



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahleb-Blida 1
Institut d'Architecture et d'Urbanisme
Département d'Architecture et d'Urbanisme
Master Architecture Bioclimatique

Mémoire de Master en Architecture :

Projet :

***La conception d'un établissement public de santé de proximité
"EPSP" Bioclimatique à Koléa***

Thème de recherche :

Evaluation des performances aérauliques dans un équipement sanitaire

Réalisé par :

- **KHELIFI Mehdi**

Encadré par :

- **Mme ALIOUCHE**

Année Universitaire 2015 / 2016

Remerciements

"Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire. Je citerai en particulier ;

Mme. Aliouche, enseignante à l'institut d'Architecture et d'urbanisme de Blida, qui a encadré ce mémoire, m'a guidé et m'a orienté tout au long de ce travail afin de trouver des solutions pour pouvoir avancer.

Sans oublier mes parents, ma famille et mes amis, qui m'ont toujours soutenu"

Résumé

Le présent travail de recherche est le résultat de plusieurs analyses architecturales, avec des thématiques différentes à savoir : l'architecture bioclimatique, l'architecture hospitalière, la ventilation naturelle... Etc.

Le but de ce travail est de valoriser les composantes de l'environnement du site d'intervention afin d'intégrer le projet architecturale avec la nature et exploiter les potentialités climatiques en trouvant des solutions architecturales au différentes contraintes, pour reprendre et inscrire le projet dans un cadre de durabilité et développement durable.

Mots-clés

Architecture bioclimatique - Santé - Equipement sanitaire - Etablissement Public de Santé de Proximité - Polyclinique - Ventilation naturelle - Atrium - Vents.

Liste des acronymes

APC	Assemblé Populaire Communale
CES	Coefficient d'Emprise au Sol
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
COS	Direction de l'Urbanisme, de la Construction et de l'Habitat
EHD	Equipement Hospitalier de Daïra
EHR	Equipement Hospitalier de Région
EHS	Etablissement Hospitalier Spécialisés
EHW	Equipement Hospitalier de Wilaya
EPAU	Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme
ESH	Etablissement Public Hospitalier
EPSP	Etablissement Public de Santé de Proximité
HQE	Haute Qualité Environnementale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCV	Paroi Complexe Végétale
PDAU	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
POS	Plan d'Occupation des Sols
URBAB	Centre d'Etudes et de Réalisation en Urbanisme Blida

Liste des tableaux

Tableau 2 recommandation de l'OMS de types de ventilations par rapport au climat.....	31
Tableau 3 Données météorologique de la zone d'intervention.....	37
Tableau 4 Simulation d'ombrage	37
Tableau 5 Système structurel du projet	59
Tableau 6 Matériaux utilisés dans le projet	60
Tableau 7 Vitrage et fenêtres dans le projet.....	60

Listes des figures

Figure 1 Captage du rayonnement solaire en hiver et en été.....	14
Figure 2 Diagramme bioclimatique de Givoni.....	18
Figure 3 Usagers de la polyclinique	21
Figure 4 organigramme des urgences médico-chirurgicales.....	21
Figure 5 Organigramme spatial du service de consultations externes	22
Figure 6 Organigramme spatiale de l'hospitalisation.....	22
Figure 7 Organigramme spatial du laboratoire d'analyse	23
Figure 8 Hiérarchie des espaces	23
Figure 9 Systèmes de ventilation naturelle.....	30
Figure 10 ventilation par tirage thermique dans un atrium.....	31
Figure 11 Configuration d'un atrium	31
Figure 12 Comportement du vent dans un atrium en hiver et en été	32
Figure 13 Ventilation mono exposée	33
Figure 14 ventilation traversant	33
Figure 15 orientation des ouvertures par rapport au vent	34

Figure 16 Comportement du vent par rapport aux dimensions des fenêtres	34
Figure 17 Synthèse de la simulation d'ombrage	38
Figure 18 Végétation existante sur le terrain d'intervention	39
Figure 19 Synthèse de l'environnement naturel du site d'intervention	39
Figure 20 Système viaire du site d'intervention.....	40
Figure 21 Système bâti du site d'intervention	40
Figure24 Synthèse de l'environnement construit du site d'intervention	41
Figure 22 Ambiances sur le site d'intervention.....	41
Figure 23 Vues depuis le site d'intervention.....	41
Figure 25 Synthèse de l'environnement réglementaire du site d'intervention.....	43
Figure 26 Diagramme bioclimatique de Givoni du site d'intervention	43
Figure 27 Synthèse générale du site d'intervention	44
Figure 28 organigramme fonctionnel du RDC.....	48
Figure 29 Organigramme fonctionnel du premier étage	48
Figure 30 Organigramme fonctionnel du deuxième étage	48
Figure 31 Schéma d'aménagement du projet.....	49
Figure 32 Schéma d'accessibilité du projet.....	49
Figure 33 affectation des grandes entités en plan.....	50
Figure 34 Espaces tampons et zonage thermique	50
Figure 35 Organigramme spatial du RDC	51
Figure 36 Organigramme spatial du premier étage	51
Figure 37 Organigramme spatial du deuxième étage	51
Figure 38 Première étape : La trame.....	52
Figure 39 deuxième étape : L'intégration au site.....	52
Figure 40 Troisième étape : La forme	53
Figure41 Hiérarchie des grandes entités du projet.....	53
Figure 42 Plan de masse du projet.....	54
Figure 43 Plan du RDC	55
Figure 44 Plan de premier étage	56
Figure 45 Plan de deuxième étage	56
Figure 46 Protection solaire dans le projet	61
Figure 47 Toiture végétale dans le projet	62
Figure 48 Exploitation de l'énergie photovoltaïque.....	62
Figure 49 Aérateur électrique	63
Figure 50 Récupération des eaux pluviales.....	64
Figure 51 Points de collecte des déchets	64
Figure 52 Interface de logiciel Flow Design.....	66
Figure 53 Importation du volume dans logiciel.....	66
Figure 54 Synthèse de la première simulation.....	68
Figure 55 Synthèse de la deuxième simulation.....	70
Figure 56 Schéma de synthèse de la troisième simulation	71

Table des matières

- Remerciement	1
- Résumé.....	2
- Mots-clés.....	2
- Liste des acronymes.....	3
- Liste des tableaux	3
- Liste des figures.....	3
- Table des matières	5
- Présentation du master ARCHIBIO.....	7
1- Chapitre 1: Chapitre introductif	
1-1 Introduction.....	9
1-2 Problématique.....	9
1-3 Objectifs.....	10
1-4 Hypothèses.....	10
1-6 Méthodologie de travail.....	11
1-6 Structure du mémoire.....	12
2-Chapitre 2: Etat des connaissances	
2-1 Architecture bioclimatique	13
2-1-1 Définition de l'architecture bioclimatique.....	13
2-1-2 Aperçu historique de l'architecture bioclimatique.....	13
2-1-3 Stratégies de l'architecture bioclimatique.....	14
2-1-4 Principes de conception bioclimatique (passifs)	15
2-1-5 Principes de l'architecture active.....	17
2-1-6 Diagramme bioclimatique de GIVONI.....	18
2-1-7 Diagramme solaire.....	18
2-2 La santé	19
2-2-1 Définition de la santé.....	19
2-2-2 Définition de la santé publique.....	19
2-2-3 Etablissement sanitaires (appellation universelle)	19
2-2-4 Aperçu historique sur l'architecture hospitalière.....	20
2-2-5 Politique et équipement sanitaire en Algérie	20
2-2-6 La polyclinique en Algérie: Etablissement public de santé de proximité	21
2-2-7 Composants d'une polyclinique	21
2-2-8 Normes.....	24
2-3 Analyse d'exemples	25
2-3-1 Exemple N°1 La clinique bioclimatique de l'université d'Arizona- Etats Unis	25
2-3-2 Exemple N°2 La clinique pluridisciplinaire Aya -Algérie.....	26
2-4 Performances aéraulique dans un bâtiment : cas d'un équipement sanitaire	28
2-4-1 Ventilation.....	28
2-4-2 Ventilation naturelle.....	30
2-4-3 Atrium.....	30
2-5 Ventilation et vents.....	33
3- Chapitre 3: Projet	
3-1 Analyse du site.....	35
3-1-1 Situation du site	35
3-1-2 Evolution historiques de la ville.....	36
3-1-3 Environnement socio-économique.....	36

3-1-4 Environnement naturel.....	36
3-1-5 Environnement construit	40
3-1-6 Environnement réglementaire.....	41
3-1-7 Potentialités bioclimatiques.....	43
- Synthèse générale.....	44
3-2 Aspects conceptuel du projet.....	45
3-2-1 Organisation fonctionnelle et spatiale.....	45
3-3 Expression architecturale et constructive.....	53
3-3-1 Genèse de la forme.....	53
3-3-2 Descriptif du projet.....	55
3-3-3 Principes de composition de façades	58
3-3-4 Expression constructive.....	59
3-3-5 Dispositifs bioclimatiques dans le projet	62
3-3-6 Simulation des performances aérauliques dans un équipement sanitaire	66
- Conclusion générale.....	74
- Bibliographie	75

Présentation du Master

Préambule

De nos jours, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable afin de préserver la qualité de vie des générations futures. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tous les intervenants : décideurs politiques, maitres d'ouvrage, urbanistes, architectes, ingénieurs, paysagistes, et bien d'autres. De ce fait, la prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatiques associe une bonne intégration au site, économie d'énergie et emploi de matériaux sains et renouvelable ceci passe par une bonne connaissance du site afin de faire ressortir les potentialités bioclimatiques liées au climat et au microclimat, sans perdre de vue l'aspect fonctionnel, et l'aspect constructif.

La spécialité proposée, permet aux étudiants d'approfondir leurs Connaissances de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural afin d'obtenir une conception en harmonie avec le climat.

La formation est complétée par la maîtrise de logiciels permettant la prédétermination du comportement énergétique du bâtiment, ainsi que l'établissement de bilan énergétique permettant l'amélioration des performances énergétique d'un bâtiment existant.

Objectifs pédagogiques

Le master ARCHIBIO est un master académique, visant la formation d'architectes, et assurant à la fois une initiation à la recherche scientifique et la formation de professionnels du bâtiment. Pour se faire, les objectifs se scindent en deux parties complémentaires :

- la méthodologie de recherche : initiation à l'approche méthodologique de recherche problématique; hypothèse, objectifs, vérification, analyse et synthèse des résultats.
- la méthodologie de conception : concevoir un projet en suivant une démarche assurant une qualité environnementale, fonctionnelle et constructive.

Méthodologie

Après avoir élaboré l'objet de l'étude et formulé la problématique et les hypothèses, Le processus méthodologique peut être regroupé en cinq grandes phases:

- 1-** Elaboration d'un cadre de référence. Il s'agit dans cette étape, de recenser les écrits et autres travaux pertinents. Expliquer et justifier les méthodes et les instruments utilisés pour appréhender et collecter les données.
- 2-** Connaissance du milieu physique des éléments urbains et architecturaux d'interprétation appropriés: connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire;... pour une meilleur intégration du projet.
- 3-** Dimension humaine, confort et pratiques sociales : la dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une

attitude ancestrale visant à établir un équilibre entre l'homme et son environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale.

4- Conceptions appliquées" projet ponctuel " : l'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centrée sur le cheminement du projet, consolidée par un support théorique et scientifique, la finalité recherchée est un projet bioclimatique, viable d'un point de vue fonctionnel, constructif et énergétique.

5- Evaluation environnementale et énergétique : vérification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétiques à travers différents outils : référentiel HQE, bilan thermique, bilan thermodynamique, évaluation du confort, thermique, visuel,...

CHAPITRE 1 : CHAPITRE INTRODUCTIF

Chapitre 1 : Chapitre introductif

Introduction

Depuis sa création, l'homme a fait face à un milieu hostile ou il fallait se battre furieusement pour se faire une place. Mais avec le temps, il a compris qu'il fallait vivre avec, et non pas le contraire. Donc, il a changé son mode de vie, et a commencé à réfléchir sur le moyen de s'abriter pour se protéger contre les climats durs tout en tirant profit de ces derniers. Il a ainsi développé des méthodes efficaces dans la construction que l'on suit jusqu'à nos jours.

Ces méthodes; connues sous le nom de l'architecture vernaculaire ont données un coup de départ à des principes plus sophistiqués et plus efficaces tels que l'architecture bioclimatique.

L'architecture bioclimatique est à la fois l'art et le savoir-faire de bâtir qui allient le respect de l'environnement et le confort de l'utilisateur. Elle a pour objectif d'assurer les Meilleures conditions de vie de la manière la plus naturelle possible, en se basant sur les données climatiques disponibles et les potentialités du site. Elle assure aussi l'aspect social et économique de la vie en empêchant l'utilisation excessive des énergies.

Afin d'appliquer nous même ces méthodes, nous avons choisi la thématique de la santé, car elle est si ancienne et si importante que l'architecture-elle même-, et les deux sujets participent directement au bien-être de l'homme. En combinant ces deux derniers, nous espérons réaliser un projet bioclimatique efficace sur le plan environnemental, social et économique, qui répondra aux objectifs du développement durable.¹

1-1 Problématique

De nos jours, l'architecture hospitalière en Algérie ne peut malheureusement répondre ni aux exigences des citoyens ni à leurs besoins, à cause de la forte demande de la population, de l'insuffisance des équipements existants et de la non prise en compte du confort des usagers (confort visuel, thermique, olfactif..) en terme de la qualité de l'air, de leur intimité et de leur état psychologique qui sont souvent négligés.

Toutes ces négligences sont dues d'une part à l'insuffisance des normes algériennes liées à la santé, au manque ou au non-respect des normes liées à la durabilité du projet sur le plan environnemental, social, et économique lors de la conception, et d'autre part à la mauvaise intégration du projet dans son environnement; surtout dans les milieux urbains ou résidentiels, à la mauvaise gestion ou à la surconsommation des énergies et à la mauvaise gestion des déchets hospitaliers.

Ces problèmes peuvent conduire à la dégradation du milieu sanitaire en augmentant les risques de contaminations, d'infections et des réactions allergiques.

Les équipements sanitaires n'échappent pas à toutes les préoccupations environnementales en matière de maîtrise d'énergie, Ils sont souvent face à des problèmes budgétaires à cause de la consommation excessive des énergies, car ils sont occupés 24h/24h et nécessitent le chauffage en hivers, la climatisation en été, et un minimum de renouvellement d'air dans le but de lutter contre les infections qui se propagent dans l'air stagné.

¹ Le développement durable est une conception de l'intérêt public développée depuis la fin du XXe siècle.

La prise de conscience des retombées environnementales de l'utilisation excessive des énergies non renouvelables a poussé bon nombre d'architectes, essentiellement en Europe à plaider en faveur d'un retour à des modes passifs de conception qui relèvent de l'architecture bioclimatique et de la maîtrise de l'énergie, comme la ventilation naturelle qui ne nécessite pas un mécanisme énergivore pour fonctionner mais une bonne conception et une analyse des données environnementales.

Pour concevoir notre projet, nous avons choisi un site situé dans la commune de Koléa (Wilaya de Tipaza), qui est déjà prévu dans le POS. Nous n'avons pas voulu qu'il soit un équipement ordinaire mais un projet bioclimatique. Pour cela, nous nous sommes posés les questions suivantes:

- Comment intégrer notre polyclinique dans son milieu tout en assurant le confort des patients et la préservation de l'environnement ?
- Comment concevoir une polyclinique bioclimatique qui soit économique en termes de consommation d'énergies et de ressources naturelles ?
- Comment pouvons-nous compenser le manque des normes en Algérie ?
- Comment pouvons-nous assurer une bonne qualité de l'air dans le milieu hospitalier ?

1-2 Objectifs

Pour réussir notre projet de fin d'étude, nous avons fixé les objectifs suivants :

- Assurer la durabilité de la polyclinique par l'application des principes de l'architecture bioclimatique;
- Réduire la consommation en énergie non renouvelable ;
- Minimiser les impacts de la polyclinique sur l'environnement;
- Contribuer au bien-être patients et lutter contre les infections;
- Garantir un bon renouvellement d'air avec des dispositifs de ventilation naturelle.

1-3 Hypothèses

Afin de répondre à la problématique précédente et aux objectifs de ce travail, nous avons formulé les hypothèses suivantes:

- Une bonne analyse du site contribue à l'intégration de la polyclinique dans son milieu;
- l'utilisation des principes de l'architecture bioclimatique tels que la bonne orientation du bâtiment et le zoning thermique permet d'économiser l'énergie;
- La qualité et l'ergonomie de l'espace ainsi que l'aménagement extérieur ont un impact sur le confort des patients et leur état psychologique;
- Des dispositions architecturales telles que l'Atrium permettent un renouvellement de l'air intérieur sans avoir recours aux dispositifs actifs.

1-4 Méthodologie de travail

Dans le but de réussir notre travail, nous avons entamé un processus de travail qui est divisé en six étapes essentielles :

La première étape est basée sur une recherche bibliographique d'ouvrages, de thèses de magistère et doctorats, de site internet et de livres électroniques, ainsi que des revues et des

magazines d'architecture. La recherche bibliographique a été faite au niveau de la bibliothèque de l'institut d'architecture de Blida, la bibliothèque de l'EPAU et sur le Web ainsi que les bibliothèques électroniques. Pendant cette recherche nous avons approfondi nos connaissances sur les thèmes suivants: La santé, l'architecture hospitalière, les équipements sanitaires, La polyclinique, l'architecture bioclimatique, la ventilation naturelle, HQE ... etc.

La deuxième étape concerne la collecte des données cartographiques et réglementaires de notre site d'intervention dans les organismes administratifs tels que l'APC de Koléa, et les directions d'urbanisme tels que la (D UCH) et (l'URBAB), pour avoir accès au plan directeur d'urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS) et leurs annexes. Ainsi que la collecte des données météorologiques (Température, précipitations, humidité relative et directions des vents) au près de l'agence nationale de la météorologie à Dar El Beida et sur les plateformes électroniques.

La troisième étape se traduit par des sorties sur site d'intervention avec prise de photos et des relevés nécessaires afin de bien le connaître et pour une meilleure intégration du projet dans son environnement, avec une visite de polycliniques, pour avoir une idée du bon fonctionnement de tels équipements.

La quatrième étape est celle de l'analyse des données collectées ; elle consiste en :
-Premièrement l'analyse du site qui a pour objectif de sortir avec une synthèse générale sur les différents points traités , comme la situation du site, son historique, l'environnement socio-économique, l'environnement naturel, l'environnement construit et l'environnement réglementaire urbain ainsi que les potentialités bioclimatiques du site. Nous nous sommes basés dans cette étape, sur des diagrammes bioclimatiques tels que : le diagramme solaire, le diagramme bioclimatique de Givoni, et la simulation d'ombrage. Ces outils vont nous aider dans la conception de notre projet.

-Deuxièmement, l'analyse thématique qui va nous permettre d'approfondir nos connaissances sur la thématique de la santé, les polycliniques, leurs composants, leurs exigences, l'importance de la ventilation des espaces hospitaliers. En prenons deux exemples de polycliniques, un à l'échelle nationale, l'autre à l'échelle internationale afin de mieux comprendre leur fonctionnement. Cette analyse va nous permettre d'élaborer notre programme quantitatif et qualitatif.

La cinquième étape est l'étape de la conception, basée sur les recommandations de l'analyse du site et du thème qui nous ont permis d'élaborer un schéma d'aménagement à partir duquel nous avons développé la forme et les plans. Dans cette étape nous avons envisagé d'appliquer les principes de l'architecture bioclimatique passifs et actifs afin de répondre à la démarche HQE.

La sixième et la dernière étape est l'étape de la simulation des performances aérauliques dans un bâtiment, afin d'évaluer l'efficacité de renouvellement d'air dans un espace hospitalier. L'objectif est d'évaluer le comportement du vent de l'extérieur à l'intérieur de notre projet sur différentes échelles d'étude afin de prouver l'efficacité de la ventilation naturelle sans avoir recours aux moyens mécaniques. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel de simulation ;Autodesk Flow design.

1-5 Structure du mémoire

Ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre est intitulé ;"Chapitre introductif", il comporte une introduction générale, une présentation du master Architecture Bioclimatique, la problématique du projet, les objectifs, les hypothèses, la méthodologie suivie, et la structure du mémoire.

Le deuxième chapitre est intitulé "état des connaissances». Ce chapitre traite les points suivants:

-L'architecture bioclimatique: Définition, principes, stratégies de conception, démarche HQE..

-La santé: Définitions, équipements sanitaires, historique, politique sanitaire en Algérie ...

-La polyclinique: Définition, usagers, composants, exigences, normes, analyse d'exemples...

-La ventilation naturelle: Définitions, types, fonctionnement... etc.

Le troisième chapitre est consacré au projet architectural. Il est divisé en trois parties, que nous avons détaillées dans la 4ème partie de la méthodologie de travail

- Analyse due site; afin d'exploiter les potentialités bioclimatique pour notre projet et sortir avec un schéma d'aménagement ainsi que des recommandations pour se protéger et profiter du climat de la région.

- Aspects conceptuels du projet: la programmation est une étape fondamentale dans un projet architecturale qui comporte les organigrammes et les différents schémas structurants.

- Expression architecturale et constructive: c'est la traduction des différents schémas et organigrammes en forme géométrique, comme la forme, les plans, et la composition des façades, ainsi que le système constructif du projet et les différents matériaux de construction utilisés.

- Dispositif bioclimatiques du projet: Les dispositifs bioclimatiques sont la particularité du projet et notre master, et enfin, une simulation d'un dispositif pour le mieux comprendre dans notre projet.

CHAPITRE 2 : ETAT DES CONNAISSANCES

Chapitre II : Etat des connaissances

2-1 Architecture bioclimatique

2-1-1 Définition de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique est une dérivée de l'architecture, c'est un art et un savoir faire qui favorise les meilleures conditions, tirées d'un site ou de son environnement.

Dans l'architecture bioclimatique, les conditions environnementales du site ont une place primordiale dans l'étude et la réalisation d'un projet. Une étude approfondie permettra d'adapter le projet avec son environnement pour profiter au maximum du climat et le pousser jusqu'à la limite de confort pour se protéger .

La conception bioclimatique a pour objectif principal d'obtenir des conditions de vie, confort d'ambiances adéquats et agréables (températures, taux d'humidité, insalubrité, luminosité, etc.) de manière la plus naturelle possible, en utilisant avant tout des moyens architecturaux.

2-1-2 Aperçu historique sur l'architecture bioclimatique ²

Avant que l'architecture bioclimatique soit telle qu'elle est, plusieurs démarches ont vu le jour en s'inspirant tous de l'architecture vernaculaire et l'expérience des ancêtres, mais la notion de l'économie d'énergie et l'intégration avec la nature n'est apparu qu'au début du 20eme siècle .

2-1-2-1 Dans les années 1930: La démarche de l'intégration dans la nature

C'est de 1935 à 1939 que l'architecte **Franck Lloyd Wright** construit cette maison sur la cascade (Maison Kaufman) qu'il définit comme une intégration organique de l'architecture.



Photo 1 Maison sur la cascade de F.L Wright

2-1-2-2 Dans les années 1970 : La démarche de l'économie d'énergie

L'architecte **William Lumpkins Balcomb** a combiné les anciennes méthodes avec des nouvelles en concevant une maison bioclimatique en terre tout en introduisant la notion d'économie d'énergie.



Photo 2 Maison bioclimatique réalisée par William Lumpkins Balcomb

Les années 1970 ont été fructueuses en recherches architecturales pour économiser l'énergie. La prise de conscience consécutive aux premiers chocs pétroliers du début de la décennie, incite un groupe d'architectes nord-américains à imaginer et à mettre en œuvre des solutions énergétiques performantes. Les travaux du "**Sea Groupe**" et de l'architecte **David Wright** ont révolutionné le concept architectural.

2-1-2-3 Dans les années 1980/1990 : L'architecture bioclimatique est marginale

² Article : Bref historique de la démarche environnementale dans l'architecture des années 1930 à nos jours, assistance-ecohabitat.wifeo.com, 2011

Le prix des énergies fossiles retrouve un niveau acceptable, et les recherches de la décennie précédente sont généralement abandonnées. De rares projets expérimentaux sont alors construits dans les années 80 et permettront d'évaluer les possibilités de systèmes solaires.

2-1-2-4 Dans la dernière décennie du 20ème siècle

Les formes et les techniques évoluent, mais la volonté d'utiliser le soleil comme source d'énergie reste marginale face à la facilité que les hommes ont trouvée en brûlant des énergies fossiles, polluantes et non renouvelables, mais peu chères.

2-1-3 Stratégies de l'architecture bioclimatique

La conception bioclimatique consiste à tirer le meilleur profit de l'énergie solaire, abondante et gratuite. En hiver, le bâtiment doit maximiser la captation de l'énergie solaire, la diffuser et la conserver. Inversement, en été, le bâtiment doit se protéger du rayonnement solaire et évacuer le surplus de chaleur du bâtiment.

3

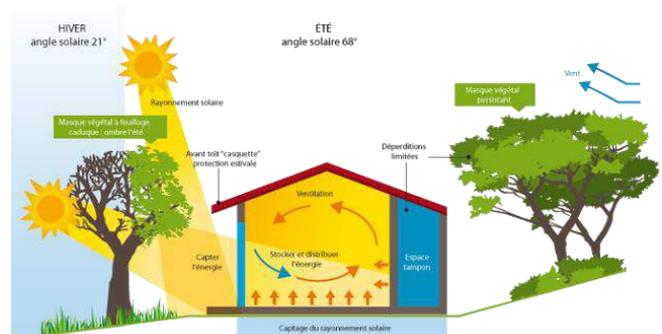


Figure 1 Captage du rayonnement solaire en hiver et en été

2-1-3-1 Capter / se protéger de la chaleur

Le comportement des rayons solaires change au cours de l'année. Dans l'hémisphère nord, **en hiver**, le soleil se lève au Sud Est et se couche au Sud Ouest, restant très bas (22° au solstice d'hiver). Seule la façade Sud reçoit un rayonnement non négligeable durant la période d'hiver. Ainsi, en maximisant la surface vitrée au sud, la lumière du soleil est convertie en chaleur (effet de serre), ce qui chauffe le bâtiment de manière passive et gratuite.

Dans l'hémisphère nord, **en été**, le soleil se lève au Nord Est et se couche au Sud Ouest, montant très haut (78° au solstice d'été). Cette fois-ci, c'est la toiture, et ce sont les façades Est (le matin) et Ouest (le soir) qui sont les plus irradiées. Quant à la façade Sud, elle reste fortement irradiée mais l'angle d'incidence des rayons lumineux est élevé. Il convient donc de protéger les surfaces vitrées orientées vers le Sud via des protections solaires horizontales dimensionnées pour bloquer le rayonnement solaire en été. Sur les façades Est et Ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée car les rayons solaires ont une incidence moins élevée. Il conviendra d'installer des protections solaires verticales, d'augmenter l'opacité des vitrages (volets, vitrage opaque) ou encore de mettre en place une végétation caduque.

2-1-3-2 Transformer, diffuser la chaleur

Une fois le rayonnement solaire capté et transformé en chaleur, celle-ci doit être diffusée et/ou captée. Le bâtiment bioclimatique est conçu pour maintenir en équilibre thermique entre les pièces, diffuser ou évacuer la chaleur via le système de ventilation.

La conversion de la lumière en chaleur se fait principalement au niveau du sol. Naturellement, la chaleur a souvent tendance à s'accumuler vers le haut des locaux par

³ Les principes de la conception bioclimatique, <http://www.e-rt2012.fr>

convection et stratification thermique, provoquant un déséquilibre thermique. Afin d'éviter le phénomène de stratification, il conviendra de favoriser les sols foncés, d'utiliser des teintes variables sur les murs selon la priorité entre la diffusion de lumière et la captation de l'énergie solaire (selon le besoin) et de mettre des teintes claires au plafond.

Il est également à noter que les matériaux mats de surface granuleuse sont plus aptes à capter la lumière et la convertir en chaleur que les surfaces lisses et brillantes (effet miroir).

Une réflexion pourra également être faite sur les matériaux utilisés, pouvant donner une impression de chaud ou de froid selon leur effusivité.

2-1-3-3 Conserver la chaleur ou la fraîcheur

En **hiver**, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun.

En **été**, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation par exemple, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour.

De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur.

2-1-4 Principes de conception bioclimatique (passive)

le design passif se fait quand le bâtiment est autonome en énergie à travers les principes de l'architecture bioclimatique sans avoir recours à des énergies extérieures.

L'architecture passive nécessite une main humaine pour faire marcher le design (ouvrir les fenêtres par exemple) contrairement à l'architecture active.

2-1-4-1 Implantation et l'orientation

L'implantation du bâtiment est la première étape de l'architecture bioclimatique. Les obstacles naturels et artificiels, le choix des orientations des façades, l'environnement immédiat du bâtiment ont une influence significative sur les conditions de confort thermique à l'intérieur de celui-ci. L'étude du terrain et du climat permet d'exploiter au mieux le potentiel de rafraîchissement et de protection solaire.⁴

2-1-4-2 Forme et compacité

Les études sur la compacité des bâtiments résultent non seulement de la recherche d'économie d'énergie à long terme mais également de la limitation simultanée des investissements grâce à la diminution des surfaces des parois d'échange extérieures. La forme de chaque construction est l'élément essentiel du calcul du facteur de compacité dont l'objectif doit uniquement rester l'orientation des concepteurs vers les solutions à privilégier⁵

2-1-4-3 Protection solaire

La réalisation d'une protection solaire efficace constitue la seconde phase fondamentale de la conception de logements thermiquement et énergétiquement performants. Les apports de chaleur par les parois sont la principale cause de surchauffe des bâtiments.

⁴ La construction écologique en Guyane, l'approche bioclimatique, <http://www.aquaa.fr>

⁵ Compacité des bâtiments et conséquences, <http://www.passivact.com>, 2013.

2-1-4-4 Vitrage et fenêtres

les vitrages ont été et sont aujourd'hui encore l'objet d'améliorations constantes. On aboutit aujourd'hui à une gamme d'offre variée qui retient plusieurs facteurs : transparence, isolation thermique et phonique (double vitrage) . ⁶

2-1-4-5 Murs et toitures végétales

Une toiture végétale également appelée toiture végétale, toit végétal, toit vert ou plus scientifiquement PCV (Paroi Complexe Végétale Horizontale) est une toiture recouverte de végétation, alternative à des matériaux couramment utilisés. La végétation réagit comme isolation pour le plancher et contribue au confort thermique ainsi que l'augmentation du pourcentage d'eaux pluviales collectées.

2-1-4-6 Ventilation naturelle

La recherche d'une capacité de ventilation naturelle efficace est la troisième phase essentielle dans la conception bioclimatique. Cette capacité de ventilation naturelle dépend du potentiel des parois extérieures et intérieures du bâtiment à laisser circuler les flux d'air extérieur. Lorsque cette ventilation naturelle n'assure pas une vitesse d'air suffisante au confort des occupants, elle peut alors être complétée ou remplacée des méthodes mécaniques.

2-1-4-7 Eclairage naturel

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet d'économiser la consommation en énergie électrique.

2-1-4-8 Choix des matériaux (matériaux écologiques)

un matériau écologique ,un matériau de construction (produit manufacturé en général, ou à mettre en œuvre sur le site de construction) qui répond aux critères techniques habituellement exigés des matériaux de construction (performances techniques et fonctionnelles, qualité architecturales, durabilité, sécurité, facilité d'entretien, résistance au feu, à la chaleur, etc.), mais aussi à des critères environnementaux ou socio-environnementaux, tout au long de son cycle de vie (c'est-à-dire de sa production à son élimination ou recyclage) . ⁷

2-1-4-9 Inertie thermique

Lorsqu'un matériau se trouve à l'équilibre thermique, sa température est fixe et les échanges de chaleur (échange par conduction, convection, rayonnement) qu'il a avec son environnement sont équilibrés (autant de chaleur reçue de son environnement que de chaleur cédée à cet environnement). L'inertie thermique de ce matériau représente la résistance au changement de sa température lorsqu'intervient une perturbation de cet équilibre thermique.

⁶ Qu'est-ce qu'une vitre ? un facteur solaire ? une transmission lumineuse ?, www.enerzine.com, 01-2014 .

⁷ Glossaire du plan climat, Le glossaire, www.douaisis-pourleclimat.fr

2-4-9-10 Isolation thermique

L'isolation thermique désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid. (Maintien d'une température de confort à l'intérieur des habitations).

2-1-5 Principes de l'architecture à énergie active

Le design actif utilise des équipements qui modifie l'état du bâtiment, et crée une énergie pour atteindre le confort (ventilateur, pompes, détecteurs).

2-1-5-1 Exploitation des énergies renouvelables

-L'énergie solaire photovoltaïque: L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou recouverts d'une mince couche métallique. Ces matériaux photosensibles ont la propriété de libérer leurs électrons sous l'influence d'une énergie extérieure. C'est l'effet photovoltaïque.⁸

-L'énergie éolienne: l'énergie éolienne est devenue un producteur majeur d'énergies renouvelables électriques. L'énergie éolienne est produite par des aérogénérateurs qui captent à travers leurs pales l'énergie cinétique du vent et entraînent elles mêmes un générateur produit de l'électricité d'origine renouvelable⁹

2-1-5-2 Ventilation mécanique contrôlée

La VMC ou ventilation mécanique contrôlée constitue un ensemble de dispositifs destinés à assurer le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces, et notamment dans les pièces humides : cuisines, salles de bain, sauna... La VMC est intégrée au bâtiment et fonctionne avec une centrale de ventilation forçant l'extraction de l'air et garantissant ainsi la qualité de l'air intérieur.¹⁰

2-1-5-3 Récupération des eaux pluviales

La récupération d'eau de pluie¹¹ consiste en un système de collecte et de stockage de l'eau pluviale dans la perspective d'une utilisation ultérieure. La mise en place d'une installation spécifique, qui peut varier dans sa complexité suivant l'utilisation finale, est nécessaire à la satisfaction de cet objectif.

2-1-6 Diagramme bioclimatique de Givoni¹²

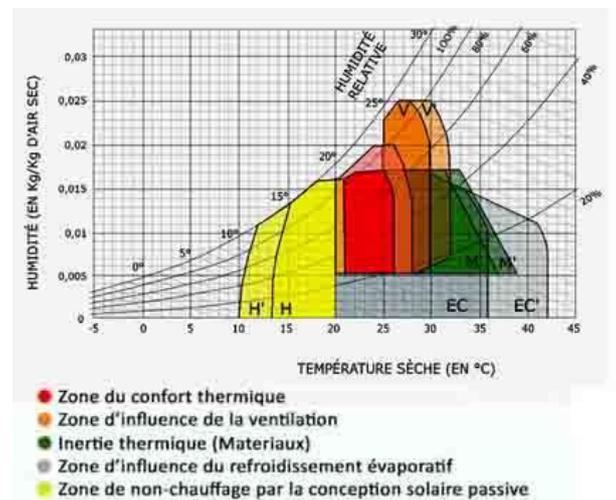
Givoni a étudié les différents indices thermiques qui affectent le confort humain et il a employé ses résultats pour construire un indice de stress

⁸ Le solaire photovoltaïque - www.energie-renouvelables.org

⁹ L'énergie éolienne - www.energies-renouvelables.org

¹⁰ Dictionnaire du bâtiment et du BTP www.batiweb.com

¹² Diagramme de Givoni. Source : Çacri (2006)



thermique. **Givoni** a employé les températures intérieures qui peuvent être affectées par les différentes stratégies de conception passive.

Dans son diagramme et selon le rapport entre la pression de vapeur mensuelle moyenne et l'amplitude de la température de l'air extérieur, les stratégies passives appropriées sont définies selon les conditions climatiques régnantes en dehors de l'enveloppe du bâtiment.

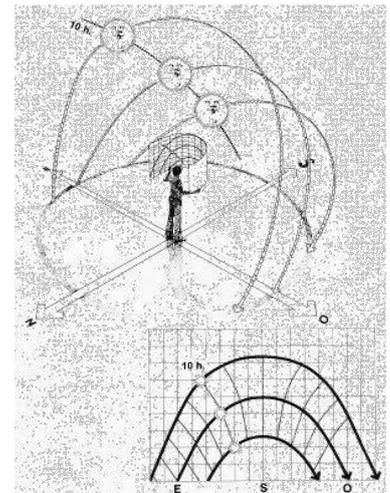
Ces stratégies sont : le refroidissement par évaporation direct, l'inertie thermique, le refroidissement par ventilation nocturne, et le [Figure 2 Diagramme bioclimatique de Givoni](#) chauffage passif.

Pour employer les diagrammes de **Givoni**, il faut suivre les étapes suivantes

- Récolter les données climatiques les plus contraignantes sur une base diurne (températures minimales, températures maximales, humidité minimale et maximale)
- Déterminer la zone du confort : nous devons représenter les 12 mois par des segments dont les deux points ont les coordonnées (T.min, Hr.max) (T.max, Hr.min).
- Déterminer les mesures techniques et dispositifs nécessaires qui doivent être intégrées dans le processus de la conception architecturale.

2-1-7 Le diagramme solaire

Pour bien comprendre et utiliser l'influence du soleil dans le choix et le traitement d'un site, il faut bien sûr connaître à tout instant la position du soleil dans le ciel. Cette information est indispensable pour le calcul des apports solaires, pour le choix de l'exposition d'un immeuble, l'aménagement des parties extérieures voisines, la disposition des pièces intérieures, l'emplacement des fenêtres, des protections solaires et de la végétation. Pour ce faire, on peut se servir du diagramme solaire,¹³ qui constitue un moyen pratique et facile à comprendre pour repérer le trajet du soleil à travers le ciel, quel que soit le point de vue situé sur la terre. Le diagramme solaire est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil, perçue depuis un point de la surface terrestre.



¹³Aide théorique Opti-Maisons. E. Gratia. Architecture et Climat. 1998

2-2 La santé

2-2-1 Définition de la santé

- **Selon l'O.M.S ¹⁴(1964):** « La santé est un état complet de bien être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».
- **Selon René Dubos¹⁵:** « État physique et mental relativement exempt de gênes et de souffrances qui permet à l'individu de fonctionner aussi longtemps que possible dans le milieu»
- **Selon le Larousse médical:** « état de bon fonctionnement de l'organisme. »

2-2-2 Définition de la santé publique

- **Selon L'organisation mondiale de santé (O.M.S):** « La santé publique est un ensemble de conditions naturelles favorables, dans lesquelles se développent des organismes vivants, en particulier, l'homme. »
- **Selon Larousse :** « La santé publique désigne à la fois l'état sanitaire d'une population apprécié via des indicateurs de santé (quantitatifs et qualitatifs)» .

2-2-3 Etablissements sanitaires (appellation universelle)

- **Cabinets médicaux :** Des lieux privés de petite envergure, pour des soins et des consultations;
- **Dispensaires :** ce sont parfois des annexes des hôpitaux, ou bien des points de santé, disposé pour répondre aux besoins et urgences médicales du quartier;
- **Clinique :** est un établissement constitué exceptionnellement d'un seul service;
- **Polyclinique:** Ce sont les équipements de santé intermédiaire entre les hôpitaux et les dispensaires;
- **Centres de soins :** Ce sont les centres spécialisés, complémentaires des autres établissements;
- **Hôpitaux :** ils assurent les soins pour des tranches médicales spécifiques, et regroupent des équipements médicaux très sophistiqués.

2-2-4 Aperçu historique sur l'architecture hospitalière ¹⁶

L'origine historique des hôpitaux prend ses racines dans l'histoire religieuse. Les premiers lieux d'accueil des malades furent, en effet, au Moyen Age, les Hôtels Dieu situés à proximité des églises, les accès et les circulations étaient conçus dans un souci de surveillance. A l'intérieur des murs, le plan général est souvent organisé en croix autour d'une chapelle elle même organisée en chapelles secondaires autour de l'hôtel central .

¹⁴ Organisation mondiale de la santé est une institution spécialisée de l'Organisation des Nations unies pour la santé publique créée en 1948.

¹⁵ René Dubos, né à Saint-Brice-sous-Forêt le 20 février 1901 et mort à New York le 20 février 1982, est un agronome, biologiste et écologue français

¹⁶ Nouvelle organisation et architecture hospitalière, Ministère de la santé et des solidarités Fr ,2009, page 7

Le développement de l'hygiène pasteurienne de la fin du XIXe au début du XXe siècle et le développement des spécialisations médicales ont conduit à des constructions isolées, de type pavillonnaire, ainsi des établissements de santé privés sont apparus pour combler les lacunes laissées par les établissements publics connu après sous le nom de clinique et polyclinique.

Dans les années 1930-1950 apparaissent des hôpitaux blocs permettant une concentration des moyens et des facilités de communication et de circulation. La lente évolution du rôle des hôpitaux et la prise en charge des populations explique les grandes modifications dans l'organisation.

Aujourd'hui, sous l'influence en particulier des recherches en psychologie environnementale et en neurosciences, nous constatons un regain d'intérêt pour la construction d'un bâtiment de santé qui répond aux exigences des patients.

2-2-5 Politique et équipements sanitaires en Algérie

L'organisation du système national de santé en Algérie est basée sur les principes d'universalité, d'égalité d'accès aux soins, de solidarité, d'équité et de continuité des prestations de santé. Ce système est basé essentiellement sur : ¹⁷

- Des établissements publics hospitaliers (EPH)
- Des établissements publics de santé de proximité (EPSP).
- Des CHU (Centres Hospitalo-universitaires)
- Des EHS (Etablissements Hospitaliers spécialisés)
-

- L'hiérarchie des équipements sanitaires en Algérie

- E.H.R: Equipements hospitaliers disponibles au niveau d'une région assure des soins hautement spécialisés.
- E.H.W : Equipements hospitaliers disponibles au niveau de la wilaya assure des soins hautement spécialisés.
- E.H.D : Equipements hospitaliers disponibles au niveau de la daïra assure des soins hautement spécialisés.
- Soins de premier secours : au niveau de la commune.

2-6 La polyclinique en Algérie : Etablissement public de santé de proximité

La polyclinique en Algérie est la structure médiane du système de santé national, entre la salle de soins et l'hôpital. Ce sont des structures extrahospitalières qui ont pour objectif la prise en charge généraliste et spécialisée des malades orientés par les structures de prévention et de soins de base de la population que sont les salles de soins.

C'est sous la tutelle des hôpitaux algériens qu'est organisée et programmée la distribution des soins dans ces polycliniques.

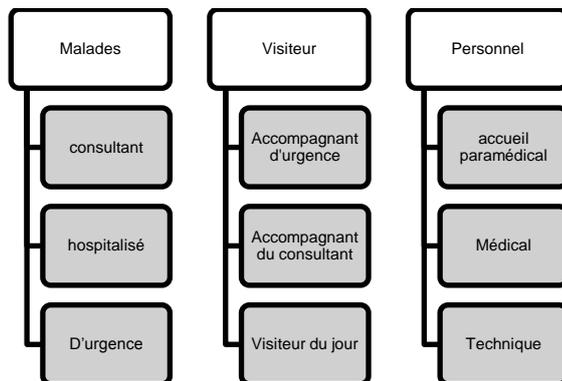
La répartition de ces polycliniques sur le territoire national algérien se fait pour couvrir les chefs-lieux des communes et des daïras pour recevoir les malades orientés par les salles de soins des quartiers et des villages environnants après avoir bénéficié des soins de base et de la prévention.

Cette hiérarchisation des soins permet aux malades algériens s'adressant aux polycliniques de bénéficier d'une prise en charge sanitaire adéquate avant d'être éventuellement orientés

¹⁷ Santé-Algérie Portail d'Information, de Documentation et de Communication, www.santé.dz

vers les hôpitaux qui ont pour vocation première l'hospitalisation en plus des urgences médico-chirurgicales.¹⁸

2-2-6-1 Les usagers de la polyclinique



19

Figure 3 Usagers de la polyclinique

2-2-7 Composantes d'une polyclinique

2-2-7-1 Principales fonctions de la polyclinique

Pour un bon fonctionnement; la polyclinique doit se reposer sur sept piliers qui sont : ²⁰

- L'accueil
- L'examen et le diagnostic
- Le traitement chirurgical mineur
- L'hospitalisation du jour
- La logistique hôtelière
- La logistique administrative
- La logistique technique

2-2-7-2 Organigrammes spatiaux et fonctionnels ²¹

- Urgences médico-chirurgicales (cas clinique de soins à courte durée)

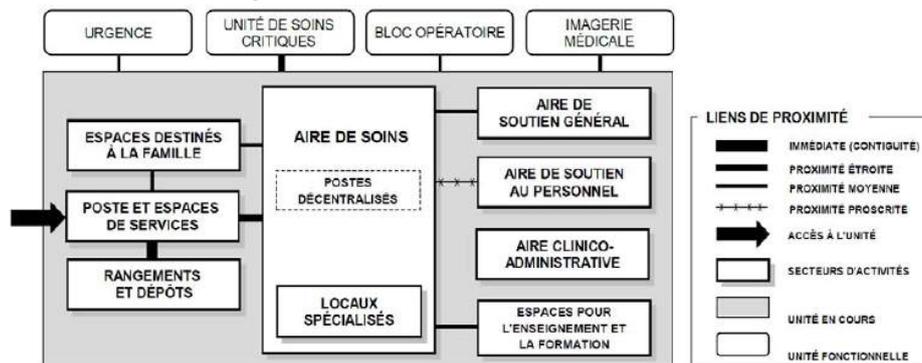


Figure 4 organigramme des urgences médico-chirurgicales

¹⁸ Walid.B, Huit centres anticancéreux réalisés prochainement, Le midi libre, 28/01/2008

¹⁹ Nouvelle organisation et architecture hospitalière, Ministère de la santé et des solidarités Fr ,2009, page 242

²⁰ Ernst Neufert, Les éléments des projets de construction, Ed Le moniteur, Paris, page 553

²¹ Les hôpitaux et les cliniques, Ève Jouannais, Ed. Le moniteur, Paris, 1999 pages 59-70

Les espaces du service des urgences médico-chirurgicales sont liés directement entre eux, pour faciliter les déplacements des patients et du personnels car c'est le service le plus actif dans un équipement sanitaire .

- Consultations externes

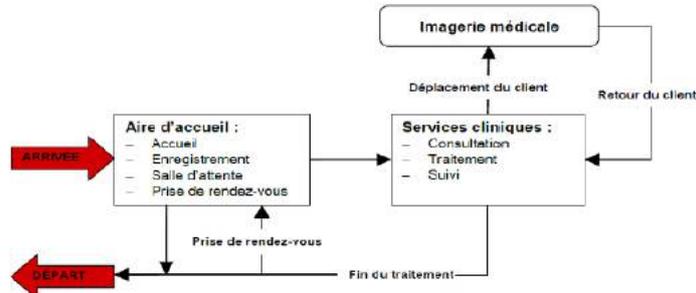


Figure 5 Organigramme spatial du service de consultations externes

Le service de consultation dans une polyclinique doit être en relation directe avec l'entrée car, la consultation est une des fonctions primaires dans un équipement sanitaire.

- Service obstétrique - Mère et enfant : Hospitalisation

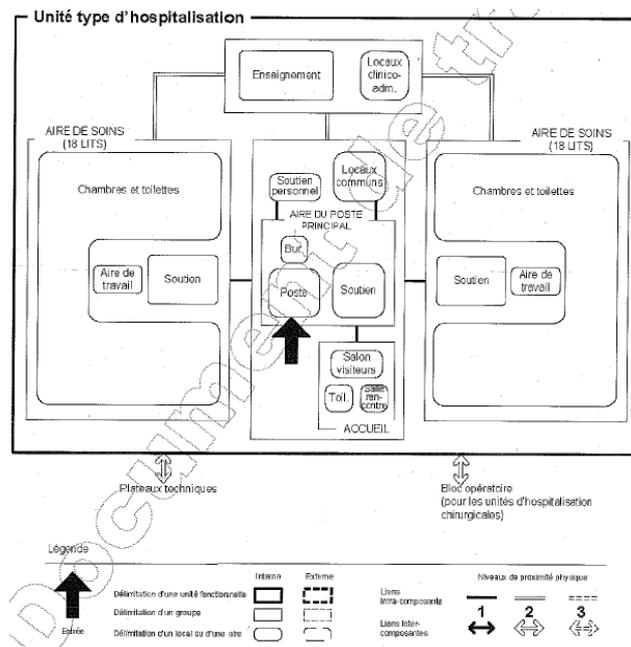


Figure 6 Organigramme spatiale de l'hospitalisation

- Laboratoire d'analyses médicales

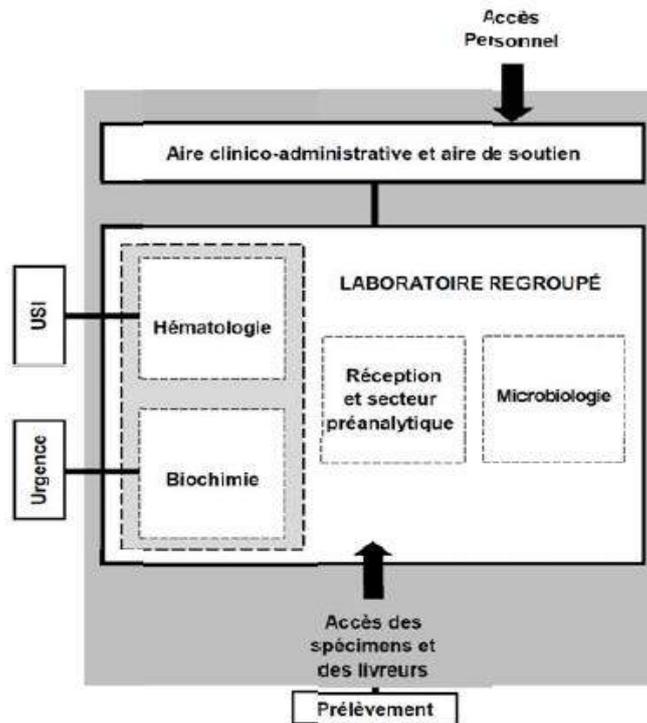


Figure 7 Organigramme spatial du laboratoire d'analyse

2-2-8 Normes

2-2-8-1 Hiérarchie des espaces (Ministère de la santé algérienne) ²²

Malgré l'absence des manuels des normes des équipements médicaux Algérien, le ministère de la santé exige une certaine hiérarchie des espaces pour que ces derniers soient conformes à la loi Algérienne, et ils peuvent ainsi recevoir les patients.

Ces exigences sont comme suit :

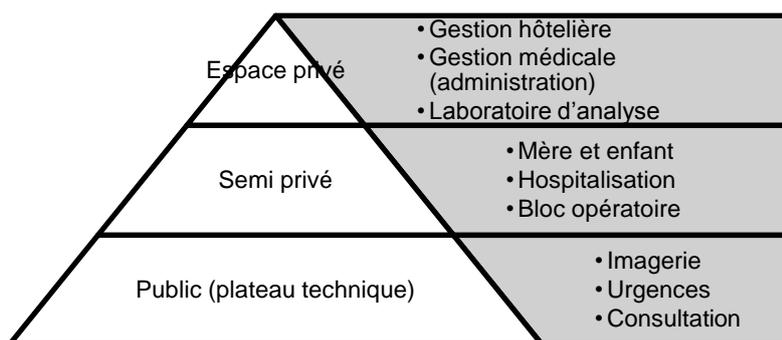


Figure 8 Hiérarchie des espaces

²² Visite du Salon international de l'équipement hospitalier et médical, Alger, Avril 2015

2-2-8-2 Normes de l'aération et de la qualité de l'air

L'aération doit renouveler l'air à un débit suffisant pour éliminer les pollutions chimiques et organiques émises par les personnes et les activités exercées dans les locaux.²³

- **Chambres des malades** : de 18 à 25 m³/h et par occupant.
- **blocs opératoires** : au minimum 15 à 20 volumes par heure d'air neuf dans les systèmes de ventilation classique.
- Les locaux à pollution spécifique (salle de bains, local déchets, local linge sale...) doivent faire l'objet d'un renouvellement d'air minimum de 6 volumes par heure

²³ Réglementation sur le traitement de l'air en milieu hospitalier, www.enseeiht.fr.

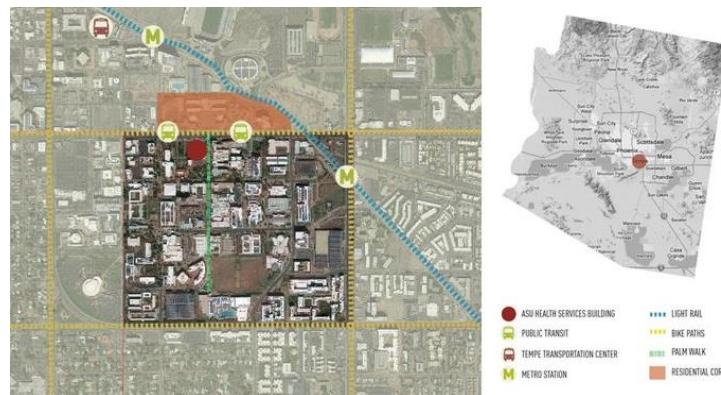
2-3 Analyses d'exemples

2-3-1 Exemple N°1 : La clinique bioclimatique de l'université d'Arizona – Etats unis

2-3-1-1 Présentation et situation du projet

Type de projet	Réhabilitation
Situation	Université d'Arizona, 451 EAST Université drive, tempe, USA
Superficie	3158m ²
Gabarit	R+1
Maitre d'œuvre	Lake Flato architectes
Date de réalisation	2013

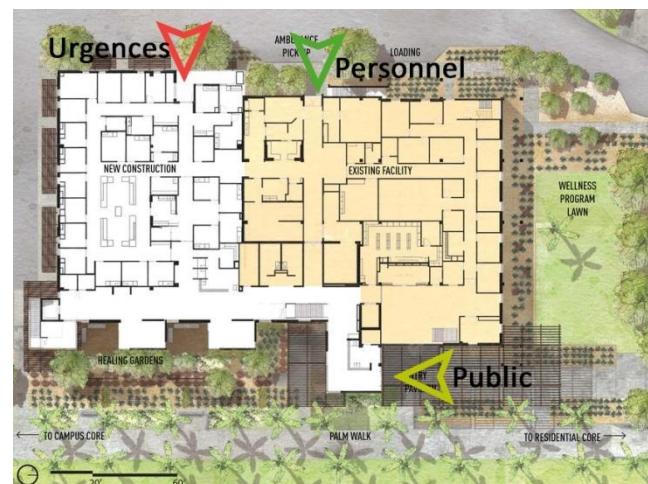
Tableau: Fiche technique du projet



Plan de situation du projet

2-3-1-2 Accessibilité

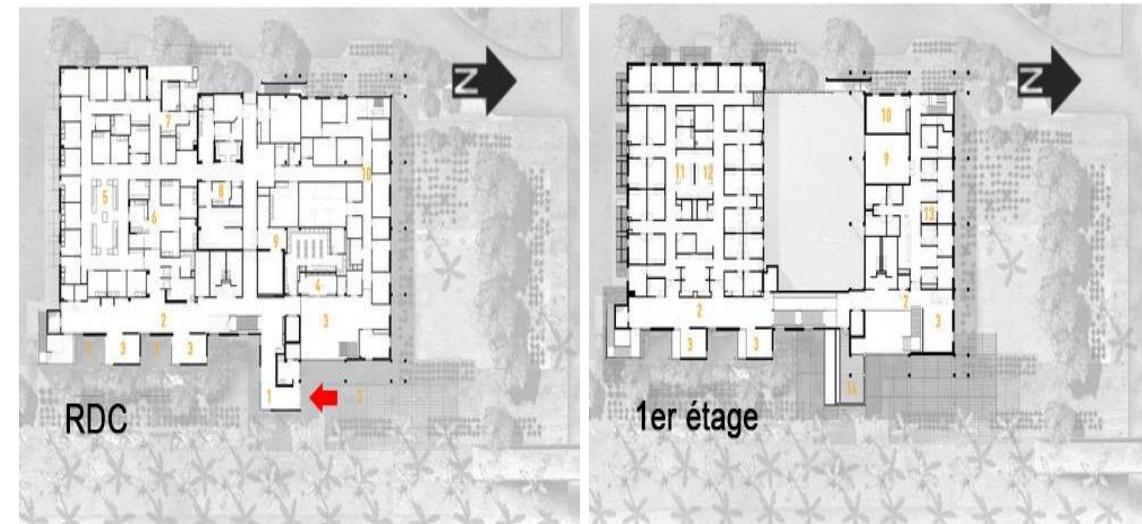
Le projet dispose d'un accès réservé aux urgences, un accès au public par la voie piétonne, et un autre accès privé réservé au personnel de la clinique. Nous notons la présence d'une piste cyclable et un arrêt de tramway à côté du projet.



Plan de masse : Accessibilité au projet

2-3-1-3 programme du projet

- Hall d'accueil
- Salle d'attentes
- Pharmacie
- Urgences
- Pôle de médecine sportive
- Laboratoire d'analyse médicale
- Imagerie médicale
- Locaux stockage
- Administration
- Consultation spécialistes
- Clinique femme / gynécologie
- Consultation Psychologie
- Terrasse accessible

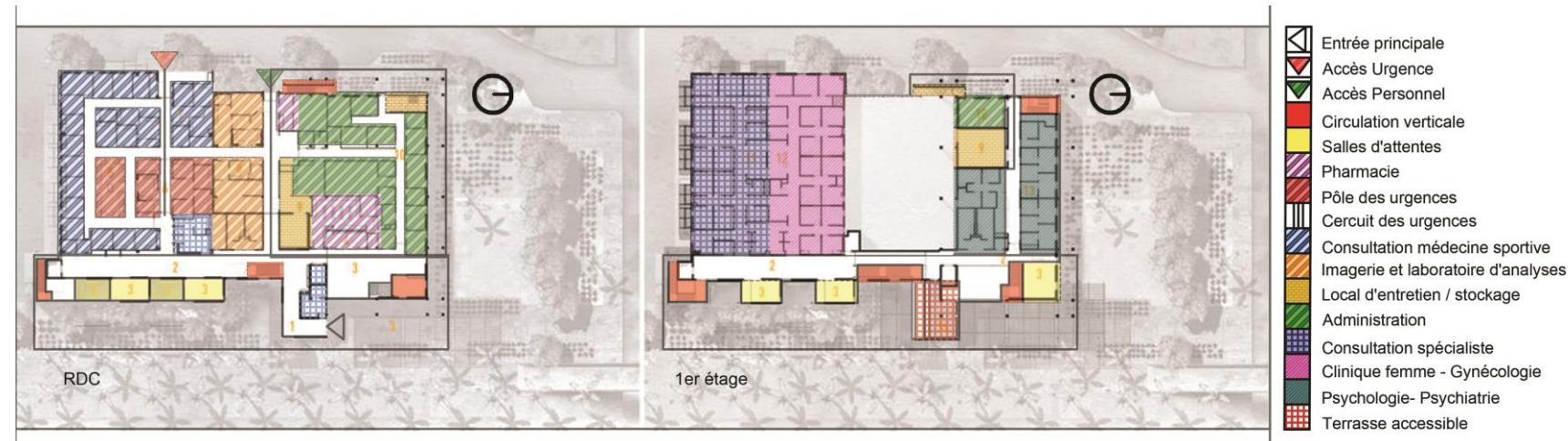


2-3-1-4 Organisation des espaces

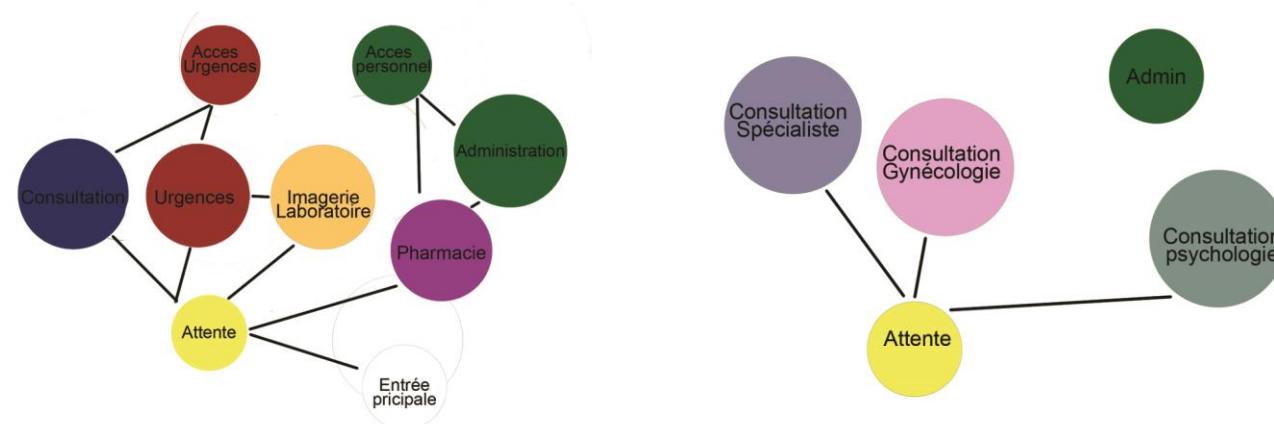
Nous accédons au RDC à partir de trois accès : un accès pour le personnel, un accès pour les urgences et un accès public situé sur la façade opposée.

Les espaces sont hiérarchisés, du public au privé, les urgences sont situées entre les espaces de soins et l'imagerie/radiologie au RDC pour une meilleure prise en charge des malades.

Plusieurs cages d'escaliers permettent d'accéder à l'étage où se trouvent les soins et une partie de la gestion médicale ainsi qu'une pharmacie (l'autre partie se situe au RDC).

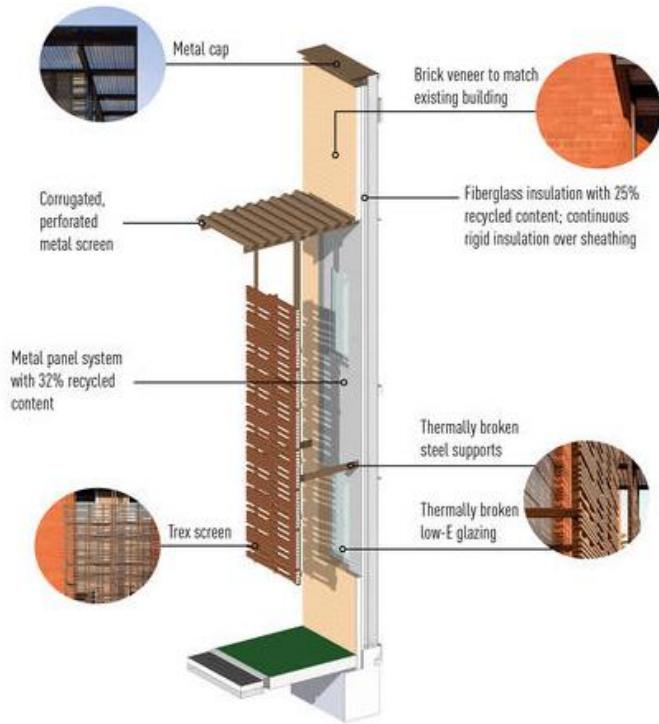


-Organigrammes spatiaux



2-3-1-5 Matériaux et structure

- Réutilisation de 76 % de la structure existante;
- Utilisation des matériaux régionaux approprié à l'environnement dur : panneau métallique; de brique naturel, acier exposé et béton coloré ... ;



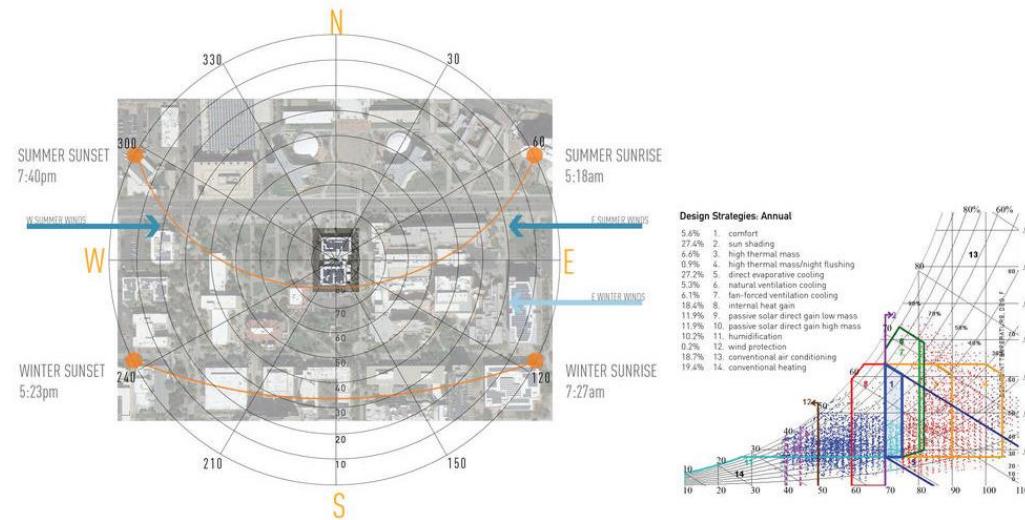
2-3-1-6 Lecture des façades

- Absence des limites verticales
- Rythme et répétition des ouvertures
- Continuité et transparence (façade sud)
- Présence d'une série et un alignement



2-3-1-7 Aspects bioclimatique du projet

La conception du projet s'est fait à l'aide des diagrammes bioclimatique tels que le diagramme du confort (Givoni) et le diagramme solaire .



Eclairage naturel	Baie vitrée au long de la façade sud
Protection solaire	• Brises soleil horizontales au sud
Isolation	• Isolation extérieure de 4cm • Une couche supplémentaire de protection par les murs végétaux • Double vitrage
Ventilation	• Système VMC à double flux • Prise d'air naturel • Fenêtres mécaniques
Gestion des eaux	• Utilisation contrôlée de l'eau potable par logiciel; • Economie de 76% de l'eau grâce à la bonne sélection des espaces verts ; • Réservoirs de 3m ² attachés à des chaînes de pluie
Gestion d'énergie	• Orientation adaptée • Densité du projet • Champ photovoltaïque de 69kw



•Synthèse

La clinique de l'université d'Arizona est un projet bioclimatique, qui réponds aux exigences des patients et des étudiants de l'université . Les concepteurs de ce projet ont réussi d'intégrer cette clinique avec son environnement, à travers une analyse bioclimatique, en touchant différentes cibles en matière d'économie d'énergie .

2-3-2- Exemple N°2 : La clinique pluridisciplinaire Aya

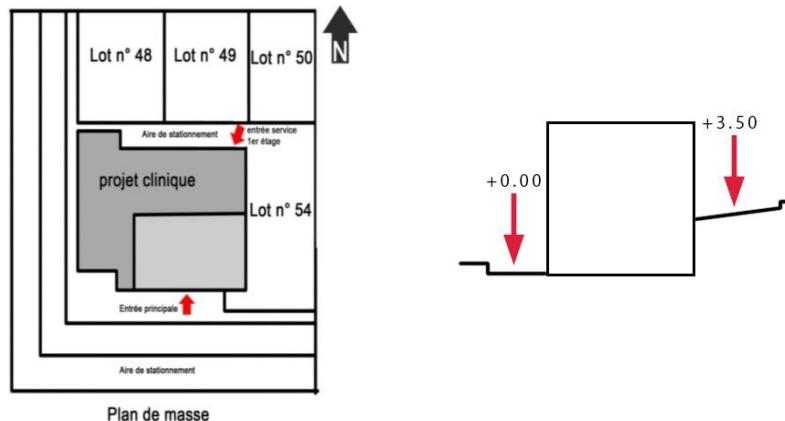
2-3-2-1 situation

Situation	Entre Birkhadem et Ain Naadja, Alger, Algérie
Zone	Milieu résidentiel
Date de réalisation	2010
Superficie	
Gabarit	R+4



2-3-2-2 Accessibilité

Le terrain d'implantation de la clinique est en pente, il existe deux accès au projet. Un accès pour le personnel et un espace de stationnement qui se fait sur la partie haute et un accès pour le public sur la partie basse et le stationnement se fait sur la route en face de la clinique.



2-3-2-3 Programme de la clinique

- Urgences médico-chirurgicale
- Consultations pluridisciplinaires
- Imagerie médicale
- Laboratoire d'analyses
- Bloc d'accouchement
- Chambres d'hospitalisation maternité et post opératoire
- Bloc opératoire
- Gestion administrative
- Gestion hôtelière

2-3-2-4 Organisation de la clinique

Niveau	Plan de distribution	Organigramme
RDC		
1 ^{er} étage		
2 ^{ème} étage		
3 ^{ème} étage		
3 ^{ème} étage		

• Synthèse

La circulation et l'assurance d'un bon flux entre patients et médecins, ainsi que l'hierarchie des espaces (du public au privé), sont des points importants dans la conception d'un équipement hospitalier.

2-4 Performances aéraulique dans un équipement sanitaire

Introduction

L'aération c'est l'action de renouveler l'air dans le milieu considéré,²⁴ donné accès à l'air dans un milieu clos , alors que la ventilation est l'action de produire une circulation ou un courant d'air et assurer sa répartition dans le milieu considéré .

Dans l'architecture, il existe plusieurs méthodes de ventilations naturelles qui sont disponibles pour un concepteur et des solutions mécaniques qui sont une alternatives des ces derniers.

Le fonctionnement de la ventilation naturelle repose sur un différentiel de pressions entre les entrées d'air neuf et les évacuations d'air. Ce différentiel de pression peut être obtenu de deux manières différentes : par l'effet de thermosiphon ou par l'effet de vent. Ces deux effets impliquent une organisation générale des espaces adaptée à la ventilation naturelle intégrée au plus tôt dans le processus de conception.

Enfin l'implantation même du bâtiment sur sa parcelle doit faire l'objet de toutes les attentions. En effet, la direction des vents dominants ainsi que le contexte général du projet vont déterminer le principe de ventilation naturelle à retenir.

2-4-1 Ventilation

La ventilation introduit de l'air extérieur dans un bâtiment ou une pièce et distribue l'air dans ce bâtiment ou cette pièce. L'objet général de la ventilation des bâtiments est d'assainir l'atmosphère en diluant les polluants formés dans le bâtiment et en évacuant ces polluants (Etheridge & Sandberg, 1996 ; Awbi, 2003).²⁵

Trois éléments de base caractérisent la ventilation des bâtiments :

- Le débit de ventilation — quantité d'air extérieur introduite dans l'espace, et qualité de l'air extérieur;
- La direction du flux d'air — direction générale du flux d'air dans un bâtiment, qui doit aller des zones propres aux zones sales ;
- Le mode de distribution ou d'écoulement de l'air — l'air extérieur doit être distribué efficacement, en tout point de l'espace ventilé, et tout point de l'espace ventilé doit être débarrassé efficacement des polluants aéroportés qui y sont générés.

2-4-1-1 Méthodes de ventilation

- Ventilation naturelle

Des forces naturelles (vents et tirage thermique dus à la différence de densité entre l'air intérieur et l'air extérieur, notamment) font pénétrer l'air extérieur dans le bâtiment à travers des ouvertures pratiquées à cet effet dans l'enveloppe du bâtiment (fenêtres, portes, cheminées solaires, tours à vent et ventilateurs passifs (prises d'air), notamment). Ce mode de ventilation des bâtiments dépend du climat, de la conception des bâtiments et du comportement des personnes.

- Ventilation mécanique

²⁴ Ventilation naturelle dans l'habitat, Mario Mulé, ENSA Lyon, Décembre 2011

²⁵ Ventilation naturelle pour lutter contre les infections en milieu de soins, Ed. Organisation mondiale de la santé, 2010, page page 9, 10,

Ce mode de ventilation fait appel à des ventilateurs mécaniques installés soit directement dans les fenêtres ou les murs, soit dans des conduits d'air, pour alimenter un local en air ou extraire l'air du local.

- Ventilation hybride ou mixte

Dans la ventilation hybride (mixte), des forces naturelles assurent le débit d'air souhaité. La ventilation mécanique est utilisée lorsque le débit obtenu par ventilation naturelle est trop faible.

Lorsque la ventilation naturelle ne suffit pas, des ventilateurs d'extraction (dûment calculés et testés au préalable) peuvent être installés pour accroître les débits de ventilation dans les chambres recevant des patients atteints d'infections à transmission aérienne. Cependant, ce type simple de ventilation hybride (mixte) doit être utilisé avec prudence. Les ventilateurs doivent être installés à des emplacements où l'air de la pièce peut être rejeté directement dans l'environnement extérieur, à travers un mur ou par le toit. La taille et le nombre de ventilateurs d'extraction dépendent du débit de ventilation recherché, et doivent être préalablement calculés et testés.

2-4-1-2 Relations entre ventilation et infection

Il n'existe guère de données attestant que la ventilation réduise directement le risque de transmission de maladies, mais de nombreuses études suggèrent qu'une ventilation insuffisante accroît la transmission. Un grand nombre d'études ont porté sur les voies de transmission possibles des maladies, mais peu d'études ont été consacrées à l'impact de la ventilation sur la transmission.²⁶

- Recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé relatives aux exigences en matière de ventilation

1. Pour contribuer à prévenir les infections à transmission aérienne, une ventilation

adéquate est nécessaire dans toutes les zones de soins des établissements de soins (Gustafson et al., 1982 ; Bloch et al., 1985 ; Hutton et al., 1990 ; Calder et al., 1991).

2. Pour la ventilation naturelle, les débits de ventilation minimaux suivants doivent être assurés, en valeurs moyennes sur une heure :

- **160 l/s/patient** (débit de ventilation moyen sur une heure) pour les chambres de précautions aériennes (avec un minimum de 80 l/s/patient);
- **60 l/s/patient** pour les chambres à usage général et les services de consultation externe ;
- **2,5 l/s/m³** pour les couloirs et autres lieux de passages ne comportant pas un nombre prédéterminé de patients ; toutefois, si des soins doivent être prodigués dans
- des couloirs, en situation d'urgence par exemple, les débits de ventilation doivent être les mêmes que ceux exigés pour les chambres de précautions aériennes ou les chambres à usage général.

La conception doit tenir compte des variations du débit de ventilation.

Lorsque la ventilation naturelle ne permet pas à elle seule de satisfaire aux exigences de ventilation, il faut envisager d'autres systèmes de ventilation, comme les systèmes de

²⁶ Ventilation naturelle pour lutter contre les infections en milieu de soins, Ed. Organisation mondiale de la santé, 2010, page page 19

ventilation naturelle hybride (ou mixte) et, si cela ne suffit pas, avoir recours à la ventilation mécanique.

2-4-2 Ventilation naturelle

2-4-2-1 Systèmes de ventilation naturelle²⁷

Il existe quatre modes de conception des systèmes de ventilation naturelle :

- **Flux traversant (pas de couloir)**

Le système de ventilation naturelle le plus simple, ne comportant aucun obstacle entre l'entrée et la sortie du vent dominant (avec des fenêtres de taille et de géométrie similaires ouvertes sur des façades opposées du bâtiment) ;

- **Tour à vent (système de captage/extraction)**

Le côté de la tour en pression positive a une fonction de captage de l'air et le côté en pression négative une fonction d'extraction ;

- **Cheminée (tirage), extraction simple**

Cheminée verticale partant de chaque pièce, sans aucune interconnexion, et sortant en toiture ; ce système assure un mouvement de l'air fondé sur les gradients de densité ;

- **Cheminée (tirage), atrium solaire**

large cheminée chauffée par le rayonnement solaire, qui induit un mouvement d'air dû aux gradients de densité (de température) ; en l'absence de rayonnement solaire, l'atrium n'assure qu'une ventilation minimale.

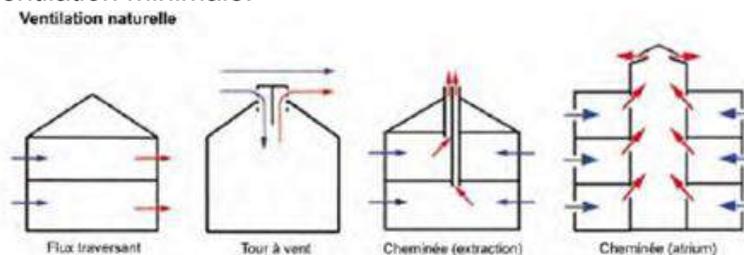


Figure 9 Systèmes de ventilation naturelle

2-4-3 Atrium

2-4-3-1 Définition et principe de fonctionnement

Un atrium ou une cheminée peut contribuer à optimiser le potentiel d'utilisation de la ventilation naturelle. Dans un système de ventilation naturelle à atrium ou cheminée, l'atrium ou la cheminée peut être disposé latéralement ou centralement, selon la position relative des chambres et de l'atrium ou de la cheminée. L'air extérieur est aspiré dans les chambres par les fenêtres, sous l'effet du tirage (effet cheminée). Après dilution de l'air contaminé de la chambre, l'air chaud et pollué converge vers l'atrium ou la cheminée et s'évacue par les ouvertures en partie haute. L'applicabilité de ce type de conception dépend principalement de la hauteur de la cheminée, de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur et de ses interactions avec les conditions générales de vent. Ce mode de ventilation peut être combiné à des registres de régulation actionnés par un moteur et des capteurs de pression qui permettent de réguler les flux d'air et de pallier certaines des insuffisances de la ventilation naturelle.

²⁷ Ventilation naturelle pour lutter contre les infections en milieu de soins, Ed. Organisation mondiale de la santé, 2010, page page 33

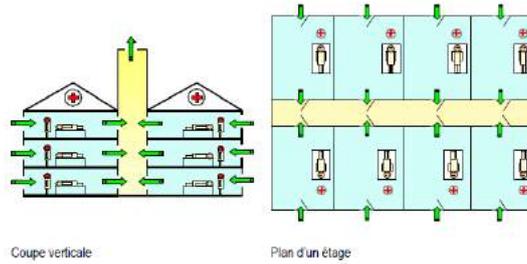


Figure 10 ventilation par tirage thermique dans un atrium

Tableau 5.1 Applicabilité potentielle des systèmes de ventilation naturelle en conditions idéales (consensus résultant d'une revue systématique de l'OMS)

Climat	Ventilation naturelle				Ventilation hybride (mixte)	Ventilation mécanique
	Couloir latéral	Cheminée/ atrium	Cour			
			Couloir extérieur	Couloir intérieur		
Chaud et humide	★★	★	★★	★★	★	★★★★
Chaud et sec	★★★★	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
Tempéré	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
Froid	★	★★	★	★	★	★★★★

Attention : la réalisation n'est pas toujours à la hauteur du potentiel théorique, et un soin tout particulier doit être accordé à la conception de tout système de ventilation, dans le contexte difficile des établissements de soins présentant ou pouvant présenter des risques liés à la présence d'agents infectieux aéroportés.

Tableau 1 recommandation de l'OMS de types de ventilations par rapport au climat

- Note: L'Algérie est un pays avec un climat tempéré. A travers les résultats du tableau, nous concluons que l'atrium est un choix idéal pour la ventilation naturelle.

2-4-3-2 Configuration de l'atrium

On distingue deux stratégies différentes d'organisation : ²⁸

- Un atrium est créé "en recouvrant d'une verrière l'espace séparant 2 bâtiments". C'est donc un espace protégé, tampon thermique par rapport à l'extérieur.
- Un atrium est créé "en ouvrant le cœur d'un large bâtiment". Sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché.

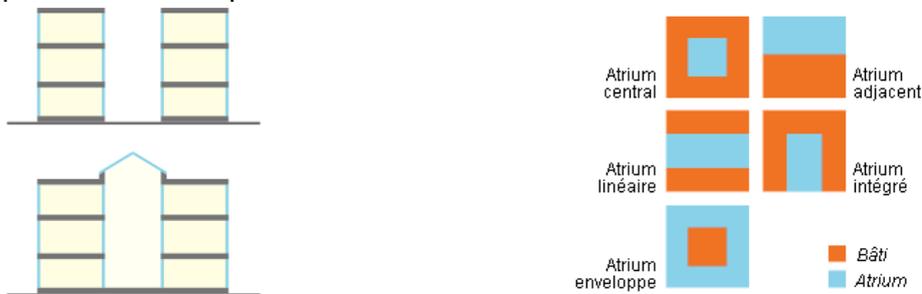


Figure 11 Configuration d'un atrium

²⁸ Cas particulier, La conception d'un atrium, www.energieplus-lesite.be

Dans les deux cas, c'est un espace convivial, nœud de communication au sein du bâtiment. En raison de ses dimensions et particularités, l'atrium est l'espace-référence de la composition architecturale autour duquel s'articulent les autres parties du bâtiment.

Thermiquement, un espace tampon est créé : un espace dont la température est à l'équilibre entre la température extérieure et celle du bâtiment.

Assurément, les déperditions du bâtiment sont diminuées en hiver (si l'atrium n'est pas chauffé) mais, simultanément, différents équilibres sont modifiés : la ventilation des locaux adjacents est perturbée, la charge de refroidissement d'été de ces locaux augmente puisqu'un effet de serre est créé dans le patio, ... si bien qu'une évaluation plus fine doit être réalisée pour déduire si le bilan énergétique annuel global est positif ou non.

Généralement, le maître d'ouvrage souhaite "exploiter" cet espace fort coûteux et demande alors le conditionnement de l'air de l'atrium. L'atrium prend alors le véritable statut d'espace intérieur. Mais les parois vitrées génèrent une consommation énergétique très élevée, de refroidissement en été et de chauffage en hiver. Il est donc indispensable d'établir clairement, dès l'avant-projet.

2-4-3-3 Choix de la ventilation

La présence de l'atrium modifie l'organisation de la ventilation du bâtiment. Les mouvements d'air dépendront de la saison et de l'effet recherché. ²⁹

- **En hiver**
- En hiver, l'air de l'atrium est sensiblement plus chaud que l'air extérieur. Si la prise d'air est réalisée dans l'atrium, un préchauffage de l'air neuf hygiénique des locaux est réalisé. En quelque sorte, c'est la chaleur du bâtiment lui-même qui est recyclée. L'intérêt est renforcé en période ensoleillée puisque tout l'atrium sert alors de capteur solaire. Malgré tout, le placement de la prise d'air neuf dans l'atrium mérite d'être étudié, tout particulièrement dans les bâtiments où les taux de renouvellement d'air souhaités sont très élevés (laboratoires, salles de spectacles, ...). Cette technique influence le concept architectural et doit être prise en compte dès l'esquisse, en étroite collaboration avec le bureau d'études.

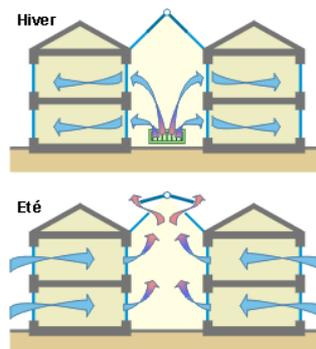


Figure 12 Comportement du vent dans un atrium en hiver et en été

²⁹ Cas particulier, La conception d'un atrium, www.energieplus-lesite.be

- **En été**

En été, nous pouvons tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium. Lorsqu'il fait très chaud cette thermo-circulation peut être maintenue de nuit afin de refroidir les structures comprises dans l'atrium. Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture (afin de tirer profit de l'effet de cheminée) :

- Des ouvertures protégées (grilles, etc.) seront aménagées dans la partie inférieure de l'atrium (impostes des portes d'entrée, par exemple).
- La partie ouvrante du toit représentera de 6 à 10 % de la surface du toit. Pour des atriums de grande taille, on adoptera des systèmes automatiques d'ouverture et de fermeture des ouvrants. .

2-5 Ventilation et vents

La circulation du vent à l'intérieur du logement est assurée par une différence de pression découlant de l'impact du bâtiment dans l'écoulement du vent : la façade exposée au vent sera ainsi en surpression et comportera l'entrée d'air neuf alors que la façade protégée sera en dépression permettant d'évacuer l'air vicié. Cette explication fonctionne en théorie car les nombreux obstacles qui peuvent se situer dans le contexte environnant du projet peuvent venir perturber l'écoulement du vent et créer des zones de surpression ou de dépression là où on ne les attend pas. ³⁰

2-5-1 Cas de ventilation par l'écoulement du vent

2-5-1-1 Ventilation mono-exposée

C'est le cas où il y a des ouvertures que d'un seul côté, généralement une seule façade de l'espace à ventiler, tandis que l'autre côté est cloisonné et sans ouvrants.

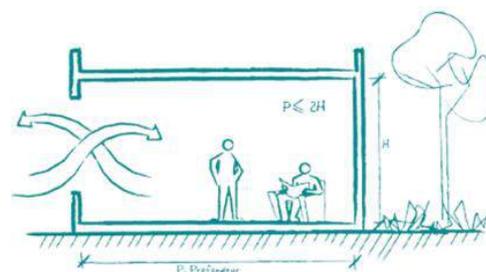


Figure 13 Ventilation mono exposée

2-5-1-2 Ventilation par deux ouvertures en façade

Il est également possible d'avoir une ventilation mono-exposée avec deux ouvertures placées à une hauteur différente. Dans ce cas, le tirage thermique est renforcé, car il y a une séparation physique entre l'entrée et la sortie d'air, ce qui facilite la mise en place du débit d'air.

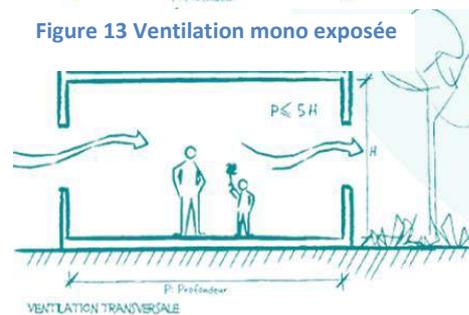


Figure 14 ventilation traversant

³⁰ Guide Bio-Tech, Ventilation naturelle et mécanique, ed. Arene, Ile de France, 2008, pages 59

2-5-2 Comportement du vent par rapport aux ouvertures ³¹

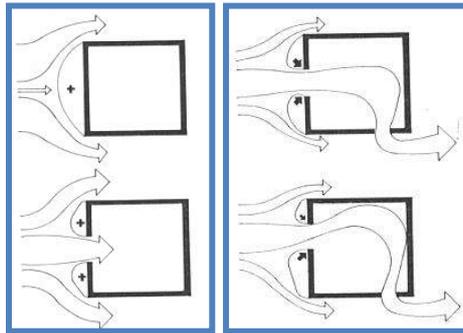


Figure 15 orientation des ouvertures par rapport au vent

Si la dimension de l'entrée est plus grande que la sortie, la vitesse du vent est réduite; à l'inverse, si l'entrée est plus petite, la vitesse de sortie du vent est augmentée.

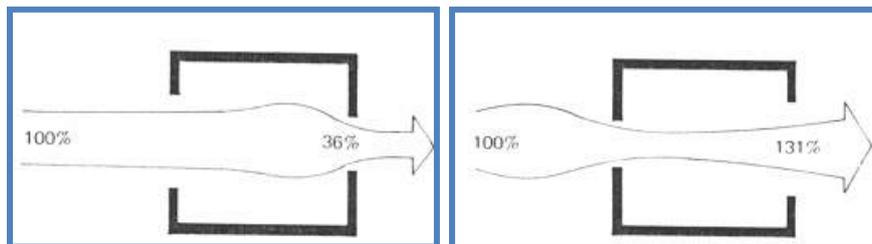


Figure 16 Comportement du vent par rapport aux dimensions des fenêtres

- **Conclusion**

La recherche thématique et l'analyse des exemples dans ce chapitre vont nous permettre de faire la programmation de notre polyclinique, car c'est la clé de la réussite de tout projet.

Le bon fonctionnement de la polyclinique ne dépend pas seulement du respect des normes ergonomiques, mais un renouvellement d'air minimum est nécessaire dans les espaces hospitaliers pour parvenir au confort des usagers afin de préserver leur santé.

Dans ce chapitre nous avons aussi abordé les principes et les stratégies de l'architecture bioclimatique, qui se base sur une bonne connaissance des données climatiques et environnementales du site, c'est pour cette raison que nous allons commencer le prochain chapitre par l'analyse de notre site d'intervention.

³¹ CHATELET, A. et alii, Architecture Climatique une contribution au développement durable Tome 2, Edition EdiSud, 1998, 159 p. / depuis l'ENSA Grenoble

CHAPITRE 3 : LE PROJET

Chapitre III : Projet

Dans le présent chapitre, nous allons commencer par une analyse du site d'intervention qui est situé à Koléa en se basant sur les données climatiques et environnementales, afin de se protéger du climat et de profiter des ressources naturelles pour économiser l'énergie utilisée dans le chauffage, éclairage, et ventilation. ainsi que la réduction de l'impact de la polyclinique sur son environnement.

En deuxième lieu, nous allons présenter les différentes étapes suivies dans la conception de notre projet (organisation fonctionnelle et spatiale, genèse de la forme), décrire le projet par niveau et présenter les différents dispositifs bioclimatiques (passifs et actifs) utilisés dans le projet en suivant la démarche HQE .

Enfin nous allons montrer l'efficacité de la ventilation naturelle dans notre projet à travers une simulation faite à l'aide du logiciel Autodesk Flow Design

3-1 Analyse du site

3-1-1 Situation du site

- **A l'échelle territoriale**

Notre site se situe dans la région Nord de l'Algérie , au nord est de la wilaya de Tipaza à 85km de la capitale Alger.



Catre 1 Catre du nord d'Algérie [GoogleMaps]

- **A l'échelle de la ville**

Notre site se situe au nord ouest de la commune de Koléa à 4km du chef lieu .

Koléa est délimité géographiquement par :

- La commune de au nord ; (Wilaya d'Alger)
- La commune de beni Khelil à l'Est ;
- La commune de Chaiba à l'Ouest ;
- La commune de Oued El Alleuig au sud (Wilaya de Blida) .



Catre 2 Carte de la ville de Koléa [GoogleMaps]

- **A l'échelle du quartier**

Notre site d'intervention se situe dans un milieu urbain dense, on peut y accéder à partir de la voie qui mène vers la route nationale n°69 à l'est, ou par la voie qui mène à la voie d'évitement par l'ouest, ainsi que des voies inter-quartiers et des route tertiaires .



35

Catre 3 Délimitation du site d'intervention

Limites du terrain :

Notre site d'intervention est délimité des quatre cotés par des voies : Voie principale par l'est, voie secondaire au sud, et une voie tertiaire à l'ouest.

3-1-2 Evolution historique de la ville

La ville de Koléa est une ville ancienne, Notre site appartient à la nouvelle extension de la ville réalisée après l'Indépendance

L'histoire de la ville commence en 1550 par sa fondation par Hassan Ben Khair-Eddine. La ville a connu une colonisation française en 1838. Les français l'ont créée officiellement en 1840 avec une superficie de 197Ha.

Après l'indépendance, la superficie de la ville a été ramenée à 617Ha. L'attribution de la superficie actuelle de la ville, estimée à 3732Ha a été publiée dans le journal officiel en 1984.

3-1-3 Environnement socio-économique

D'après le dernier recensement réalisé en 2008 (RGPH2008), la commune de Koléa est occupée par 54 401 habitants avec une densité urbaine de 1420 habitant / Km² concentrée à 85% en chef lieu de la commune. La population de la commune est une population jeune avec plus de 51% âgés entre 20 et 60 ans .

Les activités urbaines au niveau de notre zone d'intervention sont concertées dans le domaine du commerce et des activités administratives.

3-1-4 Environnement naturel

- **Climat à l'échelle macro et micro :**

Le climat de Koléa est dit tempéré méditerranéen, la température moyenne annuelle à Koléa est de 18.2°C; Août est le mois le plus chaud de l'année, la température moyenne est de 26.8°C à cette période. Janvier est le mois le plus froid de l'année avec une température moyenne de 11.3°C

Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 603,3 mm .

Les vents dominants sont de direction Nord et Nord-est. Ils sont généralement faibles et modérés. Le sirocco se manifeste avec 6 jours par an en moyenne.

Température													
	Annuel	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
°C	18,2	11,3	12.1	13.3	15.3	18.8	22.7	26.4	26.8	24.1	19.8	15.3	12

Humidité relative													
	Annuel	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
%	68.4	72.6	70.6	69.7	68.2	66.8	63.8	61.4	64.3	68	70.2	71.6	73.2

Précipitations													
	Annuel	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
mm	603.3	86.3	77.8	62.2	60.8	31.8	12.5	0.7	4.3	26.9	70.3	77.2	92.5

Vitesse des vents													
	Annuel	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Km/h	8.6	8.3	9.4	9.7	9.4	9	9	8.6	9	7.2	7.9	7.9	8.3

Ensoleillement													
	Annuel	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
H/jour	7,6	5	6	7	8	9	10	11	10	9	7	5	5
MJ/m ²	18.1	9.4	12.8	17.5	22.1	24.7	27.5	27.4	24.4	19.6	14.3	9.7	8.2

Tableau 2 Données météorologique de la zone d'intervention

- **Simulation du cycle annuel d'ombrage**

La simulation du cycle annuel d'ombrage est un outil qui permet de faire un zoning sur notre site d'intervention pour avoir une idée sur les zones à fort ombrage , faible ombrage et les zones ensoleillées sur toute l'année .

Nous avons utilisée le logiciel Google Sketch up, qui est un outil de modélisation 3D. Ce logiciel permet de visualiser très exactement la position des ombres portées sur le site à une date et une heure données grâce au diagramme solaire. Pour cela nous avons entré les coordonnées géographiques du site et lancer la simulation.

- **Résultats**



Tableau 3 Simulation d'ombrage

- **Synthèse de la simulation d'ombrage**

Nous notons la présence de zone à fort ombrage pendant toute l'année ainsi qu'une zone à faible ombrage.

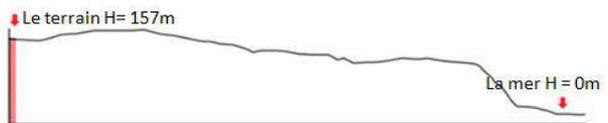
Nous notons aussi une zone surexposée au rayons solaires pendant tout l'année .



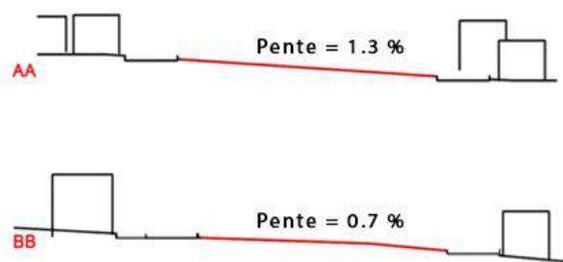
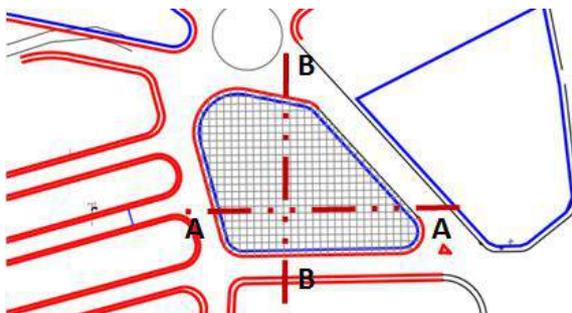
Figure 17 Synthèse de la simulation d'ombrage

- **Morphologie du site**

Notre site a une forme trapézoïdale. Il a une superficie de 1818m². Le site se situe à 157m de la surface de la mer, il est en légère pente de 1% dans son extrémité. Le site d'intervention est de type P2 , c'est à dire composé de grés et de sable et correspond à la zone des dunes consolidées.



Coupe 1 Coupe schématique à l'échelle territoriale



Coupe 2 Coupe schématique à l'échelle du terrain

- **Couverture végétale**

Notre site se situe dans un milieu urbain très dense, on remarque un manque dans la couverture végétale , à l'exception de quelques arbres plantés comme éléments ponctuels sans formation distincte .

Numéro	N°1	N°2	N°3
Illustration			
Nom	Platane	Olivier	Eucalyptus
Type de feuillage	Persistant	Persistant	Persistant

Figure 18 Végétation existante sur le terrain d'intervention

- **Synthèse de l'environnement naturel**

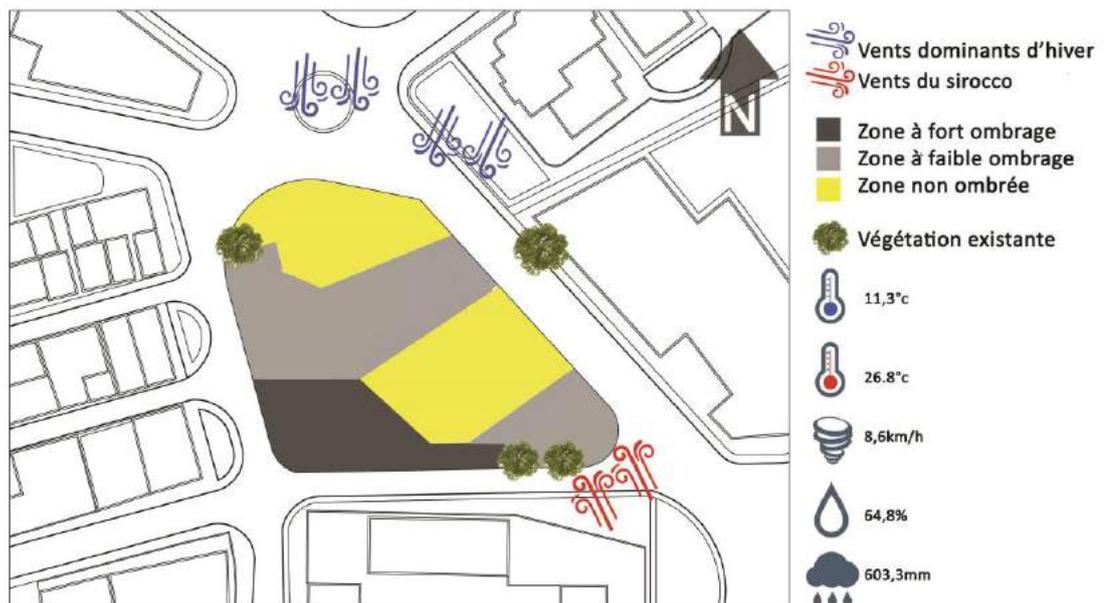


Figure 19 Synthèse de l'environnement naturel du site d'intervention

3-1-5 Environnement construit

- **Système viaire** : Le système viaire dans notre zone d'intervention est d'une géométrie arborescente en résille . Nous distinguons trois types de voies dans l'environnement de notre zone d'intervention.

Selon la largeur et la fréquentation des voies, nous les avons classé comme suit :

- 1- Voie principale avec une largeur de 8 mètres;
- 2- Voie secondaire avec une largeur de 6 mètres;
- 3- Voie tertiaire avec une largeur de 4 mètres .

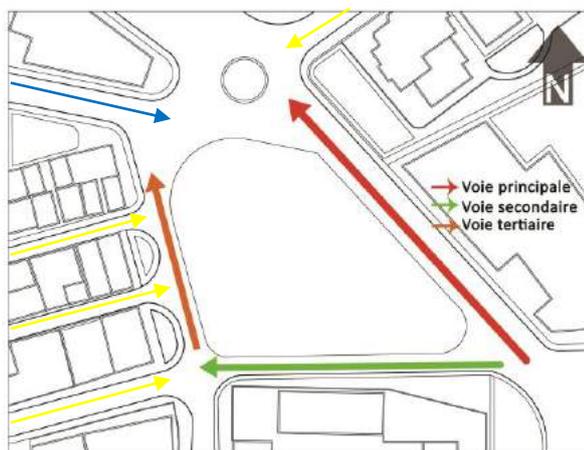


Figure 20 Système viaire du site d'intervention

- **Système bâti** : l'environnement de notre site d'intervention a une vocation résidentielle, nous notons la présence de quelques équipements de service projetés par le plan d'occupation dont notre projet.

Il existe deux formes urbaines sur notre zone d'intervention ; la première concerne l'habitat collectif qui s'organise en îlot avec des gabarits qui varient entre R+4 et R+8 . La deuxième forme concerne l'habitat individuel (entre le tissu ancien et la nouveau tissu), ces tissus sont denses et compacts avec des gabarits qui ne dépassent pas les R+2



Figure 21 Système bâti du site d'intervention

- **Mobilité:** Le mode de déplacement vers notre site se fait généralement par voiture ou a pieds , par les ruelles entre les cités . l'arrêt de bus la plus proche est à 800m de notre site , l'équivalent de 11 minutes de marche .

• **Vue et ambiances urbaine**

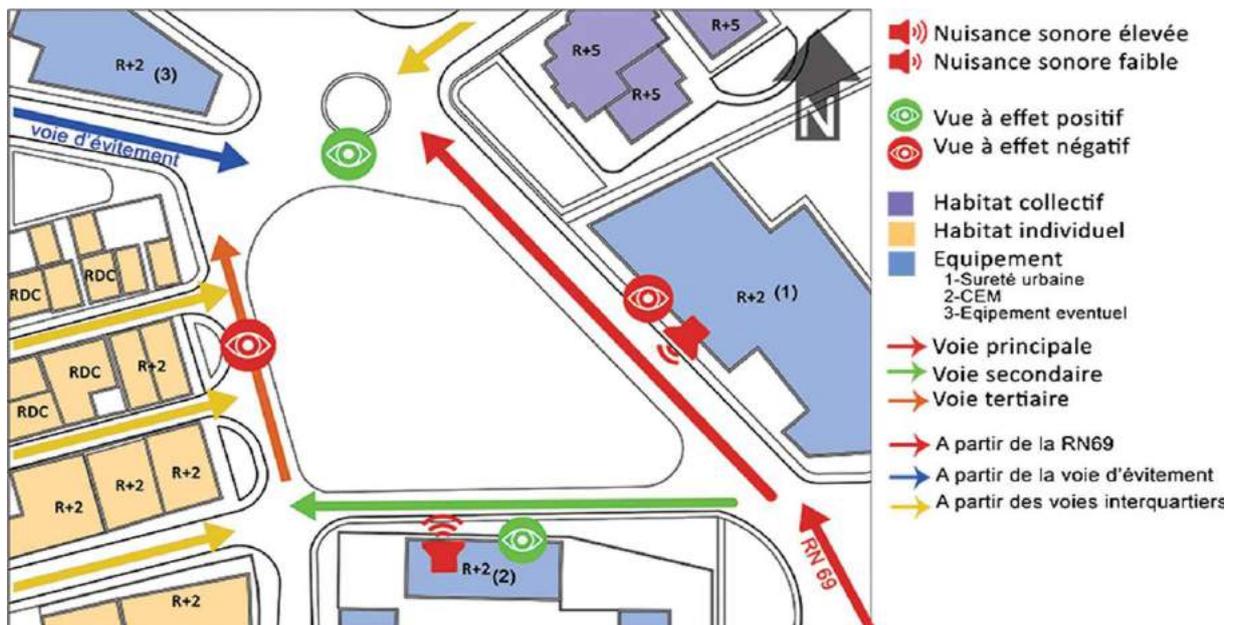
Vues à effet positif		l'altitude du terrain par rapport au reste du quartier qui crée un effet d'isolement
Vues à effet négatif		Les déchets présents sur le terrain et le passage de la ligne électrique temporaire

Figure 23 Vues depuis le site d'intervention

Ambiance sonores		
	Les voitures émettent des nuisances sonores	Le CEM émette des nuisances sonores séparées pendant la journée 8h 10h 12h 15h30
Ambiances lumineuses		
	Insuffisance des poteaux d'éclairage nocturne	

Figure 22 Ambiances sur le site d'intervention

• **Synthèse**



24 Synthèse de l'environnement construit du site d'intervention Figure

- **Synthèse**

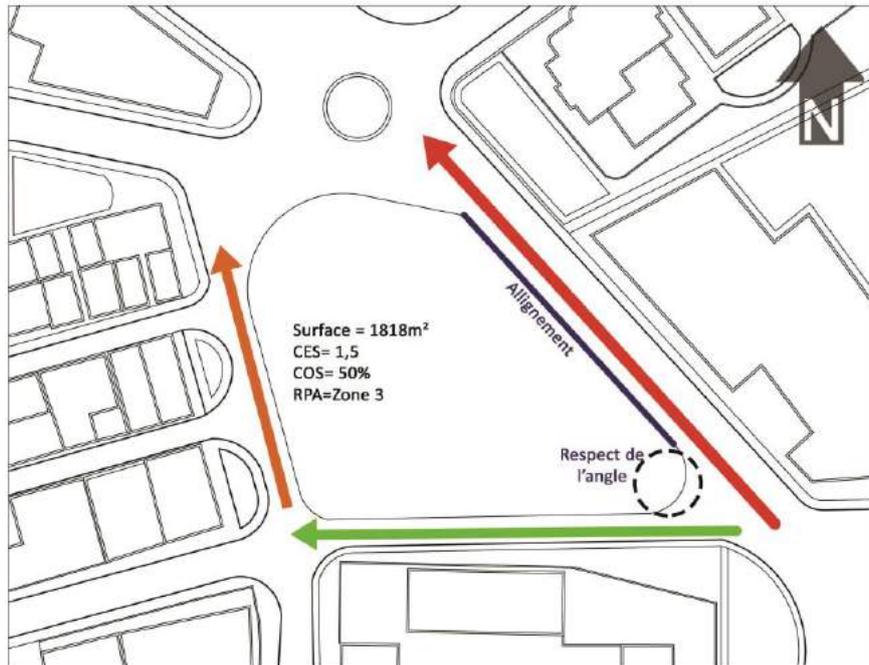


Figure 25 Synthèse de l'environnement réglementaire du site d'intervention

3-1-7 Potentialités bioclimatiques

3-1-7-1 Diagramme de Givoni

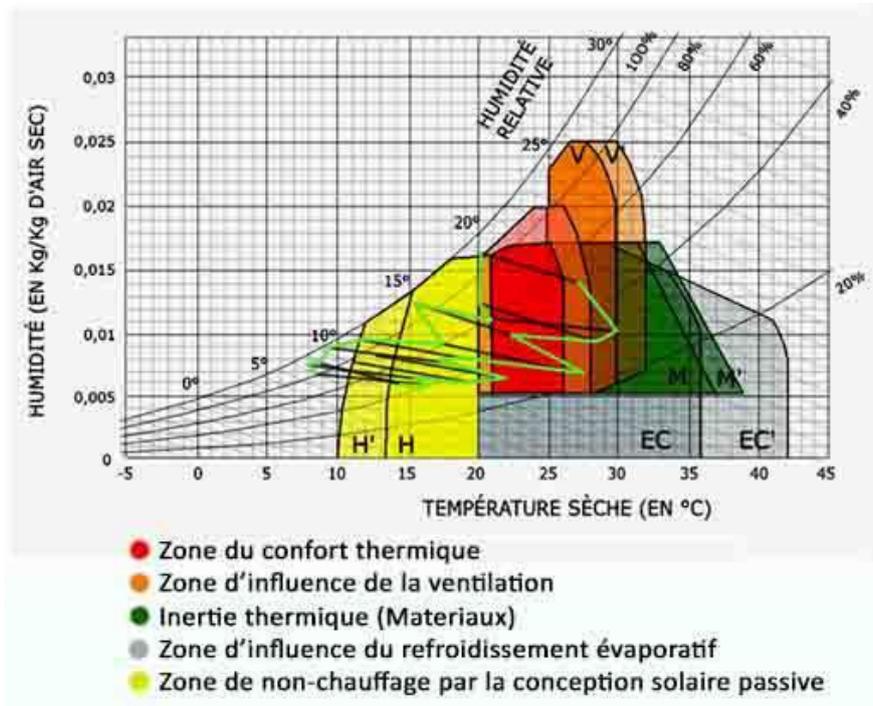


Figure 26 Diagramme bioclimatique de Givoni du site d'intervention

- **interprétation**

- **Zone de confort:** La température varie entre 20,2°C et 25,7°C et une humidité relative entre 30% et 80% (entre avril et juillet)
- **Zone de sous-chauffe :** La température est inférieure à 18°C entre 7,6°C et 17,3°C; Avec une humidité relative de 46% à 95% ; (entre Octobre et Avril)
- **Zone de surchauffe:** La température peut atteindre les 28°C et une humidité relative élevée de plus de 60% (entre Juillet et Octobre)

- **Recommandation**

1. **Période de sous-chauffe**

- **Protéger** le projet architectural des vents indésirables par le renforcement de la couverture végétale.
- **Orienter** les bâtiments de manière à avoir le maximum d'apport solaire toute la journée (l'orientation sud).
- Prévoir des **ouvertures** orientées sud avec une surface de captage du soleil doit être compris entre 0.11 à 0.25 m² pour un mètre carré de la surface planché.
- Avoir recours au **chauffage actif** par des capteurs solaire.
- Avoir recours au **chauffage passif** par le principe de gain de soleil, direct par effet de serre ou indirect par les murs accumulateurs.

2. **Période de surchauffe**

- Prévoir des matériaux à forte inertie thermique pour stocker la fraîcheur de la nuit et atténuer les fluctuations de température en été.
- Prévoir un bon dimensionnement des ouvertures, ainsi que des brise-soleils afin d'éviter les surchauffe en été.
- Prévoir un renouvellement d'air par des systèmes de ventilation naturelle qui consiste à dégager l'air chaud vers l'extérieur et laisser pénétrer l'air frais par la jeu des différences de pression.

- **Synthèse générale**



Figure 27 Synthèse générale du site d'intervention

3-2 Aspects conceptuel du projet

3-2-1 Organisation fonctionnelle et spatial

3-2-1-1 Exigences spatiales et fonctionnelles ^{32_33_34_35}

La programmation architecturale est une étape cruciale pour le bon fonctionnement du bâtiment, elle comporte des normes et des exigences qu'il faut suivre car ce sont des résultantes de plusieurs travaux de recherches.

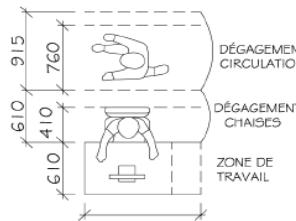
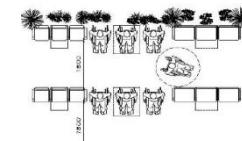
Vu le manque de la recherche ergonomique et les normes spatiales et fonctionnelles en Algérie, nous allons travailler avec des normes Québécoises tirées des manuels de programmation architecturale des établissements sanitaires.

³² Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-02W, unité des cliniques externes, Québec, 33p

³³ Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-03W, unité de médecine du jour, Québec, 32p

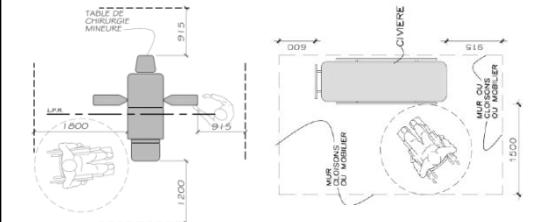
³⁴ Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-04W, Unité de soins de courte durée, Québec, 49p.

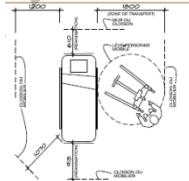
³⁵ Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-05W, unité de laboratoire de biologie, Québec, 112p

Accueil			
Fonctions	Activités	Espaces	Exigences
Réception Orientation	Enregistrer et Orienter les patients	Poste d'accueil	5,5 m ² /pers.
Formalités	Archiver - organiser Inscrire	Salle d'archive Bureau des entrées	Dégagement minimal autour du poste de travail : profondeur : position assise : 610 mm position debout : 460 mm une chaise : de 410 à 610 mm la circulation : de 760 à 915 mm 
Attente	Attendre - patienter	Aire d'attente	-Assurer la circulation ratio minimal de 1,5 m ² à 1,7 m ² /per -Assurer un apport d'éclairage naturel et une vue sur l'extérieur. -Protéger des regards la clientèle en chemise d'hôpital de même que celle sur civière. Envisager la possibilité de diffuser de la musique d'ambiance. -Prévoir des fauteuils munis d'appui-bras, répartis uniformément pour la clientèle obèse. 

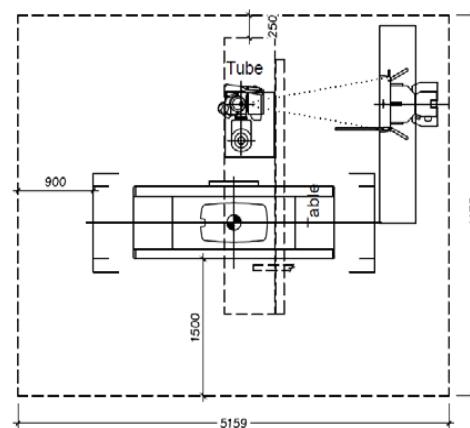
Formalités administratives			
Fonctions	Activités	Espaces	Exigences
Direction	Diriger - gérer	Bureau de directeur	Disponibilité pendant toutes les heures de travail
Secrétariat	Assister	Bureau de secrétaire	
Réunion	Se réunir - organiser	Salle de réunion	10,0 m ² en considérant un ratio de 2 m ² /personne.
Gestion médicale	Espace personnel	Bureau des médecins	11.0 m ² 2,5 m ² /pers. 3,0 m ² /pers.
	Se soulager Prendre sa toilette	Sanitaire	Superficie minimale de 3,5 m ² (universelle) ou 4,5 m ² Assurer l'intimité en positionnant la porte de la salle de toilettes de façon à ce qu'elle ne s'ouvre pas sur un lieu public Prévoir des barres d'appui rétractables Prévoir que 3 personnes puissent se trouver dans la salle de toilettes en même temps pour la clientèle gériatrique.

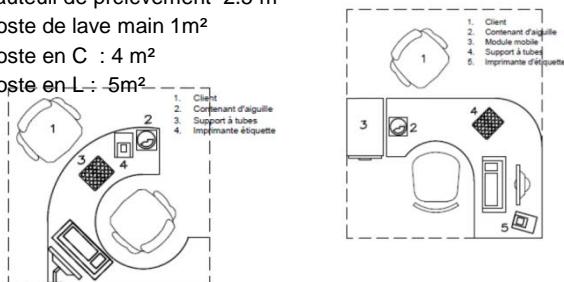
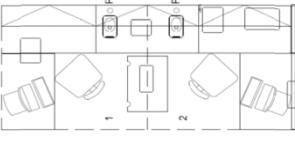
Urgence médico-chirurgicale			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Premiers soins médicaux et chirurgicaux - Injections - Pansements	salle de chirurgie mineurs	Soigner	Superficie minimale de 18,0 m ² Renouvellement d'air de 18 a 25 m3/h Orientation du NORD-OUEST à NORD-EST Électricité - Prévoir les exigences suivantes : - éclairage contrôlé avec gradateur ; - prise de courant pour usage général pour chaque espaces de traitements;
Consultation générale	Salle d'examen	Consulter -traiter - examiner	10m ² à 12 m ² ou 3,5 m ² / fauteuil (Prévoir un PLM (prise de lave mains) Limiter les surfaces horizontales fixes. Séparer le matériel propre du matériel souillé.
Observation	Hospitalisation du jour	observer l'état des patients	Chambre 1 lit 16m ² Chambre 2 lits 22m ² Chambre 4 lits 44m ² Limiter les surfaces horizontales fixes. Séparer le matériel propre du matériel souillé. Privilégier l'utilisation d'équipements et de mobilier roulants. Prévoir un système d'occultation des fenêtres facilement lavable et démontable rapidement. Prévoir un espace pour mettre les déchets et le matériel souillé, distinct du matériel propre.

Consultation pluridisciplinaire			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Consultations et soins	Salle d'examen	Consulter – soigner – traiter – examiner	3m ² / station - 11,0 m ² salle d'examen 18.0 m ² soin chirurgical largeur minimale libre : 3 750 mm largeur minimale libre du local accueillant une personne pesant plus de 180 kg : 4 050 mm -Dégagement minimal autour de la table de chirurgie : de l'un des côtés (pour permettre les transferts) : 1 500 mm à la tête et aux pieds : 915 mm -Dégagement minimal autour de la table de chirurgie bar iatrique : de l'un des côtés (pour permettre les transferts) : 1 800 mm à la tête : 915 mm aux pieds : 1 200 mm -Prévoir un dégagement pour le travail du personnel d'au moins 915 mm entre la main et toute cloison, mur ou mobilier lorsque le bras doit être étiré en forme de croix. Placer le pied de la table d'examen de façon à ce qu'elle ne soit pas visible de la porte d'accès, notamment lors des examens gynécologiques.
			

Unité d'obstétrique Mère et enfant			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Délivrance	Bloc de délivrance	Accouchement 	15,5 m ² min 2,8 m ² / poupon Limiter les surfaces horizontales fixes; - Séparer le matériel propre du matériel souillé; Favoriser les équipements et les mobiliers roulants Pouvoir contrôler la lumière solaire par un moyen sécuritaire. Permettre un accès rapide au chariot d'urgence et la présence d'au moins 8 personnes en situation d'urgence. Aménager en considérant l'encombrement des services électromécaniques sur un des 2 côtés de la tête du lit.
Toilette	Douche adaptée	Nettoyage – hygiène	Superficie minimale de 8,0 m ² ., ajouter l'espace requis pour le lavabo,, selon les besoins.. Entre lavabo et/ou vanité et douche : 915 mm installer les murets à une hauteur minimale de 760 mm
Consultation	Salle de consultation	Suivre la grossesse	Superficie minimale : 18m²
Surveillance	Salle de surveillance	Surveiller les mères et les nouveaux né	2m ² /pers Table de travail 2,5 m ²
Garde	Salle de repos	Rester vigilant suivre l'état des patients	Min 11.0 m ²
Hospitalisation	Chambre de malades	Se reposer Dépasser la phase critique	Faciliter le retour à l'autonomie du client. Permettre au client de contrôler son environnement Offrir des niveaux d'éclairage appropriés à plusieurs activités. Permettre à une personne alitée de Superficie minimale de 25,0 m²
Toilette	WC	Se soulager Prendre sa toilette	Superficie minimale de 3,5 m ² (universelle) ou 4,5 m ² (spécialisée) D'un côté du cabinet d'aisances : 1 200 mm De l'autre côté du cabinet : -avec un aidant : 620 mm -personne autonome : 285 mm
Hygiène	Utilités propre et souillé	Ranger	Superficie : minimum 9,0 m ² Chariot - 2,5 m ² /chariot y compris une demi-circulation. Comptoir fermé : - Largeur : minimum 1 500 mm. - Évier encastré.

Imagerie médicale			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
	Aire de d'habillage	Se déshabiller pour faciliter le percement des rayons x	Cabine munie d'un rideau lavable 2,0 m²/cabine - Cabine adaptée munie d'un rideau lavable 3,0 m²/cabine - Espace de rangement 3,0 m² / cabine
Echographie	Salle de radio	Passer les rayons x sur la partie centrale du corps	Salle d'échographie diagnostique superficie : 13 m ² ; personnes obèses : 14,5 m ² Chariot de matériel : 2,0 m ² - Ordinateur et clavier : 750 mm - Espace occupé par une personne assise : 900 mm - Espace de circulation en arrière de la chaise : 900 mm Dégagement autour de la civière : 1 500 à 1 800 mm
Contrôle	Salle de télécommande	Contrôler la machine	Poste de contrôle de 1,5 m à 1,8 m équipé d'écrans doubles ou triples ou d'un écran « géant » et dégagement arrière de 600 à 900 mm. Sont inclus : tour, numériseur, ordinateur, clavier et étiqueteuse); S : 3,5 à 4,5 m ² /poste . Poste de contrôle dont l'écran repose sur une section de la table (ouverte) plus basse. Peut s'appliquer à tous les postes où la dimension de l'écran peut bloquer la vue (source : ASSTSAS)
Radiologie	Salle de radiographie	Appliquer les Rayons X	Surface min 25 m ²
Radiographie	Salle de radiographie	Appliquer les rayon X	Aire de radiographie simple équipée de la grille mobile murale et d'un chariot transversal (superficie : 21,5 m ² à l'exclusion du local technique et du poste de contrôle). À cette aire, ajouter celles de l'armoire de rangement, du comptoir et d'autres éléments. La lumière ambiante ne doit pas éblouir les utilisateurs et l'intensité lumineuse doit être réglable - Aucun reflet de fenêtre, de lampe ou de négatoscope ne doit gêner la visualisation des écrans en position normale. - Lorsque des images sont affichées sur des moniteurs, il doit être possible de réduire l'intensité lumineuse ambiante (à 30 lux et, si nécessaire, jusqu'à 1 lux). Permettre de régler l'intensité de l'éclairage ambiant d'une même salle selon les types d'examen. Prévoir des commandes d'intensité d'éclairage (gradateurs) placées dans la salle. Prévoir un éclairage d'appoint pour consulter ou annoter des documents ou pour préparer des médicaments. - Si le local est muni de fenêtres, prévoir des stores opaques et mats.
Développement	Chambre noir Chambre clair	Développer les cassette de la radiographie	7,5 m ² min 3m ² / poste 11.0 m ² bureau du médecin



Laboratoire d'analyse			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Prélèvement	Salle de prélèvement	Prélever les échantillons du sang	11.0 m ² ou Fauteuil de prélèvement 2.5 m ² Poste de lave main 1m ² Poste en C : 4 m ² Poste en L : 5m ² 
Analyse Hématologie Immunologie Biochimie	Poste de travail Salle d'analyse	Analyser les échantillons prélever	2m² à 5 m² / poste 2m² / réfrigérateur 

Pharmacie			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Gestion	Bureau	Gérer l'arrivage et l'utilisation des médicaments	11.0 m ² 2,5 m ² / personne
Stockage	Salle de stockage	Stocker les médicaments	10. m ² et 0,4 m ² / rayon vertical Endroit sec Assurer la sécurité Personnel autoriser seulement

Buanderie			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Lavage Séchage Triage et pliage	Buanderie	Laver le linge sale	Superficie minimale de 8,0 m ² , incluant 2 appareils et 1 comptoir. Prévoir un espace accessible à une personne en fauteuil roulant; lorsque les portes des appareils sont ouvertes, le fauteuil doit pouvoir facilement pivoter et circuler à l'avant de ceux-ci. .2 Prévoir un évier. .3 Prévoir un espace pour déposer et plier les vêtements ainsi que pour une planche à repasser. .4 Prévoir un espace pour suspendre les vêtements à sécher. .5 Privilégier les appareils à chargement frontal.

Cuisine			
Fonctions	Espaces	Activités	Exigences
Stockage	Chambre froide	Stocker les aliments	Assurer un éclairage naturel.
Cuisant	Cuisine	Cuir les aliments	.2 Assurer la visibilité et l'ouverture de cette pièce sur les aires de circulation, tout en offrant la possibilité d'être fermée au besoin. .3 Ilot prothétique fermé - Prévoir une pièce exclusive à celui ci et obligatoirement fermée.
Préparation	Paillasse	Préparer les plats	.4 Prévoir, lors du calcul de la superficie, un nombre de places supérieur au nombre de lits de l'îlot, afin d'intégrer les intervenants à l'activité repas et d'isoler certains usagers.
Manger	Salle à manger	Consommation	.5 Considérer un aménagement avec des tables accueillant au plus 4 personnes et de préférence assises sur les 4 côtés. .6 Prévoir un espace pour stationner les chariots. .7 Prévoir un espace pour une cuisinette ouverte. .8 Aménager les tables de façon à ne pas obstruer la circulation des fauteuils roulants et des chariots. .9 Prévoir 2 portes d'accès. .10 Prévoir des appareils d'éclairage pour le comptoir. .11 Prévoir un dispositif qui permettra de verrouiller les armoires afin d'assurer la sécurité des usagers. .12 Distribution électrique - Cuisinière (standard) - Chariot chauffant (standard) .13 Interrupteur - Prévoir un dispositif de sécurité pour la cuisinière. .14 Chaises - Choisir des chaises munies d'appuie-bras afin d'assurer la sécurité des usagers. .15 Tables - Privilégier les tables de forme carrée, ce qui facilite le positionnement des intervenants lors des interventions d'aide auprès des usagers. - Privilégier des tables munies de tablettes ou à hauteur ajustable.
Superficie : ratio de 3,0 m ² /personne, ajouter les espaces requis pour chariot alimentaire,, cuisinette et autres. .1 À la superficie minimum peut s'ajouter les éléments suivants : - Chariot alimentaire : 2,0 m ² /chariot .2 Largeur libre des portes : minimum 1 100 mm			

3-2-1-2 Organigrammes fonctionnels

Selon les exigences du ministère de la santé algérienne, quelques espaces nécessitent d'être au même niveau (étage) surtout au niveau du RDC, là ou il faut trouver les urgences médico-chirurgicales, le pôle de consultation externe, et l'imagerie médicale (plateau technique) . L'hierarchie des espaces est aussi prise en considération par rapport à la circulation verticale (du public au privé) .

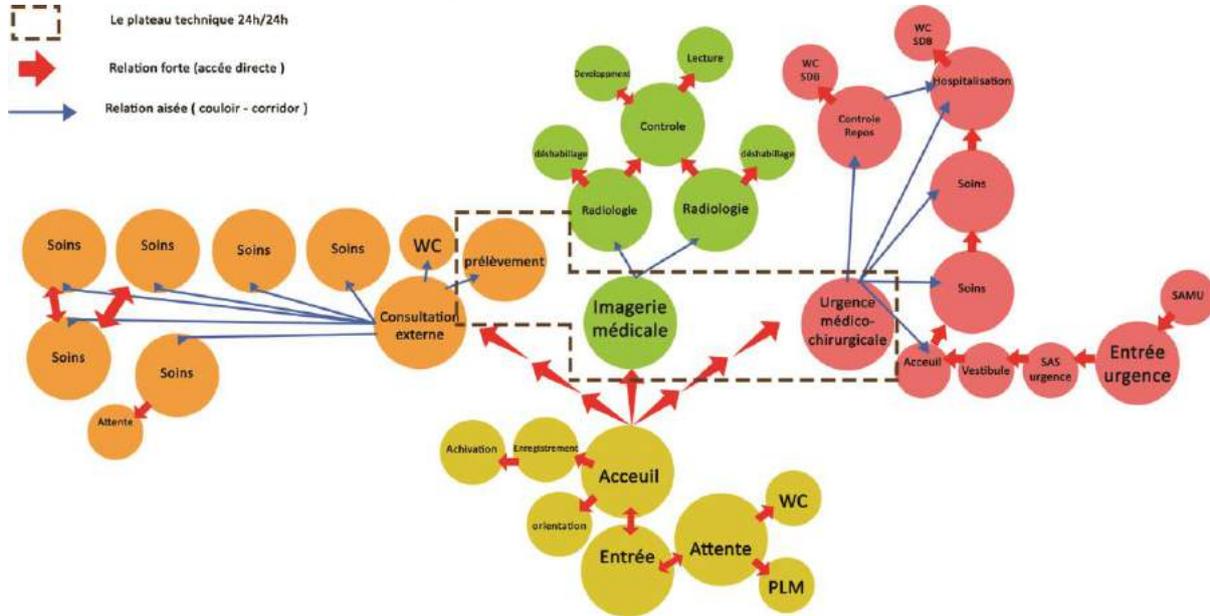


Figure 28 organigramme fonctionnel du RDC

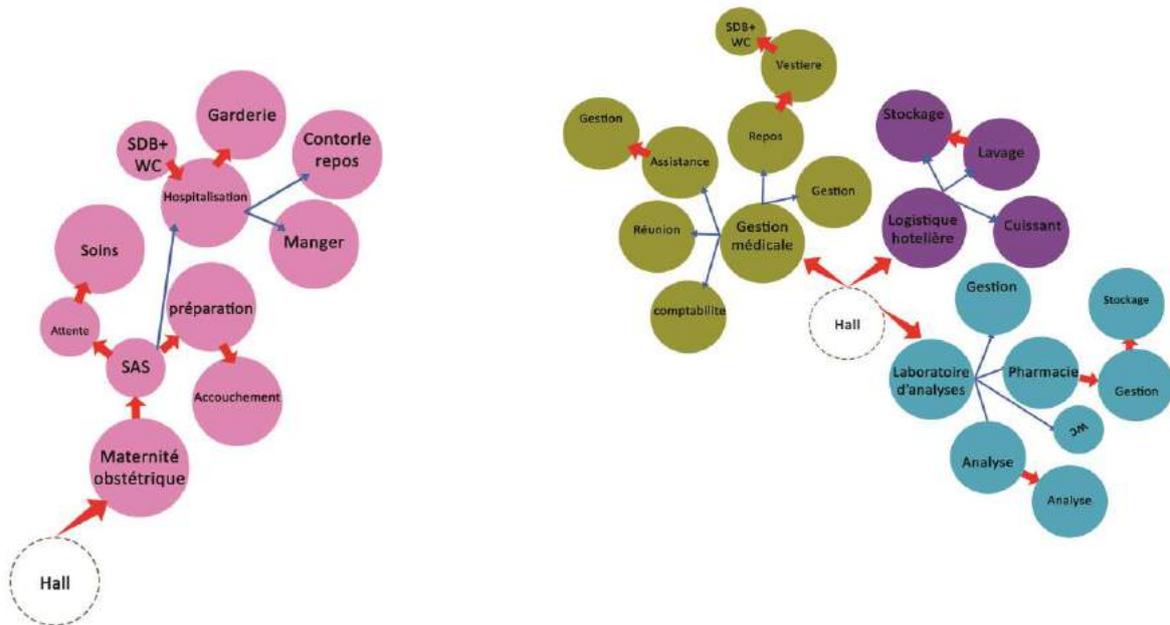


Figure 29 Organigramme fonctionnel du premier étage

Figure 30 Organigramme fonctionnel du deuxième étage

3-2-1-3 Organisation spatiale

- **A l'échelle de l'aménagement**

Selon l'analyse du site réalisée, et la synthèse général de cette dernière. Nous avons proposé l'aménagement suivant de notre assiette d'intervention.

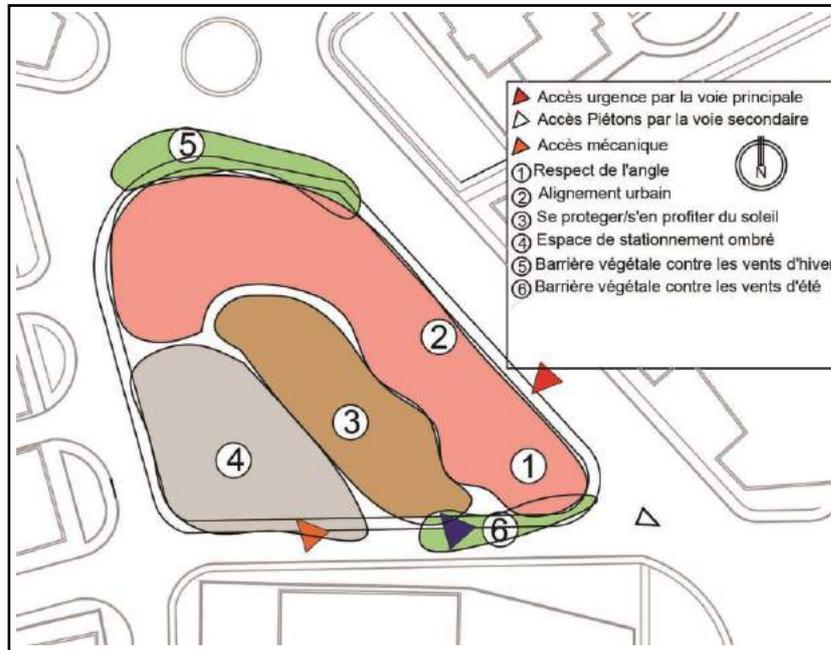


Figure 31 Schéma d'aménagement du projet

- **A l'échelle du bâti**

- 1- Accessibilité**

Plusieurs accès sont mis en place pour gérer le flux et organiser la circulation entre personnel et patients. Un accès séparé des urgences garantit le bon fonctionnement de ce service ainsi qu'un accès pour la livraison et les services liés à la gestion comme la gestion des déchets et la livraison des aliments ... etc.

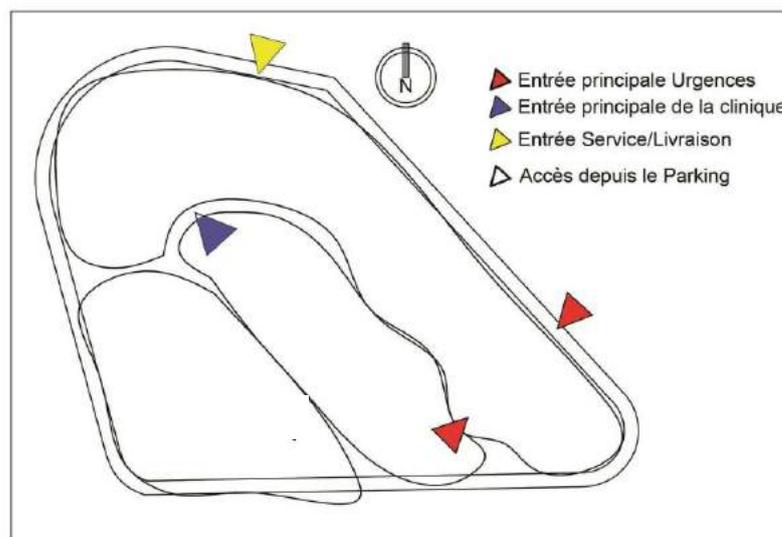
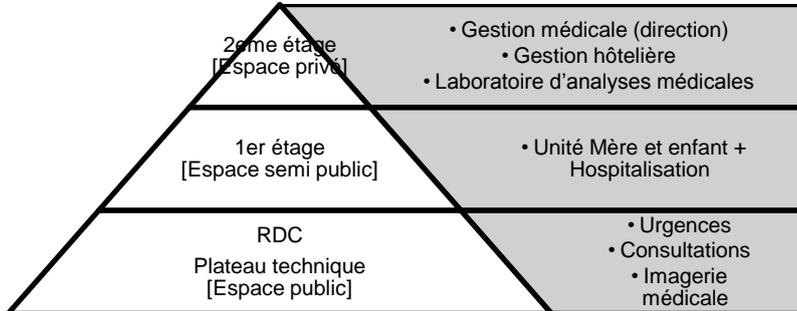


Figure 32 Schéma d'accessibilité du projet

2- Hiérarchisation des grands entités de la polyclinique

Nous avons organisé les espaces de la polyclinique en R+2 selon les exigences du POS, et aussi du public au privé en respectant les exigences du ministère de santé algérienne.



3- Affectation des grandes entités en plan

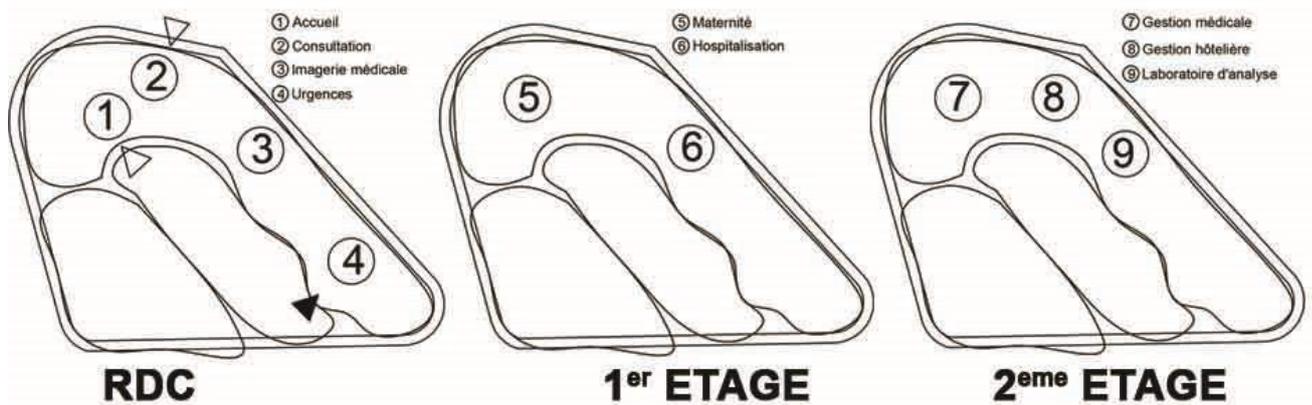


Figure 33 affectation des grandes entités en plan

4- Zonage thermique et espaces tampons

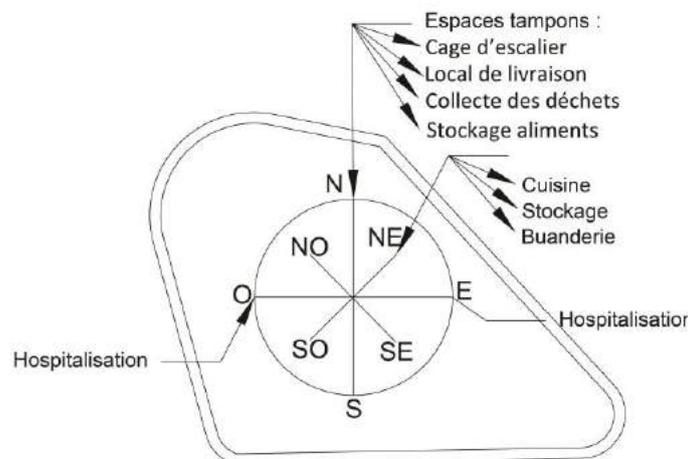


Figure 34 Espaces tampons et zonage thermique

5- Organigrammes spatiaux

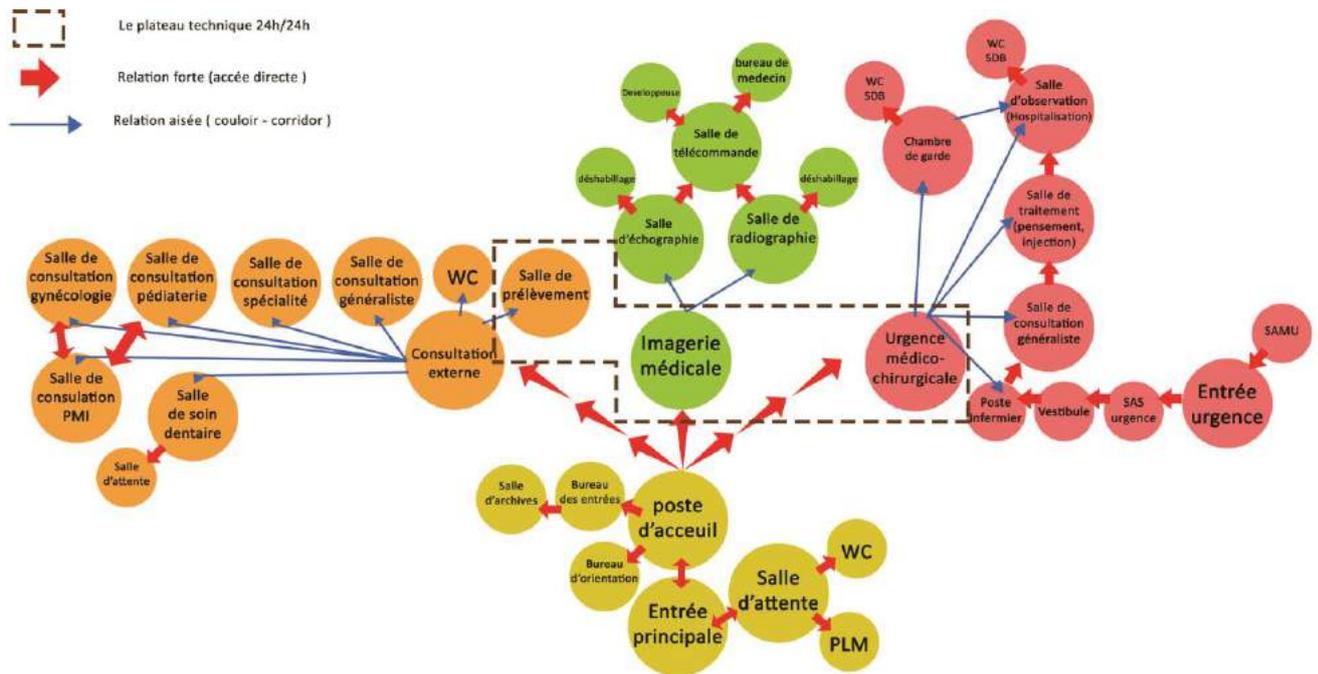


Figure 35 Organigramme spatial du RDC

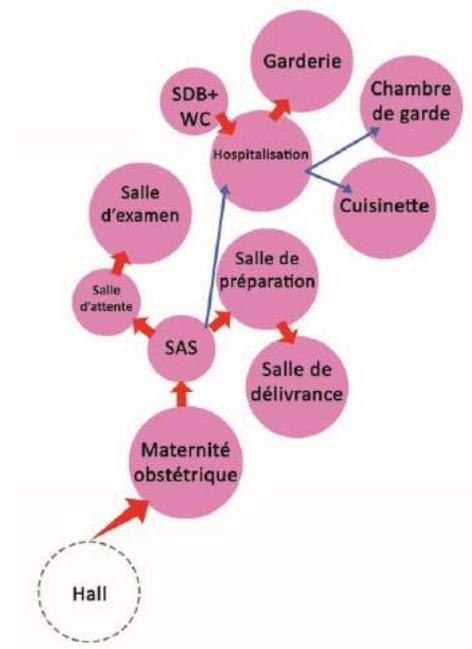


Figure 36 Organigramme spatial du premier étage

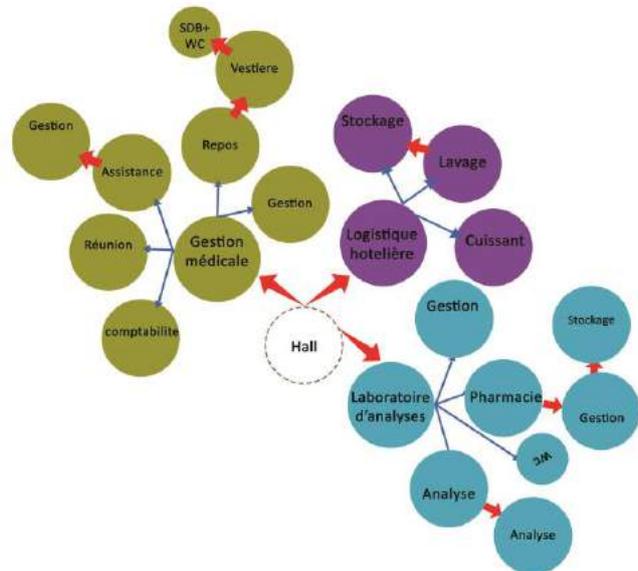


Figure 37 Organigramme spatial du deuxième étage

3-3 Expression architecturale et constructive

3-3-1 Genèse de la forme

Pour des exigences fonctionnelles, nous avons pris un module de base de 10m par 5m, qui se traduit en deux espaces hospitaliers, avec un corridor de 2m, qui va assurer le flux de la circulation dans notre polyclinique

- **Première étape : La trame**

Parmi les exigences dictées par le POS, assurer l'alignement urbain par de voie principale et un traitement d'angle qui va jouer le rôle d'un repère de notre polyclinique. Nous avons dessiné une trame de 10x5 parallèle à l'alignement urbain pour obtenir la première forme du projet (la barre)

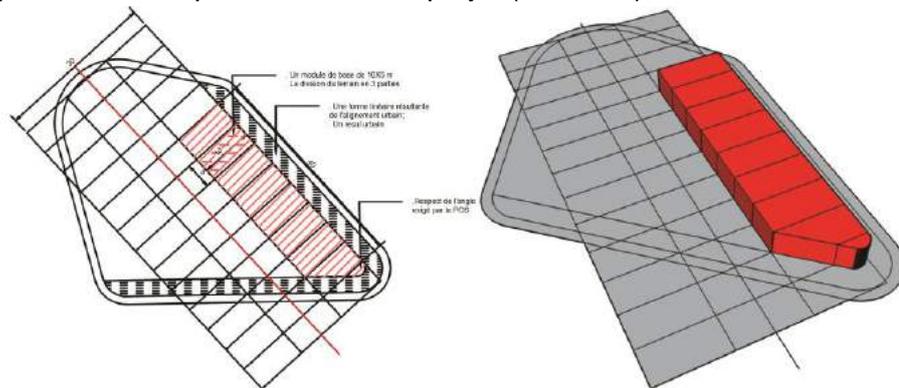


Figure 38 Première étape : La trame

- **Deuxième étape : L'intégration au site**

A travers la synthèse de l'environnement naturel de notre site d'intervention et l'interprétation du diagramme de Givoni. Une forme aérodynamique est nécessaire pour se protéger contre les vents dominants de l'est et du nord-est. Le cercle est la forme géométrique aérodynamique la plus simple et la plus efficace, donc nous avons choisi les extrémités de la première forme, pour définir les rayons des cercles R1, R2. Le centre du cercle est situé sur le prolongement de l'extrémité de la première forme (la barre).

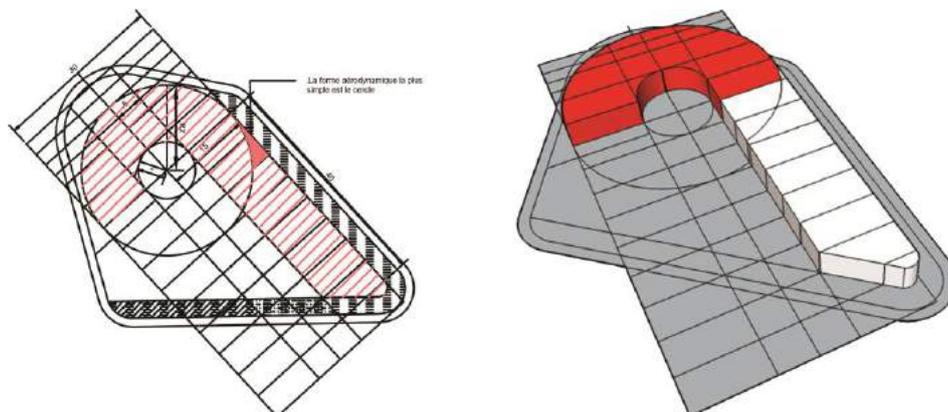


Figure 39 deuxième étape : L'intégration au site

- **Troisième étape : La forme de base**

Pour marquer l'espace de circulation verticale principale du projet , nous avons translatés le cercle du rayon R1 selon l'axe longitudinal de la trame vers le haut (nord) .

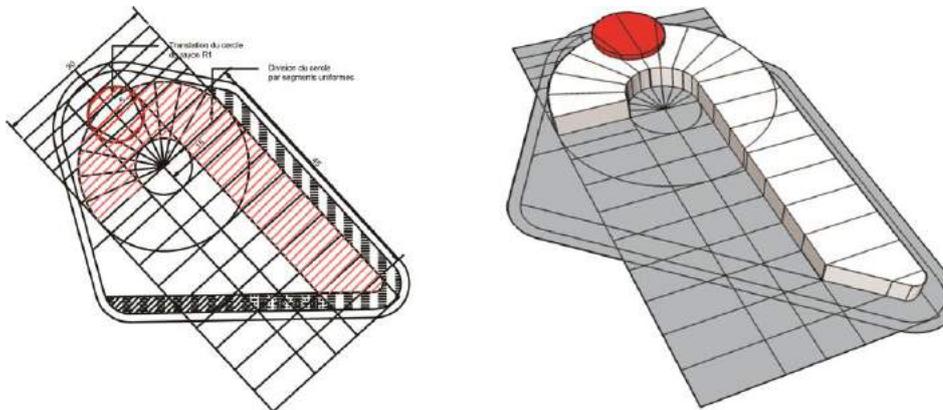


Figure 40 Troisième étape : La forme

- **Quatrième étape : Hiérarchisation des espaces**

La forme de notre polyclinique est aussi générée par des exigences spatiales, tels que la nécessité que les espaces du plateau technique soient tous en même niveau, qui est le RDC. .

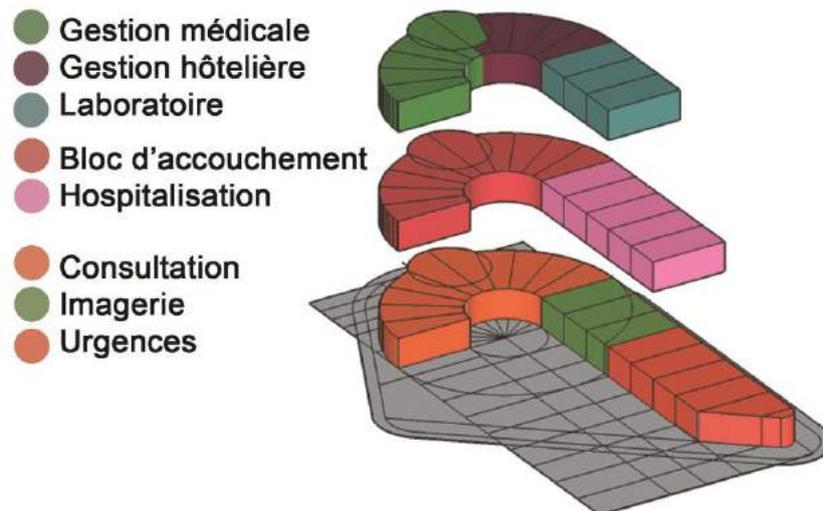


Figure 41 Hiérarchie des grandes entités du projet

3-3-2 Descriptif du projet

3-3-2-1 Plan de masse

L'emprise au sol de notre polyclinique est équilibrée entre l'espace bâti et non bâti, nous avons respecté le pourcentage exigé par le POS .

Nous avons crée une couverture végétale pour but de protection contre les vents dominants ainsi qu'un passage couvert qui sert à un espace d'attente et de détente extérieur.

Nous accédons à notre projet par plusieurs accès qui assurent le flux de circulation surtout pour le pôle des urgences qui dispose de trois accès, deux pour les piétons et un pour le service ambulatoire.

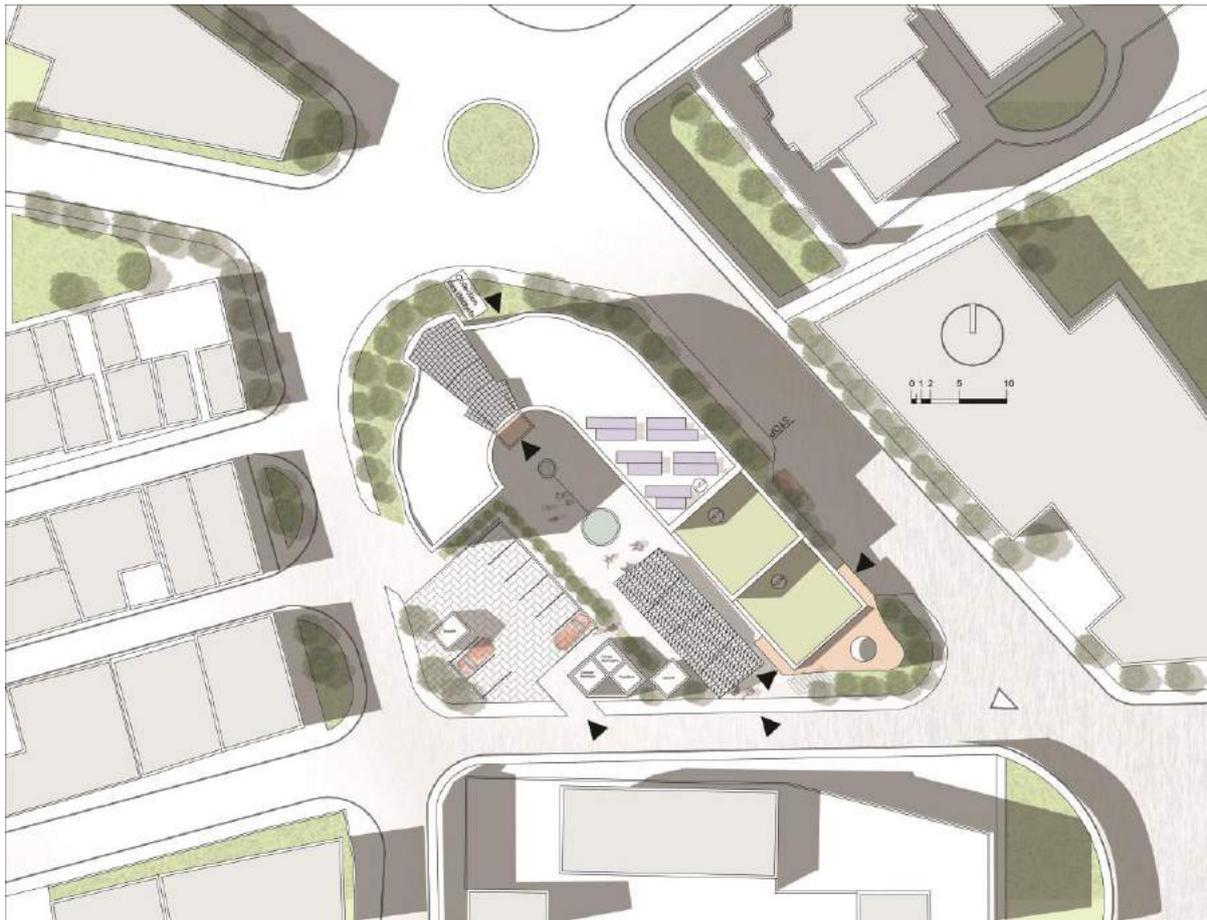


Figure 42 Plan de masse du projet

3-3-2-2 Le RDC

L'organisation des espaces est linéaire, le long d'un corridor qui organise les espaces de part et d'autre.

Le RDC est accessible soit à partir de la voie principale pour les urgences, afin de faciliter l'entrée des patients et le SAMU, soit partir de la cour.

L'accès principal est situé dans la forme circulaire du projet, il donne sur un atrium qui abrite au RDC l'accueil et l'escalier principal.

A partir de l'accueil, nous accédons aux espaces de consultation, ensuite les espaces de radiologie, et enfin les urgences.

Au niveau de traitement d'angle, nous avons prévu un espace d'attente extérieur avec un traitement particulier.

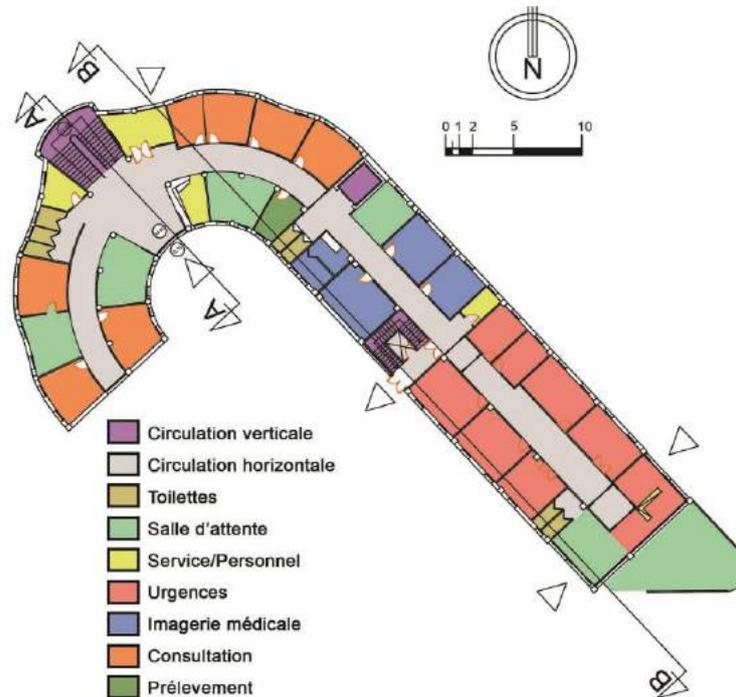


Figure 43 Plan du RDC

3-3-2-3 Le premier étage

A partir de l'escalier central, nous accédons au première étage dont il est consacré à un seul service, qui est le service de maternité. cet étage comporte un bloc d'accouchement naturel, le seul accès est à travers un SAS privé, le reste de l'étage comporte les chambres d'hospitalisations ainsi que des locaux de service comme une cuisinette et les chambres de garde.

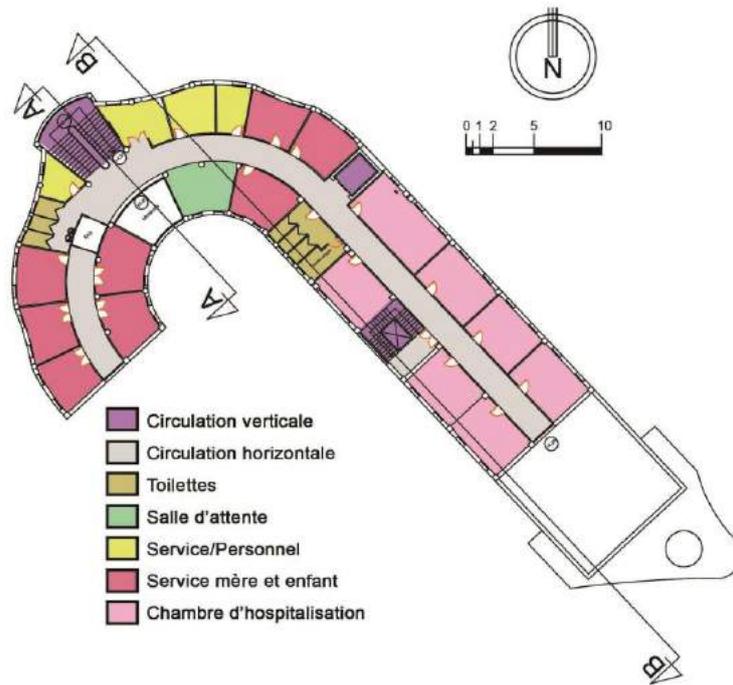


Figure 44 Plan de premier étage

3-3-2-4 Le deuxième étage

A partir de la même cage d'escalier, nous accédons à l'administration qui occupe un partie de l'étage , la gestion hôtelière (cuisine, buanderie) , et le laboratoire d'analyse . Cet étage est quasiment privé , seul le personnel est autorisé à y accéder avec quelques exceptions . Il faut noter aussi la présence d'un escalier de secours qui déverse vers la cour et un monte malade, pour les patients ou le personnel si souhaiter .

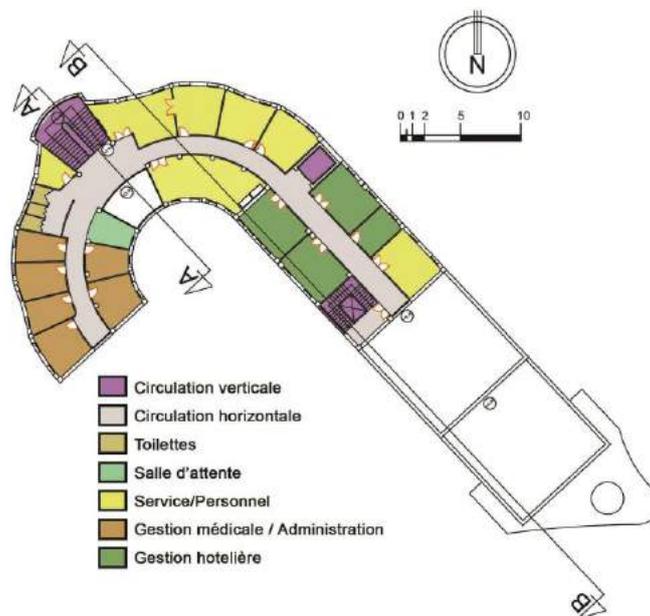
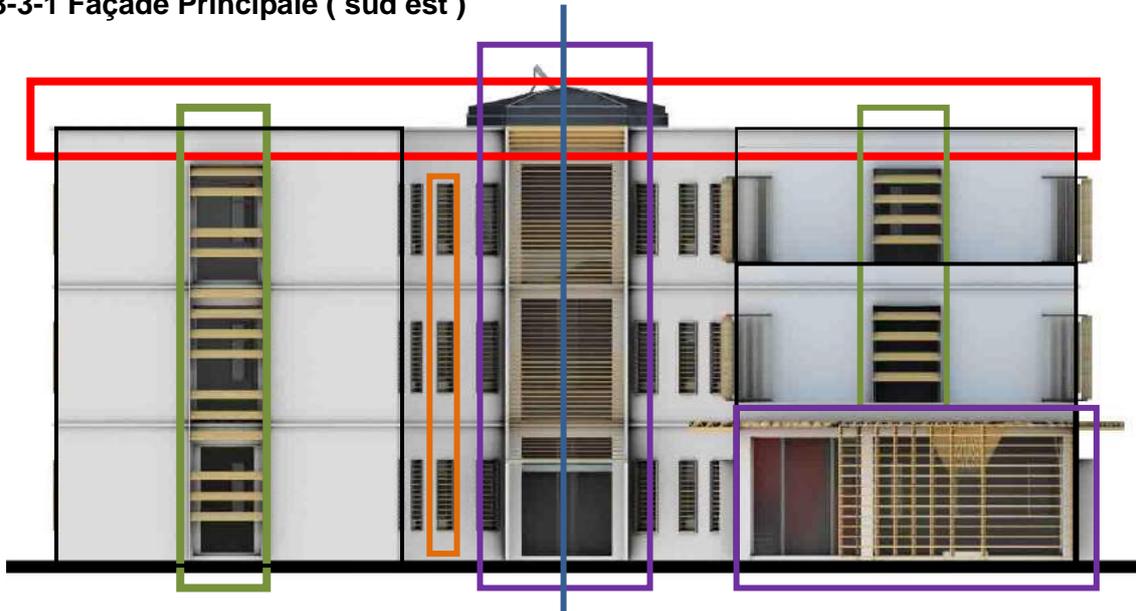


Figure 45 Plan de deuxième étage

3-3-3 Principes de composition des façades

Afin de favoriser l'éclairage et la ventilation naturelle, tous les espaces de notre projet disposent d'une ouverture au minimum, et une vue vers l'extérieur .

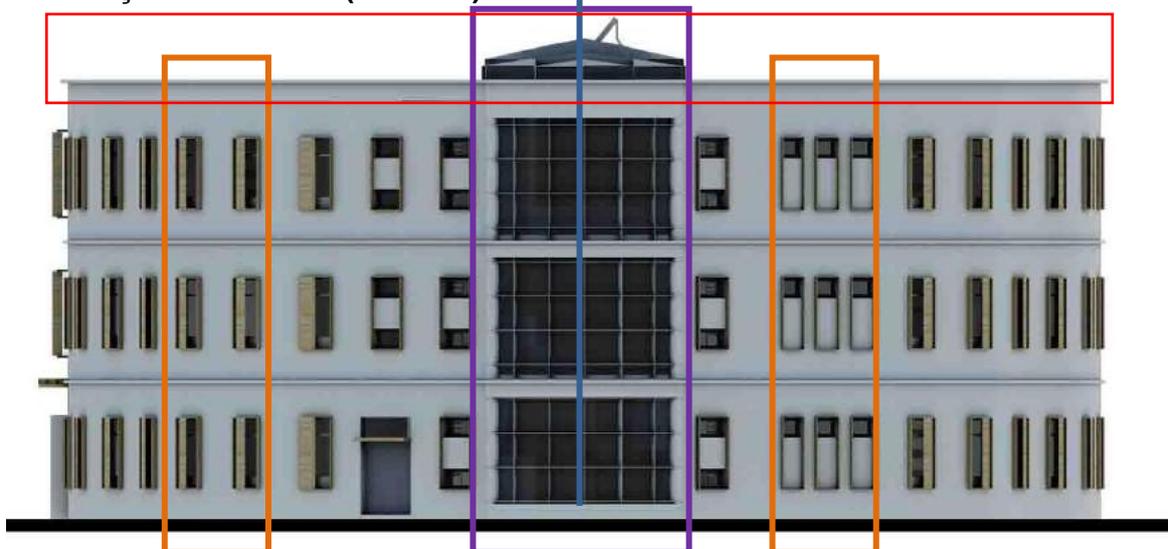
3-3-3-1 Façade Principale (sud est)



Pour marquer l'entrée principale de notre projet nous l'avons traité avec un traitement particulier , qui sert à une protection contre les rayons solaires sud et aussi pour créer un élément d'appel pour les usagers de notre projet.

- Forcer la limite horizontale haute par la couverture de l'atrium
- Articulation entre les niveau par les ouvertures des corridors liées
- Alignement du module des ouvertures et sens de verticalité
- Transparence et continuité par les baies vitrées
- | Fusion par la symétrie parfaite

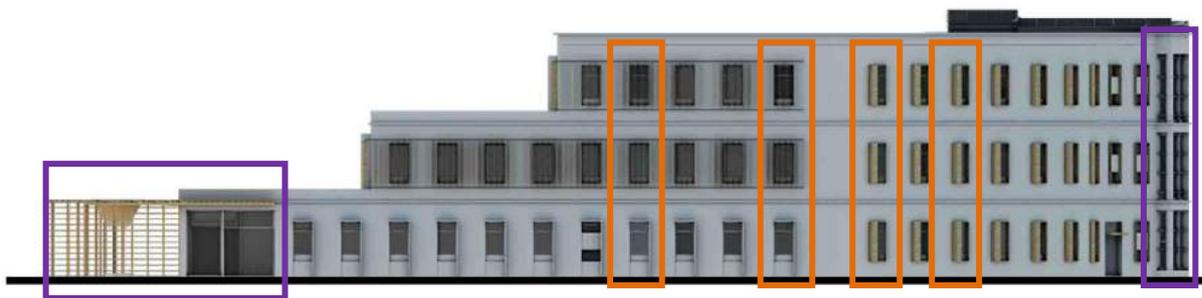
3-3-3-2 Façade antérieure (nord-est)



3-3-3-3 Façade Ouest Nord-Ouest



3-3-3-4 Façade Est Nord-est



3-3-4 Expression constructive

3-4-4-1 Système structurel

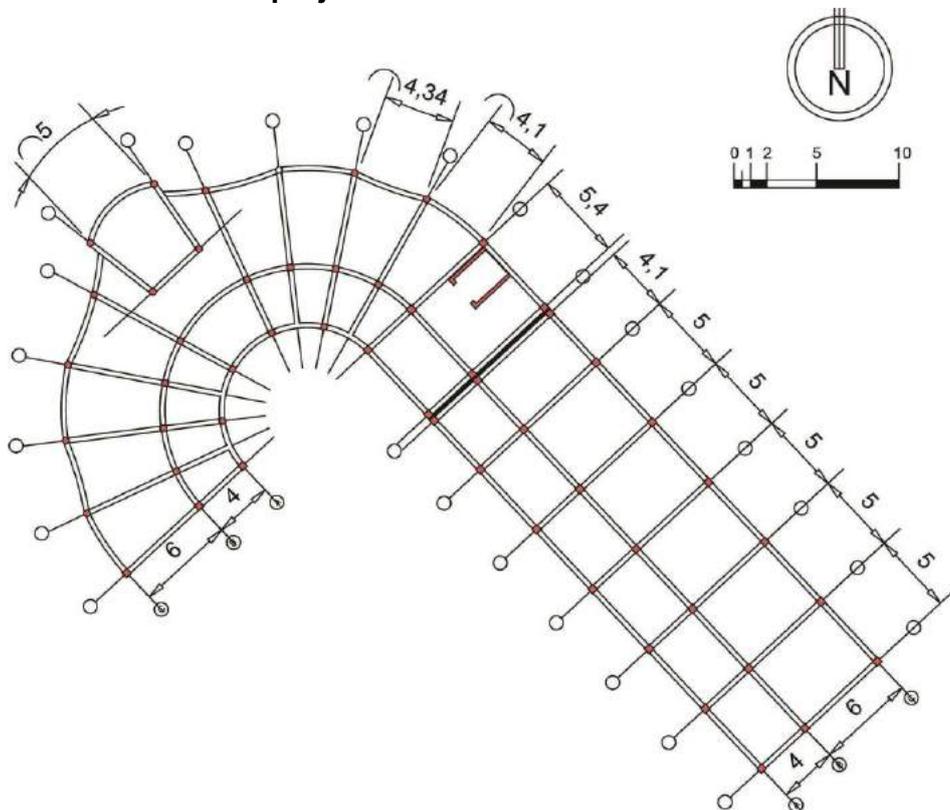
A travers les données morphologiques de notre terrain d'intervention et les exigences fonctionnelles des espaces, ainsi que les impacts environnementaux, nous avons opté pour le système structurel suivant :

Type	Matériaux	Justification
Structure	Poteaux Poutres en béton armé	Zone sismique RPA III
Couverture de l'atrium	Structure métallique vissée sur les poutres en béton	 <p>Photo 3 Structure d'un atrium</p>
Fondations	Semelle isolée	Grande portée entre les poteaux

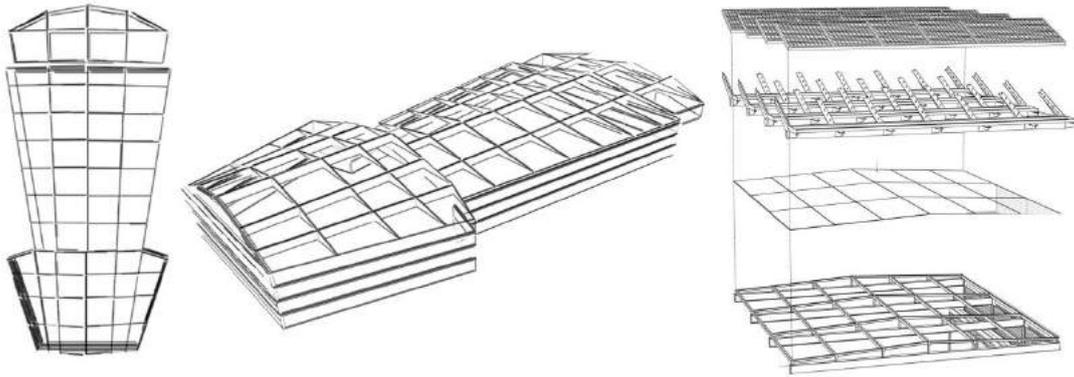
Joint de dilatation	Un vide de 5 cm à 25m du départ de la structure en doublant la structure dans ce point- Protection avec du polystyrène	Assure la dilatation du bâtiment contre les chocs thermiques et empêche la structure de se fissurer
Plancher	Plancher en corps-creux en béton et hourdis polystyrène	Le polystyrène joue un rôle d'une extra couche d'isolation thermique.
Escalier	Escalier en béton armé	Zone sismique RPA III

Tableau 4 Système structurel du projet

- **Plan de structure du projet**



- **Structure métallique de la couverture de l'atrium**



3-3-4-2 Matériaux de remplissage

Matériaux	Utilisation	Caractéristiques
Béton cellulaire 	Murs extérieurs	-Dimension : 62,5 x 25 x Ep. 30 cm. -Résistance thermique au : 1,77 KW/m ² -Affaiblissement acoustique : 49 dB. -Résistance au feu : A1.
Brique de cloison 	Murs de cloison	-Montage traditionnel au plâtre ou ciment. -Dimensions : 10 x 20 x 40 cm. -Résistance thermique: R (m2K/W): 0,24.

Tableau 5 Matériaux utilisés dans le projet

3-3-4-2 Vitrage et fenêtres

Type	Illustration	Caractéristiques
Double vitrage 4/16/4 mm		-Résistance thermique élevée -Haute affaiblissement acoustique -Assure le confort visuel

Tableau 6 Vitrage et fenêtres dans le projet

3-3-5 Dispositifs bioclimatiques dans le projet

3-3-5-1 Dispositifs passifs

1- Implantation et orientation

- Emprise au sol de 47%
- Implantation par rapport aux vents dominants et simulation d'ombrage;
- Conservation de la végétation existante dans le site ;
- Cour centrale protégée du vent par la forme du bâtiment ;
- Parking dans la zone à fort ombrage;
- Disposition des espaces intérieurs selon un zonage thermique ;
- Locaux techniques avec émission d'ondes sont éloignés des usagers ;

2-Forme et compacité

- Forme aérodynamique du bâtiment contre les vents d'hivers;
- calcul de compacité :
coefficient de compacité (c).

Ce coefficient correspond au rapport entre surface de parois en contact avec l'extérieur (s) et volume (v). $c = s/v$

s : surfaces des murs extérieurs + surface de toiture + emprise au sol

v : volume habitable du bâtiment

$$2578/7200 = 0.4$$

3-Protection solaire

- Brise-soleils horizontaux au sud et verticaux à l'est et à l'ouest ;
- Double vitrage opaque .



Figure 46 Protection solaire dans le projet

4-Toiture végétale

- Toiture végétale intensif sur la toiture du RDC et 1er étage



Figure 47 Toiture végétale dans le projet

5-Ventilation naturelle

- Toutes les pièces disposent au minimum d'une ouverture qui donne vers l'extérieur ;
- Ventilation naturelle par flux traversant;
- Ventilation naturelle par tirage thermique (atrium) .

6- Eclairage naturelle

- Toutes les pièces disposent au minimum d'une ouverture qui donne vers l'extérieur ;
- Atrium linéaire ;
- Baie vitrée qui éclairent naturellement les corridors du projet .

3-3-5-2 Dispositifs actifs

1- Exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque

Panneaux photovoltaïque sur la toiture dans la partie fortement exposée au soleil avec un rendement de 33kwh par an. (Rapport NREL pwwatts.nrel.gov)

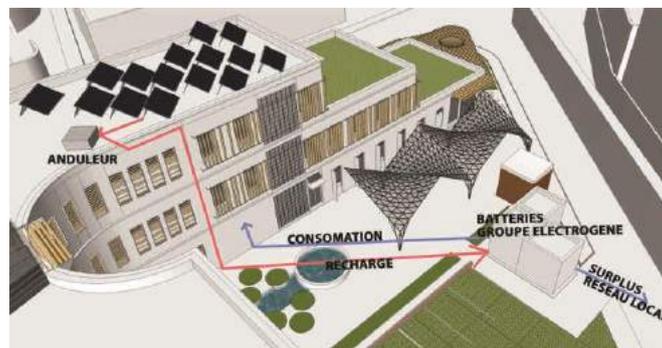


Figure 48 Exploitation de l'énergie photovoltaïque



Caution: Photovoltaic system performance predictions calculated by PVWatts3 include many inherent assumptions and uncertainties and do not reflect variations between PV technologies nor site-specific characteristics except as represented by PVWatts3 inputs. For example, PV modules with better performance are not represented when PVWatts3 uses lower performing modules. Both NREL and private companies provide more sophisticated PV modeling tools (such as the System Advisor Model at <http://sam.nrel.gov>) that allow for more precise and complex modeling of PV systems.

The reported range is based on 30 years of actual weather data at the given location and is intended to provide an indication of the expected variability. For more information, please refer to the NREL report: The Error Report.

Disclaimer: The PVWatts3 Model ("Model") is provided by the National Renewable Energy Laboratory ("NREL"), which is operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC ("Alliance") for the U.S. Department of Energy ("DOE") and may be used for any purpose whatsoever.

The names DOE/NREL/ALLIANCE shall not be used in any representation, advertising, publicity or other manner whatsoever to endorse or promote any entity that adopts or uses the Model. DOE/NREL/ALLIANCE shall not provide

any support, consulting, training or assistance of any kind with regard to the use of the Model or any updates, revisions or new versions of the Model.

YOU AGREE TO INDEMNIFY DOE/NREL/ALLIANCE, AND ITS AFFILIATES, OFFICERS, AGENTS, AND EMPLOYEES AGAINST ANY CLAIM OR DEMAND, INCLUDING REASONABLE ATTORNEY'S FEES, RELATED TO YOUR USE, RELIANCE, OR ADOPTION OF THE MODEL FOR ANY PURPOSE WHATSOEVER. THE MODEL IS PROVIDED BY DOE/NREL/ALLIANCE "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL DOE/NREL/ALLIANCE BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO CLAIMS ASSOCIATED WITH THE LOSS OF DATA OR PROFITS, WHICH MAY RESULT FROM ANY ACTION IN CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS CLAIM THAT ARISES OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE MODEL.

The energy output range is based on analysis of 30 years of historical weather data for monthly, and is intended to provide an indication of the possible interannual variability in generation for a fixed (open rack) PV system at the location.

32,758 kWh per Year *

RESULTS

Month	Solar Radiation (kWh / m ² / day)	AC Energy (kWh)	Energy Value (\$)
January	3.63	2,052	410
February	4.32	2,161	432
March	5.51	3,039	608
April	5.44	2,865	573
May	5.85	3,134	627
June	6.56	3,365	673
July	7.11	3,681	736
August	6.93	3,539	708
September	5.85	2,953	591
October	4.65	2,493	499
November	3.37	1,813	363
December	2.98	1,662	332
Annual	5.18	32,757	\$ 6,552

Location and Station Identification

Requested Location	Koléa
Weather Data Source	(INTL) ALGIERS, ALGERIA 27 mi
Latitude	36.72° N
Longitude	3.25° E

PV System Specifications (Commercial)

DC System Size	22.4 kW
Module Type	Standard
Array Type	Fixed (open rack)
Array Tilt	30°
Array Azimuth	180°
System Losses	14.08%
Inverter Efficiency	96%
DC to AC Size Ratio	1.1

Initial Economic Comparison

Average Cost of Electricity Purchased from Utility	0.20 \$/kWh
--	-------------

2- Ventilation mécanique

Aérateur d'air électrique de Ø.100 mm alimenté par l'énergie photovoltaïque pour les sanitaires, cuisines, locaux de déchets, et la salle de radiologie avec un débit d'air de 180 m3/h



Figure 49 Aérateur électrique

3- Récupération des eaux pluviales

Les eaux pluviales sont récupérées à partir de la toiture du projet pour les réutiliser dans les sanitaires. Des réservoirs sous-terraines sont installés sous les points de collectes à côté de chaque sanitaire afin de minimiser l'énergie de la pompe à eau.

Précipitation = 603,3mm/m²/ an = 603.3 litres/m²/an

- Surface de récupération 500m²

$603,3 \times 500 = 301650 = 302 \text{ m}^3 \text{ par an}$

- Coefficient de pertes d'une toiture plate = 0,6

$302 \times 0,6 = 181 \text{ m}^3$

Nous pouvons donc récupérer 181 m³ par an par la toiture de notre projet

- Calcul d'économie de récupération

En Algérie 1L coute 6,3da, donc : 181 m³ = **114000,3da** d'économie

4- Gestion des déchets

- Points de collecte dans chaque niveau du polyclinique ●
- Le circuit de collecte est de l'intérieur vers l'extérieur
- Tri sélectif des déchets fermentescibles
- Déchets biomédicaux incinérer à l'hôpital de Koléa (2km)



Figure 51 Points de collecte des déchets

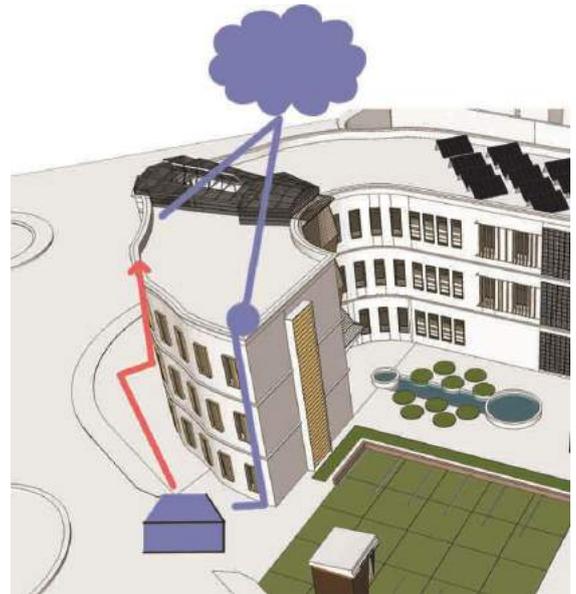


Figure 50 Récupération des eaux pluviales

3-3-6 Simulation des performances aérauliques dans un équipement sanitaire

Dans cette partie du mémoire, et à travers un logiciel de simulation, nous avons lancé une étude qui va évaluer l'efficacité des méthodes de ventilation proposées, ainsi que la forme "aérodynamique" du projet.

3-3-6-1 Présentation du logiciel de simulation utilisé

Vu la complexité de ce domaine, nous avons choisi le logiciel le moins difficile à manipuler et le plus sûr afin de sortir avec un résultat cohérent.

Flow Design a été développé pour aider les designers/ingénieurs à comprendre et explorer le comportement de flux/vent tôt dans le processus de conception, fournissant **une soufflerie** ou un tunnel à vent virtuel qui modèle l'écoulement d'air autour ou à l'intérieur du modèle (automobiles, avion, bâtiment), ou d'autres produits de consommation.

- **Soufflerie** (tunnel à vent)

Une soufflerie (en anglais Wind tunnel) est une installation d'essais utilisée en aérodynamique pour étudier les effets d'un écoulement d'air sur un corps, généralement un modèle de dimension réduite par rapport au réel.

Flow Design permet de voir comment l'écoulement d'air et le vent interagissent avec le modèle aux vitesses de vents diverses et des directions aussi bien fournies, il permet aussi de choisir entre une visualisation en deux dimensions ou en trois dimensions, ainsi que la possibilité de voir le résultat en plane (section) ou en ligne de flux (segment).



Il faut noter que le logiciel Flow Design est disponible seulement en langue anglaise, nous allons donc expliquer les mots au fur et à mesure au long de la simulation.

- **Interface de logiciel**

Flow Design dispose d'une interface simple, elle consiste à des commandes directes pour simplifier la simulation.

1. Un ensemble de commandes générales comme l'importation et l'exportation des données;
2. Une barre d'outils qui comporte l'ensemble des commandes de simulation;
3. Un cube de navigation et des différentes vues du modèle ;
4. Une échelle de la vitesse du vent;
5. Le statut de configuration de la simulation

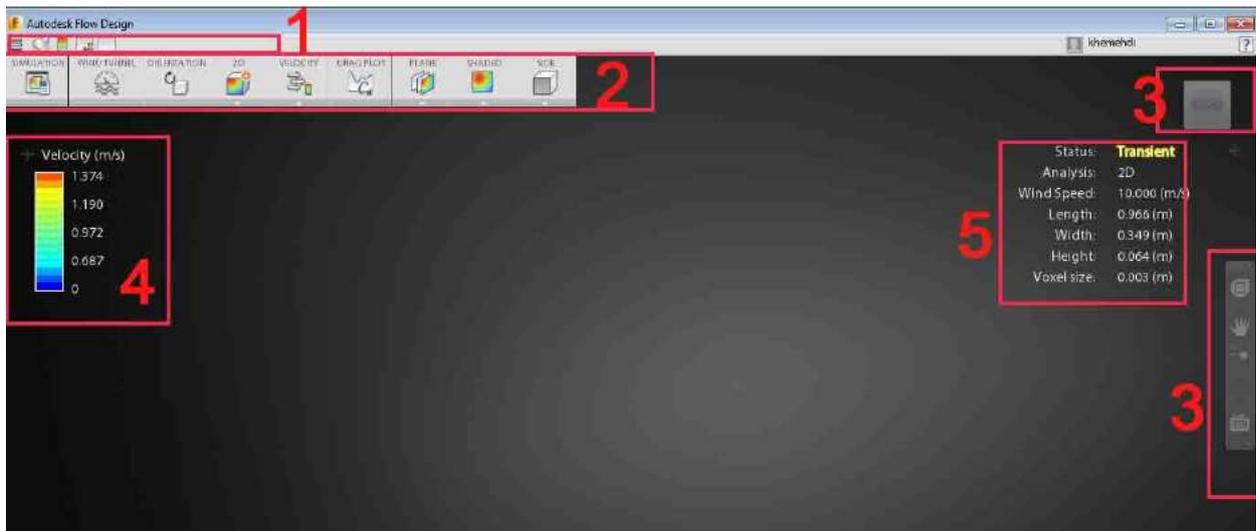


Figure 52 Interface de logiciel Flow Design

3-3-6-2 Mise en place de la simulation

Notre étude va se dérouler en deux simulations, une simulation à l'échelle urbaine et une autre à l'échelle du bâtiment.

1- Importation de la géométrie dans Flow Design

Il n'existe pas de générateur de géométrie dans le logiciel Flow Design, pour cela, nous devons générer le modèle dans une autre plateforme et ensuite l'importer dedans.

Nous avons créé un modèle simplifié de notre projet sous le logiciel Google Sketch up et nous l'avons exporté après sous un format lisible par Flow Design (Format CAD DWG)

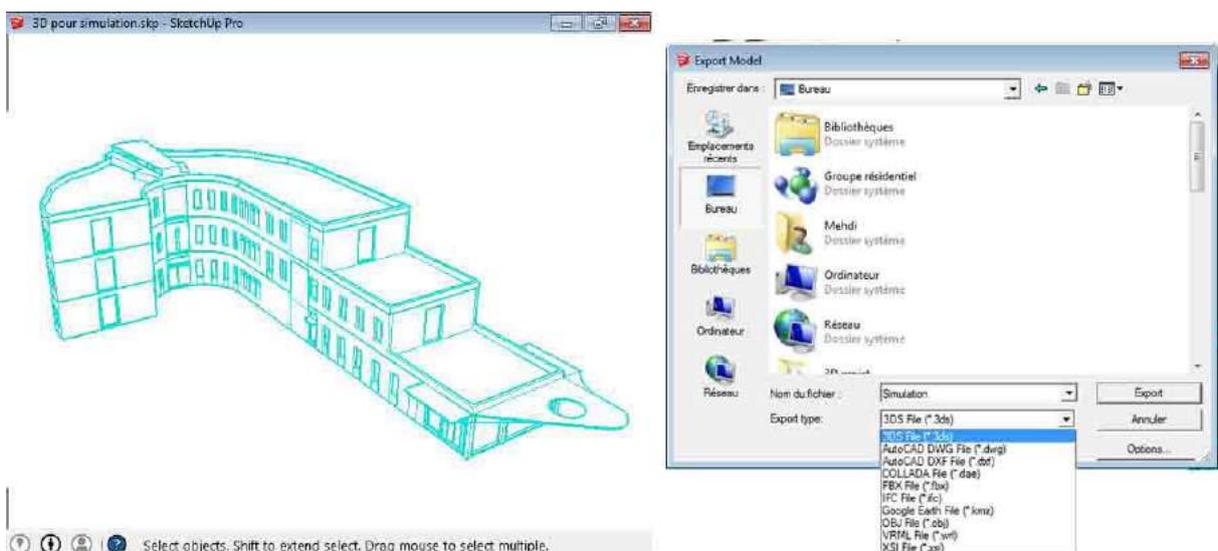


Figure 53 Importation du volume dans logiciel

Le modèle peut maintenant être ouvert via Flow Design. Quand Flow Design est ouvert, il nous demande de choisir l'emplacement du fichier depuis le disque

2-La résolution de la simulation

Cette option définit la taille de la résolution de simulation donc le détail de l'étude. (Grande résolution=Résultat plus cohérent) .

L'unité de mesure du modèle est prise en considération lors de l'importation.

- Nous avons pris le mètre comme unité de mesure avec une résolution de 100%.



3- Paramètre du tunnel à vent

La vitesse du vent peut être configurée, selon les données climatiques de la région ou le besoin de l'étude. Nous pouvons aussi changer les dimensions du tunnel en forme cubique selon la précision voulu.

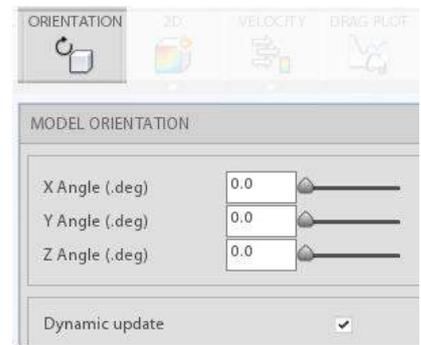
- Nous avons pris la vitesse moyenne du vent à Koléa qui est 8.6m/s



4- Orientation du modèle

Quand le modèle est importé, il est positionné selon les axes X,Y,Z du fichier d'origine. Flow Design n'a pas une notion des quatre point cardinaux, donc c'est à nous de définir le Nord du modèle. Nous pouvons donc changer la direction du modèle selon la direction du vent souhaitée.

- La direction des vents dominant à Koléa est Nord, Nord-est, qui correspond à 125deg dans l'axe x dans le logiciel.



5- Vitesse ou pression du vent

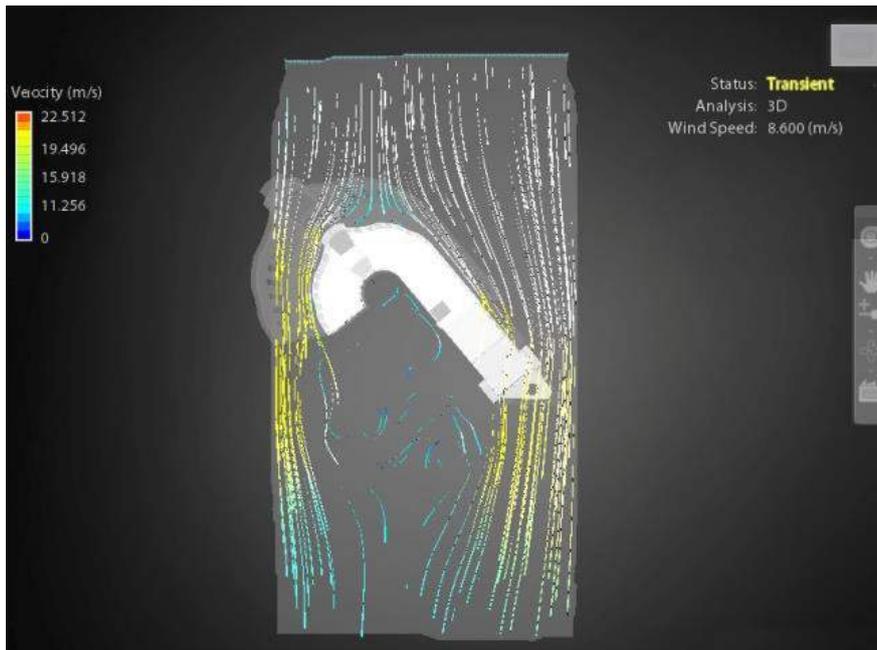
Nous pouvons visualiser la vitesse du vent (vélocité) mais aussi la pression du vent sur une surface. Dans notre cas, nous voulons étudier le comportement du vent dans la ventilation, donc nous choisissons la vitesse du vent (vélocité) .



3-3-6-4 Résultat

1- Première simulation: le comportement du vent à l'échelle urbaine

Après l'application de toutes les étapes citées ci dessus, nous avons eu les résultats suivants :



- **Interprétation**

La vitesse du vent au début du tunnel est fixée à 8,6m/s, elle augmente petit à petit au long du tunnel,

La vitesse du vent est restée modérée dans la zone de forte pression ou la surface d'impact du vent avec le bâtiment. Pour éviter cette forte pression nous suggérons l'implantation d'une barrière végétale pour se protéger et faire diminuer la vitesse.

La vitesse du vent augmente dans la zone de faible pression, là où notre bâtiment forme un obstacle au vent, en observant le comportement du vent, nous voyons clairement que la forme de notre bâtiment définit un obstacle aérodynamique, ce qui constitue un point fort pour

le projet.

Le vent passe au-dessus du

bâtiment, car il est d'une hauteur qui ne dépasse pas les 15 mètres. Cela crée une réaction nommée effet de sillage, c'est des petits tourbillons de vent qui peuvent amener de la

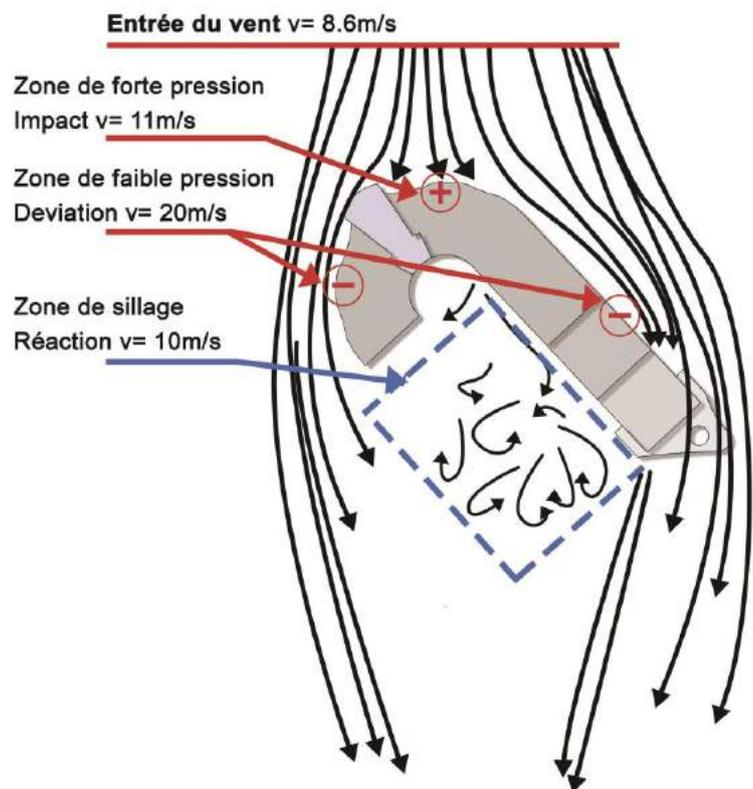


Figure 54 Synthèse de la première simulation

poussière et l'inconfort pour les usagers. La forme seule ne peut nous protéger donc du vent. Pour cela, nous avons créé un passage couvert et enrichi le cadre végétal de notre site afin d'éviter cet effet.

2- Deuxième simulation: le vent à l'échelle du bâtiment

Lors de la conception de notre projet, nous avons proposé deux méthodes de ventilation naturelle: la ventilation par flux traversant, et la ventilation par effet de cheminée (Atrium) dont le vent est un facteur essentiel pour la faire marcher.

Ces méthodes sont théoriquement efficaces, nous allons à travers cette simulation observer le comportement du vent et confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Cette deuxième simulation est divisée en deux études, chaque étude est spécifique à une méthode de ventilation

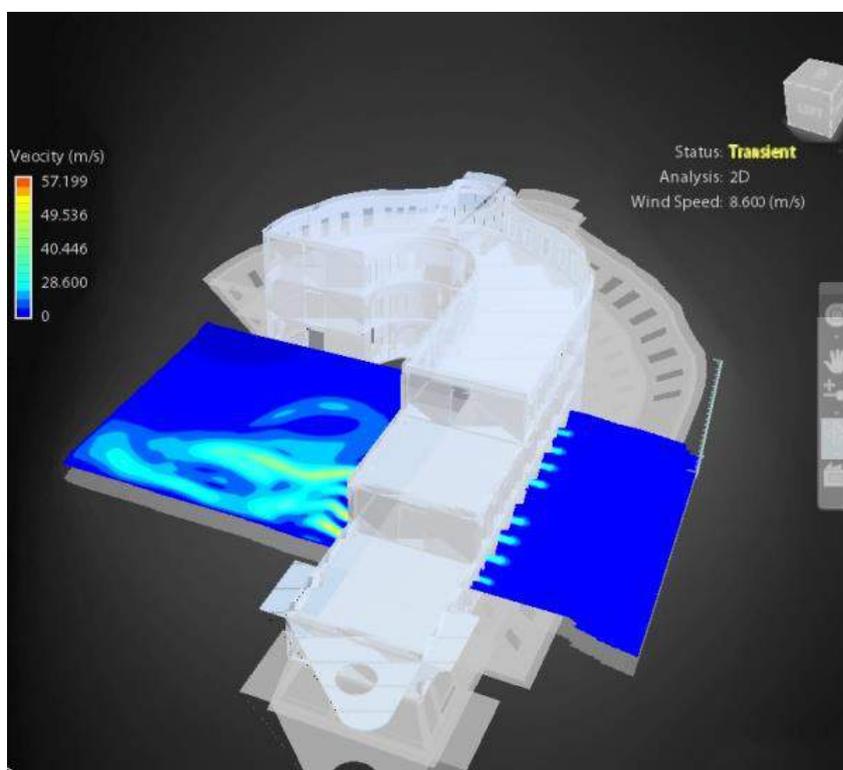
- **Simulation de la ventilation par flux traversant**

Nous avons changé quelques paramètres de simulation afin de mieux comprendre le phénomène:

Paramètre	Configuration
Résolution de simulation	150%
Type de simulation	2D
Type de visualisation	Plane / Section

La section plane passe sur le RDC exactement sur l'imagerie médicale et les urgences.

Après l'application de toutes les étapes, nous avons eu les résultats suivants :



- **Interprétation**

Le vent entre par les ouvertures du bâtiment, par les zones de forte pression et circule à l'intérieur du bâtiment à travers les espaces, sous l'effet de la subdivision de l'espace intérieur, la vitesse du vent diminue théoriquement de 30% à 40% parce que les parois intérieures jouent le rôle d'obstacles, et puis sort de l'autre côté du bâtiment vers les zones de faible pression en créant ainsi ce qu'on appelle un courant d'air, l'air sera renouvelé automatiquement le plus naturellement possible .

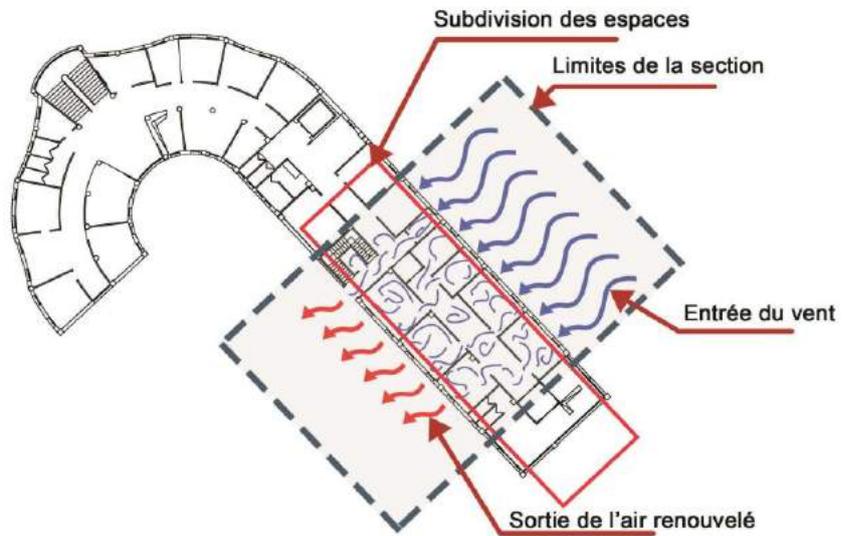
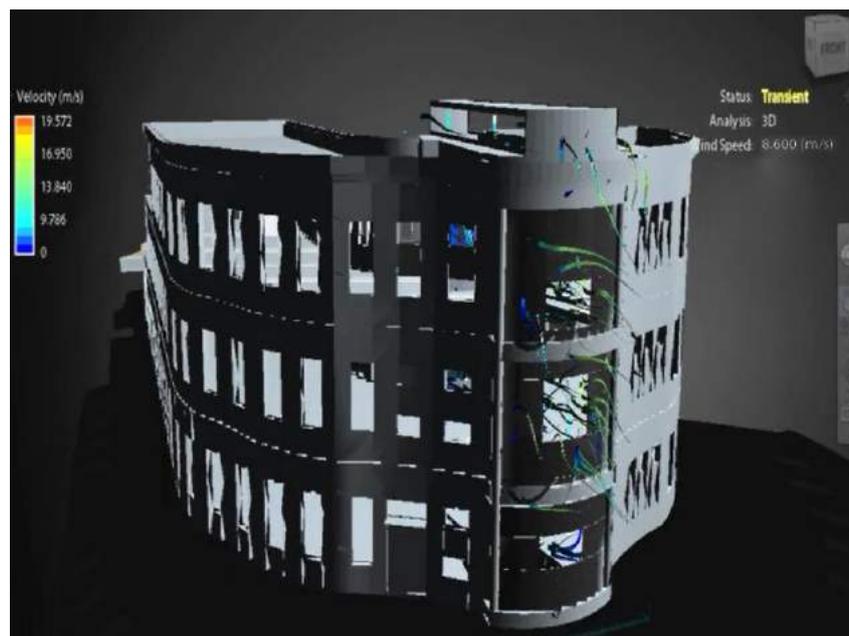


Figure 55 Synthèse de la deuxième simulation

- **Simulation de la ventilation par effet de cheminée (Atrium)**

Notre projet dispose d'un atrium linéaire qui englobe la cage d'escalier centrale du bâtiment. Nous avons réduit la taille du tunnel afin de négliger les ouvertures des espaces adjacents et laisser uniquement les ouverture de la cage d'escalier.

Il faut noter que les paramètres de cette simulation sont similaires à ceux de la simulation à l'échelle urbaine .





- **Interprétation**

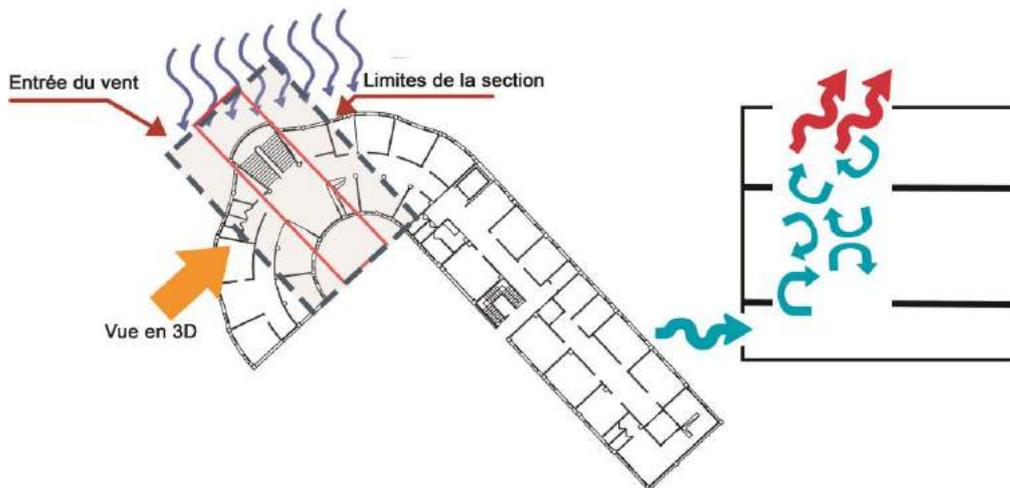


Figure 56 Schéma de synthèse de la troisième simulation

La ventilation naturelle par effet de cheminée nécessite deux paramètres essentiels pour la faire marcher: Le vent et la température, afin de créer le phénomène du tirage thermique cité auparavant.

Flow Design n'applique pas les paramètres de température, donc nous n'avons pas pu observer le phénomène par tirage thermique, mais nous avons quand même observé le comportement du vent à l'intérieur du bâtiment et la montée de flux d'air du bas vers le haut, jusqu'aux ouvertures de l'atrium.

3-3-6-5 Synthèse de la simulation

A travers cette simulation nous avons prouvé qu'avec une bonne implantation et une analyse du site d'intervention, nous pouvons exploiter les ressources naturelles comme le vent. Les méthodes passives de la ventilation peuvent nous aider à économiser de l'énergie si l'installation est bien étudiée et le fonctionnement est efficace.

- **Conclusion**

L'analyse du site réalisée nous a aidés à bien aménager notre site d'intervention.

L'hierarchie des espaces, la bonne affectation des grandes entités et le zonage thermique sont les clefs pour assurer le bon fonctionnement du projet et atteindre un minimum de confort des usagers.

Il ne suffit pas de proposer des dispositifs qui peuvent être coûteux dans le projet. La solution architecturale est une priorité que nous avons appliquée dans notre projet, et à la fin faire une simulation pour évaluer l'efficacité de la ventilation naturelle pour le bien être des patients.

- **Conclusion générale**

Chaque concepteur d'un projet architecturale doit fixer des objectifs afin de réussir son travail, et chaque travail scientifique doit être structuré sur une méthodologie de recherche bien précise.

La programmation architecturale est le résultat de recherches approfondies de plusieurs thématiques générales ou spécifiques basées sur un ensemble de mots clés.

L'architecture hospitalière est un domaine délicat, car le confort des usagers et les exigences fonctionnels sont des priorités qu'il ne faut pas dépasser, tels que les exigences ergonomiques et le minimum de renouvellement d'air qu'il faut assurer dans le milieu hospitalier.

Répondre à ces exigences peut être couteux, mais grâce aux stratégies de l'architecture bioclimatique, nous pouvons économiser de l'énergie et atteindre un minimum de confort en se basant sur les principes de l'architecture bioclimatique et la connaissance des propriétés de l'espace.

• Bibliographie

- Sites web

- Article : Bref historique de la démarche environnementale dans l'architecture des années 1930 à nos jours, assistance-ecohabitat.wifeo.com, 2011
- Les principes de la conception bioclimatique, <http://www.e-rt2012.fr>
- La construction écologique en Guyane, l'approche bioclimatique, <http://www.aquaa.fr>
- Compacité des bâtiments et conséquences, <http://www.passivact.com>, 2013.
- Qu'est-ce qu'une vitre ? un facteur solaire ? une transmission lumineuse ?, www.enerzine.com, 01-2014 .
- Glossaire du plan climat, Le glossaire, www.douaisis-pourleclimat.fr
- Le solaire photovoltaïque - www.energie-renouvelables.org
- L'énergie éolienne - www.energies-renouvelables.org
- Dictionnaire du bâtiment et du BTP www.batiweb.com
- Réglementation sur le traitement de l'air en milieu hospitalier, www.enseeiht.fr.
- Cas particulier, La conception d'un atrium , www.energieplus-lesite.be
- Santé-Algérie Portail d'Information, de Documentation et de Communication, www.santé.dz

- Livres

- Diagramme de Givoni. Source : Çacri (2006)
- Aide théorique Opti-Maisons. E. Gratia. Architecture et Climat. 1998
- Nouvelle organisation et architecture hospitalière, Ministère de la santé et des solidarités Fr ,2009,
- Walid.B, Huit centres anticancéreux réalisés prochainement, Le midi libre, 28/01/2008
- Nouvelle organisation et architecture hospitalière, Ministère de la santé et des solidarités Fr ,2009, page 242
- Ernst Neufert, Les éléments des projets de construction, Ed Le moniteur, Paris, page 553
- Les hôpitaux et les cliniques, Ève Jouannais, Ed. Le moniteur, Paris, 1999 pages 59-70
- Visite du Salon international de l'équipement hospitalier et médical, Alger, Avril 2015
- L'architecture des services de santé et des services sociaux, Santé et services sociaux, Québec, Janvier 2004
- Ventilation naturelle dans l'habitat, Mario Mulé, ENSA Lyon, Décembre 2011
- Ventilation naturelle pour lutter contre les infections en milieu de soins, Ed. Organisation mondiale de la santé, 2010,
- Guide Bio-Tech, Ventilation naturelle et mécanique, ed. Arene, Ile de France, 2008,
- CHATELET, A. et alii, Architecture Climatique une contribution au développement durable Tome 2, Edition EdiSud, 1998, 159 p. / depuis l'ENSA Grenoble
- Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-02W, unité des cliniques externes,
- Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-03W, unité de médecine du jour, Québec,
- Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-04W, Unité de soins de courte durée , Québec,
- Répertoire Des Guides De Planification Immobilière, 12-610-05W, unité de laboratoire de biologie, Québec.