



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : Génie civil et d'Architecture

DÉPARTEMENT : D'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par : Hadj-Kouider Nesrine

DOMAINE : ARCHITECTURE, URBANISME ET METIERS DE LA VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

Conception des laboratoires d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses A la ville de Laghouat (étude de l'impact de la cour /atrium sur les ambiances thermiques).

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
MR.Mahmoud MOKADDAM	M.A.A	Président
Mlle Saida BAALI	M.A.A	Examineur1
Mr.Abderrazak BENCHEIKH	M.A.A	Rapporteur
Mlle.Darda BENCHEIKH	M.A.A	Co-rapporteur

Promotion : 2020/2021



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et urbanisme et métiers de la ville.

Filière : Architecture.

Option : Architecture et environnement.

Thème : Conception des laboratoires d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses à la ville de Laghouat (étude de l'impact de la cour /atrium sur les ambiances thermiques).

Présenté par : HADJ KOUIDER Nesrine

Encadré par : MR.BENCHEIKH Abederrezzak

Résumé:

Dans le contexte du développement durable en architecture et du respect de l'environnement, il existe de nombreuses orientations stratégiques pour réaliser des bâtiments durables, afin de garantir les meilleures solutions architecturales, pour la ville de Laghouat, le centre de recherche contre les maladies infectieuses considéré comme un équipement précieux en raison du manque des laboratoires dans le domaine d'infectiologie dans cette ville qui se caractérise par le climat chaud et sec.

La conception dans ce climat nécessite l'utilisation de la végétation et de l'eau, le choix d'une forme compacte orientée Nord/Sud et avec le principe d'introvertie, afin de s'intégrer avec les conditions climatiques.

L'atrium étant un espace intérieur ouvert/ fermé pouvant éventuellement être lié à l'environnement extérieur, il devient une solution pour s'intégrer et se protéger des contraintes climatiques des zones aride surtout pour l'espace des laboratoires. Il représente une source de chaleur, aération et d'éclairage indirect.

A travers une simulation numérique avec l'utilisation de l'Energyplus en a approuvé que l'atrium avec une toiture mobile participe largement sur la qualité de l'environnement thermique dans les laboratoires. Pour la période hivernale caractérisée par une température basse, l'atrium avec une surface de trois fois la surface d'espace constitue une source de chaleur efficace pendant la journée et l'adoption de la ventilation nocturne pour la période estivale.

Mots clés : L'environnement, laboratoire de recherche, les zones arides, l'atrium, confort thermique, l'introvertie, ventilation nocturne.



Republic Algerian Democratic and Popular
Minister of Superior Catechism and Scientific Research
University Amar Thelidji-Laghouat



Faculty of Civil Engineering and Architecture
Architecture Department

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Domine: Architecture, Urban and Urban professions.

Career: Architecture

Option: Architecture and Environment

Theme: Design of the laboratories of a national research center on the improvement of immunity and the fight against infectious diseases (study of the impact of the courtyard / atrium on thermal atmospheres).

Presented by: HADJ KOUDER Nesrine

Supervised by: MR.BENCHEIKH Abederrezzak

Abstract:

For the reaction of sustainable buildings to guarantee the best architectural solutions for the city of Laghouat, the research center against the infected diseases considered as précised equipment for the reason of the lack of laboratories in the field of infectious diseases in the city which is characterized by the hot and sec weather.

The concept of the weather needs the use of vegetation and the water, the chaise of the compact form oriented North /South and with the principal extrovert for to integrate with climatic conditions can possible be linked to the external environment. The atrium Comes a solution to integrate and protect the climatic constraints of arid zones especially for laboratories space. It represents the source of heat ventilation and indirect lighting of more energy participates a big way in the quality of thermal environment in the laboratories for the winter period characterized by a law temperature. witch its surface thrice bigger than the space constitutes a source of the heat efficace during the day and adapt of the nocturnal ventilation for the summer period.

Key notes : The environment, laboratories of research, arid zones, the atrium, thermal comfort, the extrovert, nocturnal ventilation.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية
قسم الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية، عمران ومهن المدن.

الشعبة: هندسة معمارية.

التخصص: هندسة معمارية وبيئة.

عنوان المذكرة: تصميم مخابر مركز أبحاث وطني حول تحسين المناعة ومكافحة الأمراض المعدية في مدينة الاغواط (دراسة تأثير الفناء / الأذنين على الأجواء الحرارية).

تقديم الطالب: حاج قويدر نسرين

الأستاذ المؤطر: بن الشيخ عبد الرزاق

ملخص المذكرة:

في سياق التنمية المستدامة في الهندسة المعمارية واحترام البيئة، هناك العديد من التوجهات الاستراتيجية لتصميم المباني المستدامة، من أجل ضمان أفضل الحلول المعمارية، لمدينة الاغواط، يعتبر مركز أبحاث مكافحة الأمراض المعدية منشأة قيمة نظرا لعدم وجود مخابر في مجال الأمراض المعدية في هذه المدينة التي تتميز بالمناخ الحار والجاف. يتطلب التصميم في هذا المناخ استخدام الغطاء النباتي والمياه، واختيار شكل مضغوط موجه نحو الشمال / الجنوب مع مبدأ الانطواء، من أجل التأقلم مع الظروف المناخية. وبما أن الفناء عبارة عن مساحة داخلية مغلقة / مفتوحة يمكن ربطها بالبيئة الخارجية، فإنه يصبح حلا لدمج وحماية الذاتية من المشاكل المناخية للمناطق القاحلة خاصة بالنسبة لمساحة المخابر. وهو يمثل مصدرا للحرارة والتهوية والإضاءة غير المباشرة.

من خلال المحاكاة العددية باستخدام (Energyplus) تبين أن الفناء مع سقف متحرك يشارك على نطاق واسع في تحسين جودة البيئة الحرارية في المختبرات. بالنسبة لفترة الشتاء التي تتميز بدرجة حرارة منخفضة، فإن الفناء المغطى الذي بدوره يساوي ثلاثة أضعاف الفضاء المراد دراسته يشكل مصدرا فعالا للحرارة خلال النهار، كذا اعتماد التهوية الليلية لفترة الصيف.

الكلمات المفتاحية:

البيئة، مختبر البحوث، المناطق الجافة، الأذنين، والراحة الحرارية، منطو، والتهوية الليلية.

The page features a decorative border with a dark blue line and small square motifs at the corners. In the center, there are two overlapping, irregularly shaped frames. The outer frame is dark blue, and the inner frame is orange. The word "REMERCIEMENT" is centered within the orange frame.

REMERCIEMENT

Remerciement :

On tient tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force, la capacité et la patience de terminer ce travail qui fait notre fierté. Je tiens à remercier toute personne ayant contribué de loin ou de près à l'aboutissement de ce travail : ma famille qui m'ont toujours encouragés, soutenu et appris à donner le meilleur de moi-mêmes. On tient à remercier particulièrement à mon encadreur : Mr. Bencheikh Abderrazak pour toute l'attention qu'il m'a apportée à la conduite de ce travail, pour son aide, sa disponibilité, sa gentillesse, ses critiques et ses précieux conseils. Mes remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont rendu possible ce travail, Nos remerciements aussi à Mme. Bencheikh Darda pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période du travail. Je remercie aussi les membres de jury qui accepté évaluer mon travail MR Koraibaa et Mlle. BAALI Saida. Là tous mes enseignants MR Mokkadam ,... ect pour leurs efforts fournis durant toute la période d'étude dans le département d'architecture de l'Université de Laghouat, ainsi que tous les étudiants. Nous tenons enfin à remercier respectivement tous ceux qui ont aidé, soutenu, et encouragé pour la réalisation de ce modeste travail. Et pour finir nous remercions encore et encore ALLAH, qui nous a permis de réaliser ce rêve, d'être des architectes.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille qui m'a toujours soutenu le long de mon cursus pédagogique, et une spéciale dédicace à ma très chère maman « NADJA » je dirai qu'aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour ses enfants, je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur. À mon père « Taher. À mes chers frères qui n'ont jamais cessé de m'encourager et à tous les membres de ma famille. À mes collègues, camarades et meilleures amies dont l'aide morale n'a jamais été sans effet.

Remerciement :

On tient tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force, la capacité et la patience de terminer ce travail qui fait notre fierté. Je tiens à remercier toute personne ayant contribué de loin ou de près à l'aboutissement de ce travail : ma famille qui m'ont toujours encouragés, soutenu et appris à donner le meilleur de moi-mêmes. On tient à remercier particulièrement à mon encadreur : Mr. Bencheikh Abderrazak pour toute l'attention qu'il m'a apportée à la conduite de ce travail, pour son aide, sa disponibilité, sa gentillesse, ses critiques et ses précieux conseils. Mes remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont rendu possible ce travail, Nos remerciements aussi à Mme. Bencheikh Darda pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période du travail. Je remercie aussi les membres de jury qui accepté évaluer mon travail MR Koraiha et Mlle. BAALI Saida. Là tous mes enseignants MR Mokkadam ,... ect pour leurs efforts fournis durant toute la période d'étude dans le département d'architecture de l'Université de Laghouat, ainsi que tous les étudiants. Nous tenons enfin à remercier respectivement tous ceux qui ont aidé, soutenu, et encouragé pour la réalisation de ce modeste travail. Et pour finir nous remercions encore et encore ALLAH, qui nous a permis de réaliser ce rêve, d'être des architectes.

SOMMAIRE

RESUMES	I
Remerciement	II
Dédicace	III
Sommaire	IV

INTRODUCTION GENERALE

1. Introduction :	1
2. Problématique :	2
3. Hypothèses :	3
4. Méthodologie de recherche :	3
5. Structure de mémoire :	4

CHAPITRE I : ETUDE THEMATIQUE.

1. 1. Introduction :	6
2. L'architecture durable :	6
3. L'architecture et l'environnement :	7
4. L'objectif de l'architecture durable :	7
5. Les concepts de l'architecture durable :	7
5.1 Architecture écologique :	7
5.2 Architecture bioclimatique :	8
6. Label de l'architecture durable :	9
6.1 Bâtiment à basse consommation :	9
6.2 Bâtiment passif :	10
6.3 Bâtiment à énergie positive :	11
6.4 Haute qualité environnemental (HQE):	11
7. Le confort :	12
8. Le confort thermique :	13
8.1 Les paramètres de confort thermique :	13
8.2 Le confort hygrothermique :	14
9. La zone aride :	14
10. Caractéristiques climatiques des zones arides en Algérie :	15
11. Principe de l'architecture durable dans les zones arides :	15
11.1 L'implantation et l'orientation :	15
11.2 Végétation :	16
11.3 Forme d'enveloppe Compacité :	18

11.4	Matériaux :.....	18
11.5	Energie renouvelable :.....	19
12.	L'atrium :.....	20
12.1	Le Rôle de l'atrium :.....	20
12.2	Typologie de l'atrium :.....	21
12.3	Le rôle de l'atrium :.....	21
12.4	L'aspect environnemental des atriums :.....	22
13.	La santé :.....	23
13.1	Définition de la santé :.....	23
13.2	Les objectifs de la santé :.....	23
13.3	Les déterminants de la santé :.....	23
13.4	Les types de la santé :.....	23
14.	La recherche scientifique :.....	24
14.1	Type de recherche scientifique :.....	24
14.2	Les établissements de la recherche scientifique :.....	24
14.3	Projets existants au niveau national :.....	25
14.4	Les maladies infectieuses:.....	25
14.5	Centre de recherche en infectiologie :.....	26
14.6	Laboratoire de recherche :.....	26
Exemple 01 :	Institut de recherche biotechnologie - Strasbourg, France.....	28
1.1	Fiche technique :.....	28
1.2	Situation :.....	29
1.3	Accessibilité :.....	30
1.4	Plan de masse :.....	30
1.5	Volume :.....	31
1.6	Etude des plans :.....	33
1.7	La circulation horizontale /verticale :.....	37
1.8	La structure :.....	38
1.9	L'éclairage :.....	38
2.	Exemple 02 : Centre hospitalier d'Arras.....	39
2.1	Critère de choix :.....	39
2.2	Fiche technique :.....	39
2.3	Situation :.....	40
2.4	Description du projet :.....	40

2.5	L'accessibilité :	40
2.6	Etude de plan de masse :	41
2.7	Les accès :	42
2.8	Occupation de la parcelle :	43
2.9	Etude des plans :	43
2.10	Le plan de sous-sol :	43
2.11	Les techniques innovantes utilisés :	45
2.12	L'intérêt de CHA est la réduction de sa facture énergétique :	46
3.	Exemple 03 : Centre de santé publique de Nanjing :	47
3.1	Description du projet :	48
3.2	L'accessibilité :	48
3.3	Etude de plan de masse :	49
3.4	Les accès :	49
3.5	Volume :	50
3.5.1	Organisation intérieure :	50
3.6	Technique utilisés :	51
4.	Synthèse :	52

CHAPITRE II : PARTIE CONTEXTUELLE

1.	Introduction :	52
2.	Présentation de la ville :	52
2.1	Situation géographique :	52
2.2	Situation astronomique :	53
3.	Accessibilité.....	53
3.1	Potentialité terrestre.....	53
3.2	Potentialité aérienne :	53
3.3	Potentialité ferroviaire :	53
4.	Limites de la ville :	53
5.	Le cadre bâti :	54
5.1	Typologie de l'habitat (précolonial) :	54
5.1.1	Le style ksourien avec patio :	54
5.1.2	Les styles architecturaux :	55
5.1.3	Les éléments architectoniques :	56
5.2	Style de la période coloniale	56
5.2.1	Style de composition :	56

5.2.2	Style d'organisation :	56
5.2.3	Décorations et éléments architecturaux :	58
5.3	Le style post-colonial :	58
5.4	Comparaison entre les matériaux anciennes et de post colonial :	59
6.	Etude climatique :	59
6.1	Type de ciel :	59
6.2	L'éclairément :	60
6.3	Température :	61
6.4	Humidité :	62
6.5	Précipitation :	62
6.6	Vents :	63
6.7	Diagramme psychométrique de Givoni :	64
7.	Motivation de choix de site :	65
8.	Situation :	65
9.	Accessibilité :	66
10.	L'ensoleillement et les vents :	66
11.	L'environnement immédiat :	67
12.	Morphologie de site :	68
13.	Synthèse :	68

CHAPITRE III : PARTIE PROGRAMMATIQUE

1.	Introduction :	70
2.	L'objectif de programme :	70
3.	Les principes programmatiques :	71
4.	L'organigramme fonctionnel :	71
5.	Les entités du projet :	72
5.1	Accueil :	72
5.2	Entité administrative :	73
5.3	Entité de médecine préventive :	76
5.4	Entité de recherche :	78
5.4.1	Les laboratoires :	78
5.4.2	Insonorisation :	84
6.	Les surfaces :	94

CHAPITRE IV : PARTIE CONCEPTUELLE

1.	Introduction :	99
----	----------------	----

2.	Concepts utilisés :	99
2.1	Concepts liés au site :	99
2.2	Les concepts liés à l'architecture :	99
2.3	Les concepts liés à la durabilité :	100
2.4	Les concepts liés au programme :	101
3.	La genèse du projet :	102
3.1	L'idée d'inspiration :	102
3.1.1	Une idée métaphorique :	102
3.1.2	Les fonctions de la cellule :	102
3.2	La formulation de l'idée :	103
3.2.1	L'état des lieux :	103
3.2.2	Choix des accès :	103
3.2.3	Mode d'occupation du terrain :	104
3.2.4	L'affectation des entités (zoning) :	104
3.2.5	Les parcours :	105
3.2.6	Evolution formelle :	106
3.2.7	Zoning de l'espace extérieur :	110
3.2.8	Plan de masse :	113
4.	Les principes d'organisation des plans :	115
5.	Les laboratoires ;	118
5.1	Laboratoire niveau de confinement 3 :	118
5.2	Laboratoire niveau de confinement 2 :	119
5.2.1	Les façades et les vue 3d :	120

CHAPITRE V : PARTIE TECHNIQUE

1.	Introduction :	125
2.	Le choix de type de structure :	125
2.1	Structure mixte hybride :	125
2.2	Structure tridimensionnelle :	125
2.3	Structure portiques-voiles en béton armé :	125
3.	Système constructif :	126
3.1	Infrastructure :	126
3.1.1	Fondation :	126
3.1.2	Critère de choix de type de fondation :	126
3.2	Superstructure :	127

3.2.1	Les éléments verticaux :.....	127
3.2.2	Les éléments horizontaux :.....	128
3.2.3	Les matériaux de construction :.....	131
3.2.4	Les joints :.....	135
3.2.5	La circulation verticale :.....	136
3.2.6	Revêtement de murs et de sols :.....	137
3.2.7	Les isolants :.....	139
3.2.8	Éclairage et ventilation naturelle :.....	139
3.2.9	Ventilation mécanique :.....	140
3.2.10	L'effet de serre :.....	142
3.2.11	Gestion des déchets :.....	142
3.2.12	Système de sécurité :.....	143
3.2.13	L'éclairage artificiel utilisé dans le projet :.....	143
3.3	Les techniques bioclimatiques utilisées :.....	144
3.4	Synthèse :.....	144

CHAPITRE VI : PARTIE SIMULATION

1.	Introduction :.....	145
2.	Objectif :.....	145
3.	La problématique :.....	145
4.	Les hypothèses :.....	146
5.	Le confort thermique :.....	146
5.1	Les échanges thermiques du corps humains :.....	146
5.1.1	Les échanges de chaleur par conduction :.....	146
5.1.2	Les échanges de chaleur par convection :.....	147
5.1.3	Les changes de chaleur par rayonnement :.....	147
5.1.4	L'évaporation (le changement de phase) :.....	147
5.2	Les paramètres de confort thermique :.....	147
5.2.1	Températures :.....	147
5.2.2	L'humidité relative de l'air :.....	148
5.2.3	Le métabolisme :.....	148
5.2.4	L'habillement :.....	149
5.2.5	La vitesse de l'air :.....	149
5.3	Les stratégies de l'architecture bioclimatiques :.....	150
5.3.1	Stratégie du chaud :.....	150

5.3.1	La Stratégie du froid :	151
5.4	Les performances thermiques des matériaux de construction :.....	152
5.5	Les outils et les instruments d'évaluations de confort thermique :.....	153
5.6	Le choix de l'outil de simulation de confort thermique :.....	155
5.8	Le but de simulation :.....	155
5.9	La simulation par Energyplus :	155
5.9.1	Présentation de programme :	155
5.9.2	Caractéristiques de l'Energyplus :	156
5.9.3	Les principes :	156
5.9.4	Les contraintes de logiciel :	156
6.	Données climatiques de la période d'étude	157
7.	Présentation de l'espace en question :	157
7.1	Résultats et discussion :.....	158
8.	Synthèse :	168

CONCLUSION GENERALE

1.	Conclusion générale :	169
	Annexes.	171

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : ETUDE THEMATIQUE.

Figure 1: les stratégies des bâtiments bioclimatiques.....	8
Figure 2:le principe des bâtiments a basse énergie.	8
Figure 3:la consommation énergétique dans le bâtiment.....	9
Figure 4:bâtiments à énergie positive.	10
Figure 5: les paramètres de confort thermique	12
Figure 6:Optimums de la course du soleil suivant les saisons.....	14
Figure 7: l'implantation et l'orientation du bâtiment.....	15
Figure 8: l'epotranspiration.	15
Figure 10:les types de forme compacts.....	17
Figure 10: niveau de compacité.	17
Figure 11: les panneaux d'Énergie solaire.....	18
Figure 12: fonctionnement d'un panneau solaire photovoltaïque.....	18
Figure 13: l'énergie éolienne.	18
Figure 14:Un atrium recouvrant deux bâtiments	19
Figure 15:Un atrium recouvrant le cœur d'un bâtiment	19
Figure 16: Différents types et configurations d'atrium	20
Figure 17:le pourcentage de l'humidité.	27
Figure 18: diagramme hygrothermique de givoni.....	27

ANALYSE DES EXEMPLES

Figure 1:vue de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.	28
Figure 2:Vue satellitaire de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.	29
Figure 3:: Vue satellitaire de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.....	30
Figure 5:Esplanade de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.	30
Figure 6:occupation de sol de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.	31
Figure 7:le matériau utilisé au niveau de façade.	31
Figure 8: façade postérieure de Volume du bâtiment de l'Institut de recherche biotechnologie.	33
Figure 9:les ouvertures de l'institut de recherche biotechnologie.	34
Figure 10:Plan sous-sol de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.....	34
Figure 11:Plan RDC de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine... ..	35
Figure 12: l'organigramme fonctionnelle de l'organisation de plan de RDC.	35
Figure 13:: Plan Etage 02 de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.....	36
Figure 14:Plan Etage 01 de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.....	37
Figure 15: le plan libre des laboratoires.	37
Figure 16:: Coupe longitudinale de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.	37
Figure 17 : l'intérieur de l'institut de recherche en biotechnologie.	38
Figure 18:: Plan Etage 03 de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.	38
Figure 19: les escaliers au niveau de l'institut.	40
Figure 20: l'éclaira	40
Figure 21:l'ambiance lumineux au niveau de l'institut de recherche.	41
Figure 22:Vue aérienne de la situation du centre hospitalier d'Arras.	42
Figure 23:Vue aérienne de la situation du centre hospitalier d'Arras en 3d.	43

Figure 24:l'accessibilité au centre hospitalier d'Arras.....	43
Figure 25: les bâtiments du centre hospitalier d'Arras.	44
Figure 26:plan de sous-sol.	44
Figure 27: l'organigramme fonctionnelles des espaces.	45
Figure 28:les bassins d'eau dans le centre hospitalier d'Arras.	45
Figure 29: les galeries d'intérieur	45
Figure 30:Coupe transversale de l'ensemble des bâtiments nord -sud	46
Figure 31: l'éclairage naturel dans l'accueil. Source : le plateau médico-technique .PDF	46
Figure 32:Détail des parois double peau avec ventelles.	46
Figure 33: la façade principale de centre hospitalier d'Arras.....	47
Figure 34:le centre de santé de Nanjing.....	48
Figure 35: plan de masse. Source : établi par l'étudiante.	48
Figure 36: les accès au projet.....	49
Figure 37: le plan de RDC.	50
Figure 38:coupe longitudinale sur les blocs.....	51
Figure 39: l'espace centrale dans le bloc des maladies infectieuse.....	51
Figure 40:les éléments de la façade.	51

CHAPITRE II : PARTIE CONTEXTUELLE.

Figure 1: Carte de situation géographique et administrative de la ville de Laghouat.....	53
Figure 2:Carte des reliefs naturels de la Wilaya de Laghouat.	54
<i>Figure 3:L'accessibilité de la ville de Laghouat</i>	<i>54</i>
Figure 4:Limite naturelle de la ville de Laghouat.....	55
<i>Figure 5:Les ilots compactes pour l'habitat ksourien.</i>	<i>55</i>
Figure 6:habitat avec patio style ksourien.	55
Figure 7:Coupe sur les ruelles de la ville traditionnelle	56
Figure 8: Mezzanine dans les habitats traditionnelles.	56
Figure 9: Le rôle de patio.....	57
Figure 10: Schéma de fonctionnement climatique de patio.....	57
Figure 11:Positionnement de la cour par rapport à la parcelle bâti.	58
Figure 12: les arcades au niveau de la façade.	58
Figure 13 : façade des habitats coloniales.....	59
Figure 14:Exemples des formes des arcs de période colonial.	59
Figure 15:Les éléments architectoniques de la ville.	59
Figure 16:Mixte entre ksourien.et de style colonial.	60
Figure 17:Fluctuation de température intérieur de la Maison.....	60
<i>Figure 18:Découpage des zones climatique.</i>	<i>61</i>
<i>Figure 19: Fréquence des ciex ensoleillés et nuageux.</i>	<i>61</i>
Figure 20 : Diagramme de l'éclairement de la ville de Laghouat.....	62
Figure 21:diagramme solaire indiquant la trajectoire.	62
Figure 22:Diagramme de température moyenne maximale et minimale.....	63
Figure 23:Diagramme d'humidité.....	64
<i>Figure 24:Diagramme de pluviométrie moyenne de la ville de Laghouat.</i>	<i>64</i>
<i>Figure 25:La rose des vents dans la saison d'été et d'hiver de Laghouat.</i>	<i>65</i>
Figure 26:Diagramme de GIVONI.	66

Figure 27:L'emplacement des équipements d'accompagnement dans la vile.	66
Figure 28:le site d'intervention	67
Figure 29:La localisation du site d'intervention par rapport à la ville.	67
Figure 30:Accessibilité au site.	68
Figure 31:Aspect climatique du site.	68
Figure 32:Les voisinages de site.	69
Figure 33:Coupe topographie de terrain.	69

CHAPITRE III : PARTIE PROGRAMMATIQUE.

Figure 1: l'organigramme fonctionnel des entités.	72
Figure 2:l'accueil.....	73
Figure 3: Bureau de directeur.	74
Figure 4:Bureau d'archive.	75
Figure 5:Salle de réunion.	76
Figure 6:Schéma fonctionnel de la salle de tri des échantillons.	77
Figure 7:Schéma fonctionnel de la salle de salle de prélèvement.	77
Figure 8: les portes de laboratoire.....	78
Figure 9:Schéma fonctionnel de laboratoire de niveau de confinement 3.....	81
Figure 10:Dimension des paillasse de laboratoire.....	82
Figure 11: les revêtements du sol dans les laboratoires.....	83
Figure 12: le plafond des laboratoires.	83
Figure 13: l'appareil d'insonorisation.....	84
Figure 14:Les espaces de circulation en fonction des différentes situations de travail	84
Figure 15: le stockage des produits.....	86
Figure 16:les laveries avec espace de stérilisation.	87
Figure 17:la distribution dans les laboratoires de recherche.....	88
Figure 18: les salles de repos.	89
Figure 19: coupe schématique de la salle de conférence	89
Figure 20: la salle de conférence.	90
Figure 21: salle de repos.	90
Figure 22:l'exposition des échantillons.....	91
Figure 23: l'espace de consommation.	91
Figure 24: la salle de documentation.	92
Figure 25: les escaliers dans les laboratoires de recherche.	93
Figure 26:les ascenseurs dans les laboratoires de recherche.	94

CHAPITRE IV: PARTIE CONCEPTUELLE

Figure 1:coupe sur la cellule humaine.	103
Figure 2:les composantes de la cellule.....	103
Figure 3:l'etat de lieu de terrain	104
Figure 4:choix des accès.	104
Figure 5: mode d'occupation de terrain	105
Figure 6:zoning des entités	105

Figure 7: créations des parcours.	106
Figure 11:Développement de la forme opération 03 (emboitement).	108
Figure 12: développement de la forme, opération04 (emboitement). .	108
Figure 13:Développement de la forme opération 05.	109
Figure 14: Développement de la forme, opération 06.	109
Figure 15:Développement de la forme, opération 07.	109
Figure 16:Développement de la forme, opération 08.	110
Figure 17:Développement de la forme, opération 09	110
Figure 22: stationnement de service.	113
Figure 23:plan de masse.....	114
Figure 24:les plans d'eau dans l'espace extérieur.....	115
Figure 25: vue sur l'espace extérieur.....	115
Figure 26: vue sur l'espace extérieur.....	116
Figure 27:le principe d'organisation de RDC.	117
Figure 28: le principe d'organisation de 1er étage.	118
Figure 29: le principe d'organisation de 2ème étage.....	118
Figure 31: laboratoire variable N°3.	119
Figure 32: laboratoire variable N°2.	120
Figure 33:vue nord/est.	121
Figure 34: vue Nord/ EST.....	122
Figure 35: vue Nord /Est.	122
Figure 37: la façade sud/ouest.....	123
Figure 39:la façade ouest.	124

CHAPITRE V: PARTIE TECHNIQUE

Figure 1:la semelle filante.....	127
Figure 2: la semelle isolé	127
Figure 3:Exemples de sections transversales des poteaux mixtes.	128
Figure 4:Coupe d'un poteau circulaire	128
Figure 5:les poutres en béton armé	129
Figure 6: poutre alvéolaire.	129
Figure 7: les détails de la dalle pleine	130
Figure 8:coupe sur l'articulation (poutre-plancher).....	131
Figure 9: les constituants de plancher mixte.....	131
Figure 10: plancher mixte avec poutre alvéolaire.....	131
Figure 11: structure tridimensionnelle	131
Figure 12: les blocs de béton translucide	132
Figure 13:les panneaux solaires transparent	134
Figure 14: les couches de la cellule photovoltaïque.	134
Figure 15: le vitrage intelligent de type électrochrome	135
Figure 16:le joint de rupture	136
Figure 17:le joint de dilatation	136
Figure 18:couvre joint de dilatation.....	136
Figure 19: détails des escaliers	137
Figure 20:détails d'ascenseur.....	137

Figure 21: monte -charge source.....	138
Figure 22: l'application des peintures dans les sols et les murs	138
Figure 23:revêtement de sol qui produit l'électricité.....	139
Figure 24: les routes solaires.....	139
Figure 25:les panneaux de verre cellulaire	140
Figure 26: panneaux de liège expansé	140
Figure 27:détails d'une centrale de traitement d'air simple flux.....	141
Figure 28:Détails d'une centrale de traitement d'air simple flux double flux.....	142
Figure 29:le banaliseur des déchets	143

CHAPITRE VI : PARTIE SIMULATION

Figure 1:les différents modes de transfert de chaleur	148
Figure 2: le métabolisme www.csbat.net	149
Figure 3: valeur exprimée des tenues vestimentaire	149
Figure 4:les paramètre de confort thermique	150
Figure 5:Les capteurs thermiques	154
Figure 6: la caméra thermique	154
Figure 7: le thermomètre	154
Figure 8: la méthode Givoni	155
Figure 9:le laboratoire étudié.....	158
Figure 10: température opérative de l'espace étudié, hiver.....	160
Figure 11:température opérative de l'espace étudié, été.	161
Figure 12:température opérative de l'espace étudié, cas amélioré A, Hiver.....	163
Figure 13:température opérative de l'espace étudié, cas amélioré A, Hiver.	164
Figure 14::température opérative de l'espace étudié, hiver.	165
Figure 15: la différence de température de l'air entre les cas.....	166
Figure 16:la différence de température radiante entre les cas.....	166
Figure 17: la différence de température entre le cas 3 et 1.	167
Figure 18:température opérative de l'espace étudié, été.	168
Figure 19:la différence de température de l'air entre initiale et améliorer.	169



INTRODUCTION GENERALE

1. Introduction :

Actuellement, le monde souffre d'un problème lié à la santé publique car une fois que les bactéries, les virus ou les parasites pénètrent dans l'organisme et provoquent des maladies infectieuses, cette dernière peut rapidement devenir contagieuse et se transmettre facilement d'une personne à une autre ou d'un animal à un être humain par-delà des frontières (comme La récente pandémie de **Covid-19**). Les nouvelles formes de maladies sont aujourd'hui plus fréquentes que dans des périodes précédentes dues à l'évolution des modes de vie, notamment le développement des moyens de transport, les migrations et la croissance démographique de la population dans les zones urbaines.

Afin de contrôler ce phénomène sanitaire, trouver des solutions et développer des protocoles et des médicaments, les institutions et les entreprises qui travaillent dans le domaine de santé ont créé plusieurs centres et laboratoires de recherches destinés aux maladies infectieuses. Les efforts fournis dans le domaine d'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses donnent une importance aux infrastructures y afférentes, surtout celles liées au secteur de bâtiment.

De point de vue environnemental, le secteur de bâtiment est classé parmi les causes d'épuisement des ressources naturelles, d'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (dont il est responsable de 30% de ces dernières)¹ et des changements climatiques. Pour ces raisons, la conception d'un établissement sanitaire, particulièrement des centres de recherches doit orienter la recherche vers les solutions architecturales, d'usages techniques, potentiellement porteurs de valeurs environnementales tel que la cour, l'atrium, les puits canadiens, etc.

Malgré que la recherche scientifique soit une composante fondamentale du développement de tous les pays et elle est essentiel pour la production des nouvelles connaissances afin de mieux comprendre un phénomène, en Algérie le secteur de la recherche est très en retard et reste au stade embryonnaire, surtout dans le domaine sanitaire. Sur le territoire national se trouve 16 centres de recherche qui concentrent dans le nord, Est et l'Ouest du pays, inversement au Sud. De ce fait, l'objectif de ce travail est la création d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses dans la ville de Laghouat, considérée comme

¹ Source : Par Aloïs Fournier et Olivier Papin, ingénieurs E6 consulting – Groupe NEPSEN

la porte de désert et qui est situé en plein centre du pays. Ainsi que, elle dispose des bonnes conditions pour mettre en œuvre de tels projets en mettant en place des structures de santé (centre de anticancer, CHU, etc.), qui jouent un grand rôle dans le plan sanitaire.

La conception de ce centre dans un climat chaud et sec nécessite des principes appropriés pour s'intégrer à ses conditions climatiques. Dans ce climat les conditions thermiques qui constituent un paramètre déterminant de qualité de l'environnement intérieur, et au niveau de l'architecture vernaculaire locale, la leçon de la cour comme élément régulateur et intermédiaire entre les conditions thermiques extérieures et intérieures constitue une source d'inspiration sous plusieurs formes telles que le patio, l'atrium ou une combinaison entre les deux selon les conditions thermiques extérieures, et la plage de confort visée.

2. Problématique :

A travers cette recherche qui a comme projet, un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses et comme phénomène à étudier l'impact de la cour et l'atrium sur le comportement thermique des espaces, on pose les interrogations suivantes :

Problématique générale :

- ✓ Quel sont les paramètres qui sert a intégré un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses dans la ville de Laghouat, (le contexte urbain, fonctionnel) afin d'améliorer la qualité de la recherche scientifique dans le domaine de la santé ?

Problématiques spécifiques :

- ✓ Comment améliorer les techniques passives et les modèles architecturaux adaptés à la région de Laghouat dans un centre de recherche contre les maladies infectieuses ?
- ✓ Quelles est l'effet de l'atrium sur la qualité de l'environnement intérieur, notamment sur l'amélioration de la qualité thermique de l'espace en hiver la minimisation de surchauffe dû à l'ensoleillement intense caractérisant la ville de Laghouat ?

3. Hypothèses :

- ✓ Le choix de la forme compacte et l'intégration de la cours et l'atrium dans la composition volumétrique pourra participer à la création des ambiances thermiques intérieures favorables toute l'année.

Sous-hypothèses :

- Une orientation nord /sud de l'entité de recherche pourra assurer les conditions souhaiter.
- L'augmentation de la surface de l'atrium par rapport à l'espace étudié pourra améliorer les conditions thermiques en hiver.
- Une ventilation nocturne des ouvertures avec une bonne isolation pourra améliorer les conditions thermiques.

4. Méthodologie de recherche :

Dans le but d'atteindre les objectifs ciblés, en utilise les éléments suivants :

- **L'utilisation des outils documentaire :** à travers une recherche bibliographique afin de collecter et consulter des documents (livre, revues, mémoires, sites web ;etc) ayant une relation avec le thème de recherche qui est les centres de recherche ,les maladies infectieuses, ect .afin d'améliorer nos connaissances et explorer les données collectées.
- **Etude analytique :** pour acquérir une programmation et les principes aident à la démarche. En analysant des exemples ayant le même thème de recherche, Cela nous permet d'approfondir notre compréhension des fonctions et des relations spatiales des centres de recherche sur les maladies infectieuses.
- **L'utilisation des outils informatique :** des logiciels qui aide à la conception et d'autres aux simulations (Energyplus , sketchup.....ect), cette dernière sert a expertisé la faisabilité des dispositifs adoptés pour assurer le confort thermique .

5. Structure de mémoire :

➤ **Introduction Générale**

➤ **Chapitre 1 :**

- **Etude thématique :** Consiste à récolter les données et les documents dans le but de clarifier et définir les concepts, les théories de base ayant une relation avec le thème de recherche (centre national de recherche pour la lutte contre les maladies infectieuses).
- **Analyse des exemples** similaires qui permettent d'approfondir la connaissance concernant les principes de fonctionnement, les aspects environnementaux, les aspects de la durabilité, et Comprendre les relations fonctionnelles et spatiales, etc.

➤ **Chapitre 2 :**

- **Etude contextuelle :** dans lequel on présente la ville, ainsi que le site pour connaître toutes les informations concernant la localisation, l'environnement immédiat, les aspects climatique pour intervenir toutes les caractéristiques de terrain dans la conception.

➤ **Chapitre 3 :**

- **Etude programmatique :** l'élaboration de programme qualitatif et quantitatif résulte des exemples de côté des espaces et ses exigences.

➤ **Chapitre 4 :**

- **Conception architecturale :** Une présentation du projet avec les différentes étapes et concepts pour la formalisation de ce dernier.

➤ **Chapitre 5 :**

- **Etude technique :** présente les différents systèmes structurants utilisés et les différentes techniques.

➤ **Chapitre 6 :**

- **Simulation numérique :** c'est la phase de simulation numérique et expérimentale et l'évaluation de confort dans les espaces à travers des outils informatiques pour connaître la performance de projet (consommation énergétique).

➤ **Conclusion Générale.**



**CHAPITRE
THEMATIQUE**

1. Introduction :

Quand on parle de l'environnement et l'architecture, on parle de la relation entre l'architecture et les conditions environnementales. Dans ce chapitre nous avons défini le concept de l'architecture durable et les différentes stratégies de durabilité qui peuvent acquérir le confort aux usagers d'un édifice construit dans un contexte climatique aride de la région de Laghouat. On va aussi présenter un ensemble des concepts et de connaissances relatives au thème de recherche scientifique dans le domaine médical.

Pour souligner les principes de conception de centre de recherches, on va analyser quelques exemples similaires à notre équipement.

2. L'architecture durable :

C'est les principes du développement durable appliqué au domaine de la construction,

Il s'agit de :

- Construire pour durer avec les ressources disponibles et renouvelable, sans léser les générations futures.
- Prendre en compte la notion de coût global.
- Intégrer tout le cycle de vie d'un bâtiment, depuis l'impact de la fabrication des matériaux. Jusqu'à leur traitement en fin de vie.¹

3. L'architecture et l'environnement :²

Définie comme le mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et l'occupant, elle permet :

- Participer au confort et à la santé des usagers.
- Réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant.



¹ Source : *La maison écologique*, Louise Ranck, Mai 2009, ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-Germain , Paris.

² Source : *Encyclopédie Encarta Microsoft 2009*

4. L'objectif de l'architecture durable :

L'architecture durable a comme défi d'offrir un meilleur cadre de vie soit en confort ou en santé, tout en préservant l'environnement et cela par :

- ✓ L'amélioration de notre bien-être.
- ✓ La durabilité de nos ressources naturelles
- ✓ La réduction de l'énergie consommée.
- ✓ La réduction de l'impact environnemental³

5. Les concepts de l'architecture durable :

5.1 Architecture écologique :

C'est un mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant. L'architecture bioclimatique s'inscrit dans une démarche de développement durable car elle permet de réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant, et de participer au confort et à la santé des habitants en veillant à la nature des matériaux utilisés.⁴

5.2 Architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est une sous-discipline de l'architecture qui recherche un équilibre entre la conception et la construction des bâtiments ; son milieu (climat, environnement, Etc).

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétique (chauffage, climatisation...) de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel.⁵

³ Source : Jean-Pierre. O, Bosse-Platinera, AUBERT.C,2002, « maisons écologiques d'aujourd'hui », édition terre vivante.

⁴ Architecture bioclimatique ,C.a.u..e (conseil d'architecture ,d'urbanisme ,et de l'environnement.

⁵ JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 2eme Édition.

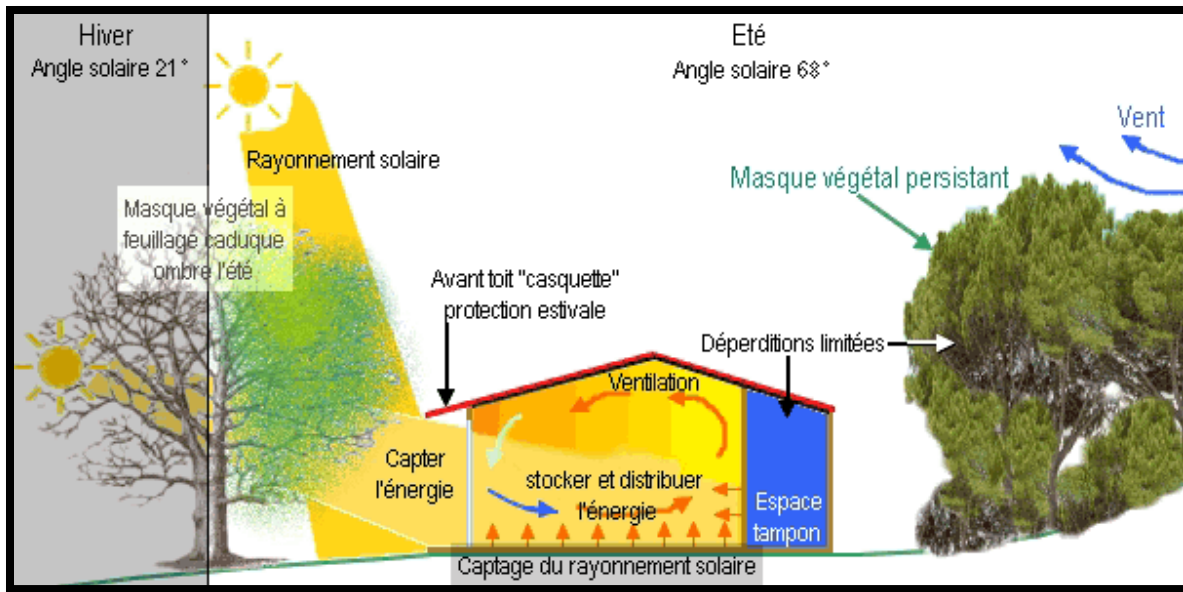


Figure 1: les stratégies des bâtiments bioclimatiques.
Source : www.e-rt2012.fr/explications.

6. Label de l'architecture durable :

6.1 Bâtiment à basse consommation :⁶

Bâtiment qui consomme, pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, les auxiliaires et la climatisation

50 kWh/(m².an) en énergie primaire (m² de SRT modulé selon la zone climatique et l'altitude)

Ce terme désigne globalement le niveau de performance de la RT 2012 appliqué aux constructions neuves.

Figure 2: le principe des bâtiments a basse énergie.
Source : <http://education.hespul.org/>

⁶ Source : <http://education.hespul.org/particuliers/concevoir-un-habitat-econome/batiment-basse-conso/>

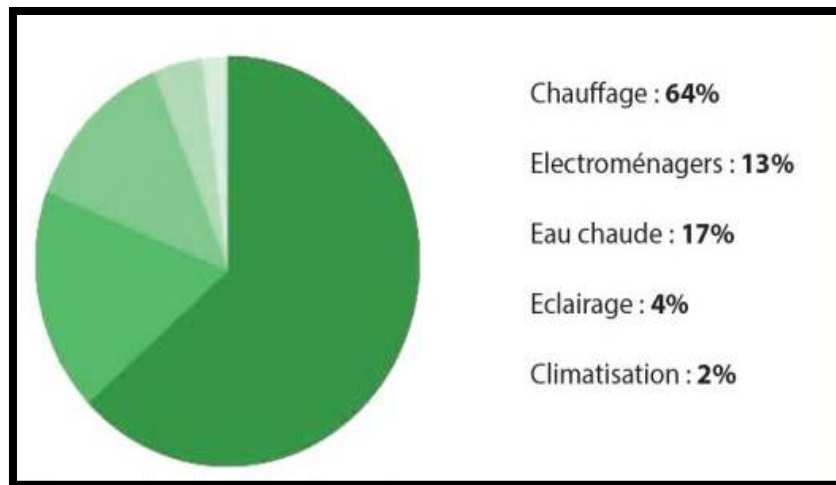


Figure 3: la consommation énergétique dans le bâtiment.
Source : <http://www.bio-bati.fr/batiment-basse-consommation.html>

6.2 Bâtiment passif :⁷

✓ Bâtiment qui est quasiment autonome pour ses besoins en énergétique



✓ La référence allemande est appelée Passivhaus.

✓ Il utilise les apports gratuits (solaires, métaboliques, d'équipements...) et présente une bonne isolation thermique, le chauffage devenant un simple appoint.

⁷ Source : FORMATION BATIMENT DURABLE : PASSIF ET (TRES) BASSE ENERGIE AUTOMNE 2015 Journée 4 Stratégies de conception, Charline LANGEROCK.

6.3 Bâtiment à énergie positive :

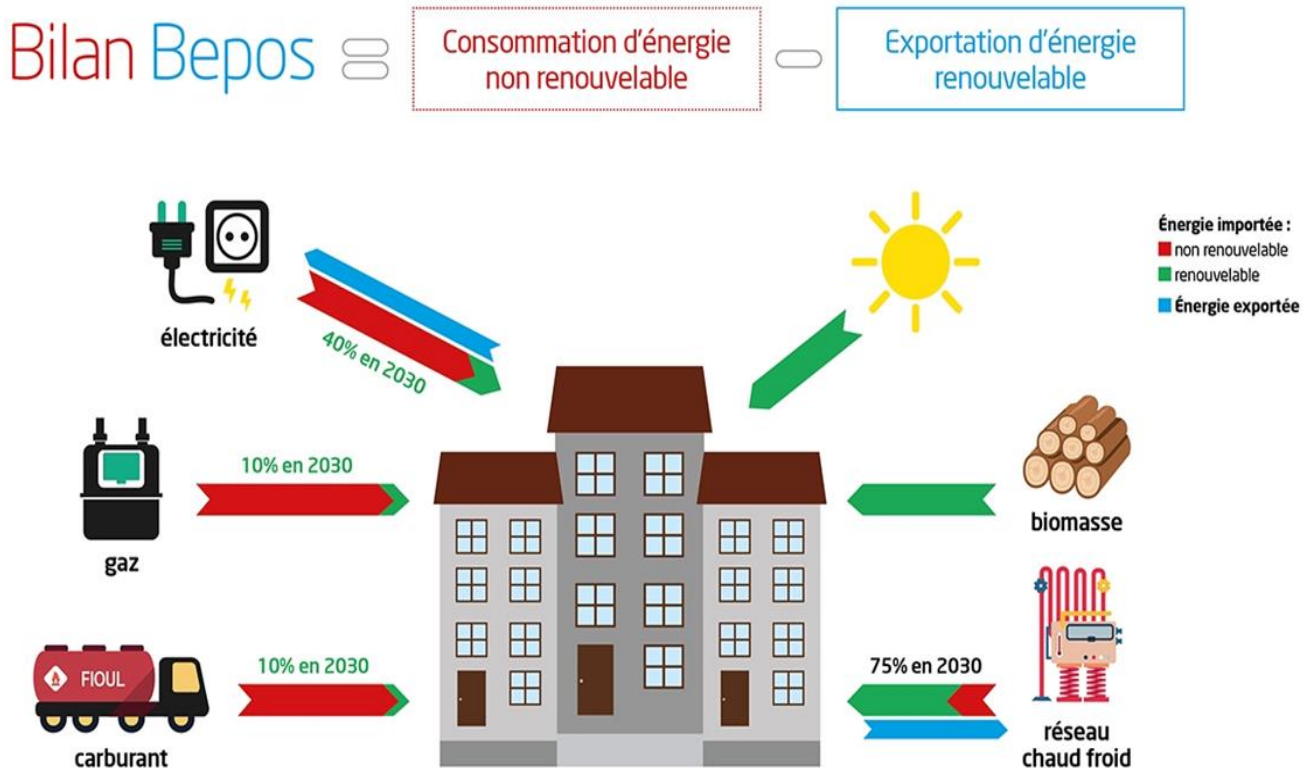


Figure 4: bâtiments à énergie positive.
Source : fr.depositphotos.com

6.4 Haute qualité environnemental (HQE):

Le cadre de référence du bâtiment durable HQE concerne tous les acteurs du bâtiment et de l'immobilier qui souhaitent entrer dans une démarche de progrès en faveur de la qualité de vie, du respect de l'environnement et de la performance économique.⁸

⁸ Source : JEAN PASSINI. *Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition.*

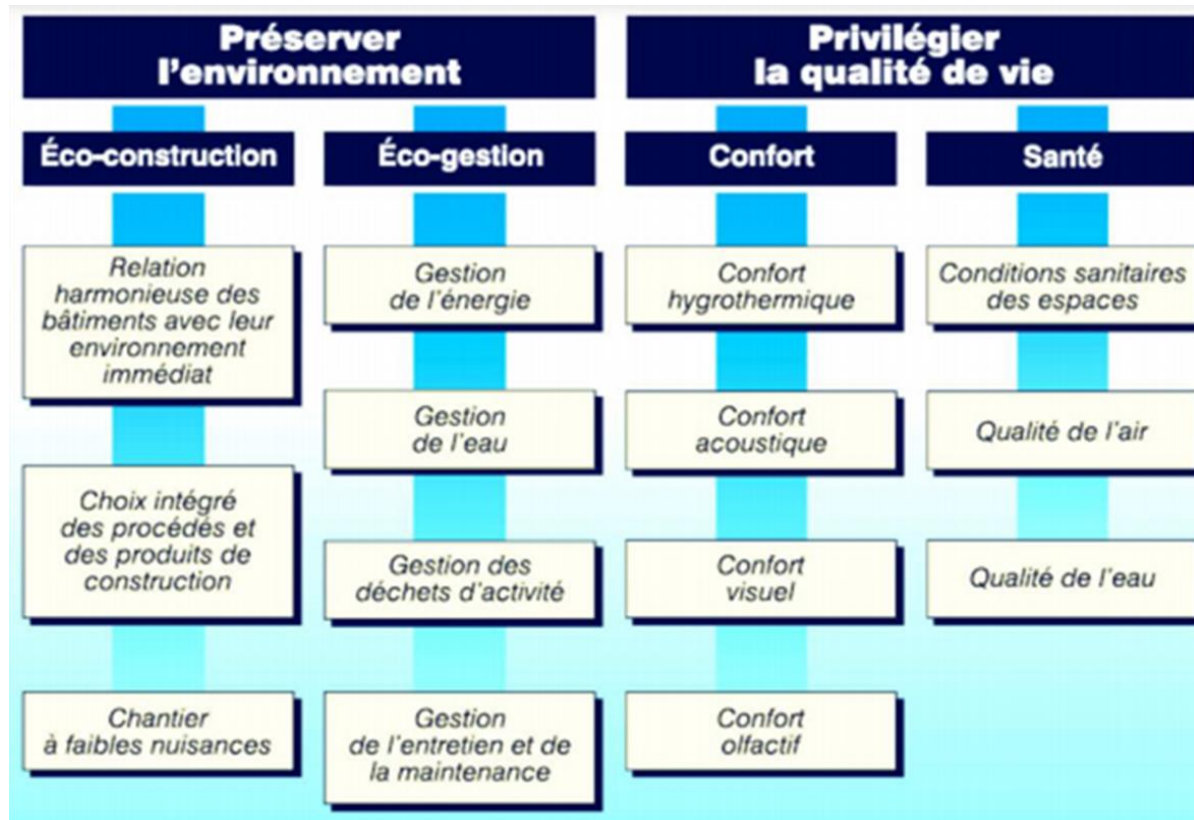


Tableau 1 : Les indices de Haute qualité environnemental.

7. Le confort :

Selon V. Candas, « le confort dépend de l'ensemble des commodités procurant de l'agrément, générant une impression plaisante ressentie par les sens et l'esprit, voire même un certain plaisir... tout ce qui fait défaut, qui est difficile à utiliser, qui ne correspond pas aux attentes, qui gêne ou qui est désagréables est contraire à la notion de confort. »

Selon Larousse : C'est le bien-être matériel résultant des commodités de ce dont on dispose.

- ✓ Le confort est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensations. Ses composantes sont le confort thermique, visuel et enfin acoustique.⁹

⁹ Source : <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>

8. Le confort thermique :

défini par la norme internationale ISO 7730 comme étant la satisfaction exprimée quant à l'ambiance thermique, il est tout ce qui contribue à la création d'une ambiance thermique rassurant le bien-être, et s'exprime par une sensation agréable procurée par la satisfaction de besoins physiologiques (l'absence de contraintes thermiques imposées aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain, l'obtention des conditions favorables pour tous les systèmes fonctionnels de l'organisme et la garantie d'un niveau élevé de capacité du travail, l'assurance d'un bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante) et l'absence de tensions psychologiques (Cantin, 2005 ; Evans, 1980).¹⁰

8.1 Les paramètres de confort thermique :¹¹

Le confort thermique c'est l'état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement immédiat.

- ✓ Température des murs : 22 °C.
- ✓ Humidité relative entre 40 et 60%.
- ✓ Température du sol : 19 à 24°C.
- ✓ Vitesse de l'air : inférieure à 0.15 m/s.

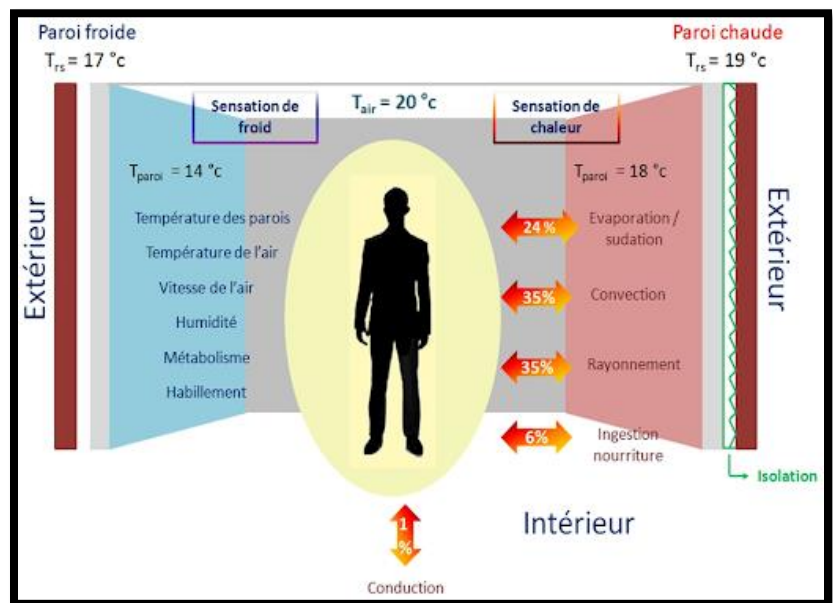


Figure 5: les paramètres de confort thermique.
Source : <http://www.batitherm.ch/confort-thermique.html>

¹⁰ Source : *Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement*. Par Jean-Yves Charbonneau, Direction de la prévention-inspection. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004

¹¹ Source : *La maison écologique*, Louise Ranck, Mai 2009, ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-Germain, Paris.

8.2 Le confort hygrothermique :

Le confort ne dépend pas seulement du paramètre de la température mais aussi de l'hygrométrie de l'air intérieur ; une humidité faible ou élevée rend l'ambiance inconfortable ; lorsqu'elle est inférieure à 20%, elle provoque la sécheresse et le picotement ; lorsqu'elle est supérieure à 80%, elle cause la sensation d'étouffement chez l'individu.¹²

Selon Lavigne : est défini comme étant la sensation que ressent une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve.

9. La zone aride :

- ✓ C'est un climat chaud et sec, se caractérise par :
 - Pluviosité moyenne annuelle :100à400 mm
 - Coefficient de variation des pluies annuelles :30à60%.
 - Longueur de la saison pluvieuse :15à100 jours.
 - L'indice d'aridité 0,03-0,20.

- ✓ La végétation indigène est généralement rare, composée de graminées annuelles et pérennes et d'autres plantes herbacées ainsi que de buissons et de petits arbres. Les précipitations sont extrêmement variables, avec des quantités annuelles allant de 100 à 300 millimètres.¹³

- ✓ On distingue trois grands types de climats :
 - Le climat méditerranéen
 - Le climat tropical
 - Le climat continental ¹⁴

¹² Source: DEOUX. Suzane et Pierre : « Le guide de l'habitat sain ». Andorra, Edition MEDIECO, Avril 2002.

¹³ Source: organisation des nations unies ,programme des nations unes pour l'environnement, journée mondiale de l'environnement5juin2006,ne désertez pas les zones arides,alger)

¹⁴ Source: <https://www.algerie-climat.com>

10. Caractéristiques climatiques des zones arides en Algérie :¹⁵

Les principales caractéristiques climatiques des milieux arides sont :

- Les amplitudes thermiques et les températures trop élevées.
- Contraste entre températures diurnes et nocturnes du fait de la clarté du ciel et les vents froids auxquels ces zones sont souvent sujettes.
- Basse humidité et faibles précipitations.
- Vents de sable entraînant un environnement poussiéreux.

11. Principe de l'architecture durable dans les zones arides :

Selon Oliva et Courgey (2006) « Construire et vivre avec le climat et non contre lui »

11.1 L'implantation et l'orientation :

La Construction doit se poser le plus naturellement possible sur le sol, Ainsi, l'organisation des accès et du plan, positionnement des vues, l'écoulement et la gestion des eaux pluviales se définissent logiquement.

Une construction doit largement s'ouvrir au Sud et privilégier les surfaces vitrées dans le secteur SE-SW.¹⁶

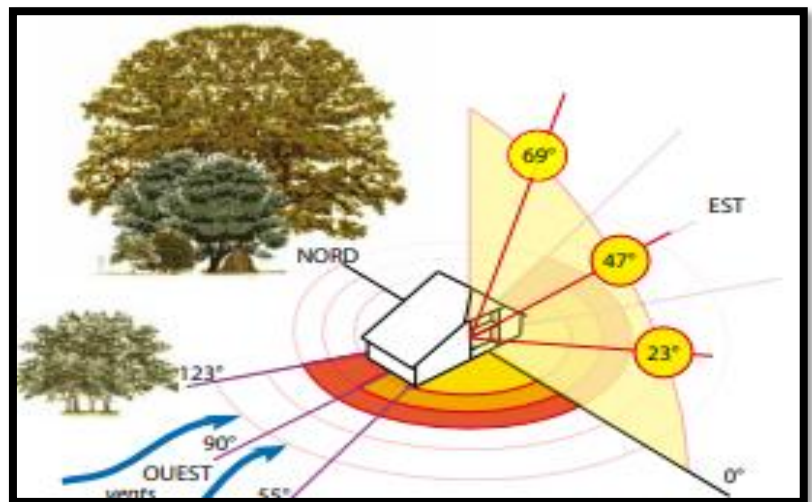


Figure 6: Optimums de la course du soleil suivant les saisons.
Source : www.e-rt2012.fr

¹⁵ Source : Amar Bennadji, thèse de doctorat Adaptation climatique, culturelle des zones arides. Cas de sud-est algérien géographique. Université de provenence –Marseille 2000 page 30.

¹⁶ Source : Conseil d'architecture, urbanisme et d'environnement de Tarn-et-Garonne (pdf).

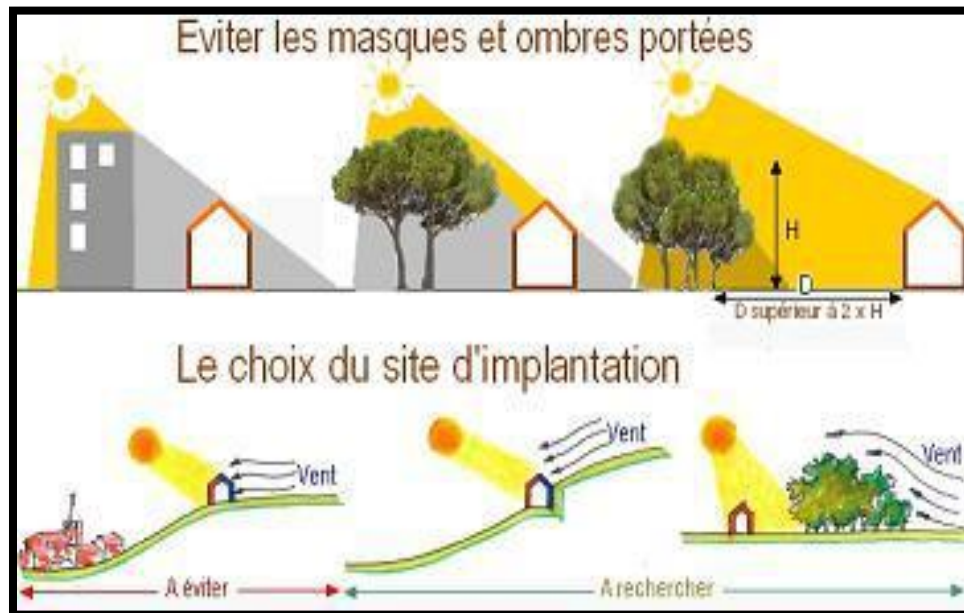


Figure 7: l'implantation et l'orientation du bâtiment.
Source : Centre de la nature.pdf

11.2 Végétation :

- ✓ La végétation offre un ombrage saisonnier des édifices.
- ✓ Des arbres et des haies plantées du côté Nord protègent du vent.
- ✓ Des arbres à feuilles caduques du côté Sud ne limitent la pénétration du soleil qu'en été.
- ✓ Rafraichit l'air par évapotranspiration.
- ✓ Filtre les poussières (vent de sable) en suspension.

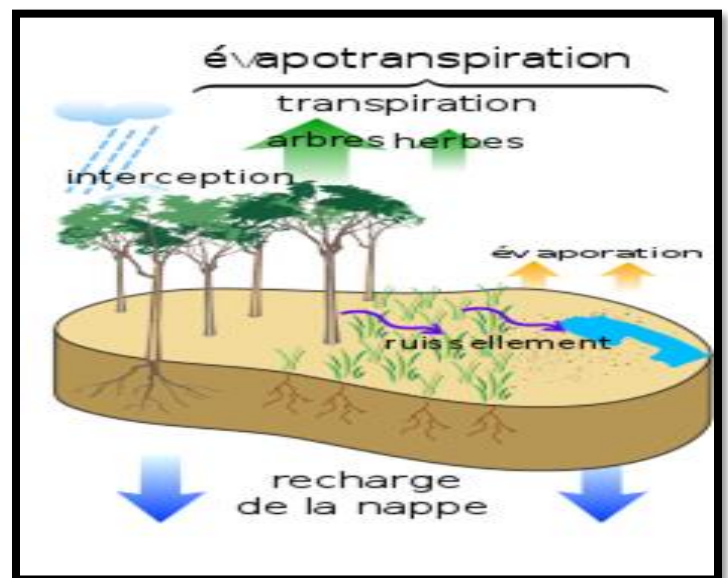


Figure 8: l'évapotranspiration.
Source : www.hebergementwebs.com



Eucalyptus



Cypres vert



Pin d'Alep



Caroubier



Palmier éventail



Cassier



Caroubier



Palmier dattier



Craterostigma
plantagineum



Aetemisia Sieberi



Xerophyta retinervis



Aconthus

11.3 Forme d'enveloppe Compacité :

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface du bâtiment. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact. La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites.¹⁷

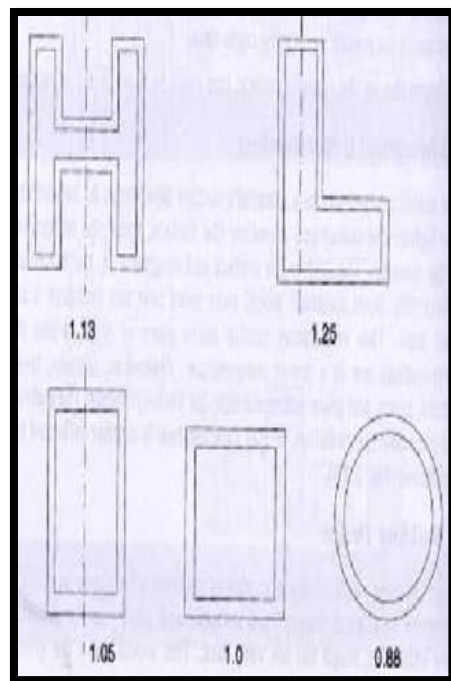


Figure 10: les types de forme compacts.
Source : www.e-rt2012.fr

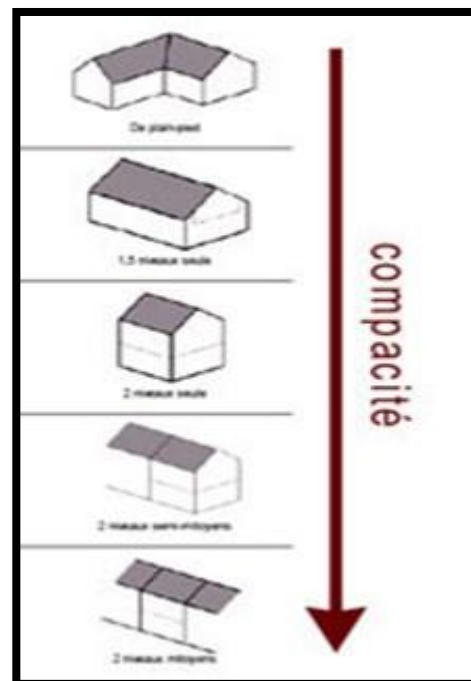


Figure 10: niveau de compacité.
Source : www.e-rt2012.fr

11.4 Matériaux :

Utiliser des matériaux lourds de forte inertie thermique (aide à stocker la température de l'intérieur et absorber la chaleur pendant la journée et la restituer la nuit), locaux, durables renouvelables qui consomment peu d'énergie dans leur fabrication (la pierre, ...).

L'isolation : Les murs extérieurs et les toits nécessitent une isolation et une réflectivité élevées (doivent permettre de conserver la température interne le plus longtemps possible quel que soit la saison).¹⁸

¹⁷ Source : Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.

¹⁸ Source : Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1 er edition.

11.5 Energie renouvelable :

11.5.1 Energie solaire :

Le soleil nous provoque 2 types d'énergies :

- **Energie solaire thermique :** Elle désigne l'utilisation de l'énergie thermique du rayonnement solaire dans le but d'échauffer un fluide (liquide ou gaz). L'énergie reçue par le fluide peut être ensuite utilisée directement (eau chaude sanitaire, chauffage, etc.).
- **Energie solaire photovoltaïque :** C'est une énergie électrique renouvelable produite à partir du rayonnement Solaire La cellule photovoltaïque est un composant électronique qui est la base des installations produisant cette énergie.



Figure 11: les panneaux d'Energie solaire.
Source : www.planete-energies.com

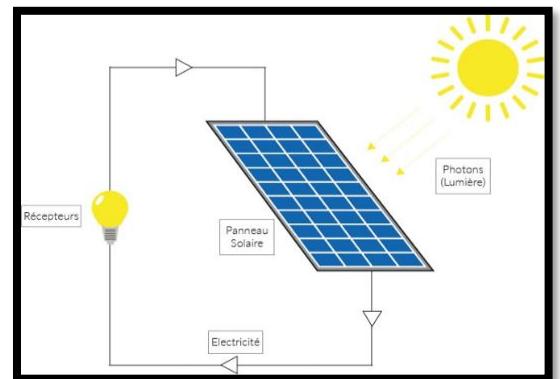


Figure 12: fonctionnement d'un panneau solaire photovoltaïque.
Source : www.hellowatt.fr

11.5.2 Energie éolienne :

L'énergie du vent est une énergie mécanique que l'on peut capter de plusieurs manières. L'énergie du vent peut être utilisée pour propulser un voilier. Il y'a l'éolien qui fournissent de l'électricité ou bien un travail mécanique.



Figure 13: l'énergie éolienne.
Source : www.glopram.com

12. L'atrium :

L'atrium comme l'un des éléments de la conception architecturale a été développé à travers le temps à partir d'une idée traditionnelle simple à une solution compliquée très élevée à un tas de problèmes de différentes natures. L'atrium a double définition :

- Un atrium est créé "en recouvrant d'une verrière l'espace séparant deux bâtiments". C'est donc un espace protégé, tampon thermique par rapport à l'extérieur.¹⁹
- Un atrium est créé "en ouvrant le cœur d'un large bâtiment". Sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché.²⁰

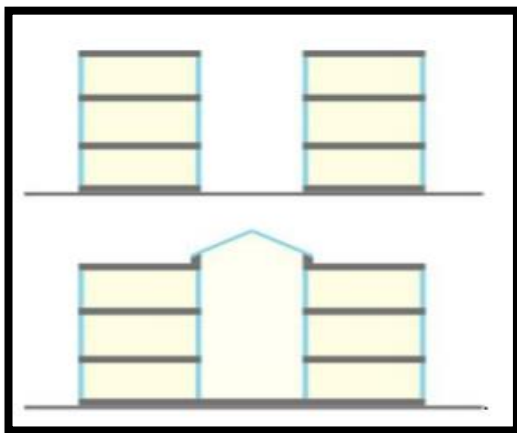


Figure 15: Un atrium recouvrant deux bâtiments.
Source : (la conception d'un atrium, PH-Online, energiepluslesite.be, 2015)

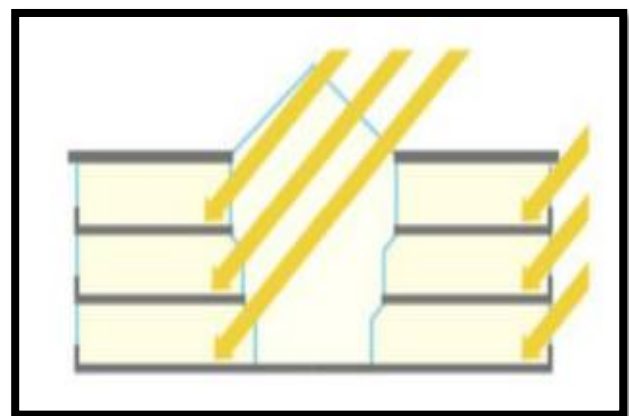


Figure 14: Un atrium recouvrant le cœur d'un bâtiment.
Source : idem

12.1 Le Rôle de l'atrium :

Un atrium est un espace de rassemblement offrant un abri contre les conditions climatiques plus extrêmes à l'extérieur. L'atrium reproduit un environnement extérieur souhaitable en fournissant les aspects bienveillants de l'environnement extérieur, lumière naturelle, des températures modérées tout en nous protégeant contre les éléments les plus durs de températures extrêmes, la pluie et les vents.²¹

¹⁹ Source : <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10382>

²⁰ Source : <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10382>

²¹ Source : www.wbdg.org/design/env_attria.php

12.2 Typologie de l'atrium :

○ Types de Hasting :

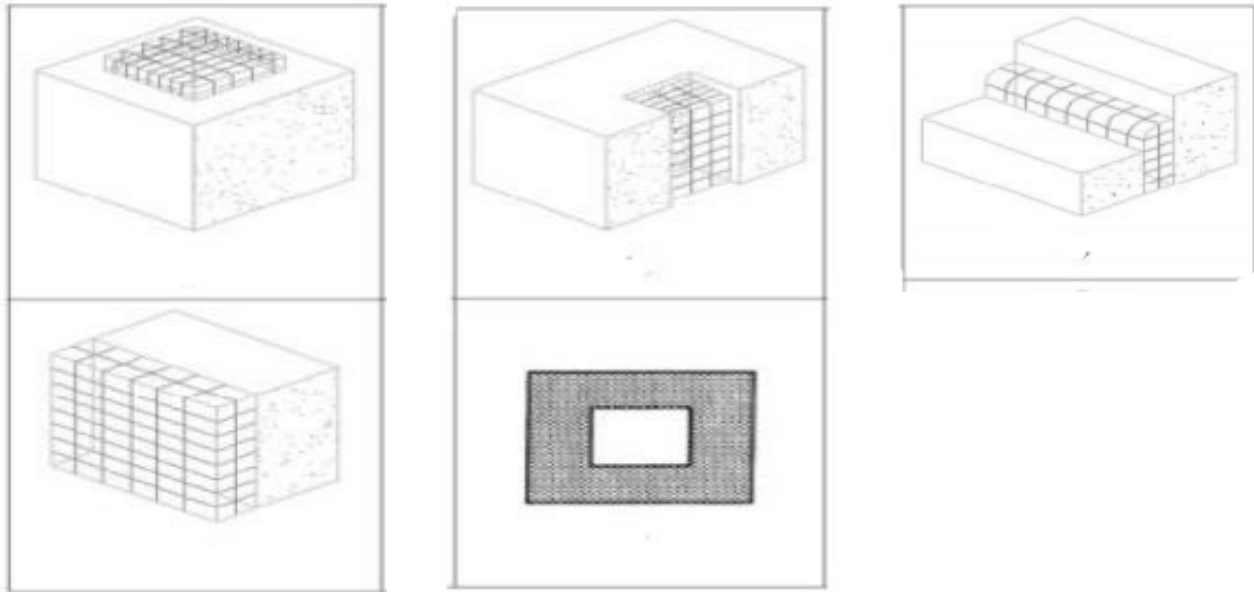


Figure 16: Différents types et configurations d'atrium
source : Ayse Miray Gemi, 2006

12.3 Le rôle de l'atrium :

12.3.1 Refroidissement :

L'atrium peut surtout en été, amorcer le déplacement naturel de l'air suite à la différence de Température et éliminer ainsi les gains solaires non souhaitable. L'exploitation des couches de température et une bonne disposition des ouvertures peuvent permettre un renouvellement important d'air (de 50 à 80 fois le volume) surtout en début de nuit quand l'atrium est plus chaud que l'air extérieur. Les atriums ont souvent des ouvertures inaccessibles de l'extérieur qui permettent de laisser refroidir le bâtiment pendant la nuit sans risque d'intrusion.²²

12.3.2 Aération :

L'atrium peut être utilisé comme répartiteur d'air frais ou comme canal d'évacuation de l'air vicié. Des surfaces d'eau ouvertes et en mouvement font office d'humidificateurs naturels ou contribuent par évaporation, mais dans une moindre mesure, au refroidissement de l'air²³

²² Source : livre construire en verre (Christian Schittich).

²³ Source : livre construire en verre (Christian Schittich).

12.3.3 Eclairage :

L'atrium peut dispenser de la lumière dans les pièces mitoyennes, l'effet de tampon thermique de l'atrium permet d'agrandir les fenêtres sans que la consommation d'énergie de chauffage n'augmente de façon spectaculaire. de cette manière, l'atrium peut être une source de lumière naturelle plus importante qu'une façade donnant sur une cour intérieure. L'alimentation en lumière naturelle des pièces mitoyennes est avant tout déterminée par les paramètres suivants :

- Forme de l'atrium.
- Rapport géométrique entre la hauteur et la largeur.
- Couleurs des surfaces.
- Proportion de fenêtres dans les murs de séparation.
- Qualité du vitrage de l'atrium et des murs de séparations

12.4 L'aspect environnemental des atriums :

12.4.1 Phénomènes naturels dans l'atrium :

Il y a deux phénomènes naturels qui peuvent travailler pour ou contre le confort thermique dans les atriums. Ce sont « l'effet de serre » et « l'effets d'empilement ».

a. L'effet de serre :

Ceci est causé par le fait que les ondes-courtes des rayons du soleil vont passer à travers le vitrage pour réchauffer les surfaces intérieures.

La chaleur re-rayonnée sera alors à une longueur d'onde plus longue et ne passera pas à travers le verre.²⁴

b. L'effet d'empilement (de cheminée) :

En tout volume fermé, l'air se déplace toujours à partir d'une ouverture inférieure à une supérieure. Le résultat de ces différences de pression au sein de l'altitude crée l'effet d'empilement. Tout mouvement du vent à travers les ouvertures permettra d'améliorer l'effet d'aspiration. Combiné avec la poussée de l'air réchauffé par l'effet de serre, il y aura une forte stratification de l'air par la température dans un volume fermé. Un processus de ventilation naturelle peut être créé, aussi longtemps que l'air frais ou froid est introduit à la base. Et l'air chaud est permis d'échapper au sommet.

²⁴ Source : Atria, the inside story, Liz Briggs, 1989 .

13. La santé :

13.1 Définition de la santé :

OMS (2001) : « Intégrité anatomique, physiologique et mentale. Capacité à assumer ses rôles familiaux, professionnels et sociaux. Capacité à gérer le stress, sensation de bien-être, et absence de risque de maladie ou de décès prématuré. »

Définition UNICEF : « la santé n'est pas l'absence de la maladie, c'est un sentiment plus profond que le bien-être qui ne dépend pas seulement des services de santé, mais du travail, du revenu, de l'éducation, de la culture des droits et des libertés ».

13.2 Les objectifs de la santé :

Ses objectifs sont :

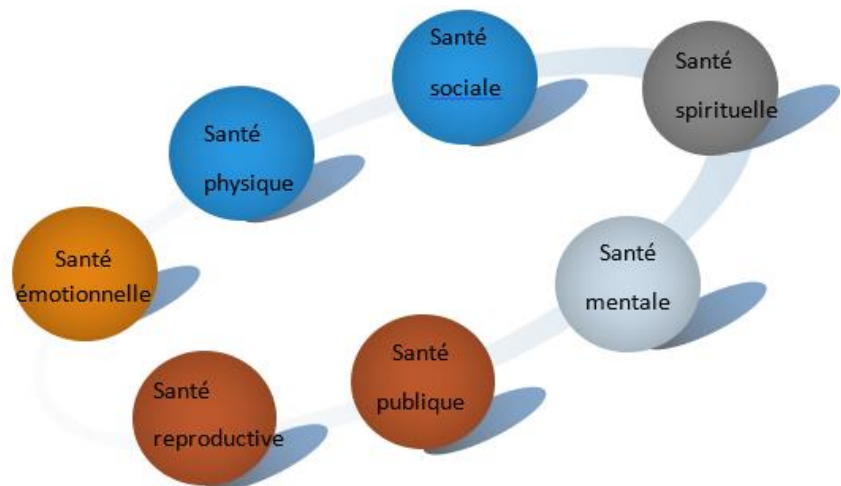
- **La restauration de la santé :** c'est-à-dire la distribution des soins à l'individu malade
- **La prévention :** qui est l'ensemble de mesures qui visent à éviter ou à réduire le nombre et la gravité des maladies et des accidents
- **La promotion de la santé :** qui correspond à l'ensemble des moyens destinés à augmenter le capital santé de la population

13.3 Les déterminants de la santé :

- Environnement (écologique, familial, social, économique, culturel, politique).
- Biologie humaine (capital génétique).
- Organisation des soins de santé (services).
- Modes de vie (comportements de santé individuels).

13.4 Les types de la santé :

Se trouve plusieurs types de santé qui sont :



14. La recherche scientifique :

Est un processus dynamique et une démarche rationnelle qui permet d'acquies des nouvelles connaissances en basant sur la description l'explication et la compréhension. La recherche scientifique est une procédure indispensable afin d'améliorer l'état des connaissances dans le domaine scientifique.²⁵

14.1 Type de recherche scientifique :

Il existe différents types de recherche scientifique, chacun ayant ses concepts et ses buts :

14.1.1 La recherche fondamentale :

Fait appel à la curiosité et à la créativité. Elle vise à acquies de nouvelles connaissances scientifiques sans but économique ou pratique spécifique. Elle est réalisée en laboratoire avec des modèles cellulaires ou animaux.

14.1.2 La recherche appliquée :

Vise à résoudre des problèmes spécifiques d'usage pratique. Elle utilise les connaissances obtenues par la recherche fondamentale pour développer de nouveaux médicaments, des nouveaux traitements ou de nouvelles technologies.²⁶

14.1.3 La recherche d'innovation :

Loin d'être limité aux laboratoires de recherche, le champ de l'innovation

14.1.4 Recherche pure :

Englobe l'ensemble des utilisateurs, des fournisseurs et des consommateurs.

14.2 Les établissements de la recherche scientifique :

14.2.1 Centre de recherche :

Est un organisme public de recherche fondamentale (Etablissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle du Ministre chargé de la Recherche). Englobe plusieurs unités de recherche.

²⁵ Source : Recherche Biomédicale publiée en Algérie – état des lieux en 2014, Samy SLIMANI.

²⁶ Source : <https://www.diabete.qc.ca/fr/>

14.2.2 Laboratoire de recherche :

C'est une unité de base qui rassemble plusieurs moyens scientifiques et technologiques pour exécuter un travail de recherche et collecter des connaissances dans les domaines scientifiques majeurs.²⁷

14.2.3 Unité de recherche :

Structure de recherche collective labellisée par un organisme de recherche ou par une université structurée autour d'un programme scientifique faisant l'objet d'une contractualisation avec le ou les établissements auxquels cette unité est affiliée. Les unités de recherche ont pour types de personnel des chercheurs, etc.²⁸

14.2.4 Agence de recherche :

C'est un établissement qui finance les projets de la recherche scientifique.²⁹

14.3 Projets existants au niveau national :

L'Algérie compte 37 établissements de la recherche scientifique :³⁰

- 16 centres de recherche.
- 12 unités de recherche.
- 6 agences de la recherche.
- 3 laboratoires de recherche.

14.4 Les maladies infectieuses:

Selon OMS :

Les maladies infectieuses sont causées par des microorganismes pathogènes, tels que les bactéries, les virus, les parasites ou les champignons. Ces maladies peuvent se transmettre, directement ou indirectement, d'une personne à l'autre.

²⁷ Source : Fichier PDF : guide du doctorant de l'Université de Lyon

²⁸ Source : Fichier PDF : référentiel d'évaluation des unités de recherche , Département d'évaluation de la recherche. Novembre 2019.

²⁹ Source : Centre de recherche en toxicologie à Tlemcen , Belkhir Meriem, Université Aboubakr Belkaid Tlemcen, Département d'architecture, 2017.

³⁰ Source : Mesrs .Dz

La contamination peut être soit :

- directe, d'homme à homme.
- indirecte, sans contact avec un malade
- pour certains microbes, à la fois directe et indirecte.³¹

14.5 Centre de recherche en infectiologie :

Le Centre de recherche en infectiologie (CRI) est un centre unique où fundamentalistes et cliniciens passionnés travaillent côte à côte à l'amélioration de nos connaissances en maladies infectieuses, pour le bien-être de la société.³²

14.6 Laboratoire de recherche :

Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherche scientifiques, d'analyse, des tests techniques ou l'enseignement scientifique et technique.³³

Les laboratoires destinés aux recherches en infectiologie doivent avoir :³⁴

- ✓ Salle dédiée aux activités techniques séparée des autres locaux par au moins une porte verrouillable.
- ✓ Accès limité aux seuls travailleurs autorisés.
- ✓ Signalisation par le pictogramme « danger biologique ».
- ✓ Ventilation des salles dédiées aux activités techniques assurée par un dispositif de ventilation mécanique.
- ✓ Présence d'une fenêtre d'observation ou d'un système équivalent permettant de voir les occupants de l'espace.
- ✓ Moyen de communication avec l'extérieur (ex: téléphone).

³¹ Source : Fichier PDF: Les maladies infectieuses.

³² Source : <https://www.ulaval.ca/la-recherche/unites-de-recherche/centres-de-recherche-reconnus/centre-de-recherche-en-infectiologie->

³³ Source : CNRTL, en ligne : <https://www.cnrtl.fr/definition/laboratoire>.

³⁴ Source : Laboratoires d'analyse médicales (évaluation et prévention des risques infectieux)INRS.

14.6.1 Les objectifs des laboratoires de recherche :

Le laboratoire a pour objectif principal de fournir des résultats fiables, on peut dire que l'objectif général du laboratoire est de fournir des données analytiques d'une exactitude et d'une fiabilité adéquates en un laps de temps acceptable et pour un coût convenable.³⁵

14.6.2 Les types de laboratoire :

14.6.2.1 Laboratoire en cytologie :

- Le LAPVSO est un laboratoire vétérinaire spécialisé en Cytologie.
- La cytologie se définit comme l'examen morphologique microscopique d'amas cellulaires ou de cellules isolées, sortis de leur contexte tissulaire

14.6.2.2 Laboratoire en microbiologie :

C'est un endroit où on effectue des analyses microbiologiques. Ce sont les actions d'identification, de quantification, de mesure, de détermination afin d'obtenir les résultats sur la teneur et les activités caractérisant un micro-organisme. En tant qu'élément, la taille est infiniment petite, c'est pour cela qu'on parle de l'ordre des microns. Se trouve :

- Laboratoire de bactériologie
- Laboratoire d'immunologie
- Laboratoire de parasitologie
- Laboratoire de virologie

14.6.2.3 Laboratoire en Hématologie :

Laboratoire d'hématologie consistent à évaluer les éléments qui composent le sang, la moelle osseuse et les liquides biologiques.

14.6.2.4 Le laboratoire de Virologie médicale :

Le diagnostic biologique des infections virales utilise différentes technologies : L'isolement des virus en culture cellulaire, la recherche des anticorps antiviraux et l'exploration du génome viral grâce à des techniques de biologie moléculaire.

- Cette dernière démarche représente aujourd'hui les 2/3 de l'activité du laboratoire de virologie.

³⁵ Source : OBJECTIFS, CONCEPTS ET RESPONSABILITÉS ,Fao.org.

- Le diagramme précise la plage de taux d'humidité ambiante optimale d'un point de vue hygiénique :

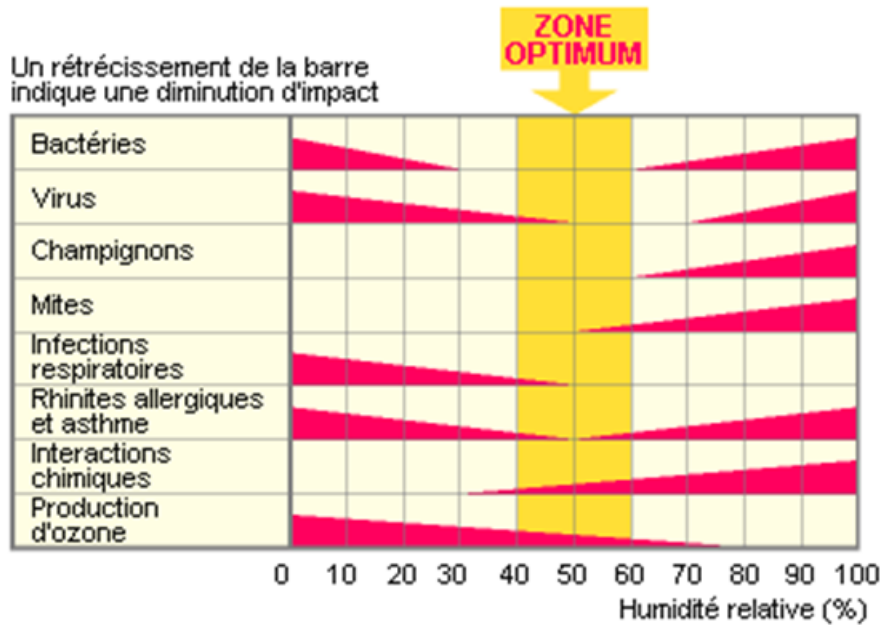


Figure 17: le pourcentage de l'humidité.
Source : d'après Scofield et Sterling) (Doc.Dri-Steem/Pacare).

- On peut définir une plage de confort hygrothermique de point de vue hygiénique dans le diagramme suivant :

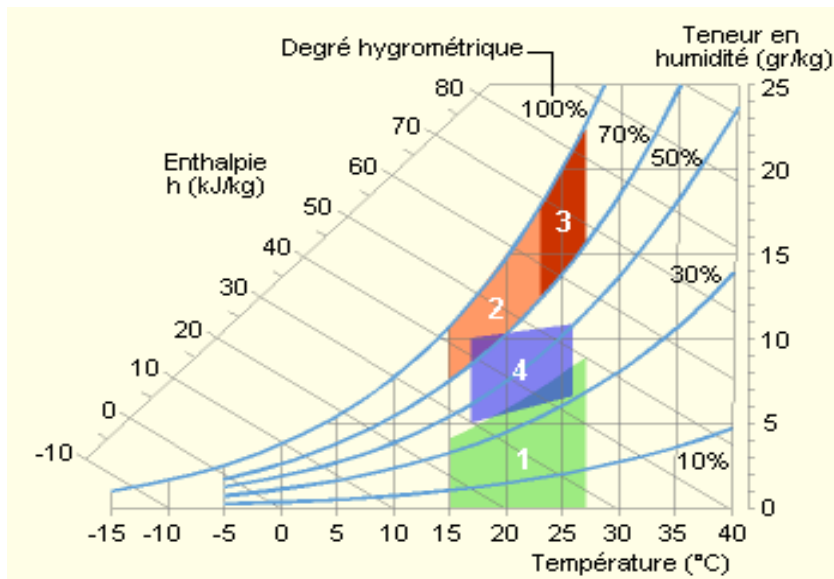


Figure 18: diagramme hygrothermique de givoni.

Source : (extrait de l'article de R. Fauconnier L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires parut dans la revue Chauffage Ventilation Conditionnement).

- Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons
- Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens
- Polygone de confort hygrothermique



**ANALYSE
D'EXEMPLE**

Exemple 01 : Institut de recherche biotechnologie - Strasbourg, France



*Figure 1: vue de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.pinterest.com*

1.1 Fiche technique :

Nom du Projet	Biotechnology Research Institute
Architectes	Groupe-6 + DeA
Lieu	Buenos Aires Argentine
Latitude et Longitude	-34°36'47" S / 58°22'38" O
Maître d'ouvrage	Universidad de san martin
Maîtrise d'œuvre	La fuente luppi pieroni uglade
Date de réalisation	2011
Surfaces	4000m ²
Climat de lieu	Climat subtropical humide

1.2 Situation :

Biotechnology Research Institute, est situé sur le campus Miguelete de l'Université San Martín, à Buenos Aires. Le bâtiment de 4000 m² abrite des activités liées à la science, à l'éducation et à la recherche.



Figure 2: Vue satellitaire de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : google Earth.

1.3 Accessibilité :

- L'institut est sur la voie ferrée de Mitre et est développé longitudinalement avec vue sur l'Avenue 25 de Mayo.
- Ce bâtiment occupe une place centrale par rapport à la diversité des bâtiments de l'avenue et à la vitesse du trafic routier et ferroviaire.

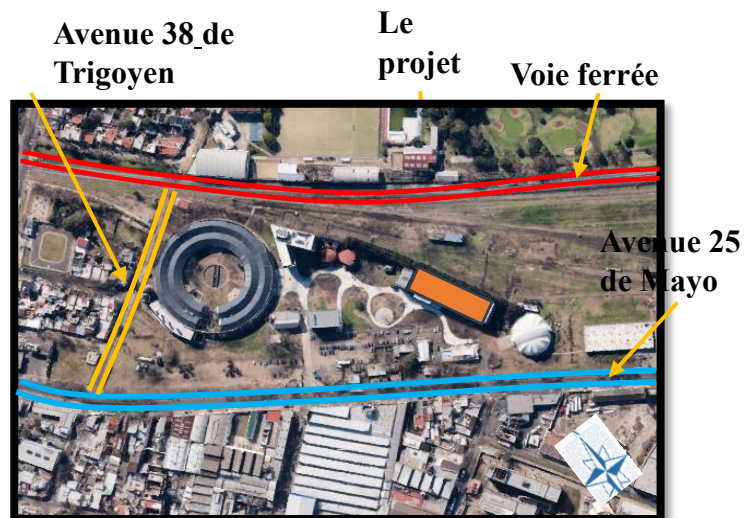


Figure 3:: Vue satellitaire de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : google earth

1.4 Plan de masse :

L'institut de recherche biotechnologie possède deux accès mécaniques de l'avenue de 25 de mayo due aux flux importants de cette voie.

L'espace bâti occupe 26% du terrain sous forme d'une entité monobloque de gabarit R+3. 06% de surface est occupé par les parking et le reste, presque 68%, est programmé comme une grande esplanade en espace vert.



Figure 4: Vue de dessus satellitaire de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : google earth.



Figure 6: Esplanade de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com

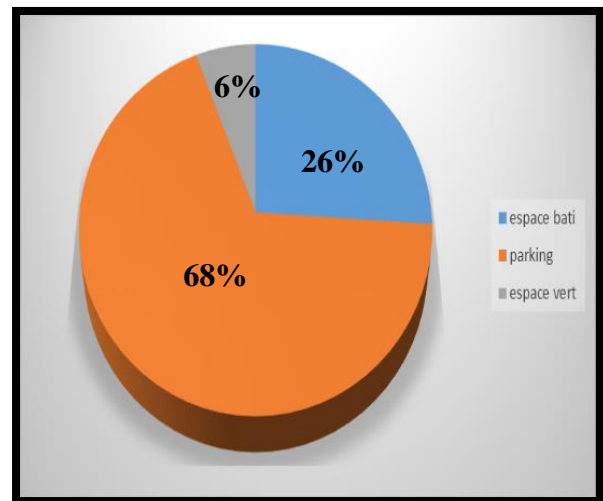


Figure 5: occupation de sol de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.

1.5 Volume :

Le bâtiment est une forme compacte, Un emboîtement de deux volumes parallélépipédiques.

- Une enveloppe en béton qui se détache du sol pour se rapporter à son environnement (par une transparence), Étant à l'intérieur du campus, un site fermé et sécurisé, le bâtiment est ouvert sur le paysage.

- Une boîte grise avec une masse apparemment percée de fentes marquées horizontalement, où le nombre de niveaux du bâtiment est confondu et une mystérieuse boîte noire dialoguent dans un jeu de tension harmonieuse.



Figure 7 : Volume du bâtiment de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com



Figure 8 : Volume du bâtiment de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com

- Le béton devient une matière plastique, une tapisserie dessinée avec les buñas du coffrage, où se détachent
- Les bandes de planches texturées et sablées.
- Les lumières et les ombres créent un motif dynamique qui change avec le passage des heures et des saisons de l'année



Figure 9 : le matériau utilisé au niveau de façade.
Source : www.archdaily.com

- Sur la façade arrière, la masse de béton maintient le jeu des textures mais est régulièrement perforée de larges ouvertures horizontales aux laboratoires.



Figure 10: façade postérieure de Volume du bâtiment de l'Institut de recherche biotechnologie.
Source : www.archdaily.com

- Les ouvertures génèrent du volume, parfois la peau passe devant et d'autres fois dans le jeu du plein et le vide est complété devant une menuiserie.



Figure 11 : les ouvertures de l'institut de recherche biotechnologie.
Source : www.archdaily.com

1.6 Etude des plans :

- Le bâtiment est structuré à travers un sous-sol, rez-de-chaussée et trois étages.
- La conception est linéaire pour exploiter le mouvement du vent pour une ventilation adéquate.

Plan sous-sol :

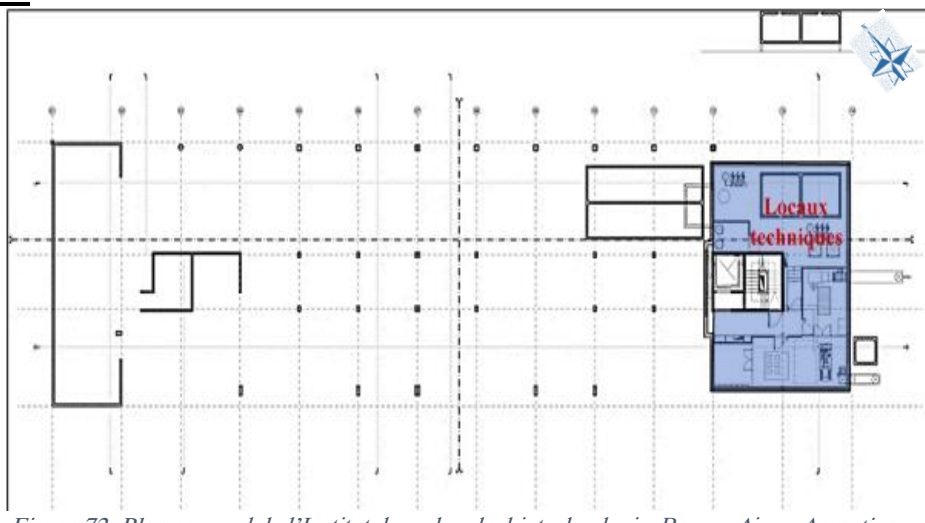


Figure 72: Plan sous-sol de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.pinterest.com

Plan RDC :

Une organisation linéaire selon un axe droit, unilatéralement organisé, une juxtaposition des espaces selon la fonction, Cette organisation offre une grande liberté.

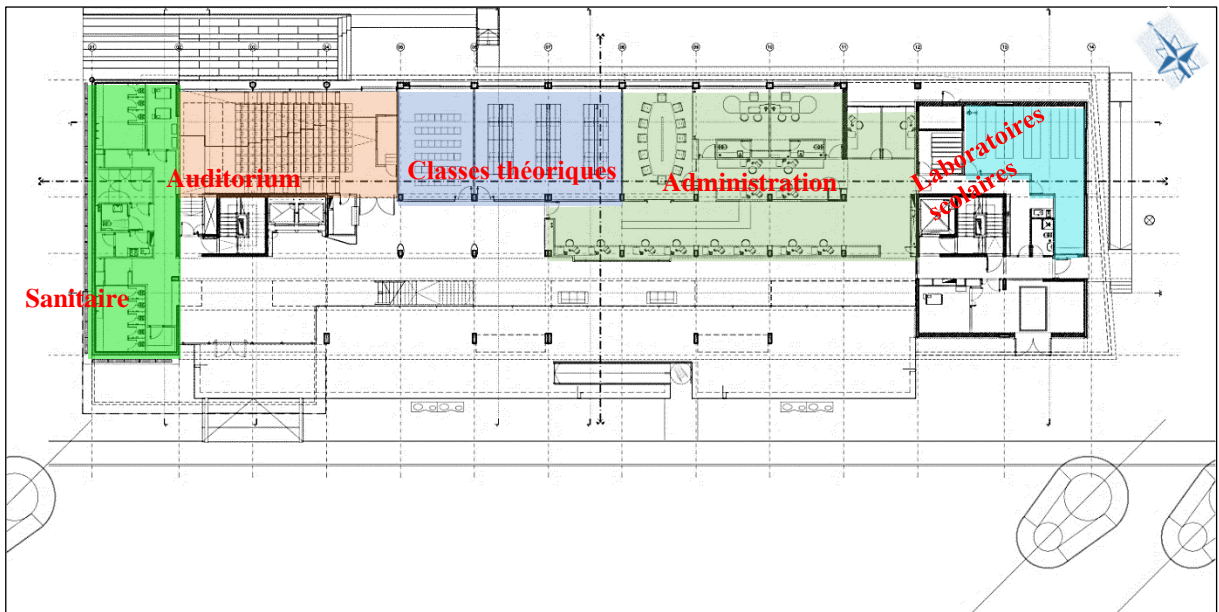
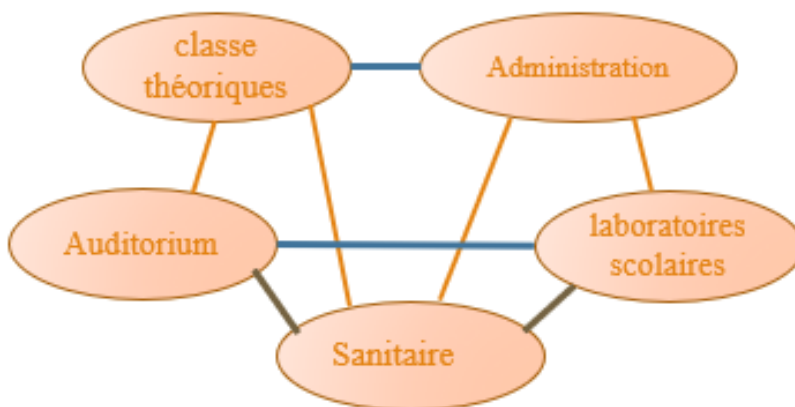


Figure 8: Plan RDC de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com



Légende :

- Continuité
- complémentarité
- compatibilité

Figure 9: l'organigramme fonctionnelle de l'organisation de plan de RDC.

Plan 1^{er} étage :

Une organisation linéaire selon un axe droit , bilatéralement organisé, une juxtaposition des espaces dans le deux coté selon la fonction.



Figure 10: Plan Etage 01 de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com



Figure 11:: Plan Etage 02 de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com

CHAPITRE I : ÉTUDE THEMATIQUE

Aux premier et deuxième étage se trouvent les zones de laboratoire, avec des entrepôts spacieux et dépouillés qui permettent le développement des espaces de recherche.

Dans son plan ouvert et libre, les laboratoires et les postes de travail sont reliés par des espaces des circulations, de réunion et des équipements. De cette manière, le travail de groupe est privilégié, dans des espaces ouverts baignés de lumière naturelle.



Figure 12: le plan libre des laboratoires.
Source : www.pinterest.com

Les laboratoires sont alimentés par des locaux spécifiques aux exigences variées en termes de sécurité et de technologie. Les zones de culture cellulaire, pépinières, lavages, congélateurs et réfrigérateurs, sont concentrés autour des entrepôts. Tandis que les espaces à soufflets entre la circulation et les laboratoires permettraient d'augmenter le niveau actuel de biosécurité en incorporant des barrières spéciales.

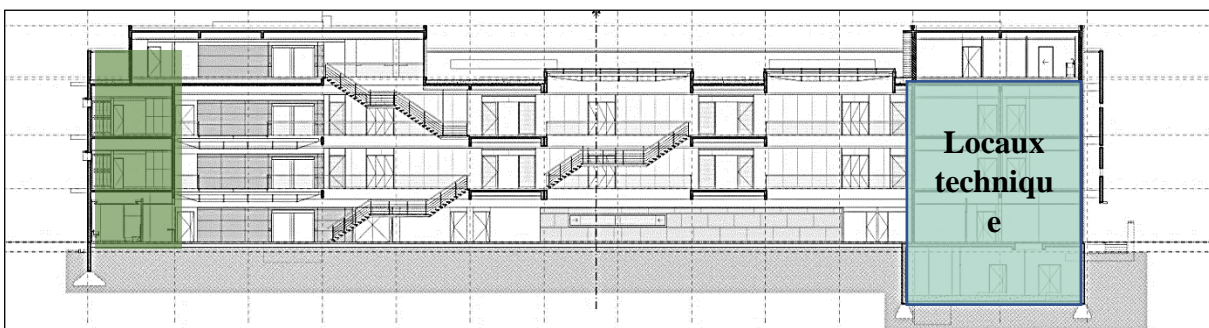


Figure 13:: Coupe longitudinale de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com

L'intérieur est majoritairement blanc et la luminosité joue un rôle fondamental. Les divisions sont virtuelles, matérialisées par du verre qui limite les espaces. L'utilisation de la couleur correspond uniquement aux volumes des équipements techniques (noir) et aux noyaux de circulation verticaux.

Plan 3^{ème} étage :

Une organisation linéaire selon un axe droit. Les espaces sont privilégiés dans les deux coté centre d'un espace pour les activités de loisirs, qui souligne plutôt la continuité spatiale et celle formelle.



Figure 14 : l'intérieur de l'institut de recherche en biotechnologie.
Source : www.pinterest.com

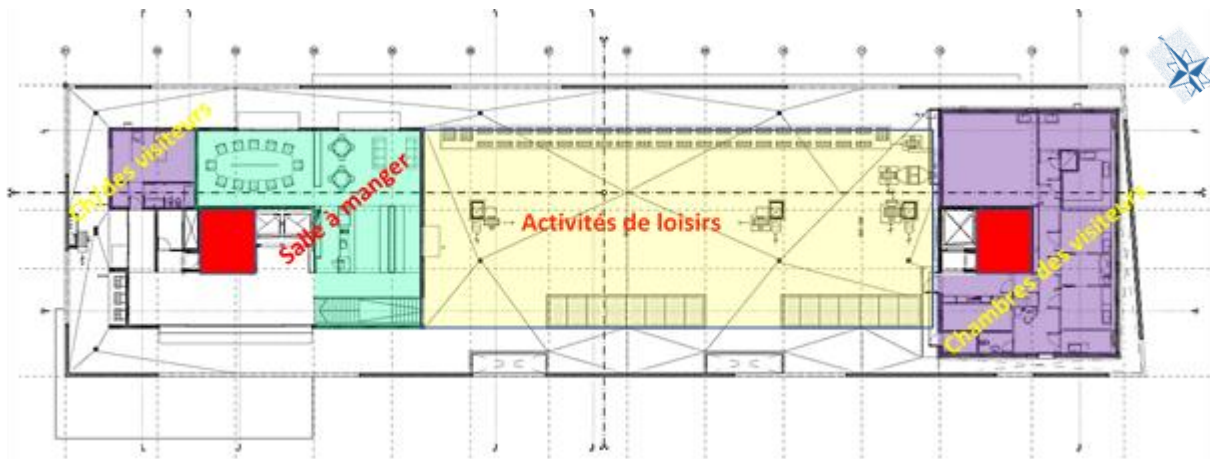


Figure 15:: Plan Etage 03 de l'Institut de recherche biotechnologie. Buenos Aires- Argentine.
Source : www.archdaily.com

1.7 La circulation horizontale /verticale :

Une circulation linéaire équipé avec des cages d'escalier situé aux périphéries.

Une large circulation horizontale donnant l'esprit d'être dans un espace ouvert.

Le pourcentage de circulation est 25 %



Figure 16: les escaliers au niveau de l'institut.
Source : www.pinterest.com

1.8 La structure :

- L'utilisation d'un matériau noble tel que le béton apparent pour pouvoir le construire sur place.
- La masse de pierre a été moulée in situ avec un coffrage phénolique très artisanal pour obtenir une série de textures mieux appréciées de près (Le béton apparent autorise une grande liberté de réalisation de tous types de formes imaginables et de reliefs de toutes dimensions).
- Des planches rustiques ont été insérées dans le moulage, puis du sable a été pulvérisé sous pression pour dessiner des rayures horizontales sur la façade.
- Cette zone correspond au cube métallique perforé qui dépasse de la façade.
- Trois pouces de matériau isolant ont été placés au cœur du mur.

1.9 L'éclairage :

- La dissolution de la masse compacte est soulignée par le passage du visiteur d'un espace éclairé artificiellement à un espace éclairé naturellement.
- Une transition subtile de l'ombre à la lumière. Le clair-obscur de l'ambiance indique l'intention de projet concevoir un espace intime, serein et calme.



Figure 17: l'éclairage nocturne de l'institut de recherche.
Source : www.pinterest.com



Figure 18: l'ambiance lumineuse au niveau de l'institut de recherche.
Source : www.pinterest.com

2. Exemple 02 : Centre hospitalier d'Arras.

2.1 Critère de choix :

- L'utilisation des techniques passives (façades double peaux, les bassins d'eau, l'éclairage zénithal.....).
- L'utilisation des patios ayant des différentes fonctions.
- L'utilisation des techniques innovantes.
- La hiérarchisation des fonctions.

2.2 Fiche technique :

Nom du Projet	Centre hospitalier d'Arras
Architectes	Jacobs France
Lieu	Boulevard Besnier , Arras
Latitude et Longitude	-34°36'47" S / 58°22'38" O
Maître d'ouvrage	Mr Pierre Thépot, Directeur du CH Arras.
Maîtrise d'œuvre	La fuente luppi pieroni uglade
Date de réalisation	75 000 m ² SHOB dont 61 000 m ² de construction neuve, 14 000 m ²
Surfaces	4000m ²
Climat de lieu	Chaud et tempéré

2.3 Situation :

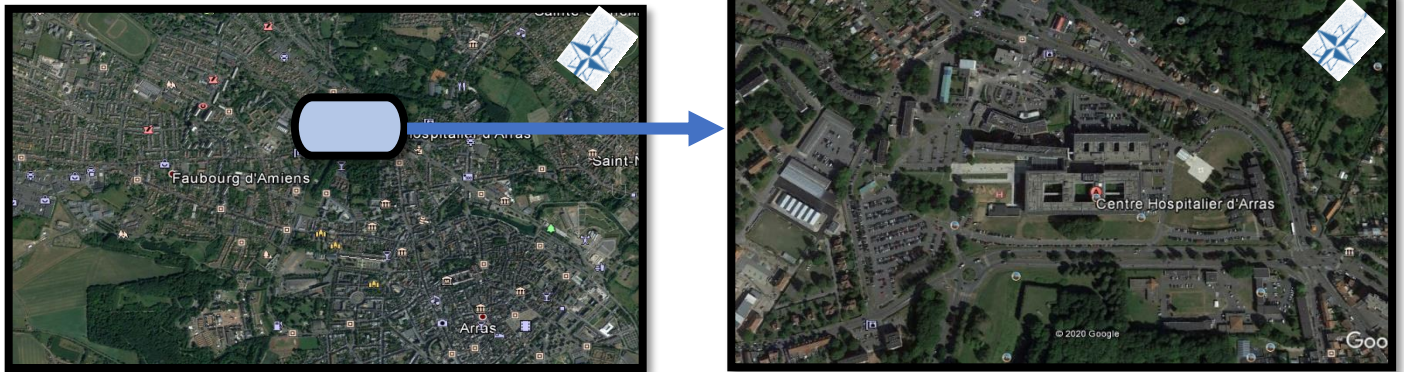


Figure 19: Vue aérienne de la situation du centre hospitalier d'Arras.
Source : google earth

2.4 Description du projet :

Le Centre hospitalier d'Arras est un établissement public assurant une réponse aux besoins de santé d'un territoire de plus de 300 000 personnes, en plein cœur de l'Artois. Il offre à la population une large gamme d'activités et de ressources pour le diagnostic, les soins, la prévention et l'éducation à la santé et la recherche.



Figure 20: Vue aérienne de la situation du centre hospitalier d'Arras en 3d.
Source : www.pinterest.com

2.5 L'accessibilité :

Le projet est intégré dans un milieu urbain, une accessibilité facile par 2 voix principale et 2 autres secondaires.



Figure 22: les bâtiments du centre hospitalier d'Arras.
Source : www.pinterest.com

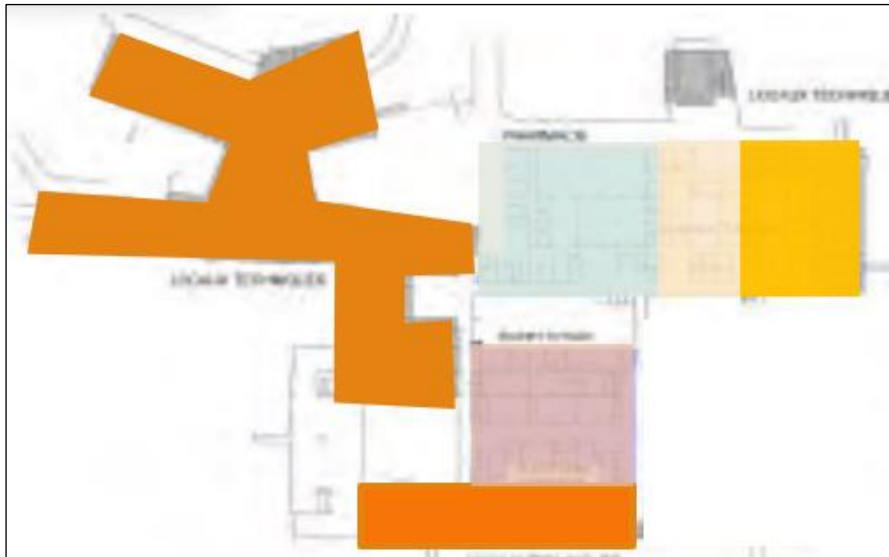
Trois plateaux distincts :

- un plateau technique centralisé dans un bâtiment concentre compétences et équipements nécessaires aux équipes de soin.
- Le bâtiment principale modulable occupe toute l'hospitalisation
- un plateau réseau dans un troisième bâtiment, ouvert sur la ville est composé des associations, du pôle santé publique, de bureaux médicaux et administratifs et les laboratoires d'analyse et de recherche.

2.7 Les accès :

Les accès mécaniques :

Le centre hospitalier d'Arras est caractérisé par la variété et fluidité des accès mécaniques hiérarchisé selon les usagers de l'espace.

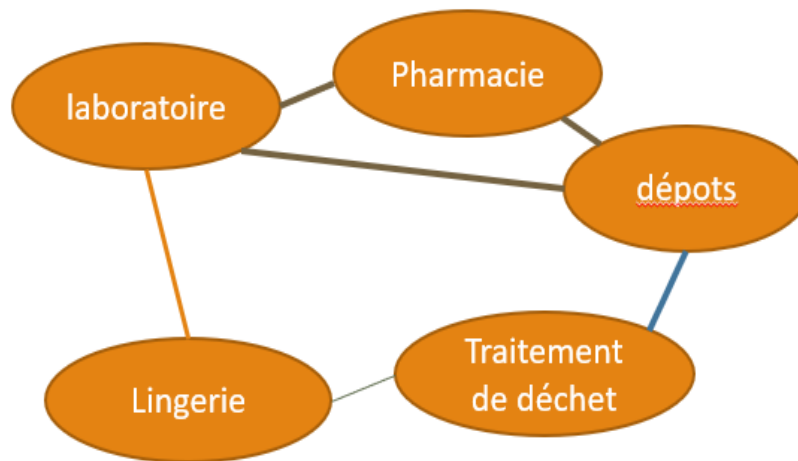


Légende :

- Laboratoire
- Traitement des déchets
- Le dépôts
- Pharmacie
- Lingerie

Figure 25: plan de sous-sol.
Source : le plateau médico-technique .PDF

Les relations fonctionnelles entre les espaces :



Légende :

- Continuité
- complémentarité
- compatibilité
- Faible

Figure 26: l'organigramme fonctionnelles des espaces.
Source : établi par l'étudiante.

2.11 Les techniques innovantes utilisés :

Des robots AGV (Automatic Guided Vehicle) assure la liaison vers les pôles et réduit considérablement les distances parcourues.

- L'utilisation des machines automatique pour le transport des déchets vers les espaces ou se pose.
- De grandes galeries entièrement vitrées, en relation directe avec des jardins, assurent les circulations générales. Depuis l'intérieur, les perspectives sont ainsi partagées entre le parc, les patios et bassins pour créer un micro climat à l'intérieur des espaces.



Figure 27: les bassins d'eau dans le centre hospitalier d'Arras.

Source : Centre hospitalier d'Arras, Dossier de _Presse_Arras_Groupe-6.pdf



Figure 28: les galeries d'intérieur
source : Centre hospitalier d'Arras, Dossier de _Presse_Arras_Groupe-6.pdf

- L'apport de lumière naturelle de l'atrium permet de limiter le besoin en éclairage artificiel.

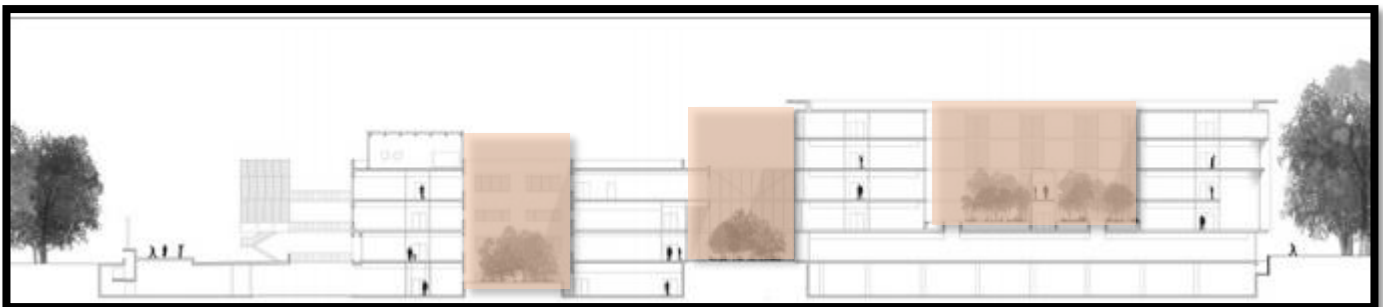


Figure 29: Coupe transversale de l'ensemble des bâtiments nord-sud.
Source : Centre hospitalier d'Arras, Dossier de _Presse_Arras_Groupe-6.pdf

- L'espace du grand hall d'accueil est balayé de fines bandes de lumière (éclairage zénithale) qui permet de diminuer l'utilisation de l'éclairage artificiel dont l'intensité varie selon les heures de la journée suivant le parcours solaire. Entre ombrage et lumière découpée.



Figure 30: l'éclairage naturel dans l'accueil.
Source : le plateau médico-technique .PDF

- Les couleurs du mobilier d'accueil et de la signalétique rappellent et relèvent ponctuellement la palette des matériaux utilisés. Ces touches de couleurs valorisent l'effet de volume des espaces intérieurs, lieux de transition et d'échanges.

2.12 L'intérêt de CHA est la réduction de sa facture énergétique :

- Largement ouvert au sud, le bâtiment du CHA dédié aux hébergements offre
- La possibilité de bénéficier des apports solaires passifs. Ce bâtiment avec sa forme simple s'oriente donc vers le soleil et se couvre d'une double peau.
- L'hiver, le soleil vient réchauffer les modules de béton rouge-brique des salles d'eau attenantes aux chambres placées derrière le verre. L'énergie emmagasinée la journée est ainsi rediffusée pendant la nuit. L'été, les ventelles de la paroi s'ouvrent. Le bâtiment change de peau pour une meilleure respiration.



Figure 32: la façade principale de centre hospitalier d'Arras.
Source : www. Pinterest.com

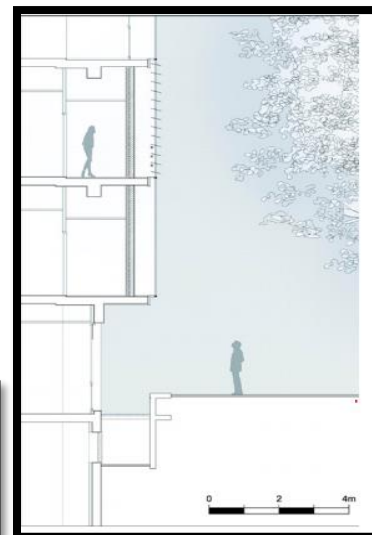


Figure 31: Détail des parois double peau avec ventelles.
Source : le plateau médico-technique .PDF

3. Exemple 03 : Centre de santé publique de Nanjing :

Nom du Projet	Centre de santé publique de Nanjing
Architectes	Jacobs France
Lieu	District de Jiangning, ville de Nanjing, Chine.
Latitude et Longitude	32° 2' 59'' N / 118° 46' E
Maître d'ouvrage	Lemanarc SA.
Maîtrise d'œuvre	Vincent Zhengmao Zhang wansang Zhang, Daniel PauliSuperficie
Date de réalisation	2016
Surfaces	149800m ²
Climat de lieu	subtropical humide



Figure 33:le centre de santé publique de Nanjing.

3.1 Description du projet :

Description textuelle fournie par les architectes. Le centre médical public de Nanjing, entouré de collines, avec mille deux cents lits, est situé dans la montagne Qinglong, au sud-est de Nanjing. Il a une superficie totale d'environ 150 000 mètres carrés.



Figure 34: le centre de santé de Nanjing.
Source : <https://www.world-architects.com/>

3.2 L'accessibilité :

Le projet est accessible à travers la de toute les côtés, qui passe à la limite de projet.

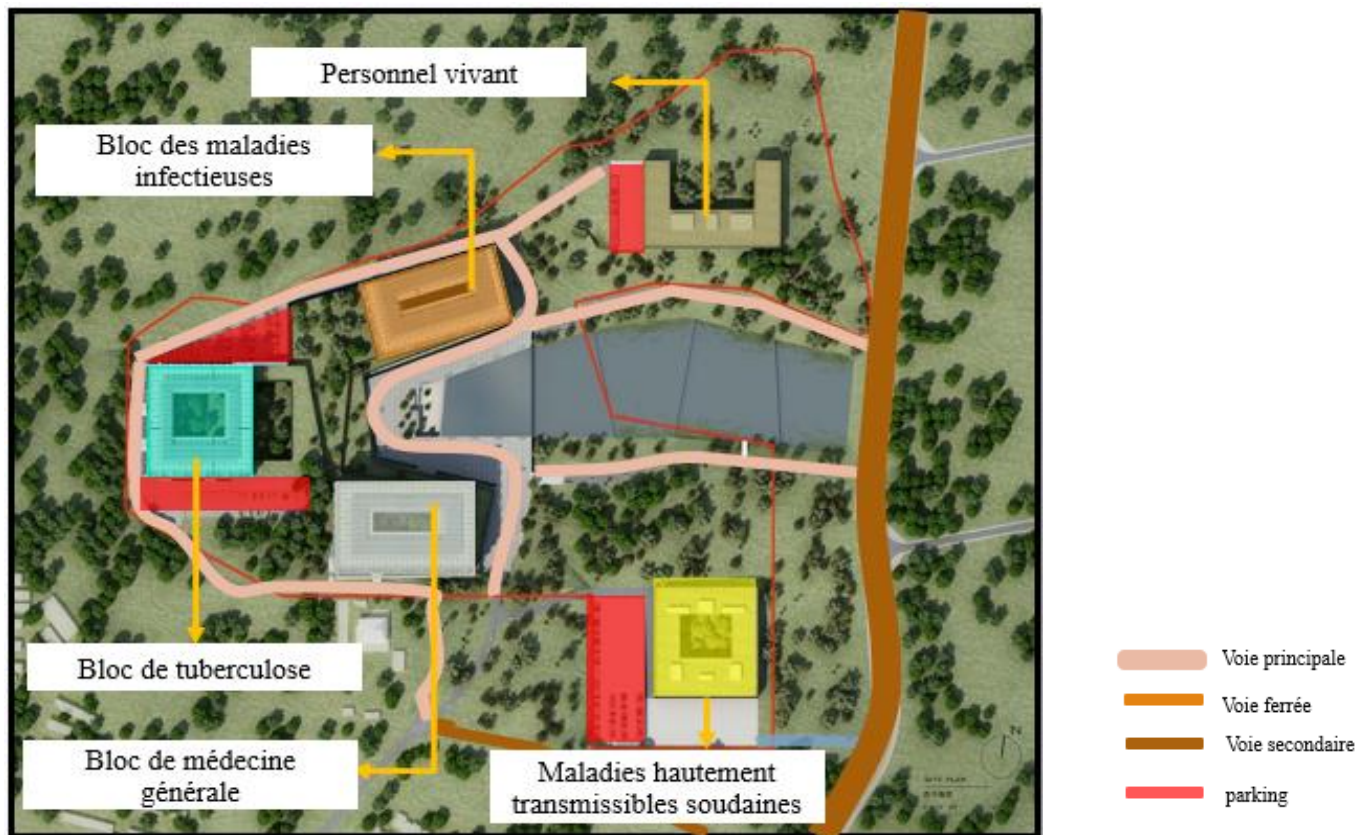


Figure 35: plan de masse.
Source : établi par l'étudiante.

3.3 Étude de plan de masse :

Le projet occupe la minorité du terrain, et le bâtiment des autres niveaux occupe le milieu entouré par une terrasse verte avec des dégradation qui relie les blocs entre eux.

Le positionnement des parkings est au niveau de de bloc de tuberculose dans les deux extrémités et un deuxième parking au niveau de bloc des maladies hautement transmissibles, un troisième parking au niveau du blocs technique.

Le projet est composé de trois bâtiments constituent la zone médicale centrale. La partie inférieure de ces trois zones sanitaires est reliée par une zone de services médicaux et techniques unie, où zone polluée et zone non polluée sont séparées et désinfectées strictement. D'une part, cette façon divise les différentes zones d'infection ; d'autre part, il réalise l'utilisation intensive des ressources médicales pour maximiser. Le stockage souterrain propre, la zone de désinfection et la zone logistique peuvent disposer les polluants selon les zones et contrôler les polluants de manière uniforme.¹

3.4 Les accès :

Ce centre possède un accès principal au niveau de la façade est et un accès au niveau des façades nord. L'aménagement extérieure est en forme de gradin qui montre la cohérentisons de projet avec les données du site.

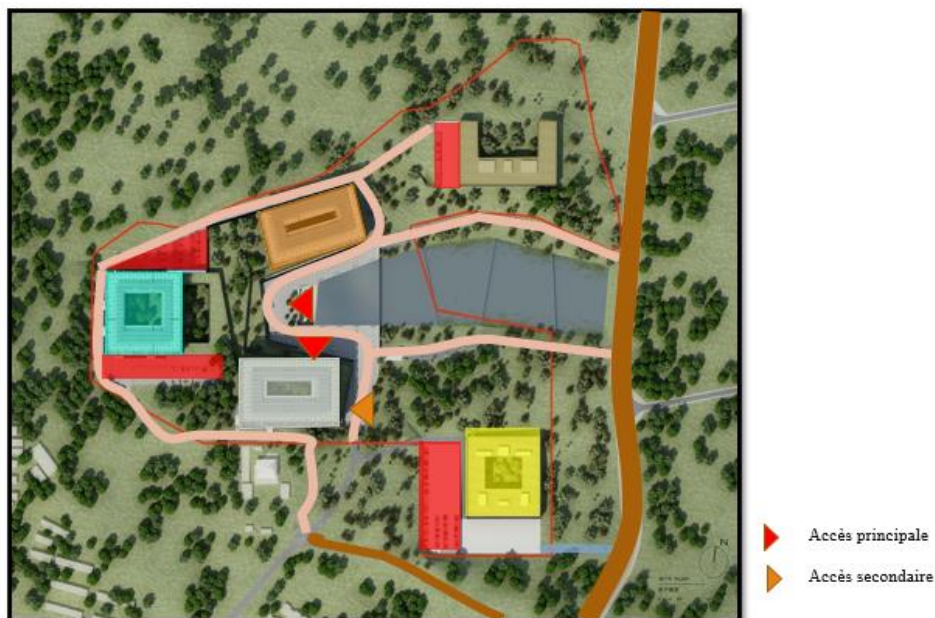


Figure 36: les accès au projet.

¹ Source : www.archdaily.com

3.5 Volume :

Le centre médical de Nanjing sont des volume parallélépipède compacte en 7 niveaux avec un patio centrale dans chaque volume afin de créer un micro climat à l'intérieur des espaces.

Une liaison des volumes entre eux par les passages à ciel ouvert permet d'obtenir une homogénéité du bâti.

3.5.1 Organisation intérieure :

- ✓ Dans chaque bloc l'organisation intérieur et linéaire.

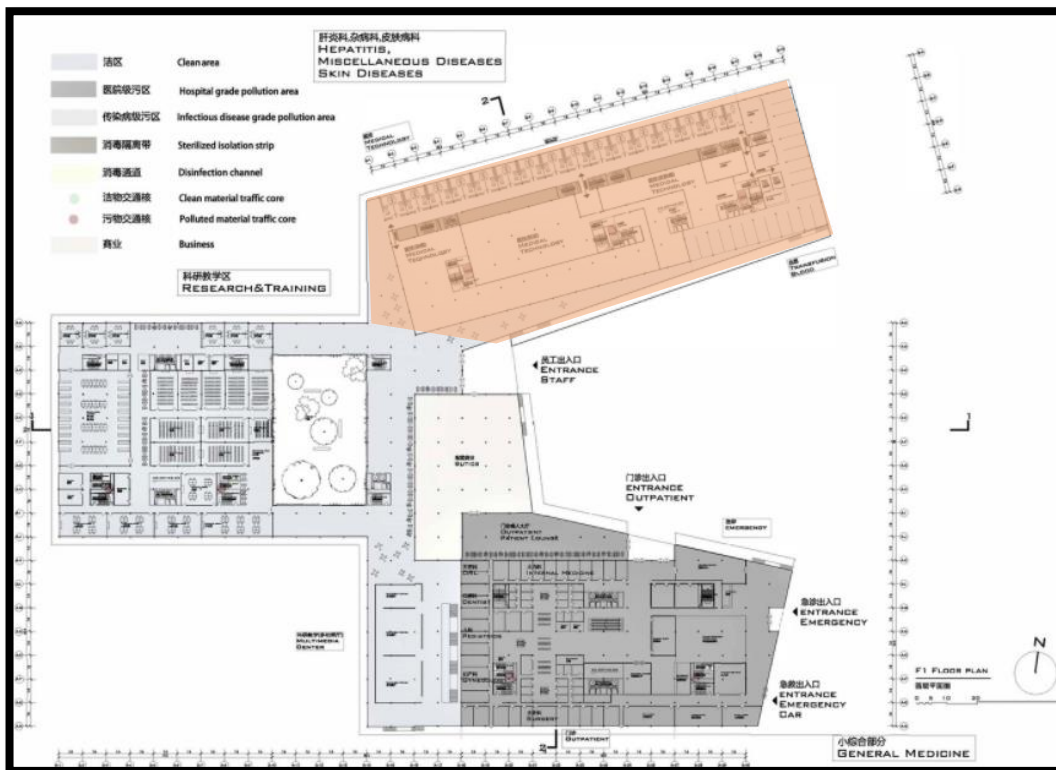


Figure 37: le plan de RDC.
Source : www.archdaily.com

- ✓ Les espaces et les laboratoires sont organisés autour d'un noyau central qui contient un atrium, et les espaces communs (les cages d'escaliers et les ascenseurs) (espace servant). La circulation entre les espaces se fait à travers des couloirs droits.
- ✓ Ils sont distribués sur sept niveaux chaque niveau types des maladies infectieuses

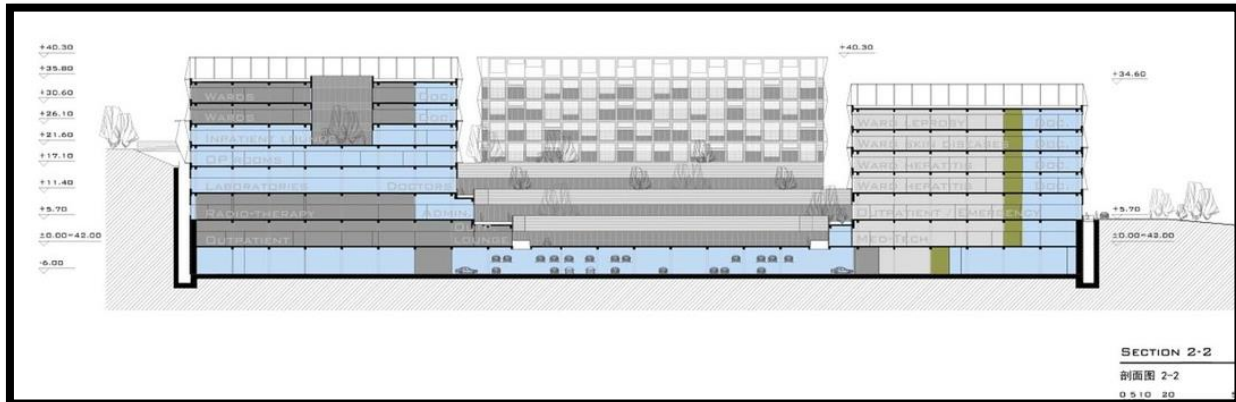


Figure 38: coupe longitudinale sur les blocs.
Source : www.archdaily.com

3.6 Technique utilisés :

- ✓ La conception du projet tire pleinement parti des conditions naturelles, telles que l'écran de protection (montagnes), l'espace vertical, la forme du système montagneux et fluvial, ainsi que la direction du vent local, la lumière du soleil, etc.
- ✓ Un espace organisateur au milieu de l'entité sert à l'éclairage indirect et l'aération des espaces.

Un système de forme d'onde lumineuse avec pare-soleil est un moyen d'économiser de l'énergie ; il offre également un éclairage doux et une atmosphère d'intimité pour l'intérieur. Le paysage entouré de montagnes et d'un lac calme formé en utilisant la zone pour libérer les eaux de crue apporte au patient un sentiment de sécurité et un désir de vie. Cela ressemble à l'étreinte bienveillante du Créateur.



Figure 39: l'espace centrale dans le bloc des maladies infectieuses.
Source : www.archdaily.com



Figure 40: les éléments de la façade.
Source : www.archdaily.com

4. Synthèse :

a) Situation :

Ce type de projet est situé au niveau des infrastructures universitaires ou de santé, comme il peut être situé aux périphéries de la ville pour des raisons de sécurité.

b) Accessibilité :

Il est toujours articulé avec des infrastructures routières principales.

c) Plan de masse :

Plan de masse : il est caractérisé par la séparation des accès entre le public, service et chercheurs.

Espace extérieur : il est limité à des espaces de stationnement ou d'accueil (le reste des espaces extérieurs sont des servitudes).

d) Volume :

Volume monobloc ou composé pour assurer la continuité fonctionnelle et limiter les risques d'infections.

e) Façades :

Un socle transparent reflète l'articulation avec le public.

Façade contemporaine représente la science et le développement technologique.

f) Organisation intérieure :

- Regroupement des espaces selon les entités.
- Hiérarchie des entités ou les annexes techniques sont éloignés soit au sous-sol ou à un bloc séparé.
- L'entité de recherche toujours occupe les niveaux supérieurs et prend la majorité des surfaces.
- La circulation horizontale à travers des couloirs droits limités entre les entités.
- La circulation verticale à travers des escaliers et ascenseurs entre les blocs ou à la limite de volumes, ce type de projet toujours équipé avec des issues de secours surtout au niveau des laboratoires.
- Les laboratoires : toujours les espaces de laboratoire doivent être respecter le niveau de confinement avec la circulation, la surfaces et les annexes.



CHAPITRE CONTEXTUELLE

1. Introduction :

Le contexte de l'environnement joue un rôle très important dans le processus de la conception du projet ; Cette influence est transmise à travers une multitude de vecteurs ; qui font que la forme soit définie à travers la morphologie du site, la composition avec les éléments naturels du climat, et le voisinage. L'analyse contextuelle incite à connaître ces éléments importants du site : les conditions climatiques, la topographie du terrain, la typologie architecturale de la région, les voisinages, les besoins, les avantages et les contraintes ; pour les prendre en considération lors de la conception du projet, afin d'aboutir à une assiette d'intervention la plus appropriée à la compatibilité et la fiabilité du projet.

2. Présentation de la ville :

2.1 Situation géographique¹ :

La ville LAGHOUAT est située au pied du contrefort de djebel l'Amour, qui fait partie de l'Atlas saharien, à la limite de l'immense plateau désertique, ayant pour chef-lieu la ville du même nom.

Cette dernière se trouve au cœur du pays à 410 Km de la capitale, ALGER.

LAGHOUAT est une subdivision administrative composée de 10 Daïras et 24 communes.

Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- ✓ **Au nord-ouest** : par la commune de Tadjmout.
- ✓ **Au sud-ouest** : par la commune d'el kheng.
- ✓ **A l'est** : par la commune d'el Assafia.
- ✓ **Au sud est** : par la commune de Ben Naceur- Ben Chohar.

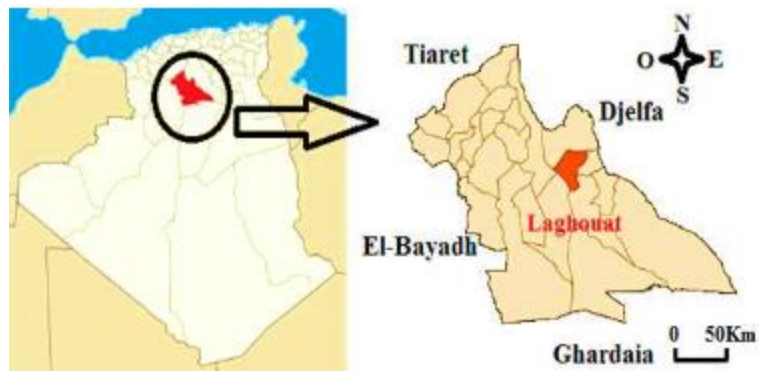


Figure 1: Carte de situation géographique et administrative de la ville de Laghouat

¹ Source : PDF Invest in Alegria wilaya de Laghouat

2.2 Situation astronomique² :

Laghouat se situe dans la latitude $33^{\circ} 46' N$ et une longitude $2^{\circ} 56' E$ avec une altitude 767m.

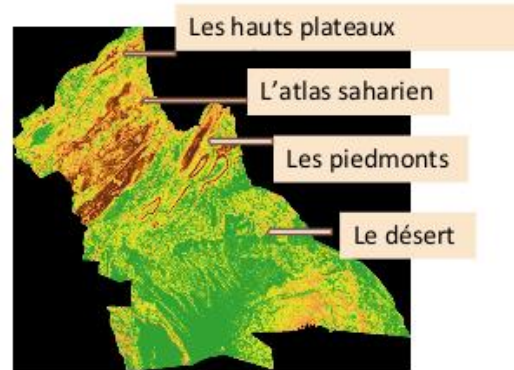


Figure 2: Carte des reliefs naturels de la Wilaya de Laghouat.

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

3. Accessibilité

3.1 Potentialité terrestre

- La route nationale N :01 (allant jusqu'à l'extrême sud du pays)
- La route nationale N :23 (du côté nord-ouest)
- La route nationale N :47

3.2 Potentialité aérienne :

- Il y a un aéroport à 14 km de la ville

3.3 Potentialité ferroviaire :

- Chemin de fer nord-sud en cour de réalisation.

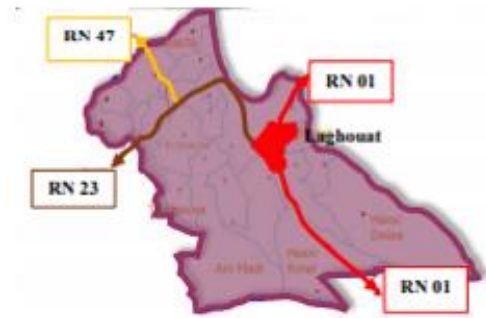


Figure 3: L'accessibilité de la ville de Laghouat.

Source : google maps 2020

4. Limites de la ville :

L'enceinte de la ville de Laghouat est enveloppée par des limites naturelles :

- Oued M'zi de côté Est et Nord-est
- Du côté ouest et nord-ouest les montagnes djebel Ahmar et Dakhla parmi les monts des djebel Amour un des massifs de l'Atlas saharien occidental, alors que l'un des affluents de l'Oued M'zi: Oued Msaad la borde de ses rives sud.

² Source: <https://www.sunearthtools.com/>



Figure 4: Limite naturelle de la ville de Laghouat.
Source : google earth.

5. Le cadre bâti :

5.1 Typologie de l'habitat (précolonial) :

Les formes des bâtisses anciennes de Laghouat sont caractérisées par une enveloppe compacte avec un système introvertis.



Figure 5: Les îlots compacts pour l'habitat ksourien.
Source : [PPSMVSS de ksar Laghouat].

5.1.1 Le style ksourien avec patio :

Ce modèle dispose un patio au niveau domestique est un élément structurant et organisateur des espaces (il prend plusieurs endroits au milieu, à l'arrière).

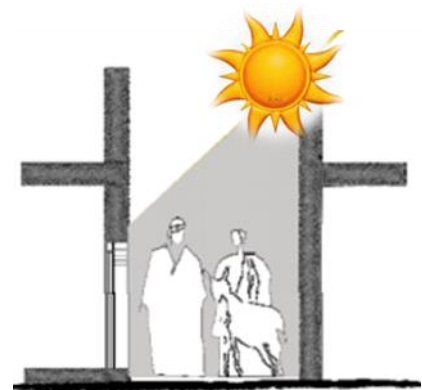


Figure 6: Coupe sur les ruelles de la ville traditionnelle.
Source : les villes traditionnelles. PDF

- Une relation directe avec les espaces de la maison (relation continuité et de complémentarité)

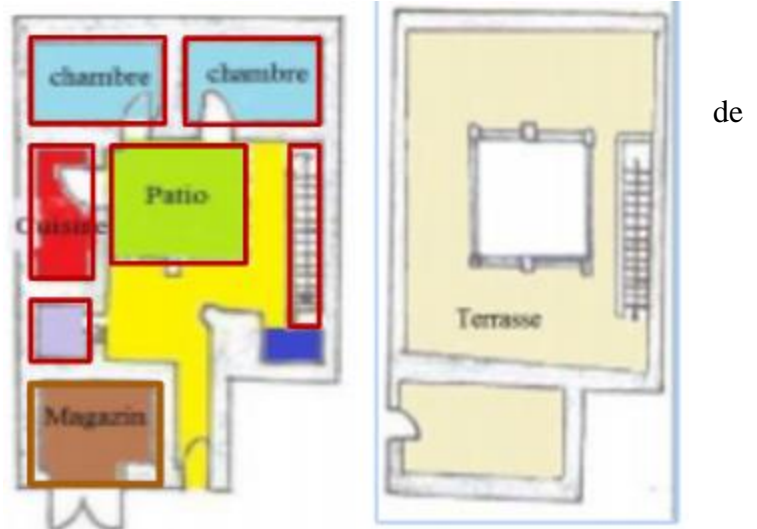


Figure 7: habitat avec patio style ksourien.

Source : [PPSMVSS de ksar Laghout]

5.1.2 Les styles architecturaux :

- ✓ La plupart des bâtiments conservent leur ancienne hauteur (gabarit) et atteignent deux niveaux : rez-de-chaussée, premier étage ou terrasse.
- ✓ Les Façades sont fermées avec des ouvertures étroites, (15 -25 /) et la plupart des espaces s'ouvrent à la cour (patio).
- ✓ Les constructions sont en adobe et orientées Nord/Sud de sorte que les façades, Est et Ouest, disposent de cloisons communes et reçoivent le minimum d'ensoleillement.
- ✓ Le patio est l'ultime protection d'un espace privé ouvert contre les températures extrêmes, les vents chargés et les tempêtes de sable.
- ✓ Le patio est un espace ombragé une grande partie du jour, il se comporte comme un régulateur thermique, car la fraîcheur nocturne ne s'estompe qu'en début d'après-midi (Figure 9 : a).
- ✓ L'implantation des arbres ou de palmier au milieu du patio pour donner un coin d'ombre et humidifier l'air (un microclimat) (Figure 9 : b).

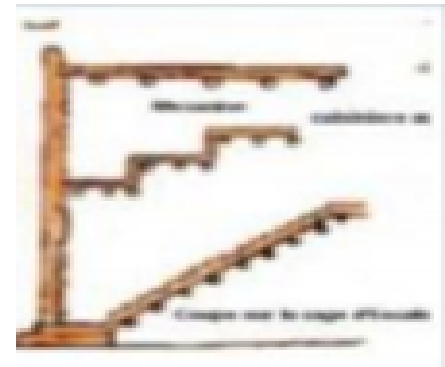


Figure 8: Mezzanine dans les habitats traditionnelles.

Source : les villes traditionnelles. PDF

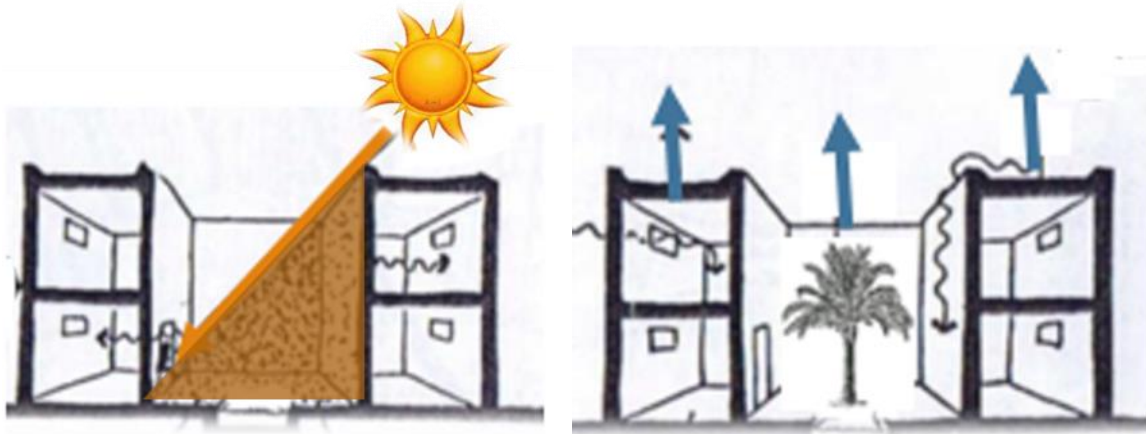


Figure 9: Le rôle de patio.
Source : Architecture traditionnelle :Albena Basset, Christian Thonier (modifier par l'auteur)

5.1.3 Les éléments architectoniques :

Patio présente 20 à 25 % de la surface globale des maisons.

L'ombrage : C'est le rapport entre la surface du plancher du patio et sa hauteur moyenne. S / H_m .

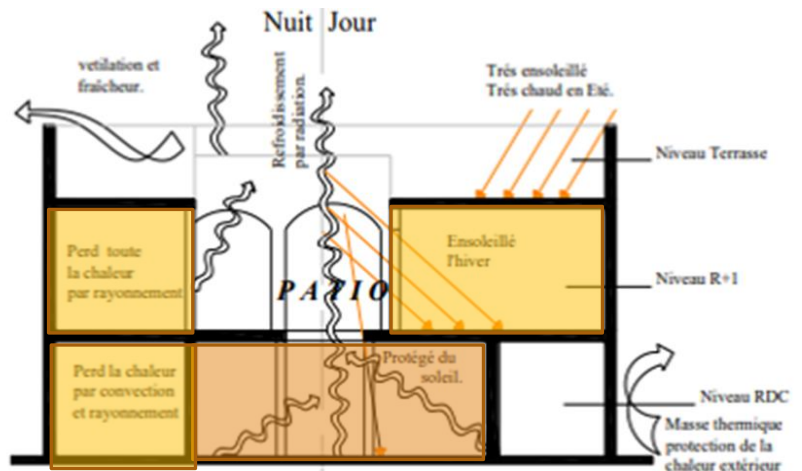


Figure 10: Schéma de fonctionnement climatique de patio.

5.2 Style de la période coloniale

5.2.1 Style de composition :

Tissu ordinaire tissu basé sur la régularité de tracé et la circulation permet de relier directement les logements depuis les rues principales ou secondaires.

5.2.2 Style d'organisation :

- Les espaces de la maison sont de deux types similaires au modèle court avec de grandes ouvertures (ouverture vers l'extérieur) et type dominant dispos de galerie ou hall d'accueil est réparti différemment.

- Style de distribution, le passage est gradué de l'espace extérieur aux espaces intérieurs, soit directs.
- La taille des grandes demeures 500 m² Et les petites 70 m².
- Habitation avec cour intérieure entouré des galeries d'arcades de type fer a chevale et en plein cintre
- Cette cour représente en général 12.5 % à 20 % de la superficie de la parcelle.

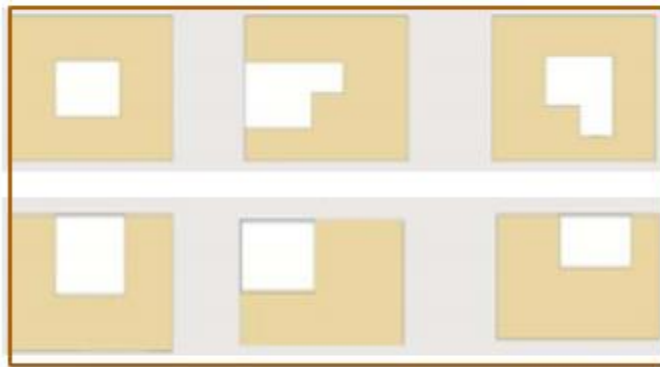


Figure 11: Positionnement de la cour par rapport à la parcelle bâti.

- L'utilisation de l'arc dans les rues, ruelles, impasses, maisons.
- Des maisons avec des grandes ouvertures à l'extérieur et par l'exploitation de la façade principale comme cas commercial.

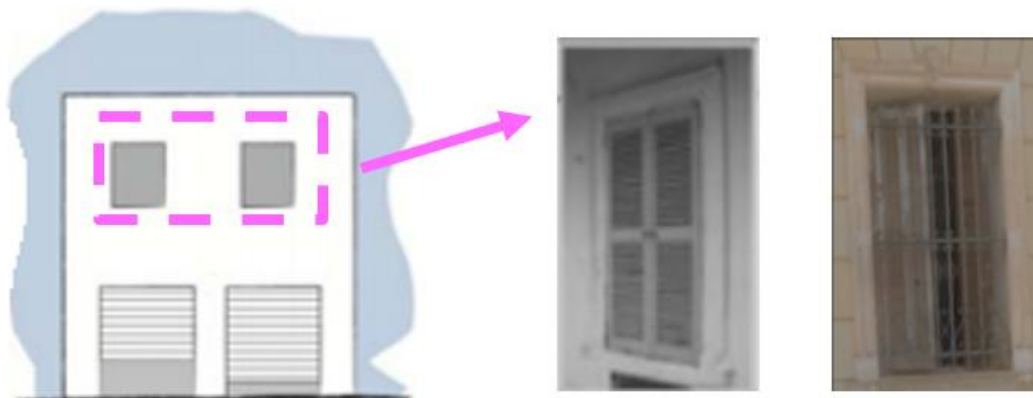


Figure 12 : façade des habitats coloniales.

5.2.3 Décorations et éléments architecturaux :

Les arcs sont situés au niveau des passages extérieurs et des cours intérieures et ont plusieurs types :

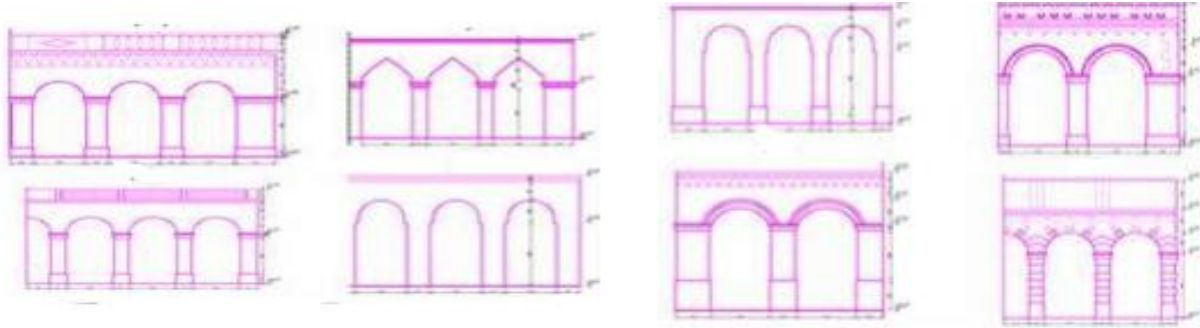


Figure 13: Exemples des formes des arcs de période coloniale.

5.3 Le style post-colonial :

Le style moderne se caractérise par sa variété de styles, et des équipements et l'utilisation de béton armé dans la construction.



Figure 14: Les éléments architectoniques de la ville.
Source : G.TOURISME

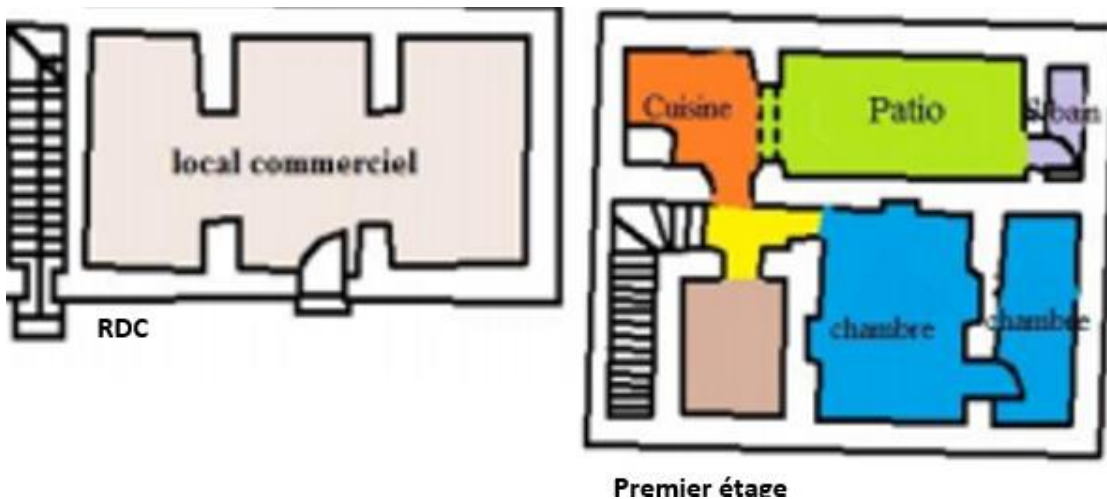


Figure 15: Mixte entre ksourien et de style colonial.
Source : [PPSMVSS de ksar Laghouat].

5.4 Comparaison entre les matériaux anciennes et de post colonial :

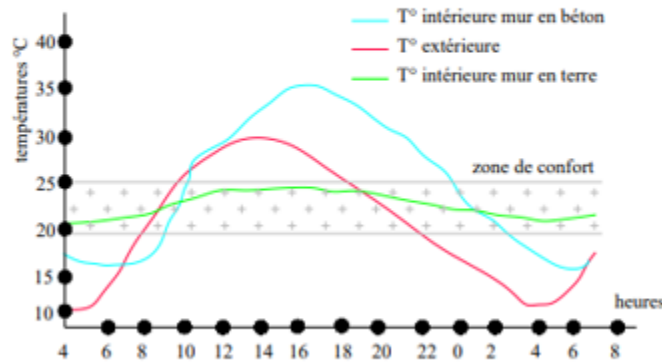


Figure 16: Fluctuation de température intérieur de la Maison.
Source : calaméo.org

6. Etude climatique :

- Laghouat située dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara.
- Cette zone est caractérisée par une température élevée dans la saison de chaud avec un taux d'humidité faible et un hiver très froid.

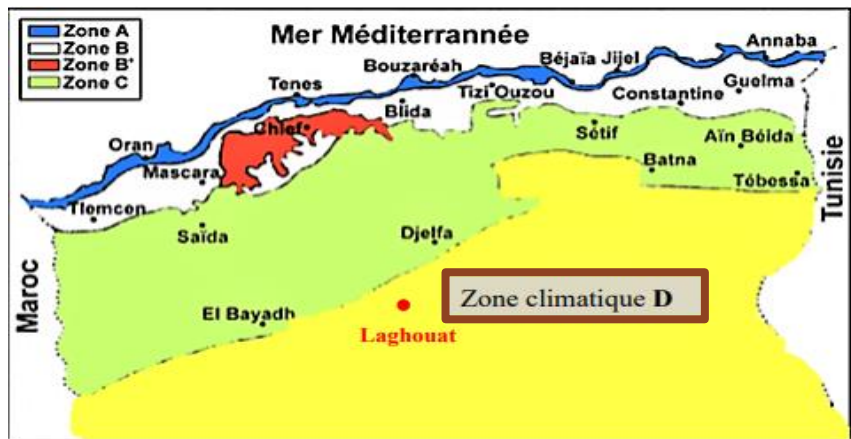


Figure 17: Découpage des zones climatique.
Source : www.men-Algeria. Org

6.1 Type de ciel :

- La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, la figure fournit une vue claire sur la portion de Chaque condition du ciel.

- La période la plus dégagée de l'année à Laghouat commence aux alentours du juin et se terminant au début de septembre.
- La période nuageuse de l'année commence aux alentours du septembre et se terminant. Au mois de Mai, le ciel est couvert ou principalement nuageux 39% du temps, et clair, principalement clair ou partiellement nuageux 61% du temps.
- Le mois le moins nuageux c'est Mai, avec un pourcentage de 15%

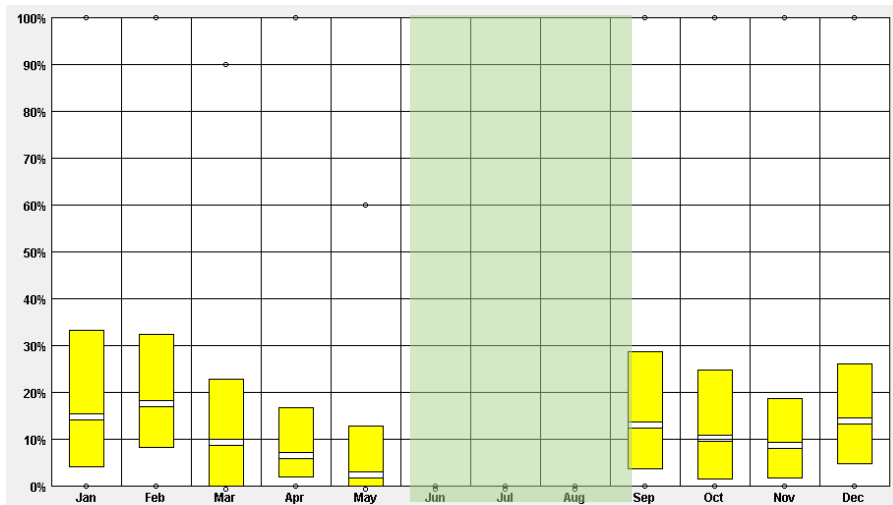


Figure 18: Fréquence des ciels ensoleillés et nuageux.
Source : climate consultant 6,0

6.2 L'éclairement :

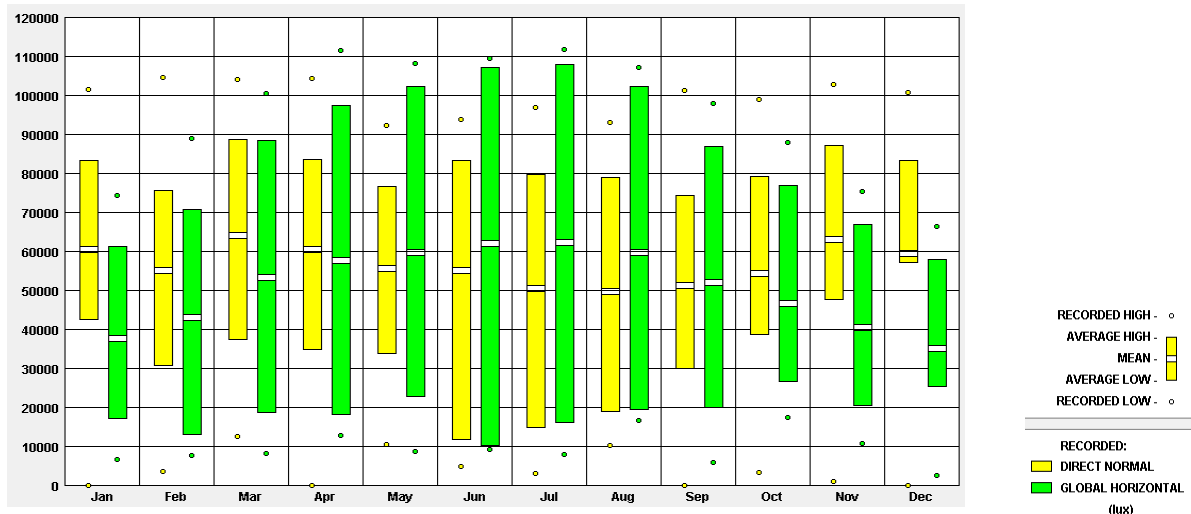
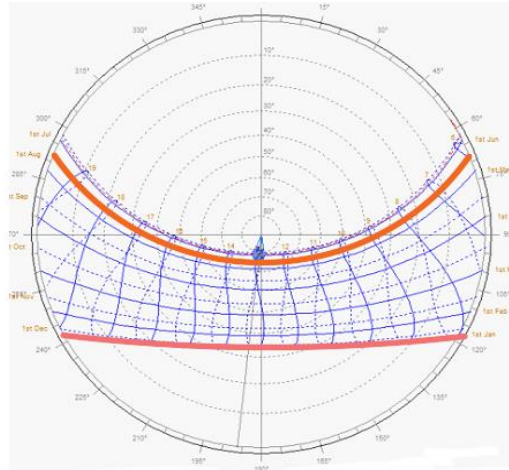


Figure 19 : Diagramme de l'éclairement de la ville de Laghouat.
Source : climate consultant 6.0

- 21 juillet
- Azimut : 148.27°
- Altitude : 65.30°
- Lever de soleil:06:15
- Cocher de soleil :19:29



- 21 janvier
- Azimut :278.11°
- Altitude : 31.58 °
- Lever soleil : 06:49
- Cocher de soleil :16:43

Figure 20:diagramme solaire indiquant la trajectoire.
Source : Ecotect

6.3 Température :

Le climat de Laghouat se caractérise par une longue saison chaude et sèche s'étalant du mois mai jusqu'au mois d'Octobre avec des températures maximales moyennes comprises entre 28°C et 31,6 °C et des températures minimale moyennes 19 °C et maximale jusqu'au 41,5 °C

Une saison froide s'étalant Novembre jusqu'au mois d'avril avec des températures maximales moyenne 17,5°C et des températures minimale de -4.

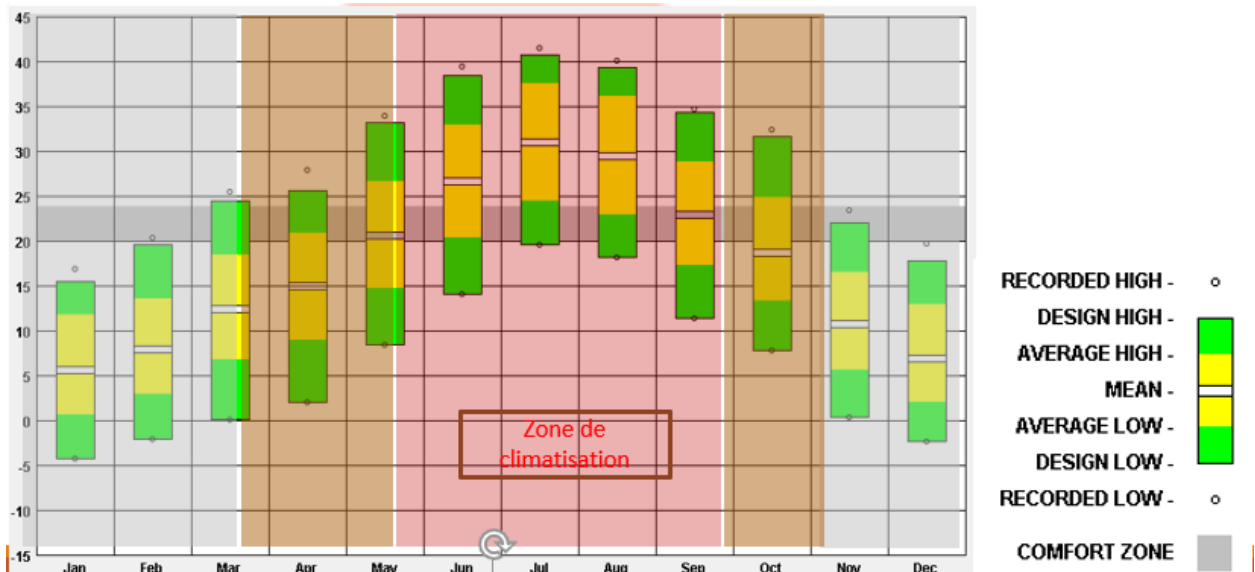


Figure 21:Diagramme de température moyenne maximale et minimale.
Source : climate consultant 6,0

Recommandation :

- ✓ Utilisation des matériaux à grandes inertie.
- ✓ L'utilisation de forme compacte.
- ✓ L'utilisation des patios comme espace de rafraichissement et permet une ventilation passive.
- ✓ Création des plans d'eaux à l'extérieur ou des barrières végétales.
- ✓ Minimiser les surchauffes estivales à travers (brises soleils, toitures...)

6.4 Humidité :

Dans le mois de Janvier on enregistre le taux d'humidité relative le plus élevé (65%), et le plus bas (25%) pendant le mois de juillet.

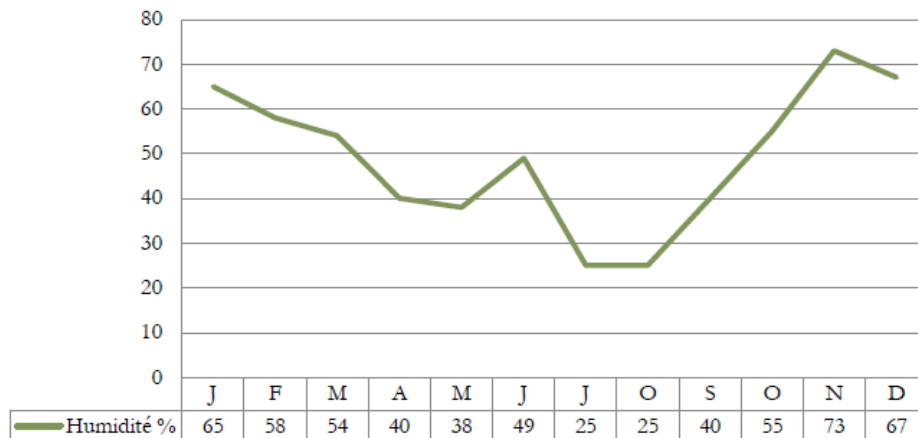


Figure 22: Diagramme d'humidité.
Source : station météo Laghouat.

Recommandation :

- ✓ La création des espaces verts pour rafraichir l'air et absorber l'humidité et l'intégration des différents systèmes des ventilations naturelles (moucharabeh, patio..).
- ✓ Une bonne isolation thermique.
- ✓ Un bon type de vitrage aux fenêtres.
- ✓ Utilise des matériaux contre la condensation et des peintures étanches.

6.5 Précipitation :

Les précipitations sont faibles, elles sont évaluées en mm/an. La période de sécheresse s'étale de Mai à septembre puis en voie une augmentation dans la précipitation jusqu'au mois de décembre puis ça diminue encore une fois soit presque 07 mois dans l'année y'a pas de pluies (Précipitation annuelle : 133,9mm/an).

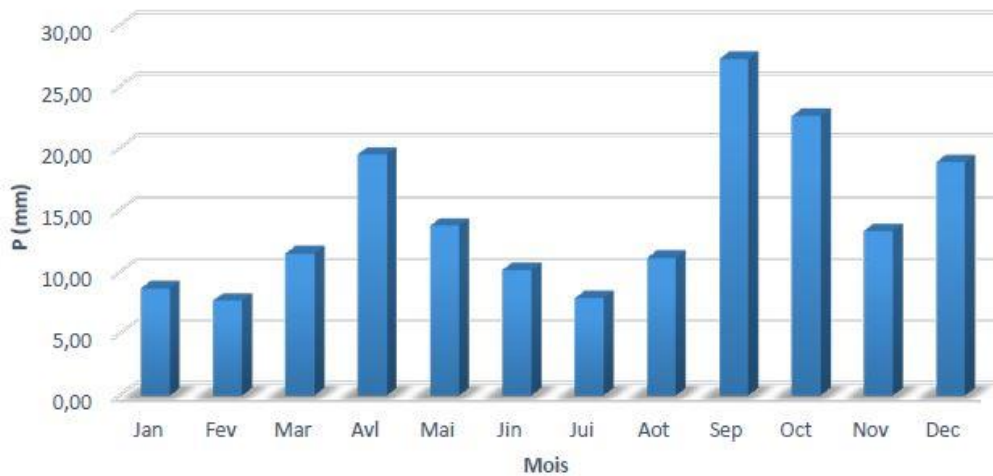


Figure 23: pluviométrie moyenne de la ville de Laghouat.
Source: station de météo – Laghouat.

6.6 Vents :

Les vents dominants sont :

- En hiver sont de direction Net O, les plus intenses dans N-O, avec une vitesse maximale de 13m/s.
- En été sont de direction O et S, les plus intenses dans S-O avec une vitesse maximale de 14 m/s

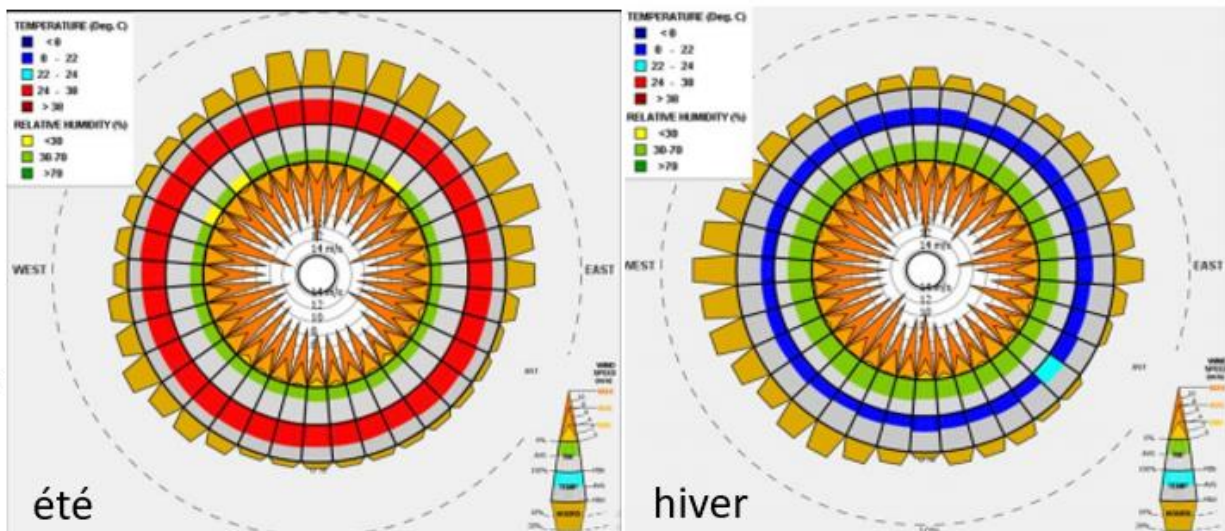


Figure 24: La rose des vents dans la saison d'été et d'hiver de Laghouat.
Source : climate consultant 6,0

- Le sirocco souffle plus en mois de mai avec une vitesse moyenne 13,4m/s, sud-ouest.
- Le mois le plus venteux de l'année est le mois d'avril, avec une vitesse moyenne du vent de 14m/s.
- Le mois le plus calme de l'année est le mois d'août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 6,7m/s.

Recommandation :

- ✓ Assurer une protection contre les vents chauds et froids par une protection végétales (les arbres à feuille caduque et persistant)
- ✓ Une bonne orientation du bâti (nord/sud) ainsi on doit prendre en considération les vents froids d'été de côté nord pour la ventilation naturelle des espaces en été.
- ✓ L'utilisation des brise soleil...

6.7 Diagramme psychométrique de Givoni :

Le diagramme psychrométrique de Givoni détermine les besoins du confort thermique, afin d'établir des solutions adéquates, pour rattraper les conditions de confort.

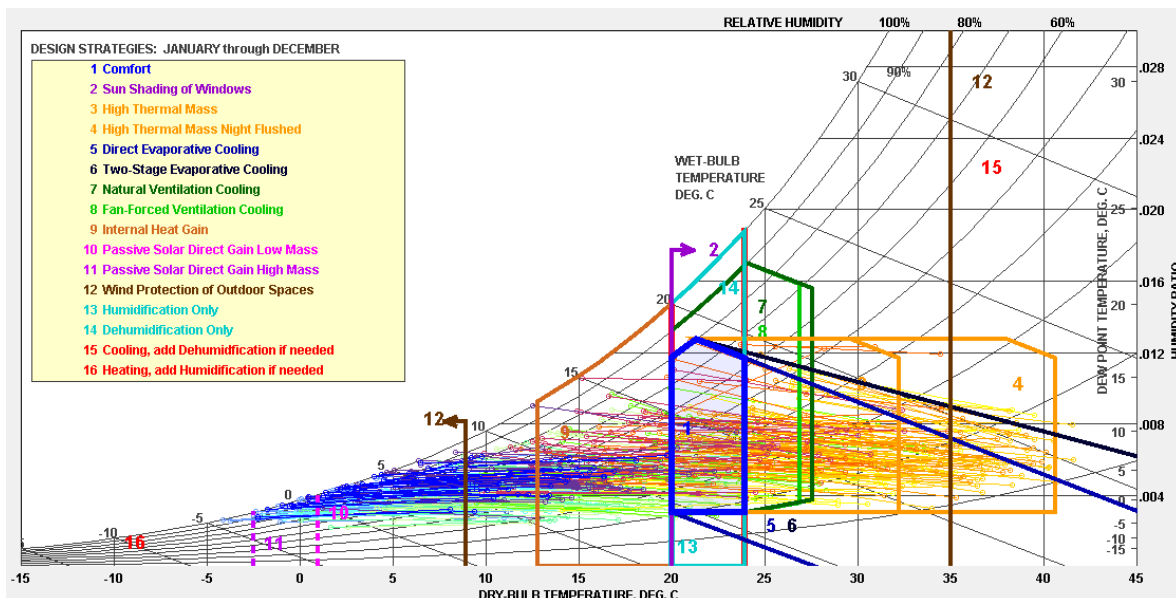


Figure 25: Diagramme de GIVONI.

SOURCE : CLIMATE CONSULTANT 6.0

1. **Zone de chauffage ;** Conception solaire passive de bâtiment (bonne orientation de bâtiments "sud et sud-est l'utilisation des dispositifs passifs et les capteurs de l'énergie solaire. La période hivernale (janvier, février, décembre et novembre).
2. **Zone de confort ;** Le confort dans cette zone est obtenu naturellement de ce fait on favorise la ventilation naturelle. (Avril, mai et octobre)
3. **Zone de climatisation ;** La ventilation naturelle, l'inertie thermique, la protection contre les vents chauds. La protection solaire et le choix de type de protection est selon l'orientation (Nord /sud). La période estivale s'étale sur une grande partie de l'année surtout les mois de juin, juillet et aout.

7. Motivation de choix de site :

Le site est :

- ✓ Bien orienté : le site est rectangulaire et la partie allongée est orienté vers le sud.
- ✓ Accessible : la facilité d'accessibilité au site.
- ✓ Forte visibilité et lisibilité du site.
- ✓ Suffisant : la surface est assez large et favorable à telle construction.
- ✓ Sol ferme pour la partie bâties avec une faible pente.
- ✓ Loin de centre-ville (éviter les risques de propagation des maladies et les risques de contamination)
- ✓ Hors des zones de nuisances industrielles.



Figure 26: le site d'intervention.
Source: Google earth.

8. Situation :

Le site d'intervention est situé au sud-ouest de la ville de Laghouat à la périphérie de la ville.

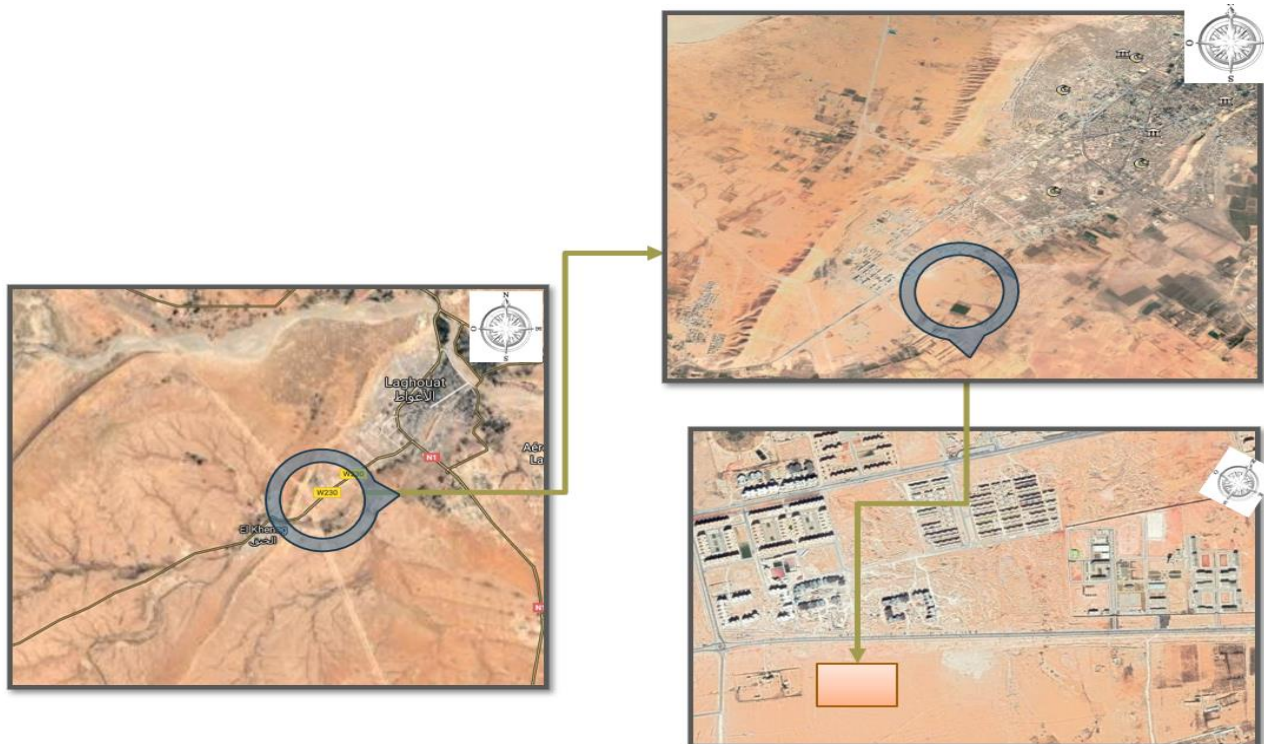


Figure 27: La localisation du site d'intervention par rapport à la ville
Source: Google earth.

9. Accessibilité :

Le site est accessible par deux voies mécaniques l'une est communale et l'autre secondaire venant de l'université, l'intersection se fait au nœud secondaire.

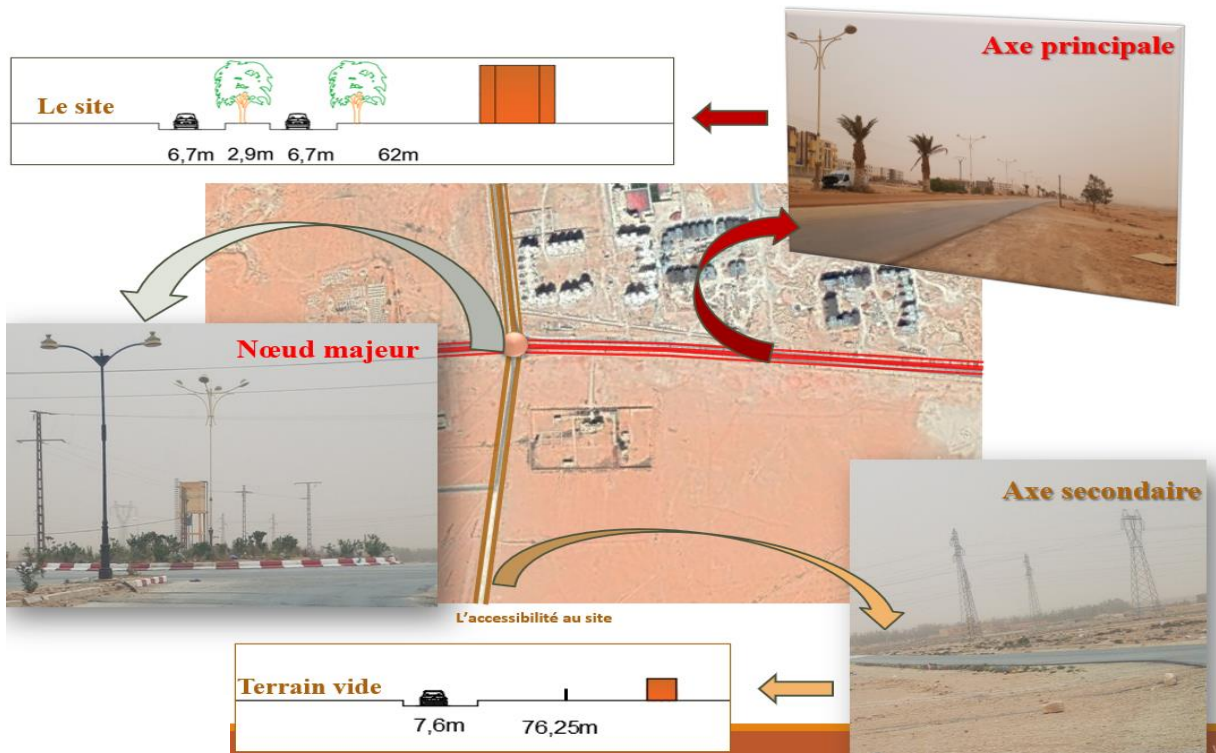


Figure 28: Accessibilité au site.

10. L'ensoleillement et les vents :

- Le terrain a une forme rectangulaire avec une superficie de 11000 m².

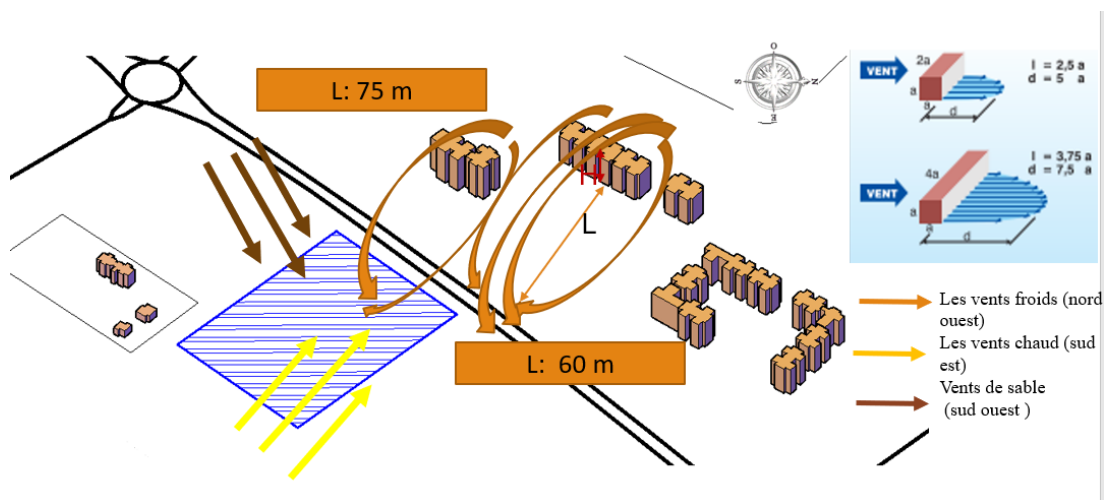


Figure 29: Aspect climatique du site.
Source : établi par l'étudiante.

- Le site est exposé au vent froid de côté nord-ouest (gabarit des obstructions insuffisante).
- Le site est exposé au vent chaud et vent de sable.
- Le site est bien ensoleillé et exposé à toutes les conditions climatiques donc l'exploitation maximale de rayons solaires et de la lumière est un atout pour le site, ainsi indique l'absence de l'ombrage par le voisinage.

11.L'environnement immédiat :

Le voisinage du site comprend :

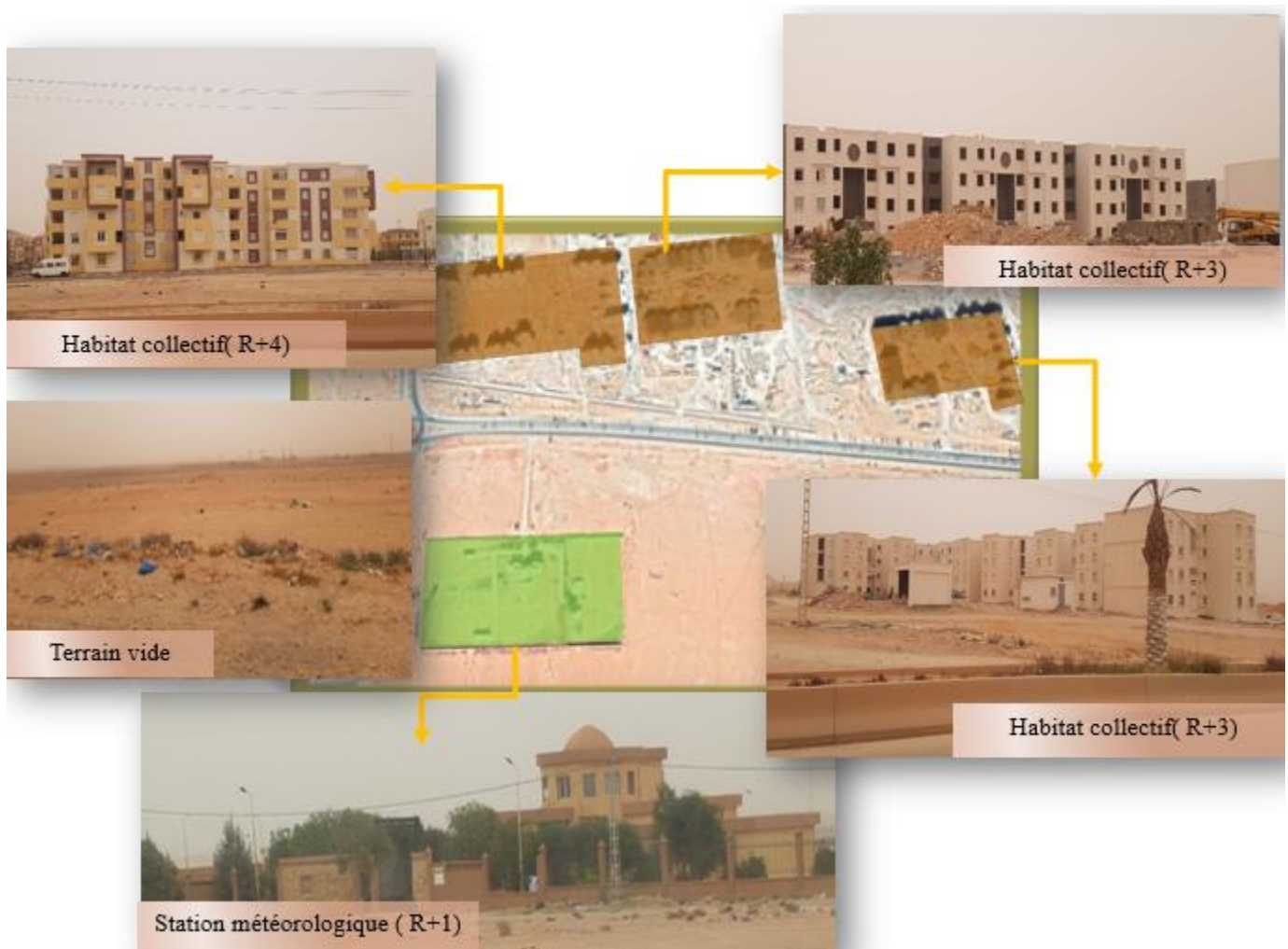


Figure 30: Les voisinages de site.

12. Morphologie de site :

- ✓ Le terrain est doté sur un relief relativement plat.
- ✓ Le site est d'une forme rectangulaire.

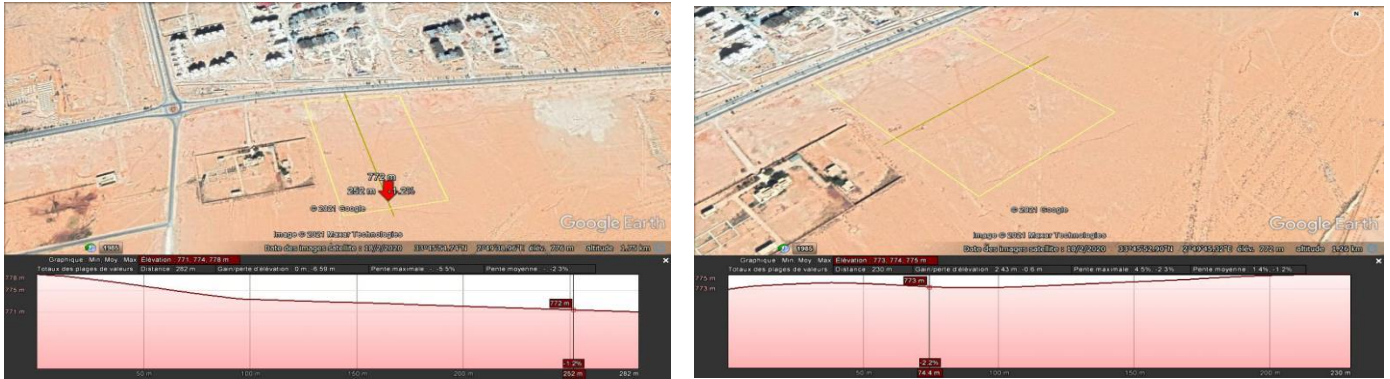


Figure 31: Coupe topographie de terrain.
Source : Google Earth.

13. Synthèse :

Site et voisinage :

- ✓ Absence de Voisinage naturel à coté de site.
- ✓ L'absence de l'ombrage dans le site.
- ✓ Sol ferme pour la partie bâties avec une faible pente.
- ✓ Voisins artificiels.
- ✓ Gabarit de faible hauteur : l'absence de protection contre les vents et les rayons solaires.

Plan de masse :

- ✓ Le parking sera situé près de l'accès principal (limité la circulation mécanique).
- ✓ Utiliser les jets d'eau dans le côté sud-est du projet pour refroidir L'air.
- ✓ Entourer l'espace bâti par les arbres à feuilles caduques du côté sud et par des arbres à feuilles persistantes du côté nord.
- ✓ Une continuité spatiale et fonctionnelle entre l'espace bâti et non bâti avec le patio et les espaces vertes.
- ✓ L'utilisation de patio comme un élément organisateur des espaces, en créant des espaces verts et de points d'eau pour créer un micro climat à l'intérieur de l'espace.

Accessibilité et Flux :

- ✓ L'Orientation de l'entrée du projet vers le nœud principale donne une visibilité et un angle de perception (créés un bon angle de vision).
- ✓ Diversité des accès pour la fluidité des flux au projet.
- ❖ **Axes piétons** : Accès caractérisé par la visibilité et la sécurité de côté ouest
- ❖ **Axes mécaniques** : près de la voie principale pour faciliter la circulation

Le volume :

- ✓ L'inspiration du tissu compact traditionnel et l'introverti (dans un patio /atrium) pour garder la sécurité des laboratoires.
- ✓ Utilisation des décrochements de côté nord-est et des jeux des volumes ainsi que de la végétation pour créer de l'ombre et pour la protection contre les vents de sable de côté sud-ouest.
- ✓ L'utilisation des formes curviligne pour minimiser les surfaces exposées aux conditions climatiques.

Distribution intérieure :

- ✓ Le patio occupe un espace important de par sa position et sa surface pour organiser les autres espaces.
- ✓ L'optimisation de gestion des flux, tracé correct des parcours des divers usages (les visiteurs, le personnel, les chercheurs).

Matériaux :

- ✓ Utilisation des matériaux locaux (respect environnement).
- ✓ Une grande variation des températures tout au long des saisons on préconise une isolation performante de l'enveloppe du bâtiment avec un choix de matériaux à forte inertie afin de réduire au maximum la déperdition thermique entre l'intérieur et l'extérieur.

Protection solaire :

- ✓ L'utilisation des brises soleil pour contrôler la pénétration, des rayons solaires.
- ✓ L'utilisation de façade double peaux pour protéger la façade de côté sud.
- ✓ En été, il faut se protéger du rayonnement solaire, des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.
- ✓ En hiver, il faut capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.



CHAPITRE PROGRAMMATIQUE

1. Introduction :

Le Programme est un moment fort du projet. C'est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecture va pouvoir exister. Le programme est énoncé des caractéristiques précises d'un édifice à concevoir et à réaliser, remis aux architectes candidats pour servir de base à leur étude, et à l'établissement de leur projet. D'après le dictionnaire Larousse Le programme consiste en une énumération des entités et locaux nécessaires, avec leur localisation dans le projet, leur surface et leur exigences qualitatives du projet.

2. L'objectif de programme :

La programmation permet de :

- ✓ Mieux comprendre les différents espaces de centre et les classer par des espaces servis et des espaces servants.
- ✓ L'harmonisation des fonctions et des proportions surfaciques et spatiales entre les différentes activités du projet.
- ✓ Étudier les différents modes de relations fonctionnelles.
- ✓ L'offre des espaces diversifié et évolutif.

3. Les principes programmatiques :

- ✓ **Concept de flexibilité :** La flexibilité est un concept déterminant pour adapter les espaces à tous genres d'évènements spécifiques. C'est-à-dire la flexibilité concerne un changement de fonction selon le besoin
- ✓ **La continuité des activités :** Les relations spatiales en termes de fonction et les relations visuelles doivent être assurées pour concrétiser le confort et la sécurité absolus.
- ✓ **L'articulation :** Il permet de faire une relation entre les différentes composantes des lieux à partir de la construction et de leur fonction, ce qui implique une richesse formelle.
- ✓ **La hiérarchie :** Elle est matérialisée par le positionnement des différents espaces et activités en rapport avec leurs utilisateurs : Public- Semi public – Privé.

4. L'organigramme fonctionnel :

Les relations entre les entités sont :

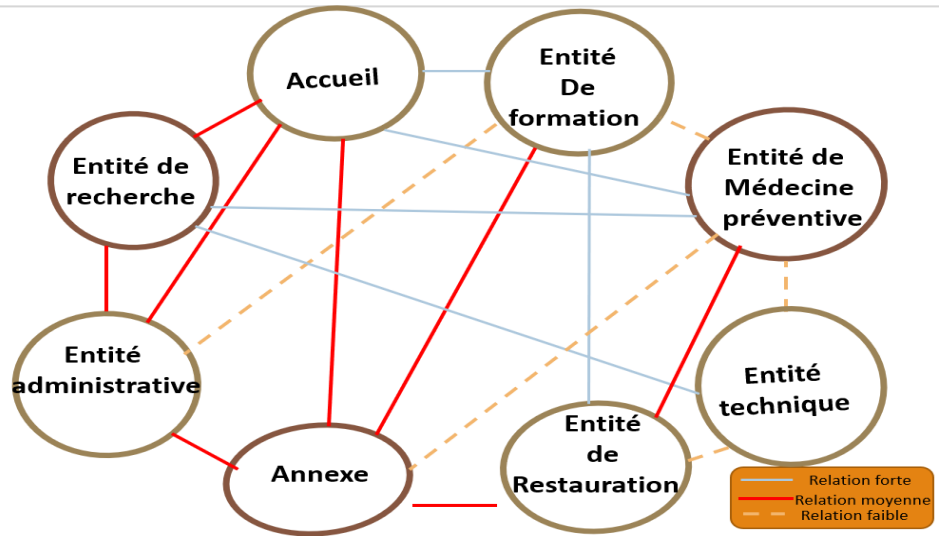
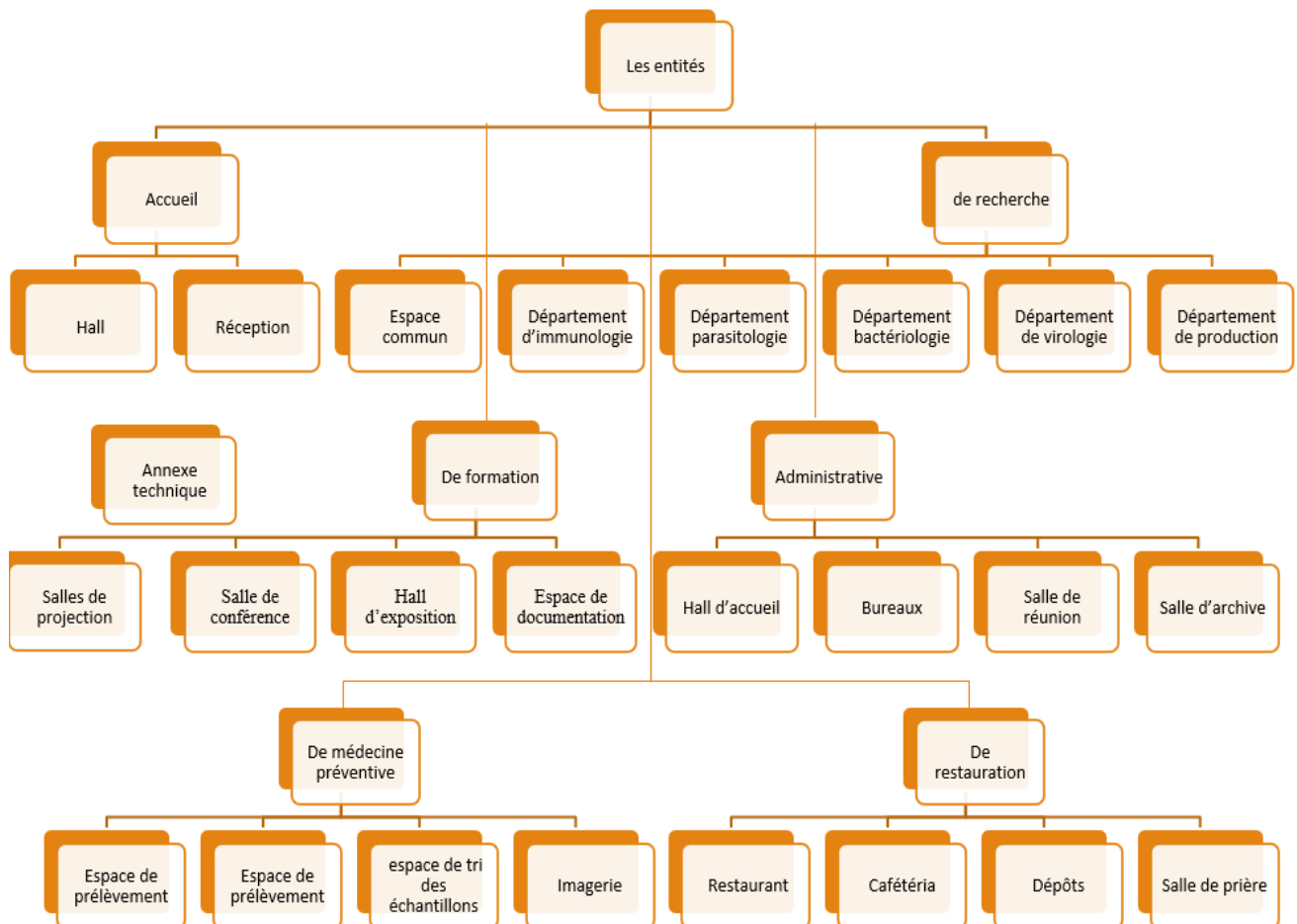


Figure 1: l'organigramme fonctionnel des entités.

5. Les entités du projet :



5.1 Accueil :

Fonction	<p>La réception constitue le moment fort de l'accueil des visiteurs.</p> <p>-Pour offrir la faculté de se déplacer sans se perdre, les cheminements doivent être étudiés pour être facilement perçus et lus.</p>		
Localisation	<p>Un volume généreux et largement ouvert sur l'extérieur est souhaitable.</p> <p>Double hauteur pour l'accueil permettant un renouvellement d'aire rapide.</p>		
Equipement	<p>Panneaux d'affichage, Affichage des consignes de sécurité, un lave-mains à déclenchement non manuel, des rangements en nombre suffisant pour le classement des résultats, des imprimantes, une photocopieuse, des téléphones, fax</p>		
Confort	Eclairage : 300 à 500 lux	Niveau acoustique :40 dB	Température : 22à25 °C



Figure 2:l'accueil

Source : <https://tnward.com/>

5.2 Entité administrative :

Bureaux	Fonction	Un lieu de travail pour l'équipe des laborieux			
	Exigences particulière	Espace plutôt réservé aux administrateurs. Elle sera invisible par le public dès son entrée dans le hall.			
	Équipement	Bureaux avec des chaises visiteurs, des rangements, le matériel informatique, des imprimantes, des téléphones et fax, des corbeilles à papier, des destructeurs de documents			
	Confort	Eclairage : 300-500 lux	Niveau acoustique : 40 dB	Température : 22-25 °C	Humidité : 40-60%



Figure 3: Bureau de directeur.
Source : <https://rconsulting.ci/>

Archives	Fonction	Lieu de stockage des archives			
	Exigences particulière	Espace sécurisé. Une relation avec les locaux du traitement du Livre			
	Équipement	Des armoires à archives et petite table de consultation			
	Confort	Eclairage : 400 lux	Niveau acoustique : 40 dB	Température : 17à20 °C	Humidité 55%



Figure 4: Bureau d'archive.

Source : belmasteel.com

Salle de réunion	Fonction	Réunir Espace fermé doit bénéficier le calme éclairage naturelle artificielle			
	Confort	Eclairage : 300 lux	Niveau acoustique : 50 dB	Température : 21à26 °C	Humidité : 40-60%



Figure 5: Salle de réunion.
Source : www.quai-des-entrepreneurs.com/

5.3 Entité de médecine préventive :

Salle De prélèvement¹	Fonction	Cet espace est destiné à la réalisation des actes de prélèvements. Disposer d'au moins une salle de prélèvements permettant l'isolement des patients.		
	Exigences particulière	Un lave-mains à déclenchement non manuel situé près de la sortie de la pièce Une source d'éclairage, si possible en lumière naturelle /un isolement acoustique		
	Équipement	Une chaise, un fauteuil de prélèvements modulable, un siège mobile et réglable pour le préleveur, des meubles de rangement, des chariots, les conteneurs à déchets, un plan de travail pour le dépôt des échantillons et les prises de notes		
	Confort	Eclairage : 200 lux + source variable	Température :22 °C	Humidité : 40-60%

¹ Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

Salle de tri des échantillons ²	Fonction	Le tri et l'enregistrement des échantillons sont des opérations particulièrement importantes ne souffrant aucune erreur et nécessitant une grande concentration.		
	Exigences particulière	-cette pièce doit disposer d'un traitement acoustique afin de faciliter la concentration du personnel. -le guichet doit être constitué de matériaux lisses, imperméables et résistant aux agents nettoyants et désinfectants		
	Confort d'ambiance	Eclairage : 200-300lux	Température : 22 °C	Confort thermique : 22°C

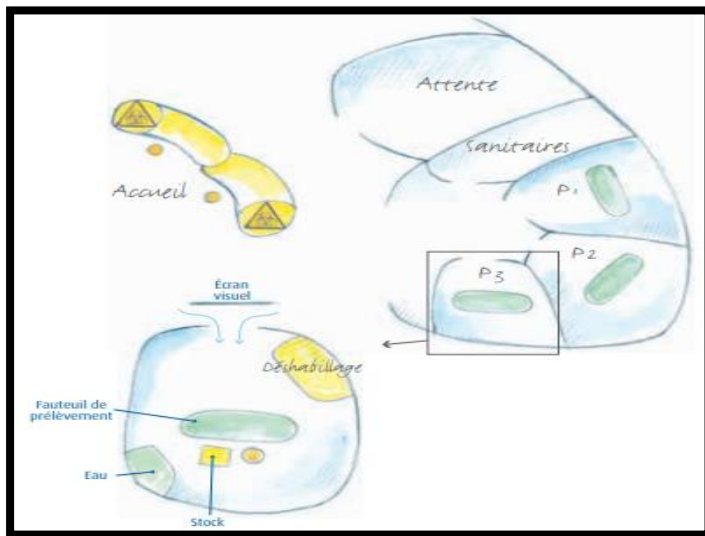


Figure 7: Schéma fonctionnel de la salle de prélèvement.
Source : institut national de recherche et de sécurité.pdf

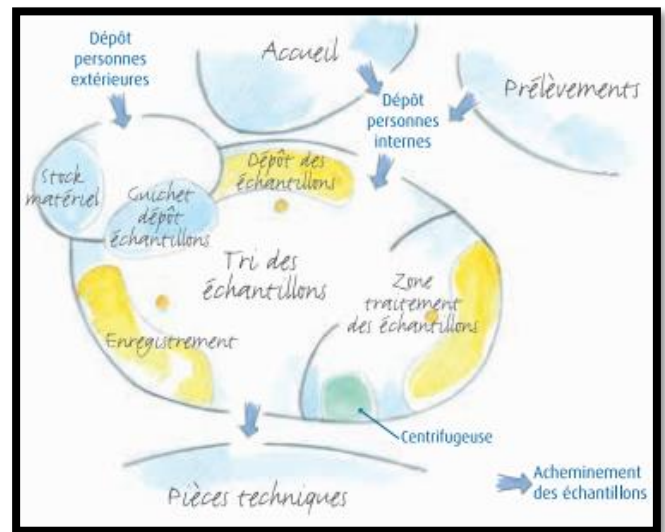


Figure 6: Schéma fonctionnel de la salle de tri des échantillons.
Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

² Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

5.4 Entité de recherche :

5.4.1 Les laboratoires :

- ✓ Il est important de prévoir des portes et voies de circulation suffisamment larges pour permettre l'entrée des automates volumineux dans les pièces techniques.
- ✓ Les portes s'ouvrent automatiquement.



doit être signalée par le pictogramme



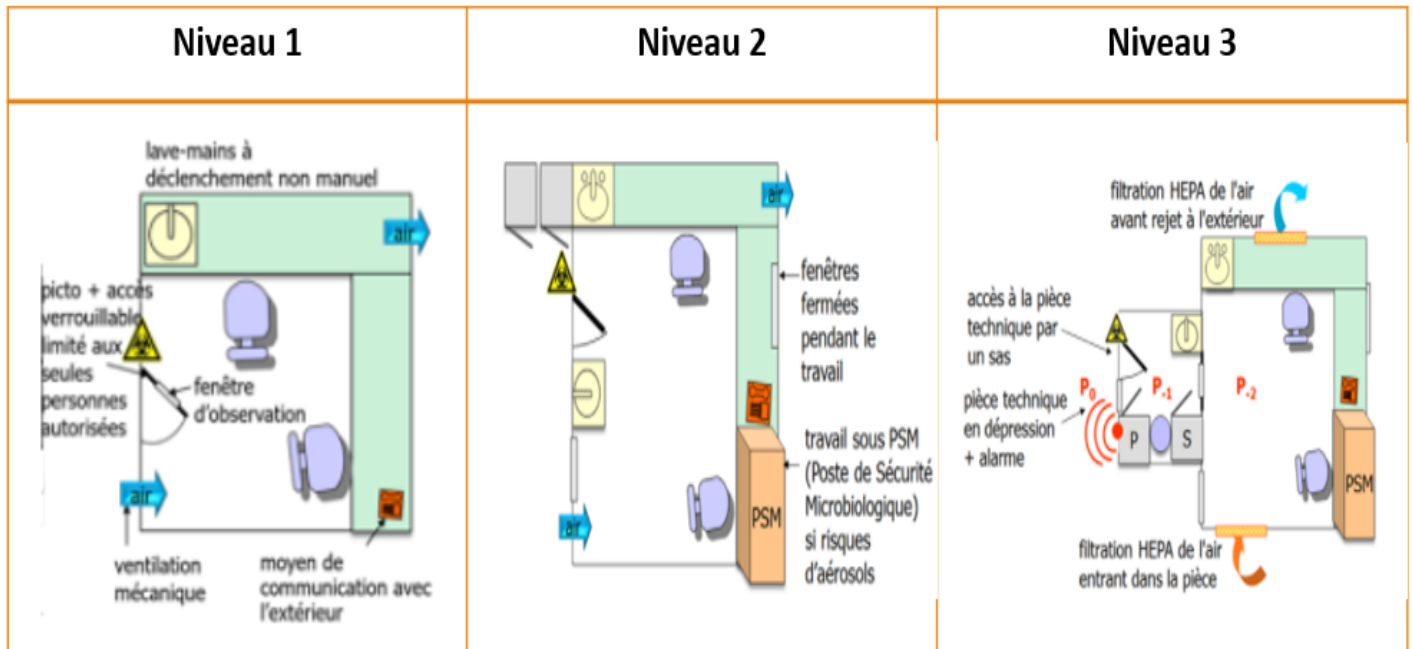
tous les autres risques identifiés doivent être signalés (matières radioactives)



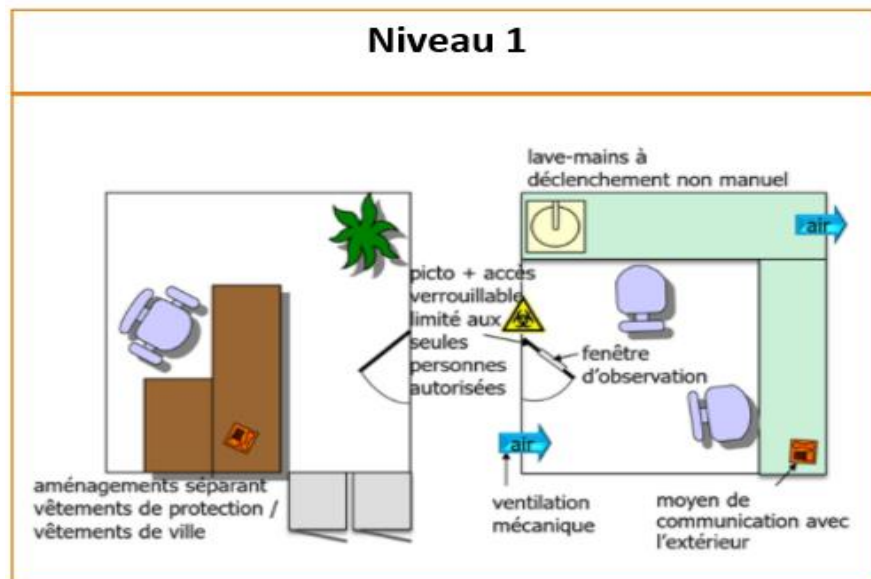
Figure 8: les portes de laboratoire.
Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

5.4.1.1 Niveau de confinement :

Les salles où sont manipulés des échantillons ou des agents biologiques doivent répondre à des caractéristiques particulières, plus ou moins contraignantes selon les dangers des agents. Ces derniers sont classés réglementairement dans 4 groupes, selon leur degré croissant de risques infectieux.

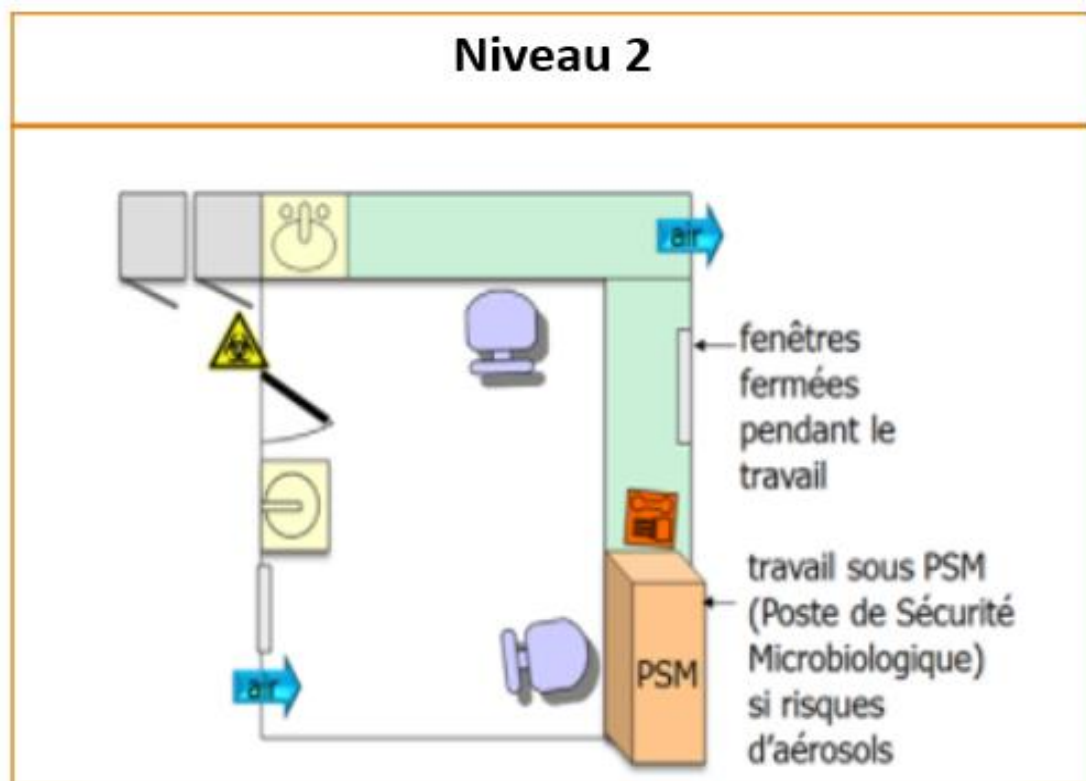


- ✓ L'accès de cette salle, séparée par au moins une porte verrouillable, est limité aux seules personnes autorisées.
- ✓ Un pictogramme "Danger biologique" est affiché à l'entrée de la salle.
- ✓ Un vestiaire, localisé en dehors de la salle, est destiné aux effets personnels et permet de les séparer des vêtements de protection enfilés pour entrer dans la salle technique.
- ✓ La ventilation de cette salle est assurée par un dispositif mécanique.
- ✓ Une fenêtre d'observation ou un système équivalent permet de voir les occupants et de détecter tout problème sans avoir à entrer dans la salle.
- ✓ Un moyen de communication avec l'extérieur est mis à disposition.



En plus des exigences précédentes des laboratoires de niveau de confinement 1 en ajoutent les exigences suivantes :

- ✓ Les fenêtres de la salle doivent rester fermées lors des manipulations d'agents biologiques de groupe 2.
- ✓ Selon les résultats de l'évaluation des risques, il peut être nécessaire que la salle se ferme hermétiquement pour permettre la désinfection.



- ✓ Le personnel accède à la salle technique via un sas muni de portes asservies ne pouvant pas s'ouvrir simultanément.
- ✓ Les portes doivent pouvoir se fermer hermétiquement pour permettre la désinfection.
- ✓ L'air entrant et sortant de la salle dédiée aux activités technique est filtré à l'aide de filtre antiparticule à très haute efficacité (HEPA).
- ✓ La salle technique est en pression négative par rapport aux zones voisines et un système d'alarme permet de détecter tout changement anormal de la pression de l'air. Selon l'évaluation des risques, la salle peut être équipée d'un approvisionnement en énergie électrique de secours ou d'un système de ventilation de secours.

- Les laboratoires de niveau de confinement 3 nécessitent un sas.

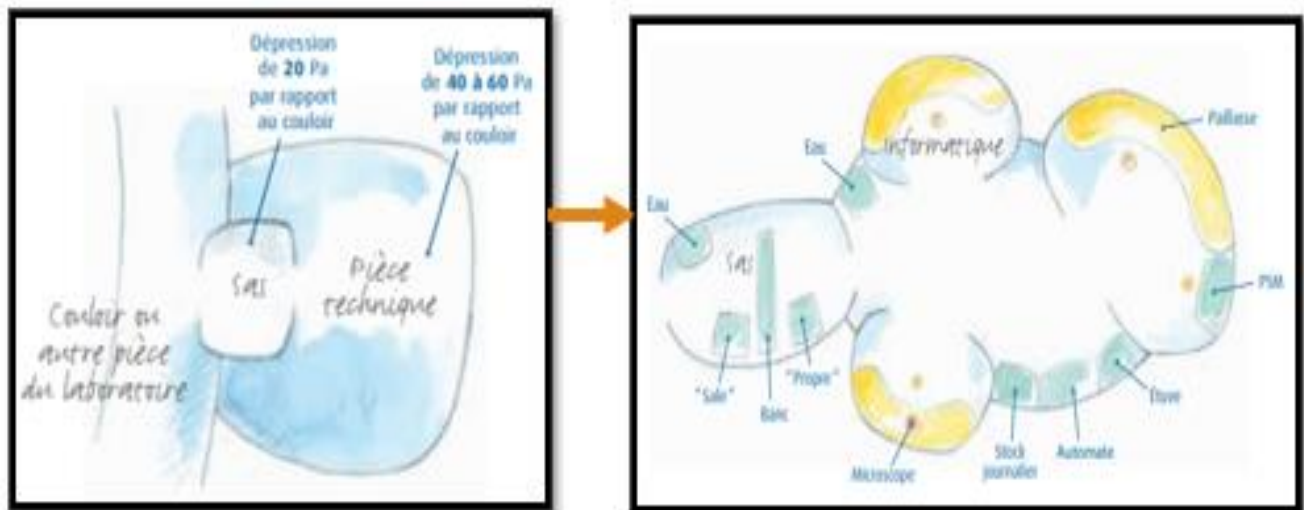
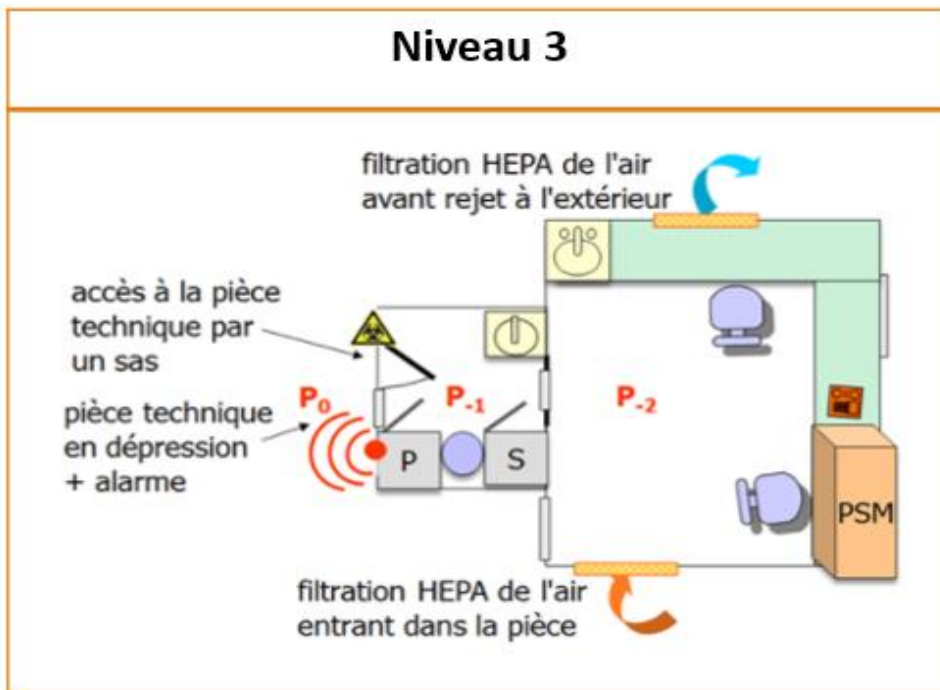


Figure 9: Schéma fonctionnel de laboratoire de niveau de confinement 3.
Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

5.4.1.2 Les plans de travail :

peuvent se classer en trois familles selon l'utilisation:



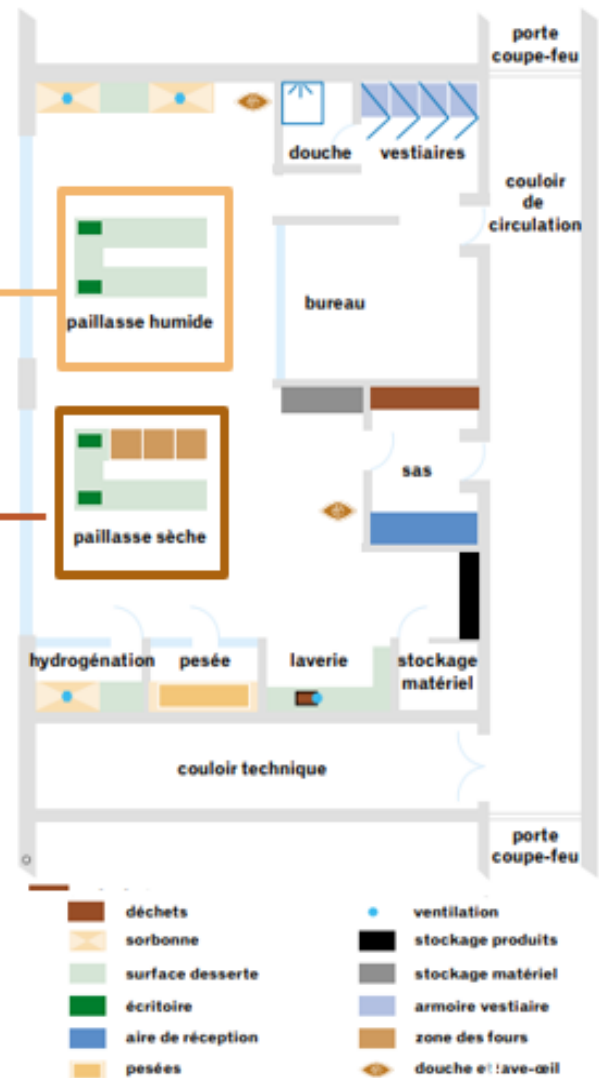
Les paillasse humides, équipées d'arrivées et d'évacuations d'eau. se caractérisent par un revêtement étanche et résistant et disposent d'équipements permettant l'utilisation de tous les fluides nécessaires (électricité eau, air, gaz particuliers.)



Les paillasse sèches pour placer le matériel qui n'utilise pas d'eau.



Les tables servant principalement à écrire, consulter des documents, faire de petits travaux sans produit ni matériel conséquent. (a proximité de poste de travail)



- ✓ Les laboratoires disposent d'un lave-mains à déclenchement non manuel, situé près de la sortie de la pièce technique
- ✓ Les douches de sécurité et des lave-œil

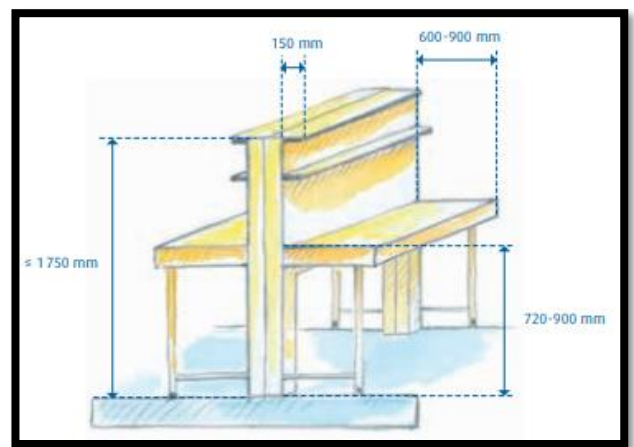


Figure 10: Dimension des paillasse de laboratoire.
Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

5.4.1.3 Les revêtements de Sols :

- ✓ Le revêtement des sols doit être résistant à l'usure et au poinçonnement, antidérapant, il est souhaitable d'installer des revêtements plastifiés à joints thermo-soudés plutôt que du carrelage.
- ✓ Il convient de faire remonter d'au moins 10 cm le revêtement des sols le long des murs avec une moulure concave pour limiter l'accumulation de particules et faciliter la décontamination (plinthe à gorge).



Figure 11: les revêtements du sol dans les laboratoires.
Source : www.edp-biologie.fr

5.4.1.4 Plafond :

- ✓ **La hauteur sous plafond** doit être choisie en fonction de la hauteur maximale des appareils dont l'installation est prévue dans le laboratoire, en tenant compte des équipements de protection collective (sorbonnes, ventilations, etc.). Une hauteur Sous plafond de 3 m, permettant d'accueillir des PSM et des sorbonnes de dimensions classiques et les réseaux, convient dans le cas général.
- ✓ **Faux plafond** : il faut faire en sorte que les gaz et vapeurs ne puissent s'y accumuler et éviter d'y placer des équipements nécessitant interventions ou maintenance. Ce faux plafond peut éventuellement servir de plenum pour la répartition de l'air de compensation.



Figure 12: le plafond des laboratoires.
Source : www.arclynn.com

CHAPITRE III : ETUDE PROGRAMMATIQUE

Tous les revêtements murs, sols, plafonds, les gaines doivent être aisément accessibles et constitués de matériaux lisse, imperméables, étanches et résistant aux agents nettoyants et désinfectants.

5.4.2 Insonorisation :

- ✓ Il est conseillé d'isoler les appareils bruyants dans des salles qui leurs sont réservées et qui ont fait l'objet d'une isolation phonique
- ✓ Les niveaux de bruit ambiant acceptables se situent en dessous de 55 dB



Figure 13: l'appareil d'insonorisation.
Source : /www.kitchenaid.com/

5.4.2.1 La circulation :

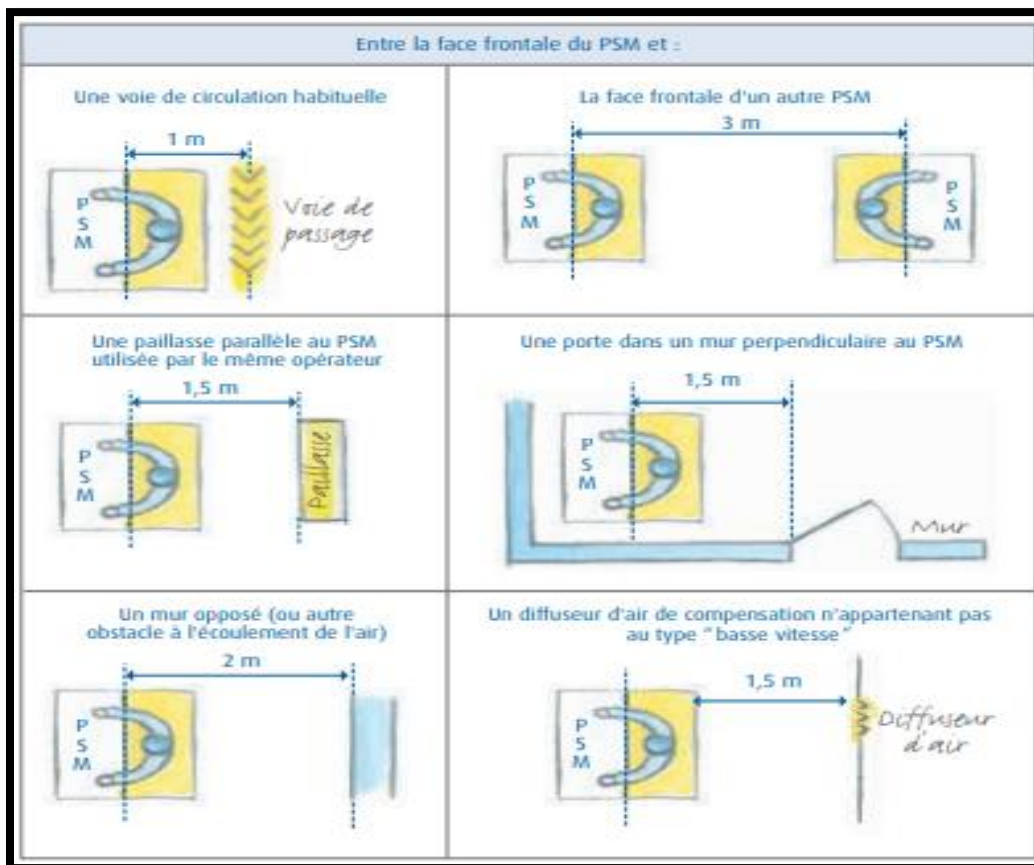
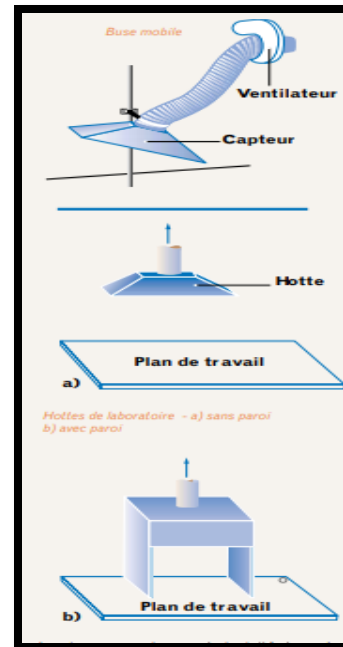


Figure 14: Les espaces de circulation en fonction des différentes situations de travail.
Source : biotechnologie et durabilité, la lutte contre les maladies infectieuses.pdf

5.4.2.2 Ventilation :

- ✓ Un système central de traitement d'air
- ✓ Des hottes
- ✓ Des PSM
- ✓ Des sorbonnes



5.4.2.3 Déchet :

- ✓ Cette salle doit être suffisamment éloignée des lieux d'activité.
- ✓ La salle d'entreposage des déchets est localisée en fonction des paramètres suivants :
- ✓ Sur une issue accessible aux véhicules de collecte des déchets.
- ✓ En relation de proximité avec les salles techniques.

Cette salle doit être suffisamment spacieuse pour :

- ✓ Créer des zones d'entreposage spécifiques des différents types de déchets (ménagers, infectieux, chimiques.).
- ✓ Contenir tous les emballages pouvant être entre- posés pendant une période déterminée en fonction de la production de déchet.

5.4.2.4 Sécurité :

- ✓ Un système d'alarme sonore et visuel doit permettre de détecter tout changement anormal de la pression de l'air.

5.4.2.5 Stockage :

- ✓ Selon le volume des activités du laboratoire et l'évaluation des risques, les échantillons peuvent être stockés dans des congélateurs et réfrigérateurs placés dans la salle technique ou dans des chambres climatisées.
- ✓ Les fournitures de bureau et le matériel à usage unique.

CHAPITRE III : ETUDE PROGRAMMATIQUE

- ✓ Situé sur une issue accessible aux véhicules de livraison, pouvant apporter parfois plusieurs palettes de produits par livraison.
- ✓ L'éclairage recommandé est d'au moins 300 lux.



Figure 15: le stockage des produits.

Source : Lutte contre les maladies infectieuses Les technologies japonaises sauvent des vies.pdf

5.4.2.6 Laverie :

Fonction	Cette pièce permet le nettoyage et la désinfection du matériel réutilisable ne pouvant pas encore être substitué par du matériel à usage unique	
Localisation	En relation de proximité avec les salles techniques et les salles de prélèvements	
Equipement	Des paillasses, un bac de récupération de produits contaminés ;un évier, Des meubles de rangement, des machines à laver, une étuve de séchage, un autoclave	
Confort	Eclairage : 300 à 500 lux	Température : 21à26 °C



Figure 16: les laveries avec espace de stérilisation.
 Source : biotechnologie et durabilité, la lutte contre les maladies infectieuses.pdf

5.4.2.7 Vestiaire :³

Localisation	Sur une issue de laboratoire, en dehors des salles dédiées au activités techniques		
Equipement	Un aménagement pour le rangement des vêtements de protection, un nombre suffisant de sièges et d'armoires individuelles ininflammables, des conteneurs spécifiques des vêtements sales du laboratoire, des rangements des vêtements propres, lavabos		
Confort	Eclairage : 300 à 500 lux	Température : 20-23 °C	Humidité : 30-70%

Il groupe des laboratoires spécialisés et des locaux annexes selon un plan permettant leur bon fonctionnement.

³ Source : Institut national de recherche et de sécurité.pdf

Laboratoire d'immunologie	Exigences particulière	-Une ventilation grâce à un système de ventilation actif -Les portes avec des panneaux transparents (résistance au feu) avec un système de fermeture automatique -Les murs et les plafonds devraient être peints avec une peinture brillante et lavable ou recouverts d'une matière qui puisse être lavée et désinfectée. Le sol doit être facilement lavable et désinfecté et il ne devrait pas y avoir d'angles entre les murs et le sol -La porte d'accès au laboratoire s'ouvre obligatoirement vers l'extérieur. -des pièce sombre avec un équipement approprié pour la protection des yeux (photographie ADN) -choisir des luminaires limitant l'accumulation de poussières		
	Équipement	Large table de 150 ou 180 cm		
	Confort	Humidité 30-70%	Température : 18-19°C	les débits d'air neuf 45 m3 /h/personne

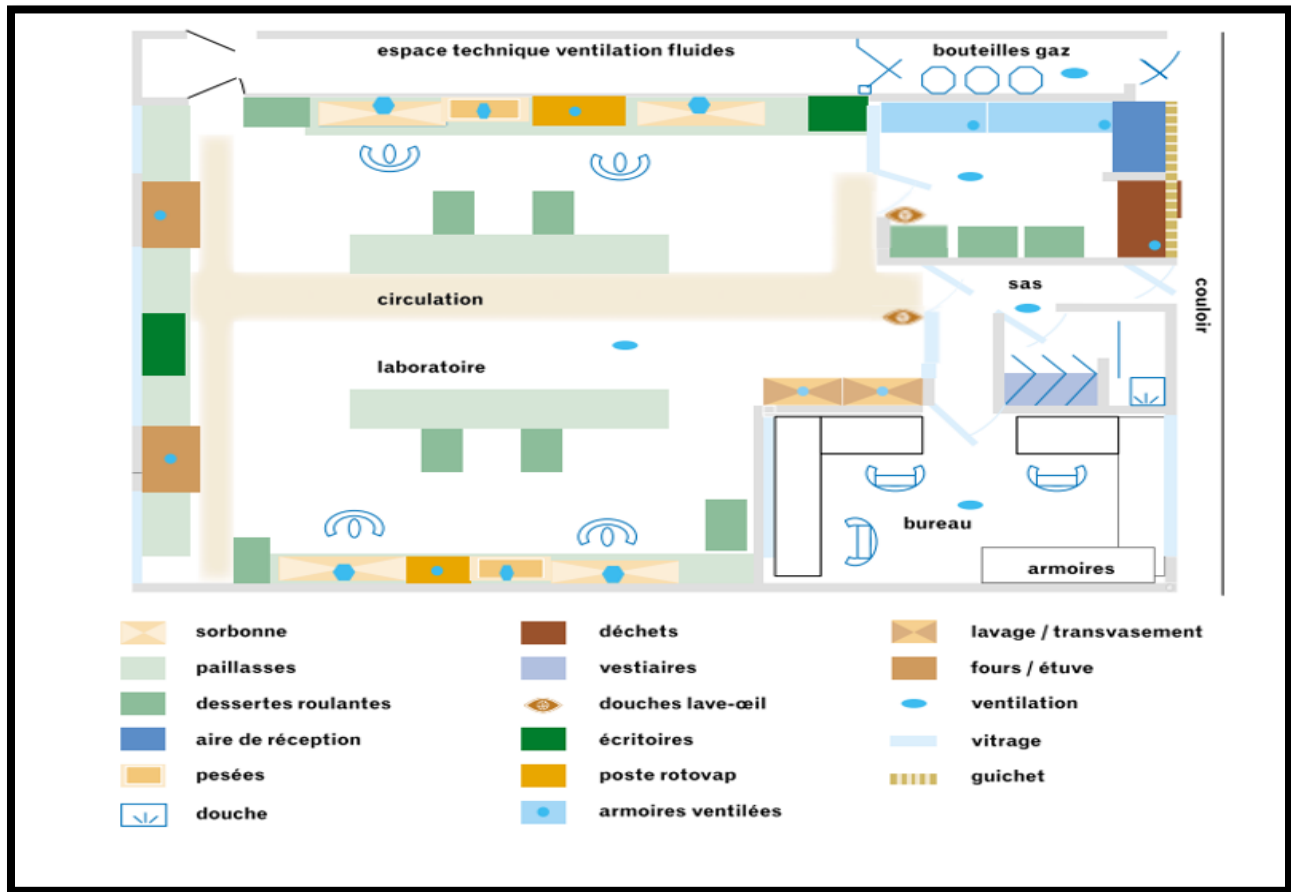


Figure 17: la distribution dans les laboratoires de recherche.
 Source : biotechnologie et durabilité, la lutte contre les maladies infectieuses.pdf

Laboratoire de parasitologie	Exigences particulières	-Une ventilation grâce à un système de ventilation actif -Les portes avec des panneaux transparents (résistance au feu) avec un système de fermeture automatique -La porte d'accès au laboratoire s'ouvre obligatoirement vers l'extérieur. -le système de sécurité doit couvrir les risques d'incendie, les accidents d'origine électrique .		
	Équipement	Large table de 150 ou 180 cm Lavabo près de la porte		
	Confort	Température : 18-19°C	Humidité 30-70%	les débits d'air neuf 45 m ³ /h/personne

5.4.2.8 Salle de repos .⁴

fonction	Dans de grandes installations, prévoir de petites salles de pause dédiés aux chercheurs			
Équipement	Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique Équipement Table cernée des chaises. Pour ce qui est du mobilier, optez pour des assises confortables : des poufs, des canapés, des aménagements permettant de se reposer en position allongée			
Confort d'ambiance	Eclairage : 200-300 lux	Température: 22à25 °C	Humidité : 40-60	Débit d'air : 15m ³ /h/ personne



Figure 18: salle de repos.
Source : <https://alizeservicedechets.fr/>

⁴ Source : <https://alizeservicedechets.fr/>

5.4.2.9 Entité de formation :

Salle de conférence	fonction	Cet espace accueille les conférences sur différents Domaines de communication, pour recevoir des réunions, Conférence, et des projections.		
	Exigences particulière	La bonne visibilité La pente est nécessaire pour la visibilité isolation acoustique de l'auditorium. L'angle de vision devra être (dans les conditionnes optimale) de : 110° depuis le 1er rang, 60° depuis la rangée médiane 30° depuis le dernier rang. -Chaque personne occupe une surface de 0.5m ² . -La surface de la scène est presque le 1/6 de la surface des gradins		
	Équipement	Equipée en sonorisation micros HF et fixes, chaises vidéoprojecteur, écran, tables présidents, Dans la salle de conférence principale les tribunes télescopiques		
	Confort	Eclairage : 100 lux	Niveau acoustique : 59 dB	température : 22à25 °C

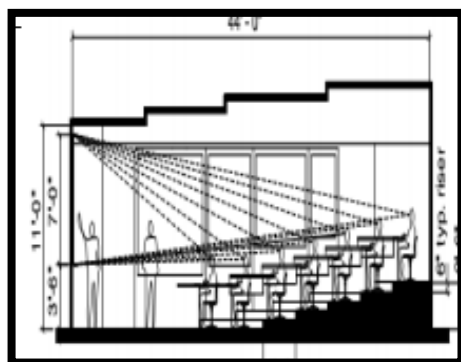


Figure 19: coupe schématique de la salle de conférence.
Source : <https://alizeservicedechets.fr/>



Figure 20: la salle de conférence.
Source : <https://alizeservicedechets.fr/>

Espace d'exposition	fonction	Une salle d'exposition est un lieu où sont souvent exposés des œuvres, des résultats de recherche. C'est un espace assez vaste pouvant accueillir à un instant donné un grand nombre de personnes (50 au minimum) venant admirer les œuvres.		
	localisation	Espace ouvert au niveau du hall ou près du hall d'accueil		
	Équipement	- Isolation phonique des locaux. -La bonne visibilité -La lumière du Nord est avantageuse pour la perception et la conservation. - La lumière émanant de la source artificielle doit être choisie et calculée avec précision en répondant à la recommandation		
	Confort d'ambiance	Eclairage : 400à700 lux	Niveau acoustique : 50 dB	température: 21à26 °C



Figure 22: l'exposition des échantillons.

Espace de documentation	salle d'informatique	<ul style="list-style-type: none"> • espace fermé/•éclairage artificiel •orientation vers le nord/•protégé de rayon soleil •Ouverture perpendiculaire à l'ordinateur. 			
	Salle de lecture	<ul style="list-style-type: none"> • nécessite le calme /•des revêtements isolant • protection des rayons solaires/• éclairage indirect • utilisation les couleurs vivant./•doit bénéficier de calme • C'est un espace calme qui nécessite d'être isolé par rapport aux espaces bruyants 			
	Confort	Eclairage : 300-500 lux	Niveau acoustique :40 dB	température : 20à25 °C	Humidité: 40-60%



Figure 21: la salle de documentation.
Source : co.pinterest.com

Entité de restauration	fonction	Elle est constituée de plusieurs espaces y compris principalement une Cafétéria, restaurant. Avec d'autres services supplémentaires (espace de stockage, local technique et cuisine).			
	localisation	Situés aux endroits adéquats, pour que les travailleur ne gênent pas les courants de circulation principaux. (les cuisines doivent être en relation direct avec une façade extérieure pour l'évacuation des odeurs) elle est correctement ventilée (30 m ³ /h/personne)			
	Équipement	chaises, tables, robinet d'eau potable			
	Confort d'ambiance	Eclairage : 200 lux	Niveau acoustique :40 dB	température: 22à25 °C	Humidité: 40-60%



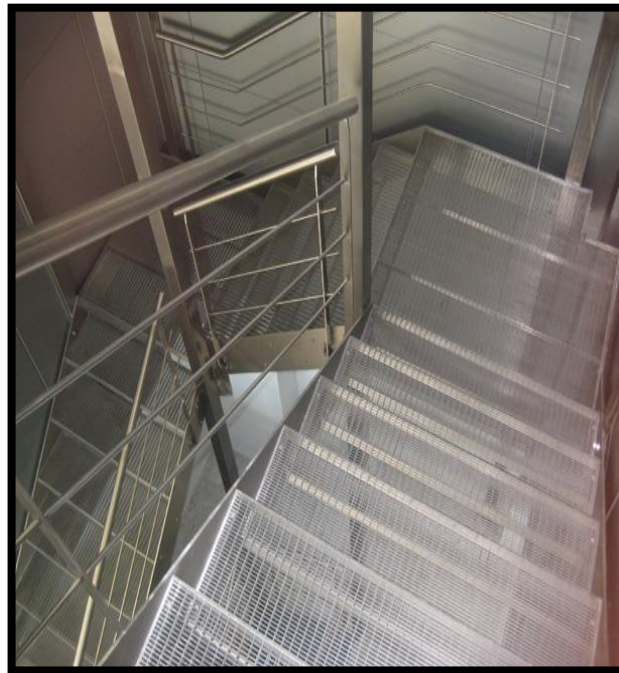
Figure 23: l'espace de consommation.
Source : www.journaldunet.com

5.4.2.10 Annexe :

Entité technique	Fonction	Ils doivent avoir une sortie vers l'extérieur et être éloigné du public.		
	Confort	Eclairage : 100 lux	température :17 °C	

5.4.2.11 Les escaliers :

- Doivent être situés dans des zones très visibles le long des couloirs principaux
- Des laboratoires ont besoin d'au moins un ascenseur situé à proximité de l'entrée principale et de la réception et d'un ascenseur à marchandises adjacent à d'autres ascenseurs ou près du quai de chargement, contrôlé par une carte de sécurité, généralement situé à l'écart du passage piétonnier principal
- Avoir un escalier près de l'ascenseur, les larges escaliers facilitent l'accès, le sol est détaillé et bien fini pour rehausser le hall d'entrée.
- Les escaliers de secours doivent être situés à une distance inférieure à 91.44 m
- Niveau d'éclairage : 500 lux
- La température : 22 -25 °C.



*Figure 24: les escaliers dans les laboratoires de recherche.
Source : /www.transparency.org/*



Figure 25: les ascenseurs dans les laboratoires de recherche.

Source : /www.transparency.org/

6. Les surfaces :

Espace	Nombre	Surface unitaire	Surface totale	Surface totale D'entité
Accueil				
Hall + attente	259	01	259	248
Administration				
Hall et espace d'attente	9	01	9	480,6
Bureau du directeur	33	01	33	
Bureau de secrétariat	21	01	21	
Bureau de comptabilité	42	01	42	
Bureaux des personelles	24	03	72	
Salle de réunion	56	01	56	
Bureau de moyens généraux	31	01	31	
Bureau d'ingénieur de laboratoire	26	01	26	
Bureau d'hygiène et sécurité	28	01	28	
Salle d'archive	60	01	60	
Sanitaire H/F	15	02	30	
Dépôts	27	01	27	
Circulation 10%	25,6			

CHAPITRE III : ETUDE PROGRAMMATIQUE

Espace	Surface unitaire	Nombre	Surface totale	Surface d'entité
Département bactériologie				
Laboratoire de bactériologie médicale et surveillance de la résistance aux antibiotiques	108	01	108	388
Laboratoire de tuberculose et de mycobactéries	105	01	105	
Laboratoire des entérobactérie et d'autre bactéries apparentées	105	01	105	
dépôts	28	01	28	
Sanitaire H/F	15	02	30	
Entreposage de déchets	12	01	12	
Circulation 20%	73,2			
Département de virologie				
Laboratoire de VIH et rétrovirus	80	01	80	454
Laboratoire des virus respiratoires	105	01	105	
Laboratoire des virus hépatites	105	01	105	
Laboratoire des virus Rougeole, oreillons	100	01	100	
sanitaire H/F	41	01	41	
dépôts	28	01	28	
Entreposage de déchets	12	01	12	555,2
Circulation 20%	89,2			
Département d'immunologie				
Laboratoire d'immunochimie et Neuro-immunologie	110	01	110	469,3
Laboratoire d'immunogénétique et transplantation	110	01	110	
Laboratoire d'immunologie cellulaire	103	103	103	
Vestiaire H/F	21	01	21	
Douche H/F	26	01	26	
Sanitaire H/F	26	01	26	
Circulation 20%	73,2			

CHAPITRE III : ETUDE PROGRAMMATIQUE

Espace	Surface unitaire	Nombre	Surface totale	Surface d'entité
Département parasitologie				
Laboratoire de mycologie médicale	80	01	80	439,2
Laboratoire de biologie parasitaire	80	01	80	
Laboratoire d'éco-épidémiologie parasitaire génétique des populations	80	01	80	
Laboratoire de thérapeutique antiparasitaire	80	01	80	
Vestiaire H/F	15	04	60	
Douche H/F	12	02	24	
Sanitaire H/F	15	02	30	
Entreposage de déchets	12	01	12	
Circulation 20%	89,2			
Espace commun				
Bureaux des chercheurs	20	10	200	468,4
Salle de réunion des chercheurs	39	01	39	
Espace de repos	42	01	42	
Espace de documentation	46	01	46	
Kitchenette	20	01	20	
laverie	26	01	26	
Sanitaires	18	02	36	
Locaux de stockage	20	02	20	
Circulation 10%	39,4			
Département de production				
Laboratoire pharmaceutique	100	01	100	416,05
Laboratoire des vaccins bactériens	68	01	68	
Laboratoire des animaux et de production	83	01	83	
Entreposage de déchets	12	01	12	
Circulation 20%	50,4			
dépôts	38	01	38	34,65
Sanitaire H/F	15	02	30	
Circulation 15%	34,65			

CHAPITRE III : ETUDE PROGRAMMATIQUE

Espace	Surface unitaire	Nombre	Surface totale	Surface d'entité
Entité de médecine préventive				
Espace de prélèvement	33,5	01	33,5	247,05
Espace de stérilisation	15	01	15	
Bureau des médecins	20	01	20	
Salle de tri des échantillons	30	02	30	
Imagerie	45	01	45	
Salle d'attente	19	02	38	
Salle consultation	22	01	22	
bureau	13,5	01	13,5	
sanitaire	17,5	02	35	
vestiaire	15	02	15	

Espace	Surface unitaire	Nombre	Surface totale	Surface d'entité
Entité de formation				
Salles de classes	60	02	120	416,3
Salle d'internet	52	01	52	
Laboratoire	80	02	160	
Sanitaire h/F	15	02	30	
Circulation 15%	54,3			
Entité de restauration				
Salle de restauration	208	01	208	718,3
Cafétéria	178	01	178	
Espace de préparation	65	02	130	
dépôts	47	01	47	
Vestiaire H/F	29	01	29	
Sanitaire H/F	15	02	30	
Local poubelle	12	01	12	
Circulation 15%	84,3			

CHAPITRE III : ETUDE PROGRAMATIQUE

Surface unitaire	Surface unitaire	Nombre	Surface totale	
Annexe				
Salle de conférence	200	01	200	411
Hall d'exposition	80	01	80	
Salle de prière H/F	25	02	50	
Sanitaire H/F	15	02	30	
Circulation 10	51			
Entité technique				
groupe électrogène	27	01	27	320
Local des livraison des énergies électrique	42	01	42	
Local des gaz médicaux	48	01	48	
groupe compresseur/ supprimeur	43	01	43	
Bâche à eau	35	01	35	
Dépôts matériel	88	01	88	
Local chaufferie	37	01	37	

Surface totale : 4872,22 m²



CHAPITRE CONCEPTUELLE

1. Introduction :

« ...L'architecture a toujours été l'une des formes les plus complexes de l'homme en tant qu'une expression artistique. Elle s'approche de la musique, poésie et de la peinture ». **Frank Lloyd Wright**

Le projet architectural prend en considération des connaissances acquises à travers les phases précédentes (thématique, analytique..., ect). Tous ces éléments doivent assurer une bonne intégration du projet par rapport à son environnement urbain d'un côté, et la relation entre ; la forme, la fonction, l'espace et la structure dans l'autre côté.

Dans ce chapitre on va projeter notre projet tout en basant sur les synthèses des chapitres précédents. Nous commençons par la définition des principes et concepts ensuite les idées d'inspiration et leur matérialisation.

2. Concepts utilisés :

2.1 Concepts liés au site :

- **Perméabilité** : le projet architectural doit être facilement accessible, facile à contrôler de tous les accès, c'est la notion de la sécurité.
- **Notion de repère** : le projet architectural doit être un élément de repère afin que les gens puissent se repérer.
- **Les parcours** : Ils influent sur l'individu et dévoilent les caractéristiques spatiales et formelles du milieu dans lequel nous évoluons dans un parcours, les images peuvent se distinguer d'après la qualité de leur structure, la façon dont les parties sont disposées et liées, donc l'espace inconnu exige des éléments de repère et d'ancrage permettant une orientation aisée.

2.2 Les concepts liés à l'architecture :

- **Centralité** : On peut définir l'aspect de la centralité comme un élément articulateur et organisateur, qui assure les différentes liaisons fonctionnelles et spatiales, où l'espace centrale a pour but :
 - Liberté du mouvement entre les entités.
 - Identification des entités.

- Lecture rapide des entités et une grande partie des espaces.
- **La transparence** : La lumière et l'ombre sont les haut-parleurs de cette architecture de vérité, de calme et de force. La transparence a pour objectifs :
 - Créer une relation entre l'intérieur et l'extérieur pour pouvoir se sentir à l'intérieur du projet avant d'avoir franchi ses portes surtout au niveau de socle.
 - Favoriser le contact de l'homme avec son environnement. La transparence donnera aux utilisateurs de l'espace cette sensation de liberté et de communion, avec la nature qu'on reproduira par une végétation importante et des plans d'eau, afin d'apporter l'idée d'inspiration.
- **Singularité** : La présence d'une forme, d'un élément unique qui ne se répéterait pas, son objectif est de marquer un moment fort de par sa signification ; son aspect formel, structurel et la singularité des fonctions.
- **Lisibilité** : La qualité visuelle, la clarté apparente se conjuguent pour créer une structure globale du projet qui lui permet d'être lisible à l'intérieur et se laisse découvrir à l'aide d'une fluidité et lisibilité de circulation, lisibilité de composition volumétrique.
- **Continuité** : Elle exprime une corrélation et une complémentarité entre l'intérieur et l'extérieur en termes de forme et d'espace, on distingue :
 - Une continuité visuelle traduite par la transparence.
 - Une continuité spatiale traduite par l'ouverture des espaces et le prolongement entre autres et la création d'espaces intermédiaires.Une continuité fonctionnelle traduite par l'intégration d'activités extérieures au niveau de l'équipement.
- **Dynamisme** : Notre projet doit avoir une forme dynamique et futuriste. Cette forme doit exprimer l'évolution permanent du monde qu'il nous entoure et du développement scientifique qui est en accroissance accru.

2.3 **Les concepts liés à la durabilité** :

- **L'implantation** : L'emplacement du projet au centre du site permet de profiter de l'environnement proche ou éloigné, pour améliorer le micro climat d'un site et protéger l'espace bâti.

- **L'orientation** : Une bonne orientation du projet permet de réduire les consommations des énergies. L'orientation dominantes (Nord-Sud), pour un bon Ensoleillement pendant l'hiver et éviter des protections difficiles, surtout pour les fonctions mères.
- **Protection des parcours extérieurs** : Cette protection est assurée par des éléments complémentaires (les galeries, les portes à faux ou par des plantations à feuilles persistantes).
- **Traitement de façades** : Outre leurs qualités esthétiques, les matériaux nobles tels que la céramique, la terre cuite ou la pierre naturelle, garantissent aussi une protection thermique et assure la durabilité et la résistance de l'ouvrage.
- **La végétation** : La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l'ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été (filtrer le vent de sable).
Une chaine de plantations à feuilles persistants proposées au côté nord-ouest pour briser les vents froids.
- **Le choix des matériaux** : utilisation de matériaux locaux durables (revêtements de sols, murs et façades).

2.4 Les concepts liés au programme :

Hiérarchie : Le projet présente un programme riche et diversifié qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les entités mères et secondaires, des fonctions calmes et bruyantes.

Flexibilité : Elle garantit à l'équipement une adaptation aux changements opérés sur l'espace et aux nouvelles exigences, le maitrise cette flexibilité permet d'isoler les entités ou les espaces dans le cas de risque.

Fonctionnalité : Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes espaces seront disposés en fonction de leur relation et leurs caractéristiques pour obtenir une continuité et une complémentarité.

3. La genèse du projet :

3.1 L'idée d'inspiration :

3.1.1 Une idée métaphorique :

Inspiré de la cellule humaine

- ✓ La cellule : est l'unité biologique structurelle et fonctionnelle fondamentale de tous les êtres vivants connus.
- ✓ Les cellules sont des usines dans lequel on trouve des compartiments que l'on appelle les organites. Les organites les plus importants sont :
 - Les mitochondries qui permettent à la cellule d'avoir de l'énergie pour vivre.
 - Le noyau qui contient toutes les informations que possède la cellule.¹

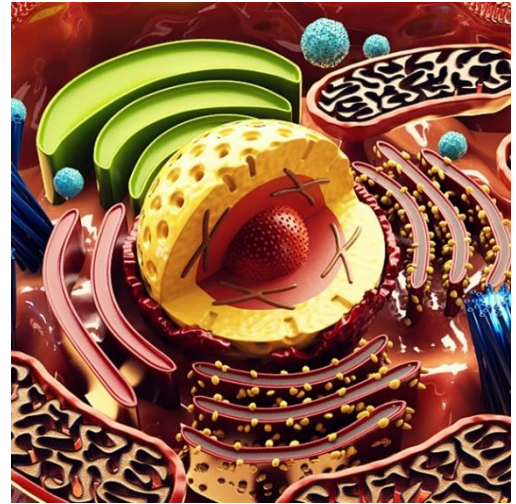


Figure 1: coupe sur la cellule humaine.
Source : www.max-science.fr

3.1.2 Les fonctions de la cellule :

- ✓ Cette unité remplit **toutes les fonctions de l'organisme** : le métabolisme, le mouvement, la croissance, la reproduction, la transmission des gènes, la création et le bon fonctionnement notre système digestif.
- ✓ Les fonctions de cellule sont des fonctions principales qui doivent assurer dans le projet

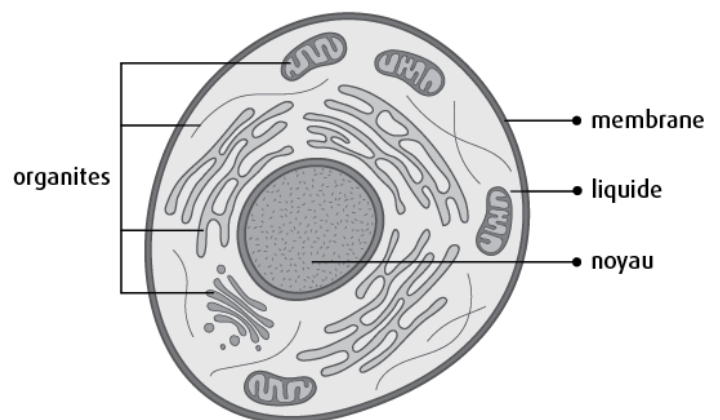


Figure 2: les composantes de la cellule.
Source : www.pensersante.fr

¹ Source : www.msmanuals.com

3.2 La formulation de l'idée :

Nous retraçons ici tous les parcours conceptuels et de formalisation architecturale pour l'aboutissement du projet et enfin son langage architectural.

3.2.1 L'état des lieux :

Le site d'intervention est situé au périphérie sud-ouest de la ville de Laghouat à la périphérie de la ville.

- ✓ Selon les exemples analysés et le programme de notre projet, on a limité le terrain à une surface de 11000 m²
- ✓ L'assiette est exposée aux vents dominants du côté Nord-Ouest, chauds Sud-Est et les Vents de sirocco du partie Sud-Ouest.
- ✓ Une servitude est laissée entre la voie et le projet.

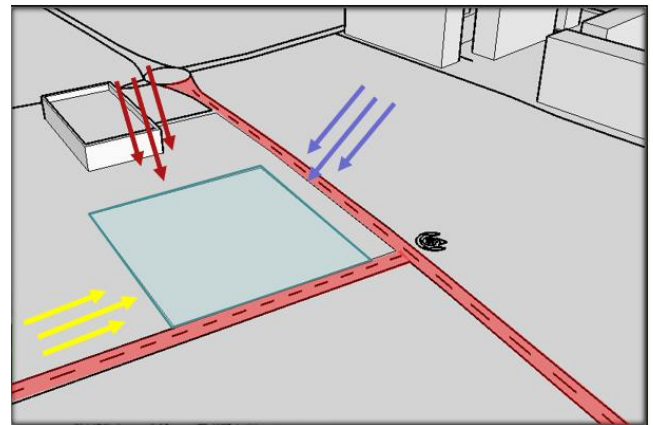
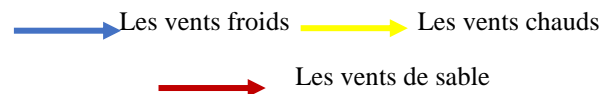


Figure 3: l'état de lieu de terrain
source : établi par l'étudiante.



3.2.2 Choix des accès :

- ✓ Un accès mécanique à proche de la voie principale (le point le plus visible), dans la partie du terrain Nord-Ouest, et un autre accès mécanique privé dans la voie secondaire afin d'assurer un bon fonctionnement et facilite la circulation et la séparation entre les personnels et le public.
- ✓ Le recul pour marquer l'entrée principale, la perception visuelle globale, réduire la propagation des bruits et assurer la sécurité et crée une zone tampon entre le parking et le bâtiment.

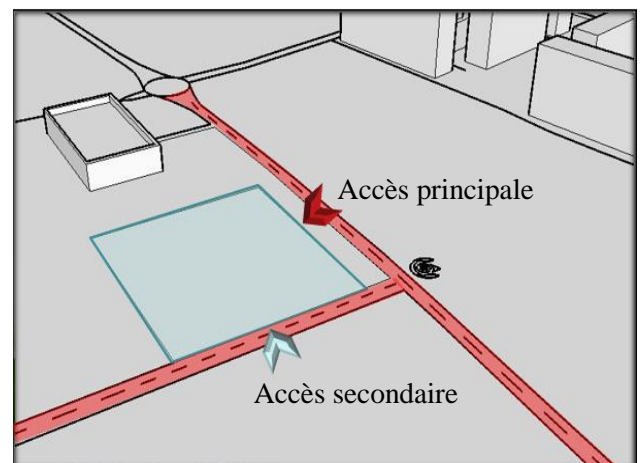


Figure 4: choix des accès
source : établi par l'étudiante.

3.2.3 Mode d'occupation du terrain :

- ✓ On a tracé l'axe principale et structurant de notre site et notre projet sera au milieu de l'axe, qui est un axe de franchissement.
- ✓ L'implantation d'une masse compacte qui englobe les entités de projet pour minimiser les déperditions thermiques.
- ✓ L'intégration d'un patio comme un espace protégé au milieu du masse pour :
L'aération de la masse, l'éclairage, alléger la masse, contre les vents et pour créer un micro climat.

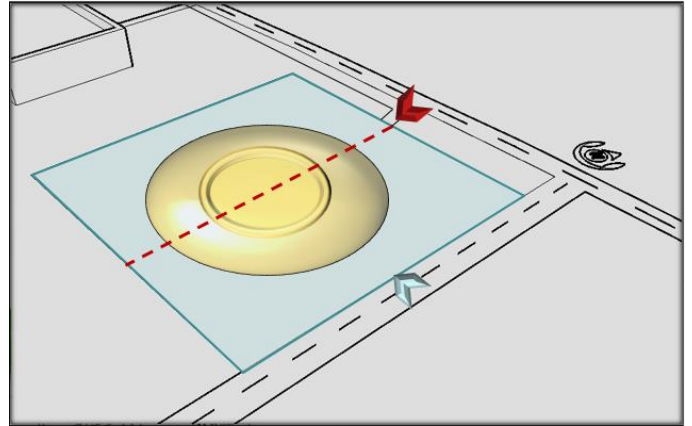


Figure 5: mode d'occupation de terrain
source : établi par l'étudiante.

3.2.4 L'affectation des entités (zoning) :

L'affectation des entités est faite selon des considérations de fonctionnement de chaque entité, hiérarchisation des espaces publics vers les privés et l'intérieurs vers l'extérieurs et les relations fonctionnelles entre les entités sont comme suivantes :

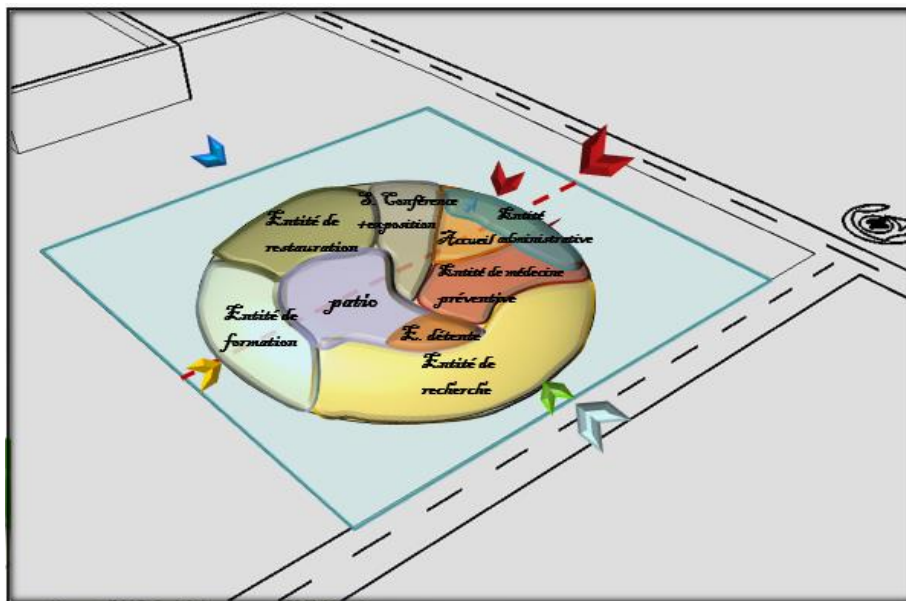


Figure 6: zoning des entités.
Source : établi par l'étudiante.

- ✓ **Entité d'accueil** : en face l'accès principale du côté Sud-est.
- ✓ **Entité de la recherche** : du côté Nord-est à la partie postérieure près de l'entité de formation avec une relation de complémentarité, contient un accès privé pour la séparation des flux.
- ✓ **Entité de médecine préventive** : du côté Nord juxtapose l'entité de recherche et celle d'accueil donnant un accès au public pour assurer la hiérarchie fonctionnelle.
- ✓ **Entité de formation** : Côté Sud qui est adjacente de celle de recherche en assurant une continuité fonctionnelle et relation forte entre les deux.
- ✓ **Entité de restauration** : Côté Sud-ouest juxtapose l'entité de formation et celle d'accueil pour pouvoir assurer les besoins des entités adjacente, ainsi que les autres entités avec une relation de continuité fonctionnelle.
- ✓ **Entité administrative** : du côté Sud-est, situé à l'étage au-dessus de l'accueil pour hiérarchiser les flux de public aux semi privé.
- ✓ **Entité commune** : Dans le cœur du projet (patio) pour crée des espaces d'échanges.

3.2.5 Les parcours :

Comme parcours on a créé :

- ✓ Parcours de franchissement : pénètre directement dans la masse (justifier par la nature de projet).
- ✓ Parcours de découverte (périphérique) : entoure le bâtiment et articule tous les espaces extérieurs.

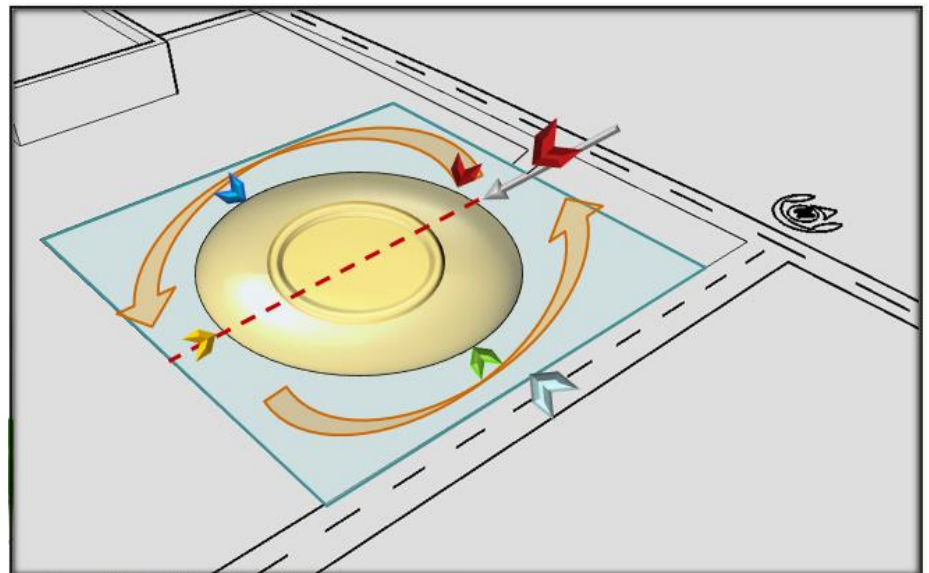


Figure 7: créations des parcours.
Source : établi par l'étudiante.

3.2.6 Evolution formelle :

- La forme du volume de base est inspirée de la forme générale de cellule, Le premier volume est implanté selon l'axe principale, sa forme circulaire comme un symbole de la fluidité, le dynamisme, la nouveauté de la recherche.
- Ainsi que, au sud nous permet de dévier les vents chauds et assurer la fluidité formelle.
- L'implantation de patio à l'intérieur de la masse qui permet l'aération de la masse, un espace protégé sert à l'éclairage indirect et l'organisation des entités de côté fonctionnel.

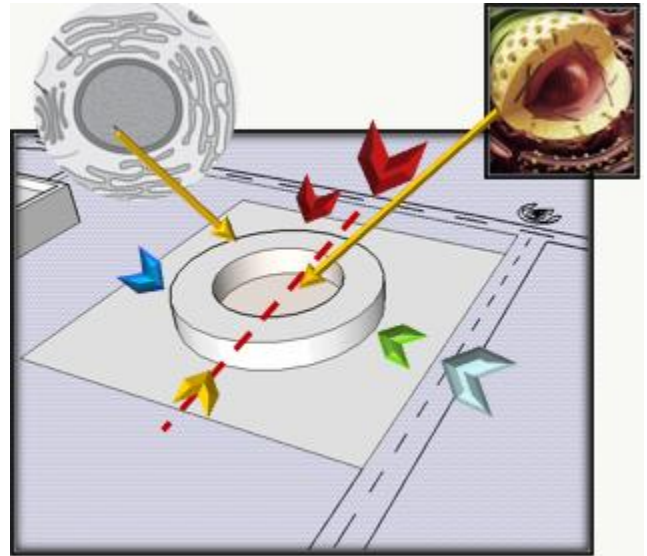


Figure 9: Développement de la forme Opération 01 (l'implantation).

Source : établi par l'étudiante.

- Après avoir le programme quantitatif de notre projet, nous avons trouvé que le projet doit se diviser en cinq blocs principaux, selon les entités les plus importantes et suivant les constituants importants de cellule pour avoir une continuité fonctionnelle entre les entités.
- Une juxtaposition des trois volumes similaires autour de la masse principale qui représente les réticulums endoplasmiques pour une

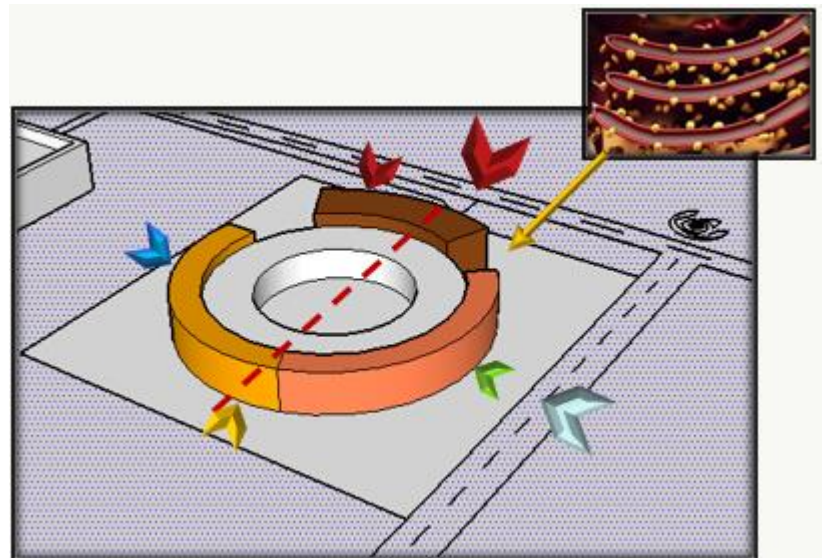


Figure 10: Développement de la forme opération02 (juxtaposition).

Source : établi par l'étudiante.

continuité fonctionnel, cela permet à chaque espace d'avoir son identité et de répondre aux exigences fonctionnelles des espaces adjacents.

- L'emboîtement d'un autre volume en rotation avec les autres derniers pour minimiser la surface globale de patio et profiter de l'éclairage et l'aération des espaces qui se trouve au niveau de volume additionné, Des ajustements au niveau formel de ce dernier volume sont faits pour homogénéiser l'ensemble.

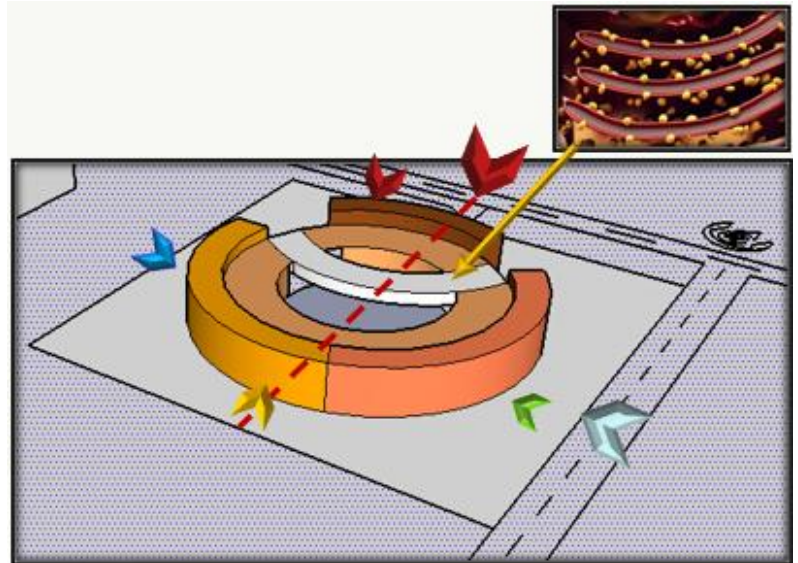


Figure 81: Développement de la forme opération 03 (emboîtement).

Source : établi par l'étudiante.

- Après avoir incarné le noyau et le réticulum endoplasmique par des formes géométriques on a complété la forme originale de la cellule par L'emboîtement de trois volumes entourant le patio pour pouvoir crier et partager les espaces qui se trouve dans la forme emboîtée.

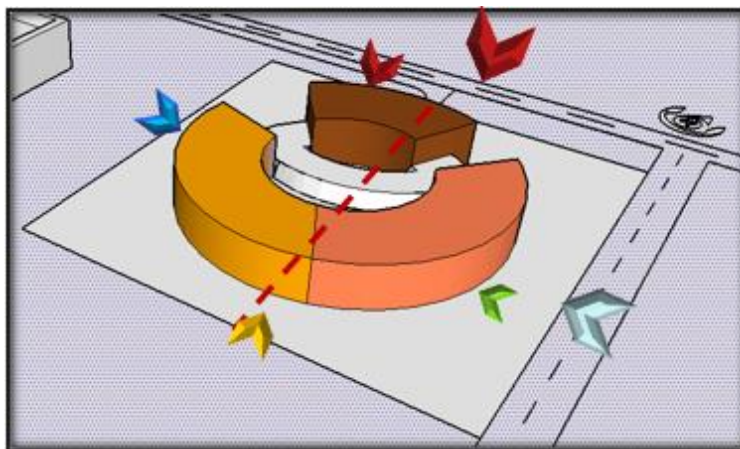


Figure 92: développement de la forme, opération04 (emboîtement).

Source : établi par l'étudiante.

- Un décalage de volume qui englobe l'entité de formation et de restauration pour mettre en valeur l'entité de recherche

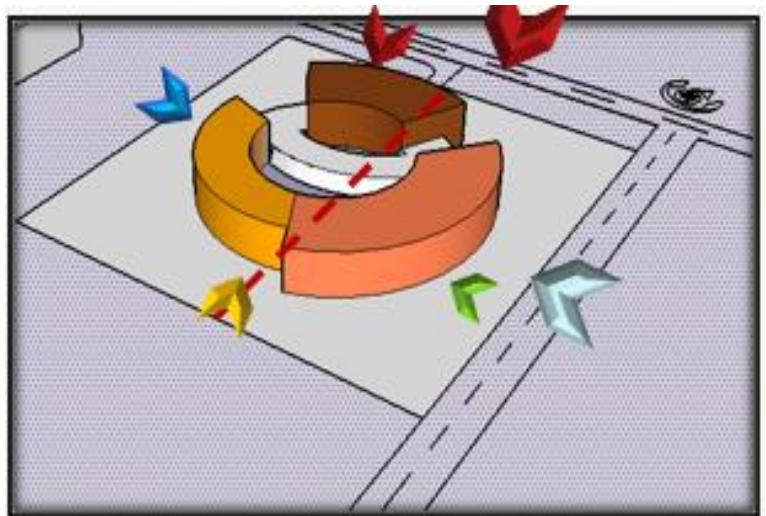


Figure 103: Développement de la forme opération 05.
Source : établi par l'étudiante.

- Rendre la forme plus rigide pour équilibrer la masse globale afin de casser la fluidité de volume.

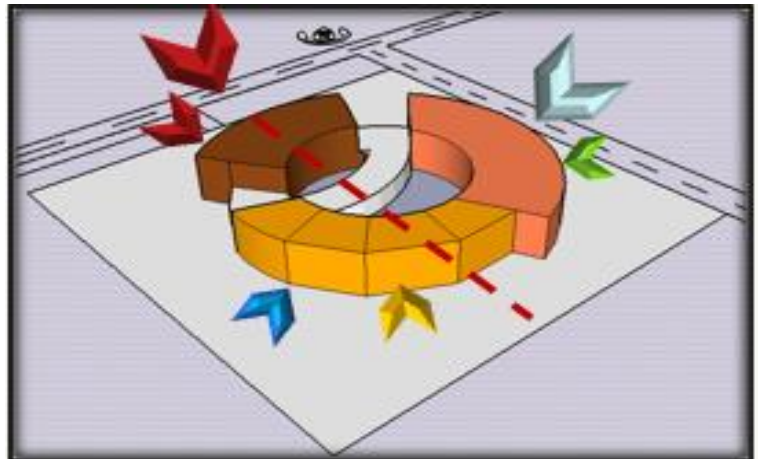


Figure 114: Développement de la forme, opération 06.
Source : établi par l'étudiante.

- Une gradation de volume pour mettre en valeur les entités les plus importantes jusqu'au l'entité de recherche. Ainsi que, elle permet une lisibilité de la lecture de façade.

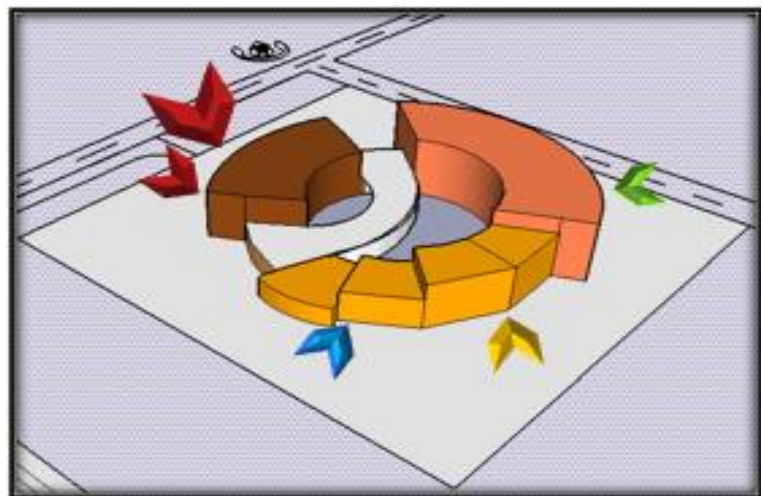


Figure 125: Développement de la forme, opération 07.
Source : établi par l'étudiante.

- On cherche une régularité et continuité des formes qu'on voit dans le champ visuel contrôler la fluidité, Une continuité de cette gradation afin d'harmoniser les formes issues, en addition d'une soustraction de volume qui représente l'entité de recherche (un décalage horizontal, pour créer un jeu de volume), afin d'unifier et créer une liaison entre les deux volumes.
- Prolonger les ailes pour maitre en valeur la séparation entre les deux patios structurants.

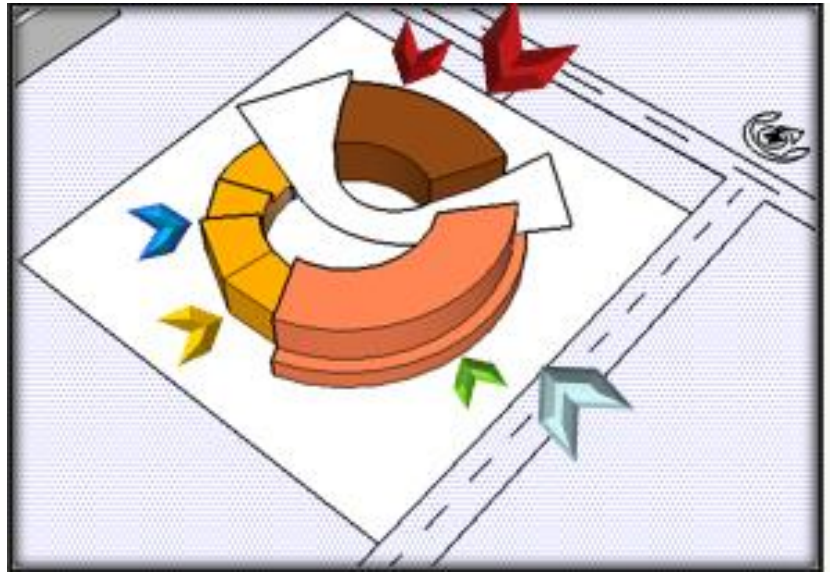


Figure 136: Développement de la forme, opération 08.
Source : établi par l'étudiante.

- Cette étape consiste à ajuster et traiter les toitures du projet, ou l'incline pour briser les vents donnant l'esprit qu'une recherche s'effectue selon des étapes pour atteindre le but souhaiter.
- Un toit mobile vient de couvrir l'atrium qui sera couvert pendant la période hivernale et durant les heures les plus chauds pendant la périodes estivale et ouvert quand les conditions climatiques sont modérées ainsi il est transparent par verre intelligent en sa grande partie pour assurer l'éclairage naturel zénithal.
- Ces entités restent exposer aux facteurs externes et aux changements climatiques, donc on a ajouté le traitement dynamique et transparent, en hiver le patio est couvert et bien éclairer et en été le patio est ouvert.

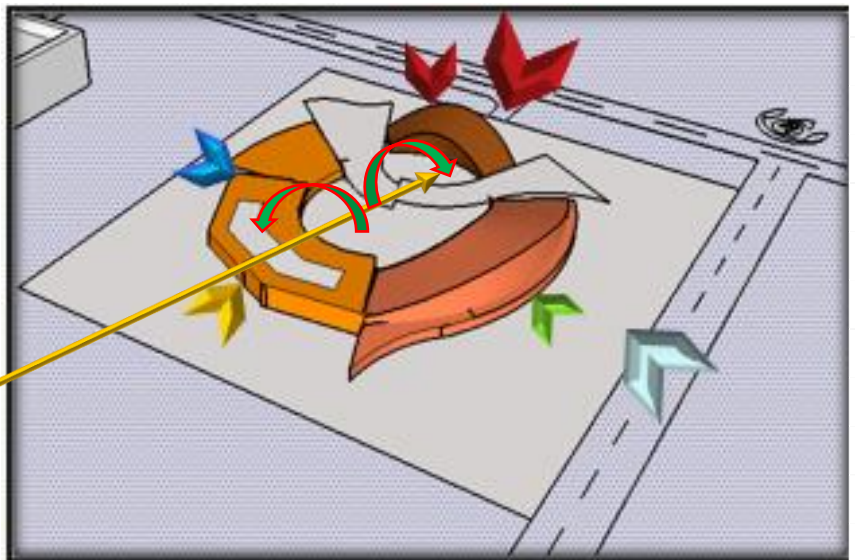


Figure 14: Développement de la forme, opération 09.
Source : établi par l'étudiante.

- Un élément en porte à faux pour marquer l'entrée.

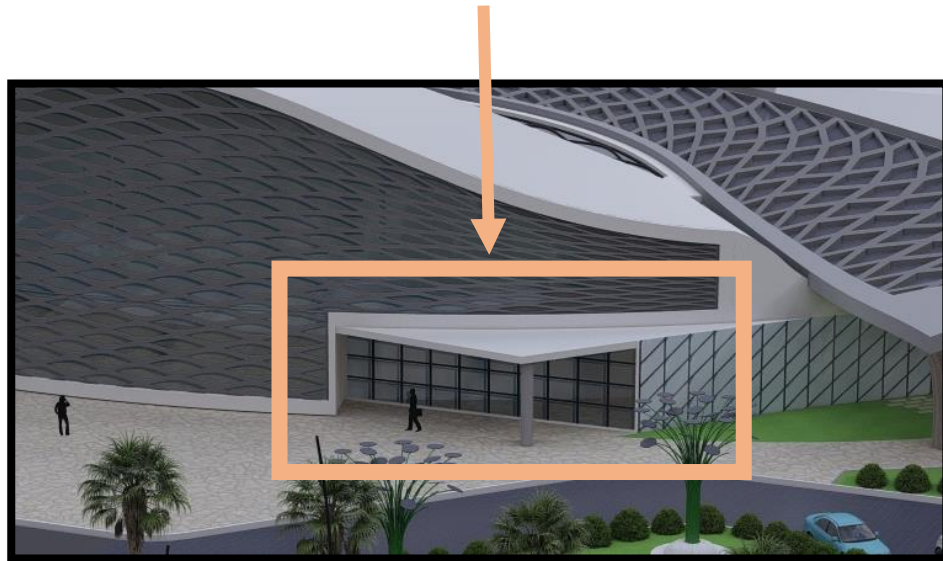


Figure 18: l'élément marquant l'entrée.
Source : établi par l'étudiante

3.2.7 Zoning de l'espace extérieur :

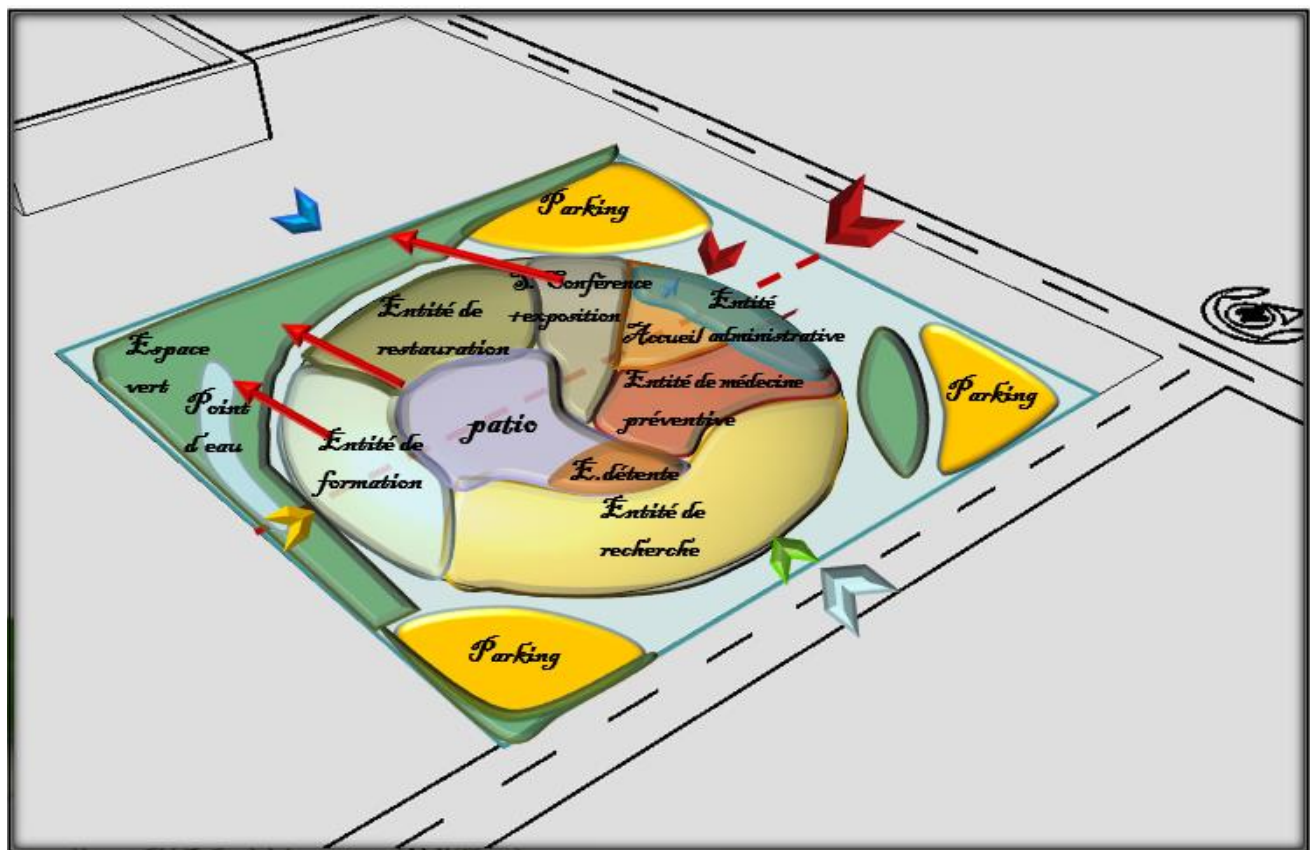


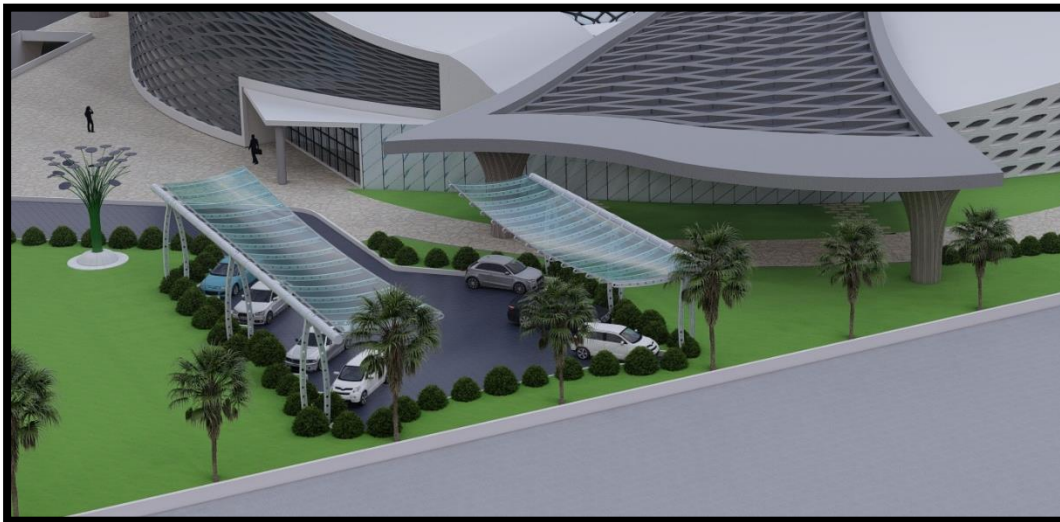
Figure 19 : zoning de l'espace extérieur
Source : établi par l'étudiante.

De point de vue environnementale :

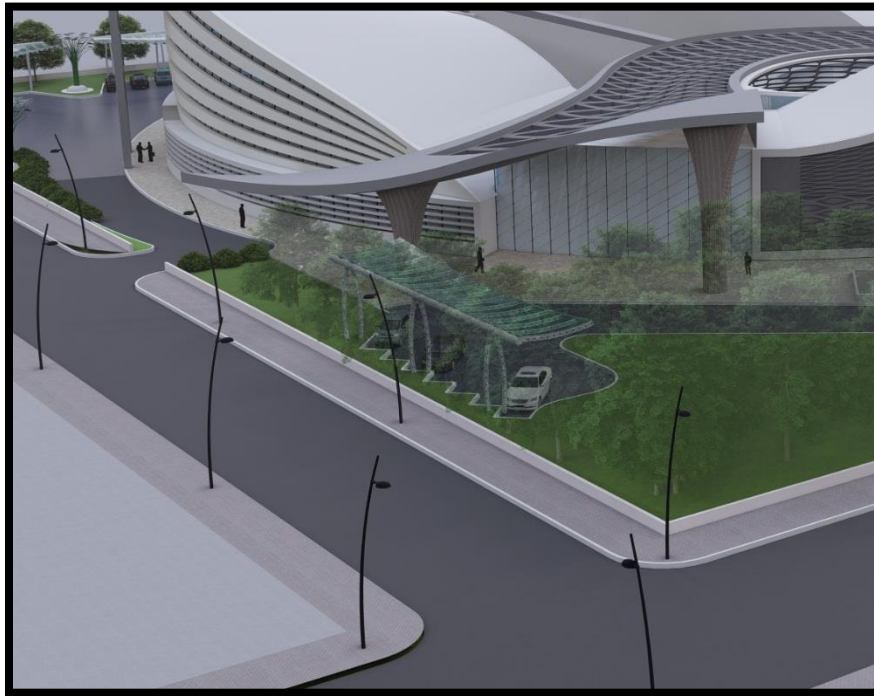
Une continuité fonctionnelle et spatiale qui relie l'espace bâti avec celle non bâti veut dire élément d'articulation.

- ✓ **Espaces verts et plans d'eaux :** des espaces verts entourent le projet de côté sud-est jusqu'au sud-ouest opter des arbres à feuilles caduques qui protègent le bâtiment contre les vents le bruit, et créent des espaces ombragés, du côté Sud, Sud-est des fontaines et des jets d'eau pour rafraichir l'air. Ainsi que l'utilisation des pergolas qui sert a ombré les passages en criant des parcours couverts.
- ✓ **Exposition extérieure :** en face l'entité d'exposition.
- ✓ **Espaces de détente :** un espace de détente des étudiant à côté de l'entité de formation et un espace de consommation extérieur à côté de l'entité de restauration, et un espace de détente privé pour les chercheurs au niveau du patio.
- ✓ **Parking :** La circulation mécanique est limitée à la périphérie du projet, en créant des aires de stationnement à proximité de chaque accès. Trois parkings selon le type d'utilisateur, deux parkings situés au niveau de l'entrée principale pour le public (par rapport au projet), et un autre parking situé au niveau de l'entrée secondaire pour les chercheurs.

Parking 1 et 2 : Stationnement pour les médecins et le personnel de l'administration.



*Figure 20: le parking des visiteurs.et personnel
Source : l'auteur*



*Figure 21: le parking de personnel
Source : l'auteur*

Parking 3 : Stationnement des chercheurs, techniciens, etc



*Figure 15: stationnement de service.
Source : l'auteur*

De point de vue fonctionnel :

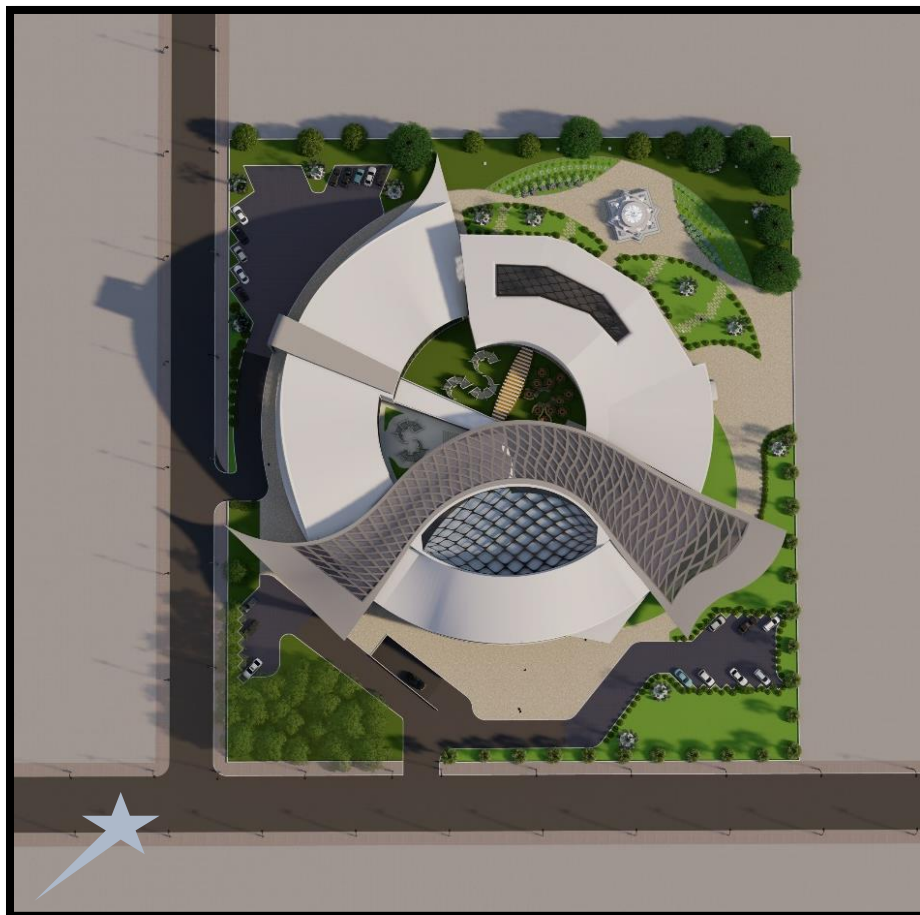
Les espaces extérieurs représentent une continuité des fonctions intérieures.

3.2.8 Plan de masse :

Le plan de masse c'est le résultat d'interaction entre le bâti et non bâti, une symbiose et aussi établie pour créer un environnement favorable intérieur et extérieur pour la mission de la recherche.

Les espaces extérieurs représentent un pourcentage important du terrain, ce qui confirme le caractère environnemental du projet en participant à créer son microclimat propice. La forme fluide du projet a généré la forme de ses espaces extérieurs, où notre volonté a été d'exprimer le concept de fluidité qui va de l'échelle urbaine à l'échelle architecturale.

Une hiérarchie des espaces permettant une orientation adéquate. L'implantation et l'orientation du bâtiment offrent impérativement une possibilité d'accès au projet à travers les diverses voies qui l'entourent ; il est desservi par 2 voies mécaniques.



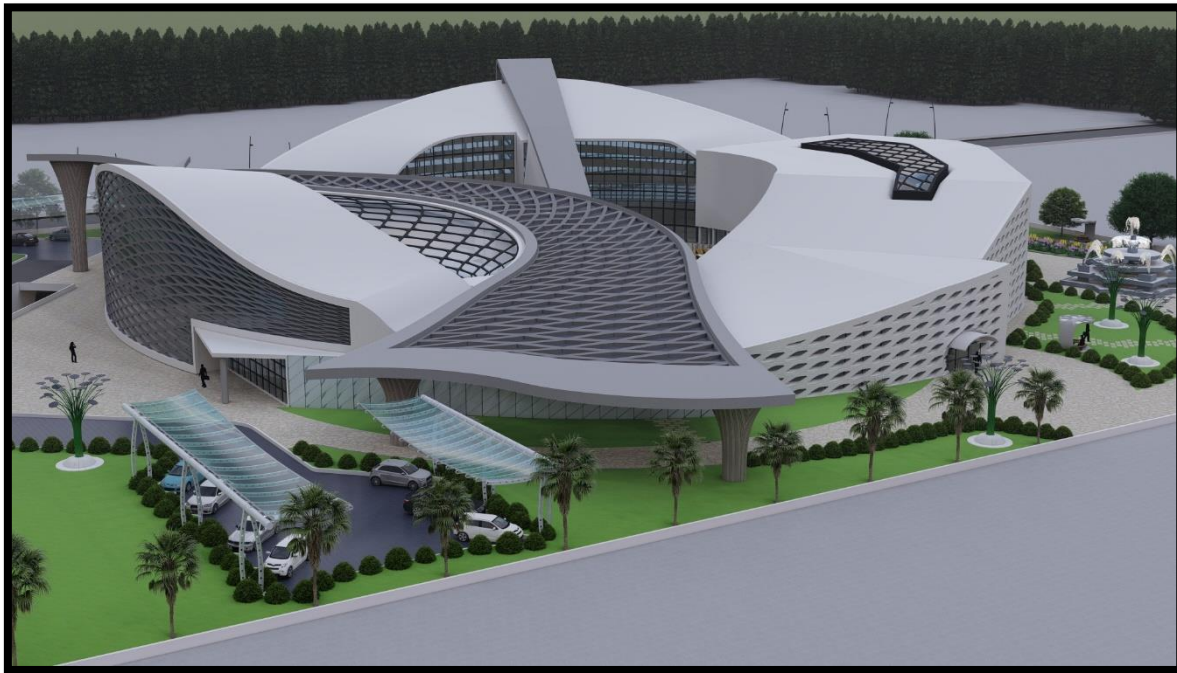
*Figure 16: plan de masse.
Source : établi par l'étudiante*



Figure 174: les plans d'eau dans l'espace extérieur.
Source : établi par l'étudiante.



Figure 185: vue sur l'espace extérieur.
Source : établi par l'étudiante.



*Figure 19: vue sur l'espace extérieur.
Source : établi par l'étudiante.*

4. Les principes d'organisation des plans :

Le projet est caractérisé par une forme simple et fluide qui assure la conciliation entre les aspects de l'architecture durable en termes de compacité du volume d'une part, et la fonctionnalité des espaces. Les différents espaces s'organisent autour de deux cours intérieures ça permet de profiter de l'éclairage naturel et appliquer les stratégies bioclimatiques (le réchauffement des espaces en hiver et laisser pénétrer l'air frais en été).

La circulation intérieure prend une forme radiale au niveau des nœuds pour séparer les flux. Elle est linéaire au niveau des entités pour maîtriser la distribution et garder la continuité fonctionnelle.

L'organisation des entités et des espaces se fait selon la hiérarchie du public vers les activités privées.

L'entité d'accueil au niveau de RDC. Surmonter par l'entité administrative.

L'entité de recherche :

Dès le RDC jusqu'au dernier selon le niveau de confinement de chaque département pour minimiser les risques de contamination on a :

Au niveau de RDC : Département de production : une relation forte avec l'entité de médecine préventive pour faciliter le transport des 0 échantillons.

Dans le coté inverse on a le département de bactériologie.

Au niveau de R+1 : Département d'immunologie et de parasitologie.

Au niveau de R+2 : Département de virologie : le plus éloigné dû au risque de transmission.

Un étage perdu au-dessous de dernière entité réservera pour l'installation de système de ventilation.

L'entité de formation :

Un seul volume au niveau de façade sud.

L'entité de médecine préventive :

RDC : Espace de consultation et de prélèvement et l'espace d'hospitalisation

L'équipement est conçu avec des différentes gabarit de RDC jusqu'au R+2 avec différentes hauteurs compose de 5 blocs compacte autour d'un patio qui assurent l'éclairage et l'aération pour les espaces intérieurs et joue un rôle d'un espace d'échange.

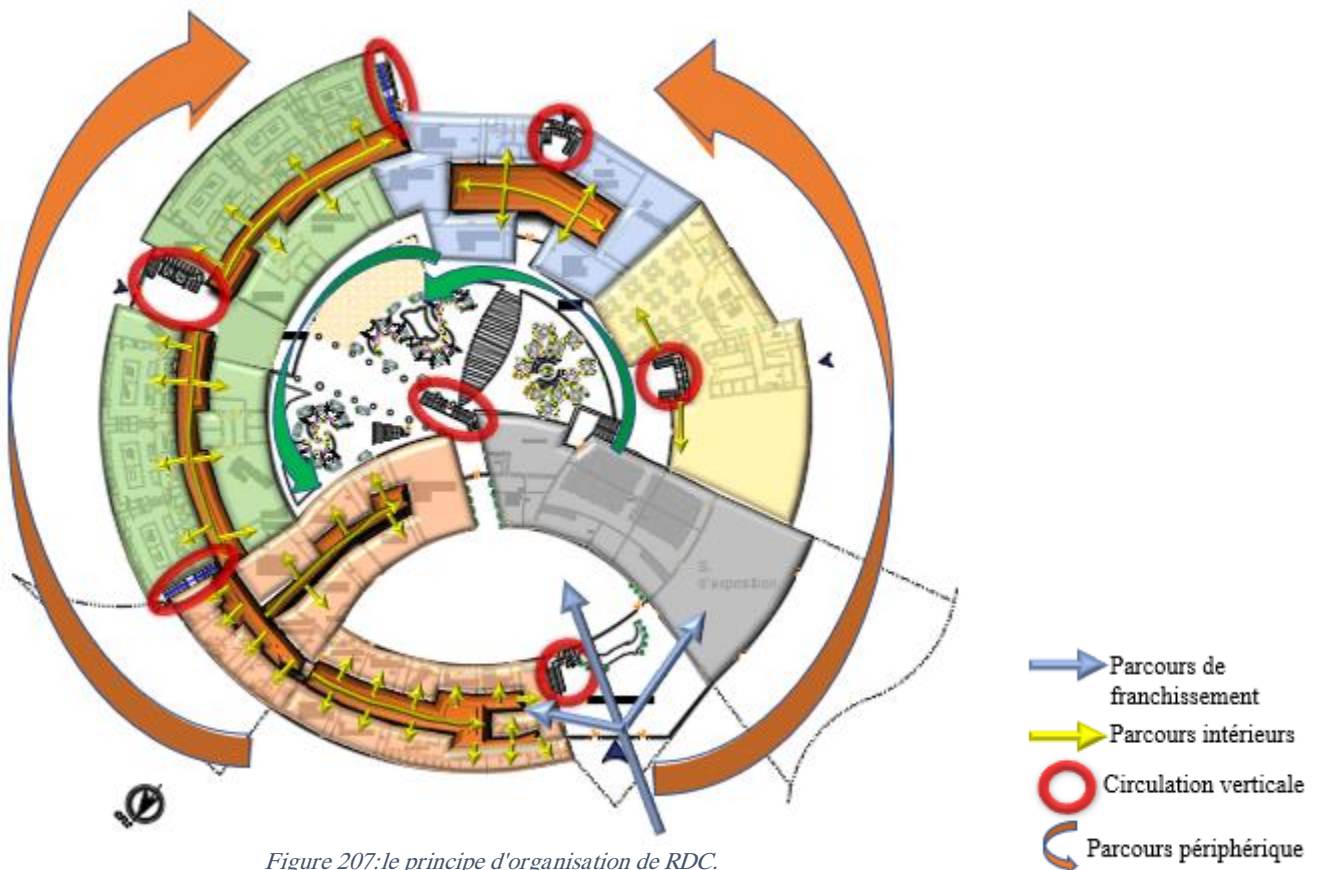


Figure 207: le principe d'organisation de RDC.
Source : établi par l'étudiante.

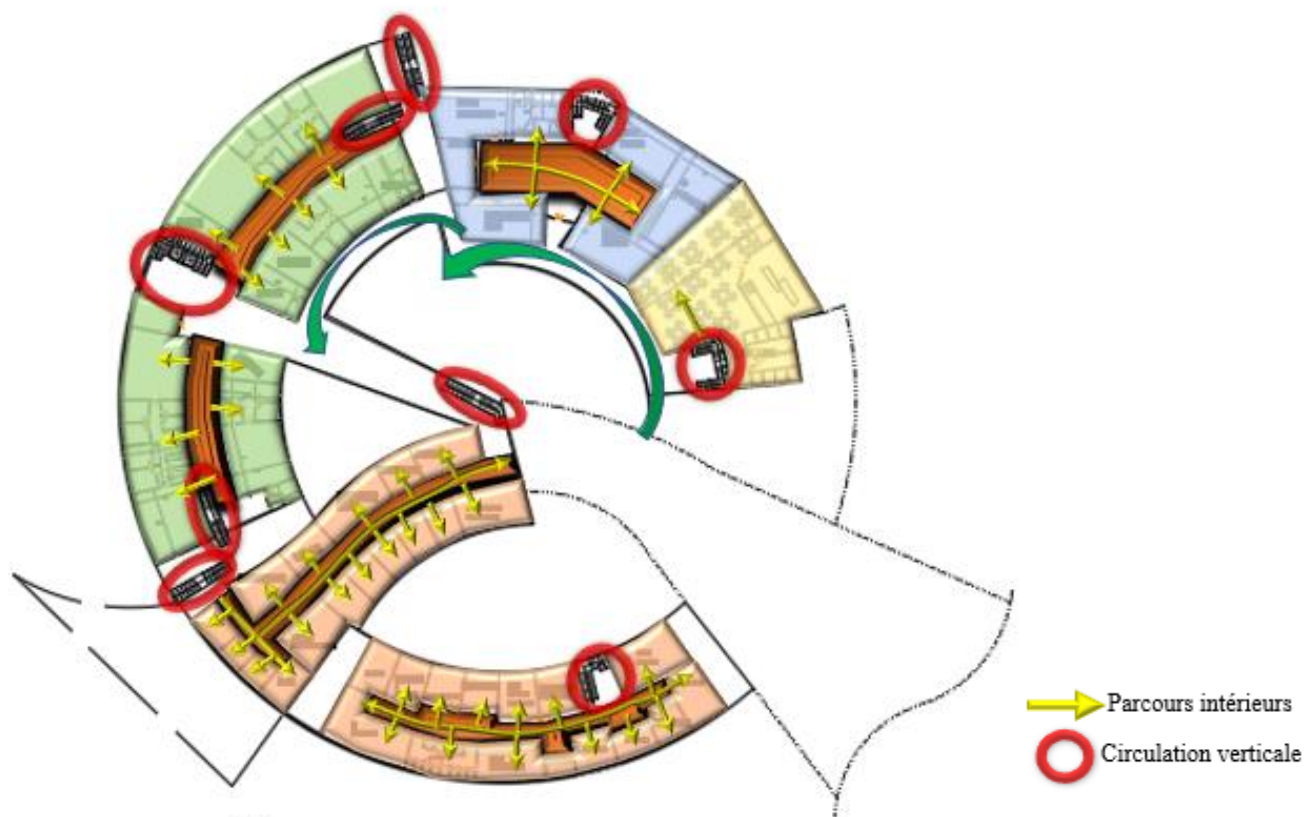


Figure 218: le principe d'organisation de 1er étage.

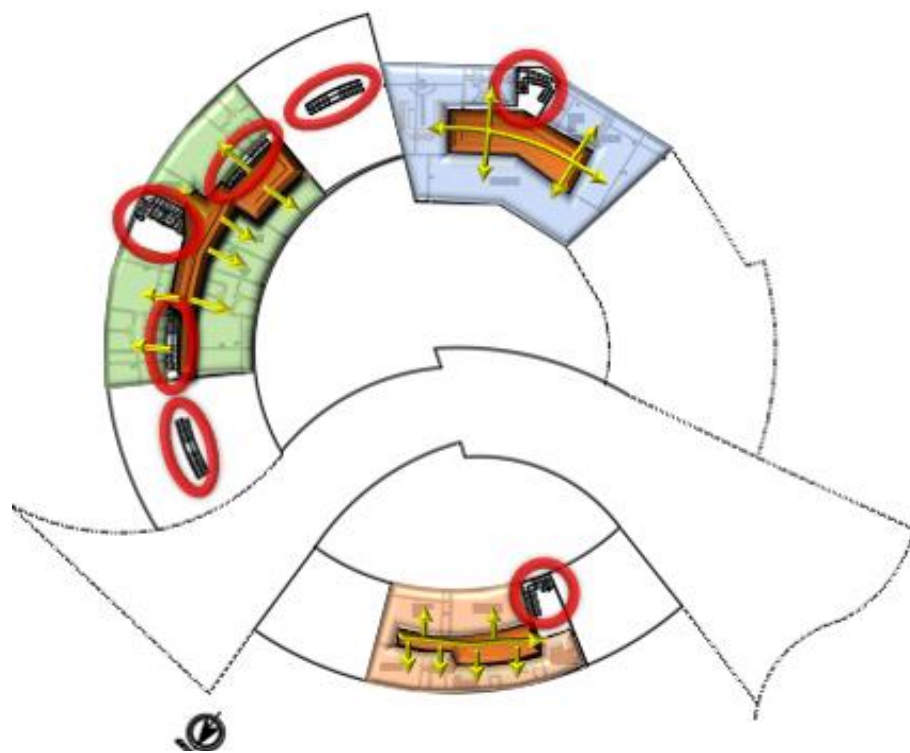


Figure 229: le principe d'organisation de 2ème étage.

5. Les laboratoires ;

5.1 Laboratoire niveau de confinement 3 :

La distribution des laboratoires se fait par un sas d'entrée et un sas de sortie conçue selon le principe d'une organisation linéaire : d'une largeur minimale de 2m et d'une distance à parcourir réduite pour réduire les risques d'accident, équipés par des portes coupe-feu.

La circulation à l'intérieur du laboratoire, on tient compte de l'effectif et de l'encombrement du matériel, la voie de circulation est placée à 1m des Sorbonne.

Les plans de travail sont classés en trois familles selon l'utilisation : des tables servant écritoire, des paillasse sèches, et humides.

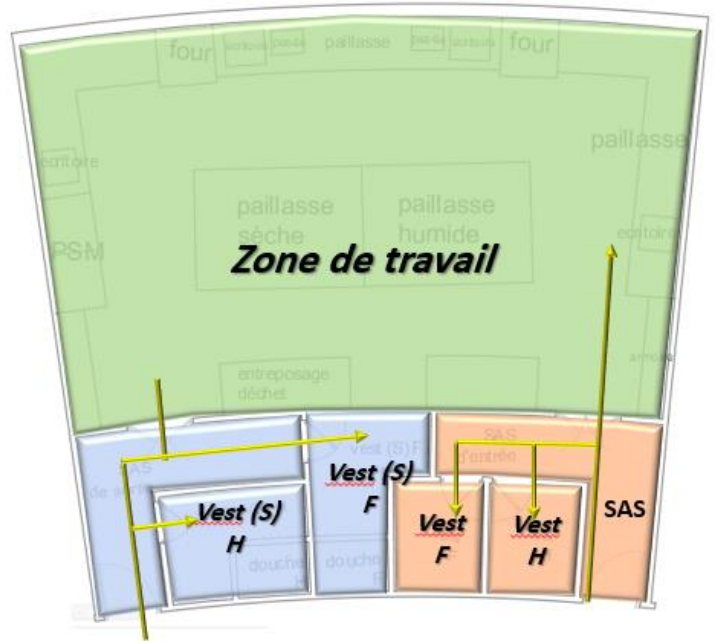


Figure 30: laboratoire variable N°1.
Source : établi par l'étudiante.

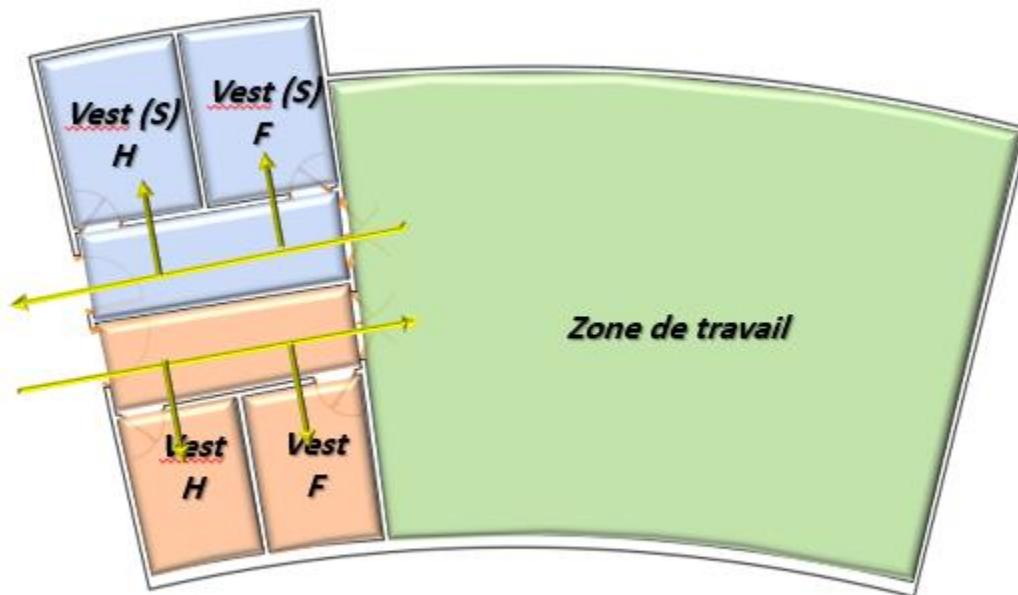


Figure 23: laboratoire variable N°3.
Source : établi par l'étudiante.

Des vestiaires sont prévues en surface suffisante de façon à pouvoir recevoir deux armoires-vestiaires, ils sont séparés (sale et propre, homme/femme) ils serviront de sas d'entrée au laboratoire, les vestiaires sales sont équipés de douches et lavabos et accessibles de l'espace de travail à la sortie (garder l'espace commun propre).

5.2 Laboratoire niveau de confinement 2 :

La distribution des laboratoires se fait par un sas d'entrée à double porte conçue selon le principe d'une organisation linéaire : d'une largeur minimale de 2m et d'une distance à parcourir réduite pour réduire les risques d'accident, équipés par des portes coupe-feu.

La circulation à l'intérieur du laboratoire, on tient compte de l'effectif et de l'encombrement du matériel, la voie de circulation est placée à 1m des Sorbonne.

Les plans de travail sont classés en trois familles selon l'utilisation : des tables écrites, des paillasses sèches, et humides.

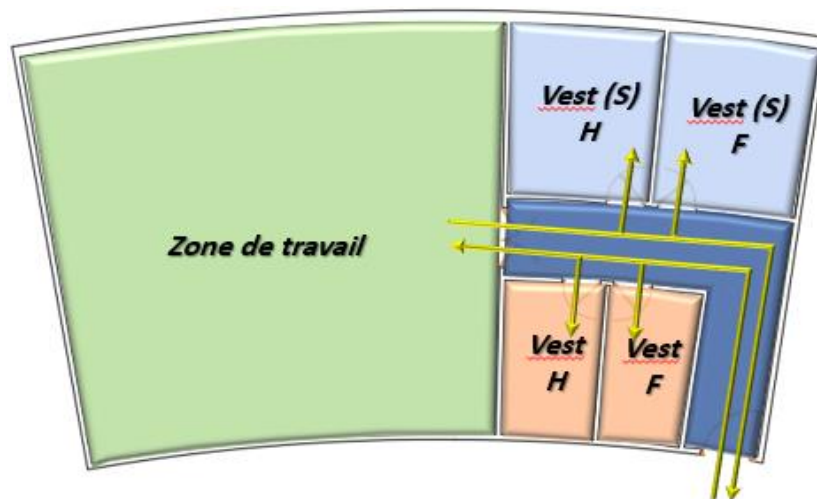


Figure 242: laboratoire variable
N°2. Source : établi par l'étudiante.

5.2.1 Les façades et les vue 3d :

Les traitements des façades dans ce projet sont la continuité de la volumétrie dans les façades et selon les besoins des espaces et l'orientation afin de déterminer chaque façade a besoin de quoi avec la diversité des styles architecturaux pour refléter la nature du projet.



*Figure 25: vue nord/est.
source : établi par l'étudiante.*

Cette façade caractérise par une harmonie entre de vide par rapport au plein. Le traitement de cette façade est fait par des bandes différentes, une de ces bandes est vidée avec l'utilisation de vitrage type électrochrome et l'autre est opaque avec l'utilisation de béton translucide qui se caractérise par la transmission saine de lumière après filtration vers les laboratoires. parce que les type de ce dernier est de niveau de confinement 3 et nécessite juste de l'éclairage et non de ventilation naturelle.



*Figure 264: vue Nord/ EST.
Source : établi par l'étudiante.*

Un élément vertical qui s'articule dans l'entité de recherche en saillie dans le but de marquer l'entrée. le volume lui-même donne une valorisation à cette entité importante. Le RDC est en saillie par rapport aux autres étages permet une continuité avec les autres blocs (entité).



*Figure 275: vue Nord /Est.
Source : établi par l'étudiante*



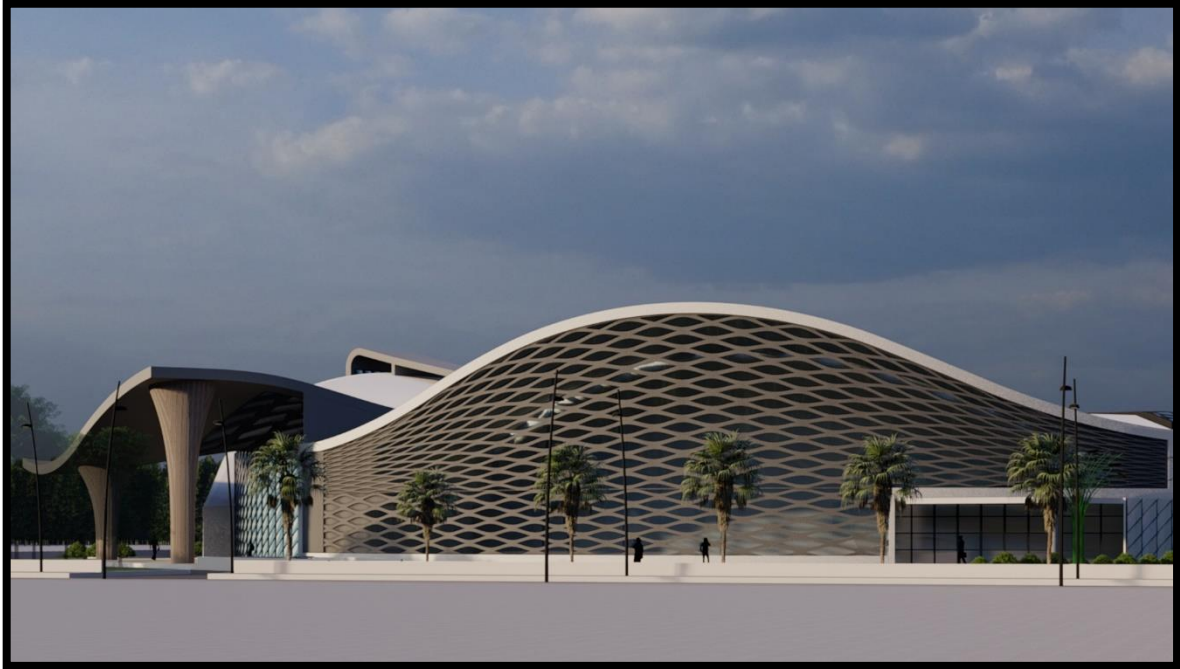
Figure 36: façade sud.
Source : établi par l'étudiante.

Cette façade est caractérisée par une double enveloppe avec des éléments horizontaux en saillie jouent le rôle des brises soleil (pour la protection contre les rayons solaires par des brises soleil horizontal). L'enveloppe intérieur représente des panneaux photovoltaïques transparents qui sert à la production de l'électricité à base de stockage qui se trouve dans la cellule photovoltaïque.

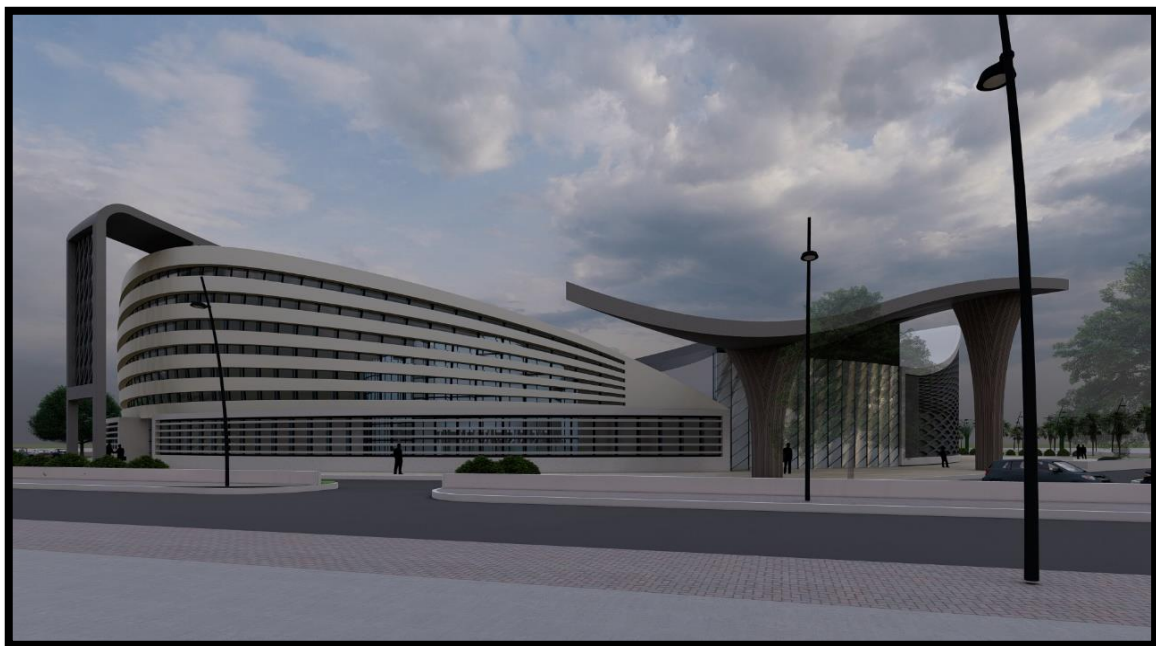


Figure 28: la façade sud/ouest.
Source : établi par l'étudiante.

Façade principale orienté nord ; nord/ouest. L'accès principal s'est inscrit marqué par une porte à faux ; une enveloppe avec Se distingue par sa transparence afin d'alléger la masse bâtie orné avec des éléments décoratifs reflète l'idée principale de la cellule.



*Figure 38 la façade nord, nord/ouest.
Source : établi par l'étudiante.*



*Figure 29: la façade ouest.
Source : établi par l'étudiante.*

Une toiture supportée par des colonnes de type champignon de la grande section afin de séparer les entités en créant un espace ombragé qui abrite dedans l'exposition temporaire.

La toiture :

La conception du toit permet de créer un jeu de niveaux où une partie accessible inclinée suivant la forme pour minimiser les déperditions thermiques. Le toit des salles de conférence se distingue par sa forme inclinée avec une rotation.

Un toit mobile vient couvrir l'atrium en verre intelligent contient des ouvrants pour la ventilation. Ce dernier sera couvert pendant l'hiver et durant les heures les plus chaudes en été et ouvert quand les conditions climatiques sont modérées ainsi il est transparent en sa grande partie pour assurer l'éclairage naturel zénithal.

Synthèse :

A travers toutes les approches que nous avons effectuées pour mener notre projet, on a conclu que pour conçu un laboratoire de recherche en infectiologie durable d'une manière harmonieuse avec les potentialités du site (l'orientation, le climat, la forme, morphologie etc.), sans oublier les critères et les exigences de laboratoire de recherche et tout en tenant compte de l'intégration du projet dans son environnement.

The page features a decorative border with a dark blue line and small square motifs at the corners. In the center, there are two overlapping, tilted rectangular frames. The outer frame is dark blue, and the inner frame is orange. The text is centered within the orange frame.

CHAPITRE TECHNIQUE

1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter l'étude technique qui détermine les différents systèmes structuraux utilisés dans le projet, les différents modes de construction et les matériaux adoptés pour sa formulation.

2. Le choix de type de structure :

2.1 Structure mixte hybride :

Un élément structurel en construction est défini comme mixte s'il associe deux matériaux de nature et de propriété différentes, et là où ils se différencient se révèlent complémentaires avec l'objectif de tirer sur le plan mécanique la meilleure partie possible de cette association.¹

2.2 Structure tridimensionnelle :

Les structures tridimensionnelles permettent la réalisation de toutes formes architecturales, des plus simples aux plus complexes. Elles sont des moyens très efficaces pour résoudre les problèmes des structures à grandes portées.

Les structures tridimensionnelles sont des structures composées des éléments en forme de pyramide composés par des barres et des nœuds, Ces éléments peuvent être associés en poutres à treillis de trois membrures ; deux supérieurs et un inférieur ou en nappe tridimensionnelle.²

2.3 Structure portiques-voiles en béton armé :

Le béton armé est un matériau composite, il est constitué de deux matériaux ; le béton et l'acier. Le béton a pour rôle de reprendre les efforts de compression et l'acier reprendre les efforts de traction (armature ou ferrailage longitudinale) et les efforts de cisaillement (armature ou ferrailage transversale).

¹ Source : structure métallique et mixte -calcul et dimensionnement, Pierre Bourrier et Jaques Brozzetti, Ed Eyrolles année 2007 P413.

² Source : <https://slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle>.

3. Système constructif :

3.1 Infrastructure :

L'infrastructure représente l'ensemble des fondations et des éléments en dessous du bâtiment, elle constitue un ensemble capable interconnecté qui fournit le cadre pour supporter la totalité de la structure.

3.1.1 Fondation :

Pour les fondations, on ne peut pas statuer sur le choix, car il relève d'une étude précise sur la résistance du sol, de type d'ouvrage et de résultats des calculs de descentes de charges. Néanmoins, étant donnée la bonne qualité du sol, on opte pour des semelles isolées, à l'exception du sous-sol où le choix est porté sur la semelle filante.

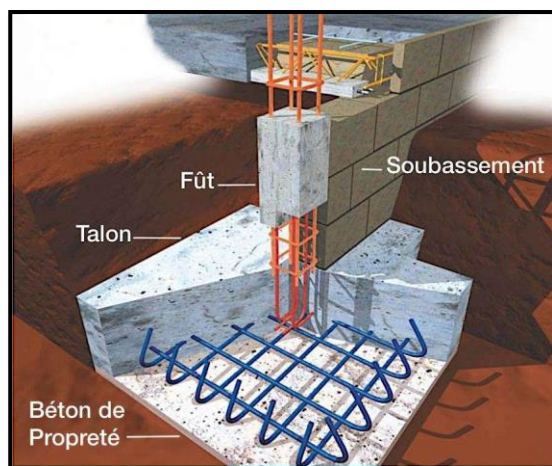


Figure 2: la semelle isolé
www.futura-sciences.com

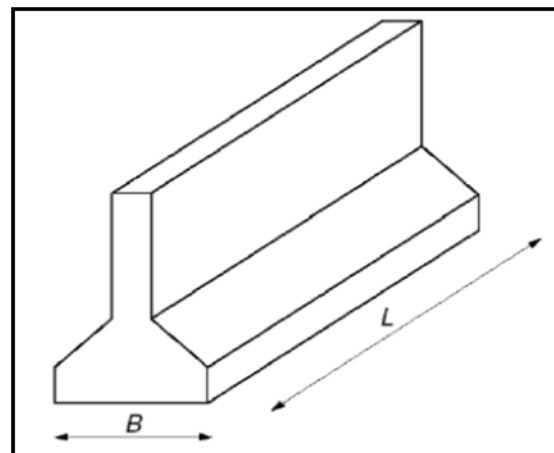


Figure 1: la semelle filante
www.futura-sciences.com

3.1.2 Critère de choix de type de fondation :

- ✓ La capacité portante du sol.
- ✓ Les conditions du site en termes de stabilité globale et de mouvements du sol.
- ✓ Les forces, les charges et la contrainte admissible.
- ✓ Les conditions de terrain.

3.2 Superstructure :

3.2.1 Les éléments verticaux :

a) Les poteaux mixtes :

Poteaux mixtes acier-béton sont les éléments qui reprennent les charges verticales, ils sont composés essentiellement d'un profilé métallique enrobé totalement ou partiellement de béton, ou d'un tube en acier rempli de béton.³

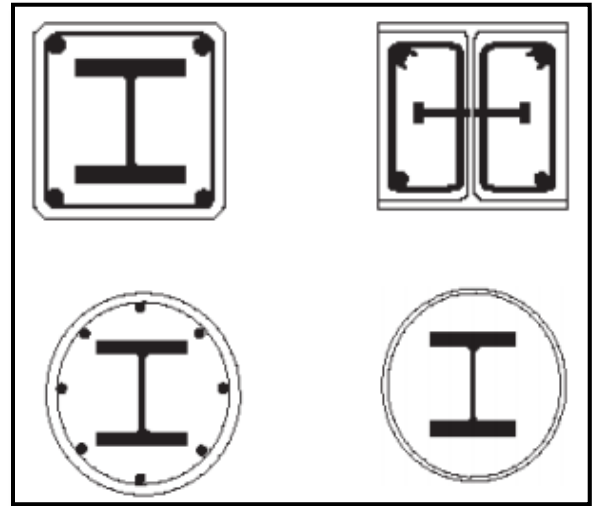


Figure 3:Exemples de sections transversales des poteaux mixtes.

b) Les poteaux en béton armé :

Ils sont de forme carrée, ou cylindrique. La trame structurale de notre projet est gérée d'une manière générale par une trame circulaire, avec la présence des joints de rupture pour isoler les parties non attachées et avoir plus de liberté dans le plan.

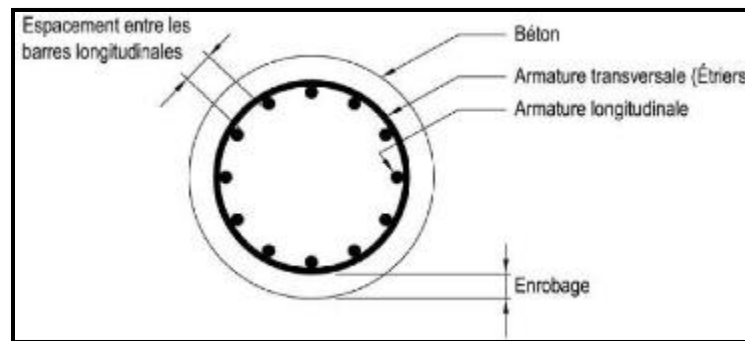


Figure 4: Coupe d'un poteau circulaire.
Source : Conception-et-realisation-d-un-logiciel-de-dimensionnement-de-quelques-structures-en-beton-arme.

³ Source : TEBBAKH Bachir, Analyse Expérimentale de la Connexion Acier-Béton dans les Structures Mixtes (thèse de doctorat), Université Mentouri Constantine,2011

3.2.2 Les éléments horizontaux :

a) Les poutres en béton armé :

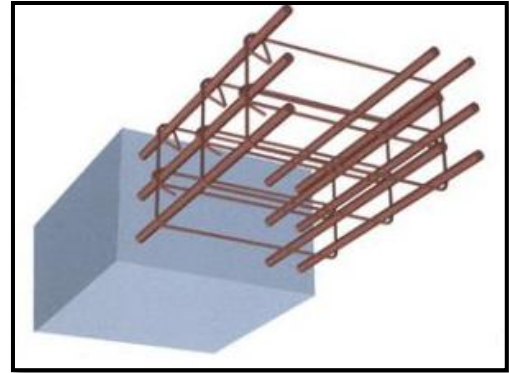


Figure 5: les poutres en béton armé
www.reno-info-maison.com

b) Les poutres alvéolaires (ajourée) :

Les poutres alvéolaires ou ajourées dont l'âme est elle-même découpée en cercle ou hexagones, elles sont reconstituées par soudage, ceci permet d'alléger le poids et surtout de faciliter le passage des gaines et des fluides dans la hauteur de la poutre. Elles les immeubles de bureaux.⁴



Figure 6: poutre alvéolaire.
Source : www.archiexpo.fr

c) La dalle pleine :⁵

C'est une plaque dont l'épaisseur est réduite par rapport aux autres dimensions. Son épaisseur H varie de $1/10$ à $1/35$ de la grande portée L . Dans les bâtiments courants, elle varie entre 12cm et 18cm. Il permet une grande souplesse dans les portées et les formes. Les portées courantes de ces dalles L sont de 6m à 7m.

⁴ Source : /fr.slideshare.net/

⁵ Source : cour structure MR BOUKHELKHAL.

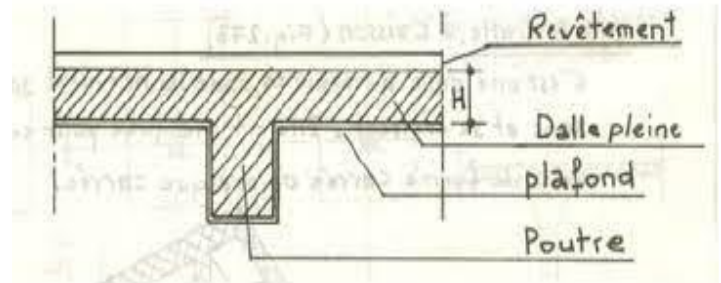
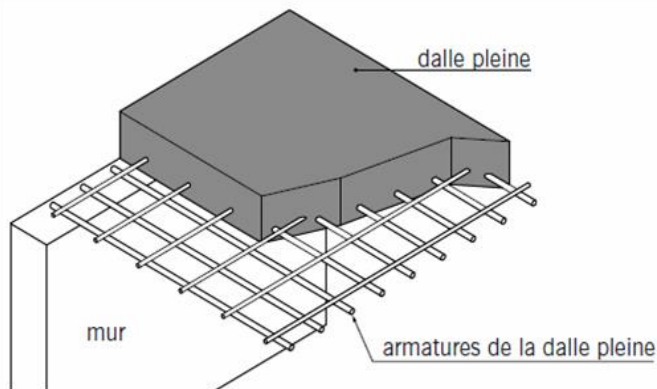


Figure 7: les détails de la dalle pleine
source : www.slideshare.com

d) La dalle mixte :⁶

Une dalle mixte comporte une tôle mince profilée en acier conçue pour développer une collaboration structurale efficace avec le béton du plancher qu'elle va recevoir. Les dalles mixtes sont tout indiquées pour les applications dans les bâtiments en acier où elles peuvent, moyennant une connexion, développer une action composite avec les poutres de plancher en acier.

Les dalles mixtes peuvent développer une action composite avec des poutres faites d'autres matériaux.

Les tôles profilées assurent diverses fonctions :

- Elles offrent une surface de travail lors de la construction
- Elles servent de coffrage lors du bétonnage du plancher
- Elles jouent le rôle d'armature inférieure pour le béton de la dalle. Une très grande variété de tôles profilées existe sur le marché.

⁶ Source : <https://www.infosteel.be/images/publicaties/construction-mixte-acier-beton-extrait.pdf>

Ces tôles se distinguent à la fois par leur forme, leur hauteur, l'entre-axe de leurs nervures, le raidissage de leurs parois, leur mode de recouvrement entre tôles contiguës et la manière dont l'action composite avec le béton est assurée.

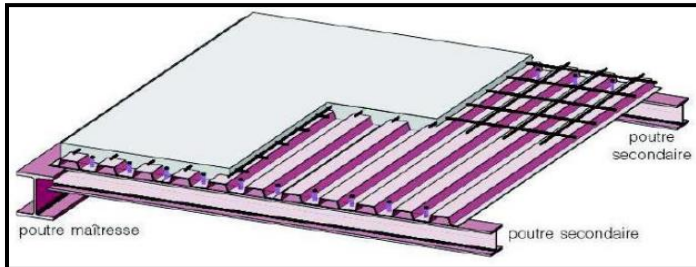


Figure 9: les constituants de plancher mixte.
Source : cour structure MR. boukhelkhal

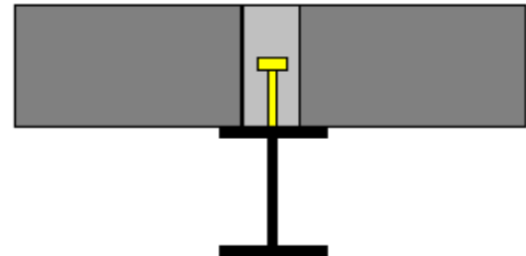


Figure 8: coupe sur l'articulation (poutre-plancher).
Source : cour structure MR. boukhelkhal

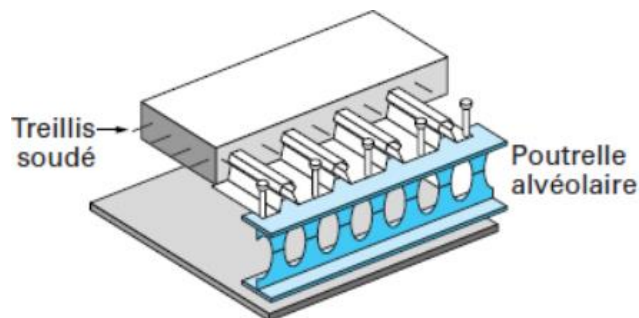


Figure 10: plancher mixte avec poutre alvéolaire.
Source : mp-ingenieurs.ch

f) La couverture :

Pour l'enveloppe, nous avons opté pour une structure tridimensionnelle à forme courbée.

Les structures tridimensionnelles sont des structures composées des éléments en forme de pyramide composés par des barres et des nœuds. Ces éléments peuvent être associés en poutres à trillé à trois membrures ; deux supérieures et un inférieur. Ou en nappe tridimensionnelle.⁷

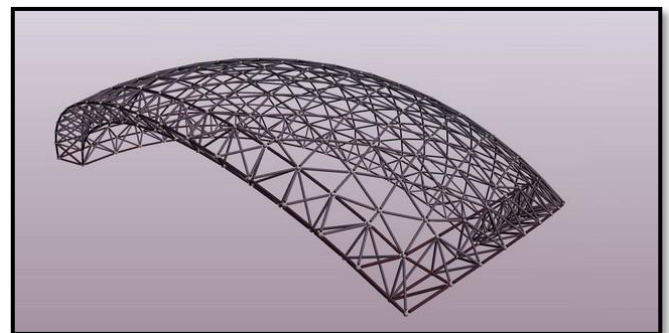


Figure 11: structure tridimensionnelle.
Source : <http://www.archistructures.org/>

⁷ Source : <https://fr.slideshare.net/slimanekemih/structure-spatiale-tridimensionnelle>.

3.2.3 Les matériaux de construction :

a) Critère de choix matériaux de construction :

Il y'a plusieurs critères de choix :

- ✓ La notion de durabilité.
- ✓ L'impact environnemental.
- ✓ La qualité du second œuvre et le confort.
- ✓ La résistance.
- ✓ Recyclable.
- ✓ L'isolation.

b) Les murs extérieurs :

o Le béton translucide :

Une grande innovation qui permet d'assembler durabilité du béton à la transparence du verre, Il recherchait la possibilité de doter ses structures d'un éclairage supplémentaire.

En utilisant des systèmes électriques simples, il est également possible de faire varier l'intensité et la coloration lumineuse de la paroi.

Caractéristiques de béton translucide :⁸

- ✓ Isolation thermique
- ✓ Résistance à l'eau
- ✓ Caractéristiques de haute résistance
- ✓ La possibilité de fabrication artisanale
- ✓ L'isolation
- ✓ Résistance extrême d'ultras violets.



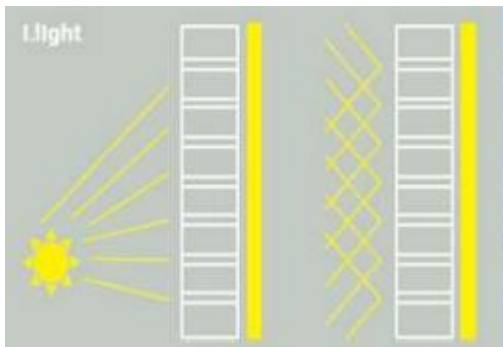
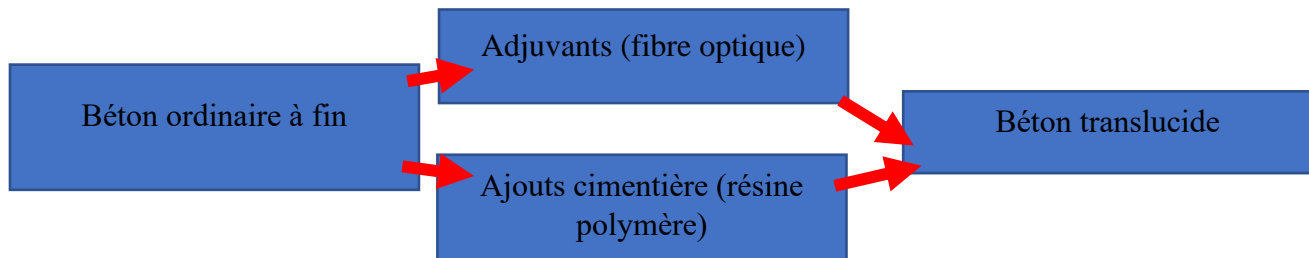
Figure 12: les blocs de béton translucide
source : google image

la

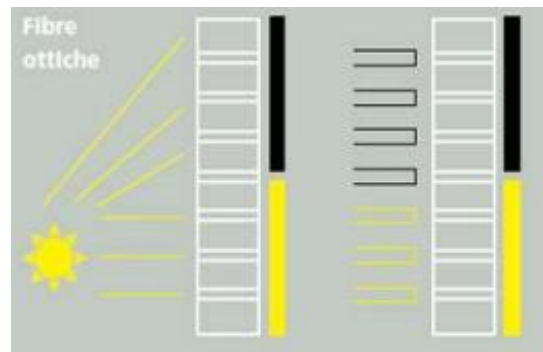
⁸ Source : www.infociments.fr

Etant donné que la composition du ciment comprend de la fibre de verre, un effet de renforcement prononcé est fourni dans le matériau. Cela contribue à améliorer les caractéristiques réelles de la composition

- ✓ Haute résistance à la flexion et à la compression
- ✓ Résistance au gel.
- ✓ Le niveau d'absorption d'humidité s'élève à 6%.



light permet un passage de cône de lumière et la lumière réfléchie



Les fibres optiques permettent seulement un passage de la lumière perpendiculaire et seulement avec la lumière directe

Cette fonction augmente effectivement les propriétés de transparence de la matière et les effets lumineux sont conférés aux bâtiments.⁹

⁹ Source : <https://fr.slideshare.net/lunifer01/bton-translucide>.

○ Les panneaux solaires transparents :

Les panneaux solaires sont faits d'une multitude de formes de silicium. Ce matériau présente l'avantage d'offrir de très bons rendements allant de 10 à 25 %. Le principal point faible du silicium est qu'il mobilise la totalité de la lumière engendrée par le soleil.¹⁰



Figure 13: les panneaux solaires transparents
source : www.tomsguide.fr

○ Les panneaux photovoltaïques :

Un panneau photovoltaïque transforme l'énergie du Soleil en électricité renouvelable. Concrètement, un panneau solaire est composé de cellules photovoltaïques (fabriquées à partir de silicium cristallin) qui ont la capacité de transformer les rayons du Soleil en courant continu.

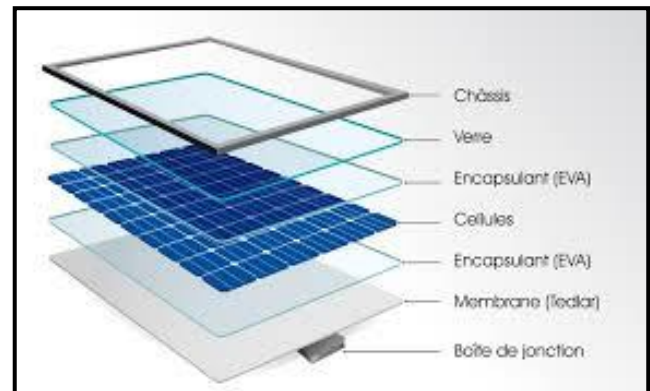


Figure 14: les couches de la cellule photovoltaïque
source : www.jade-technologie.com

Or, vous savez peut-être que vos appareils fonctionnent grâce à du courant alternatif. C'est pour ça que l'électricité produite par votre panneau solaire va être envoyée dans un onduleur dont le rôle est de transformer le courant continu en courant alternatif.

○ GRC :

Le composite ciment verre (CCV), dénomination française de Glass Fiber Reinforced Concrete (GFRC), est un béton renforcé de fibres riche en ciment (rapport sable/ciment = 1), dans lequel des fibres de verre (diamètre des filaments de 10 à 30 μm) sont incorporées lors du malaxage (technique du prémix) ou de la mise en œuvre selon une technologie directement issue des composites verre : la projection simultanée et projection prémix. Le micro béton apporte au CCV ses qualités intrinsèques (mouillabilité, diversité des parements, etc.). Quant à la fibre de verre, elle lui confère un comportement

¹⁰ Source : <https://lestransitions.fr>

mécanique pseudo-ductile qui autorise la création de produits minces donc légers : $35 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en 20 mm d'épaisseur.¹¹

Le verre électrochrome

(Également appelé verre intelligent ou verre dynamique) est un verre qui se teinte électroniquement. Le verre électrochrome, qui peut être contrôlé de façon automatique ou directement par les occupants du bâtiment, est apprécié pour sa capacité à améliorer le confort, à faire entrer un maximum de lumière naturelle, et à offrir une vue sur l'extérieur. Il permet en outre de réduire les coûts énergétiques et offre une plus grande liberté de création aux architectes.¹²

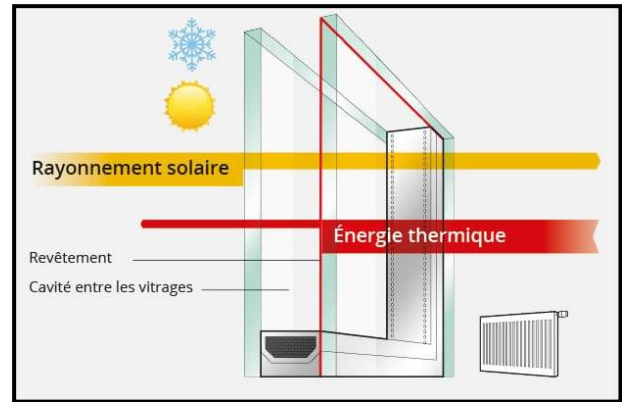


Figure 15: le vitrage intelligent de type électrochrome
source : google image

c) Les murs intérieurs :

Le choix des cloisons :

Le choix des types de cloison est dicté par :

- ✓ La facilité de mise en œuvre.
- ✓ Les performances physiques, mécaniques et énergétiques.
- ✓ Le confort ainsi notre choix diffère en fonction des espaces envisagés.

Les murs intérieurs Sont construits en **brique silicio-calcaire** pour ses avantages :

- ✓ Elle favorise une température équilibrée et un climat ambiant agréable grâce à sa grande capacité d'accumulation.
- ✓ La brique 100mm naturelle présente un excellent bilan écologique.
- ✓ Elle permet d'amortir les sons.
- ✓ Le revêtement de surface possède un coloris blanc offrant une réflexion de 95%.
- ✓ Le système assure aussi une protection au feu ainsi qu'un confort thermique remarquable.

¹¹ Source : Formulation et caractérisation d'un composite cimentaire biofibré pour des procédés de construction préfabriquée Jonathan Page, archives-ouverts.fr

¹² Source : www.sageglass.com

3.2.4 Les joints :

Afin d'assurer une régularité des masses et des rigidités, les joints sont disposés au niveau de l'ouvrage, ces derniers peuvent jouer le rôle des éléments résistants aux charges horizontales tel que les séismes et les vents.

✓ **Joints de rupture :** utilisée dans les changements de direction des différentes trames et dans le cas de différence de charge.

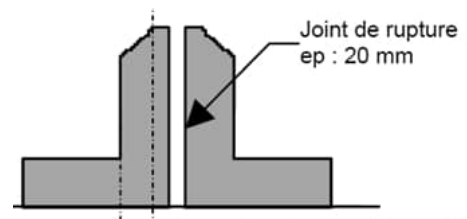


Figure 16:le joint de rupture
source : www.pinterest.fr

✓ **Joints de dilatation :** utilisée pour remédier Les effets de la température dans les bâtiments de grande longueur, chaque 25 à 30 mètres.

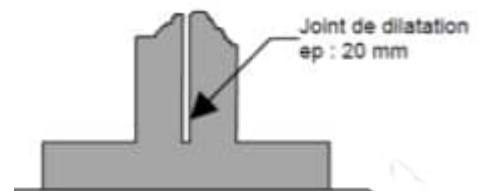


Figure 17:le joint de dilatation
source : www.pinterest.fr

✓ **Le couvre-joint :** est un élément qui permet de cacher les jointures et de rendre l'ensemble plus esthétique. Son usage permet également d'augmenter la résistance et la tenue de l'ensemble d'un ouvrage.

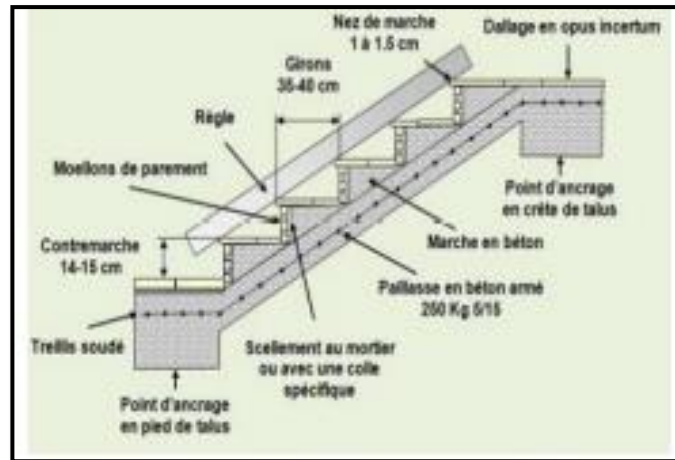


Figure 18:couvre joint de dilatation
Source : PDF profilés pour joints dilatation et mouvement.

3.2.5 La circulation verticale :

a) Les escaliers :

Afin d'avoir une circulation verticale prévu des escaliers en béton armé.



on a

Figure 19: détails des escaliers
Source : escalator.net

b) Ascenseurs :

Nous avons opté pour des ascenseurs mécaniques pour les blocs de recherche.

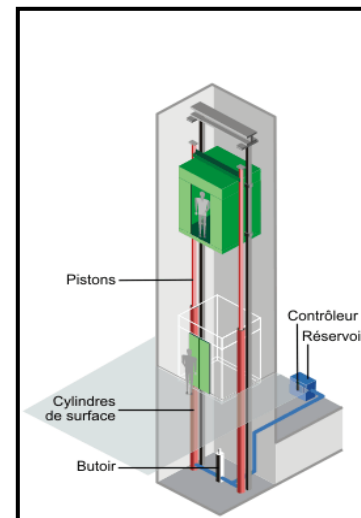


Figure 20:détails d'ascenseur
Source : google image

c) Le monte-charge :

Sorte d'ascenseur destiné à faire monter ou descendre des charges importantes (argents et colis). On a prévu des monte-charge hydrauliques qui peuvent transporter une charge allant jusqu'à 2000 kg.

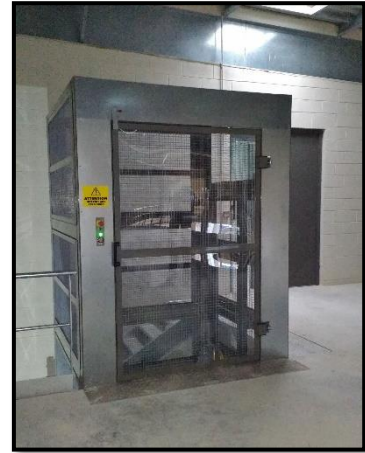


Figure 21: monte -charge
source : google image

3.2.6 Revêtement de murs et de sols :

3.2.6.1 Système Ecomalta :

L'utilisation de système Ecomalta dans les revêtements des sols et des murs.

a) Définition :

L'Ecomalta c'est une peinture totalement écologique, ignifuge, respirant, résistant au gel et antistatique, résistant en dépit d'être extraordinairement flexible, réfractaire à la saleté et aux taches. Il permet, en effet, de créer des surfaces continues, sans joints et articulations, en fait également un produit particulièrement hygiénique et imperméable, car il empêche précisément l'accumulation de saleté dans les interstices.¹³



Figure 22: l'application des peintures dans les sols et les murs
Source : google image

✓ ¹³ Source : Ecomalta Catalogue

b) Caractéristique :



résistant au feu



anti-dérapant
n. iso tc/189



anti-statique



anti-taches

3.2.6.2 Revêtement de sol de l'espace extérieur :



résistant à la lumière



pour la production des eco-maltes
nous utilisons une partie de minéraux
et agrégats de recyclage



production certifiée



Ce revêtement de sol transforme la pression des pas en électricité qui alimente des ampoules à base consommation LED.



Figure 23: revêtement de sol qui produit l'électricité
source : lemoniteur.fr

Revêtement de l'espace parking :

Une **route solaire** est une route utilisée comme capteur solaire, thermique et/ou photovoltaïque (dans le second cas la couche supérieure de la chaussée est faite de panneaux photovoltaïques)

Cette route est composée de cellules de silicium polycristallin de 15 cm de côté qui transforment l'énergie solaire en électricité. Extrêmement fragiles, les cellules photovoltaïques sont enrobées dans un substrat



Figure 24: les routes solaires.
www.transportshaker-wavestone.com

multicouches composé de résines et de polymères, suffisamment translucides pour laisser passer la lumière du soleil et assez résistants pour supporter la circulation de poids lourds. La surface au contact des roues des véhicules est traitée pour fournir une adhérence équivalente à celle des enrobés routiers traditionnels.¹⁴

3.2.7 Les isolants :

a) Isolant thermique :

Le verre cellulaire :

L'utilisation de verre cellulaire au niveau de toiture. Le verre cellulaire est un type de verre de faible densité, dont la structure comporte de nombreuses bulles de gaz. Obtenu par fusion des matières primaires du verre et de verre de récupération, ajout de carbone, refroidissement.



Figure 25: les panneaux de verre cellulaire
source : www.bernardphilibert.fr

Liège expansé :

Le liège expansé est un produit 100% naturel, renouvelable, sans adjonction de liants.

Le liège réduit en granules puis expansé à la vapeur en four autoclave et aggloméré grâce à la subérine (colle naturelle du liège).



Figure 26: panneaux de liège expansé
source : www.materiaux-naturels.fr

3.2.8 Éclairage et ventilation naturelle :

- ✓ Afin de profiter de l'ensoleillement et éclairage naturel, On a proposé un atrium.

L'**atrium** permet de remplir de nombreuses fonctions. En amenant de la lumière naturelle notamment. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante. De

¹⁴ Source : <https://www.transportshaker-wavestone.com/la-route-solaire-revolution-technologique-durable-ou-utopie/>

plus l'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu.

- ✓ Un patio qui permet la ventilation et l'éclairage de plusieurs espaces.

3.2.9 Ventilation mécanique :

Une centrale de traitement d'air est un élément technique dédié au chauffage au rafraîchissement, à l'humidification ou à la déshumidification des locaux tertiaires ou industriels, c'est un système tout air à débit constant ou variable.

Une CTA est soit de type monobloc, soit elle est constituée de modules additionnés les uns aux autres, suivant la configuration, modules ventilation, module batteries froides et chaudes, module filtres, etc..

Il existe deux types de centrales de traitement d'air :

- La CTA simple flux, elle est soit tout air neuf, soit tout air repris ou encore en mélange des deux flux.

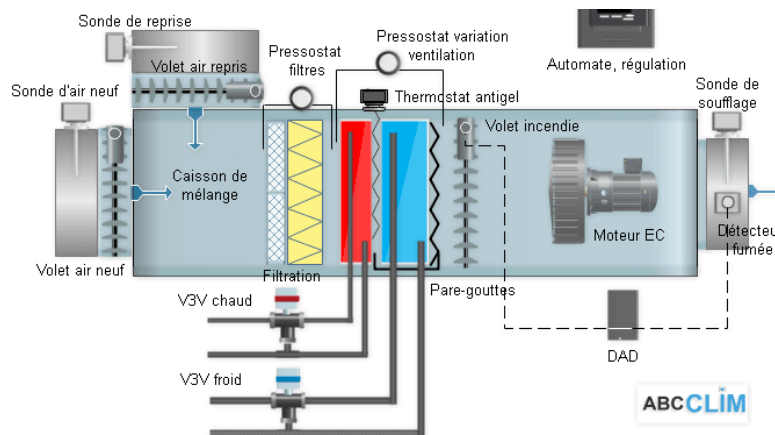


Figure 27:détails d'une centrale de traitement d'air simple flux
source : centrale de traitement d'air, fontionnement.html

– La CTA double flux, elle permet toutes les combinaisons possibles entre la reprise d'air, l'air neuf, l'air rejeté, l'air traité suivant la configuration.

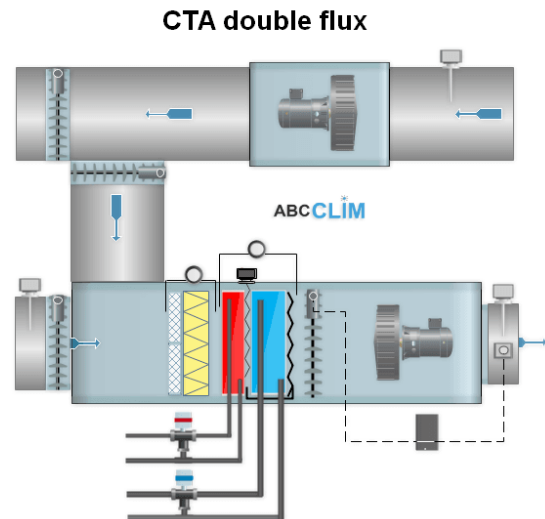


Figure 28: Détails d'une centrale de traitement d'air simple flux double flux
source : centrale de traitement d'air, fonctionnement.html.

centrale de traitement d'air (CTA) est destinée à : ¹⁵

- ✓ Ventiler par l'introduction d'air neuf et l'extraction d'air vicié.
- ✓ Filtrer l'air.
- ✓ Chauffer par soufflage d'air chaud.
- ✓ Rafraîchir par soufflage d'air froid.
- ✓ Échanger les calories entre 2 flux d'air.
- ✓ Déshumidifier par condensation de la vapeur d'eau.
- ✓ Humidifier par vaporisation d'eau.
- ✓ Purifier à l'aide de lampe UV.

Le type choisi est CTA double flux :

Une CTA double flux peut fonctionner :

- ✓ Recyclage partiel : une partie de l'air repris dans le local est rejeté, et il remplacé par de l'air neuf.
- ✓ Recyclage total : sans apport d'air neuf, le traitement de l'air se fait seulement sur l'air repris.

¹⁵Source : Centrales de traitement d'air.pdf

✓ Tout air neuf : Ici la centrale fonctionne tout air neuf.

- Aspire l'air des locaux.
- Le filtre.
- Récupère l'énergie qu'il contient grâce à un récupérateur à roue.
- Le rejette à l'extérieur.

- Aspire l'air neuf.
- Le filtre.
- Réinjecte l'énergie récupérée dans l'autre flux d'air. Le réchauffe ou le refroidi, suivant les besoins du local, en le faisant passer sur les batteries chaudes ou froides.
- Eventuellement, l'humidifie et le filtre à nouveau. Le souffle dans les locaux à traiter.

3.2.10 L'effet de serre :

L'utilisation de l'effet serre : L'effet de serre au niveau de l'atrium.

En hiver : plusieurs espaces sont chauffés par la chaleur cumulée au niveau de l'atrium.

En été : les espaces sont aérés, ventilée, et occultées par les traitements dynamiques.

3.2.11 Gestion des déchets :

La gestion des déchets est assurée par les poubelles de tri sélectif, les locaux pour les déchets sont positionnés de sorte à être indépendants.

- On a utilisé un système pour banaliser les déchets toxiques. Les banaliseurs de DASRI sont équipés d'un système de broyage par lames rotatives, qui réduisent les déchets en petits morceaux. Les débris des déchets sont ensuite chauffés à très haute température (entre 120°C et 150°C) pendant 15 à 20 minutes afin d'éliminer les composants dangereux qu'ils contiennent.

Une fois les DASRI passés dans le banaliseur, ils peuvent être traités comme des déchets inertes ordinaires.



Figure 29: le banaliseur des déchets
source : <http://www.htmed-dz.com/>

3.2.12 Systeme de securite :

On prevoit un immeuble dote d'un service et d'une gestion informatisee. Une surveillance peut etre assuree par une installation automatique a l'aide de :

La protection anti-incendie :

Le principe fondamental de la protection contre l'incendie est la sauvegarde des personnes et la prevention des biens. Le batiment doit etre etudie et congu de facon a offrir toute condition de securite, par l'utilisation des materiaux incombustibles et un bon positionnement des issues de secours.

Extincteurs mobiles	Extincteurs automatique	Désenfumage
		

Tableau 1:les appareils anti-incendie.
Source : pinterest.fr

3.2.13 L'éclairage artificiel utilisé dans le projet :

Lampadaire :

L'éclairage solaire repose sur le système photovoltaïque qui consiste à transformer l'énergie solaire en électricité. C'est l'une est une solution d'éclairage les plus économiques et écologiques. Les luminaires sont alimentés par des panneaux photovoltaïques qui captent cette énergie et la convertissent ensuite en électricité. La plupart de ces appareils sont utilisés pour l'éclairage extérieur et l'aménagement du jardin. (TOUT SAVOIR SUR L'ÉCLAIRAGE SOLAIRE).

3.3 Les techniques bioclimatiques utilisées :

Vitrage intelligent : La bonne luminosité d'un bâtiment est un critère énergétique important pour limiter l'éclairage artificiel.

Atrium : en hiver, elle joue le rôle d'une serre. Et à la ventilation naturelle nocturne en été.

Double enveloppe : Pour améliorer le confort thermique et visuel aux mêmes temps thermique.

3.4 Synthèse :

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'aspect technique du projet, qui s'intéresse à la présentation les différents choix structurels, de matériaux, de techniques et systèmes liés à la durabilité et les différents choix conceptuels tant intérieurs qu'extérieurs, ce qui permettra de mettre en exergue les détails du projet afin d'enrichir le volet conceptuel.



CHAPITRE SIMULATION

1. Introduction :

Après la conception architecturale qui a pris en considérations tous les paramètres environnementaux, Cette partie est consacrée à évaluer l'impact de l'atrium et sa taille sur le confort, afin de rapprocher la qualité de vie à l'intérieur de l'espace à une appréciation thermique en premier lieu.

Assurer une sensation de chaleur en hiver et se préserver des fortes chaleurs en été est depuis longtemps un souci majeur pour les concepteurs. Surtout dans un climat aride et chaud (une période longue de l'année c'est l'été qui est sec et très chaud, l'hiver qui représente la période courte de l'année est froid).

D'ailleurs, un des objectifs de l'architecture réside dans la satisfaction des occupants par le bien être thermique, et pour vérifier la température intérieure de l'espace choisi, il est nécessaire d'utiliser les logiciels de simulation.

Ce chapitre dédié essentiellement à la simulation numérique décrit le logiciel choisi, son utilisation, sa structure, et son fonctionnement. L'objectif est d'examiner le comportement thermique en différents scénarios et définir les paramètres influençant ce comportement, et dernièrement est de proposer des critères de conception et de configuration pour l'amélioration du confort thermique de l'environnement intérieur de l'atrium.

2. Objectif :

La réduction de consommation des charges de climatisation et chauffage, pour assurer le confort thermique.

3. La problématique :

Le confort thermique au sein un laboratoire de recherche pendant la période estivale dans un climat spécifique tel celui que la ville de Laghouat doit être impérativement maîtrisé, où la température est excessivement élevée en été et basse en hiver, ce qui implique l'utilisation de la climatisation et le chauffage, la question que l'on pose est :

- ✓ Quelle est l'impact des ouvertures de l'atrium et sa taille sur le comportement thermique d'un laboratoire orienté sud, dans la ville de Laghouat ?
- ✓ Quelle est l'impact de type de vitrage de l'atrium sur le confort thermique ?
- ✓ Est-ce-que l'ouverture de l'atrium (toiture amovible) dans la période estivale minimise la surchauffe ?

4. Les hypothèses :

- ✓ Le choix des matériaux de construction et vitrage à faible conductivité thermique améliore le confort thermique au sein du laboratoire, comme le béton translucide.
- ✓ Changement de surface de l'atrium peut influencer sur l'amélioration du confort thermique.

5. Le confort thermique :

La norme ISO 7730 (1984 et 2005) a défini le confort thermique comme suit :

« un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement »¹

5.1 Les échanges thermiques du corps humains :

Les trois modes d'échange de chaleur sensible sont la conduction, la convection et le rayonnement

5.1.1 Les échanges de chaleur par conduction :

La conduction concerne l'échange de chaleur par contact direct entre certaines parties du corps et une surface de température différente (le sol, les parois ou le mobilier).

5.1.2 Les échanges de chaleur par convection :

La convection est le transfert de chaleur entre la peau et l'air qui l'entoure. Elle dépend de la différence entre la température de l'air et celle de la surface exposée, peau ou vêtement. Si la température de la peau est supérieure à la température de l'air, la peau va se refroidir. Dans le cas contraire, elle va se réchauffer.

¹ Source : La norme ISO (l'organisation international de normalisation)7730 (1984 et 2005)

5.1.3 Les changes de chaleur par rayonnement :

L'échange par rayonnement est le mode d'échange de chaleur à distance entre deux corps par ondes électromagnétiques. Il s'agit principalement d'échanges, entre la surface du corps et les surfaces de la pièce ainsi, des inconforts de froid peuvent être perçus par rayonnement à proximité des parois froides (exemple : mur mail isolé, fenêtre simple vitrage).²

5.1.4 L'évaporation (le changement de phase) :

Ce phénomène implique un changement d'état (liquide ou gazeux) et produit une absorption ou une émission de chaleur. L'agitation des molécules est telle que les forces intermoléculaires ne suffisent plus à les lier et qu'elles se libèrent les unes des autres en formant un gaz (Roulet C. A., 2012).

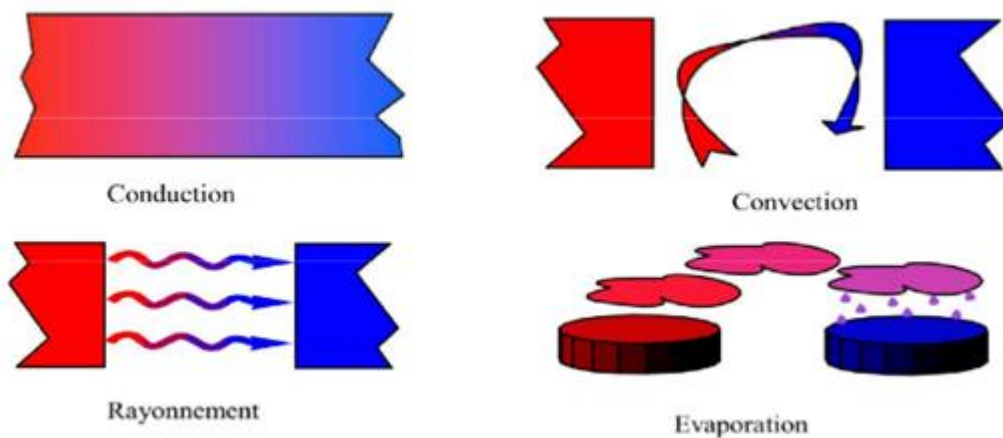


Figure 1: les différents modes de transfert de chaleur

Source: Roulet C.A ,2012

5.2 Les paran

5.2.1 Températures :

Les températures prises en compte sont :

La température de l'air ambiant : la température de l'air, ou température ambiante (T_a), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoires. Dans

² Source: Emmanuel Kant, Ambiance et confort thermique, 7pp

un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de températures d'air se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe.³

La température des parois : Il s'agit de la température des parois avec lesquelles le corps échange de la chaleur par rayonnement. ⁴

Température adaptative : c'est la température ressentie dans une ambiance donnée, c'est la moyenne entre la température ambiante et la température des parois $TR = (T_a + T_p) / 2$ (iso 7730)

5.2.2 L'humidité relative de l'air :

L'humidité relative de l'air influence les échanges évaporatoires cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur (**Selon Liébard A.**, entre 30% et 70%), l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique.

Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration, le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort.⁵

5.2.3 Le métabolisme :

Il produit la chaleur interne du corps et permet de la maintenir aux alentours des 37 °C. Une personne assise n'aura pas la même production de chaleur qu'une personne en activité et donc n'aura pas le même ressenti dans une même ambiance.⁶

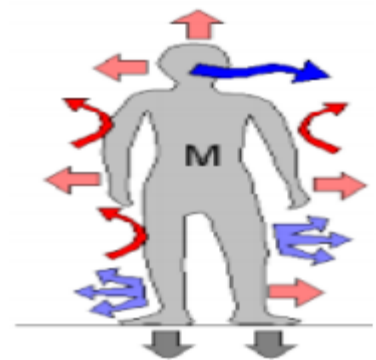


Figure 2: le métabolisme
www.csbat.net

³ Source : <http://Confort Thermique-Jacques Taller, Université de liège.PDF>

⁴ Source : <http://Confort Thermique-Jacques Taller, Université de liège.PDF>

⁵ Source : conception d'un centre de loisirs scientifiques durable à la ville de Ghardaïa le confort thermique dans l'espace salle de lecture, CHELEF Bilel, Université Amar Thelidji- Laghouat, (2016/2017)

⁶ Source : Le confort thermique, Alec (agence locale de l'énergie et du climat).

5.2.4 L'habillement :

Il joue un rôle très important car il est le dernier rempart entre la surface de la peau et l'environnement. Plus l'habillement sera important, plus la résistance thermique aux échanges de chaleur sera importante (même principe que l'isolation thermique d'un bâtiment).⁷

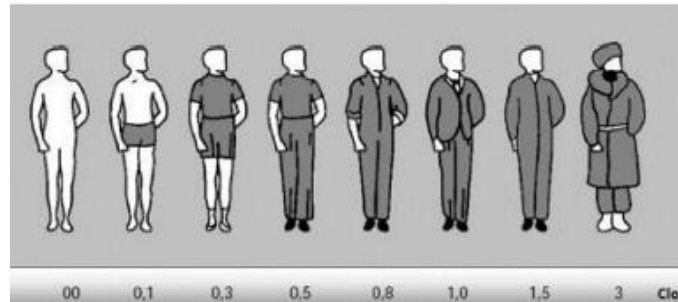


Figure 3: valeur exprimée des tenues vestimentaire
Source: Cours confort thermique -univ-biskra.dz

5.2.5 La vitesse de l'air :

Plus précisément la vitesse relative de l'air par rapport à l'individu, est un paramètre à prendre en considération car elle influence les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau. A l'intérieur des bâtiments, on considère généralement que l'impact sur le confort des occupants est négligeable tant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.⁸

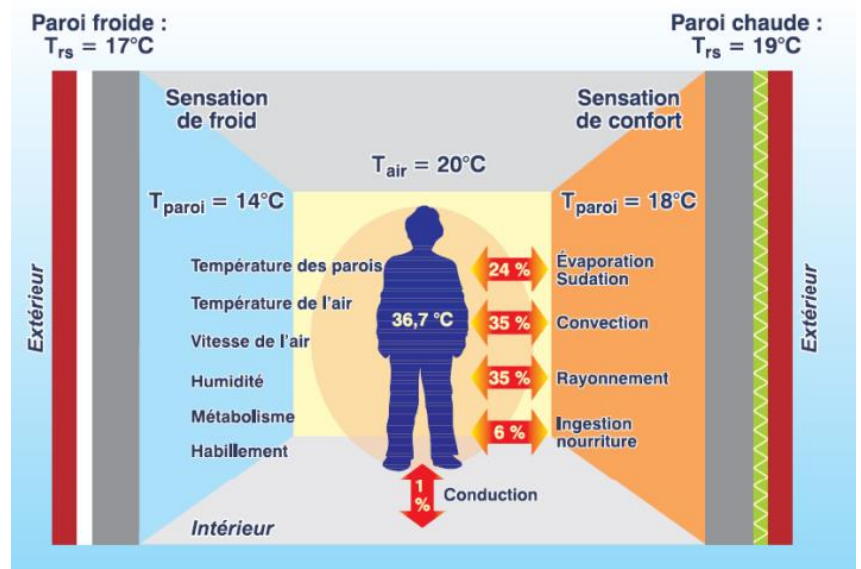


Figure 4: les paramètres de confort thermique
Source : LIEBARD A.&DE HERDF A,2005

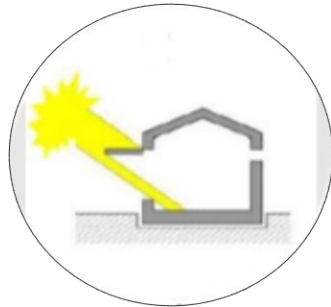
⁷ Source : Le confort thermique, Alec (agence locale de l'énergie et du climat).

⁸ Source: <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>

5.3 Les stratégies de l'architecture bioclimatiques :

5.3.1 Stratégie du chaud :

Diminuer les apports caloriques et favoriser le rafraîchissement



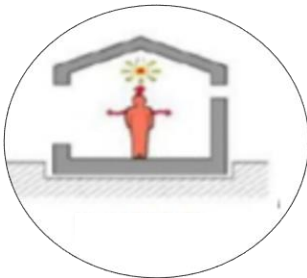
Se protéger : De l'ensoleillement direct en rapportant un écran pare-soleil ou un écran de végétation caduque.⁹

matériaux.



Eviter : il s'agit d'éviter chaleur vers l'intérieur

le transfert de la par des



Dissiper : Il s'agit de dissiper l'air chaud rentrer dans l'habitat pendant la journée, ou l'air chaud produit par les activités à l'intérieur de l'habitat.¹⁰

Rafrachir : Il s'agit par un ou naturel d'apporter de la l'habitat.¹¹



dispositif mécanique fraicheur dans

⁹ Source : *L'architecture bioclimatique comment "concevoir efficace" Marie pauly*

¹⁰ Source : *L'architecture bioclimatique comment "concevoir efficace" Marie pauly*

¹¹ Source : *L'architecture bioclimatique comment "concevoir efficace" Marie pauly*

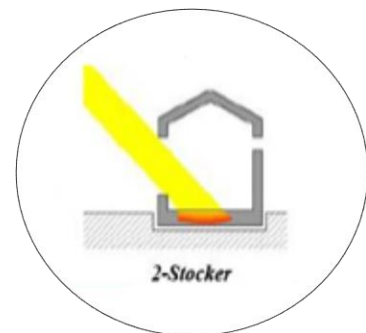
5.3.1 La Stratégie du froid :

Favoriser les apports de chaleur gratuite et diminuer les pertes thermiques, tout en permettant un renouvellement d'air suffisant.

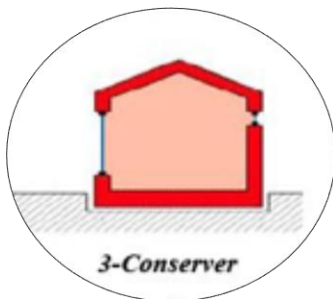


Capter : L'énergie solaire gratuite à travers les surfaces vitrées orientées au sud.¹²

Les stocker (pour pouvoir en bénéficier au moment opportun).¹³



Conserver : L'énergie accumulée à l'intérieur de l'habitat en recherchant la meilleure capacité d'accumulation dans les matériaux.



Distribuer : assurer par la convection et le rayonnement pour rétablir la chaleur emmagasinée.

¹² Source : https://fr.slideshare.net/naila_athamnia/chapitre3-conf-th

¹³ Source : : https://fr.slideshare.net/naila_athamnia/chapitre3-conf-th

5.4 Les performances thermiques des matériaux de construction :

Le choix des matériaux de construction se fait principalement par ces critères :

5.4.1 La conductivité thermique (λ) :

La conductivité thermique est la propriété qu'a un matériau de transmettre la chaleur par conduction, exprimée en watt par mètre Celsius ($W/m^{\circ}C$), cette caractéristique propre à chaque matériau permet de choisir l'isolation, plus elle est grande plus le matériau est conducteur, et de faible isolation.

Les facteurs qui influent la conductivité sont le poids volumique, la porosité, la teneur en eau.

La constante C dépend de l'épaisseur de matériau et de la conductivité thermique $C = e / \lambda$

5.4.2 La capacité thermique (Pc) :

La capacité thermique c'est la capacité de stocker la chaleur, exprimée en watt heure par mètre cube Kelvin ($Wh/m^3 \cdot K$), plus elle grande plus la chaleur prend du temps à la traversée et plus le matériau stock la chaleur.

5.4.3 L'effusivité thermique (b) ou (Ef) :

L'effusivité c'est la rapidité d'absorber les calories par un matériau, exprimée en watt racine carré d'heure par mètre carré Kelvin ($W \cdot h^{1/2} / m^2 \cdot K$) plus elle grande plus le matériau absorbe les calorie sans se réchauffé. $b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$ (λ Conductivité thermique), (ρ Masse volumique), (c Chaleur massique).

5.4.4 L'inertie thermique :

L'inertie thermique d'un matériau représente sa capacité à absorber ou à restituer de la chaleur. Plus un matériau est inerte, plus il met du temps pour se chauffer ou pour se refroidir. Généralement ce sont les corps les plus massifs (lourds) qui sont les plus inertes. La conception des parois des bâtiments doit prendre en compte cette caractéristique pour améliorer le confort thermique. Un mur inerte (lourd) chauffé par le soleil mettra plus de

temps après le coucher du soleil à diffuser la chaleur accumulée durant la journée. Ce décalage de temps s'appelle **déphasage thermique**.¹⁴

- $Q = r \cdot V \cdot C \cdot DT = m \cdot C \cdot DT$
- Q : Flux thermique (en J=W.s).
- R : Masse volumique (kg/m³).
- V : Volume (m³).
- C : Capacité thermique massique (J. Kg⁻¹. K⁻¹).
- DT : Ecart de température (K).

5.5 Les outils et les instruments d'évaluations de confort thermique :

Les outils d'évaluation de confort thermique permettent d'évaluer les degrés de confort dans les espaces avant et après la réalisation qui doit influençant sur les degrés de satisfaction des occupants.

5.5.1 La simulation numérique :

La modélisation mathématique est l'art (ou la science) de représenter (ou de transformer) une réalité physique en des modèles abstraits accessibles à l'analyse et au calcul. C'est le processus qui permet de calculer sur ordinateur les solutions de ces modèles et donc de simuler la réalité physique.¹⁵

5.5.2 Le capteur thermique :

Les capteurs de température sont les dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique.



Figure 5: Les capteurs thermiques

¹⁴ Source : Cours Stratégies pour un environnement construit durable Dhaina K

¹⁵ Source: <https://www.math.sciences.univ-nantes.fr/~saad/cv/LesArticles/expose-saad-lycee.pdf>

5.5.3 Les caméras thermiques :

Une caméra thermique enregistre les différents rayonnements Infrarouge (ondes de chaleur) émis par les corps et qui varient en fonction de leur température.



Figure 6: la caméra thermique
Source : www.distrame.fr/fr/catalog/Camera-thermique

5.5.4 Le thermomètre :

Est un appareil qui sert à mesurer et à afficher la valeur de la température. C'est le domaine d'étude de la thermométrie.



Figure 7: le thermomètre
Source : <https://fr.123rf.com>

5.5.5 La méthode Givoni:

B. Givoni, en se basant sur des études concernant le métabolisme et des diverses voies d'échanges thermiques entre corps et l'environnement. Il a inventé un diagramme représente les limites des ambiances confortables en deux :

- ✓ Le confort proprement dit.
- ✓ Entouré d'une zone de conditions supportables.

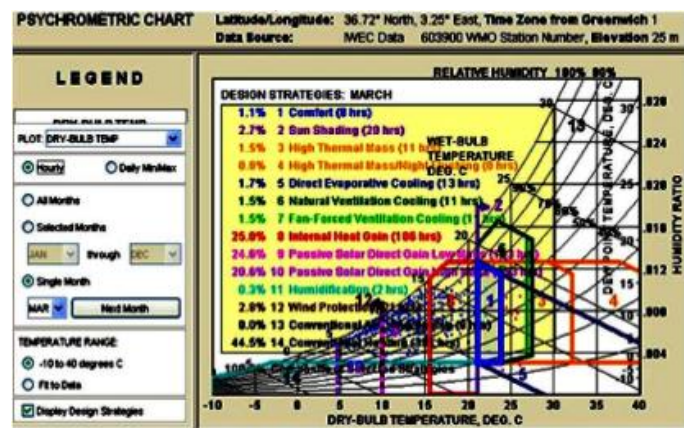


Figure 8: la méthode Givoni

Revue des Energies Renouvelables Vol. 12 N°3 (2009) 471 – 488

5.6 Le choix de l'outil de simulation de confort thermique :

Parmi les outils d'évaluation thermique précédents on doit utiliser un outil pour étudier ce type de confort dans les projets virtuelles donc nous utilisons la simulation numérique (dynamique) établie par les logiciels de simulation informatique grâce à leur précision au niveau de résultat obtenue a travers (l'input) qui sont les donné climatique de la région ou se trouve le projet de façon similaire à la réalité lors de l'obtient de résultat (output) se forme des données numériques sur le phénomène d'étude qui permette de les convertir sous formes des graphes pour mieux comprendre le phénomène étudier et faciliter l'interprétation des résultats après l'amélioration par des technique actives ou passives.

5.7 Le but de simulation :

La simulation vise à nous fournir les données pertinentes sur la relation entre notre projet et leur contexte de la ville de Laghouat pour atteindre le confort thermique à travers notre choix de la Ventilation naturelle vers l'atrium comme solution technique (passive) qui nous permettant d'optimiser et préserver la qualité du confort thermique (été, hiver) des usagées dans notre projet, avec minimisation des ressources énergétiques. Pour réaliser la simulation et obtenir les résultats, il faut utiliser un outil d'évaluation tel que : **Energyplus**

5.8 La simulation par Energyplus :

5.8.1 Présentation de programme :

Est un outil de simulation dynamique permettant de prévoir le comportement énergétique de bâtiments.

EnergyPlus se base sur les outils BLAST3 et DOE-2, qui ont été développés dans les années 80 et restes-en développement avec une nouvelle version disponible tous les 6 mois. Il peut être utilisé par des ingénieurs, des architectes et des chercheurs et c'est le département de l'énergie des États Unis (DOE)



qui finance cet outil, le LBNL4 coordonnant le développement. Il est disponible librement sur le site du département de l'énergie.¹⁶

5.8.2 Caractéristiques de l'Energyplus :

- **Au niveau du projet :** approcher en manière générale le bâtiment, ses consommations et son environnement.
- **Au niveau du confort :** vérifier les conditions de confort des usagers.
- **Au niveau de l'enveloppe :** analyser l'enveloppe du bâtiment et les éléments qui la composent.
- **Au niveau des systèmes :** étudier et découvrir les techniques, leurs composantes et leur régulation.
- **Au niveau de la production électrique :** apprendre comment produire et gérer de l'électricité sur site.

5.8.3 Les principes :

La simulation par l'Énergie plus consiste **deux étapes** principales :

- **L'input** des données veut dire le remplissage de ce dernier par (les appellations, latitude, longitude, Température, humidité, Ect).
- **L'output** des données veut dire les résultats (Excel, PDF, Ect).

5.8.4 Les contraintes de logiciel :

- L'énergie plus ne donne pas un résultat pour le confort olfactif.
- L'utilisation de logiciel prend beaucoup de temps.
- La dalle et le plancher ne créent pas des formes compliquées (plus de 4 points).
- La limite des calculs de simulation thermique dynamique réside dans les hypothèses de base de ce type de calcul qui est du modèle zone.

La modélisation des transferts d'air entre des zones et l'extérieur et / ou entre zones est un élément délicat.

¹⁶ **Source:** La Simulation dans la Conception Architecturale Bastien QUEYREIRE Julie RANDRIAMOSE

6. Données climatiques de la période d'étude

Comme évoquée auparavant, notre projet se situe dans la ville de Laghouat classée dans la zone climatique D, dont la latitude est de 33°47'59" Nord, la Longitude est de : 2°51'54" Est, avec une altitude de 767m

La simulation est effectuée pendant deux journées type (été et hiver) des mois les plus critiques de l'année, ce choix a été essentiellement basé sur les données climatiques de la ville, dont juillet présente le mois le plus chaud, et janvier est celui le plus froid. Les données climatiques de deux jours sont présentées dans le tableau ci-après (Tableau.1)

Tableau 1. Données climatiques des journées types choisies pour l'étude.

Saison	Été	Hiver
Jour	21 juillet	21 janvier
Température maximale (°C)	42	10,45
Température minimale (°C)	27,7	5 ,6
Amplitude thermique (°C)	14	11
Vitesse du vent (m/s)	3	2.8
Direction du vent (°)	225 (Sud-ouest)	315 (Nord-ouest)

7. Présentation de l'espace en question :

La simulation a été effectuée pour un laboratoire de vaccination doté d'une orientation sud, ce dernier est considéré comme un espace mère dans le projet ; c'est un lieu de travail, d'activité, qui doit avoir les meilleures conditions du confort thermique. L'espace étudié est situé au niveau de RDC avec une surface de 108m² (6m*12m), et des ouvertures orientées sud-est et sud-ouest vers le patio.

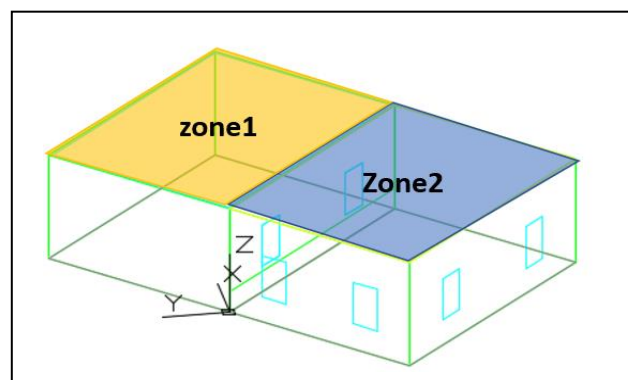


Figure 9:le laboratoire étudié

Les matériaux utilisés :

Dans les conditions primaires on a :

- Les parois extérieures sont en béton translucide avec un épaisseur de 250 mm.
- Les parois intérieures en simple cloison avec deux couches d'enduit de plâtre (1.5cm sur chaque face).
- Les portes en bois, les fenêtres avec double vitrage.
- Les dalles et la toiture sans isolation.

7.1 Résultats et discussion :

7.1.1 Cas de base (initial)

Journée type Hiver :

Le graphique ci-après présente les variations de températures extérieures et opératives du laboratoire, pendant la journée type hiver, la lecture de ce dernier démontre que pendant les heures du travail (de 8h00 à 17h00), la température opérative fluctue entre 10 et 12°C (marquée à 8h00 et 15h00, respectivement), avec une amplitude thermique égale à 2°C. En revanche, la température de l'air extérieur oscille entre 5 et 11°C (marquée à 5h00 et 15h00 respectivement), avec une amplitude thermique de 6°C. Ces températures sont inférieures à celles opératives pendant toute la journée.

Etant donnée la plage du confort thermique adaptatif hivernal est limitée, pour la ville de Laghouat, entre 17.5 et 24°C ¹⁷, les températures opératives résultantes sont jugées inconfortables, avec un écart maximal de 13°C, et minimal égal à 5°C.

¹⁷ Source : Bencheikh Darda, efficacité énergétique des matériaux de l'architecture vernaculaire (cas de ksar zgag El Hajaj à Laghouat), mémoire doctorat ,université Saad Dahleb Blida1.

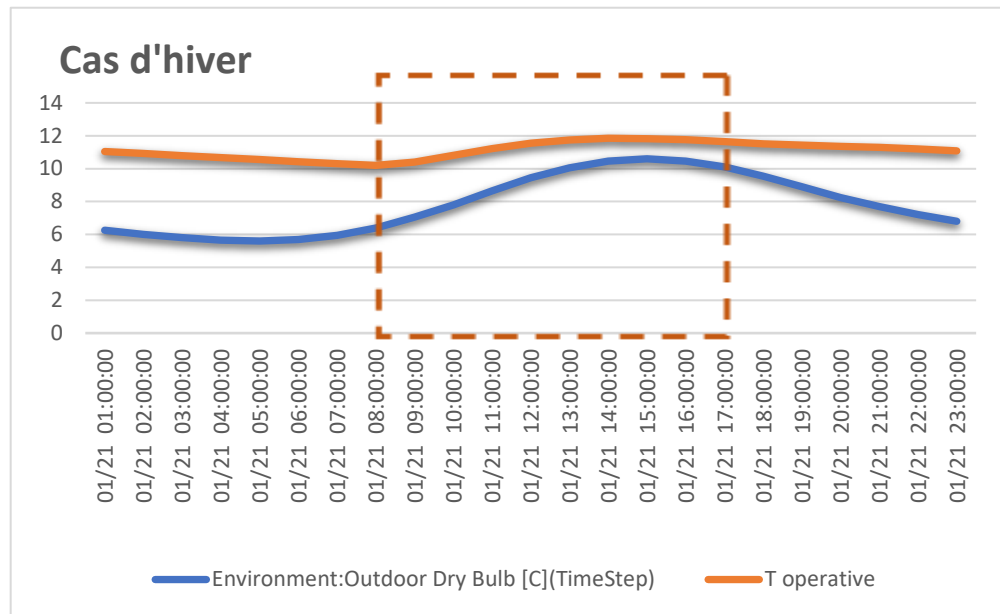


Figure 10: température opérative de l'espace étudié, hiver.
Source : établi par l'étudiante.

Journée type été :

La lecture du graphique présenté ci-dessous (présentant les variations de températures extérieures et opératives du laboratoire pendant la journée type été) démontre que la température extérieure fluctue entre 27,7°C et 42°C, en démontrant une amplitude thermique égale à 14,3°C. De plus, la température opérative de l'espace témoin oscille entre 34,4°C (marqué vers 5h) et 38,36 °C marqué à 18h00, avec une amplitude thermique de 3,96°C.

La comparaison des résultats de températures opératives avec la plage du confort thermique adaptatif estival, qui est limitée pour la ville de Laghouat entre 26.6 et 31.6°C, permet de constater que les conditions thermiques du laboratoire sont inconfortables pendant toute la journée d'étude (21 juillet), avec un écart maximal de 19,75°C, et minimal égal à 16,13°C.

Contrairement, et en comparaison avec cette plage, les températures extérieures sont confortables entre minuit et 9h00, elles ne dépassent pas les 30°C. Ces températures sont supérieures aux températures opératives du laboratoire pendant l'après-midi, précisément entre midi et 18h00.

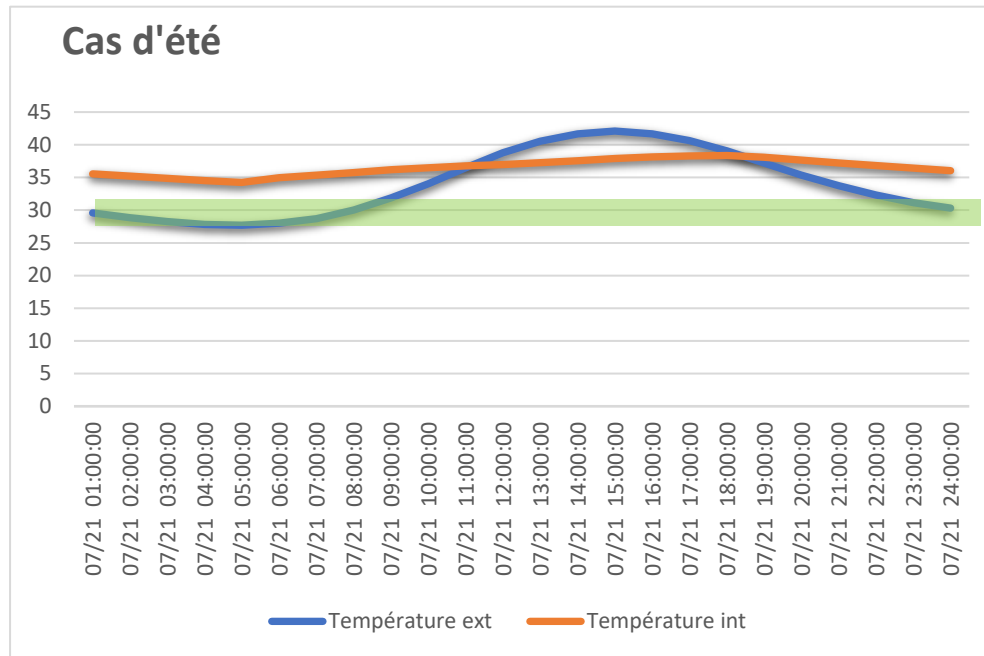


Figure 11: température opérative de l'espace étudié, été.
Source : établi par l'étudiante.

Afin d'améliorer les conditions thermiques de cet espace jugé non confortable, été comme hiver, des améliorations ont été proposées, ces dernières visent à limiter les échanges thermiques entre l'espace étudié (le laboratoire) et l'environnement extérieur, précisément, les pertes de chaleur, et de profiter des potentialités du climat, par l'adaptation des dimensions de l'atrium, la programmation de ses horaires d'ouverture (ventilation nocturne), et l'isolation de ses ouvertures par le vitrage électrochrome qui est essentiellement caractérisé par sa faible conductivité thermique et sa capacité de s'adapter aux conditions climatiques extérieurs (à travers son opacité contrôlée), et enfin l'isolation de l'enveloppe avec du liège.

7.1.2 Améliorations proposées et codification des cas :

Cas A : l'atrium=laboratoire



Cas B : l'atrium = 2 laboratoire



Cas C : l'atrium = 3 laboratoire



Journée type Hiver :

Cas A :

Le graphique ci-après présente les variations de températures opératives à l'intérieur du laboratoire après avoir appliqué les améliorations citées auparavant ; l'ajout du vitrage électrochrome pour l'ouverture de l'atrium, et l'isolation des parois (mur et toiture) par le liège. La lecture de ce dernier démontre que la température opérative du laboratoire fluctue pendant la journée type hiver entre 10 et 16,5°C (marquées à 6h00 et 15h00, respectivement). Ces dernières sont supérieures aux températures extérieures pendant toute la journée avec un écart maximal égal à 6,5°C marqué vers 15h00.

La comparaison de ces résultats avec ceux de cas initial, démontre que l'isolation de l'enveloppe du bâtiment a permis une augmentation de la température opérative jusqu'à 4,5°C, et ce due à la performance thermique des isolants, qui permet de limiter les échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur, et par conséquent de préserver la chaleur accumulée dans l'espace par l'effet de serre assuré par l'atrium. Néanmoins, résultats restent hors plage du confort (17,5 à 24,5°C), avec une différence de 1 à 8,5°C.

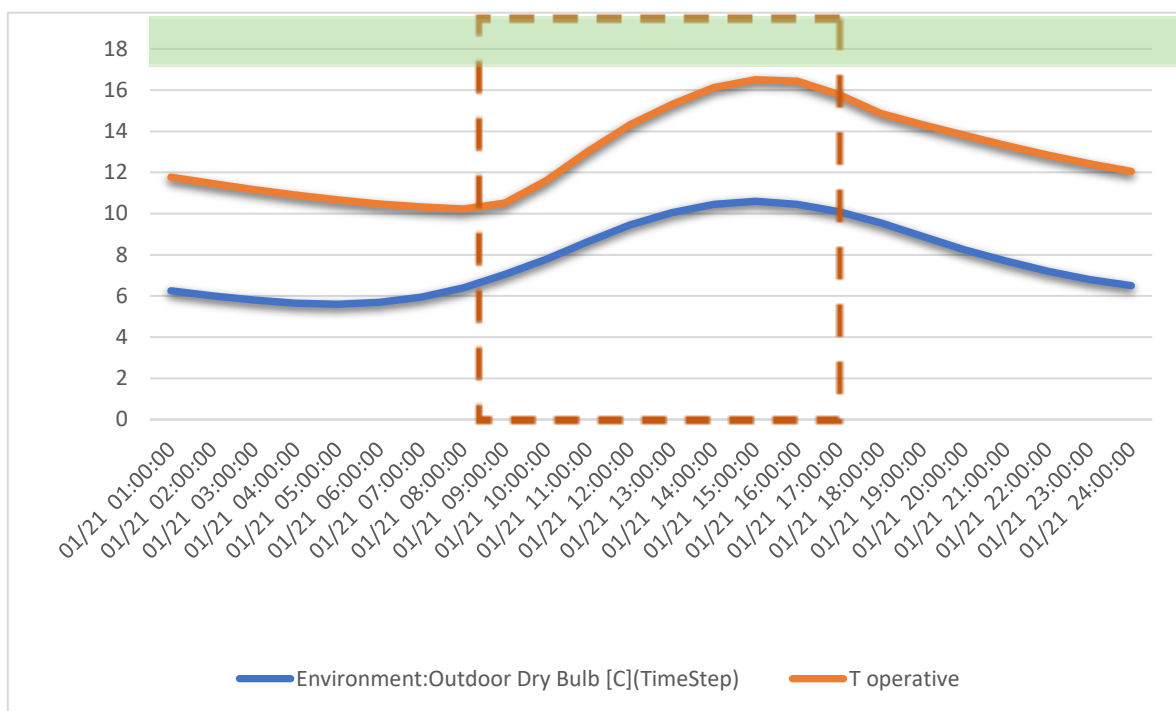


Figure 12: température opérative de l'espace étudié, cas amélioré A, Hiver.
Source : établi par l'étudiante.

Cas B :

Le graphique ci-dessous présente les variations de températures opératives à l'intérieur du laboratoire après avoir augmenté la surface de l'atrium (de 108m² à 216m²). La lecture de ce dernier démontre une fluctuation de température opérative entre 9,51 et 17,74°C (marquée à 8h00 et 15h00, respectivement). Elle permet de constater que la taille de l'atrium a un impact sur le comportement thermique du bâtiment ; il s'améliore en mesure que la taille d'atrium s'augmente ; cela est clairement établi par la comparaison de résultats obtenues par

la simulation de cas B, et ceux du cas A, dont une amélioration allant jusqu'à 1.74°C a été observée.

Cependant, ces températures restent hors plage du confort, à l'exception de résultat obtenue vers 16h00 (17.6°C) qui s'inscrit dans cette plage.

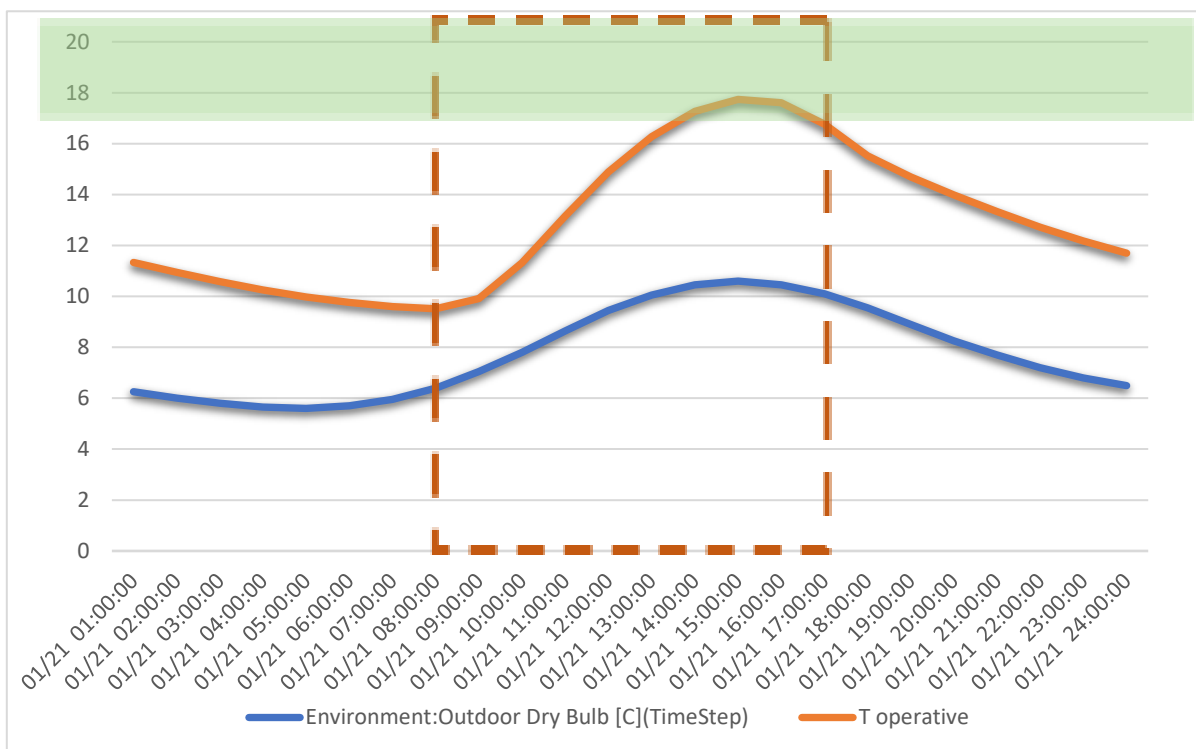


Figure 13: température opérative de l'espace étudié, cas amélioré A, Hiver.
Source : établi par l'étudiante.

Cas C :

Le graphique ci-dessous présente les variations de températures opératives à l'intérieur du laboratoire après avoir augmenté la surface de l'atrium (de 108m² à 324m²). La lecture de ce dernier démontre une fluctuation de température opérative entre 9,62 et 20,19°C (marquée à 8h00 et 15h00, respectivement). Ces températures confirment davantage l'impact

positif de la taille de l'atrium sur le confort thermique, dont une amélioration allant jusqu'à 3.7°C a été marquée (par rapport au cas A).

En comparaison avec la plage du confort thermique adaptatif (17.5 à 24.5°C), des résultats satisfaisants ont été obtenues entre 13h00 et 18h00 ; ils s'inscrivent dans la plage du confort.

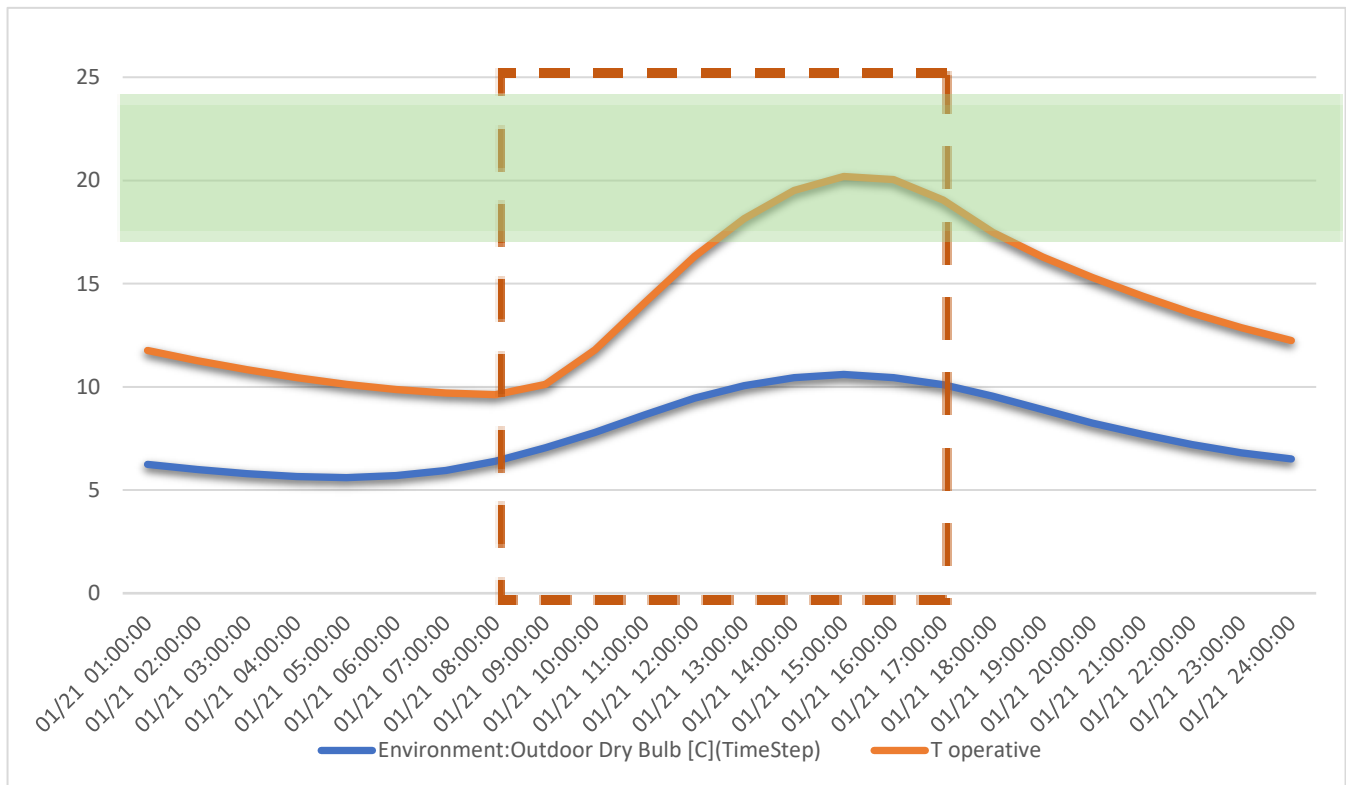


Figure 14::température opérative de l'espace étudié, hiver.
Source : établi par l'étudiante

Comparaison entre les cas étudiier :

Les graphiques ci-dessous présentent les variations de températures radiantes et celle de l'air ; on constate que l'atrium participe à l'amélioration de la température d'air et radiante de (09 :00 à 20 :00h). pendant le reste des heurs l'amélioration est réduite.

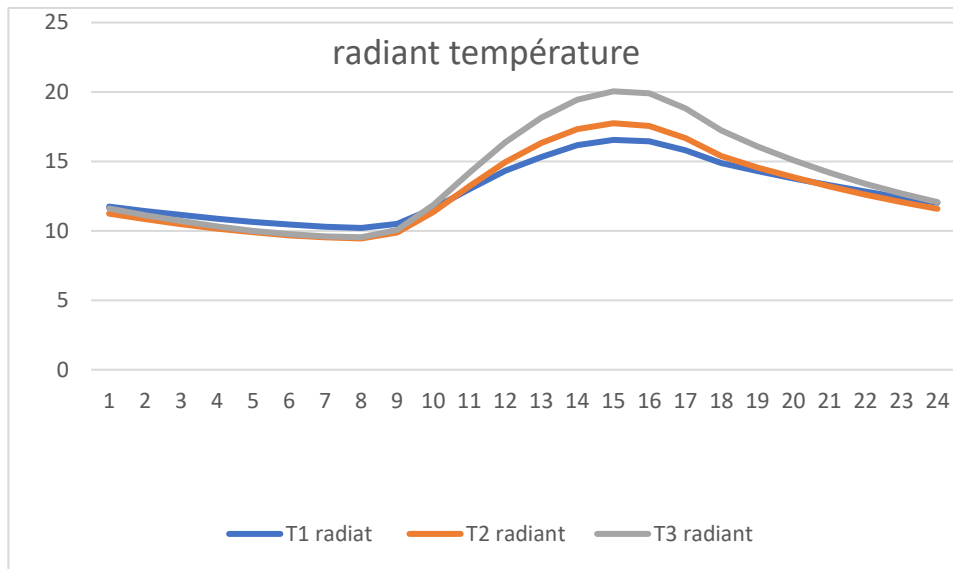


Figure 16: la différence de température radiante entre les cas

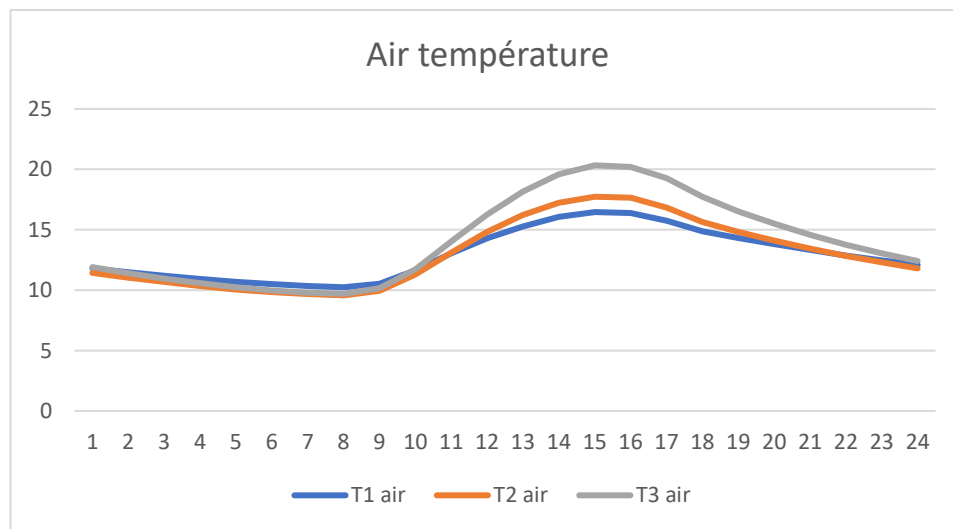


Figure 15: la différence de température de l'air entre les cas.

Atravers la différence entre la température de l'air on a constaté que le bénéfice de la température de l'air est plus élevé par rapport à celle perdue.

Pour celle radiante, on a une perte de chaleur de moine de 1°C de (1h- 10h) et on a bénéficié presque 4°C (10- 24h) avec une différence de 0,5°C entre T rad et T air (la même remarque pour celle opérative).

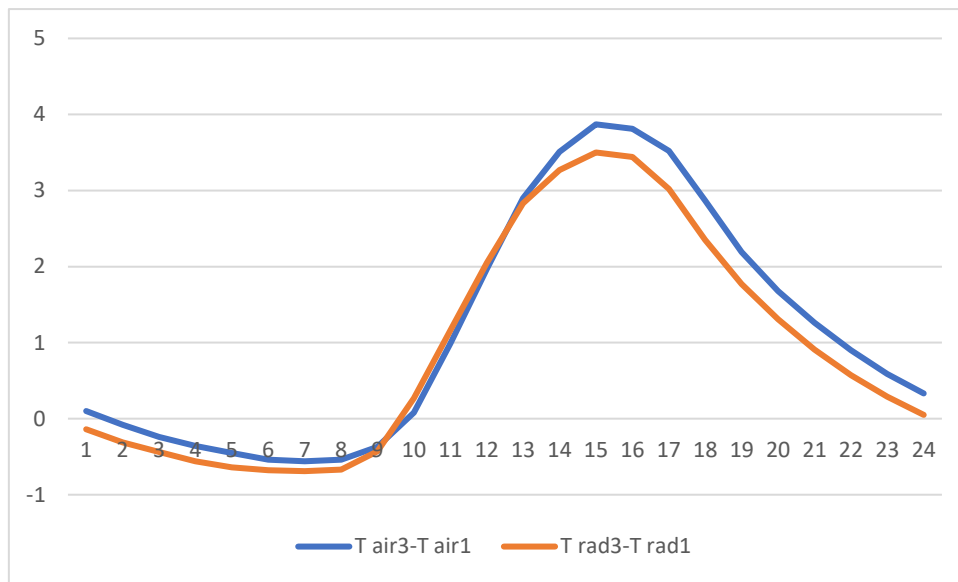


Figure 17: la différence de température entre le cas 3 et 1.
Source : établi par l'étudiante.

Journée type été :

Le graphique ci-après présente les variations de températures opératives à l'intérieur du laboratoire après avoir appliqué trois améliorations ; l'ajout du vitrage électrochrome pour l'ouverture de l'atrium, l'isolation des parois (mur et toiture) par le liège, et la ventilation nocturne. La lecture de ce dernier démontre que la température opérative du laboratoire fluctue pendant la journée type été entre 29,91 et 32,65°C (marquées à 06h00 et 19h00, respectivement). Ces dernières sont supérieures aux températures extérieures de minuit à 6h avec un écart maximal égal à 1,92°C, cela se traduit par le déphasage thermique du matériau qui emmagasine la chaleur pendant toute la journée et la restitué quand les

températures extérieures diminuent, cette chaleur dégagée dans l'espace est ensuite restituée vers l'extérieur par la ventilation nocturne assurée par l'atrium.

La comparaison de ces résultats avec ceux de cas initial, démontre que l'isolation de l'enveloppe du bâtiment et la ventilation nocturne permettent de réduire la température opérative jusqu'à 9°C. Il est à noter que le déphasage thermique est égal à 5h, et le facteur d'amortissement est de $(\Delta T \text{ intérieur} / \Delta T \text{ extérieur}) 30,57^\circ\text{C}$.

Ces résultats s'inscrivent dans la plage du confort adaptatif estival limité pour la ville de Laghouat (26.6 à 30.6°C), notamment ceux obtenus entre 23 :00 et 16h00, ce que signifie que le confort thermique est assuré dans le laboratoire pendant les heures du travail.

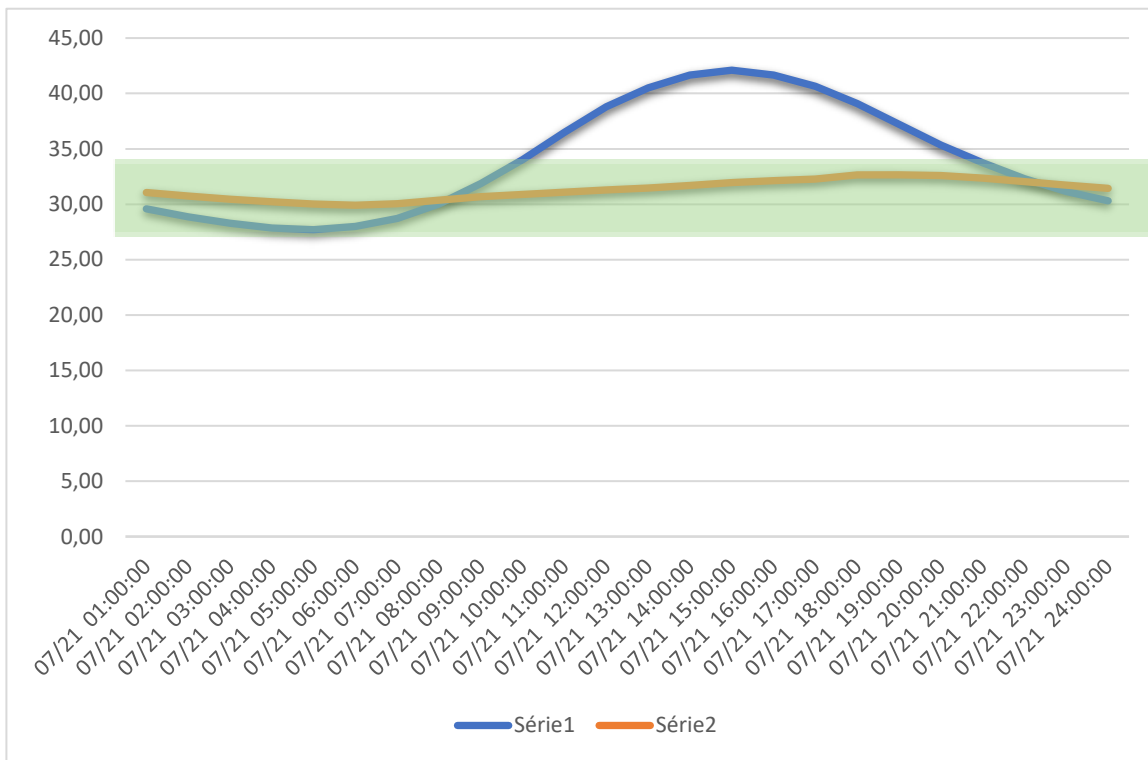


Figure 18: température opérative de l'espace étudié, été.
Source : établi par l'étudiante

Comparaison entre cas initiale et cas amélioré :

Le graphique ci-dessous présente les variations de températures de l'air, en constate qu'on a bénéficié presque de 6°C.

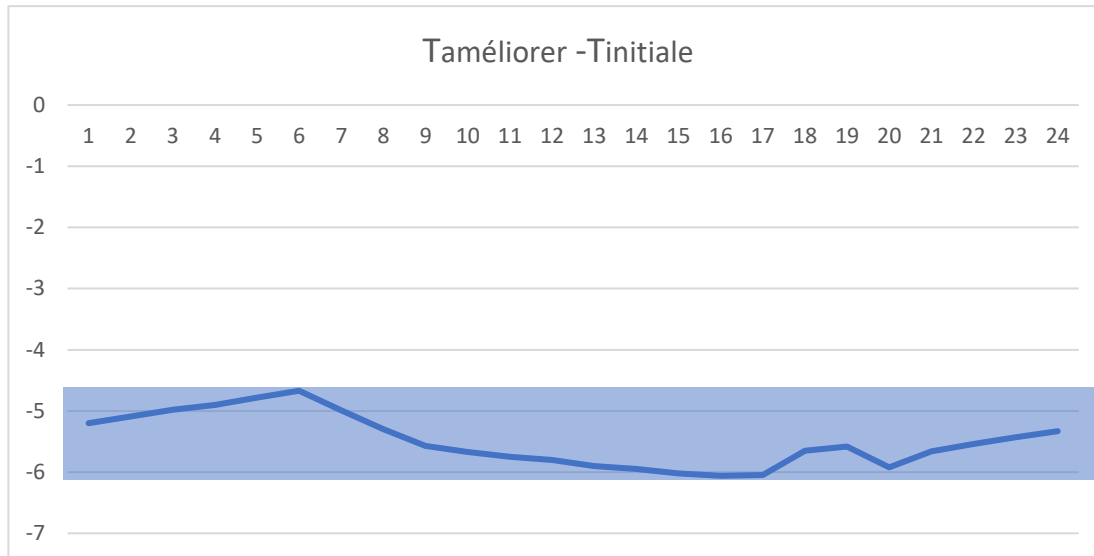


Figure 19: la différence de température de l'air entre initiale et amélioré. Source : établi par l'étudiante.

8. Synthèse :

Les outils de simulations développés dans le domaine de l'architecture ont permis d'optimiser les recherches et de spécifier les problématiques des bâtiments. Ainsi, notre recours à ces outils vient de se réussir en donnant des résultats favorables aux besoins demandés. On a trouvé que la bonne orientation de l'espace étudié suivant le contexte du site (ensoleillement et vents) ainsi que les améliorations appliquées ont un impact positif sur la température interne. Ainsi que, la ventilation naturelle maîtrisée (heures d'ouverture et de fermeture) favorise une bonne amélioration de refroidissement naturel au niveau des espaces.



**CONCLUSION
GENERALE**

1. Conclusion générale :

L'architecture n'est pas une science exacte, elle ne dépend pas de règlements universels, mais dépend de paramètres hétérogènes. Pour cela elle doit être l'image d'un contexte organisé par rapport aux exigences des usagers, d'un site et surtout d'une culture cherchant son identité.

La conception d'un projet de centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses doit s'appuyer sur un travail intellectuel capable de mettre en interaction les dimensions importantes (le site et ses contraintes, le programme et ses exigences, les références architecturales et techniques, l'aspect environnemental).

la conception dans les zones arides ne se limite pas au rajout des techniques et des stratégies au projet mais elle les dépasse à l'intégration de plusieurs principes et dispositifs passifs appropriés durant toute les phases d'élaboration du projet. Le choix d'une forme compacte arrondie protéger toute autour par des espaces verts et l'intégration de patio et d'atrium comme une source d'aération, chauffage et éclairage indirect et un espace protégé des vents de sable (espace tampon) constituent des solutions pour créer un environnement intérieur adéquat. En plus, des matériaux à haute inertie thermique influent directement sur les conditions thermiques intérieures.

On a également présenté quelques solutions techniques adaptées à l'échelle du projet et quelques dispositifs environnementaux à l'échelle de notre assiette d'intervention, telle que double enveloppe, l'installation des panneaux photovoltaïques, ...etc.

La vérification d'efficacité de ces principes, dans le but d'assurer les ambiances intérieures favorable tout en visant à réduire la consommation énergétique, On a opté à effectuer une évaluation numérique à travers un logiciel de simulation **Energyplus** pour évaluer le confort thermique.

A travers cette simulation dynamique ; les résultats de l'utilisation de ce système ont permis de produire des températures intérieures favorables dans le laboratoire choisi comme cas d'étude, elle démontre que l'utilisation d'autres matériaux plus performants en matière d'isolation thermique, la création du patio, la taille des ouvertures sont des tâches indispensables pour atteindre un confort thermique dans les laboratoires. Ainsi que, Il démontre l'impact de l'atrium sur l'environnement thermique intérieur et par conséquence sur le confort thermique intérieur des occupants, et de voir son effet sur les espaces adjacents, et ceci pour les deux périodes estivales et hivernale, De ce fait l'hypothèse énoncé au début et confirmée.

INTRODUCTION GENERALE

Par ce modeste travail nous avons essayé d'apporter une attention à la ville de Laghouat, par la conception d'un centre de recherche qui participera à promouvoir le secteur de santé et participe à son environnement.

The page features a dark blue double-line border with small square corner ornaments. In the center, there are two overlapping, slightly tilted rectangular frames. The outer frame is dark blue, and the inner frame is orange. The word "REFERENCE" is centered within the orange frame.

REFERENCE

REFERENCE :

Ouvrage :

- Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques 2005, A.DE HERDE, A. LIEBARD. Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.
- Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition JEAN PASSINI.
- L'homme, l'architecture et le climat, Editions des Moniteurs, Paris 1978, B, GIVONI.
- L'architecture écologique. Edition le Moniteur, Paris, Gauzin-Müller D. 2002
- Jean-Pierre. O, Bosse-Platinera, AUBERT.C,2002, « maisons écologiques d'aujourd'hui », édition terre vivante.
- 1 Architecture bioclimatique ,C.a.u..e (conseil d'architecture ,d'urbanisme ,et de l'environnement.
- La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-Germain , Paris.
- DEOUX. Suzane et Pierre : « Le guide de l'habitat sain ». Andorra, Edition MEDIECO, Avril 2002.
- structure métallique et mixte -calcul et dimensionnement, Pierre Bourrier et Jaques Brozzetti, Ed Eyrolles année 2007 P413.
- L'architecture bioclimatique comment "concevoir efficace" Marie pauly
- Recherche Biomédicale publiée en Algérie – état des lieux en 2014, Samy SLIMANI.
- Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement. Par Jean-Yves Charbonneau, Direction de la prévention-inspection. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004
- La Simulation dans la Conception Architecturale Bastien QUEYREIRE Julie
RANDRIAMOSE

RÉFÉRENCE

- *Encyclopédie Encarta Microsoft 2009*
- FORMATION BATIMENT DURABLE : PASSIF ET (TRES) BASSE ENERGIE
AUTOMNE 2015 Journée 4 Stratégies de conception, Charline LANGEROCK.
- organisation des nations unies ,programme des nations unes pour l'environnement, journée mondiale de l'environnement 5 juin 2006, ne désertez pas les zones arides, alger)
- Conseil d'architecture, urbanisme et d'environnement de Tarn-et-Garonne (pdf).
- Laboratoires d'analyse médicales (évaluation et prévention des risques infectieux)INRS.
- TEBBAKH Bachir, Analyse Expérimentale de la Connexion Acier-Béton dans les Structures Mixtes (thèse de doctorat), Université Mentouri Constantine, 2011
- Formulation et caractérisation d'un composite cimentaire biofibré pour des procédés de construction préfabriquée Jonathan Page, archives-ouverts.fr
- La norme ISO (l'organisation international de normalisation)7730 (1984 et 2005)
- Le confort thermique, Alec (agence locale de l'énergie et du climat).
- <https://www.math.sciences.univ-nantes.fr/~saad/cv/LesArticles/expose-saad-lycee.pdf>
- Bencheikh Darda, efficacité énergétique des matériaux de l'architecture vernaculaire (cas de ksar zgag El Hajaj à Laghouat), mémoire doctorat ,université Saad Dahleb Blida 1.

Sites internet :

- <http://education.hespul.org/particuliers/concevoir-un-habitat-econome/batiment-basse-conso/>
- <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>
- <https://www.algerie-climat.com>
- <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10382>
- <https://www.diabete.qc.ca/fr/>
- <https://www.ulaval.ca/la-recherche/unites-de-recherche/centres-de-recherche-reconnus/centre-de-recherche-en-infectiologie>
- OBJECTIFS, CONCEPTS ET RESPONSABILITÉS ,Fao.org.
- PDF Invest in Alegria wilaya de Laghouat
- <https://www.sunearthtools.com/>

RÉFÉRENCE

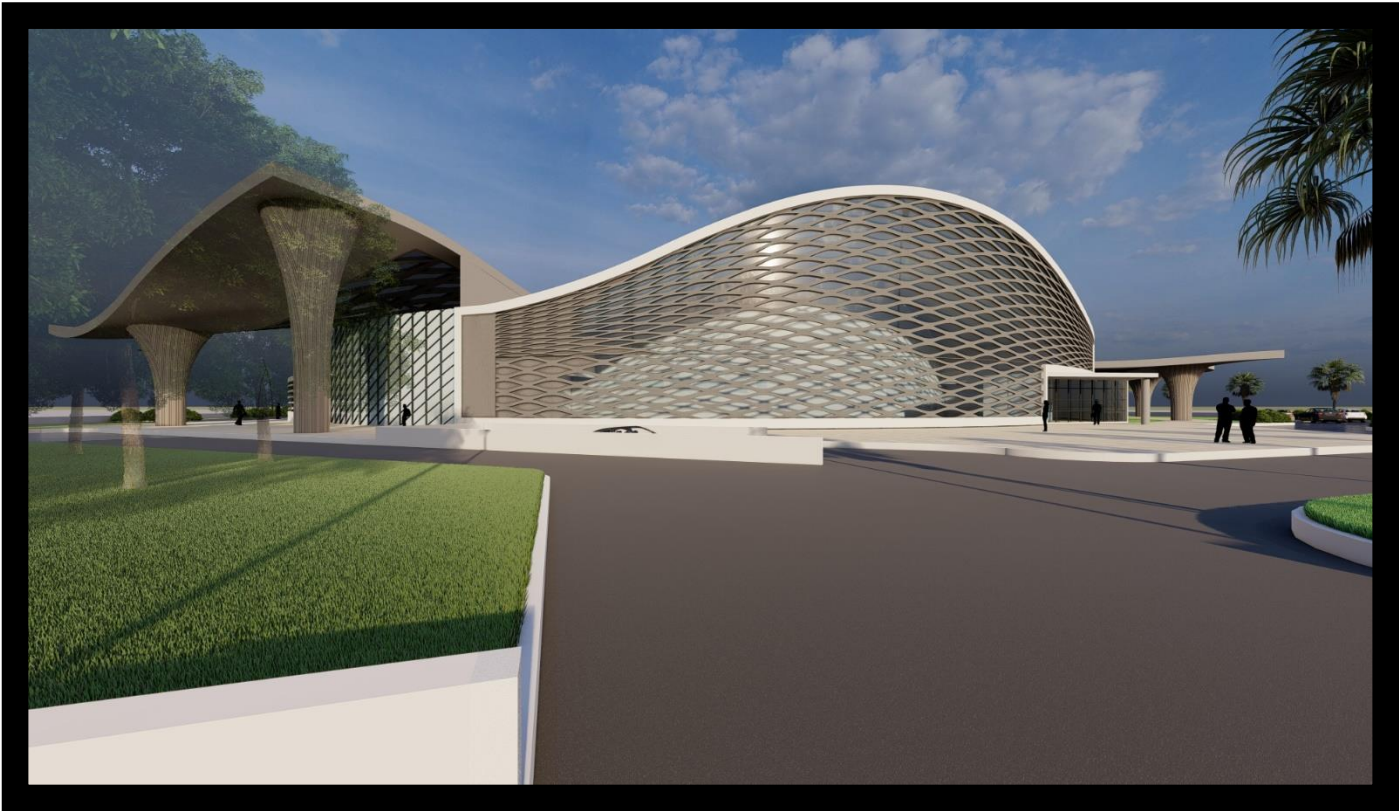
- Institut national de recherche et de sécurité.pdf
- www.msmanuals.com
- <https://slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle>.
- <https://www.infosteel.be/images/publicaties/construction-mixte-acier-beton-extrait.pdf>
- <https://fr.slideshare.net/slimanekemiha/structure-spatiale-tridimensionnelle>.
- www.infociments.fr
- <http://Confort Thermique-Jacques Taller, Université de liège.PDF>

Autres sources :

- Google Earth Pro.
- Invest in Alegria wilaya de Laghouat.
- PDAU POS de Laghouat.
- Station météo Laghouat.
- Autodesk Ecotect 2011. Autodesk Inc 2011.
- Energie plus



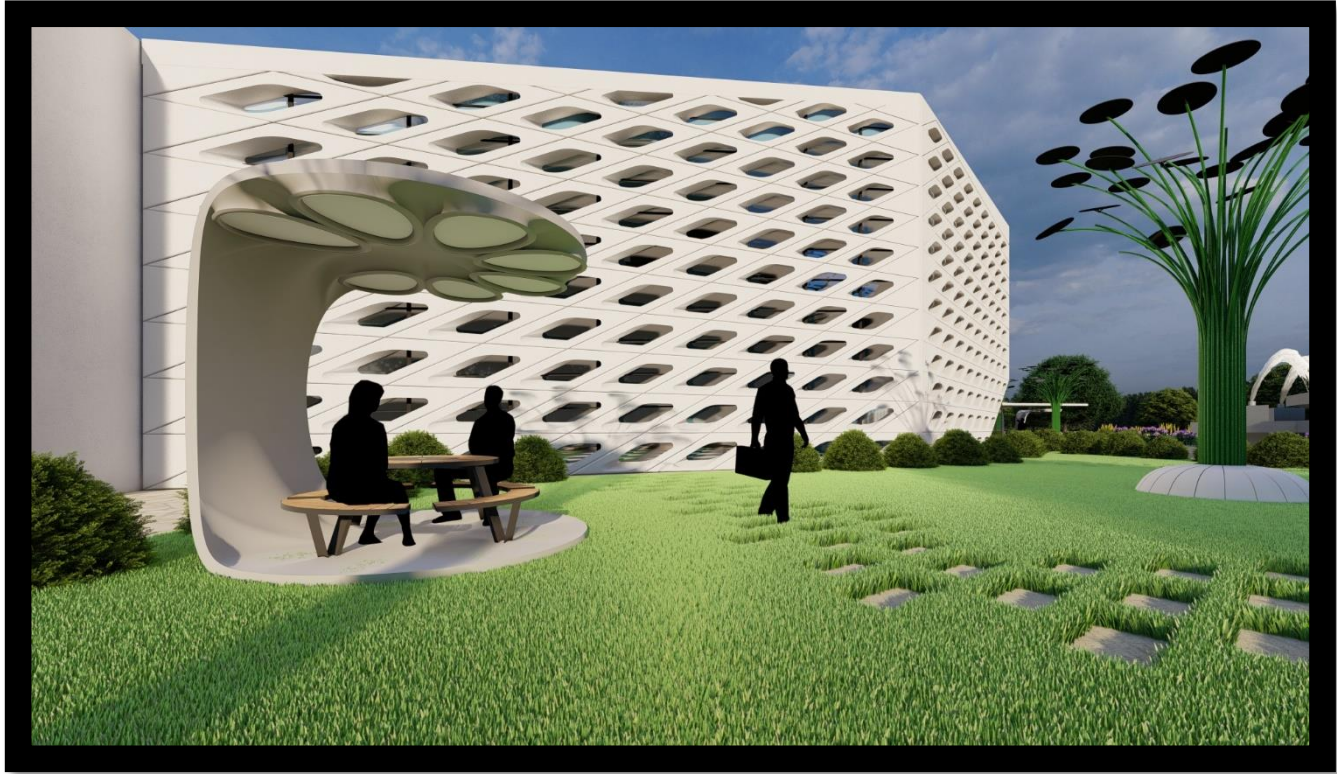
ANNEXE



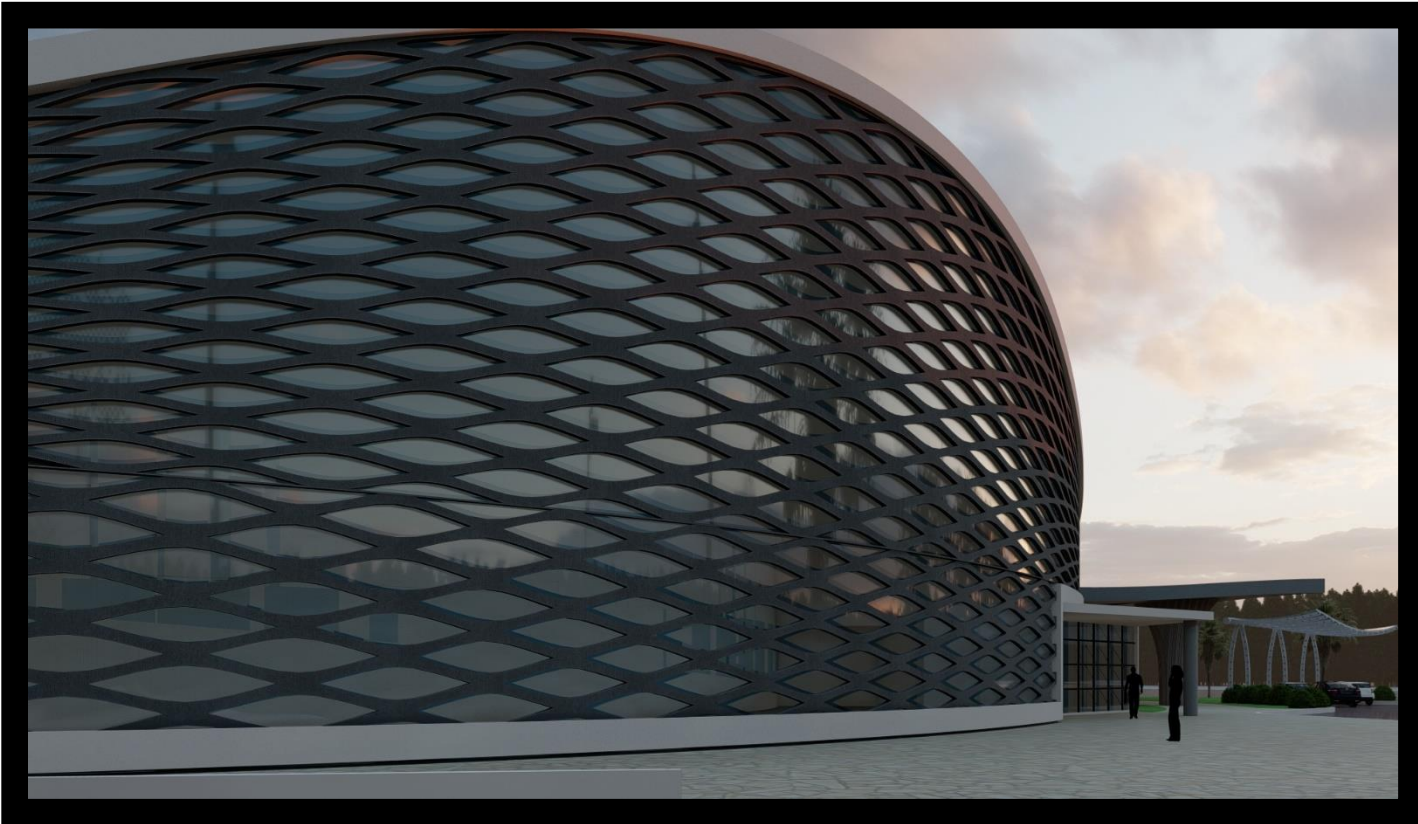
Les vues en 3d :

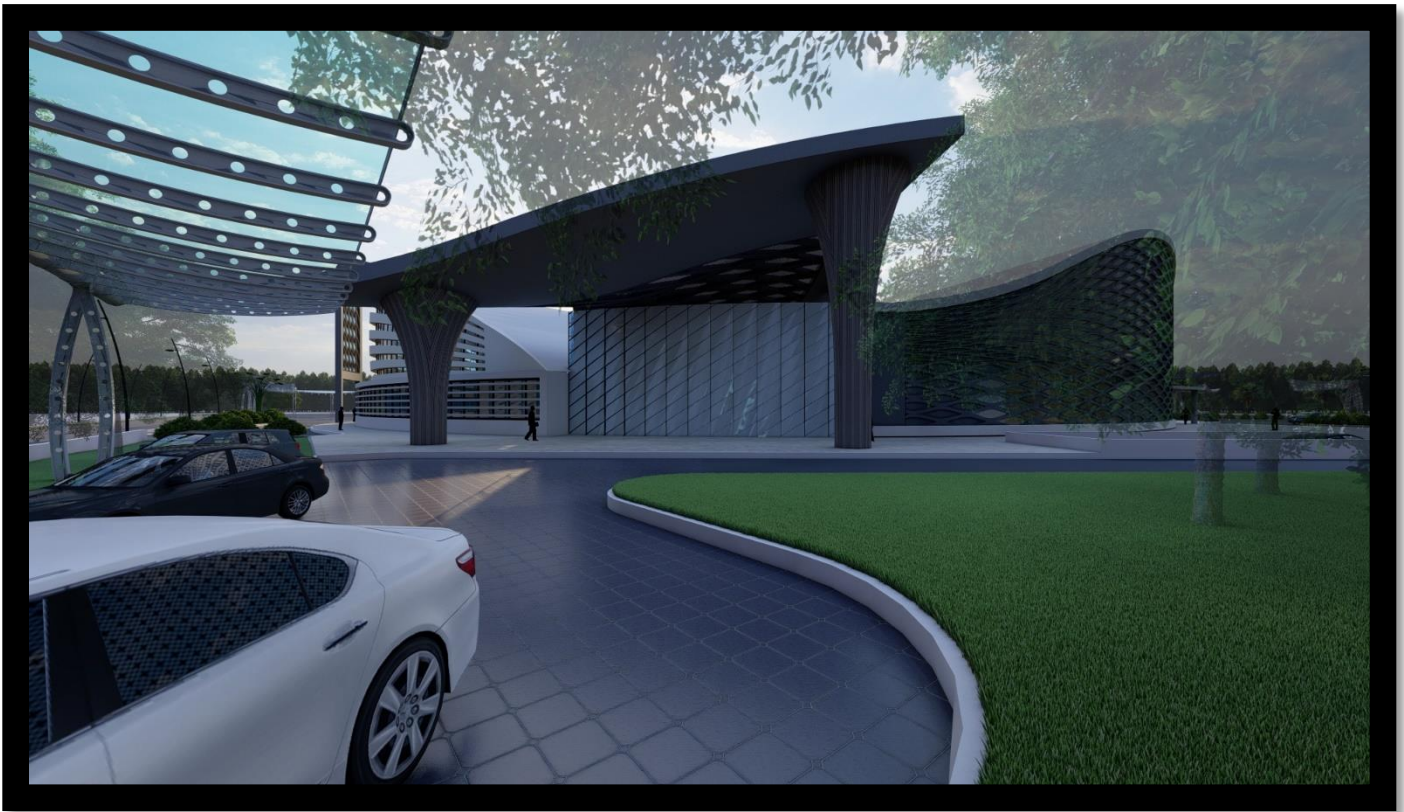
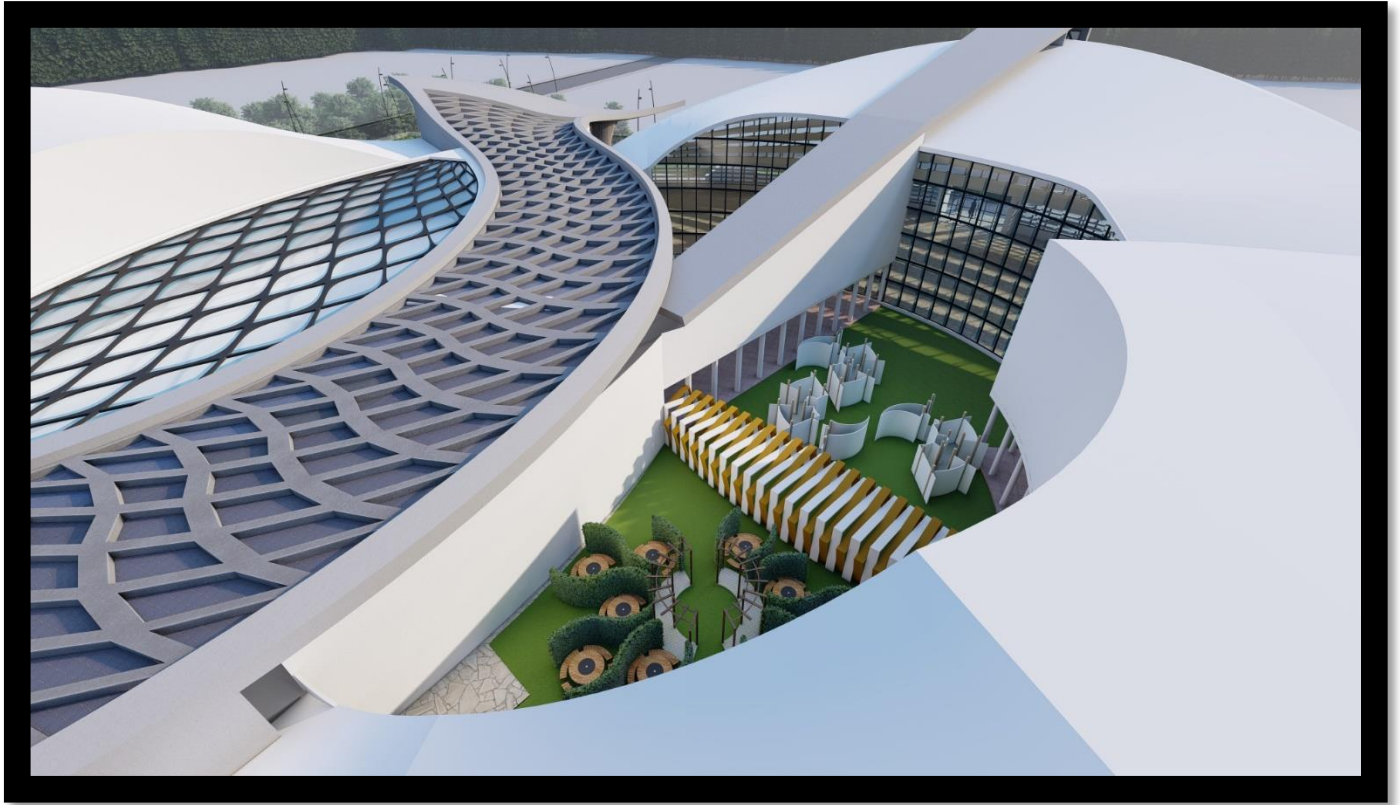






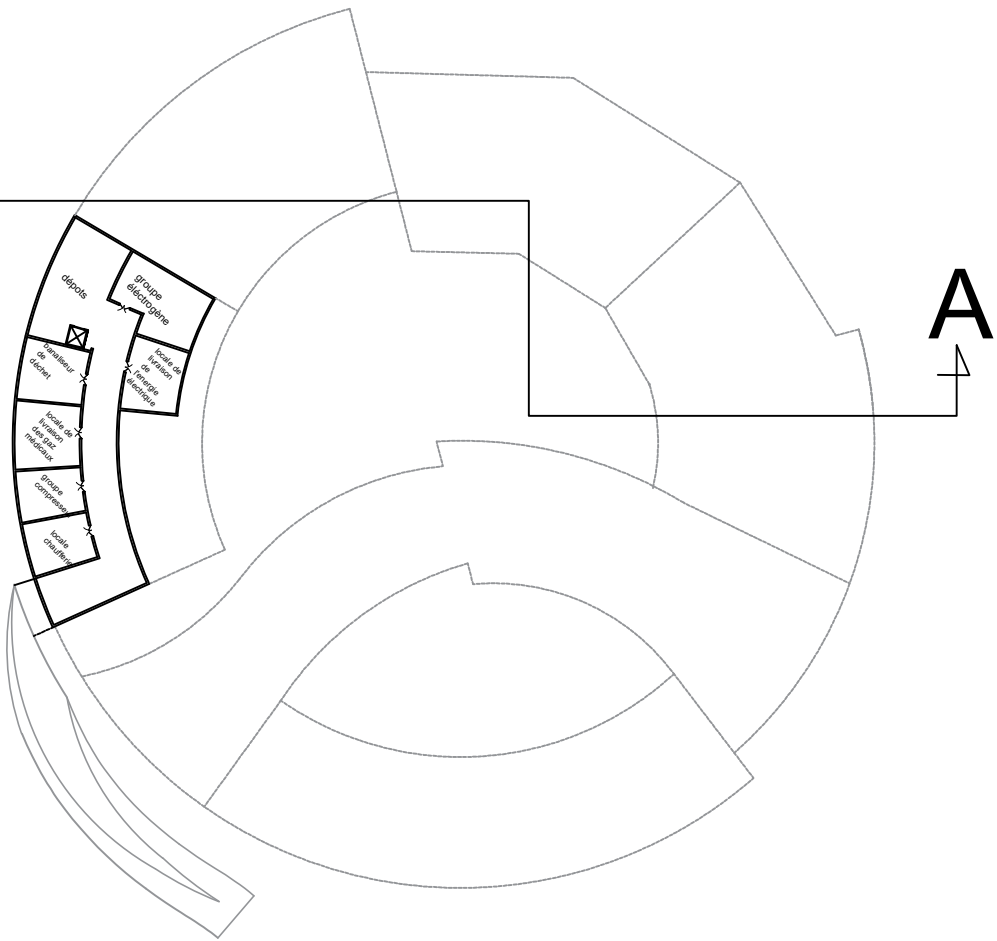




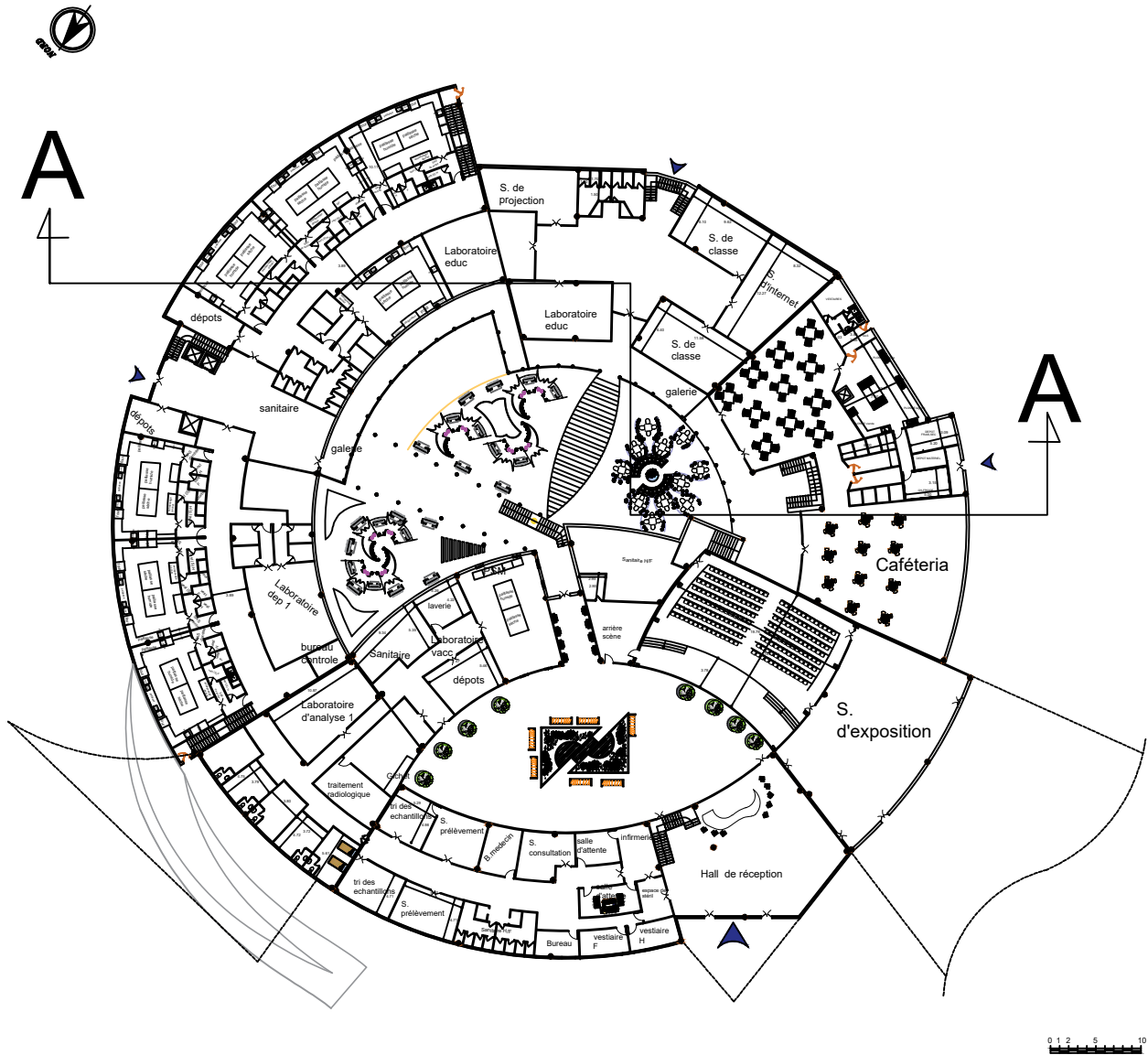




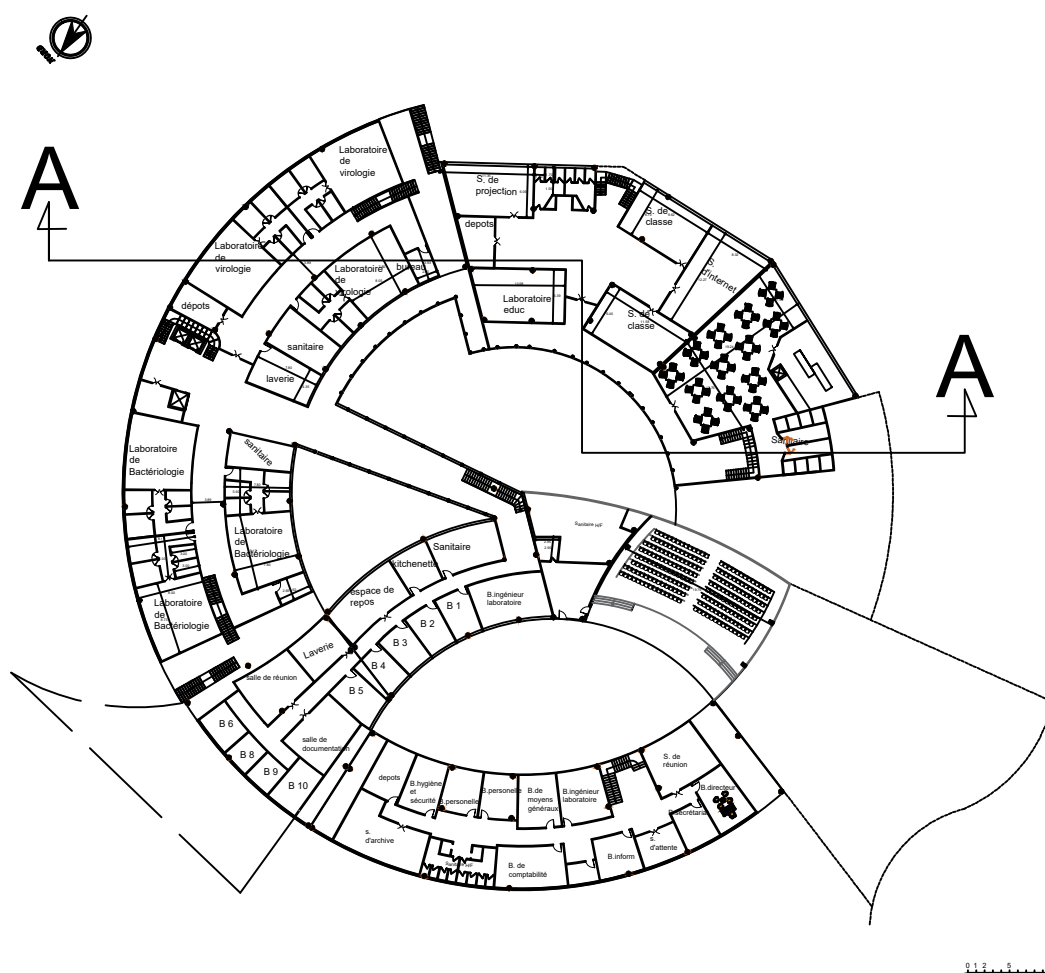
A



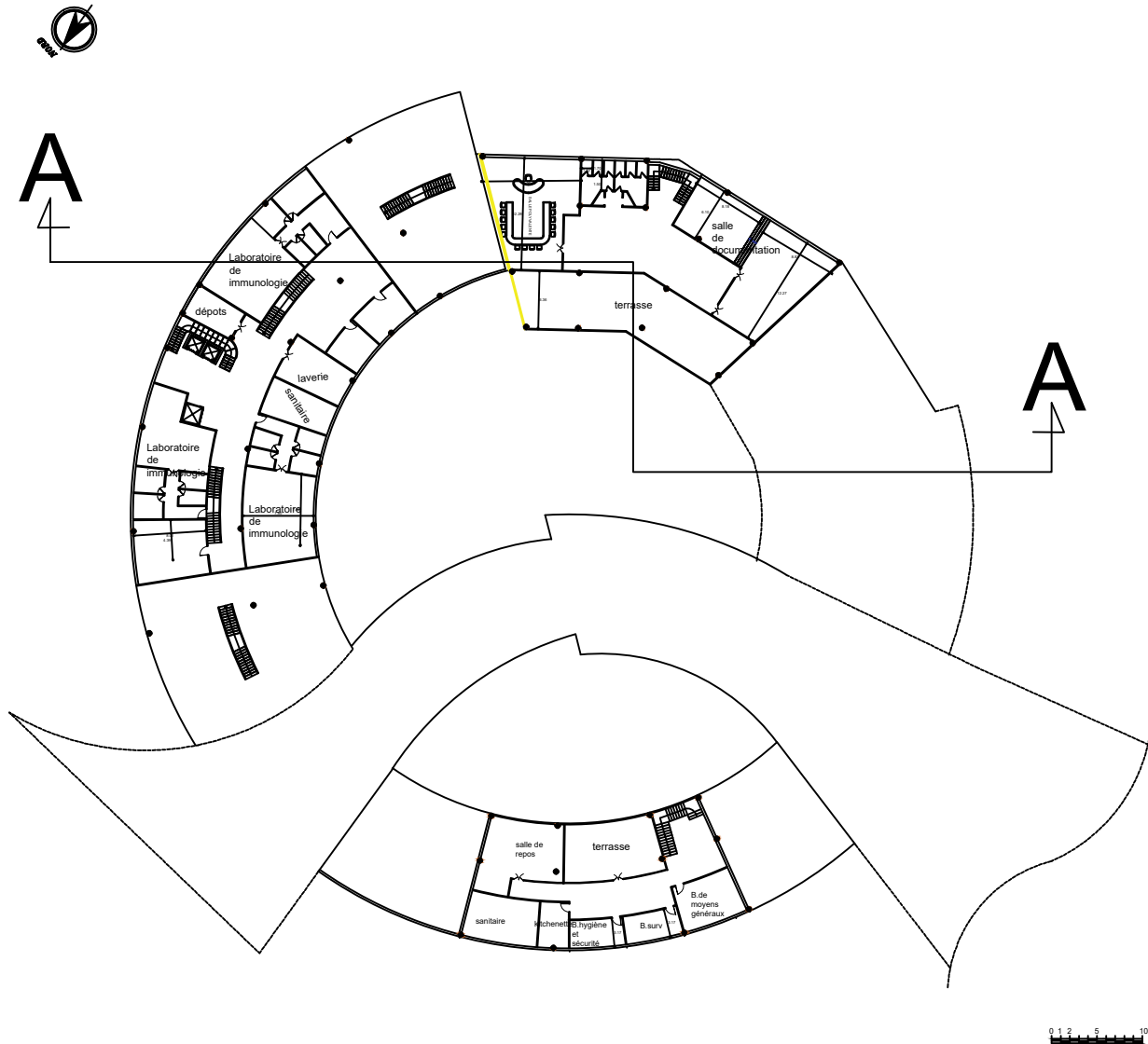
plan sous sol



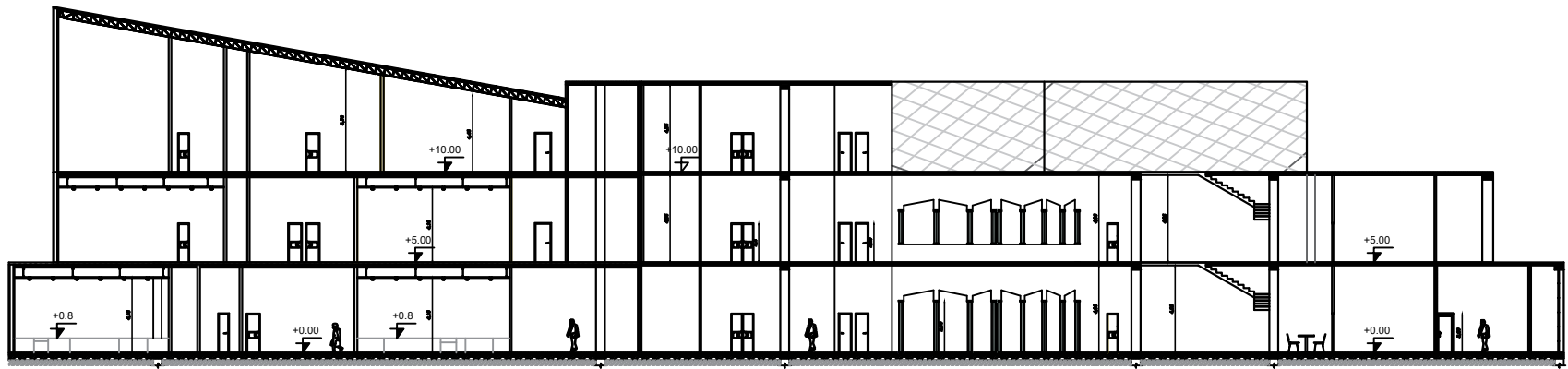
PLan RDC



PLan 1er étage



PLan 2ème étage



COUPE A-A