, alimenter les salles d'eau.

Pour une meilleure économie d'eau Certaines actions de nature à réduire la consommation d'eau sont prévus :

- Équipement des points de puisage de l'établissement avec des aérateurs pourvus de limiteur de débit. Ce système permet de réduire de 25% la consommation sur chaque point.

-Les nouveaux réservoirs de toilette sont équipés de double commande 3L/6L qui visent à réduire les consommations d'eau.

-Des compteurs ont été installés pour suivre les consommations des activités fortement consommatrices. (Schéma de récupération des eaux de pluie voir annexe B-4).

#### **d) La gestion de déchets :**

Nous proposons la conception de locaux à poubelles adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets, pour cela nous avons :

- configuré les cuisines et les locaux techniques en prévoyant le tri sélectif
- séparé le stockage des déchets ménagers de la circulation des personnes

8 filières de déchets ont été identifiées pour lesquelles une collecte séparée est effective :

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| - Les cartons                  | - Les ordures ménagères   |
| - Les papiers                  | - Les déchets de soins  |
| - Les piles                    | - Les ampoules et néons<br>(récupérés par les fournisseurs<br>pour destruction) |
| - Les déchets verts            |   |
| - Les cartouches d'imprimantes |   |

### **III.3.5.3 Confort et santé :**

#### **a) L'intelligence au service du confort des patients :**

Les chambres de l'hôpital sont équipées de la domotique<sup>5</sup>, afin d'apporter plus de confort aux patients. Grâce à une tablette tactile et des capteurs infrarouges, le patient peut contrôler tous les éléments de sa chambre sans bouger de son lit : allumer la lumière, la télévision, baisser les volets, régler la hauteur de son lit, appeler une infirmière, dans le service de néonatalogie de l'hôpital, la maman peut surveiller son bébé via des écrans ainsi que la famille, qui peut se connecter pour voir le nouveau-né...



Figure III-53 : control des éléments de la chambre a l'aide d'une tablette tactile Source : [www.lemondedelaesante.wordpress.com](http://www.lemondedelaesante.wordpress.com)

<sup>5</sup> La domotique : Ensemble des techniques visant à intégrer à l'habitat tous les automatismes en matière de sécurité, de gestion de l'énergie, de communication, etc.

## **b) Optimisation et maîtrise de l'éclairage naturel :**

La lumière du soleil et du jour doivent être distinguées car le soleil dans le bâtiment est souvent responsable de trop de chauffage et de lumière source d'inconfort. L'éclairage naturelle peut être défini comme la distribution contrôlée de la lumière du jour dans le bâtiment pour maximiser les espaces éclairés naturellement.

La distribution de la lumière naturelle dans notre projet s'accomplit par le mode direct via les patios et les grandes surfaces vitrées de la façade permettant la pénétration du flux lumineux ainsi que le contact visuel avec l'environnement extérieur.

Pour une meilleure gestion de l'éclairage, il convient de changer l'éclairage par lampe halogène, par un éclairage à Led qui apporte pratiquement le même confort visuel que les ampoules dichroïques et qui consomme beaucoup moins d'énergie. D'autre part il conviendra d'installer des minuteurs d'éclairage afin d'éviter que ces sources lumineuses ne restent allumées en permanence

## **c) La végétation :**

Les espaces verts : La végétation a une importance dans le projet architectural car elle est un élément de base au niveau de confort afin de :

- Filtrer les poussières.
- Se protéger autant qu'un écran aux vents.
- Favoriser la ventilation aussi.
- Rafraichir l'air par l'évapotranspiration.
- Créer un microclimat acceptable.

### Les toitures végétalisées :

Le système de végétalisation des toits permet de concevoir une toiture-terrasse accessible ou inaccessible avec du gazon. Cet aménagement constitue une protection écologique qui renforce de façon significative le confort thermique et phonique d'un bâtiment.

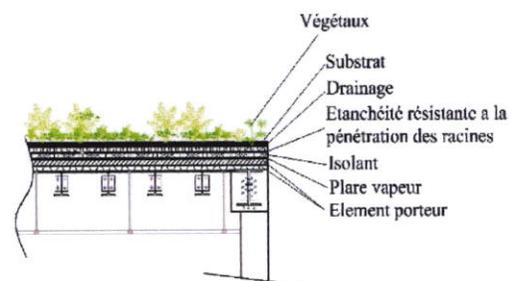


Figure III-54 : Détails des toitures végétalisées  
source : Auteurs

#### **d) La qualité de l'air intérieur :**

La qualité de l'air intérieur est un enjeu majeur, autant que la qualité de l'air extérieur. Il existe deux grands principes pour assurer une bonne qualité d'air intérieur : limiter l'émission de polluants et assurer un renouvellement d'air efficace.

- **Choisir des matériaux peu émissifs :**

Les matériaux de construction et de décoration en contact avec l'air intérieur (isolants, colles, peintures, vernis et lasures, revêtements de sols...) sont soumis à un étiquetage, qui indique leurs émissions en polluants. Le niveau d'émission est indiqué par une classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions). Nous devons donc autant que possible privilégier les matériaux et produits peu émissifs.

- **Assurer un renouvellement d'air efficace :**

Le renouvellement d'air est assuré par la ventilation naturelle et artificielle. Pour le renouvellement d'air artificiel nous avons opté pour le puit canadien dans l'hospitalisation, les services, l'administration... ce dernier assure aussi une bonne température de l'air, le renouvellement d'air dans les zone critique (bloc, soins intensifs...) est assuré par le conditionnement de l'air (climatisation et ventilation), ce dernier permet :

Réglage de température en chauffant et en refroidissant, réglage de l'humidification de l'air, dilution de l'air, installation d'un régime de pression de l'air, purification de l'air.

### III-3-6 Les réseaux électrique intelligent (Smart grids) :

Le rôle du smart grid est de connecter les producteurs d'énergie (centrales électrique) avec les consommateurs (particuliers, industries...), d'après les recherches que nous avons fait, il s'est avéré que les réseaux intelligent s'appliquent au niveau d'une ville, ou d'un quartier, et non pas au niveau d'un bâtiment sauf si ce dernier est un bâtiment autonome du coup, il est impossible d'appliquer le concept du smart grids dans notre projet, pour cela nous proposons l'installation des smart grids au niveau de la ville nouvelle de Bouinan.

L'alimentation de la ville est assurée par un raccordement à partir de la centrale de Meftah. Un réseau de moyenne tension (10KV et 30KV) est prévu en souterrain ( M.A.T.E.V 2015).

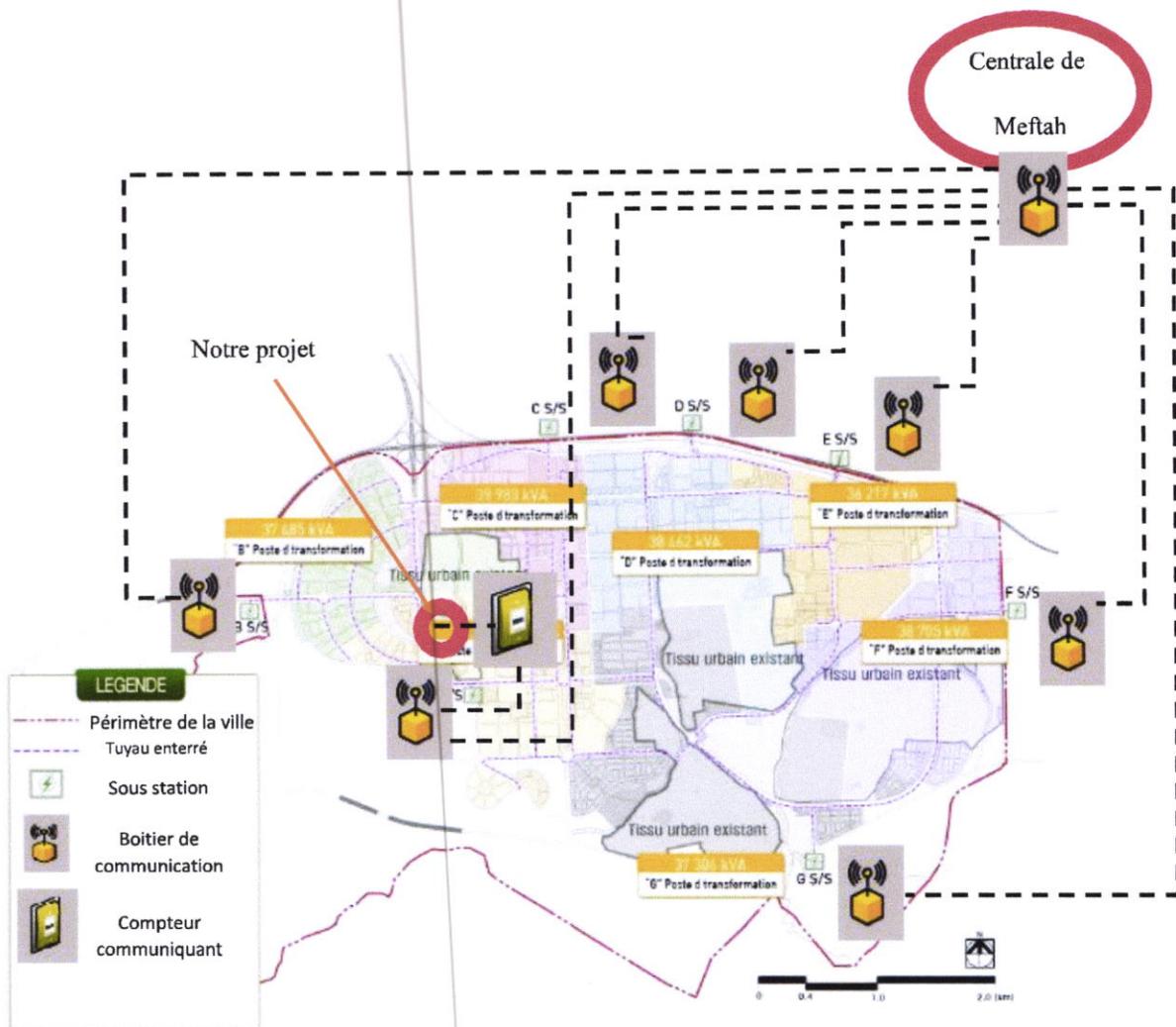


Figure 57 : schéma de proposition de l'installation des smart grids pour la ville nouvelle de Bouinan

### **III.4 évaluation de la qualité environnementale du projet:**

#### **Introduction :**

L'analyse multicritère est un outil d'aide à la décision développé pour résoudre des problèmes multicritère complexes qui incluent des aspects qualitatifs et/ou quantitatifs dans un processus décisionnel. L'AMC est un outil qui peut aider à évaluer l'importance relative de tous les critères impliqués et refléter cette importance dans le processus de décision finale.

Le classement et la notation sont les deux méthodologies les plus simples de l'analyse multicritère qui peuvent être utilisées pour l'évaluation

Le **classement** consiste à attribuer un rang à chaque élément de décision en rapport avec son degré d'importance dans la décision à prendre. Les éléments de décision peuvent alors ensuite être classés les uns par rapport aux autres (le premier, le deuxième, etc.).

De la même manière, la **notation** consiste à attribuer à chaque élément de décision une note, en rapport avec son degré d'importance dans la décision à prendre.

#### **Caractéristique de L'AMC :**

L'analyse multicritère permet de surmonter certains défis de l'évaluation des projets, nous avons opté pour cette méthode pour les raisons suivantes :

- La possibilité d'intégrer de multiples critères dans l'analyse
- L'utilisation de données mixtes, tant qualitatives que quantitatives, sans qu'il soit nécessaire d'en rassembler de grandes quantités
- Une analyse transparente
- Un moyen de déterminer l'importance relative de chaque critère ou indicateur afin de sélectionner l'ensemble le plus approprié

Plusieurs méthodes existent pour l'analyse multicritère, pour notre cas nous avons choisi la démarche multicritère adoptée par la démarche HQE.

**Définition de la HQE :** C'est une méthode française développée au début des années 90. Elle permet d'évaluer les performances environnementales et énergétiques d'un bâtiment

Elle est construite autour de 4 thèmes : écoconstruction, éco-gestion, confort et santé. Chacun des thèmes contient une structure hiérarchique de cibles, sous-cibles et préoccupations.

Ces cibles sont évaluées sur une échelle de 1 à 3, (Base, Performant, Très Performant).

L'évaluation finale est présentée sous forme de profil environnemental sur les 14 cibles<sup>1</sup> du système.

Environnement extérieur	Éco-construction	1. Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestion des avantages et inconvénients de la parcelle</li> <li>- organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable</li> <li>- risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site</li> </ul>	↑		TP	TP	3
				↑		TP		3
		2. Choix intégré des procédés et produits de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- adaptabilité et durabilité des bâtiments</li> <li>- choix des procédés de construction</li> <li>- choix des produits de construction</li> </ul>	↑		TP	P	3
				↑		B		1
		3. Chantiers à faibles nuisances	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestion différenciée des déchets de chantier</li> <li>- bruits de chantier</li> <li>- pollutions sur la parcelle et dans le voisinage</li> <li>- maîtrise des autres nuisances de chantier</li> </ul>	↑		B	B	1
				↓		B		1
		4. Gestion de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- renforcement du recours aux énergies renouvelables</li> <li>- renforcement de l'efficacité des équipements consommant de l'énergie</li> <li>- utilisation de générateurs à combustion propres lorsqu'on a recours à ce type d'appareil</li> </ul>	↑		P	P	2
				↑		TP		3
		5. Gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestion de l'eau potable</li> <li>- recours à des eaux non potables (récupération des eaux de pluie)</li> <li>- assurance de l'assainissement des eaux usées</li> <li>- gestion des eaux pluviales sur la parcelle</li> </ul>	↑		B	P	1
				↑		TP		3
		6. Gestion des déchets d'activités	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conception de locaux à poubelles adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets</li> </ul>	↑		TP	TP	3
		7. Entretien et maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- optimisation des besoins de maintenance</li> <li>- mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance</li> <li>- maîtrise des effets environnementaux des procédés de maintenance</li> </ul>	↑		B	B	0
				↑		B		1
		8. Confort hygrothermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- permanence des conditions de confort hygro- thermique</li> <li>- homogénéité des ambiances hygrothermiques</li> <li>- zonage hygrothermique</li> </ul>	↑		P	P	2
				↑		P		2
		9. Confort acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- correction acoustique</li> <li>- isolation acoustique</li> <li>- bruits d'impact et d'équipements</li> <li>- zonage acoustique</li> </ul>	↑		B		1
				↑		TP	P	3
		10. Confort visuel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur</li> <li>- éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques</li> <li>- éclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel</li> </ul>	↓		P		2
				↑		TP	TP	3
		11. Confort olfactif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sources d'odeurs désagréables</li> <li>- ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables</li> <li>- création de conditions d'hygiène satisfaisantes</li> </ul>	↑		TP		3
				↑		B	P	1
		12. Conditions sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dispositions facilitant le nettoyage et l'évacuation des déchets d'activités</li> <li>- dispositions facilitant les soins de santé</li> <li>- dispositions en faveur des personnes à capacités physiques réduites</li> <li>- risques de pollution par les produits de construction</li> <li>- risques de pollution par les équipements</li> <li>- risques de pollution par l'entretien ou la maintenance</li> </ul>	↓		P	P	2
				↑		TP		3
				↑		B		1
				↓		TP		1

## **La discussion des résultats :**

Après la notation des différentes sous-cibles et cibles, et après avoir calculé la moyenne (2/3), on a pu dessiner le profil environnemental de notre projet. La majorité des cibles se situent dans la zone 2, et donc le projet est noté performant.

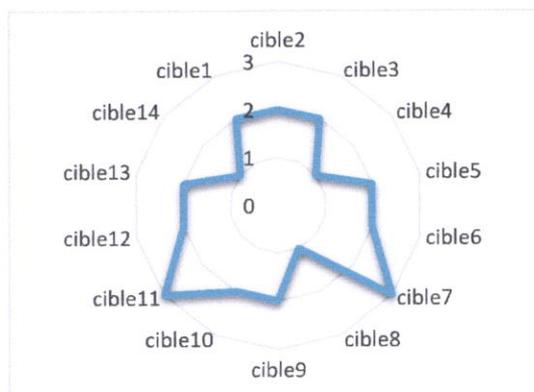


Figure 58 : Profil environnemental HQE de notre projet

## **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un hôpital général de 240 lits dans la ville nouvelle de Bouinan, un projet durable, vert et moderne, qui pourra répondre aux différents enjeux du futur.

Tout au long de la conception du projet, nous avons veillé à concrétiser les différentes cibles de la Haute Qualité Environnementale.

Nous avons assuré en premier lieu le bon fonctionnement du projet, qui est le plus important dans un hôpital.

Après l'évaluation du projet à l'aide de la méthode multicritère HQE, nous avons constaté que l'hôpital est noté « Performant », et donc pourra réduire son empreinte écologique sur l'environnement.

## **Conclusion générale :**

### **Retour théorique :**

Dans le travail présenté, nous avons tenté de répondre à une problématique qui traite le projet dans son contexte environnemental, notre recherche s'inscrit dans une démarche globale de développement durable dans le but de réaliser un projet qui répond aux différents enjeux environnementaux du futur.

A travers cette recherche, nous avons défini les différents enjeux environnementaux tels que l'augmentation des GES dans l'atmosphère, ces derniers causent le problème du

réchauffement climatique qui reste un sujet d'actualité, la consommation importante d'énergie des bâtiments reste le 1<sup>er</sup> facteur qui a engendré ce problème. D'après les recherches que nous avons fait, le secteur sanitaire reste l'un des plus importants consommateurs mondiaux d'énergies, avec toutes les activités qu'il regroupe.

Pour faire face à ce problème, nous avons proposé la construction d'un hôpital durable, vert et intelligent, pour cela on a défini les notions du développement durable et du bâtiment intelligent, ainsi que les caractéristiques et les avantages de chaque notion, nous avons ensuite analysé plusieurs projets pour enfin réalisé un hôpital moderne qui pourra optimiser ses ressources et répondre aux différents enjeux environnementaux du futur.

#### **Vérification de l'hypothèse :**

A la fin, et après l'évaluation du projet, nous avons conclu que la construction durable est l'une des solutions pour faire face aux différents enjeux environnementaux, un projet durable pourra optimiser ses ressources, réduire son empreinte écologique et donc préserver l'environnement.

L'intégration des nouvelles technologies tel que les smart grids dans le bâtiment, pourra être une solution adéquate pour l'optimisation des ressources, sauf que cette solution ne pourra pas être appliqué au niveau d'un bâtiment, parce qu'elle s'applique sur tout le réseau électrique (depuis la centrale de production jusqu'au bâtiment), donc impossible de l'appliquer au niveau de notre bâtiment.

#### **Contrainte et limite du travail :**

Au cours de la réalisation de notre projet, nous avons confronté plusieurs contraintes de travail, la concrétisation des réseaux électriques intelligents, l'absence totale de ce domaine dans notre pays ainsi que le manque de la documentation était la contrainte majeure pendant notre recherche.

#### **Perspective de la recherche :**

Notre recherche traite un sujet d'actualité, en Algérie, les projets manquent de durabilité et d'intelligence. Pour s'attaquer aux causes du changement climatique, les constructions durables et les réseaux électriques intelligents restent les premières solutions pour l'optimisation des ressources. Nous aimerons que notre travail constitue une première référence dans notre pays, et qu'il y a lieu de continuer à travailler dans ce domaine pour atteindre d'autres objectifs.

## Références bibliographiques

1. **Angus reid**, 2007, étude royal LePage sur les maisons écologique, Canada.
2. **Bourgogne bâtiment durable**, 2012, Les cahiers de la construction durable en Bourgogne, France.
3. **Conseil du bâtiment durable**,2007, Municipal Green Building Toolkit, Canada,
4. **CRDI**, 2013, l'optimisation des ressources ; risque et possibilités pour la recherche au service du développement
5. **FISK, William J**, 2000, Health and productivity gains from better indoor environments and their implications for the U.S. department of energy, USA.
6. **GIEC**, 2013, Les changements climatiques, Suisse.
7. **Global Footprint Network**, 2009, Ecological Footprint Atlas, USA.
8. **Global Footprint Network**, 2012, L'atlas de l'empreinte écologique
9. **Global Footprint Network**, 2015, Ecological Footprint Atlas, USA.
10. **Institut national de santé publique** ,2009. Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains, Canada.
11. **MAMROT**, 2010, Le bâtiment durable, Canada.
12. **McGraw-HILL**, 2009, Green Outlook, USA.
13. **Miltion, Donald K, P Mark Glencross et Michael D Walters**, 2000, Risk of sock leave due associated with outdoor air supply rate, humidification and occupant complaints.
14. **Nature Québec**, 2011, les changements climatiques, Canada.
15. **UNEP-SBCI**, Initiative bâtiment durable et climat, France.
16. **USGBC**, 2006, Green Building Smart Market Report, Canada.
17. **Watson, Rob**, 2009. Green Building market and impact report, Canada.
18. **WWF, 2008**, Living planet report, Suisse.
19. **WWF, 2010**, living planet report, Suisse.
20. **WWF, 2016**, Living planet report, Suisse.

1. <http://www.cre.fr/>

2. <http://www.matev.gov.dz>

3. <http://www.rte-france.com/>

4. <http://www.smartgrids-cre.fr/>

5. <https://www.google.dz/maps>

6. [www.mamrot.gouv.qc.ca](http://www.mamrot.gouv.qc.ca)

7. [www.groupe-06.com](http://www.groupe-06.com)

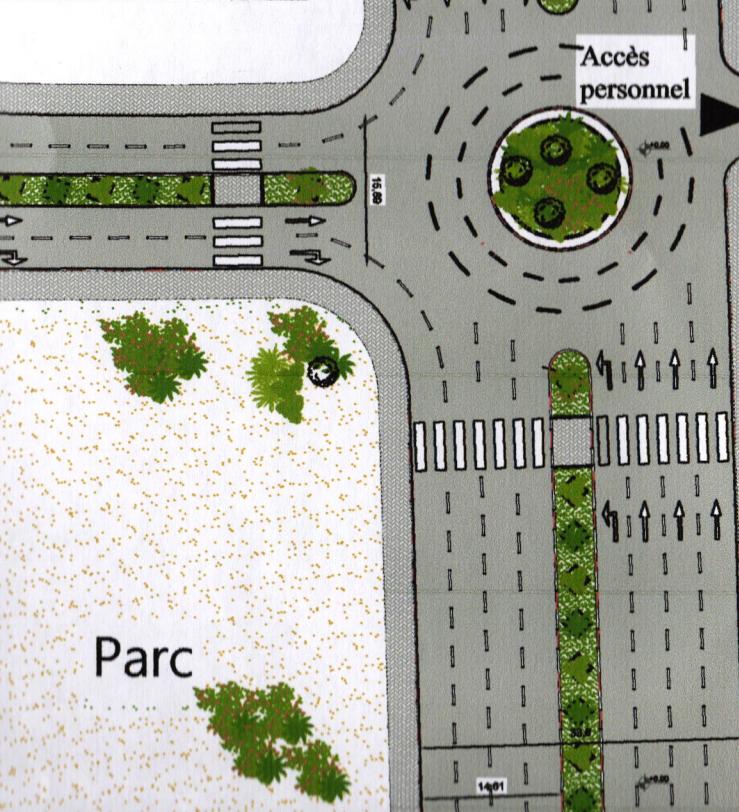
8. <https://www.sunearthtools.com>

# **Annexe**





Collège  
d'enseignement  
moyen



Parc



Parc

Accès  
personnel

Accès  
Parking  
publique

Accès  
Principal

Accès  
hospitalisation pour  
visiteur

Local  
Incinération

Local  
chaufferie

Fluides  
médicaux

Local  
des gaz  
médicaux

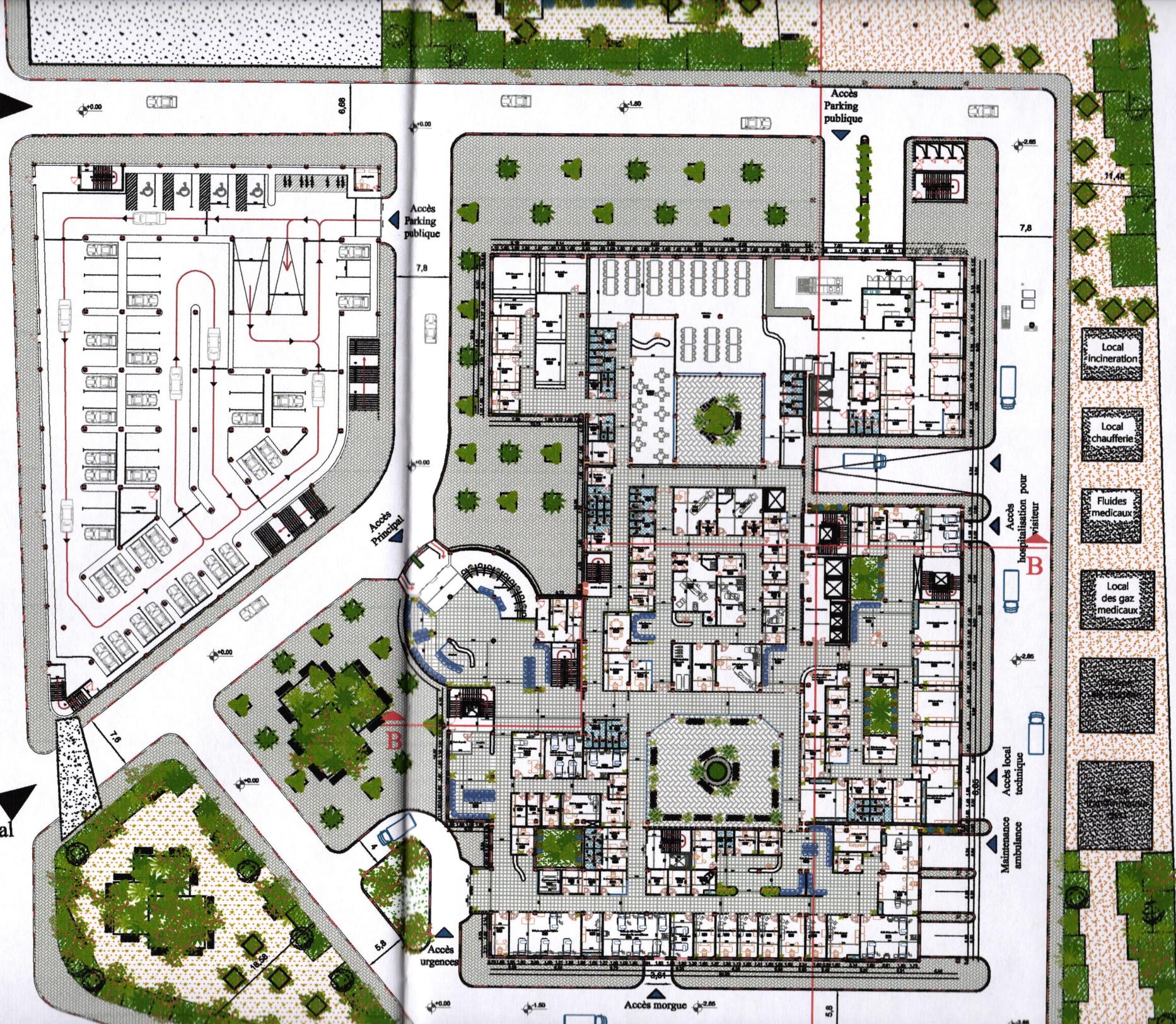


Parc

# Plan de RDC

Accès personnel

Accès principal



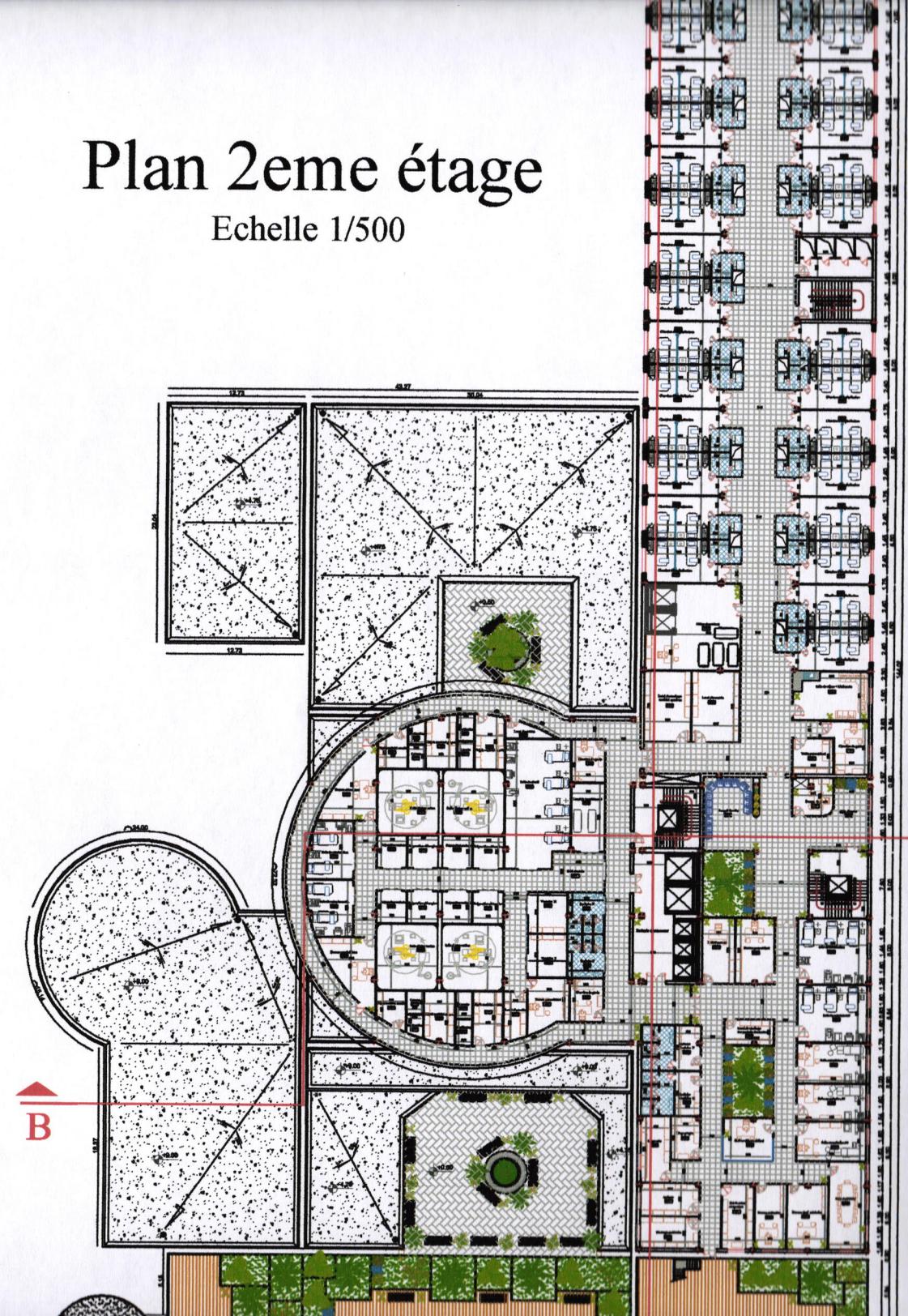
# Plan 1er étage

Echelle 1/500



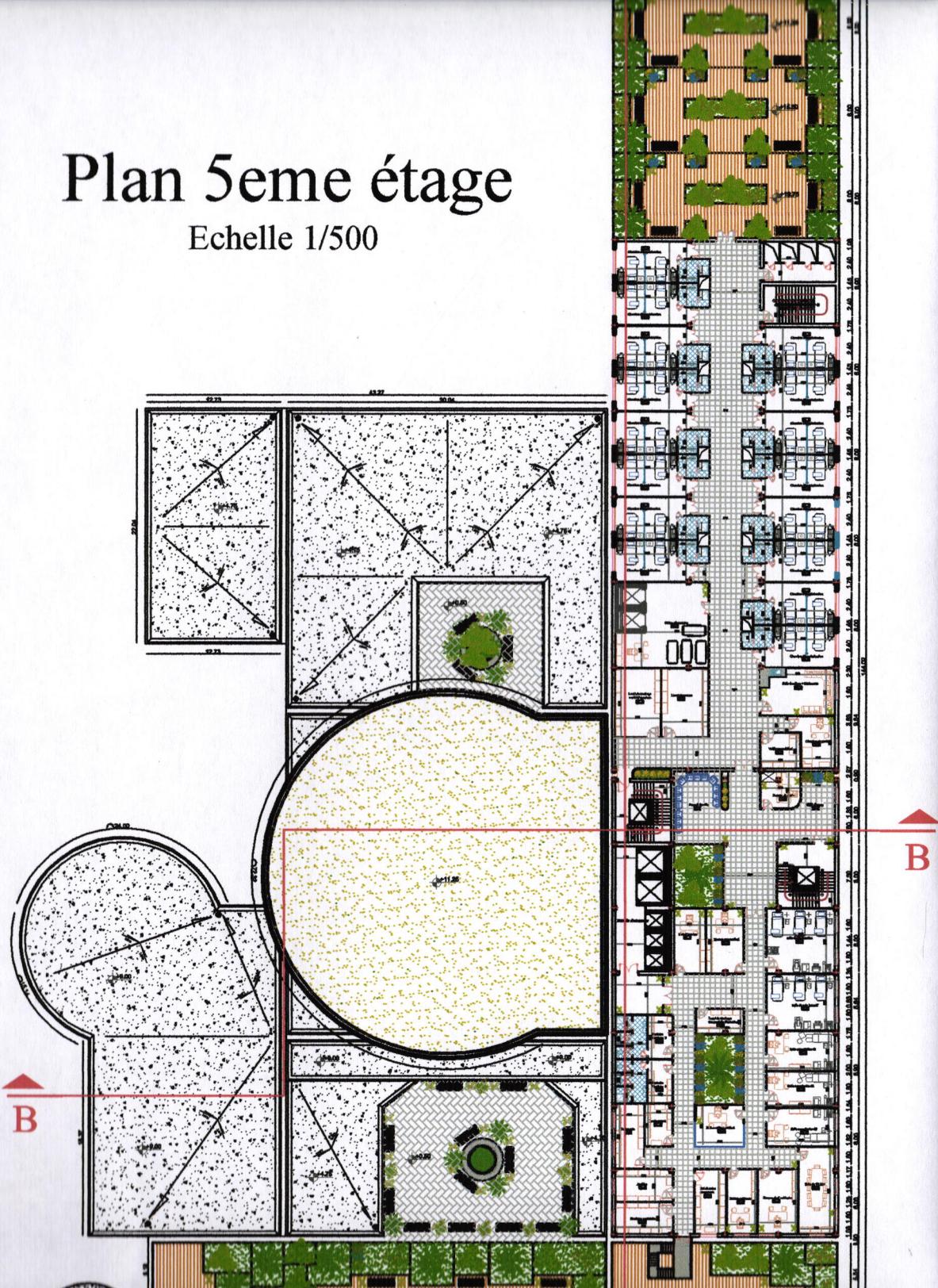
# Plan 2eme étage

Echelle 1/500



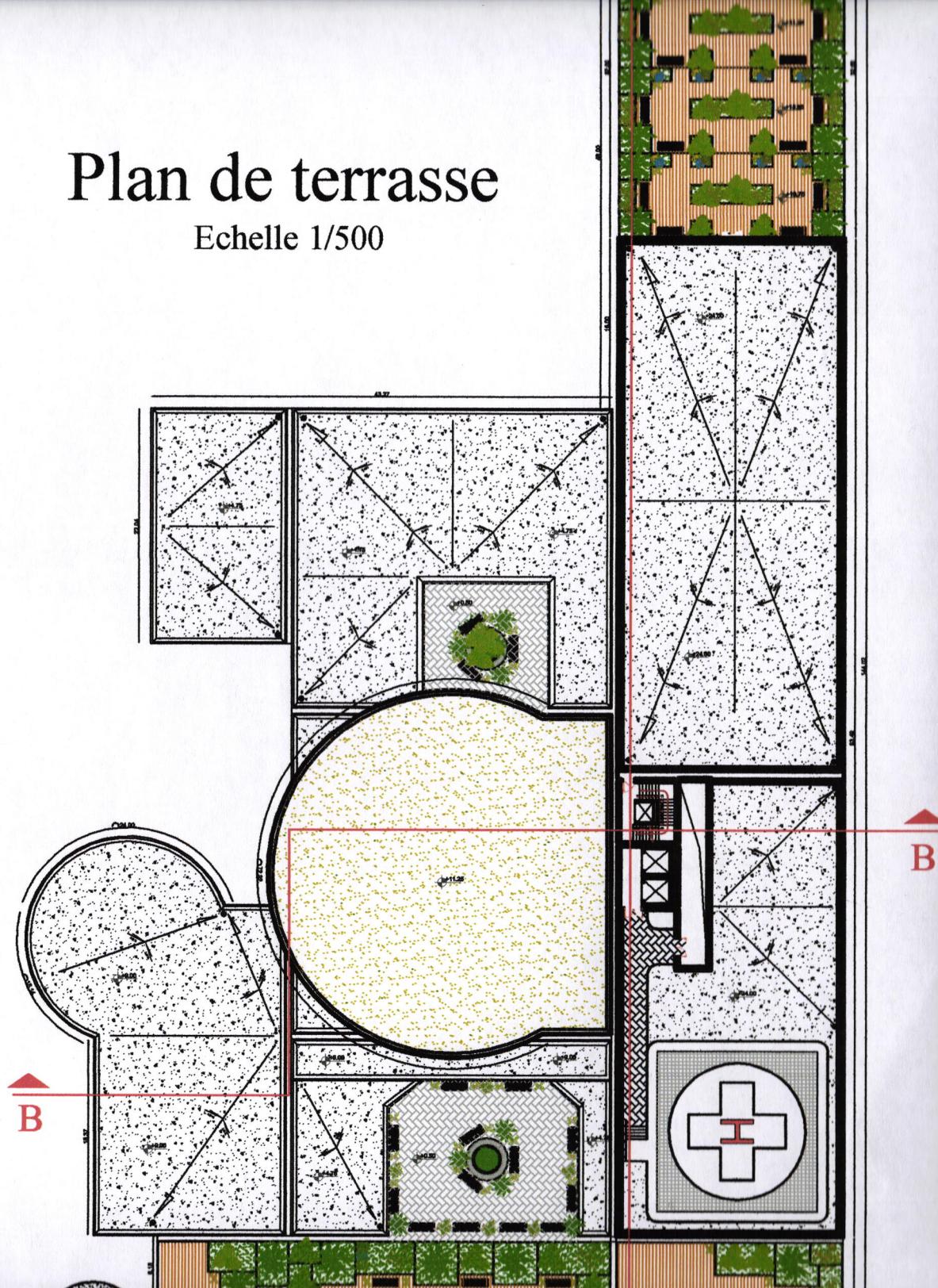
# Plan 5eme étage

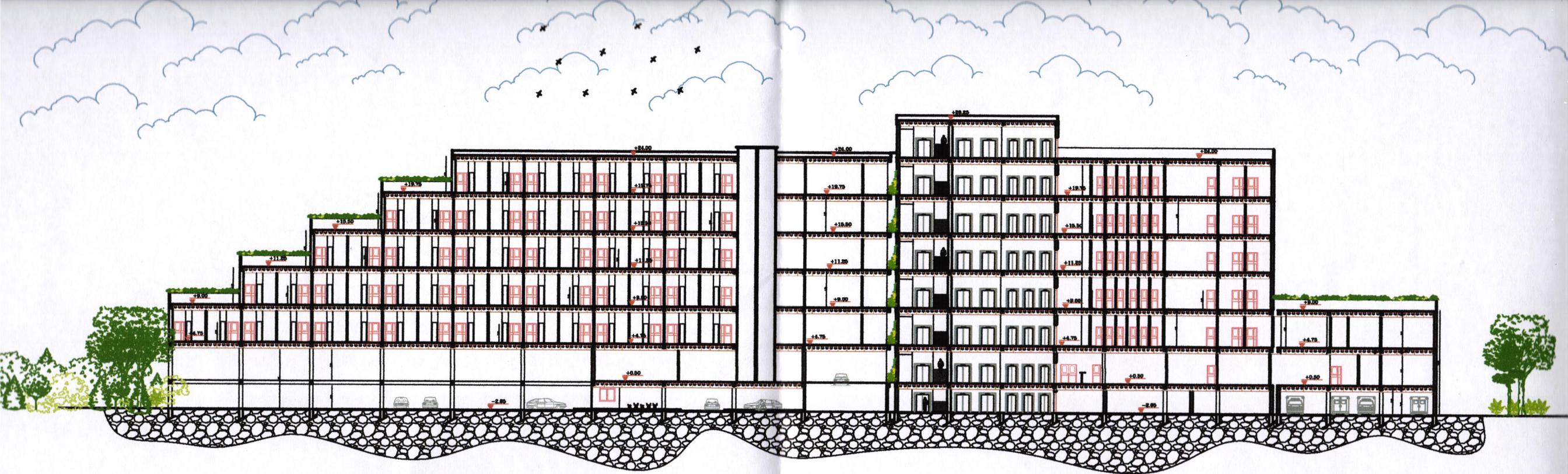
Echelle 1/500



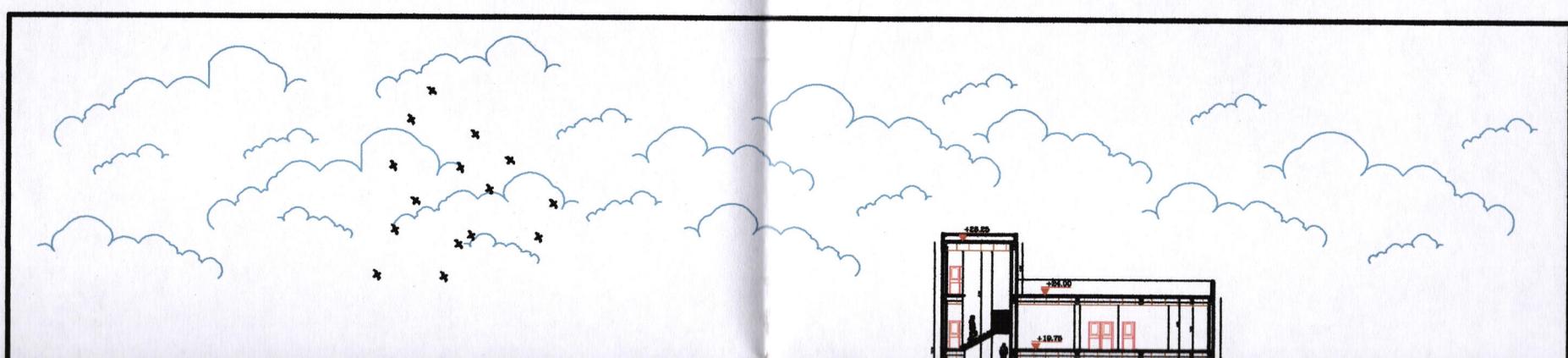
# Plan de terrasse

Echelle 1/500





Coupe AA Echelle 1/500



# **Analyse thématique des hôpitaux**

## **I-Analyse thématique des hôpitaux :**

Avant d'entamer la conception de notre projet qui est un hôpital général de 240 lits, il est nécessaire de faire une recherche thématique sur les établissements sanitaires dans le but de mieux cerner les différents espaces qui les composent ainsi que leur fonctionnement , et faire ressortir enfin les différents points qui coïncident à la fois avec nos propres principes et avec le programme lui-même

### **I-1 Définition des établissements sanitaires :**

Un établissement sanitaire est un équipement qui assure plusieurs fonctions pour la prise en charge de la santé public, les établissements de santé publics et privés sont définis par leurs missions. Il s'agit, en premier lieu, du diagnostic et du traitement des malades, des blessés et des femmes enceintes. En second lieu ces établissements sont invités à participer aux actions de santé publique et aux actions d'éducation pour la santé

### **I-2: Typologie des équipements sanitaires :**

- Cabinets médicaux : Des lieux privés de petite envergure, pour des consultations et des soins. Ils peuvent contribuer à reprendre une partie de la demande sur les soins spécialisés.
- Dispensaires : ce sont parfois des annexes des hôpitaux, ou bien des points de santé, disposé pour répondre aux besoins et urgences médicales du quartier mais n'ayant pas la fonction d'accueil des malades séjournent, et dotés d'une technologie réduite
- Cliniques : Est un établissement généralement privé ou public ou il reçoit des malades et des opèrent, constitué exceptionnellement d'un seul service.
- Polyclinique : Ce sont équipements de santé intermédiaire entre les hôpitaux et les dispensaires, ils sont dotés d'une bonne technologie et pouvant avoir la fonction d'accueil pour des malades nécessitant un séjour.
- Centres de soins : Ce sont centre spécialisés, complémentaires des autres établissements, possédant une autonomie médicale qui leurs est nécessaire (ex : thalassothérapie)
- Hôpitaux : Ils sont localisés dans les grands noyaux urbains, ils assurent les soins pour des tranches médicales spécifiques, et regroupent des équipements médicaux très sophistiqués.

### **I-3 : Définition de l'hôpital:**

D'après Larousse : L'hôpital est un établissement public ou privé ayant passé certaines conventions avec l'État et où peuvent être admis tous les malades pour y être traités.

D'après OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : « l'hôpital est un établissement desservi de façon permanente par au moins un médecin assurant aux, malades, outre l'hébergement, les soins médicaux et infirmiers ».

### **III-1-3-5 : Typologie des hôpitaux:**

#### **Suivant leur subvention :**

- Hôpitaux publics
- Hôpitaux privés
- Hôpitaux militaires

#### **Suivant leur grandeur (le nombre de lit):**

- Hôpitaux très petits jusqu'à 50 lits
- Hôpitaux petits jusqu'à 150 lits
- Hôpitaux normaux jusqu'à 600 lits
- Hôpitaux grand plus que 600 lits

#### **Suivant le service proposé :**

- Hôpitaux généraux
- Hôpitaux spécialisés
- Hôpitaux universitaire

#### **Suivant la durée de l'hospitalisation :**

- *L'hôpital aigu MCO (médecin, chirurgie, obstétrique) : durée moyenne de séjour de 4 ou 5 jours. Plateau technique important, hébergement réduit.*
- *L'hôpital spécialisé : même durée de séjour que le précédent. Plateau technique sophistiqué (hôpital tête cou, cœur poumon, ou mère enfant)*
- *L'hôpital de soins de suite : séjour de 2 ou 3 mois, petit plateau technique, équipement de rééducation : cardiologie, orthopédique, gériatrie, psychiatrie, hébergement.*
- *L'hôpital de séjour : maladie chronique, hébergement important.*

### **I-4 Les fonctions d'un hôpital :**

**Mission de soins :**

- Diagnostic
- Traitement
- Hôtellerie

**Mission Développement professionnel :**

- Enseignement
- Recherche
- Expertise

**Mission de santé publique :**

- Service public
- Assistance

**Mission économique et managériale :**

- Achat
- Gestion des productions
- Direction

**I-5 Programmation qualitative:**

Les hôpitaux doivent comporter, au minimum et selon leurs spécificités, les unités de lieu fonctionnelles suivantes :

- Unité de consultation
- Unité des urgences
- Unité de diagnostics (plateau technique diagnostique imagerie, laboratoires et autres explorations)
- Unité de traitement (plateau technique opératoire)
- Unité d'hospitalisation (normale, de jour réanimation)
- Administration
- Services généraux
- Service technique

## **I-6 Caractéristiques générales des hôpitaux:**

- Il doit être compatible avec le schéma d'organisation sanitaire.
- Il faut qu'il soit accessible aux piétons et aux personnes handicapées.
- Il doit être protégé contre les incendies
- Il doit s'intégrer à l'environnement qui l'entoure.
- Il doit répondre aux besoins de la population.
- Il doit avoir une bonne isolation phonique et thermique.
- Il faut fluidifier les accès (Accès enseignement, accès public, accès d'urgences, accès ambulance, accès malades couchés, accès de service).
- Il doit être conforme avec les conditions d'hygiène.
- Traitements des déchets.

## **I-7 Les attentes en matière de qualité architecturale :**

Afin d'améliorer la qualité de vie à l'hôpital des patients et des professionnels de santé de nombreux aspects sont donc à prendre en compte aujourd'hui :

### **L'hôpital doit être fonctionnel :**

Il s'agit d'étudier les flux et de les intégrer dans la réflexion de programmation, de s'assurer de sa lisibilité aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, de créer de nouveaux espaces d'accueil adaptés aux besoins, de prévoir sa flexibilité et sa modularité.

### **L'hôpital doit être accueillant :**

La notion de confort évolue dans les sociétés occidentales.

Une réflexion sur les espaces hôteliers conduit à prendre en compte l'importance d'une conception plus chaleureuse dans le choix des matériaux, des couleurs, des ambiances grâce à l'optimisation de la lumière par exemple.

### **L'hôpital fortement équipé doit maîtriser ses risques :**

L'hôpital doit être conçu pour répondre aux exigences de sécurité liées à la réglementation qui ne cesse d'évoluer. Il est donc nécessaire d'intégrer les éléments de la gestion des risques et de la sécurité dans la programmation.

### **L'hôpital doit rester humain :**

Les usagers et les professionnels attendent également de l'hôpital de pouvoir continuer à y mener une vie sociale. Cela nécessite des espaces conviviaux (des cafeterias et autres services ouverts sur la ville) ainsi que des espaces évolutifs adaptés au partage de moments collectifs, aux actions culturelles, sportives et éristiques.

### **L'hôpital doit respecter l'environnement :**

L'intégration d'une démarche « haute qualité environnementale » est d'actualité, notamment sur les aspects de la gestion de l'eau, de l'air, des « chantiers propres », de la gestion des bruits, de la gestion de l'énergie et de la gestion des déchets.

**L'hôpital doit s'adapter à des nouveaux modes d'organisation :**

A partir des projets d'établissement largement concerté avec les professionnels intégrant un projet médical centré sur le patient, il s'agit de repenser le fonctionnement interne de l'hôpital. Ces nouvelles organisations s'inscrivent dans le cadre d'une « nouvelle gouvernance » en privilégiant l'efficacité et l'optimisation des moyens.

**I-8 Règles générales pour un équipement de santé :**

**Terrain d'implantation :**

- Il doit offrir une capacité suffisante pour contenir à l'intérieur de son périmètre, logements et services d'hôpital.
- Situation calme.
- La réglementation locale doit exclure toutes évolutions gênantes ultérieures.
- Aucune préjudice ne doit prévenir de brouillard ; du vent ; de la poussière ; des odeurs et des insectes.
- Le terrain à bâtir doit être sain, prévoir suffisamment d'espaces libres pour de futures extensions.

**Orientation :**

- Les chambres d'hospitalisation doivent d'une isolation égale, à un minimum de deux heures par jour au solstice d'hiver, entre les deux solutions extrêmes.
- La façade Sud-Est réservée à l'hospitalisation bénéficie toute l'année d'une excellence insolation tandis que sur la façade opposée, les pièces de service peuvent recevoir de l'équinoxe de printemps celui d'automne, les rayons du soleil couchant.
- Les zones d'ombre permanente entre les bâtiments doivent être évitées. Bien entendu, il doit également être tenu compte de la direction des vents dominants.
- L'exposition la plus favorable pour les salles de soins et les locaux de services est au Nord, de Nord-Ouest à Nord-Est.
- L'exposition au SUD-EST est favorable pour les façades des chambres des malades ; soleil agréable le matin ...etc.
- Dans les hôpitaux à courte durée de séjour, la situation des chambres n'est gère importante.

- Certaines spécialités médicales exigent même des pièces, côté Nord pour que les malades ne soient pas directement exposés à la lumière solaire.

**Prospect :**

Devant chaque fenêtre de pièces d'hospitalisation, la vue doit être dégagée sur une longueur minimum (L) de 12 m et une largeur minimum (I) de 5m. Cette longueur L ne doit pas ailleurs en aucun cas être inférieure la hauteur d'un bâtiment faisant vis-à-vis ; par contre, elle peut être ramené à 6 m devant les pièces de services ou les escaliers.

**L'accès :**

Un fois à l'intérieur le visiteur, le malade, le consultant doivent pouvoir se diriger tout naturellement, sans chercher, vers entrée de l'hôpital qui doit donc se trouver parfaitement en vue. Un accès indirect est à rejeter absolument.

**Le point axial :**

L'entrée dans l'hôpital, qui se fait de plein pied, mène directement au point axial qui est le centre de l'équilibre fonctionnel de l'établissement. De ce point axiale partent, verticalement les circulations principales de montée (par escaliers, ascenseurs et monte-charge) et horizontalement, à chaque niveau les circulations qui desservent tour les services de ce niveau.

**Les circulations horizontales :**

A chaque niveau, doivent être courtes directes et droites : les courbes et à plus forte raison, les baïonnettes, sont à proscrire ; leur largeur ne doit jamais être inférieurs à 2m. On prévoit en principe au moins deux unités de soins par niveau.

**Escaliers :**

La largeur accumulée des emmarchements doit être de 0.60m par 100 occupants (on retient pour ceux-ci dans les services d'hospitalisation un chiffre égal au double du nombre de lits).La largeur de chaque volée ne doit pas être inférieure à 1.40 m, avec marches droites et paliers intermédiaire. Les escaliers desservent les étages ne doivent jamais aboutir à des sous-sols sans issue.

**Ascenseurs et montes charges :**

Tous les appareils élévateurs doivent être en cloisonnés dans des trémies parfaitement isolés dans leur partie basse de tout service susceptible de produire des fumées, des vapeurs, des odeurs.

Le transport des malades couchés, des visiteurs et du personnel médical ne doit en aucun par les mêmes appareils ; pour les autres (aliments, pharmacie, linge) il y a lieu de prévoir des montes charges, très simple, accompagne ou non.

Les dimensions minima d'une plate-forme monte malades sont de (2.4 x 1.4) mètres, les montes charges peuvent être de toutes les dimensions et peuvent éventuellement s'ouvrir de deux coté.

**Issues de secours :**

A toutes le entrées et sorties des bâtiments, les portes de secours s'ouvrent toujours vers l'extérieur. Un éclairage de secours doit être prévu.

## II-9 Centre hospitalier universitaire régionale de Charleroi (la France)

### a) présentation du projet :

<b>Maitre d'ouvrage</b>	Intercommunale de santé publique du pays de Charleroi (ISPPC).
<b>Surface:</b>	71 600 m <sup>2</sup> hors toiture.
<b>Situation :</b>	site du Bon-Air à Lodelinsart (BE).
<b>Architecte :</b>	Architectes et Urbanistes Associés (AUA) et Art & Build.
<b>Nombre de lits et places :</b>	1436 lits
<b>Numéro des étages :</b>	quatre niveaux
<b>Parking :</b>	1000 places de parking dont un tiers sous le bâtiment parking personnel de trois niveaux (600 places)
<b>Réalisation des travaux :</b>	2006 - 2012.
<b>Budget prévisionnel :</b>	112 000 euros.

### Fiche technique CHU Charleroi Source : site officiel de l'hôpital

### b) Aspect urbain :

Le CHU de Charleroi est situé au centre-ville, sur le site de l'Espace Santé, un pôle de consultations important et il est encerclé par trois grands boulevards urbains. C'est un hôpital à taille humaine alliant fonctionnalité et confort pour assurer la pérennité de l'offre publique de soins.



### c) Aspect architectural :

La volonté de disposer d'un plateau médicaux-technique lourd (urgences, soins intensifs, bloc opératoire et imagerie) situé sur un même niveau nécessite d'opter pour une structure plus horizontale que verticale, si bien que ce bâtiment de 70.000 m<sup>2</sup> sera constitué de 4 niveaux seulement (sous-sols compris), des surfaces ont été réservées au niveau du bloc médical technique pour permettre des extensions ultérieures.

### d) Aspect fonctionnel :

- Élargissement de la trame de structure permettant dans l'ensemble du bâtiment un espacement des colonnes et donc une flexibilité ultérieure des différents plateaux.
- Flexibilité du cloisonnement. des activités scientifiques nombreuses (laboratoires d'expérimentation, publications, séminaires, congrès).

Figure III-19 : Vue d'ensemble du CHU Charleroi  
Source : site officiel de l'hôpital

- une formation permanente et continue pour le personnel médical, paramédicale ainsi que pour toutes les autres catégories de personnel.
- une bibliothèque médicale performante pour le personnel médical et les étudiants.
- un lieu de stages pour les étudiants des universités et des hautes écoles.
- le premier partenaire wallon du réseau hospitalier de l'Université Libre de Bruxelles.

**e) Aspect programmatique :**

Les différents services :	
➤ Renseignements généraux 24h/24	➤ centre de la nutrition et de l'obésité
➤ Admissions-réservations de chambre	➤ dépistage du cancer
➤ Informations patients	➤ maladies infectieuses et tropicales
➤ Hôpital de jour chirurgical	➤ (centre de vaccination)
➤ Hôpital de jour gériatrique	➤ médecine sportive
➤ Urgences 24h/24	➤ suivi du patient VIH/SIDA
➤ Service ambulances	➤ centre de procréation médicalement assistée
➤ Service social	➤ centre de réadaptation ouïe et parole
➤ Pharmacie	➤ chirurgie cardio-thoracique
➤ Accouchements	➤ chirurgie de la main.
➤ Allergologie	➤ gastro-entérologie
➤ auto dialyse	➤ gériatrie
➤ cardiologie	➤ gynécologie-obstétrique
➤ centre d'aide aux fumeurs	➤ kinésithérapie
➤ chirurgie maxillo-faciale	➤ laboratoire
➤ chirurgie plastique, réparatrice	➤ logopédie
➤ et esthétique	➤ mammographie
➤ chirurgie vasculaire	➤ médecine interne
➤ chirurgie viscérale	➤ médecine hyperbare
➤ Clinique de la douleur	➤ médecine nucléaire
➤ dentisterie	➤ néphrologie
➤ dermatologie	➤ neurochirurgie
➤ diabéto-endocrinologie	➤ neurologie
➤ dialyse	➤ oncologie - hématologie
➤ diététique	➤ (centre de thérapie de jour)
➤ échographie	➤ ophtalmologie
➤ radiologie	➤ ORL
➤ radiothérapie	➤ orthopédie
➤ réadaptation-physiothérapie.	➤ pédiatrie
➤ rhumatologie	➤ pneumologie
➤ scanner et IRM	➤ psychiatrie
➤ troubles du sommeil	
➤ urologie	

**Figure III-20 : Les différents services de l'hôpital**

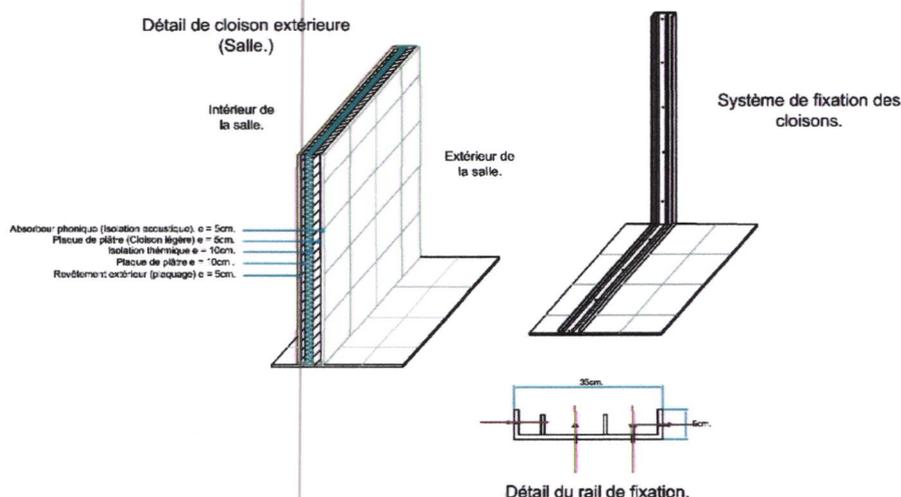
Source : Site officiel de l'hôpital

# Détails constructifs

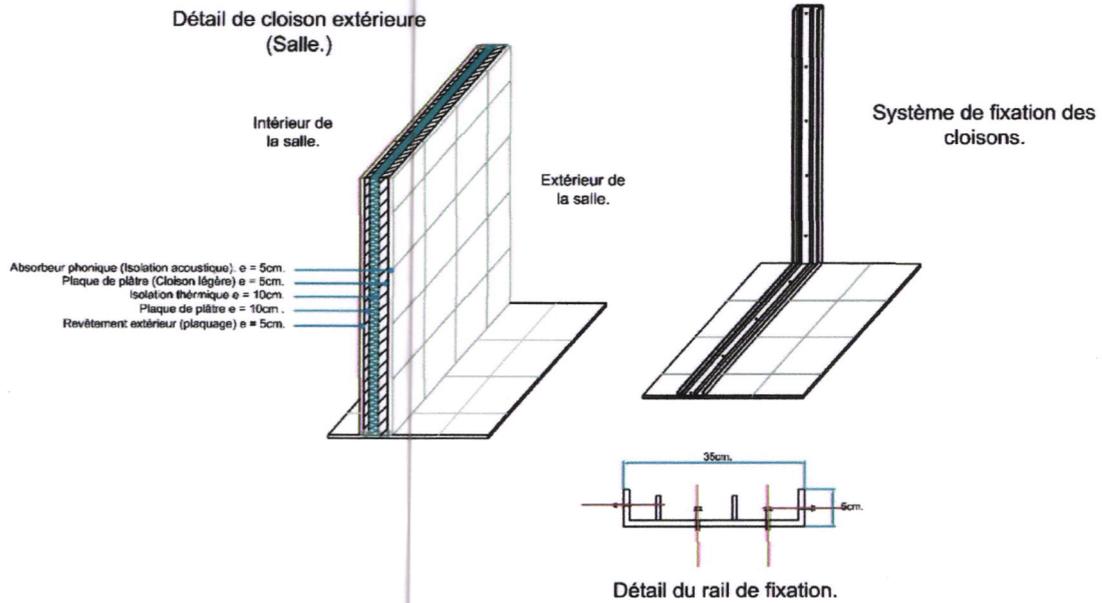
## II-détails des cloisons :

### Cloisons aqua-panel pour les établissements de santé :

- Aquapanel® est résistant à l'eau et au nettoyage intensif avec des agents désinfectants
- C'est un matériau de construction respectueux de l'environnement
- Aquapanel® est à utiliser dans le tiers inférieur de la cloison (plaque de plâtre pour le reste de la cloison). Ce qui permet d'obtenir une rentabilité optimale dans les bâtiments publics
- Aquapanel® offre une isolation acoustique allant jusqu'à 61 dB (selon le système de construction). Pour une atmosphère calme et paisible pour les patients
- Une grande résistance aux chocs, idéal pour les couloirs
- Les cloisons distributives construites avec Aquapanel® acceptent des fixations supportant des charges jusqu'à 15 kg/m, des charges de console jusqu'à 70 kg/m et des charges de plafond jusqu'à 25 kg
- Des charges plus élevées jusqu'à 1,5kN peuvent être fixés en ajoutant des platines support de charge (exemples : supports sanitaires, écrans TV, porte-manteaux, étagères...)
- Les cloisons construites avec Aquapanel® offrent une résistance au feu de 30, 60, 90 et 120 minutes.



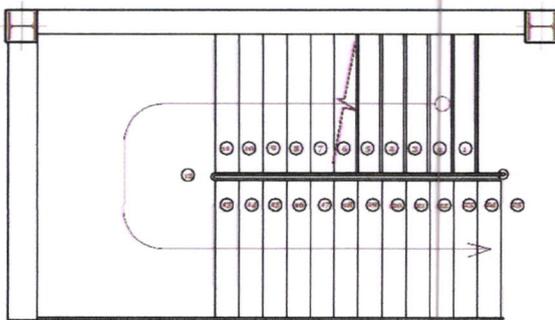
Détails d'un mur intérieur source : Auteurs



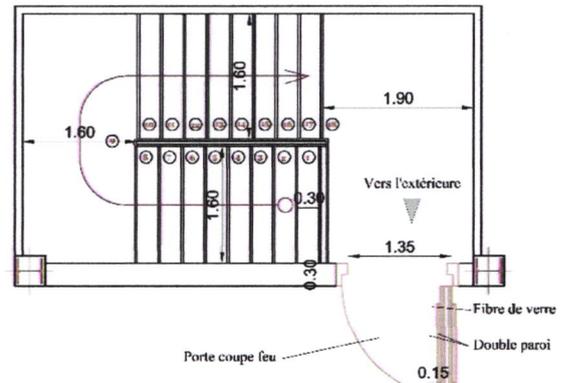
Détails d'un mur extérieur source : Auteurs

### III-Détails de la circulation verticale :

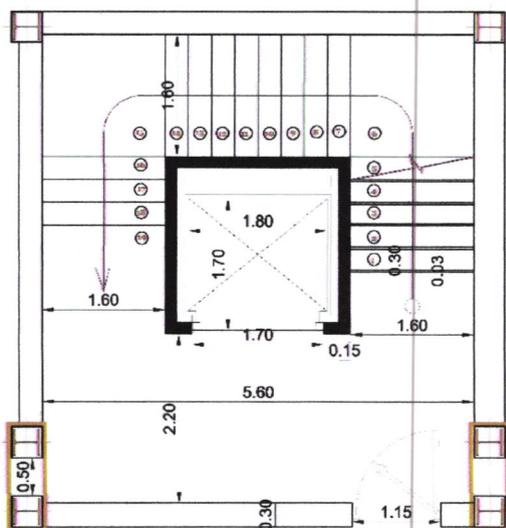
#### II-1 Détails des escaliers :



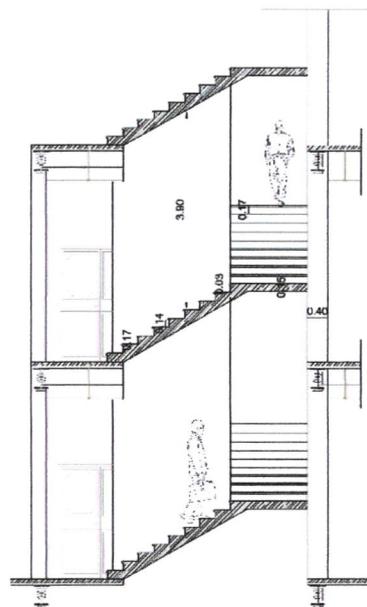
Escalier type 1 source : Auteurs



Escalier de secours source : Auteurs



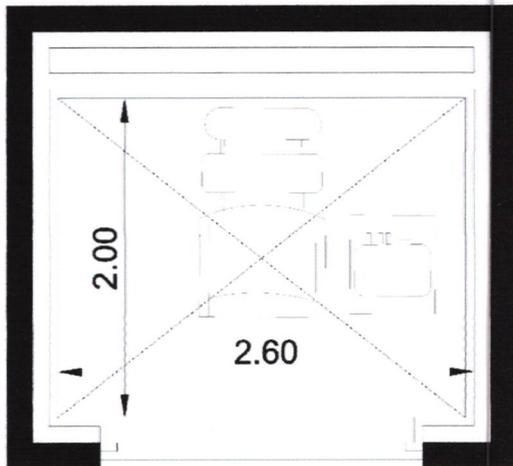
Escalier type 2 source : Auteurs



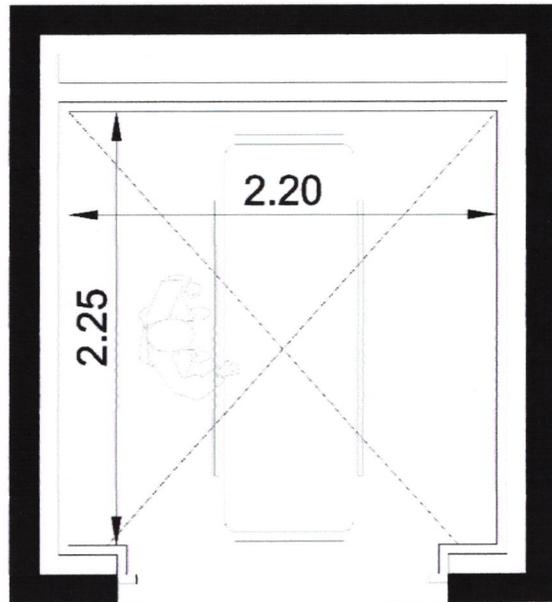
Coupe sur escalier type 2 source : Auteurs

## II-2 ascenseur :

Ascenseur source : Auteurs



Monte-charge source : Auteurs



Monte-malade source : Auteurs

# **Détails du puit canadien**

## **IV-Détails d'un puit canadien :**

Il s'agit d'un système dit géothermique qui utilise l'énergie présente dans le sol à proximité de sa surface pour chauffer ou refroidir l'air neuf de ventilation des bâtiments en s'appuyant sur le constat suivant : la température de l'air extérieur dans la plupart des pays européens peut varier de  $-20^{\circ}\text{C}$  à  $+40^{\circ}\text{C}$  tout au long de l'année alors que la température du sol à quelques mètres de profondeur reste plus stable, entre  $5$  et  $15^{\circ}\text{C}$  en moyenne suivant les saisons. Le principe du puits canadien/provençal est de faire circuler l'air neuf de ventilation dans un conduit enterré grâce à un ventilateur, avant de l'insuffler dans le bâtiment. En hiver, l'air se réchauffe au cours de son parcours souterrain, les besoins de chauffage liés au renouvellement d'air des locaux sont alors réduits et le maintien hors gel du bâtiment peut être assuré. Le puits est alors dit puits canadien. En été, l'air extérieur profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir et arriver dans le bâtiment durant la journée à une température inférieure à la température extérieure. Le puits est alors dit puits provençal.

### **Les 4 principaux éléments d'un puit canadien :**

1. Entrée d'air neuf
2. Conduit
3. Système d'évacuation des condensats
4. Ventilateur et système de régulation du puits

#### **1- L'entrée d'air neuf :**

Hauteur de la prise d'entrée d'air neuf : elle doit être supérieure à  $1,10$  m pour limiter l'encrassement.

Chapeau de protection : il permet d'éviter les infiltrations d'eau de pluie à l'intérieur du puits.

Grille de protection à fin maillage : elle est indispensable pour éviter l'intrusion de rongeurs, oiseaux, insectes. Elle doit être facilement accessible pour nettoyage.

Filtres : il est conseillé de munir les entrées d'air des puits canadiens/provençaux d'un filtre. La classe du filtre à utiliser dépend de la densité et du type de poussières à proximité de l'entrée d'air (G4, G5, F6, F7 ...). Il est recommandé d'inspecter et de changer régulièrement les filtres (3 à 4 fois par an en moyenne) car un filtre encrassé contribue à augmenter les pertes de charge du puits et donc la consommation du ventilateur.

Positionnement de l'entrée d'air neuf : celle-ci doit être implantée loin des sources de pollution (voirie, parking, poubelles) et loin de toute végétation pouvant produire des pollens allergisants.

## **2- Conduit :**

Nombre de tubes : le conduit du puits peut être constitué d'un seul tube posé en méandre ou en boucle autour du bâtiment ou être organisé sous la forme d'un réseau de tubes parallèles installés entre des collecteurs afin d'augmenter le débit d'air circulant dans le puits.

Longueur de chaque tube : elle est habituellement de l'ordre de 30 à 50 m afin de limiter les pertes de charge. La longueur totale du conduit est calculée en fonction du débit d'air souhaité, de la nature du sol, de la zone géographique (température extérieure tout au long de l'année) et du type d'installation choisie.

Diamètre des tubes : pour optimiser les transferts thermiques sol/air, la vitesse de l'air au sein du puits doit être comprise entre 1 et 3 m/s. En fonction des débits d'air requis, le diamètre du conduit du puits est alors calculé pour respecter ces conditions de vitesse d'air.

Disposition des tubes : afin de minimiser les pertes de charge au sein du conduit et de faciliter son entretien, il est conseillé de limiter le nombre de coudes.

Profondeur d'enfouissement des tubes : la profondeur préconisée est souvent comprise entre 1,5 et 3 m. A ces profondeurs, la température du sol varie bien moins que la température de l'air extérieur entre l'été et l'hiver (entre 5 et 15 °C en moyenne en France). Il est cependant possible d'enfouir les tubes plus profondément mais cela augmente les contraintes de terrassement et de pose du conduit.

Espacement entre les tubes : il est préférable qu'il soit supérieur à 3 fois le diamètre des tubes afin de garantir un bon échange thermique de chaque tube avec le sol.

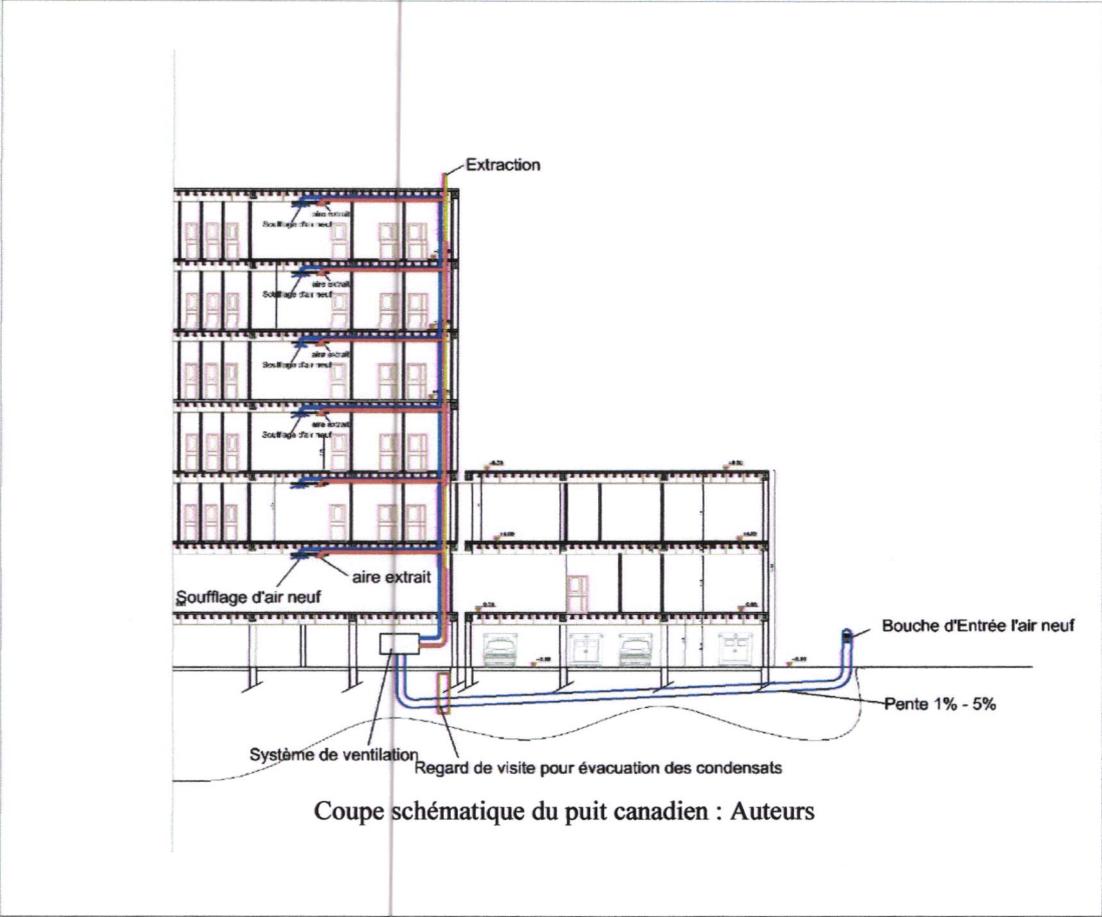
Pente du conduit : elle doit être comprise entre 1 et 3% pour favoriser l'évacuation des condensats qui peuvent se former dans le conduit lorsque l'air extérieur chaud est en contact avec les parois plus froides du puits.

## **3- Système d'évacuation des condensats :**

La vapeur d'eau contenue dans l'air qui circule dans le conduit enterré peut se condenser en fines gouttelettes lorsque celui-ci est en contact avec les parois intérieures froides du puits. La stagnation de cette eau de condensation au sein du puits favorise le développement de germes et de bactéries, peut perturber la circulation et altérer la qualité de l'air neuf dans le puits. Afin d'éviter ces phénomènes, le puits, dont le conduit est incliné, doit impérativement être muni d'un système d'évacuation des condensats (la récupération des condensats peut se faire dans le sous-sol. Ils sont ensuite évacués vers l'égout à l'aide d'un siphon)

## **4- Ventilateur et système de régulation :**

Le ventilateur doit être dimensionné en fonction du débit d'air neuf nécessaire. Il doit avoir un rendement suffisant pour ne pas dégrader le facteur de performance du puits.



Coupe schématique du puit canadien : Auteurs

# **Schéma de récupération des eaux pluviales**

**V : la récupération des eaux pluviales :**

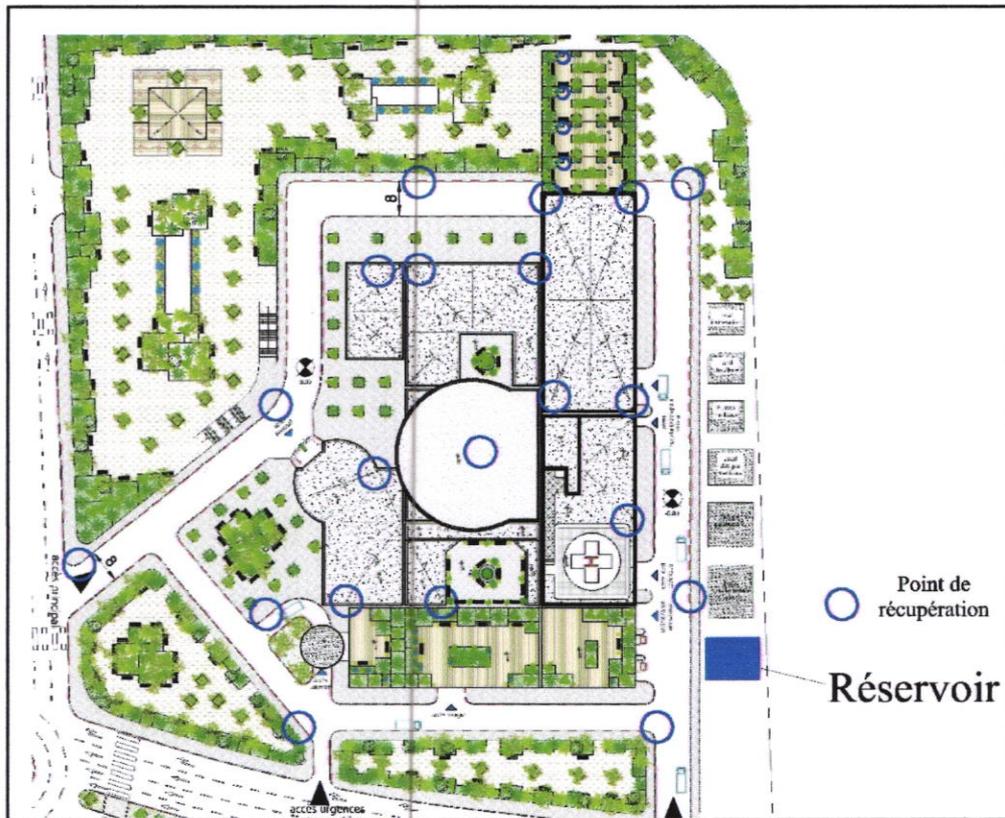
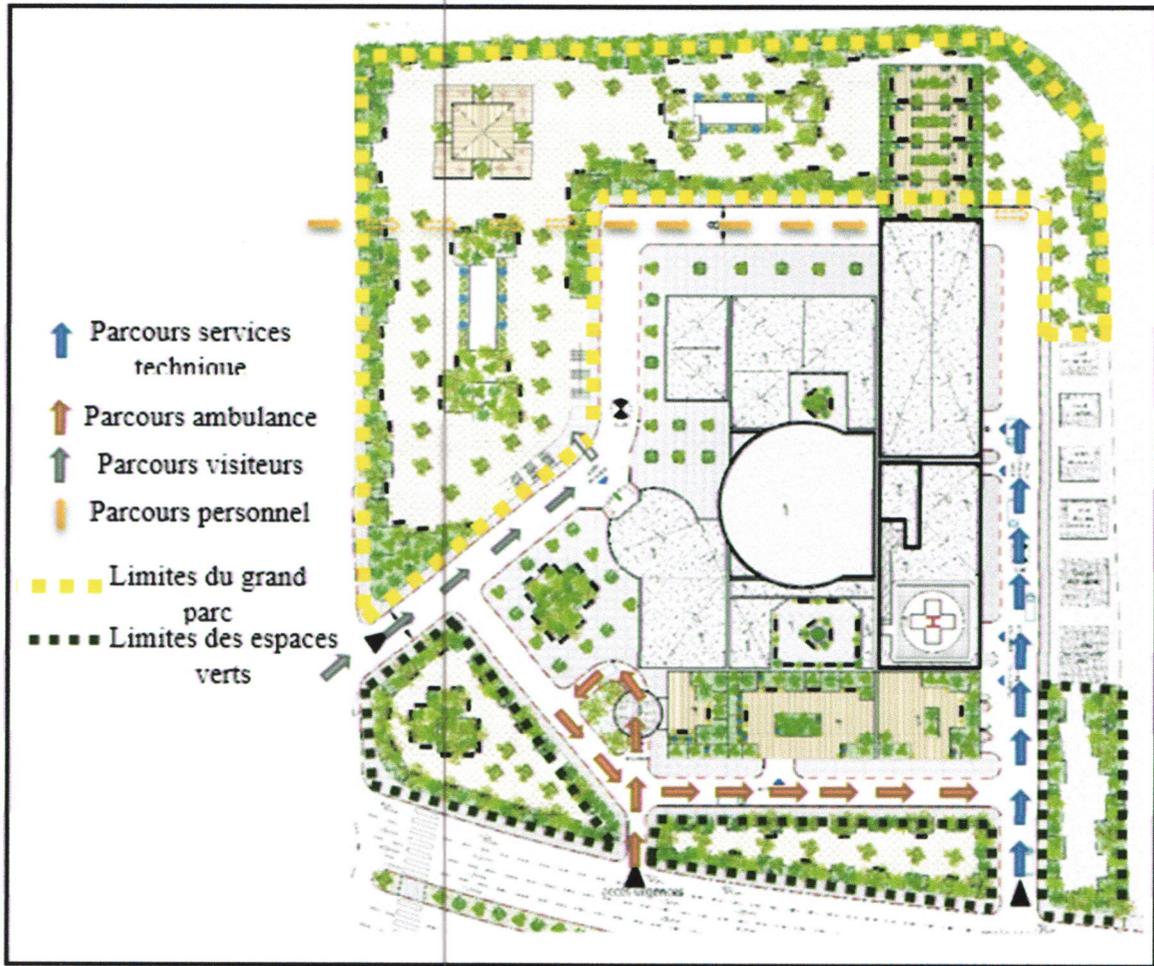


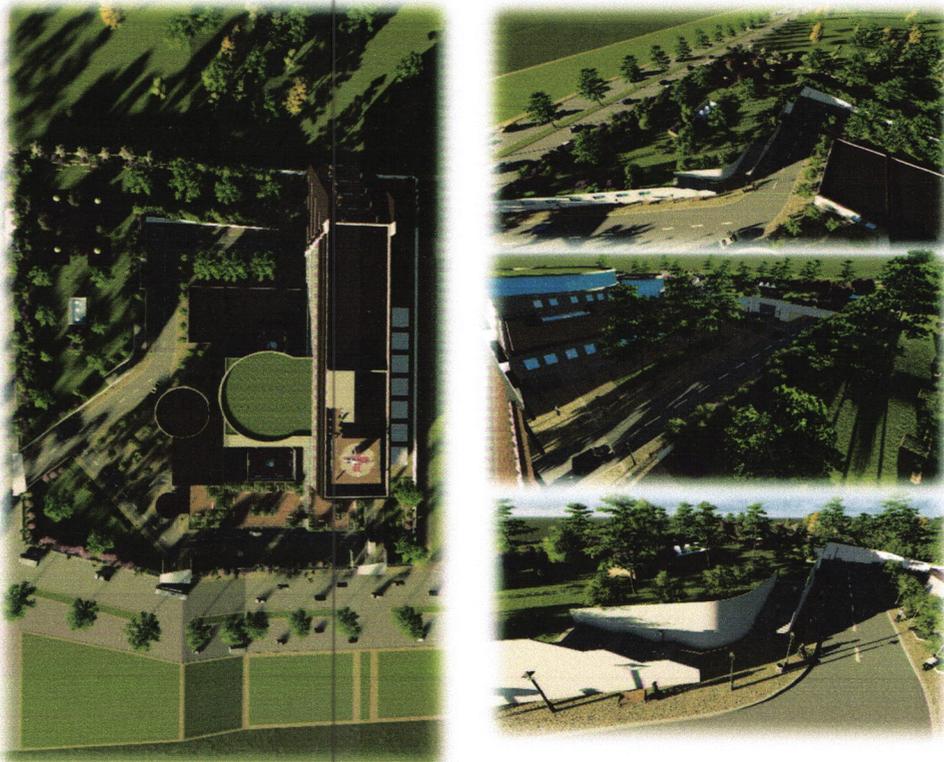
Schéma de récupération des eaux pluviales : Auteurs

# **L'aménagement extérieur du projet**

## VI L'aménagement extérieur du projet :



L'aménagement extérieur du projet Source : Auteurs



L'aménagement extérieur du projet Source : Auteurs