

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



UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEEN
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : Architecture et technologie
Habitat et équipement durable

**La recherche scientifique dans le cadre de la qualité
environnementale**

Projet : Centre de Recherche et de Formation en Biosciences à Tlemcen

Soutenue le 24 Juin 2019 devant le jury :

Président :	N.OUISSI	Professeur	UABT Tlemcen
Examineur :	A. MERZOUG	MAA	UABT Tlemcen
Examineur :	D. KLOUCHE	MAA	UABT Tlemcen
Encadreur :	Mme Khadidja El Bahdja .BENSAFI	MCB	UABT Tlemcen

Présenté par : **BENAHMED Houria**
Matricule : 15074-T-14

SEDDIKI Ikram
Matricule : 15071-T-14

Année académique : 2018-2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَدَلَّاهُ عَلَىٰ سُبُلِ الْإِيمَانِ الْأَقْوَامِ فَذَهَبَ عَنْهُ الْحُمُولُ
بِإِذْنِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمَ

Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier Le DIEUX tout puissant qui mérite les meilleures expressions de remerciement et de gratitude qui nous a donné la volonté, la santé et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

Nos remerciements les plus profonds s'adressent à notre encadreur Mme BENSAFI Khadidja El Bahdja qu'elle nous a suivi dans ce travail et nous a dirigé et conseillé. On la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa souplesse, son soutien et son expérience tout au long de cette période, et pour sa meilleure collaboration ; Veuillez trouver ici les expressions de nos sincères gratitude.

Nos vifs remerciements s'adressent aussi à Mr ABD EL KAWI et Mr TASFAOUE pour le temps qu'ils nous ont consacré et pour les précieuses informations qu'elles nous ont prodiguées avec intérêt et compréhension.

Nous exprimons également nos sincères remerciements à l'ensemble des membres du Jury

Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande amabilité de siéger parmi notre jury. Veuillez accepter ce travail, en gage de notre grand respect et notre profonde reconnaissance.

Dédicace

DIEU TOUT PUISANT MERCI D'ETRE TOUJOURS AU PRES DE MOI

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A ma chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour tous les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous ne portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours,

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A la mémoire de mon père

Ce travail est dédié à mon père, que Dieu garde son âme dans son vaste paradis

A mes chers frères Yassine et Mohammed

Que DIEU les bénisse

A ma famille, mes proches et à ceux qui ont toujours été à mes côtés et m'ont donné la force pour affronter tous les obstacles

A mon binôme Houria

Ce fut un honneur et un plaisir de travailler avec toi pour élaborer ce mémoire, pour tout cela je te dis merci et je te souhaite bonheur et santé

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès

A tous ceux que j'aime

Merci !

Dédicace

DIEU TOUT PUISANT MERCI D'ETRE TOUJOURS AU PRES DE MOI

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

Ma chère maman

Qu'elle m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études et qu'elle a souffert sans me laisser souffrir

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance

A mes grands-parents.

Que DIEU leurs donne une longue et heureuse vie

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité

Sans oublier mon binôme IKRAM pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

A ISLEM qui ma encourager et soutenir tout au long de mes étude que DIEU le protège et lui offre la chance et le bonheur

Et a tous mes amis, mes collègues et tous ceux qui m'estiment
Merci !

BENAHMED Houria

Résumé

L'homme a toujours voulu comprendre la société et l'environnement dans lesquels il vit, et depuis plusieurs siècles, c'est la recherche scientifique qui tente de répondre à ce besoin. Toute recherche contribue à créer ou à baliser le futur par le progrès des connaissances nouvelles dans plusieurs domaines, et la recherche médicale fait partie de ces domaines. Le constat actuel dans l'Algérie montre qu'il y a une négligence au niveau du secteur de la recherche médicale, ce qui nécessite de prendre l'initiative pour l'améliorer par le biais des bonnes pratiques et des éco gestes. Pour y parvenir, notre étude porte sur l'élaboration d'une solution pour cette problématique, cette dernière repose essentiellement sur la conception d'un centre de recherche et de formation en biosciences à Tlemcen suivant une approche durable afin de favoriser aux chercheurs un environnement favorable, sain et confortable.

Mots clefs : environnement, recherche scientifique, recherche médicale, formation, biosciences, approche durable.

Abstract

Man has always wanted to understand the society and the environment in which he lives, and for several centuries, the scientific research has been try to answer this need. Any research contributes to create or guide the future through the advancement of new knowledge in many areas, and medical research is one of those areas. The current situation in Algeria shows that there is a negligence in the medical research sector, which requires taking the initiative to improve it through good practices and eco-gestures. To achieve this, our study focuses on the development of a solution for this problem, which is essentially based on the design of a research and training center in Biosciences in Tlemcen following a sustainable approach to provide researchers with a favorable environment, healthy and comfortable.

Key words: environment, scientific research, medical research, training, biosciences, sustainable approach.

ملخص

لقد أراد الإنسان دائماً فهم المجتمع والبيئة التي يعيش فيها، ولعدة قرون، كان البحث العلمي يحاول تلبية هذه الحاجة. أي بحث يساهم في خلق أو توجيه المستقبل من خلال النهوض بمعرفة جديدة في العديد من المجالات، والبحوث الطبية هي واحدة من تلك المجالات. يوضح الوضع الحالي في الجزائر وجود إهمال في قطاع البحث الطبي، الأمر الذي يتطلب اتخاذ زمام المبادرة لتحسينه من خلال الممارسات الجيدة والإيماءات البيئية. لتحقيق ذلك، تركز دراستنا على تطوير حل لهذه المشكلة، والذي يعتمد بشكل أساسي على تصميم مركز للبحث والتكوين في العلوم الحيوية في تلمسان باتباع نهج مستدام مع تزويد الباحثين ببيئة ملائمة، صحية ومريحة.

الكلمات المفتاحية: البيئة، البحث العلمي، البحث الطبي، التكوين، العلوم الحيوية، نهج مستدام

Sommaire

Objet	page
Introduction générale	1
Motivation du choix de thème.....	2
Problématique.....	2
Hypothèse.....	4
Objectifs de recherche.....	4
Méthodologie de recherche.....	4
Structure du mémoire.....	4
Chapitre 1 : approche thématique	6
Introduction.....	7
1. La santé	7
2. La recherche scientifique	8
3. La recherche médicale.....	14
4. Le développement durable et son application dans l'architecture	16
5. Analyse des exemples.....	28
6. Synthèse générale.....	39
Conclusion.....	39
Chapitre 2 : La programmation architecturale et technique	40
Introduction.....	41
1. Les objectifs de la programmation.....	41
2. Les usagers et les utilisateurs.....	41
3. Programme de base.....	42
4. Organisation fonctionnelle et spatiale.....	43
5. Programme spécifique.....	45
6. Les exigences conceptuelles.....	50
Conclusion.....	62
Chapitre 3 : Analyse de site	63
Introduction.....	64
1. Présentation de la ville de Tlemcen.....	64
2. Analyse de site	66
3. Analyse des données climatiques	71
4. Les décisions selon la haute qualité environnementale.....	74
Conclusion	
Chapitre 4 : La conception architecturale	100
Introduction.....	101
1. L'idée du projet	101
2. La genèse du projet.....	101
3. Description du projet	106

4. La structure du projet	111
Conclusion	115
Conclusion générale	118
Bibliographie	119
Annexe	
Glossaire	122

Liste des tableaux		Page
Tableau 1	Notion de Chercheur publiant (2014-2016) sur trois ans par domaine...	3
Tableau 2	Les types de la recherche scientifique.....	8
Tableau 3	Classification des établissements de recherche.....	9
Tableau 4	Les grands domaines de la recherche scientifique en Algérie.....	9
Tableau 5	Les domaines de la recherche scientifique en Algérie.....	9
Tableau 6	Les centres de recherche à Tlemcen.....	14
Tableau 7	Les normes.....	20
Tableau 8	Les certifications et les labels.....	20
Tableau 9	Les critères d'évaluation de la durabilité en Algérie.....	21
Tableau 10	Tableau comparatif de l'analyse du contexte urbain des exemples.....	29
Tableau 11	Tableau comparatif de l'analyse programmatique des exemples.....	31
Tableau 12	Tableau comparatif de l'analyse fonctionnelle des exemples.....	33
Tableau 13	Tableau comparatif de l'analyse stylistique des exemples.....	35
Tableau 14	Tableau comparatif de l'analyse stylistique des exemples.....	37
Tableau 15	Les utilisateurs et leurs besoins et espaces.....	41
Tableau 16	Les usagers et leurs besoins et espaces.....	42
Tableau 17	Programme de base.....	42
Tableau 18	Le programme spécifique de chaque fonction.....	45
Tableau 19	Les niveaux de confinement.....	50
Tableau 20	Les atouts et les contraintes des trois sites.....	67
Tableau 21	Analyse comparative des trois sites.....	68
Tableau 22	Le tableau de Mahoney.....	71
Tableau 23	Les recommandations selon le tableau de Mahoney.....	72
Tableau 24	Les recommandations tirées selon la lecture du diagramme de Givoni...	73
Tableau 25	Les types de la toiture végétale.....	82
Tableau 26	Les procédures de gestion de déchets médicaux de laboratoire.....	90
Tableau 27	Taux des ouvertures de chaque face de bâti.....	94
Tableau 28	Eclairage des espaces.....	95

Liste des figures	Page
Figure 1 Evolution de la production scientifique de l'Algérie de 2000 à 2016 toutes disciplines confondues.....	3
Figure 2 Les grandes dates du développement durable.....	17
Figure 3 Les trois piliers du développement durable.....	17
Figure 4 Les différentes approches du développement durable.....	18
Figure 5 Les quatre familles de la HQE.....	22
Figure 6 Les volets de la durabilité en architecture.....	23
Figure 7 Les principes de la conception durable.....	23
Figure 8 L'efficacité énergétique d'un bâtiment.....	24
Figure 9 L'économie d'énergie.....	24
Figure 10 Les sources d'énergies renouvelables.....	25
Figure 11 Les trois flux d'eau au niveau du bâtiment.....	25
Figure 12 Un exemple des stratégies de gestion de l'eau dans un environnement sous le niveau de la mer.....	26
Figure 13 Les principes de la gestion des matériaux.....	26
Figure 14 Les objectifs de la programmation.....	41
Figure 15 La matrice des fonctions.....	43
Figure 16 L'organigramme fonctionnel.....	43
Figure 17 L'organigramme spatial.....	44
Figure 18 Le laboratoire de confinement 1.....	51
Figure 19 Le laboratoire de confinement 2.....	51
Figure 20 Le laboratoire de confinement 3.....	52
Figure 21 Le laboratoire de confinement 4.....	52
Figure 22 Quelques règles générales de sécurité au laboratoire.....	53
Figure 23 Les risques au laboratoire.....	53
Figure 24 Porte de laboratoire.....	54
Figure 25 Une coupe au niveau de laboratoire.....	54
Figure 26 Exemple d'une automate.....	55
Figure 27 Dimensions d'une paillasse de laboratoire.....	55
Figure 28 Sorbonne.....	55
Figure 29 Armoire ventilée.....	56
Figure 30 Fenêtre d'observation.....	56
Figure 31 Exemple d'un hall d'accueil.....	56
Figure 32 Bureau de directeur.....	57
Figure 33 Dimensions autour du plan du travail.....	57
Figure 34 Exemple d'un restaurant.....	57
Figure 35 Organisation des tables.....	57
Figure 36 Médiathèque.....	58
Figure 37 Exemple d'une salle de lecture d'une médiathèque.....	58
Figure 38 Auditorium.....	58
Figure 39 Dimensionnement des escaliers.....	58
Figure 40 Exemple d'un dortoir.....	59
Figure 41 Exemple d'un dortoir.....	59
Figure 42 Exemple d'un monte-charge.....	60
Figure 43 Dimensionnement d'un monte charge en plan et en coupe.....	60
Figure 44 Exemple d'animalerie.....	60
Figure 45 Les sanitaires.....	61
Figure 46 Alarme d'incendie.....	61

Figure 47	Le système Sprinkler.....	62
Figure 48	La situation de Tlemcen.....	64
Figure 49	Différentes périodes de l'évolution historique de Tlemcen.....	65
Figure 50	Lumière et radiation sur une surface horizontale à Tlemcen.....	65
Figure 51	Moyenne maximale et minimale de température à Tlemcen.....	65
Figure 52	Moyenne de l'humidité relative et de précipitation maximale et les données moyens par mois.....	65
Figure 53	Les vents dominants à Tlemcen.....	65
Figure 54	Plan de situation des différents sites.....	66
Figure 55	La situation du site 1.....	66
Figure 56	La situation du site 2.....	67
Figure 57	La situation du site 3.....	67
Figure 58	La situation de Chetouane par rapport à Tlemcen.....	68
Figure 59	vue satellite de la commune de Chetouane.....	68
Figure 60	La situation de site.....	68
Figure 61	Les limites de site.....	69
Figure 62	Le lycée.....	69
Figure 63	Les zones agricoles.....	69
Figure 64	La RN 22c.....	69
Figure 65	Le schéma d'accessibilité au site.....	69
Figure 66	Les courbes de niveaux.....	69
Figure 67	Coupe A-A'.....	70
Figure 68	Coupe B-B'.....	70
Figure 69	Carte des équipements structurants.....	70
Figure 70	Le diagramme bioclimatique (GIVONI) pour le climat de Tlemcen.....	73
Figure 71	Le site d'implantation du projet avec sans environnement immédiat.....	74
Figure 72	Les étapes de la délimitation du site.....	74
Figure 73	La liaison des voies mécaniques.....	74
Figure 74	La projection de la voie mécanique.....	74
Figure 75	La tache bâtie par rapport au site.....	75
Figure 76	Exemple d'une construction en béton autonettoyant.....	75
Figure 77	Vitre autonettoyante.....	75
Figure 78	La brique pleine.....	76
Figure 79	Dalle pvc d'un laboratoire.....	76
Figure 80	Sol stratifié d'un bureau.....	76
Figure 81	Exemple d'un hall d'exposition en marbre.....	76
Figure 82	Exemple d'un espace humide.....	77
Figure 83	Exemple d'un cloison en brique plâtrière.....	77
Figure 84	Mur coupe-feu.....	77
Figure 85	Exemple de cloisons amovibles vitrées dans des bureaux.....	77
Figure 86	Panneaux sandwichs.....	77
Figure 87	Représentation d'une cloison en béton cellulaire.....	77
Figure 88	Exemple faux plafond en plaque de plâtre.....	78
Figure 89	Exemple salle de bain.....	78
Figure 90	Exemple dalle plafond pour laboratoire.....	78
Figure 91	L'emplacement du chantier par rapport au site.....	78
Figure 92	les travaux dans un chantier.....	79
Figure 93	L'abri du vent dans un chantier.....	79
Figure 94	Le tri des déchets.....	79

Figure 95	la station de lavage « BETONNET compact ».....	79
Figure 96	Les solutions passives au niveau du projet.....	80
Figure 97	Structure d'un mur végétalisé.....	81
Figure 98	La serre	81
Figure 99	Structure d'une toiture végétalisé extensive.....	83
Figure 100	Les solutions actives au niveau du projet.....	83
Figure 101	Principe de fonctionnement d'une station biomasse.....	84
Figure 102	L'énergie solaire.....	85
Figure 103	Principe de l'énergie solaire photovoltaïque.....	85
Figure 104	Le principe de fonctionnement de l'énergie solaire.....	85
Figure 105	Chauffe-eau solaire.....	86
Figure 106	Le principe de fonctionnement des capteurs solaire.....	86
Figure 107	Lampadaire solaire dans l'aménagement extérieur.....	87
Figure 108	Lampadaire solaire (all in one) dans espace de stationnement.....	87
Figure 109	La gestion d'eau dans l'assiette.....	87
Figure 110	Récupérateur eau enterrée.....	88
Figure 111	Utilisation de l'eau récupérée.....	88
Figure 112	Représentation du système des tranchées drainantes d'infiltration.....	88
Figure 113	L'infiltration d'eau dans le système des tranchées drainantes.....	89
Figure 114	Tuyau PEHD.....	89
Figure 115	Exemple de l'arrosage.....	89
Figure 116	Nettoyage des locaux.....	89
Figure 117	Les systèmes de récupération des déchets.....	91
Figure 118	Le stockage, la collecte et l'incinération des déchets dangereux	91
Figure 119	La gestion des déchets au niveau du bâti.....	92
Figure 120	Les critères du confort visuel.....	94
Figure 121	L'orientation des fonctions.....	94
Figure 122	La répartition des points d'eau et végétation dans le bâti.....	95
Figure 123	Exemple du système VMC	96
Figure 124	Principe de fonctionnement de la ventilation double flux dans un laboratoire.....	96
Figure 125	Exemple d'une tenue de protection.....	97
Figure 126	Exemple des dispositifs techniques.....	97
Figure 127	Schéma de principe 1.....	97
Figure 128	Schéma de principe 2.....	98
Figure 129	Schéma de principe 3.....	98
Figure 130	Schéma de principe 4.....	99
Figure 131	Anticorps.....	101
Figure 132	Vue d'un anticorps.....	101
Figure 133	Schéma 1 de la 1 ^{ère} étape.....	102
Figure 134	Schéma 2 de la 1 ^{ère} étape.....	102
Figure 135	Schéma récapitulatif de l'évolution de la volumétrie.....	104
Figure 136	Stades d'élimination des complexes immuns.....	105
Figure 137	Principe d'aménagement extérieur.....	105
Figure 138	Schéma relationnel de la masse bâti avec les espaces extérieurs du projet.....	106
Figure 139	Schéma fonctionnel du sous-sol.....	107
Figure 140	Schéma fonctionnel du RDC.....	107
Figure 141	Schéma fonctionnel du R+1.....	108
Figure 142	Schéma fonctionnel du R+2.....	108

Figure 143	Schéma fonctionnel du local technique.....	109
Figure 144	Exemple de bio mimétisme, Esplanade Theater.....	109
Figure 145	Le signe du cerveau.....	110
Figure 146	Exemple de traitement de façade.....	110
Figure 147	Exemple de la double peau.....	110
Figure 148	le Centre culturel Heydar par Zaha Hadid.....	110
Figure 149	Le projet titanesque par Zaha Hadid.....	110
Figure 150	Représentation de la semelle filante et la semelle isolée.....	111
Figure 151	Solution dans le cas de deux semelles très rapprochées.....	111
Figure 152	Présentation d'un radier.....	111
Figure 153	Mur voile.....	111
Figure 154	Présentation schématique du joint de rupture et de dilatation.....	112
Figure 155	Assemblage poteau et poutre.....	113
Figure 156	Représentation du plancher collaborant.....	113
Figure 157	la mise en œuvre d'un plancher collaborant sur un appui en acier.....	114
Figure 158	Exemple d'un jardin botanique avec une structure métallique.....	114
Figure 159	Un exemple d'une halle en charpente métallique.....	114

Liste des annexes		Page
Annexe A	Textes réglementaire de la création, d'organisation et du fonctionnement de laboratoire de recherche.....	XIV
Annexe B	Les 14 cibles de la démarche HQE.....	XIV
Annexe C	Le bilan énergétique	XIV

Liste des abréviations

ANVREDET : agence nationale de valorisation des résultats de la recherche et du développement technologique

Acermi : l'Association pour la certification des matériaux isolants

BREEM : Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BBCA : Bâtiment bas carbone de l'Association BBCA

CAC : centre anti cancéreux

CDER : centre de développement des énergies renouvelables

CERIST : centre de Recherche sur l'Information scientifique et technique

CDTA : centre de développement des technologies avancées ;

CRTI : centre de recherche en technologie industriel

CRSTDLA : centre de recherche scientifique et technique sur le développement de la langue arabe

CREAD : centre de recherche en économie appliquée pour le développement

CRTSE : centre de recherche en technologie des semi-conducteurs pour l'énergétique

CRASC : centre de recherche en anthropologie sociale et culturelle

CRSTRA : Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides

CRBt : Centre de recherche en biotechnologie

CRAPC : Centre de recherche scientifique et technique en analyses physico – chimiques

C.N.R : conseil national de la recherche

C.P.P.R : comité permanent de planification de la recherche

C.E.N : Commissariat aux énergies nouvelles

CNERIB : Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment

CRAPC : Centre de recherche scientifique et technique en analyses physico – chimiques

C.N.R : conseil national de la recherche

C.P.P.R : comité permanent de planification de la recherche

C.E.N : Commissariat aux énergies nouvelles

DGRSDT : direction générale de la recherche scientifique et du développement technologique

DD : développement durable

DTR : document technique réglementaire

EDD : évaluation de la durabilité

HQE : haute qualité environnementale

HPE : haute performance énergétique

HEPA : High Efficiency Particulate Air

ISO : Organisation internationale de normalisation.

LEED : Leadership in Energy and Environmental Design

ISO : Organisation internationale de normalisation).

LED : light-emitting diode

OMS : Organisation mondiale de la santé

OCS : organisation de coopération scientifique

O.N.R.S : organisme national de la recherche scientifique

ONU : Organisation des nations Unies

PSM : Les postes de sécurité microbiologique

RTETBN : Réglementation thermique et énergétique tunisienne des bâtiments neufs

THPE : très haute performance énergétique

URNOP : unité de recherche neurosciences cognitives - orthophonie – phoniatrie

URMER : unité de recherche matériaux et énergies renouvelables

URALUB : unité de recherche lithiases urinaires et biliaires

VMC : Ventilation mécanique contrôlée

Introduction générale

Introduction

L'environnement est tout ce qui nous entoure. Il agit de manière directe sur l'organisme humain. La qualité de l'air que nous respirons, de l'eau que nous buvons et des aliments que nous mangeons, ainsi que les objets que nous utilisons, le bruit que nous subissons sont autant de facteurs qui influencent notre santé de manière positive ou négative. Ils agissent sur le corps humain à travers les voies respiratoires, le système digestif, la peau et les organes des sens.

Depuis plusieurs décennies, on constate une augmentation de diverses maladies : cancers, maladies respiratoires, dérèglements hormonaux, désordres neurologiques, troubles de la fertilité, etc. Aujourd'hui, selon certaines estimations reprises par l'OMS,¹ 25 à 33 % des maladies dans le monde seraient dues à des facteurs environnementaux. Pour le Bureau Européen de l'OMS, le lien entre la dégradation de l'environnement et une mauvaise santé est clairement démontré, mais les recherches doivent être approfondies pour comprendre ces questions complexes.²

La recherche scientifique apporte une contribution très importante à nos efforts pour préserver la santé et combattre les maladies. Elle contribue à l'émergence de connaissances nouvelles et à l'élaboration de meilleurs outils pour exploiter les connaissances existantes.

La recherche en santé peut contribuer dans une large mesure à améliorer la santé et l'équité face aux soins en mettant au point et en évaluant des interventions sanitaires, en donnant les moyens pour changer certains comportements peu sains et en guidant la prise de décisions dans le domaine sanitaire. Il est aujourd'hui largement admis que la recherche médicale constitue un élément clé de la réalisation des objectifs de développement relatifs à la santé et convenus sur le plan international, notamment les objectifs sanitaires.

Motivation

Vue la propagation de nombreuses maladies en Algérie, l'absence de la thérapie et l'insuffisance d'une structure de recherche médicale à l'échelle nationale (institut Pasteur) et régional ce qui engendre la fuite des cerveaux à l'étranger, ainsi que la présence des équipements qui nécessitent ce type de projet à Tlemcen tels que le centre anti cancéreux (CAC), l'hôpital, la faculté de médecine et le département de biologie. Notre choix est porté sur la recherche scientifique en santé à Tlemcen car la recherche scientifique et le développement technologique constituent des volets importants et essentiels pour la croissance économique et sociale du pays.

Problématique

La situation de la recherche scientifique médicale dans les pays sous-développés illustre clairement la négligence et le mépris pour ce secteur caractérisé par plusieurs aspects négatifs, notamment l'affectation de budgets dérisoires pour ce domaine, l'absence quasi totale des établissements et des structures dédiées à la connaissance et à la valorisation de ce type de

¹ L'organisation mondiale de la santé (OMS) est l'institution spécialisée des Nations Unies pour la santé. Elle a été fondée le 7 avril 1948. Elle a pour but d'amener tous les peuples au niveau de santé le plus élevé possible

² <http://les.cahiers-developpement-durable.be/vivre/10-sante-et-environnement-definitions/>

recherche, le blocage administratif des carrières des chercheurs et enseignants, gestion administrative des bilans des institutions et autres infrastructures, etc.

Le cas de l'Algérie ne fait pas exception malgré l'augmentation du nombre des chercheurs dans plusieurs domaines liés à la santé (voir la figure 1 et le tableau 1) ; et l'existence de tous les facteurs indispensables à l'expression scientifique de ses compétences, qui sont dans le meilleur des cas poussées à se reconverter dans d'autres métiers plus valorisés sociologiquement ou forcés à l'exil inverse car trouvant le moyen de briller dans des domaines de pointe jadis monopolisés par les Occidentaux. D'ailleurs des milliers de chercheurs dans le domaine médical, cadres et autres compétences algériennes sont recrutés par des institutions étrangères de réputation et peuvent décrocher des contrats de travail selon leurs aspirations car ces pays ne font pas de politique de la science mais ont une politique pour la science, la connaissance et le savoir.

L'Algérie est confrontée aujourd'hui à une brusque augmentation des maladies qui fait peser une charge supplémentaire sur le système de santé, ce système reste inéquitable et la qualité des soins et les différentes prestations assurées ne sont pas satisfaisantes.

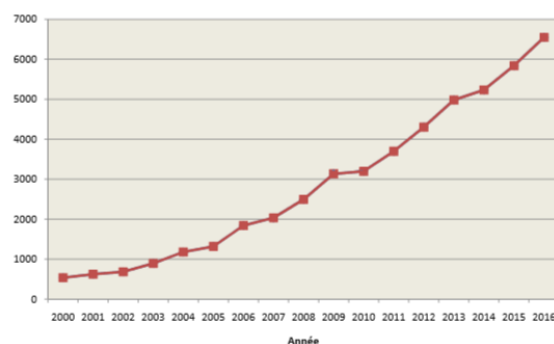


Figure 1. Evolution de la production scientifique de l'Algérie de 2000 à 2016 toutes disciplines confondues. (source : <http://www.dgrsdt.dz/DG/Etat-Lieux-RS-programme-DGRSDT-2018.pdf>)

Tableau 1. Notion de Chercheur publiant (2014-2016) sur trois ans par domaine. (source : <http://www.dgrsdt.dz/DG/Etat-Lieux-RS-programme-DGRSDT-2018.pdf>)

Domaines	Nombre de Chercheurs	Publi	citation	Pub/Cher	Cit/che
Sciences de la Décision	35	303	231	9,4688	7,21875
Physique et Astronomie	1592	3183	6022	3,1894	6,03407
Pharmacologie, Toxicologie et Pharmaceutique	285	685	931	3,186	4,33023
Génie Chimique	621	966	2811	2,5829	7,51604
Energie	1009	1421	3792	2,4291	6,48205
Informatique	2329	3739	4028	2,403	2,58869
Neurosciences	51	66	208	1,5714	4,95238
Sciences des Matériaux	3765	2772	7180	1,32	3,41905
Professions de la Santé	49	41	50	1,2813	1,5625
Ingénierie	9129	5829	10117	1,1552	2,00495
Mathématiques	2530	2232	2799	1,1417	1,43171
Biochimie, Génétique et biologie moléculaire	1411	912	1958	1,0471	2,24799
Sciences de l'Environnement	2205	1218	2041	1,0008	1,67707
Médecine	1336	1157	2883	0,9538	2,37675
Chimie	3219	1782	4257	0,8946	2,13705
Immunologie et Microbiologie	637	305	977	0,755	2,41832
Sciences de la Terre et des Planètes	1708	703	1100	0,6113	0,95652
Agronomie et Biologie	2795	785	1823	0,446	1,0358
Sciences Vétérinaires	365	121	211	0,3941	0,6873
Commerce, Gestion et Comptabilité	2058	165	164	0,1226	0,12184
Sciences Sociales	5886	395	207	0,0962	0,05039
Dentisterie	95	7	6	0,0737	0,06316
Economie, Econométrie et Finances	2330	70	60	0,0421	0,0361
Arts et Sciences Humaines	6819	162	131	0,0341	0,02757
Psychologies	1328	16	42	0,0175	0,04595

D'où notre question de départ est la suivante :

A la lumière d'une telle situation, comment veut-on donc, lutter contre la fuite des cerveaux en Algérie ? Et comment développer la recherche scientifique dans le domaine de la santé pour freiner la gravité et la propagation de ces maladies tout en respectant l'environnement ?

Hypothèse

Ce qui nous amène à l'hypothèse suivante :

- La projection d'un centre de recherche en biosciences à Tlemcen suivant une approche durable et environnementale va permettre la création d'un environnement favorable, sain et confortable aux chercheurs ce qui va développer la recherche en santé en Algérie.

Objectifs

Les objectifs de notre étude sont :

- Recouvrir les besoins nationaux et régionaux en matière d'équipements dans le domaine de la recherche médicale afin de limiter la fuite des cerveaux et freiner la propagation des maladies.
- Favoriser et mettre en valeur le domaine de la recherche scientifique en santé par la création d'un centre de recherche en biosciences.
- Concevoir un bâtiment emblématique pour la recherche de pointe en termes de l'efficacité du programme, la conservation de l'énergie et le confort thermique.

Méthodologie de recherche :

Pour entamer cette recherche, nous avons défini une méthodologie de recherche composée de 3 phases suivant l'approche synthétique et multicritères (voir glossaire).

- **La phase 1 : collecte des informations**

Elle nous permet de collecter un ensemble des connaissances et des données liés au thème choisi à partir de la visite des directions, la recherche bibliographique (livres, documents et les articles) et la consultation des sites Internet.

- **La phase 2 : analyse**

Cette phase comprend tout d'abord l'analyse thématique (une recherche liée au thème) puis l'analyse du site (arbitrage entre différents sites)

- **La phase 3 : la conception architecturale**

Cette phase a pour but de concevoir un projet architectural suivant une approche durable.

Structure de mémoire :

Notre mémoire est composé de quatre chapitres, introduit par une **introduction générale** qui comprend tout d'abord une introduction et la motivation du choix de thème, puis les concepts

de la recherche (la problématique, hypothèse et les objectifs), ainsi que la méthodologie et la structure de mémoire.

Dans **le premier chapitre (approche thématique)**, un cadre théorique lié au thème sera fondé, ce cadre comprend tout d'abord les concepts de la recherche scientifique généralement et la recherche en santé spécifiquement, puis il présentera l'architecture durable et ses volets, et après il concentrera sur l'étude des exemples pour tirer des recommandations permettront de cerner toutes les exigences du projet.

Le deuxième chapitre (la programmation architecturale et technique) définit le programme nécessaire du notre projet après l'interprétation quantitative et qualitative des besoins, ainsi que l'aspect technologique en étudiant le système constructif et les techniques de l'architecture durable.

Le troisième chapitre représente **l'analyse de site** sous forme de deux sections. La première comprend un bref aperçu sur la ville de Tlemcen, et la deuxième comporte d'abord une analyse comparative des trois sites d'intervention, puis une étude sur le site choisi. Ce qui nous permettra par la suite de dégager toutes les informations utiles afin de prendre les décisions pour passer à l'esquisse.

Le quatrième chapitre (la projection architecturale) va proposer la conception schématique du projet qui va justifier et confirmer notre hypothèse afin d'atteindre les objectifs.

En fin, la recherche sera résumée par une **conclusion générale**

Chapitre 1 : Approche thématique

Ce chapitre expliquera dans un premier temps les différentes notions liées à la recherche scientifique, à la recherche médicale et au développement durable (DD) en architecture. Ensuite, il exposera l'analyse des exemples thématiques, choisis avec soin, afin de comprendre leurs fonctionnements et l'application de la démarche du DD et de tirer profits des enseignements et des recommandations à suivre dans la suite du processus conceptuel de notre projet de fin d'étude.

1. La santé

1.1. Définition de la santé :

Selon l'OMS : « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. »³

1.2. Les déterminants de la santé :

- Environnement (écologique, familial, social, économique, culturel, politique) ;
- Biologie humaine (capital génétique) ;
- Modes de vie (comportement de santé individuels) ;
- Organisation des soins de santé (services).⁴

1.3. Facteurs influents sur l'état de santé

- Facteurs sanitaires (état des connaissances médicales et nutritionnelles) ;
- Facteurs géographiques (richesses naturelles, climat, communications) ;
- Facteurs démographiques (répartition des populations par âge, politique gouvernementale devant la planification familiale, concentration urbaine et dissémination rurale, migrations) ;
- Facteurs psychoculturels (scolarisation, mentalité des populations devant les problèmes sanitaires) ;
- Facteurs socio-économiques (habitat, urbanisation et aménagement rural, modes de vie, situation de l'emploi) ;
- Facteurs politiques (planification économique et sociale, législation sanitaire, aide internationale).

1.4. La promotion de la santé

Pour l'OMS : la promotion de la santé est un processus qui donne aux populations les moyens d'assurer un plus grand contrôle sur leur propre santé, de l'améliorer.

Quelles actions pour la promotion de la santé ?

- **Élaboration de politiques pour la santé** : elles associent des approches différentes, mais complémentaires : (mesures législatives, financières, fiscales, changements organisationnels) qui favorisent davantage d'équité.

³ L'organisation mondiale de la santé (OMS)

⁴ Les déterminants de la santé selon M. Lalonde 1974

- **Réorientation des services de santé** : les services de santé en lien avec les professionnels de santé doivent d'engager vers la promotion de la santé.
- **Création d'environnements favorables** :
 - La promotion de la santé engendre des conditions de vie et de travail plus sûres, stimulantes, gratifiantes et agréables.
 - L'évaluation des effets sur la santé d'un environnement en évolution rapide notamment dans les domaines de la technologie, du travail, de l'énergie et de l'urbanisation est indispensable et doit être suivie d'une action garantissant le caractère positif de ces effets sur la santé du public.
 - La protection des milieux naturels et la conservation des ressources naturelles, doivent être prises en compte dans la stratégie de promotion de la santé.⁵

2. La recherche scientifique

2.1. Définition de la recherche scientifique :

La recherche scientifique est un processus dynamique ou une démarche rationnelle qui permet d'examiner des phénomènes ; des problèmes à résoudre et d'obtenir des réponses précises à partir d'investigation. Ce processus se caractérise par le fait qu'il est systématique et rigoureux et conduit à l'acquisition de nouvelles connaissances.⁶

2.2. Les types de la recherche scientifique :

On distingue plusieurs types de recherches (Tableau 2) :

Tableau 2. Les types de la recherche scientifique (source : cours d'initiation à la méthodologie de recherche pdf)

La recherche fondamentale	La recherche appliquée	La recherche innovation	La recherche pure
Désigne des travaux expérimentaux ou théoriques entrepris essentiellement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements de phénomènes ou de faits observables, sans qu'aucune application ou utilisation pratiques ne soient directement prévues.	Vise à discerner les applications possibles des résultats d'une recherche fondamentale ou à trouver des solutions nouvelles permettant à l'entreprise d'atteindre un objectif déterminé choisi à l'avance. Le résultat d'une recherche appliquée consiste en un modèle probatoire de produit, d'opération ou de méthode.	Loin d'être limité aux laboratoires de recherche, le champ de l'innovation englobe l'ensemble des utilisateurs, des fournisseurs et des consommateurs – que ce soit dans les administrations publiques, les entreprises ou les organismes à but non lucratif – et elle transcende les frontières entre pays, secteurs et institutions.	Donnée de tout objectif à caractère de développement ; elle permet l'accumulation de connaissances et l'élaboration de théories.

⁵ Présentation au sujet : «La promotion de la santé, L'éducation pour la santé, La prévention, L'éducation thérapeutique du patient Pr. Loïc Josseran loic.josseran@uvsq.fr Laboratoire.»

⁶ www.larousse.fr

2.3. L'objectif de la recherche scientifique :

- Assurer une recherche scientifique de qualité internationale ;
- Favoriser l'intégration entre l'enseignement et la recherche ;
- Contribuer au développement économique et social.

2.4. Classification des établissements de recherche :

Le tableau 3 aborde la classification des établissements de recherche selon 3 catégories.

Tableau 3. Classification des établissements de recherche (source : <https://www.mesrs.dz/centres-de-recherche>)

Laboratoire de recherche	Unité de recherche	Centre de recherche
Est la structure de base pour conduire et réaliser des activités de recherche.	Est une structure constituée par un groupe de chercheur collaborant à la conduite de travaux de recherche. Elle comprend au minimum 6 personnes, contient plus de 3 laboratoires.	Un organisme public de recherche fondamentale il englobe plusieurs unités de recherche.

2.5. La structuration thématique de la recherche scientifique en Algérie

Elle comprend : 8 grands domaines (tableau 4) ; 25 domaines (tableau 5) et 228 sous domaines.⁷

Tableau 4. Les grands domaines de la recherche scientifique en Algérie (source : www.dgrsdt.dz/DG/Etat-Lieux-RS-programme-DGRSDT-2018.pdf)

Grands Domaines
Sciences de la nature et de la vie
Arts et Sciences Humaines
Chimie
Sciences de la terre et de l'univers
Sciences de l'Ingénieur
Sciences mathématiques et leurs interactions
Physique
Sciences Sociales

Tableau 5. Les domaines de la recherche scientifique en Algérie (source : www.dgrsdt.dz/DG/Etat-Lieux-RS-programme-DGRSDT-)

Domaines
Agronomie et Biologie
Arts et Sciences Humaines
Biochimie, Génétique et biologie moléculaire
Chimie
Commerce, Gestion et Comptabilité
Dentisterie
Economie, Econométrie et Finances
Energie
Génie Chimique
Immunologie et Microbiologie
Informatique
Ingénierie
Mathématiques
Médecine
Neurologie
Pharmacologie, Toxicologie et Pharmaceutique
Physique et Astronomie
Professions de la Santé
Psychologies
Sciences de la Décision
Sciences de la Terre et des Planètes
Sciences de l'Environnement
Sciences des Matériaux
Sciences Sociales
Sciences Vétérinaires

⁷ www.dgrsdt.dz/DG/Etat-Lieux-RS-programme-DGRSDT-2018.pdf

2.6. Le réseau de la recherche scientifique en Algérie

Actuellement, le réseau de la recherche scientifique sous tutelle compte trente (30) établissements, il regroupe (12) centres de recherche, (12) unités de recherche et (6) agences de recherche.

Les centres de recherches :

- Centre de Développement des énergies renouvelables (CDER)-Alger ;
- Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique (CERIST) (CERIST)-Alger ;
- Centre de Développement des Technologies Avancées (CDTA)- Alger ;
- Centre de Recherche en Technologie Industriel (CRTI) - Alger ;
- Centre de Recherche Scientifique et Technique sur le Développement de la Langue Arabe (CRSTDLA)-Alger ;
- Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le développement (CREAD)-Alger ;
- Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique (CRTSE)-Alger ;
- Centre de Recherche en Anthropologie Sociale et Culturelle (CRASC) –Oran ;
- Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) – Biskra ;
- Centre de Recherche en Biotechnologie(CRBt)-Constantine ;
- Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico – Chimiques (CRAPC) – Tipaza ;
- Centre National de Recherche dans les Sciences Islamiques et de Civilisation – Laghouat.⁸

Les unités de recherche :

- Unité de Recherche Neurosciences cognitives - Orthophonie – Phoniatrie (URNOP) - U. Alger 2 ;
- Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables (URMER) - U. Tlemcen ;
- Unité de Recherche Sciences Sociales - U. Batna 1 ;
- Unité de recherche Matériaux émergents - U. Sétif 1 ;
- Unité de Recherche Développement des Ressources Humaines - U. Sétif 2 ;
- Unité de Recherche Modélisation et Optimisation des Systèmes - U. Bejaia ;
- Unité de recherche Chimie de l'environnement et moléculaire structurale - U. Constantine1 ;
- Unité de Recherche Valorisation des ressources naturelles, molécules bioactives et analyses physico-chimiques et biologiques - U. Constantine 1 ;
- Unité de Recherche Sciences des Matériaux et Applications - U. Constantine 1 ;
- Unité de Recherche Lithiases Urinaires et Biliaires (URALUB) - U. Mostaganem ;

⁸ <https://www.mesrs.dz/centres-de-recherche>

- Unité de Recherche Sciences Sociales et Santé - U. Oran 2 ;
- Unité de recherche Matériaux, procédés et environnement - U. Boumerdès.⁹

Les agences de recherches

- Agence Nationale de Valorisation des Résultats de la Recherche et du développement Technologique (ANVREDET) ;
- Agence Thématique de Recherche en Sciences et Technologie- El Harrach - Alger - ;
- Agence Thématique de Recherche en Sciences de la Santé - Oran - ;
- Agence Thématique de Recherche en Sciences Sociales et Humaines- Blida - ;
- Agence Thématique de Recherche en Sciences de la Nature et de la Vie-Bejaia- ;
- Agence Thématique de Recherche en Biotechnologies et en Sciences Agroalimentaires- Constantine.¹⁰

2.7. La politique en Algérie vise à vis la recherche scientifique

2.7.1. Aperçue historique du développement de la recherche scientifique en Algérie

La période coloniale

Cette période a été marquée par :

- La concentration de toutes les institutions de recherche à Alger.
- La forte corrélation entre les structures existantes en Algérie et celles de la métropole.
- L'organisation institutionnelle de la recherche scientifique reflétait l'aboutissement de l'avancée des découvertes et des progrès technologique en France.
- La pluralité des domaines d'intérêts malgré l'existence d'une seule université. Les trois types de recherche, fondamentale, appliquée, recherche et développement, sont représentées au sein des différentes institutions.

La période 1962 – 1971

Cette période a été marquée par :

- L'absence de chercheurs algériens ; la presque totalité des projets étaient sous la direction des chercheurs français
- L'institut d'études nucléaires, l'institut d'océanographie, le centre anticancéreux, le centre de recherches anthropologiques, préhistorique et ethnographiques, l'institut de géographie et l'institut pédagogique, sont tous passés sous la tutelle de l'Office culturel français.
- La recherche universitaire à cette époque caractérisée par le départ massif des français ne pouvait décoller. La préoccupation des enseignants algériens était de garantir en priorité l'enseignement et la gestion administrative de l'université.

Ce qui a permis :

- La naissance du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique en 1963.

⁹ <https://www.mesrs.dz/unités-de-recherche>

¹⁰ <https://www.mesrs.dz/agences-de-recherche>

- La naissance de l'organisation de Coopération Scientifique (OCS).

La période 1971 – 1983

Cette période a été marquée, donc par :

- La mise en place de l'administration de la recherche.
- L'installation des organes et commissions spécialisés du Conseil National de la Recherche : débats sur la planification de la recherche et l'élaboration des programmes de recherche, notamment ceux revêtant un caractère prioritaire, tels que la technologie, les matières premières, l'énergie, l'agronomie, l'habitat, les infrastructures et l'éducation.
- La création de nouveaux centres de recherche et de la redynamisation de ceux que le pays a hérités de la colonisation et qui commençaient à sombrer dans la marginalité.
- La non-réussite du développement des liens entre les institutions de recherche et le secteur socio-économique.

Ce qui a permis :

- La création du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique 1970
- La création de l'Organisme National de la Recherche Scientifique (O.N.R.S)
- La création du Conseil National de la Recherche (C.N.R)
- En 1979, la mise en place Comité Permanent de Planification de la Recherche (C.P.P.R)
- Les années 1982 et 1983 ont vu la création du Commissariat aux Energies Nouvelles (C.E.N), et du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique et Technique

Période d'instabilité institutionnelle 1983-1998

Cette période a été marquée, donc par :

- Création de 2 agences nationale de recherche, de plusieurs nouveaux centres, de 2 unités de recherche et d'une station expérimentale des énergies solaire en 1986,
- Concentration continue des établissements de recherche au niveau de la capitale,
- L'illisibilité de la structure du système de recherche algérien y compris au niveau des acteurs eux-mêmes avec Sa grande fréquence dans les changements institutionnels relatifs à la recherche et une grande instabilité du secteur,
- dissolution des unités de recherche de la quasi-totalité des entreprises qui ont arrêté leurs activités de recherche avec la mise en œuvre des réformes économiques et notamment des dispositions de la loi n 88-01 qui ont incité les entreprises économiques à faire des choix sur des bases de rentabilité économique et financière, au détriment de leur activité de recherche et d'innovation.

La période 1998 - 2008

Cette période a été marquée, par :

- Le commencement d'un processus d'apprentissage collectif qui est un passage nécessaire et qui a forcément un coût. Toute la difficulté consiste à augmenter l'efficacité de ce processus afin d'en raccourcir les délais et d'en réduire le coût. Il

s'agit en tout état de cause de consolider et de valoriser les nombreux acquis déjà réalisés.

- A partir de cette période, la mission de recherche scientifique et de développement technologique va connaître une reconnaissance spécifique au plus haut niveau du dispositif juridique avec la promulgation de la loi 98/11 du 22 août 1998 portant Loi d'Orientation et de Programme à Projection Quinquennale sur la Recherche Scientifique et le Développement Technologique 1998-2002.

La période 2008 - 2012

La promulgation de la loi n° 08-05 en 2008 et la création de la direction générale de la recherche scientifique et du développement technologique (DG-RSDT) comme étant l'organe national directeur permanent placé sous l'autorité du ministre chargé de la recherche scientifique et chargé de la mise en œuvre, dans un cadre collégial et intersectoriel, de la politique nationale de recherche scientifique et de développement technologique ont permis la mise en place d'une stratégie qui vise à :

- Compléter et consolider l'édifice organisationnel du système national de recherche,
- Exécuter la programmation et organiser l'évaluation,
- Poursuivre la dynamique de développement du potentiel scientifique humain,
- Réaliser de nouvelles entités de recherche, assurer une utilisation efficace et optimale des infrastructures existantes,
- Poursuivre l'effort de financement,
- Promouvoir la coopération scientifique,
- Encourager la diffusion et la valorisation des résultats de la recherche au bénéfice de la collectivité nationale.

Période 2013 – 2017

La troisième loi sur la recherche scientifique (2013 à 2017), doit permettre de corriger le tir en proposant une nouvelle stratégie pour la recherche scientifique et le développement technologique. Cette stratégie devra être basée sur Une nouvelle orientation axée sur le développement de la ressource humaine, car en ce début du XXIe les évolutions des sociétés humaines sont fondamentalement déterminées par les développements des sciences et des techniques.¹¹

2.7.2. Le cadre réglementaire régissant le domaine de la recherche scientifique en Algérie

- Loi d'orientation et de programme à projection quinquennale sur la recherche scientifique et le développement technologique.
- Décret exécutif n° 92-23 du 13 janvier 1992 portant création, organisation et fonctionnement du conseil national de la recherche scientifique et technique.
- Décret exécutif n° 08-237 du 27 juillet 2008 fixant la composition et le fonctionnement du conseil national de la recherche scientifique

¹¹ Rapport d'état des Lieux de la Recherche Scientifique et le programme scientifique et le programme de la DGRSDT pour l'année 2018 (<https://rm.coe.int/16806fcf2d>)

- Décret exécutif n° 92-22 du 13 janvier 1992 portant création, organisation et fonctionnement des commissions intersectorielles de promotion, programmation et d'évaluation de la recherche scientifique et technique.
- Décret exécutif n° 08-238 du 27 juillet 2008 modifiant et complétant Décret exécutif n° 92-22 du 13 janvier 1992.
- Décret exécutif n° 99-243 du 31 octobre 1999 fixant l'organisation et le fonctionnement des comités sectoriels permanents de recherche scientifique et développement technologique.
- Décret exécutif n° 10-35 du 21 janvier 2010 fixant les missions, la composition et les modalités de fonctionnement du conseil national d'évaluation de la recherche scientifique.
- Arrêté n°736 du 10 décembre 2010 fixant les critères de notation pour bénéfice de la prime d'amélioration des performances scientifiques de chercheur permanent
- Evaluation des laboratoires de recherche scientifiques.¹²(voir annexe A).

2.8. La recherche scientifique à Tlemcen :

Le tableau 5 présente la liste des centres de recherche à Tlemcen (les centres qui sont en cours de construction, les centres qui sont programmés et ceux qui ne sont pas déjà lancés).

Tableau 6. Les centres de recherche à Tlemcen (source : auteurs d'après le Rectorat de l'université de Tlemcen)

Les centres de recherche en cours de construction	Les centres de recherche programmés	Les centres de recherche qui ne sont pas lancés
-Le centre de transfert technologique. -Centre de recherche en science et génie des matériaux. -Centre de recherche en toxicologie. -Centre d'analyse physico-chimique.	-Centre d'aide au diagnostic. -Centre de recherche en biologie moléculaire, génétique et santé. -Plate-forme de télécommunication.	-Centre de vulgarisation des sciences. -Centre de recherche sur les sciences de l'homme. -La maison de l'insertion professionnelle. -Laboratoire de recherche sur la production sur les champignons.

3. La recherche médicale

3.1. Définition de la recherche médicale :

- Ensemble des activités de recherche scientifique, fondamentale et clinique, applicables à la médecine.
- La recherche médicale est une branche de la recherche scientifique. Elle fait appel à des disciplines diverses : chimie, physique, biologie cellulaire, génétique, physiologie, clinique médicale et chirurgicale, pharmacologie, thérapeutique, toxicologie,

¹² <https://www.mesrs.dz/centres-de-recherche>

statistiques, etc. Dans les disciplines fondamentales, elle est surtout exercée par des chercheurs sans activité clinique.

- La recherche médicale est aussi bien une activité publique, réalisée dans des organismes d'état, qu'une activité liée au secteur privé : les laboratoires pharmaceutiques consacrent une part de plus en plus importante de leur budget à la recherche. La rapidité remarquable des progrès de la médecine dans ce dernier demi-siècle résulte du développement de cette recherche.¹³

3.2. Types de la recherche médicale :

3.2.1. La recherche fondamentale

- La recherche médicale fondamentale vise à mieux comprendre le corps humain et ses maladies.
- Dans le domaine médical, les connaissances portent sur la biologie humaine, les mécanismes et les processus des phénomènes morbides, les moyens de bloquer ou d'enrayer ces mécanismes (médicaments, dispositifs médicaux...).
- C'est l'application, par la recherche clinique, qui permet ensuite de savoir si ces moyens sont efficaces contre la maladie.

3.2.2. La recherche clinique

- La recherche médicale clinique se base sur les résultats de la recherche fondamentale pour inventer et prouver l'efficacité de nouveaux traitements ou techniques.
- La recherche clinique est une forme de recherche appliquée spécifique à un domaine particulier.
- Elle fait suite à la recherche fondamentale et à l'expérimentation animale. Elle est réalisée sur l'homme par des équipes pluri professionnelles (médecins, infirmières, pharmaciens...).
- Elle permet de définir les mécanismes de la santé et de la maladie humaine et d'établir des mesures de prévention, de diagnostic et de thérapie pour ensuite en évaluer l'efficacité sur l'amélioration de la santé.¹⁴

3.3. Biosciences

3.3.1. Définition du biosciences

- Sciences de la vie, c'est-à-dire l'ensemble des études qui s'intéressent à la vie, qu'elles soient animales, végétales, humaines... Biosciences est une forme plurielle.¹⁵
- Ensemble des sciences de la vie, au sens le plus large du mot (zoologie, botanique, écologie, biologie au sens strict, biophysique, biochimie, génétique, paléontologie, voire médecine).

¹³ https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/recherche_medicale/15770

¹⁴ <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/differents-types-dessais-cliniques/>

¹⁵ <https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/biosciences/>

3.3.2. Quelques domaines du biosciences

La zoologie est une science qui étudie le monde animal : la diversité, la structure, le comportement, la reproduction, le développement, l'origine, la répartition et les rapports des animaux avec leur environnement.

La botanique est une discipline scientifique qui s'intéresse aux végétaux sous bien des facettes.

L'écologie est une science dont l'objet est l'étude des interactions des êtres vivants (la biodiversité) avec leur environnement et entre eux au sein de cet environnement.

La biologie est une science consacrée à l'étude des êtres vivants et des matières vivantes.

La biophysique est la science qui étudie la biologie avec les principes et les méthodes de la physique. Elle étudie des phénomènes de la vie en faisant un large appel aux méthodes et appareillage de la physique, incluant le niveau moléculaire.

La biochimie renvoie à l'étude de la structure et de la composition de la matière vivante ainsi qu'à celle des réactions chimiques qui ont lieu dans l'organisme des êtres vivants. Associée à la biologie moléculaire et à la biologie cellulaire, cette discipline scientifique permet de mieux appréhender le fonctionnement du vivant.

La génétique est la science de l'hérédité. Elle étudie les caractères héréditaires des individus, leur transmission au fil des générations et leurs variations (mutations).

La paléontologie est une science qui étudie les êtres et organismes vivants ayant existé au cours des temps géologiques, basée sur l'observation des fossiles.

La médecine est une science et ensemble de techniques dédiées à la prévention et au soin des maladies.

4. Le développement durable et son application dans l'architecture

4.1. Le développement durable

4.1.1. Définition

- Le développement durable a été défini officiellement dans le rapport de la commission de BRUNDTLAND (1987)¹⁶ comme étant : « (...) un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. »¹⁷
- Il se traduit concrètement sur le terrain par le concept : “penser globalement, agir localement”.

¹⁶ Le rapport Brundtland est le nom communément donné à une publication, officiellement intitulée Notre avenir à tous (Our Common Future), rédigée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, présidée par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland.

¹⁷ Cours 2. Mme. OUSSADITE (Protection de l'environnement et développement durable).

4.1.2. Les grandes dates du développement durable

Le développement durable ne se décrète pas, il se construit au quotidien pour et avec les générations présentes et futures. Ce concept s’est surtout construit au cours des trois dernières décennies du XXème siècle. La figure 2 montre les grandes dates de ce dernier.

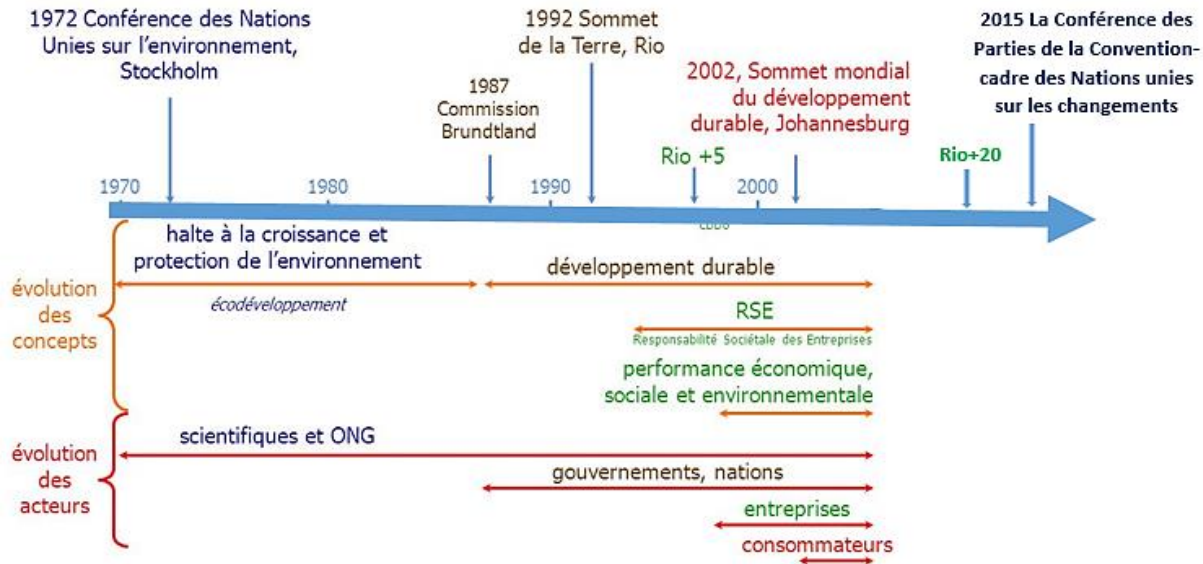


Figure 2. Les grandes dates du développement durable (source : auteurs d’après <https://slideplayer.fr/slide/3069638/>)

4.1.3. Les trois piliers du développement durable

De ce fait, le développement durable repose sur trois piliers fondamentaux : l’environnement, l’économie et le social. (Figure 3).

L’efficacité économique : En assurant une gestion saine et durable, sans préjudice pour l’environnement et pour l’Homme.

L’équité sociale : en satisfaisant les besoins essentiels de l’humanité (logement, alimentation, santé et éducation) tout en réduisant les inégalités entre les individus et dans le respect de leurs cultures.

La qualité environnementale : En préservant les ressources naturelles à long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques et en limitant des impacts environnementaux.

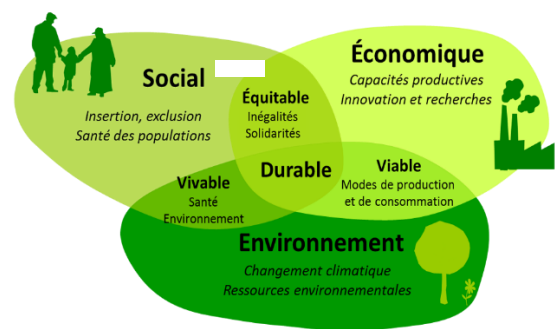


Figure 3. Les trois piliers du développement durable (source : Cours 2. Mme. OUSSADITE (Protection de l’environnement et développement durable))

4.1.4. Les objectifs du développement durable

Des chefs d’État et de gouvernement, des hauts responsables des Nations Unies et des représentants de la société civile, se sont réunis en septembre 2015, dans le cadre de la 70e

session de l'Assemblée générale des Nations Unies, et ont adopté les Objectifs de développement durable. On reprend ci-dessous les intitulés courts adoptés par l'ONU¹⁸ :

1. Éradication de la pauvreté ;
2. Lutte contre la faim ;
3. Accès à la santé ;
4. Accès à une éducation de qualité ;
5. Égalité entre les sexes ;
6. Accès à l'eau salubre et à l'assainissement ;
7. Recours aux énergies renouvelables ;
8. Accès à des emplois décents ;
9. Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation ;
10. Réduction des inégalités ;
11. Villes et communautés durables ;
12. Consommation et production responsables ;
13. Lutte contre le changement climatique ;
14. Vie aquatique ;
15. Vie terrestre ;
16. Justice et paix ;
17. Partenariats pour la réalisation des objectifs.

4.1.5. Les différentes approches du développement durable

Le développement durable est un concept multiforme aux approches variées. Le schéma ci-dessous (figure 4) résume à travers des mots clés les différentes perspectives du développement durable.

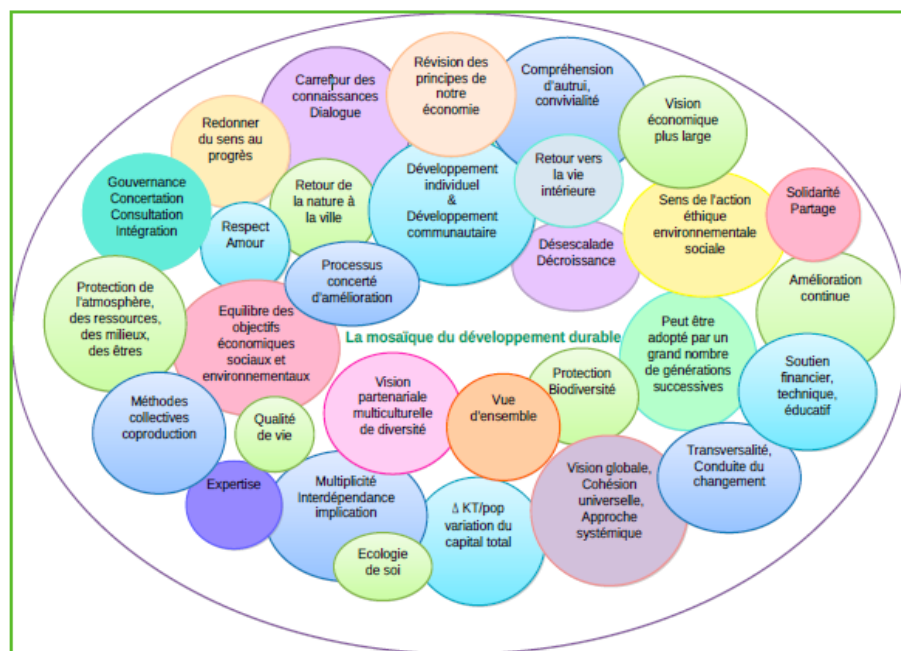


Figure 4. Les différentes approches du développement durable (source : Cours 2. Mme. OUSSADITE (Protection de l'environnement et développement durable))

¹⁸ ONU : Organisation des nations Unies : L'organisation intergouvernemental ONU est fondée en 1945, après la Seconde Guerre mondiale pour remplacer la Société des Nations, afin d'arrêter les guerres entre pays et de fournir une plate-forme de dialogue.

4.2. Evaluation de la durabilité

4.2.1. Définition

- L'évaluation de la durabilité (EDD) a pour objectif de prendre en compte les principes du développement durable dans les projets et les décisions politiques.
- Les évaluations de la durabilité sont des processus dynamiques ; elles prennent en compte les aspects écologiques, sociaux et économiques dans les lois, plans d'actions et projets publics, que ce soit au niveau local ou national. Toute EDD est un processus d'apprentissage continu.¹⁹

4.2.2. Le cadre réglementaire du développement durable

Au niveau **national** :

L'Algérie ayant adhéré aux différentes conventions liées au DD par la disposition d'un ensemble de textes réglementaires en rapport avec les économies d'énergie dans le bâtiment

On reprend ci-dessous les réglementations algériennes :

- Les documents techniques réglementaires (DTR C 3-2 et DTR C 3-4)
- Loi sur la maîtrise d'énergie
- Décret exécutif 90-2000

Textes relatifs au développement durable en Algérie

- Décret présidentiel n° 94-465 du 25 décembre 1994 portant création du haut conseil de l'environnement et du DD et fixant ses attributions, son organisation et son fonctionnement.
- Loi n° 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au DD du territoire.
- Décret exécutif n° 02-115 du 03 avril 2002 portant création de l'observatoire national de l'environnement et du DD.
- Loi n° 03-10 du 14 août 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du DD.
- Loi n° 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du DD.
- Décret exécutif n° 15-69 du 11 février 2015 fixant les modalités de certification de l'origine de l'énergie renouvelables et de l'usage de ces certificats.²⁰

Au niveau **international** :

Les normes

La norme s'applique dans le monde entier sur les produits, les services, les processus ou les matériaux. C'est un document de référence international émis par un institut de normalisation reconnu par l'ISO (Organisation internationale de normalisation).

Le tableau ci-dessous (tableau 7) représente quelques normes.

¹⁹ <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-durable/evaluation-et-donnees/evaluation-de-la-durabilite.html>

²⁰ DJEBBAR 2018

Tableau 7. Les normes (source : auteur d'après <https://www.lemoniteur.fr/article/labels-et-certifications-environnementaux.1326864>)

Les normes volontaires	La plupart des normes ne sont pas obligatoires. Pas moins de 98 % d'entre elles sont d'application volontaire.
Les normes obligatoires ou réglementations	La réglementation adoptée par les autorités administratives de l'Etat ou des collectivités fait souvent appel aux Dernier-né des labels environnementaux développés en France, Bâtiment bas carbone (BBCA) a été délivré pour le développement du bâtiment bas carbone à 15 premières opérations. Le référentiel de mesure de l'empreinte carbone prend en compte toutes les démarches basses carbones durant la construction et l'exploitation du bâtiment.
RT 2012	La réglementation thermique (RT) est en constante évolution. La première RT 1974 a été adoptée par l'Etat français à la suite du premier choc pétrolier de 1973. Les suivantes (RT 1988, RT 2000, RT 2005) ont toujours cherché à améliorer les performances énergétiques du bâti et à en réduire la consommation. La RT 2012 s'applique depuis le 1er janvier 2013 à toutes les constructions neuves (arrêté du 28 décembre 2012). Elle fixe l'objet tif d'une consommation maximale de 50 kWh/m. ans (kilowattheure d'énergie primaire par m ² et par an). Avec la RT 2020, tous les bâtiments neufs devront être à énergie positive.
Plans climat-énergie	Depuis le plan climat national de 2004, les collectivités territoriales élaborent des plans climat déclinant une politique climatique et énergétique locale. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi n° 2015-992 du 17 août 2015) modernise les plans climat-énergie territoriaux existants par la mise en place du Plan climat-air-énergie territorial.

Les certifications et les labels

En matière énergétique et environnementale, il existe une multitude d'organismes, labels ou certifications. On cite quelques exemples (voir le tableau 8) :

Tableau 8. Les certifications et les labels (source : auteurs d'après <https://www.lemoniteur.fr/article/labels-et-certifications-environnementaux.1326864>)

BBCA	Le label Bâtiment bas carbone de l'Association BBCA atteste de l'empreinte carbone d'un bâtiment.
BiodiverCity	Label du Conseil international biodiversité et immobilier (Cibi) pour évaluer et afficher la performance écologique des bâtiments.
RTETBN	La Réglementation thermique et énergétique tunisienne vise à limiter les besoins énergétiques du bâtiment neufs liés au confort thermique, c'est à dire les besoins de chauffage et de refroidissement du bâtiment.
Breem	(Building Research Establishment Environmental Assessment Method) : ce label britannique privé évalue et classe la durabilité et le comportement environnemental des bâtiments tertiaires selon plusieurs cibles, de passable à excellent
Effinergie	Les quatre certifications de l'association Effinergie sont délivrées par Céquami, Cerqual, Certivéa, Prestaterre et Promotelec : Bepos Effinergie 2013, Effinergie+ Neuf, Effinergie Rénovation, BBC-Effinergie Neuf (bâtiment à basse consommation).
Habitat et environnement (H&E)	Cette certification couvre sept thèmes : chantier, énergie, filière et choix des matériaux, eau, confort/santé, gestes verts. Elle peut intégrer les labels de haute performance énergétique (HPE) et de très haute performance énergétique (THPE).

LEED	(Leadership in Energy and Environmental Design) : le label de l'Américain Green Building Council (USGBC) promeut une approche globale et classe les bâtiments en quatre catégories (certifié, argent, or ou platine) pour des habitations durables, écologiques et saines.
NF HQE	Certification haute qualité environnementale en quatre niveaux : bon, très bon, excellent, exceptionnel. Plus étendue que H&E, HQE traduit une approche de l'environnement (énergie, carbone, eau, déchets, biodiversité), qualité de vie et performance économique en 14 critères.
Passivhaus	Label allemand centré sur la performance énergétique dont La Maison Passive assure la certification en France. Il est accordé aux logements neufs pour des besoins en chauffage inférieurs à 15 kWh/m ² . an.
Minergie	Label suisse sur l'efficacité énergétique (en France). Il s'applique aux bâtiments neufs ou rénovés sur des critères de confort, d'économie, de performance énergétique, de qualité de construction et de préservation de l'environnement.

4.2.3. Les critères d'évaluation de la durabilité en Algérie

Le tableau 9 définit les 14 critères d'évaluation de la durabilité

Tableau 9. Les critères d'évaluation de la durabilité en Algérie (source : DJEBBAR, 2018)

Critère 1	Compacité
Critère 2	Les apports à travers les parois vitrés
Critère 3	Les apports à travers les parois opaques
Critère 4	Protection thermique en été
Critère 5	Les besoins en énergie en hiver
Critère 6	Les apports en énergie en été
Critère 7	L'utilisation des énergies renouvelable
Critère 8	La puissance électrique
Critère 9	Emissions de CO ₂
Critère 10	Spécifications des éléments de bâtiment
Critère 11	Economie
Critère 12	Les spécifications des équipements techniques
Critère 13	Confort (la température et la lumière du jour)
Critère 14	Innovation

4.3. La haute qualité environnementale (HQE)

4.3.1. Définition

- La Haute Qualité Environnementale est une démarche qui vise à limiter à court et à long terme les impacts environnementaux d'une opération de construction ou de réhabilitation, tout en assurant aux occupants des conditions de vie saines et confortables.
- Elle prend en compte, dès la conception, toutes les interactions et tous les coûts générés par la construction durant toute sa durée de fonctionnement, de sa réalisation à sa démolition.²¹

²¹ <https://www.les-caue-occitanie.fr/uploads/hqe.pdf>

4.3.2. Objectifs

- Les objectifs de la démarche HQE sont définis autour de 14 exigences appelées cibles, regroupées en 4 familles (figure 5). (Voir annexe A).

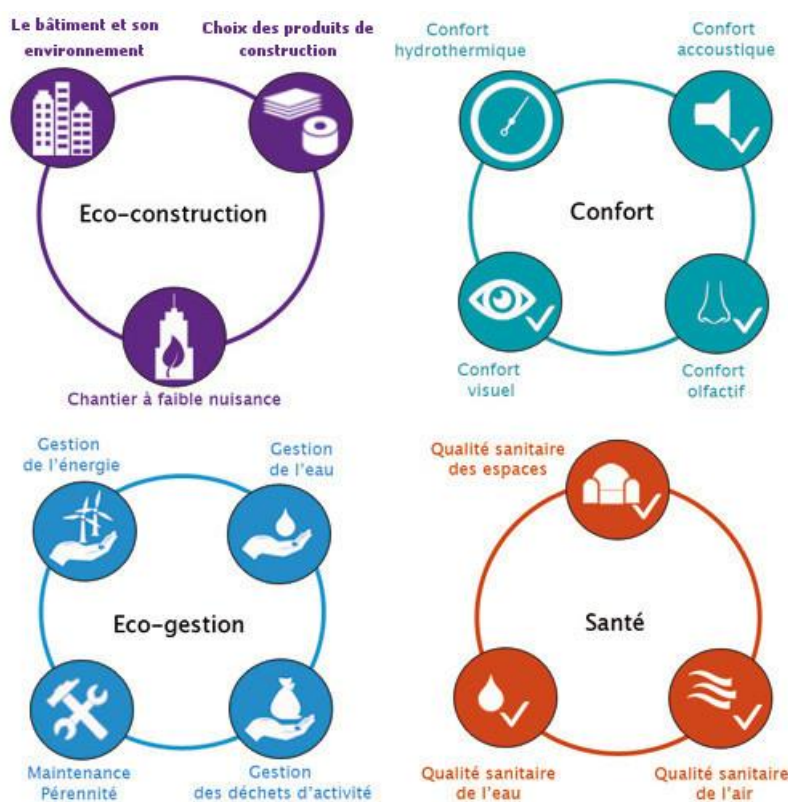


Figure 5. Les quatre familles de la HQE (source : <https://www.vnzinc.fr/vnzinc-et-hqe/la-demarche-hqe.html>)

4.4. L'architecture durable

4.4.1. Définition

- KIBERT (2005) a défini la construction durable comme la création et la gestion de l'environnement.
- La construction durable consiste à limiter l'impact des bâtiments sur l'environnement, tout en leur garantissant une qualité supérieure en matière d'esthétique, de durabilité et de résistance. Elle prend en compte tout le cycle de vie des ouvrages, du choix des produits initiaux jusqu'à leur démolition et recyclage. Construire durable signifie notamment : utiliser des matériaux recyclables pour préserver les ressources naturelles, optimiser l'inertie thermique des bâtiments, intégrer des sources d'énergies renouvelables dans la conception du bâtiment.²²

²² <https://www.infociments.fr/glossaire/construction-durable>

4.4.2. Les volets de la durabilité en architecture

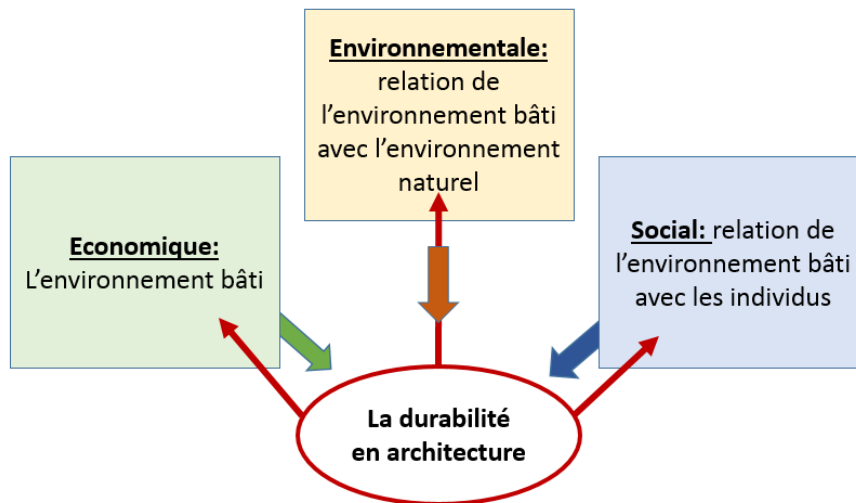


Figure 6. Les volets de la durabilité en architecture (source : auteurs d'après séminaire de M.BEN SAFI sur l'architecture durable)

4.4.3. Les principes de la conception durable

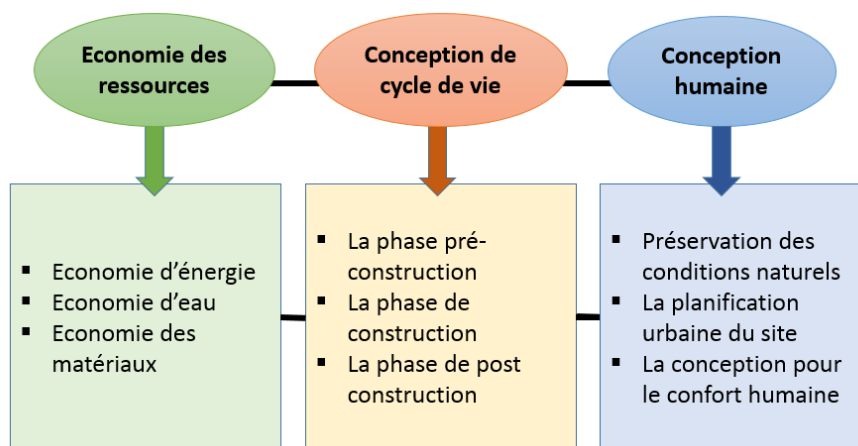


Figure 7. Les principes de la conception durable (source : auteurs d'après séminaire de M.BEN SAFI sur l'architecture durable)

4.4.3.1. Sur le plan économique

- **Gestion de l'énergie :**

Economiser l'énergie permet à la fois de réduire les charges liées aux consommations et les émissions de gaz à effet de serre. La gestion de l'énergie a un poids très important dans la démarche HQE. Elle touche à la fois le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'éclairage, les équipements (informatique, électroménagers, audiovisuels), les processus de fabrication et les machines.

Réduire les besoins énergétiques

Avant de chercher à réduire la consommation énergétique en optimisant l'enveloppe, maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre doivent chercher à réduire les besoins en énergie de la construction.

De l'implantation et de l'orientation des bâtiments ;

Du dimensionnement et de l'emplacement des baies vitrées ;

De la volumétrie et de profondeur des locaux ;

De la composition des parois et des planchers (inertie thermique).

Par ailleurs, le concepteur doit chercher à récupérer les apports solaires en hiver tout en évitant une exposition trop importante au soleil direct en été afin d'éviter les surchauffes.



Figure 8. L'efficacité énergétique d'un bâtiment (source : <https://coexpert.comap.fr/efficacite-energetique-batiment-infographie/>)

Optimiser les consommations

Installation de chauffage : pour réduire les consommations liées au chauffage, il est indispensable de vérifier le rendement des générateurs, l'isolation des circuits de distribution, la qualité et le dimensionnement des émetteurs.

Ventilation, climatisation, rafraîchissement : renouveler l'air ambiant est indispensable pour des raisons d'hygiène, de confort et de pérennité du bâti.

Production de l'eau chaude sanitaire : pour représenter un poste important de consommation d'énergie.

Éclairage : un éclairage économe en énergie dépend d'abord du pourcentage d'éclairage naturel pris en compte lors de la conception, des luminaires à haut rendement doivent ensuite être associés à des lampes à basse consommation.

Gestion automatisé des bâtiments : pour que la production de chaleur et de froid soit en permanence ajustée aux besoins réels. Pour rester économes en énergie de façon durable, tous les équipements doivent être régulièrement entretenus.

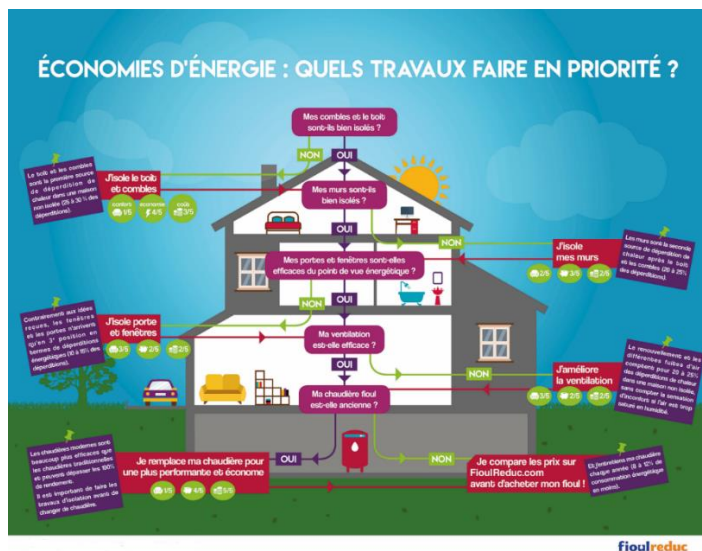


Figure 9. L'économie d'énergie (source : <https://www.fioulreduc.com/blog/infographie-classement-travaux-economie-energie>)

Recouvrir aux énergies renouvelables locales

Cette démarche permet de concilier économie d'énergie et protection de l'environnement. L'utilisation d'une énergie renouvelable dépend des ressources locales. Il est possible d'envisager : l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, l'énergie solaire thermique, l'énergie solaire photovoltaïque, la biomasse et la géothermie.

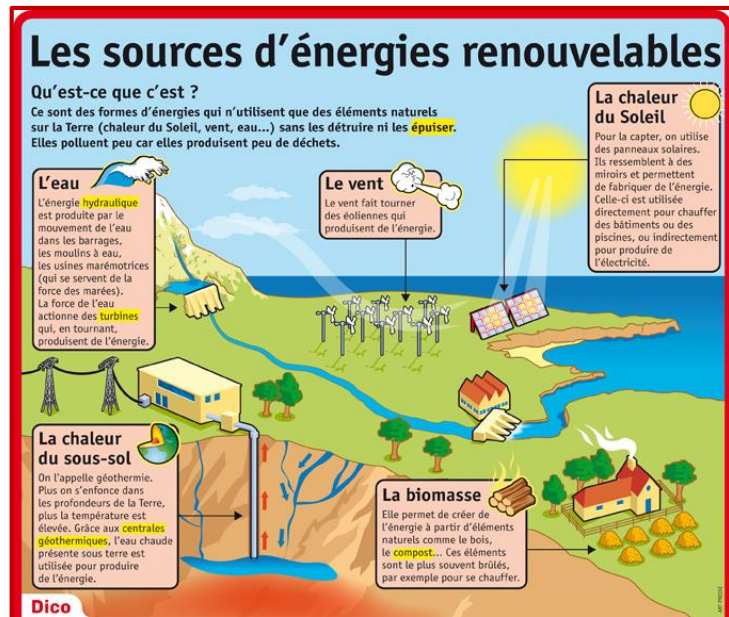


Figure 10. Les sources d'énergies renouvelables (source : <https://www.ideo-energies.fr/sources-energie-renouvelable/>)

- **Gestion des déchets**

Prévoir des locaux adaptés

Une étude du type et du volume de déchets qui seront probablement générés par le bâtiment et de l'organisation interne de la collecte permet de définir la capacité, le nombre et l'emplacement des locaux de stockage.

Faciliter le tri sélectif et la valorisation

Des mesures favorisant le tri sélectif et la valorisation des déchets, en fonction des filières locales, doivent être prises lors de la programmation et de la conception.

- **Gestion de l'eau**

Une gestion efficace de l'eau s'appuie à la fois sur l'économie de l'eau potable, sur la récupération de l'eau de pluie et sur la maîtrise des eaux usées.

Économiser l'eau potable

- Réduction des fuites ;
- Choix d'équipement performants.

Récupérer les eaux de pluie ;

Gérer les eaux pluviales sur la parcelle ;

Assainir les eaux usées.²³

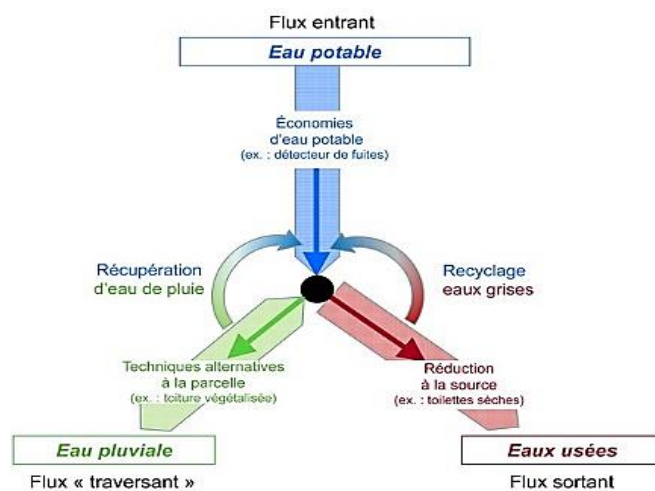


Figure 11. Les trois flux d'eau au niveau du bâtiment (source : http://www.constructif.fr/bibliotheque/2016-3/le-batiment-coproducteur-de-la-gestion-durable-de-l-eau-en-ville.html?item_id=3525)

²³ Gauzin Muller D, avec la contribution de Nicolas Favet et de Pascale Maes, « L'architecture écologique », (pages 263-264-266-268)

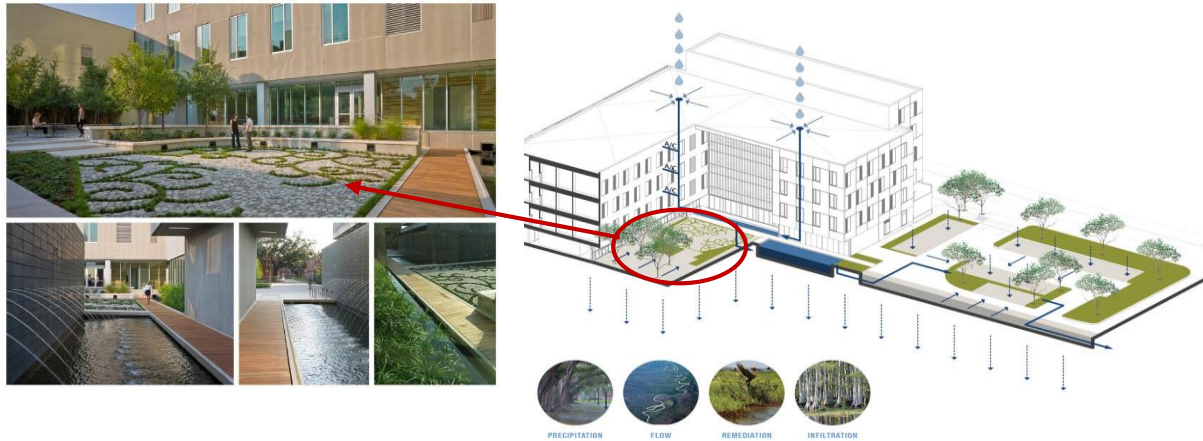


Figure 12. Un exemple des stratégies de gestion de l'eau dans un environnement sous le niveau de la mer (source : <https://www.aiatopten.org/node/447>)

• **Gestion des matériaux**

La réalisation d'une écoconstruction doit intégrer une approche globale de la qualité environnementale. Les matériaux de construction ont un impact considérable sur l'environnement. En effet, l'utilisation des matériaux de construction manufacturés entraîne une grande dépense d'énergie. Une étude effectuée par l'association haute qualité environnementale sur bâtiments basse consommation (BBC) ou passif démontre que les matériaux de construction sont à l'origine de plus de 50 % des émissions de gaz à effet de serre ; d'ailleurs, ce n'est pas le cas avec les produits traditionnels.

Le choix des matériaux respectant l'environnement est fondé sur un ensemble de critères d'usage techniques, économiques, esthétiques et environnementaux.



Figure 13. Les principes de la gestion des matériaux (Source : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/principes-de-la-gestion-des-materiaux.html?IDC=8338>)

4.4.3.2. Sur le plan environnemental (conception de cycle de vie)

Un projet se démarque par son cycle de vie, qui est généralement présenté comme étant constitué de phases.

- **La phase pré-construction**

Phase programme

La phase de programmation est cruciale pour l'intégration de l'environnement puisque des décisions clés y sont faites et peuvent être difficiles à ajuster par la suite. L'intégration de l'environnement durant cette phase poursuit deux objectifs :

- Identifier et éviter tout impact environnemental dommageable direct ou indirect ;
- Reconnaître les potentiels du site et mettre en œuvre les opportunités d'améliorer le caractère environnemental de l'opération.

Les principaux outils d'intégration de l'environnement à ce stade sont le profil environnemental de l'opération et l'analyse de site.

Une analyse complète de la situation constitue un premier pas dans la programmation. Cette analyse porte sur l'état des caractéristiques du site et sur son potentiel. Les informations recueillies permettent ensuite de dresser le profil environnemental dans lequel la hiérarchisation des exigences est effectuée.

Phase conception

C'est à l'équipe de maîtrise d'œuvre et plus particulièrement à l'architecte que revient l'importante mission de respecter les objectifs du programme environnemental de l'opération. Le plus souvent, un référentiel ou un cahier des charges est mis à disposition. Il balaie tous les thèmes environnementaux et définit les dispositifs techniques/ architecturaux à intégrer au dossier marché afin d'assurer une bonne qualité environnementale.

- **La phase construction**

Intégrer l'environnement sur le chantier répond à deux objectifs :

Garantir un chantier à faible impact environnemental (propreté du site et ses abords, réduction des risques et nuisances environnementale, gestion des déchets, sensibilisation des professionnels, consommation du chantier, etc.) ;

Garantir la qualité environnementale du bâtiment en s'assurant que le cahier des charges environnemental défini en phase conception est bien respecté lors de l'exécution.

- **La phase post-construction (phase exploitation)**

La sensibilisation et l'association des usagers aux enjeux environnementaux sont indispensables afin d'assurer la durabilité des bâtiments. Ainsi, les guides d'utilisation sont souvent remis à la livraison du bâtiment ou du logement.

Nouvelles possibilités pour la maîtrise d'ouvrage, le contrat de performance énergétique garantit une diminution des consommations énergétiques d'un bâtiment durant les premières années de sa vie.

Ainsi, si l'environnement est désormais plutôt bien pris en compte, il reste encore à recueillir des retours d'expérience pour s'assurer que les procédés mise en place sont concluants, voir pour les optimiser.²⁴

4.4.3.3. Sur le plan social

La relation individu-environnement peut s'analyser à partir de différentes approches théoriques. L'individu va expérimenter ses différents espaces de vie en fonction de certaines variables de personnalité et préférences environnementales (approche différentielle), de ses standards de qualité et de comparaison (approche en termes de normes ou standards de comparaison), ainsi que de ses attentes et besoins (approche en termes de congruence entre besoin et ressources environnementales). L'inscription sociale de l'individu dans ses espaces de vie ainsi que les processus adaptatifs, en particulier comportementaux, sont de surcroit invoqués dans l'étude de la relation aux espaces de vie (modèles transactionnels), dans le sens où ils permettent de saisir la dynamique temporelle du phénomène.²⁵

5. Analyse des exemples

Le choix des exemples a été effectué suivant deux critères clés : le 1^{er} se base sur la recherche scientifique médicale et le 2^{ème} sur la qualité environnementale, pour cela on va entamer dans les tableaux suivants (tableau 10 ; 11 ; 12 ; 13 et 14) une analyse comparative entre 7 exemples (un exemple national et 7 internationaux).

Les sources de recherche de chaque exemple sont présentées ci-dessous.

Exemple	La source
1) Institut pasteur	http://www.pasteur.dz/fr/
2) Centre de recherche en biomédecine	http://med.unistra.fr/var/ezwebin_site/storage/original/application/27e01326d96ec422d97cbad7c1146921.pdf
3) Centre de recherche SAHMRI	https://www.architectmagazine.com/design/buildings/south-australian-health-and-medical-research-institute-designed-by-woods-bagot_
4) Bâtiment de recherche en biosciences	www.aiatopten.org/node/517
5) Scottish Centre for Regenerative Medicine (SCRM)	https://www.sheppardrobson.com/architecture/view/scottish-centre-for-regenerative-medicine-scrm
6) Le Francis Crick institute	https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/francis-crick-institute-by-hok-with-plp/10006078.article
7) Centre de recherche en biologie moléculaire (MRC)	https://mcwarchitects.com/medical-research-council-laboratory-of-molecular-biology/

²⁴ Collectif d'auteurs, préface de Martin Bouygues et postface de Philippe Pelletier, « Construction et habitat durables » (pages : 213-214)

²⁵ <https://www.cairn.info/psychologie-et-environnement--9782804162566-page-7.htm>

Tableau 10. Tableau comparatif de l'analyse du contexte urbain des exemples





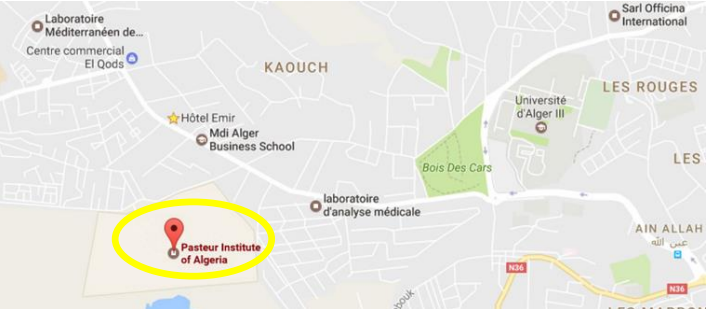

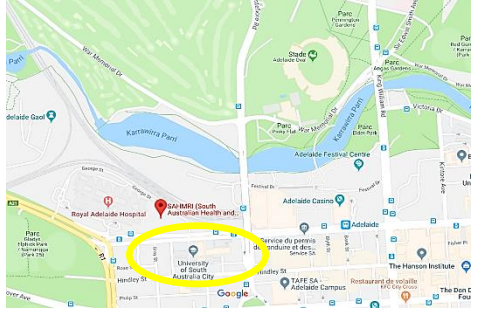

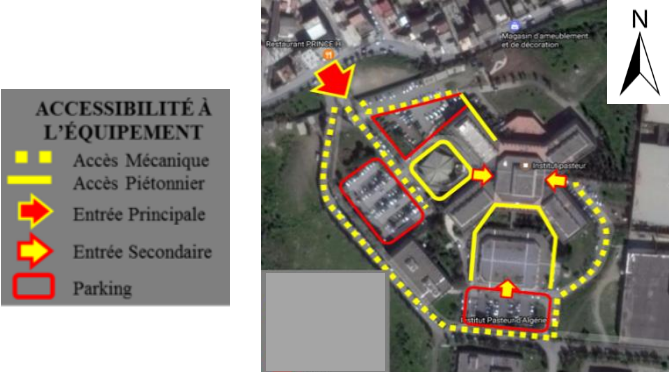
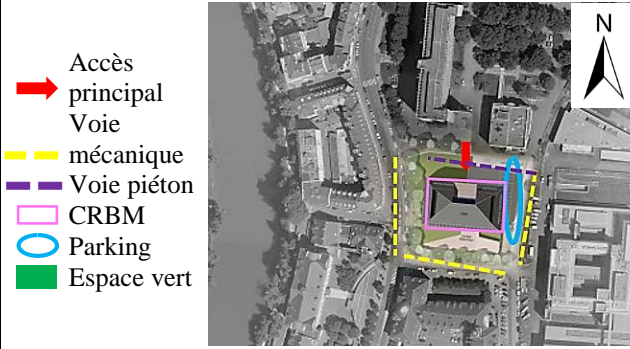

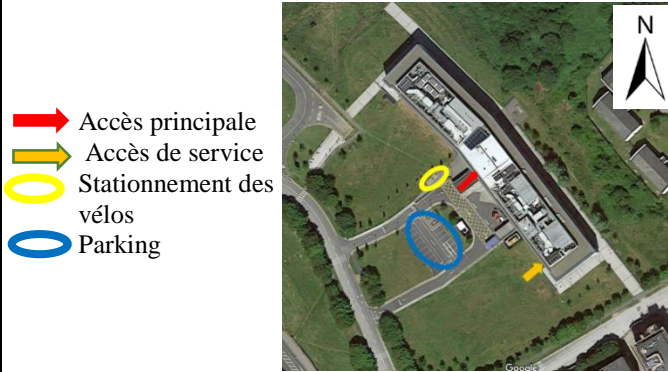
Exemples	1) Institut pasteur	2) Centre de recherche en biomédecine	3) Centre de recherche SAHMRI	4) Bâtiment de recherche en biosciences
				
	Date : 1974	Date : 2013	Date : 2014	Date : 2009
	Surface : 30000 m2	Surface : 13866 m2	Surface : 25000m2	Surface : 8000 m2
	Capacité : /	Capacité : 250 chercheurs	Capacité : 600 chercheurs	Capacité : 250 chercheurs
	Gabarit : R+1	Gabarit : R+6	Gabarit : R+5	Gabarit : R+2
	<p>Sa mission : la recherche dans les domaines de la microbiologie de la parasitologie et l'immunologie, production et distribution de sérums et vaccins et formation des personnels scientifiques et techniques.</p>	<p>Sa mission : la recherche transversale en biomédecine afin de favoriser les échanges entre la formation et la recherche en créant un pôle d'attractivité sur le campus Médecine-Hôpital.</p>	<p>Sa mission : Ses recherches vont de la prévention à la médecine personnalisée et à la rééducation, elles portent sur la santé mentale et la santé physique.</p>	<p>Sa mission : la recherche sur le cancer, la médecine régénérative, la biologie chimique et la recherche sur les animaux BSL3.</p>
Analyse du contexte urbain	<p>Situation : Situé dans la ville de Cheraga Alger à proximité des nombreux espaces verts et dans une zone d'équipements et habitat individuelle.</p>	<p>Situation : Rue Humann, à Strasbourg, France.</p>	<p>Situation : South Australian Health and Medical Research Institute se situe dans le north Terrace, Adelaide City Centre, à côté du nouvel hôpital Royal Adelaide à Australie.</p>	<p>Situation : Situé dans une prairie vallonnée près de la rivière Corrib à Galway, en Irlande. Il présente le centre scientifique de l'université de Galway.</p>
				
	<p>Plan masse :</p> 	<p>Plan masse :</p> 	<p>Plan masse :</p> 	<p>Plan masse :</p> 

Tableau 10. Tableau comparatif de l'analyse du contexte urbain des exemples









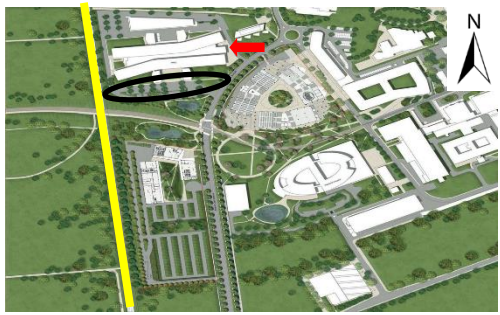
5) Scottish Centre for Regenerative Medicine (SCRM)	6) Le Francis Crick Institute	7) Centre de recherche en biologie moléculaire (MRC)	Synthèse
			<p>Après avoir présenter et analyser le contexte urbain des exemples précédants, on a arrivé à déduire les points suivants :</p>
<p>Date : 2012</p>	<p>Date : 2013</p>	<p>Date : 2018</p>	
<p>Surface : 9000 m2</p>	<p>Surface : 91000 m2</p>	<p>Surface : 27000 m2</p>	<p>*La surface se varie entre 8000m2 et 30000m2 avec une capacité d'accueil de 250 jusqu'à 600 chercheurs.</p>
<p>Capacité : 250 chercheurs</p>	<p>Capacité : 1250 chercheurs</p>	<p>Capacité : 440 chercheurs</p>	
<p>Gabarit : R+1</p>	<p>Gabarit : R+4</p>	<p>Gabarit : R+2</p>	<p>*Un gabarit de R+1 jusqu'à R+6</p>
<p>Sa mission : développer de nouveaux traitements pour des maladies majeures telles : le cancer du cerveau, le diabète, la leucémie, les maladies du foie, les neurones moteurs, la sclérose en plaques et la maladie de Parkinson.</p>	<p>Sa mission : effectuer des recherches sur des maladies telles que le cancer, les maladies cardiaques et les maladies neuro dégénératives.</p>	<p>Sa mission : Medical Research Council est dédié à la recherche et la compréhension de l'importance des processus biologiques qui se produisent à un niveau moléculaire.</p>	
<p>Situation : Le (SCRM) est situé dans la Petite France à Édimbourg.</p>	<p>Situation : L'institut se situe à Londres, il occupe un bloc de la ville et crée des liens architecturaux solides avec des bâtiments historiques locaux</p>	<p>Situation : Le MRC est un centre de recherche de premier plan au cœur de Cambridge au Royaume Uni.</p>	<p>*Un centre de recherche médical doit implanter généralement dans un site sanitaire, pédagogique et scientifique.</p>
			<p>*Un centre de recherche doit implanter dans un milieu relationnel avec le paysage naturel pour que le chercheur bénéficie du calme et de la concentration.</p>
<p>Plan masse :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Accès principal ➔ Accès à l'étage ➔ Accès de secours ➔ Accès à l'usine ○ Stationnement ○ Stationnement de service 	<p>Plan masse :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Accès principal ➔ Voie mécanique ➔ Accès de service ➔ Accès de personnels 	<p>Plan masse :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Accès principal ➔ Chemin de fer ○ Parking 	<p>*Le site doit être facilement accessible et délimité par au moins une voie principale. *Le site doit fournir un environnement vert et durable.</p>

Tableau 11. Tableau comparatif de l'analyse programmatique des exemples





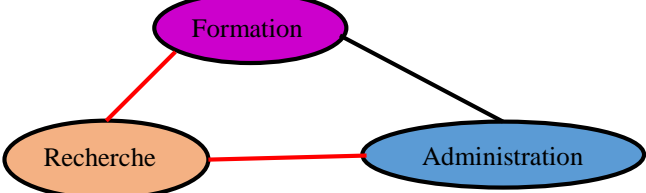
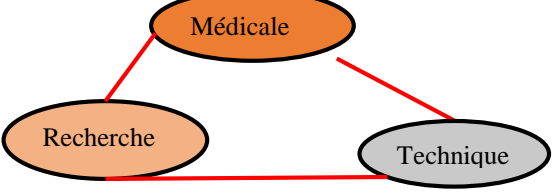
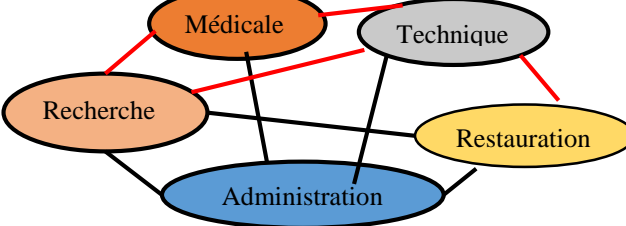
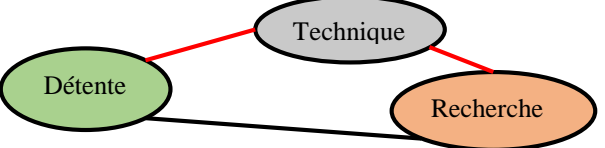
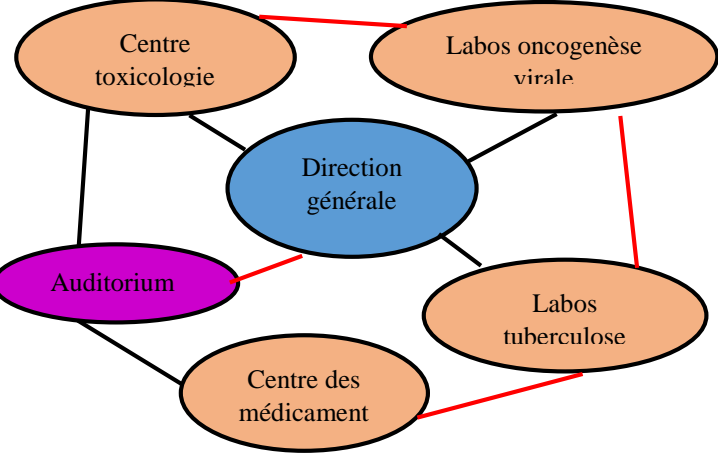
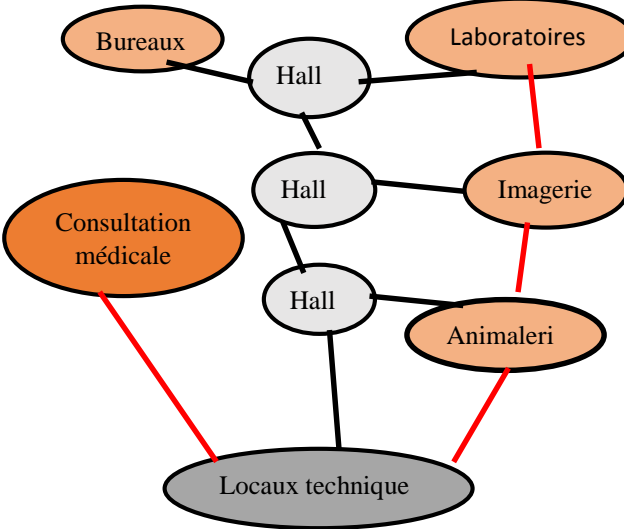
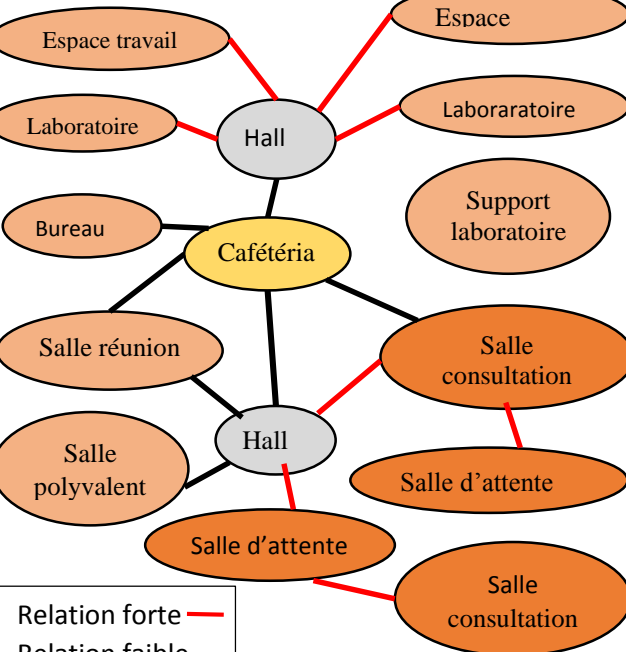
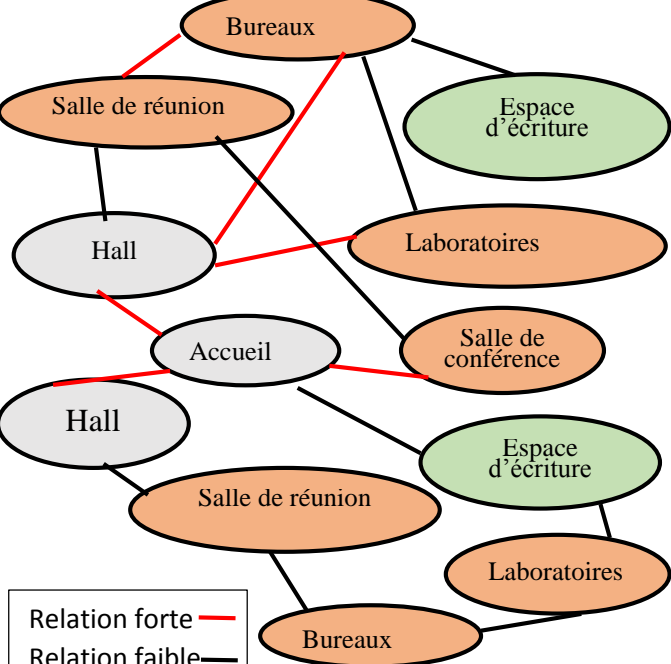
Exemples	1) Institut Pasteur	2) Centre de recherche en biomédecine	3) Centre de recherche SAHMRI	4) Bâtiment de recherche en biosciences
				
	<p>Le programme : - Département Bactériologie. - Département Virologie. - Département Immunologie. - Département Parasitologie. - Département de Microbiologie et pathologie vétérinaire. - Département de contrôle des produits biologiques. - Département de médecine préventive et d'analyses médicales.</p>	<p>Le programme : - 4 axes thématiques : Biomatériaux, infection et inflammation, neurosciences, la génétique médicale. - Entre sol : animalerie et locaux techniques. - RDC : accueil, imagerie, consultation médicale. - R+1 : les bureaux et les laboratoires.</p>	<p>Le programme : Les locaux techniques, parking, vivarium, salle d'attente, salle de consultation, espace polyvalent, cafétéria, salle de réunion, Bureaux Et les laboratoires, les supports des laboratoires et les espaces de travail.</p>	<p>Le programme : - Laboratoires de recherche sur le cancer. - Laboratoires de recherche sur la médecine régénérative. - Laboratoires de recherche sur la biologie chimique. - Vivarium (la recherche sur les animaux BSL3) - Salle de conférences, les espaces d'écritures et de rédaction et les bureaux. - Imagerie.</p>
Analyse programmatique	<p>Organigramme fonctionnel :</p> 	<p>Organigramme fonctionnel :</p> 	<p>Organigramme fonctionnel :</p> 	<p>Organigramme fonctionnel :</p> 
	<p>Organigramme spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>	<p>Organigramme spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>	<p>Organigramme spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>	<p>Organigramme spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>

Tableau 11. Tableau comparatif de l'analyse programmatique des exemples




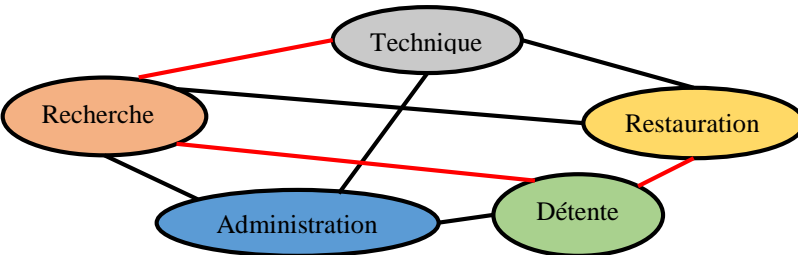
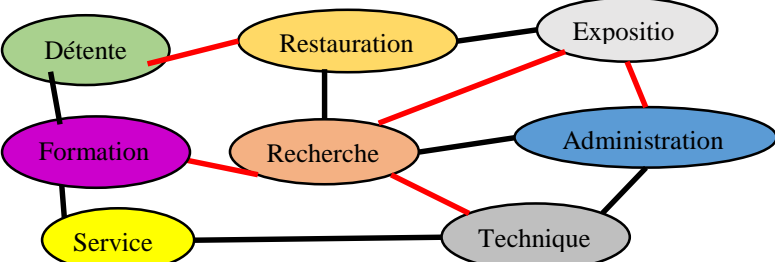
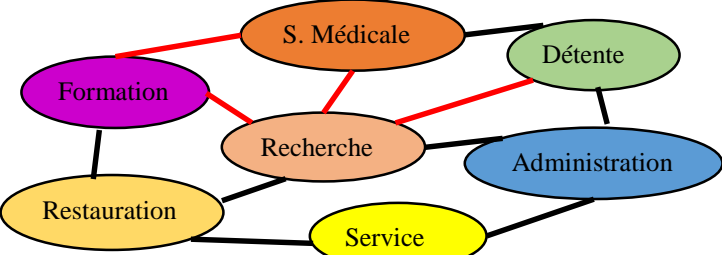
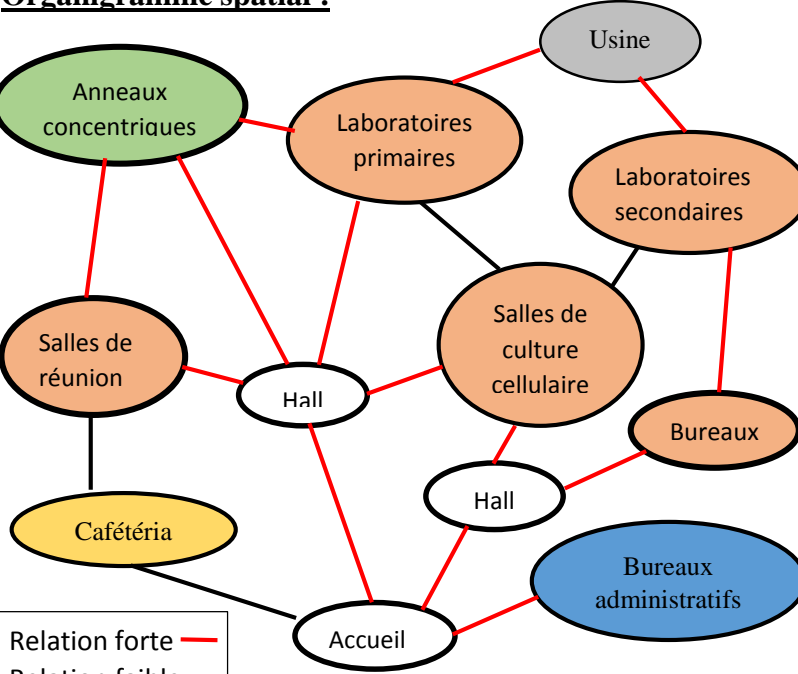
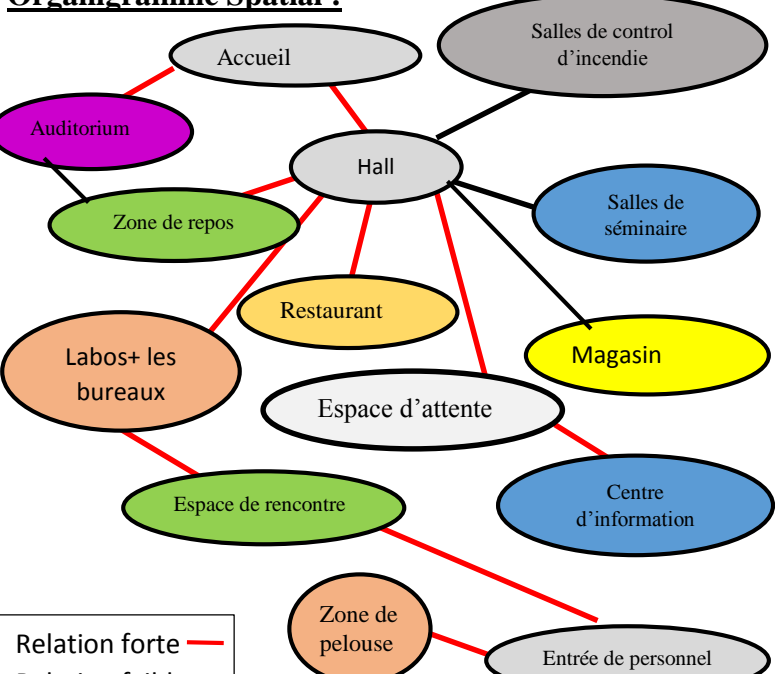
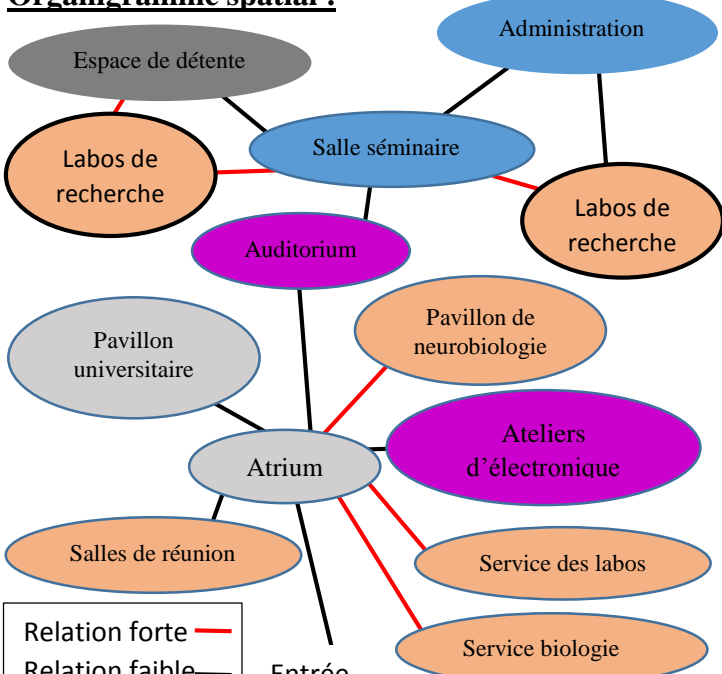
5) Scottish Centre for Regenerative Medicine (SCRM)	6) Le Francis Crick institute	7) Centre de recherche en biologie moléculaire (MRC)	Synthèse
			<p>Après avoir présenter le programme des exemples précédants, on a arrivé à déduire les points suivants :</p>
<p>Le programme : le service d'imagerie, la cytométrie de flux, centre de thérapie cellulaire, le centre de chimie et de biologie, centre de service transgénique, centre de culture cellulaire, un laboratoire d'histologie, usine pour maximiser l'efficacité des espaces, cafétéria, les bureaux et les anneaux, les salles de réunion et de conférences</p>	<p>Le programme : atrium, auditorium, salles de réunion, un restaurant / cafétéria, centre d'information, accueil, magasin/ stock, laboratoire d'enseignement, laboratoires de recherche, espace de détente et de pause et un centre administratif</p>	<p>Le programme : RDC (atrium, service de biologie, service des labos, autoclave des déchets, salle de réunion, bibliothèque, pavillon de neurologie, pavillon universitaire, atelier de mécanique, sécurité et santé, kitchenette, service d'instrument et magasin) R+1 (laboratoire de recherche, salle de séminaire, administration, auditorium et espace de détente) R+2 (laboratoire de recherche et un restaurant)</p>	<p>*Les centres des recherches médicale se basent généralement sur les fonctions suivantes : recherche, formation, administration, espaces de détentes, la restauration.</p>
<p>Organigramme fonctionnel :</p> 	<p>Organigramme fonctionnel :</p> 	<p>Organigramme fonctionnel :</p> 	<p>*il existe quelques centres des recherches qui contiennent d'autres fonctions tels que : le service et la fonction médicale,</p>
<p>Organigramme spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>	<p>Organigramme Spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>	<p>Organigramme spatial :</p>  <p>Relation forte — Relation faible —</p>	<p>*les fonctions principales d'un centre de recherche médical sont : la recherche, la formation et tous qui est techniques. La fonction mère (recherche) comprend plusieurs unités de recherche : microbiologie, virologie, Zoologie, botanique, cancérologie, neurosciences, la biologie et la biochimie, pharmacologie et la médecine régénérative, immunologie, et parasitologie.</p>

Tableau 12. Tableau comparatif de l'analyse fonctionnelle des exemples

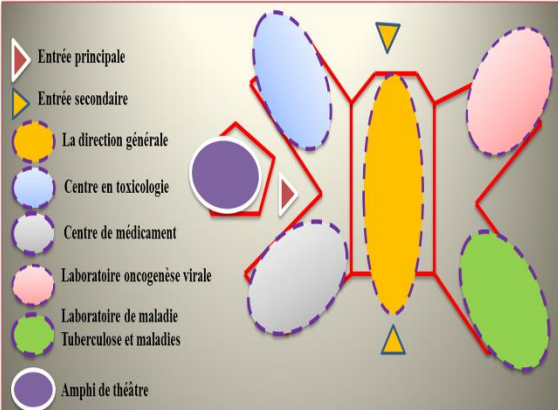
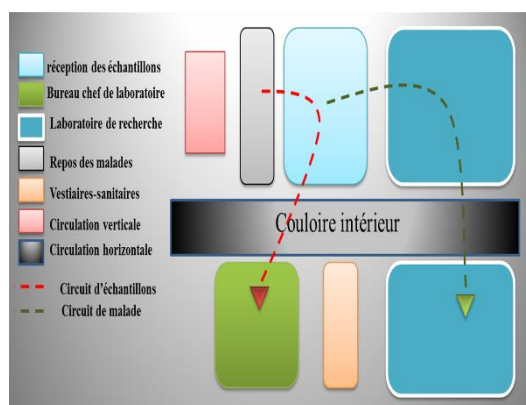
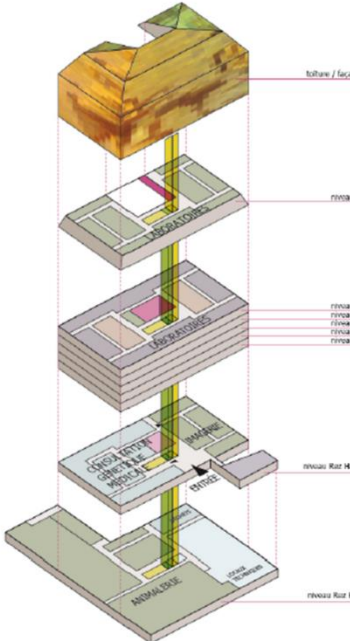
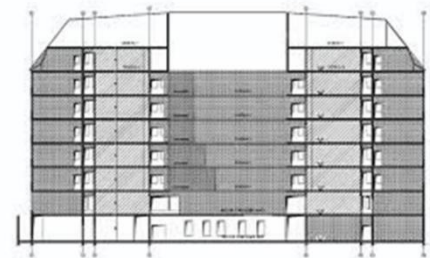
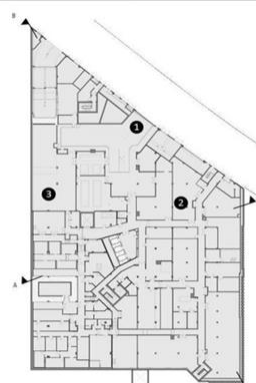
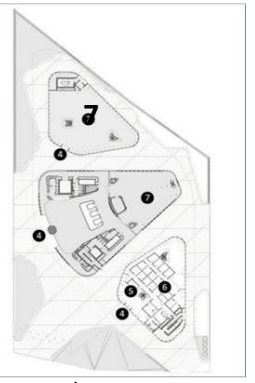
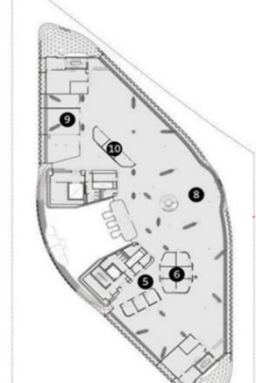
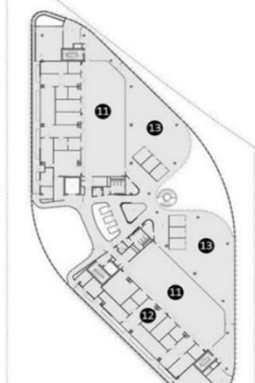


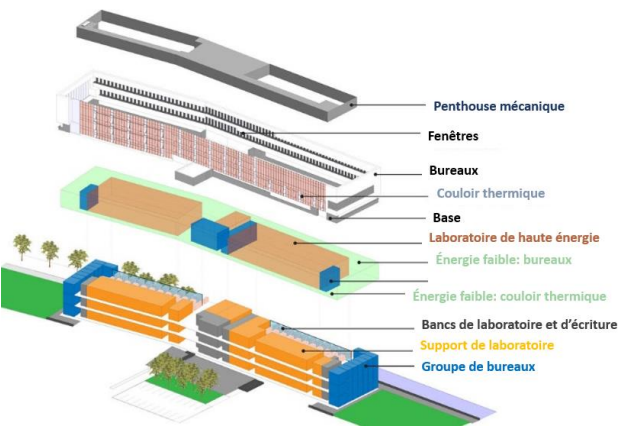
Exemples	1) Institut Pasteur	2) Centre de recherche en biomédecine	3) Centre de recherche SAHMRI	4) Bâtiment de recherche en biosciences														
Analyse fonctionnelle	 <p>Plan schématique des différents entités de l'institut</p>  <p>Plan schématique d'une partie de de l'institut (c'est la partie des labos de maladies tuberculeuse)</p>	<table border="1" data-bbox="964 583 1498 892"> <thead> <tr> <th>Étage</th> <th>Les espaces</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Entre sol</td> <td>Animalerie, Locaux techniques</td> </tr> <tr> <td>RDC</td> <td>Accueil, imagerie, Consultation médicale</td> </tr> <tr> <td>1ER étage</td> <td>Laboratoires et les bureaux</td> </tr> <tr> <td>2eme étage</td> <td>Laboratoires et les bureaux</td> </tr> <tr> <td>3eme étage</td> <td>Laboratoires et les bureaux</td> </tr> <tr> <td>4eme étage</td> <td>Laboratoires et les bureaux</td> </tr> </tbody> </table>  <p>La répartition des niveaux</p>  <p>Coupe longitudinale</p>	Étage	Les espaces	Entre sol	Animalerie, Locaux techniques	RDC	Accueil, imagerie, Consultation médicale	1ER étage	Laboratoires et les bureaux	2eme étage	Laboratoires et les bureaux	3eme étage	Laboratoires et les bureaux	4eme étage	Laboratoires et les bureaux	 <p>Plan sous-sol</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Quai de chargement 2 stockages 3 mécaniques 4 Entrée 5 Salle d'attente 6 Salle de consultation 7 Espace polyvalent  <p>Plan 1^{ère} étage</p> <ol style="list-style-type: none"> 8 Cafétéria 9 Salle de réunion 10 Bureau 11 Laboratoire 12 Support de laboratoire 13 Espace de travail  <p>Plan 2^{ème} étage</p>  <p>Plan type</p>  <p>Coupe longitudinale</p>	<p>Deux grands laboratoires ouverts font face à la rivière Corrib et sont séparés par un atrium de deux étages.</p> <p>Les suites bureautiques, reliées sur trois niveaux par un escalier communicant, correspondent au plan.</p>  <p>Le plan RDC (plan type)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Circulation vertical ■ Salle de conférences ■ Les laboratoires ■ Hall + les bureaux ■ Salle de réunion  <p>les différents niveaux du bâtiment</p> <ul style="list-style-type: none"> Penthouse mécanique Fenêtres Bureaux Couloir thermique Base Laboratoire de haute énergie Énergie faible: bureaux Énergie faible: couloir thermique Bancs de laboratoire et d'écriture Support de laboratoire Groupe de bureaux
	Étage	Les espaces																
Entre sol	Animalerie, Locaux techniques																	
RDC	Accueil, imagerie, Consultation médicale																	
1ER étage	Laboratoires et les bureaux																	
2eme étage	Laboratoires et les bureaux																	
3eme étage	Laboratoires et les bureaux																	
4eme étage	Laboratoires et les bureaux																	

Tableau 12. Tableau comparatif de l'analyse fonctionnelle des exemples




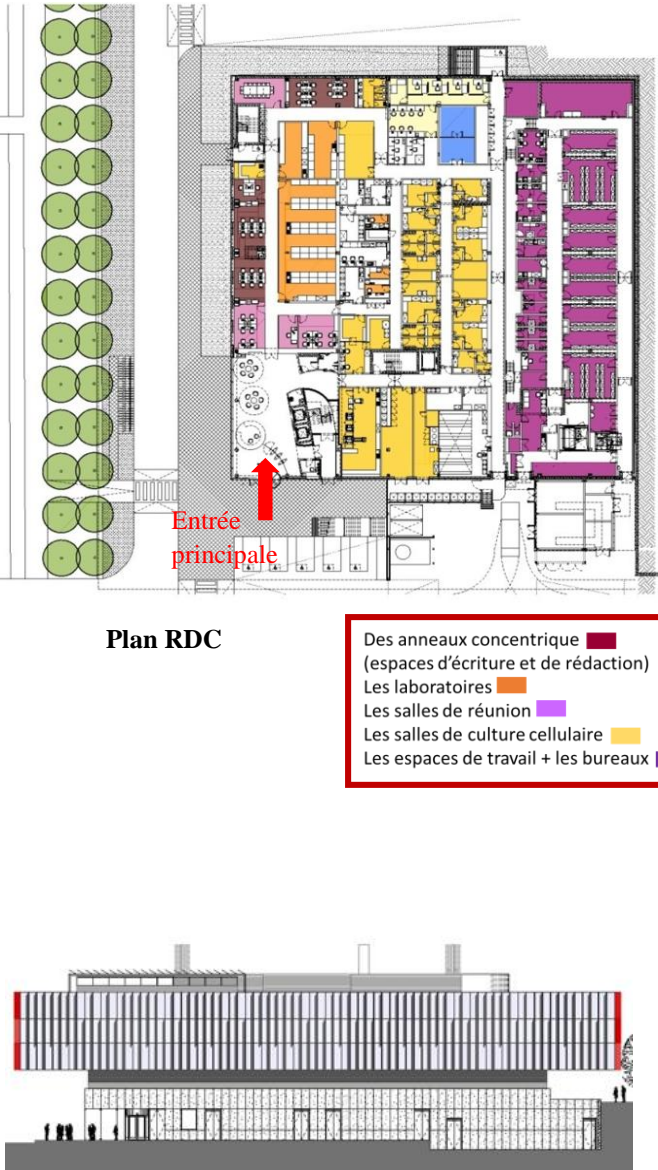
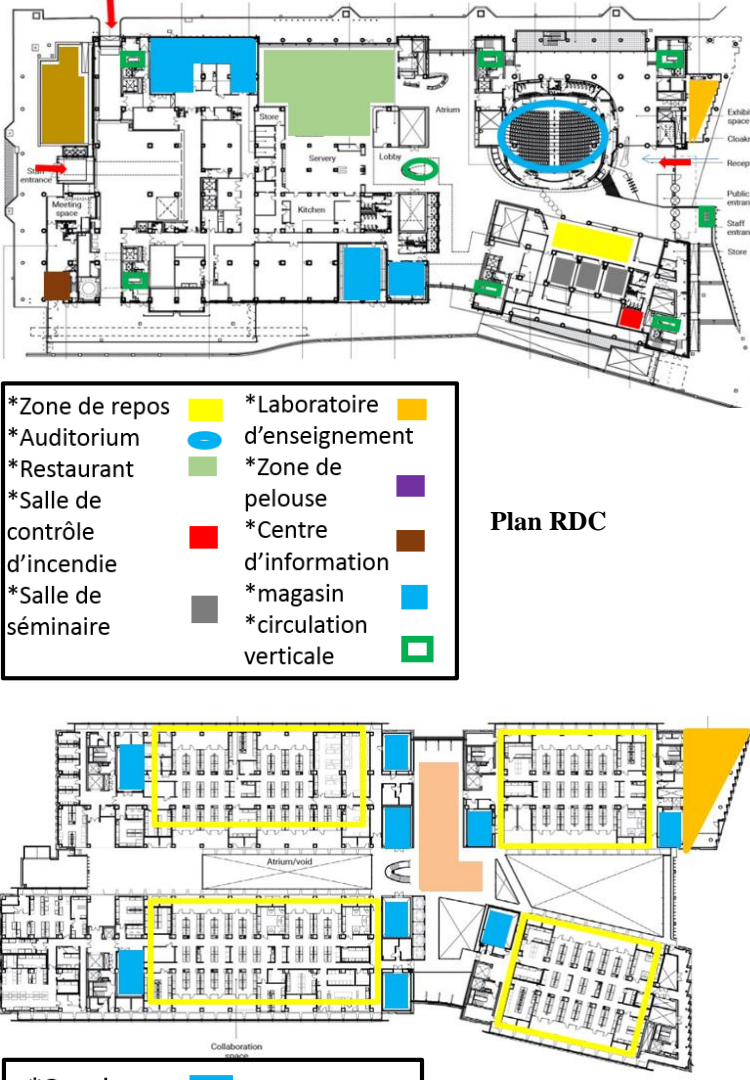
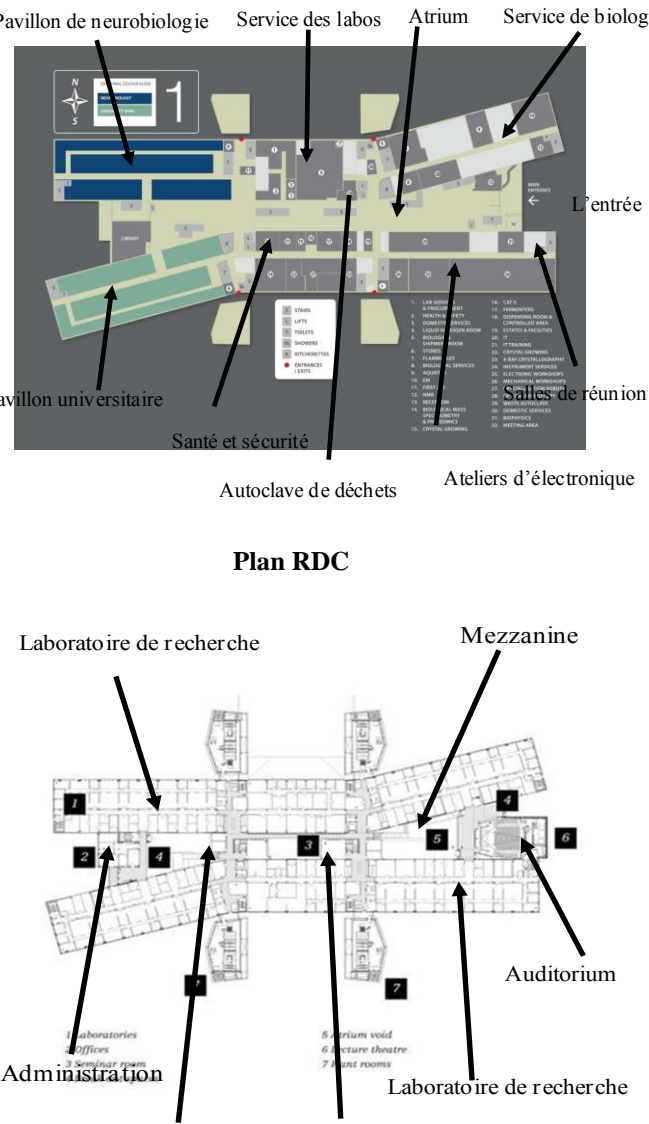
5) Scottish Centre for Regenerative Medicine (SCRM)	6) Le Francis Crick institute	7) Centre de recherche en biologie moléculaire (MRC)	Synthèse
			<p>Après avoir analysé le fonctionnement de chaque exemple, on a arrivé à déduire les points suivants :</p>
 <p>Plan RDC</p> <ul style="list-style-type: none"> Entrée principale Des anneaux concentrique (espaces d'écriture et de rédaction) Les laboratoires Les salles de réunion Les salles de culture cellulaire Les espaces de travail + les bureaux <p>Coupe transversale</p>	 <p>Plan RDC</p> <ul style="list-style-type: none"> *Zone de repos *Auditorium *Restaurant *Salle de contrôle d'incendie *Salle de séminaire *Laboratoire d'enseignement *Zone de pelouse *Centre d'information *magasin *circulation verticale <p>Plan étage</p> <ul style="list-style-type: none"> *Stocks *Espaces de collaboration (laboratoires + espaces de rédaction) *Détente *laboratoire 	 <p>Plan RDC</p> <ul style="list-style-type: none"> Pavillon de neurobiologie Service des labos Atrium Service de biologie Pavillon universitaire Santé et sécurité Autoclave de déchets Ateliers d'électronique L'entrée Salles de réunion <p>Plan 1ère étage</p> <ul style="list-style-type: none"> Laboratoire de recherche Mezzanine Administration Espace de détente Salle de séminaire Laboratoire de recherche Auditorium 	<p>*généralement les centres de recherche disposent d'un espace de transition (atrium), cet espace relie les différentes entités du projet.</p> <p>*l'auditorium est généralement se trouve dans un espace proche de l'entrée principale pour qu'il sera une séparation entre la partie sécurisée (laboratoire) et la partie commune.</p> <p>*les laboratoires de recherches sont toujours en relation directe avec les bureaux et les espaces de rédactions.</p> <p>*L'administration est placée dans la majorité des espaces dans les étages supérieurs.</p> <p>*La présence des étages techniques au-dessus des laboratoires qui permette leurs ventilations.</p>

Tableau 13. Tableau comparatif de l'analyse stylistique des exemples

Exemples	1) Institut Pasteur	2) Centre de recherche en biomédecine	3) Centre de recherche SAHMRI	4) Bâtiment de recherche en biosciences
				
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Analyse stylistique</p>	<p>Le volume central : forme d'un carré Les 4 volumes rectangulaires sont emboîtés dans le volume central. La forme pentagonale : c'est un amphithéâtre encastré au sol.</p>  <p>Ouvertures en longueur pour maximiser l'éclairage naturelle</p>  <p>L'effet d'horizontalité</p>	<p>Le CRBS se démarque par sa volumétrie simple rectangulaire immédiatement identifiable et lisible</p>  <p>Matériaux et structure : Structure en béton armé</p> 	<p>Utilisation du principe de la Peau vivante dans le traitement des façades</p> <p>Inspirée de la peau d'une pomme de pin, la façade triangulaire unique répond à son environnement comme un organisme vivant. Elle agit comme un pare-soleil articulé qui traite de la lumière du soleil, de la charge thermique, de l'éblouissement et du vent, tout en préservant la vue et la lumière du jour.</p> <p>Utilisation des outils de modélisation paramétrique pour intégrer les exigences environnementales, programmatiques et formelles à la façade.</p>  	<p>Le BRB est un bâtiment à barres simples, minces et linéaires, où la légère inclinaison de sa masse reflète le profil et la géométrie de la rivière voisine Corrib (deux parallélogrammes inclinés).</p>  <p>Structure : la superstructure en béton préfabriqué</p> <p>Façades : L'effet de l'horizontalité et la verticalité avec une continuité des ouvertures</p>  <p>MDC : La pierre de basalte, les menuiseries en hêtre cuit à la vapeur, le stuc et le mur-rideau en verre provenaient tous de sources locales.</p> <p>Intérieur : un «couloir thermique» sert de «tampon» ou de «pull» entre l'intérieur et l'extérieur. Il fonctionne comme un système à double paroi (captant la chaleur en hiver et la purgeant en été).</p>  <p>Avec un treillis en bois placé dans les vitrages isolants, le mur-rideau OKAWOOD reprend le concept de planification en couches du bâtiment tout en protégeant le couloir thermique de la dure lumière irlandaise.</p>



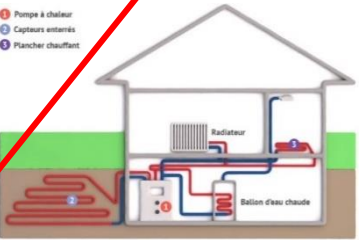





Tableau 13. Tableau comparatif de l'analyse stylistique des exemples

5) Scottish Centre for Regenerative Medicine (SCRM)	6) Le Francis Crick institute	7) Centre de recherche en biologie moléculaire (MRC)	Synthèse
			<p>Après l'analyse stylistique des exemples, on a arrivé à déduire les points suivants :</p>
<p>La volumétrie : elle se compose de deux parallélépipèdes (la base et le volume en porte à faux).</p>  <p>La structure et les matériaux de construction : La structure en porte-à-faux du bâtiment est revêtue d'un mur-rideau clair et opaque et comporte des ailettes verticales en aluminium pour minimiser le gain solaire. Présence d'une structure métallique</p>  <p>Les façades : un effet d'horizontalité cassé par la disposition verticale des ouvertures et des ailettes</p> 	<p>La volumétrie : le bâtiment a une forme ADN</p> <p>La structure et les matériaux de construction : la structure du bâtiment est très ouverte, avec peu de murs solides et une utilisation intensive du verre pour les murs et les portes</p> <ul style="list-style-type: none"> *La cacophonie visuelle est magnifiée par une multitude de matériaux, dont des panneaux plaqués de trois bois différents, ainsi que du granit, du calcaire du Jura, de l'acier, du béton, du verre coloré et dichroïque et de la peinture violette. *L'ensemble est revêtu de panneaux de terre cuite *Présence de la brique rouge <p>Façade : *un effet de monumentalité est marqué dans la façade du bâtiment</p> <ul style="list-style-type: none"> *Le toit incurvé de lattes d'aluminium à trois hauteurs qui dissimulent l'imposante usine nécessaire    	<p>La volumétrie : Un chromosome légèrement asymétrique, avec six blocs séparés de 50 m reliés par un atrium central et par des tours croustillantes en acier inoxydable Placées de chaque côté ; le Laboratoire de biologie moléculaire cherche à décrire l'objet de son travail dans sa forme.</p>  <p>Façade : Le bâtiment est revêtu de verre, offrant un design léger et spacieux. L'accumulation de chaleur est réduite par des stores vénitiens automatiques, entre le double vitrage standard et une peau de verre extérieure.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> *la forme doit être compacte. *Le vitrage reste un élément essentiel pour ce type de projet. *l'entrée doit être remarquable. *Création d'un environnement stimulé entouré de jardins et espaces verts pour offrir aux chercheurs les conditions nécessaires de repos et concentration. *Utilisation du principe biomimétisme. *Le choix des formes qui fait recours à la thématique de la recherche médicale tels que : la forme d'ADN et la forme de chromosome. Utilisations des matériaux locaux et écologiques.

Tableau 14. Tableau comparatif de l'analyse de la durabilité des exemples

Exemples	1) Institut Pasteur	2) Centre de recherche en biomédecine	3) Centre de recherche SAHMRI	4) Bâtiment de recherche en biosciences
				
<p>Les techniques utilisées dans la conception de l'institut Pasteur sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ouvertures en longueur pour maximiser l'éclairage naturelle. • une barrière de végétation au niveau du laboratoire pour diminuer le bruit et adoucir l'air. 	<p>Les façades sont habillées d'une vêtue unique, constituée de stores métalliques de couleurs différentes. Il s'agit en réalité de brise-soleil orientables, détournés pour être positionnés en bardage fixe. Tantôt orientable, tantôt fixe, l'ensemble se fond dans un même calepinage, constituant une enveloppe homogène.</p>  <p>Un système photovoltaïque utilisé au niveau de la toiture.</p> <p>Un patio central sert également de cheminée naturelle assurant la sur ventilation nocturne des espaces de bureaux et de laboratoire.</p> 	<p>*Une installation flexible, adaptable, saine et durable qui répond aux conditions environnementales afin d'assurer un environnement de travail interne confortable et de minimiser la consommation d'énergie.</p> <p>SAHMRI obtiendra la cote Or pour le leadership en conception énergétique et environnementale (LEED).</p> <p>*Un système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) économe en énergie fournir un environnement intérieur confortable à chaque zone de travail, avec des niveaux élevés de alimentation en air extérieur ; Une conception économe en eau, incluant la collecte des eaux de pluie et la réutilisation des eaux ;</p> <p>*Un système de construction intégré intelligent permettant de mesurer en temps réel consommation d'énergie et d'eau du bâtiment ;</p> <p>*Parking réduit grâce aux excellentes liaisons avec les transports en commun et à proximité</p> <p>*Aménagement paysager et espace public conçus pour minimiser l'effet d'îlot thermique ; Un plan de gestion environnementale spécifique au site - avec un objectif de recyclage des déchets de construction d'au moins 80%.</p> 	<p>Zonage Haute / Basse Énergie La stratégie haute / basse énergie place les espaces les plus intensifs sur le plan mécanique dans une zone adjacente aux laboratoires ouverts, tandis que les espaces à faible consommation d'énergie tels que les bancs d'écritures, les bureaux et les espaces d'interaction sont regroupés le long du périmètre.</p> <p>72% réduction de la consommation d'énergie.</p>  <p>29% réduction de la densité de puissance d'éclairage.</p>  <p>75% réduction d'eau potable.</p> 	

Tableau 14. Tableau comparatif de l'analyse de la durabilité des exemples

5) Scottish Centre for Regenerative Medicine (SCRM)	6) Le Francis Crick institute	7) Centre de recherche en biologie moléculaire (MRC)	Synthèse
 <p>La durabilité est au cœur de la conception du bâtiment SCRM et 76% de l'énergie nécessaire à son fonctionnement provient de sources renouvelables, Ce bâtiment permet de réduire de 22% les émissions de carbone par rapport aux normes de l'industrie.</p> <p>Les caractéristiques de la conception durable comprennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> *Des panneaux solaires sur le toit, *Un système de pompe à chaleur géothermique sous la terre. *L'atrium *Situation d'une usine sur une mezzanine entre les zones de laboratoire situées au rez-de-chaussée et au premier étage afin de maximiser l'efficacité de ces espaces fortement desservis (réduire l'énergie intrinsèque).    	 <ul style="list-style-type: none"> • Les stratégies de conception durable comprennent : <ul style="list-style-type: none"> *18 300 pieds carrés de panneaux photovoltaïques sur le toit. L'utilisation intensive du verre permet à la lumière naturelle de pénétrer dans le bâtiment et tous les luminaires sont énergétiques. *25 000 capteurs contrôlant la chaleur, la lumière, la pression et l'humidité. 99% des déchets et du sol enlevés pendant la construction ont été réutilisés ou recyclés. *Bien qu'il n'y ait pas de parking pour le personnel autre que les personnes handicapées, il y a 180 supports à vélo pour le personnel et des supports supplémentaires à l'extérieur pour les visiteurs. *L'installation comprend une centrale de production combinée de chaleur et d'électricité afin de fournir une énergie sur site à faible émission de carbone. *Les panneaux solaires installés sur le toit fournissent une énergie renouvelable supplémentaire et tous les luminaires sont éco énergétiques *Le toit cache également les unités de chauffage et de climatisation. *Un tiers du bâtiment est sous terre afin de réduire sa taille visible et de fournir une protection supplémentaire aux équipements sensibles. 	 <p>Conception légère et économe en énergie : L'accumulation de chaleur est réduite par des stores vénitiens automatiques, entre le double vitrage standard et une peau de verre extérieure. D'autres caractéristiques d'économie d'énergie comprennent des roues de récupération de chaleur qui échangent de l'énergie entre l'air entrant et sortant, une pompe à chaleur.</p> <p>Caractéristiques acoustiques spéciales : Le grand atrium utilise des surfaces largement réfléchissantes, ce qui augmente le temps de réverbération dans cet espace clé. L'intégration d'absorbants de son haute performance a permis d'améliorer le niveau d'intelligibilité de la parole dans l'atrium et de contrôler le transfert de bruit vers les espaces adjacents, tels que les bureaux et les salles de réunion.</p> <p>Défis de laboratoire : Entre les étages se trouvent des vides interstitiels de pleine hauteur (ISVs), contiennent tous les conduits, tuyaux et services. Peuvent être consultés directement pour la maintenance et les modifications sans entrer dans les espaces de laboratoire eux-mêmes. Cela permet de faire des changements rapidement et avec un minimum de perturbations, en donnant la flexibilité nécessaire pour répondre aux besoins du futur et assurer une longue vie à l'immeuble.</p>	<p>Après avoir analysé la durabilité de chaque exemple, on a arrivé à déduire les points suivants :</p> <p>Les solutions techniques utilisées dans les exemples sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> *Utilisation de vitrage pour favoriser le chauffage et l'éclairage naturelle et la ventilation naturelle ; * Utilisation des atriums ; * Utilisation de la végétation Intégration des blocs semi enterré pour réduire les déperditions ; *Traitement de l'eau ; *Recyclage de déchet ; *Utilisation des solutions géothermiques ; * Utilisation des panneaux photovoltaïque pour réduire la consommation des énergies électrique. *Utilisation des matériaux écologiques dans les traitements des façades.

Synthèse générale

Selon l'analyse précédente des exemples, on a pu ressortir les points suivants :

- Le projet doit être un centre de recherche en biosciences ;
- IL doit être implanté dans un site sanitaire et inscrit dans un milieu vert ;
- La compacité de la forme est recommandée ;
- Aspect fonctionnel : une clarté fonctionnelle permet aux usagers de comprendre facilement la distribution interne des espaces ;
- Orientation : une bonne orientation pour assurer un meilleur ensoleillement ;
- La disposition des grandes surfaces vitrées ;
- Solution technique : parmi les solutions techniques, on cite :
 - Utilisation de vitrage pour favoriser le chauffage, l'éclairage, et la ventilation naturelle ;
 - Utilisation des atriums ;
 - Utilisation de la végétation et des points d'eau ;
 - Gestion de l'eau
 - Recyclage des déchets
 - Utilisation des panneaux photovoltaïques.

Conclusion

D'après les analyses et les recherches faites sur les structures de recherche scientifique dans le cadre du développement durable, nous sommes parvenus à bien cerner et maîtriser notre projet, et notre vision d'un centre de recherche en biosciences devienne plus claire et plus précise afin de ne pas rencontrer des difficultés dans les phases suivantes.

Chapitre 2 : Programmation architecturale et technique

Introduction

Le programme est un moment en avant du projet, c’est une information obligatoire à partir de laquelle l’architecte va pouvoir exister, c’est un point de départ mais aussi une phase de préparation. «La solution est dans le programme...» Louis Kahn.

1. Les objectifs de la programmation

1. Définir les usagers et les utilisateurs et leur besoin ;
2. Définir les fonctions et les activités et leur organisation ;
3. Les exigences conceptuelles du projet ;
4. Définir un schéma fonctionnel ;
5. Définir organigramme spatial du projet ;
6. définir un programme de base ;
7. Traduire le besoin en programme d’espace et des surfaces.

On peut résumer les différents objectifs de la programmation dans le schéma ci-dessous.

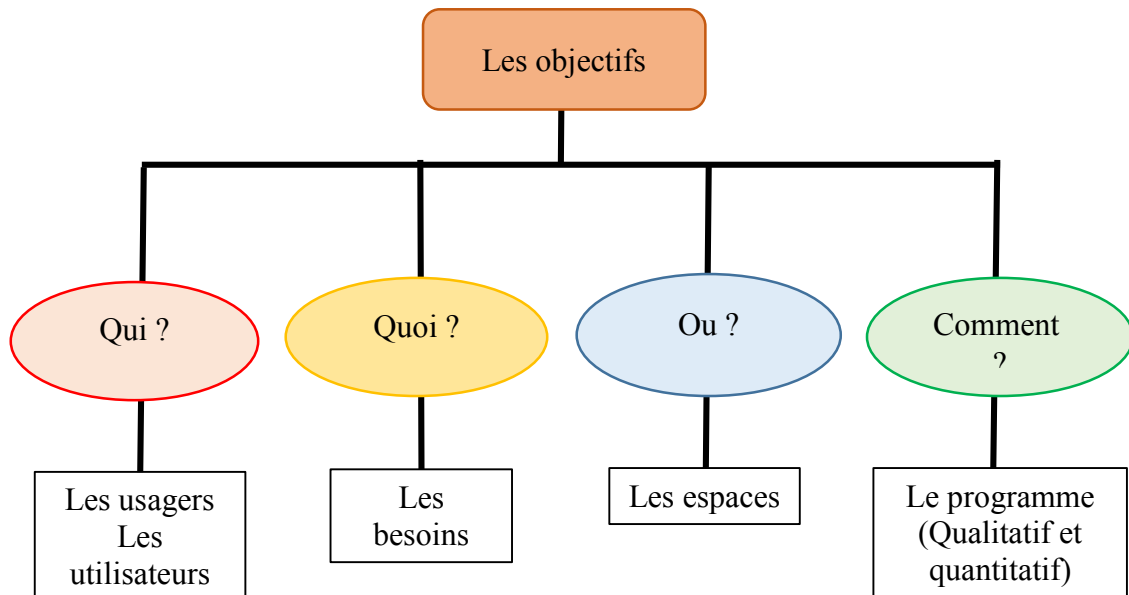


Figure 14. Les objectifs de la programmation. (Source : auteurs)

2. Les usagers et les utilisateurs

Notre projet est destiné à accueillir différents types d'utilisateurs (tableau 20) et des usagers (tableau 21) qui se présentent comme suit :

Tableau 15. Les utilisateurs et leurs besoins et espaces (source : auteurs)

Les utilisateurs	L'âge	Activités/ besoins	Espaces
Personnels administratifs	Adulte	Travailler, administrer, gérer, consommer, stationner.	Bureaux, parking, restaurant, cafétéria.

Tableau 16. Les usagers et leurs besoins et espaces (source : auteurs)

Les usagers		Par sexe	Activités/ besoins	Espaces
Les chercheurs	Médecins Pharmaciens Biologistes Vétérinaires Biomédicales Doctorants Enseignants Etudiants	Femmes	Enseigner, former, faire des recherches, faire des essais, échanger des idées, se nourrir, Stationner.	Laboratoire de recherche, bibliothèque, salle de conférence, auditorium ; atelier de formation, parking, restaurant, cafétéria, espace de détente, hébergements
		Hommes		
Les visiteurs	Public	Femmes	S'orienter, se divertir, être sensibiliser, découvrir, apprendre, stationner.	Orientation, salle d'exposition, cafétéria, restaurant, parking.
		Hommes		
Les techniciens		L'âge	Réparer, entretenir, nettoyer, se nourrir, changer les vêtements, prendre une douche, stationner.	Locaux techniques, locaux de rangement, vestiaires, douches, restaurant, cafétéria, parking.
		Adultes		

3. Programme de base

Tableau 17. Programme de base (source : auteurs)

Fonctions	Espaces
Recherche	Unité de biologie, unité de biochimie, unité de neuroscience unité de cancérologie, unité de zoologie, unité de botanique.
Formation	Auditorium, ateliers de formation, laboratoires de travaux pratique.
Culture	Médiathèque
Restauration	Cafétéria et restaurant
Administration	Bureaux, salle de réunion, salle d'archive
Techniques	Les locaux techniques
hébergement	Dortoir femmes et dortoir hommes
Stationnement	Parking

4. Organisation fonctionnelle et spatiale

4.1. La matrice des fonctions

La matrice des fonctions permet de définir les différentes relations existantes entre les différentes fonctions de notre projet.

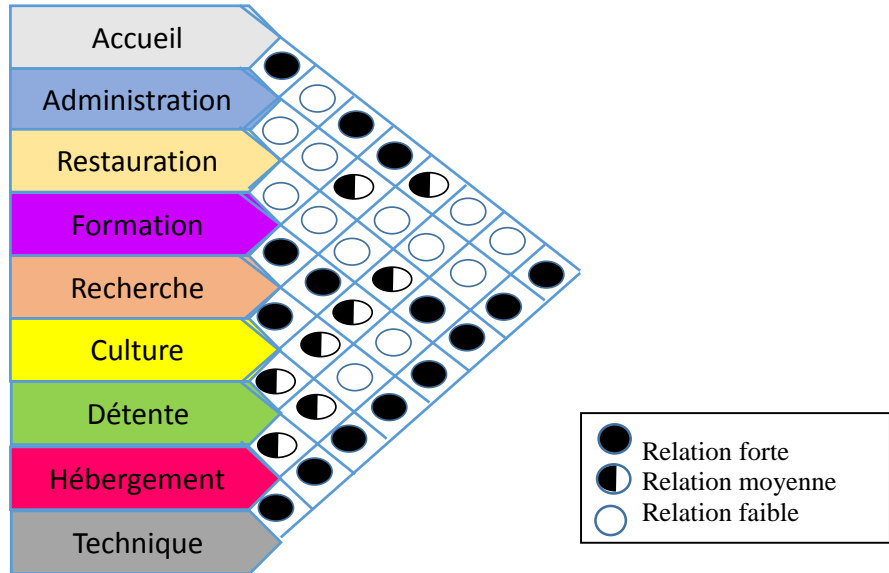


Figure 15. La matrice des fonctions (source : auteurs)

4.2. L'organigramme fonctionnel

D'après la matrice précédente, on a pu schématiser l'organigramme fonctionnel et tirer les relations des différentes fonctions avec les fonctions mères de notre projet (Recherche, formation et la fonction technique).

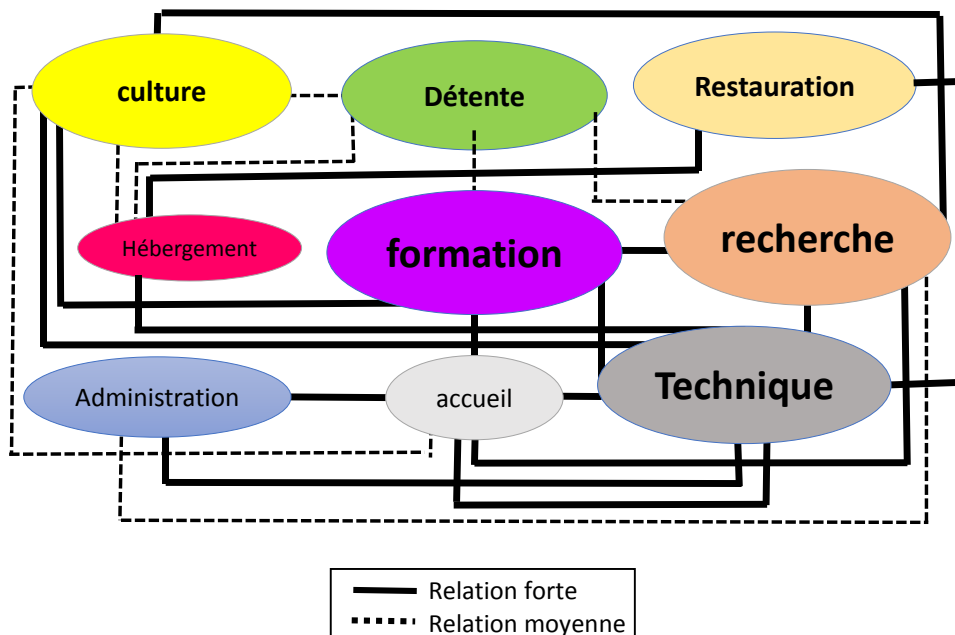


Figure 16. L'organigramme fonctionnel (source : auteurs)

4.3. Organigramme spatial

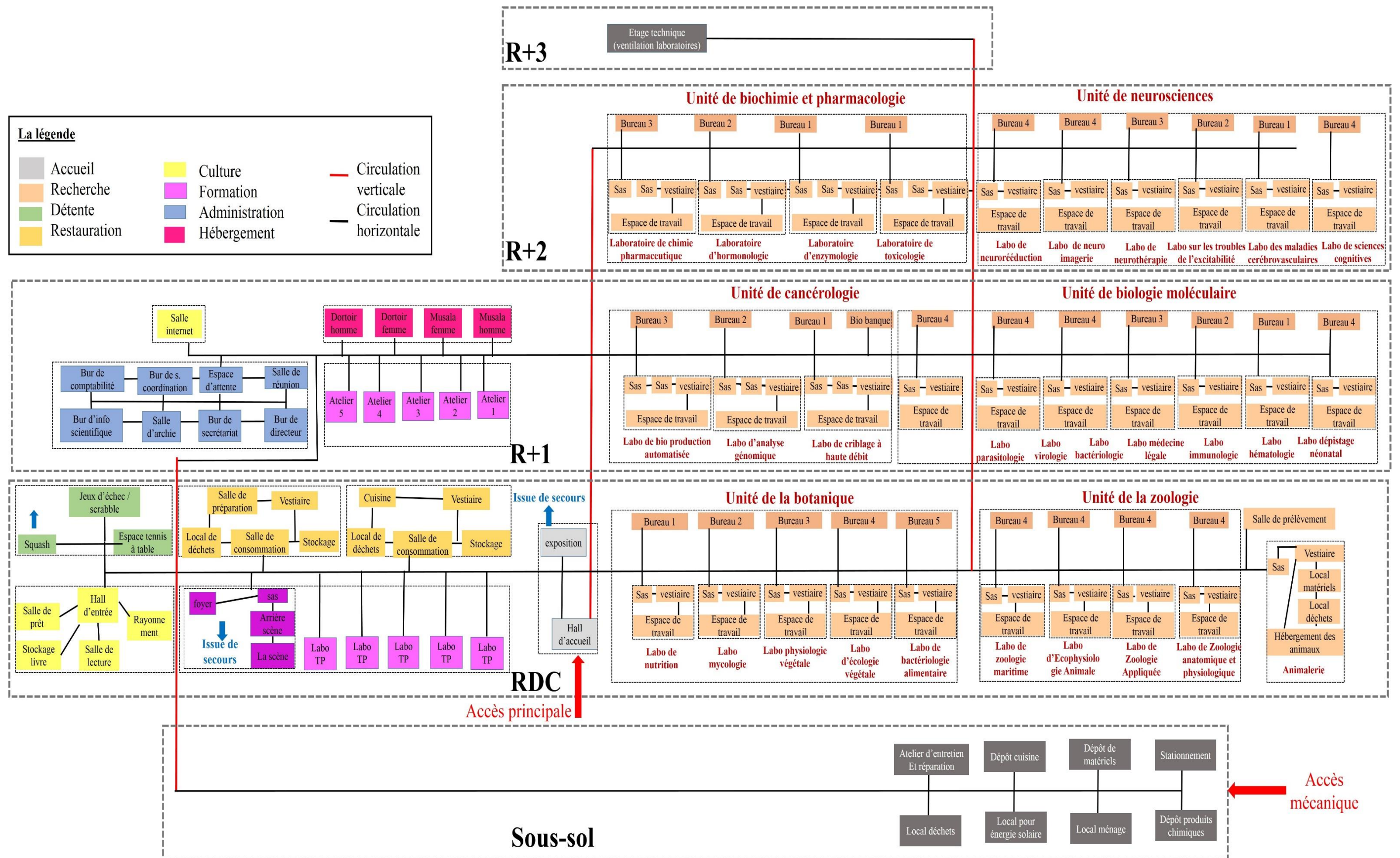


Figure 17. Organigramme spatial (source : auteurs)

5. Programme spécifique

Tableau 18. Le programme spécifique de chaque fonction (source : auteurs)

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m2)	Surface total (m2)
Accueil	Accueil	Hall d'accueil	1	100	180
		Espace d'exposition	1	80	
Administration	Administration	Espace d'attente	1	25	205
		Bureau de secrétariat	1	15	
		Bureau de directeur	1	30	
		Bureau de comptabilité	1	25	
		Bureau de service de coordinations	1	20	
		Bureau d'information scientifique et valorisation de résultat	1	20	
		Salle d'archive	1	20	
		Salle de réunion	1	50	
Culture	Médiathèque	Hall d'entrés	1	50	650
		Comptoir de prêt	1	10	
		Stockage livre	1	60	
		Salle de lecture	1	250	
		Rayonnement	1	100	
		Salle d'internet	1	200	
Formation	Auditorium	Sas	1	30	1000
		Scène		50	
		Foyer stockage		300	
Formation	Ateliers de formation		7	50	
	Laboratoire de travaux pratique		5	50	
Restauration	Restaurant	Cuisine	1	80	355
		Salle de consommation	1	200	
		stockage	1	15	
		Local de déchets	1	20	
		Dépôt cuisine		45	
		vestiaire	1	15	
	Chambre froide	1	10		
Cafétéria	Salle de préparation	1	50	270	

		Salle de consommation	1	150	
		stockage	1	30	
		Local de déchet	1	20	
		vestiaire	1	20	
Recherche	• Unité de la biologie moléculaire				
	Laboratoire dépistage néonatal	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	582.5
	Laboratoire hématologie	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	
	Laboratoire immunologie	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	
	Laboratoire médecine légale	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	
	Laboratoire bactériologie	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	
	Laboratoire virologie	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	
	Laboratoire parasitologie	Sas Douche Espace de travail	1	2.5 5 40	
	Bureaux de chercheurs		7	30	
	Salle de prélèvement		1	40	
	• Unité de la biochimie et pharmacologie				
	Laboratoire d'hormonologie	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40	320
	Laboratoire de chimie pharmaceutique	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40	
	Laboratoire de toxicologie	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40	
	Laboratoire d'enzymologie	Sas 1 Sas 2 Douche	1 1 1	2.5 2.5 5	

	Espace de travail	1	40		
Bureaux de chercheur		4	30		
• Unité de neurosciences					
Laboratoire de recherche en neuro imagerie	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40	465	
Laboratoire sur les troubles de l'excitabilité et de l'éveil cortical	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
Laboratoire de neurothérapie et neuromodulation	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
Laboratoire des maladies cérébrovasculaires	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
laboratoire de recherche en neuroréduction aigue avec surveillance	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
Laboratoire de sciences cognitives	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
Bureaux de chercheur		6	30		
• Unité de la cancérologie					
Laboratoire de bio production automatisée	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40		355
Laboratoire de criblage à haute débit	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40		
Imagerie cellulaire	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40		
Laboratoire d'analyse génomique	Sas 1 Sas 2 Douche Espace de travail	1 1 1 1	2.5 2.5 5 40		
bio banque		1	35		

	Bureaux de chercheur		4	30		
	• Unité de la botanique					
	Laboratoire mycologie	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40	837.5	
	Laboratoire de physiologie végétale	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
	Laboratoire d'écologie végétale	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
	Laboratoire de bactériologie alimentaire	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
	Laboratoire de nutrition	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	2.5 5 40		
	Bureaux de chercheur		4	30		
	Jardin d'expérience		1	480		
	Jardin potager		1	800		
	• Unité de la zoologie					
	animalerie	Sas Vestiaire Hébergement des animaux Local de déchets Local de matériel Local des aliments	1 1 1 1 1 1	4.5 9 100 30 20 15		526.5
	Laboratoire de Zoologie Appliquée	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	4.5 5 40		
	Laboratoire d'Ecophysiologie Animale	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	4.5 5 40		
	Laboratoire de Zoologie anatomique et physiologique	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	4.5 5 40		
	Laboratoire de zoologie maritime	Sas Douche Espace de travail	1 1 1	4.5 5 40		
	Salle de prélèvement animal		1	30		

	Bureaux de chercheur		4	30	
Détente	Espace de détente	Salle de tennis de table		50	200
		Salle de jeux d'échec		50	
		Salle squash		50	
		Salle de scrabble		50	
Technique	Les locaux techniques	Locale des déchets	1	50	635
		Locale de stockage de matériel	1	85	
		Locale de stockage de produit	1	75	
		Local de gestion solaire	1	55	
		Local d'entretien	1	70	
		Station biomasse	1	170	
		Vestiaires pour les techniciens	1	30	
		Local ménage	1	50	
hébergement	Dortoir	chambres femmes	3	50	460
		chambres homme	3	50	
	Mossala	Salles de prière (femmes, hommes)	2	80	
stationnement	Parking sous-sol		44	10.5	861
	Plein air		38	10.5	
Espace extérieure	Des lacs et des fontaines				
	jardins	Esplanade d'entrée Jardin panoramique Aire des jeux Jardin potager			
Surface utile					7041.5
Surface de circulation 30%					2112.45
Surface totale de bâtis					9153.95

6. Les exigences conceptuelles

6.1. Laboratoire de recherche

6.1.1. Définition


Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherches scientifiques, d'analyses médicales ou de matériaux, de tests techniques ou de l'enseignement scientifique et technique.²⁶

6.1.2. Les types de laboratoire

Les laboratoires sont classés en niveaux de confinement de 1 à 4 selon le niveau de risque biologique croissant. A chaque niveau correspond une conception des installations des procédures et des pratiques particulières.

Le confinement doit correspondre à l'agent pathogène manipulé qui présente le risque le plus élevé.²⁷

Tableau 19. Les niveaux de confinement (source : <https://docplayer.fr/3567617-Travailler-en-toute-securite-dans-un-laboratoire-de-biologie-moleculaire.html>)

Niveau de confinement	Microorganismes manipulés	Locaux	Equipements spécifiques	Bonnes pratiques
L1	Classe 1 (non pathogènes)	Local isolé Paillasse, murs, sols lisses et lavables	Autoclave sur le site	Vêtements de protection Paillasse propre et rangée Boîtes à aiguilles Inactivation du matériel contaminé et des déchets
L2	Classe 2 (faiblement pathogènes)	Accès réglementé Ventilation mécanique	PSM type II Autoclave dans le bâtiment (Centrifugeuse)	
L3	Classe 3 (fortement pathogènes)	Sas Filtration de l'air sortant par filtre HEPA Local en dépression	PSM type II Autoclave dans le laboratoire ou à proximité	+ Surbottes + surblouses
L4	Classe 4 (risque majeur)	Ventilation de secours et interphone Filtration de l'air entrant et sortant (double filtre HEPA) Douche obligatoire	PSM type III Autoclave à double entrée	+ Scaphandre 

²⁶ <https://www.cnrtl.fr/definition/laboratoire>

²⁷ Classification of laboratories and specific biosecurity procedure (www.rr-africa.oie.int)

Laboratoire de confinement 1

- Laboratoire de base pour la manipulation des agents du groupe de risque 1.
- N'exige aucune caractéristique de conception particulière autre que celles propres aux laboratoires fonctionnels et bien conçus.
- Il n'est pas nécessaire de prévoir des enceintes de sécurité biologique.
- Les pratiques normales des laboratoires de microbiologie de base assurent le confinement nécessaire.
- Application des bonnes pratiques de laboratoire.
- Bonne gestion des déchets.
- Lavage des mains.
- Emploi de désinfectants appropriés.

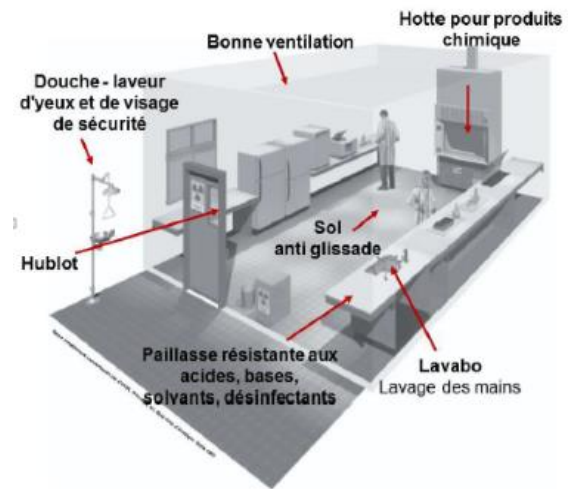


Figure 18. Le laboratoire de confinement 1 (source : www.rr-africa.oie.int)

Laboratoire de confinement 2

- Laboratoire isolé des autres activités.
- Signalétique de mise en garde de risque biologique.
- Accès aux personnes autorisées seulement (formées).
- Portes et fenêtres doivent rester fermées.
- Surfaces intérieures imperméables et faciles à nettoyer et à décontaminer.
- Protection contre rongeurs et arthropodes.
- Présence autoclave dans le bâtiment.
- Enceinte de sécurité biologique de classes 1 et 2 équipée de filtres à air certifiés à haute capacité pour la manipulation des organismes.
- Équipement de protection individuelle : sarraus qui ne sont portés que dans le laboratoire, gants, lunettes, ou visière de protection.
- Tout le matériel contaminé doit être convenablement décontaminé.

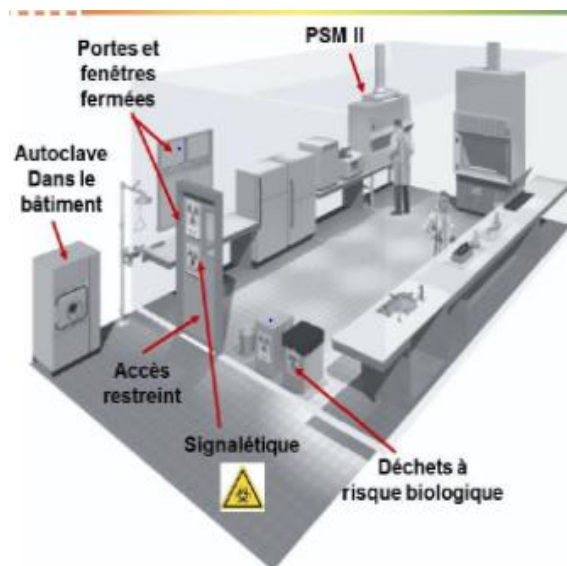


Figure 19. Le laboratoire de confinement 2 (source : www.rr-africa.oie.int)

Laboratoire de confinement 3

- Laboratoires spécialement conçus en dépression.
- SAS personnel avec accès contrôlé.
- Sas matériel.
- Ouvertures des murs doivent être scellées.
- Fenêtres scellées incassables.
- Système de ventilation et traitement de l'air.
- L'air ne doit pas être recyclé et évacué par un système séparé à travers un filtre à air à haute efficacité (filtre HEPA).
- Générateur de secours.
- Système de communication.
- L'ameublement doit être réduit au minimum et facile à nettoyer et à décontaminer (fumigation).
- Autoclave à double entrée.
- PSM2 avec filtre à air certifié, haute efficacité.
- Evier à commande à pied, à genou ou automatique pour laboratoire humide.
- Douche à la sortie.
- Traitement des effluents pour laboratoire humide.
- Tout doit être décontaminé avant sortie.
- EPI obligatoire.

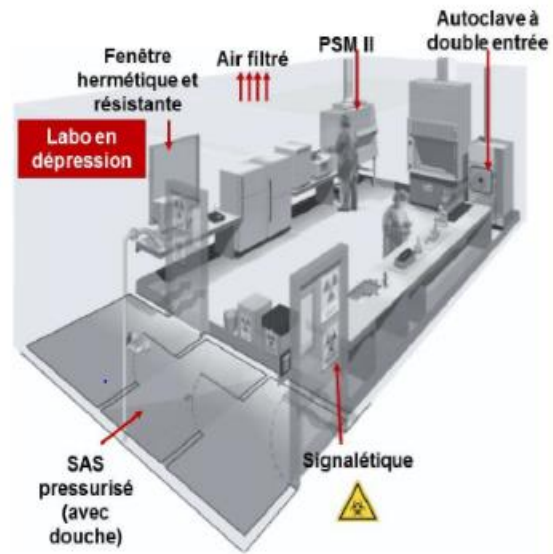


Figure 20. Le laboratoire de confinement 3 (source : www.rr-africa.oie.int)

Laboratoire de confinement 4

- Unité fonctionnelle isolée et de préférence indépendante des autres unités
- Laboratoire en dépression
- Travail en binôme
- Port de combinaison de surpression (scaphandre) ou maintien de l'agent dans l'enceinte de sécurité biologique de classe 3 (PSM3)
- Décontamination de l'air (double filtre HEPA) et des effluents
- Douche de décontamination du scaphandre
- Douche à la sortie
- Générateur de secours.

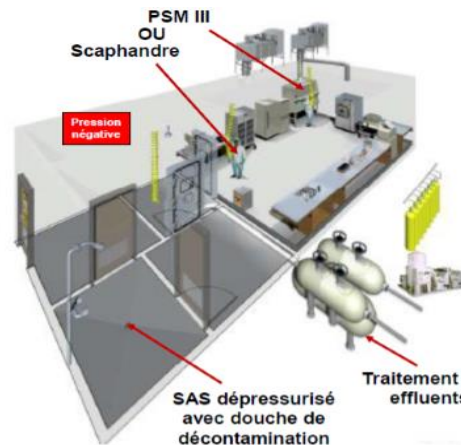


Figure 21. Le laboratoire de confinement 4 (source : www.rr-africa.oie.int)

6.1.3. Sécurité au laboratoire

Travailler dans un laboratoire expose à des risques dus aussi bien aux produits chimiques potentiellement toxiques qu'au matériel spécifique qu'un expérimentateur doit connaître pour les utiliser sans danger. Il faut ainsi avoir conscience des risques encourus et tout faire pour protéger les autres et soi-même, tout en gardant en tête que le danger peut venir d'autrui.



Figure 22. Quelques règles générales de sécurité au laboratoire (source : <http://physiquechimiecollege.eklablog.com/la-securite-au-laboratoire-de-science-a126929286>)

6.1.4. Risques aux laboratoires

Le personnel du laboratoire est exposé à un nombre significatif de risques, les risques variant en fonction du type d'activité, et des analyses pratiquées. On peut les résumer dans le schéma ci-dessous :

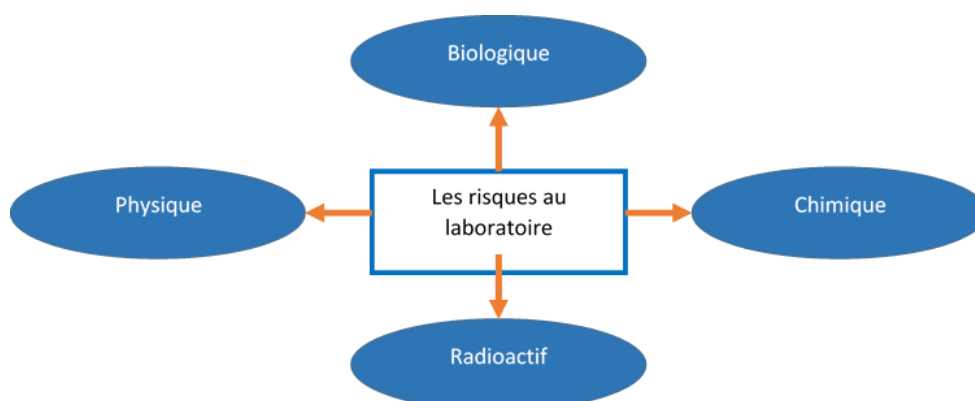


Figure 23. Les risques au laboratoire (source : auteurs d'après <https://docplayer.fr/3567617-Travailler-en-toute-securite-dans-un-laboratoire-de-biologie-moleculaire.html>)

6.1.5. Les exigences spécifiques au laboratoire

Les portes :

Les portes sont préférentiellement conçues de façon à :

- Permettre le passage des automates les plus volumineux.
- S'ouvrir sans l'aide des mains ce qui les laisse libres pour porter des échantillons ou d'autres produits dangereux.
- Eviter les collisions et voir les personnes travaillantes.
- Les revêtements des portes doivent être imperméables, résistant aux agents nettoyants et désinfectants.

Les zones de circulation doivent rester libres et ne doivent pas servir de zone de stockage.



Figure 24. Porte de laboratoire (source : <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-999/ed999.pdf>)

La hauteur sous plafond :

La hauteur sous plafond doit être suffisante pour :

- Contenir le plus haut appareil, en tenant compte des systèmes de ventilation associée.
- Une hauteur de plafond de 3m et généralement suffisante pour accueillir des Sorbonne et des PSM.
- Permettre l'installation des systèmes de ventilation de la pièce avec des arrivés et des sortis d'air à la verticale du sol.
- Permettre le passage de canalisations et de chemins électriques et télématiques.

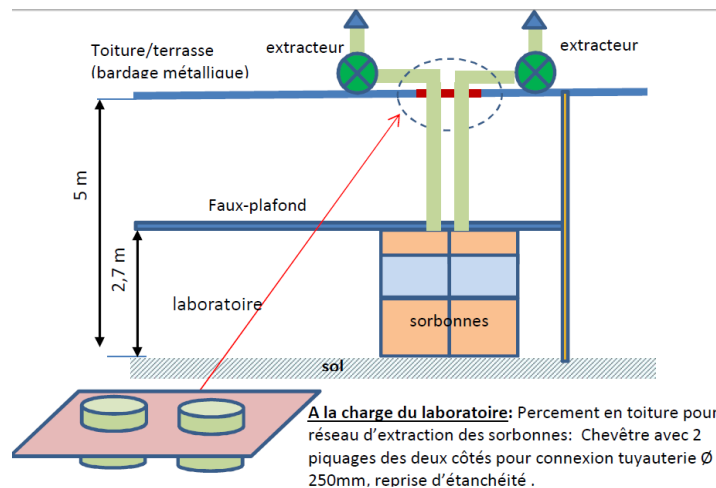


Figure 25. Une coupe au niveau de laboratoire. (source : <http://smia.sante-travail.net/presentation-guides-ventilation-inrs>)

Le laboratoire doit être conçu de manière à assurer partout une bonne ventilation grâce à un système de ventilation actif. Le laboratoire devrait aussi être assez spacieux pour permettre la circulation des personnes et des chariots.

Les pièces devraient avoir un plafond haut pour assurer une ventilation correcte, 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 dalle doit être suffisamment résistante pour supporter tous les automates pouvant parfois avoir une charge au sol très élevée. La charge utile peut être de l'ordre de 500kg/m³.

Le revêtement de sols

✚ Le revêtement des sols doit être résistant à l'usure et au poinçonnement, antidérapant, imperméable, résistant aux agents nettoyants et désinfectants ainsi qu'aux produits chimiques utilisés lors des analyses.

- Le revêtement doit également capable de dériver les charges électrostatiques (en principe <108 ohms et ne pas dégager de gaz toxiques en cas d'incendie

- Il est souhaitable d'installer des revêtements plastifiés à joints thermo soudés plutôt que du carrelage

- Il convient de faire remonter d'au moins 10cm 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 26. Exemple d'une automate (source : <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-999/ed999.pdf>)

La paillasse :

✚ Paillasse murale à dossier, équipée d'eau froide à deux endroits avec deux bénitiers, trois blocs de quatre prises de courants 220 v 10/16 ampères sur tableaux muraux.

- Les paillasses sont réalisées en éléments modulaires de 1,50 ou 2m

- Paillasse centrale sèche avec : (étagère inférieure – dossier arrière et bloc tiroir sous paillasse).

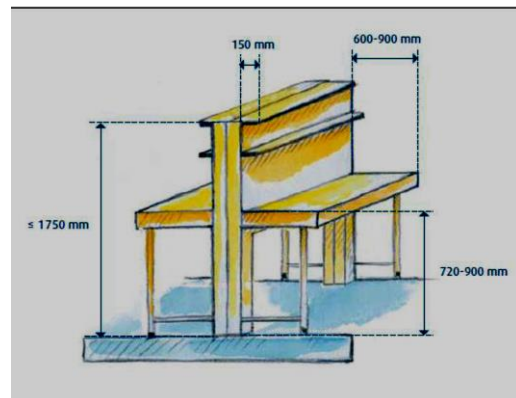


Figure 27. Dimensions d'une paillasse de laboratoire (source :

<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-999/ed999.pdf>)

La Sorbonne :

✚ La Sorbonne (Il s'agit d'une hotte posée sur une paillasse et raccordée à un conduit de ventilation. Cet équipement permet de manipuler ou de stocker des produits dont les émanations peuvent être nocives.)

✚ La hauteur standard HT des Sorbonne est d'environ 2,80m. Il faut prévoir, suivant leur localisation dans la pièce, un habillage jusqu'au plafond afin de cacher le conduit souple d'évacuation.

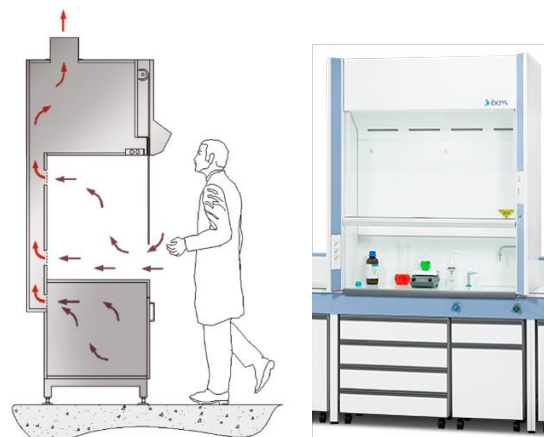


Figure 28. Sorbonne. (source : <https://iberis.fr/nos-produits/sorbonne-de-laboratoire/>)

Des armoires ventilées :

✚ Une armoire ventilée et système de filtration sert à stocker les produits utilisés en laboratoire. Elle diminue les risques chimiques inhalatoires souvent entraînés par la concentration de vapeurs présentes dans le laboratoire.

- Ces armoires ventilées représentent donc la meilleure solution pour un rangement sécurisé des produits qui ont la mauvaise habitude d'encombrer le plan de travail et de polluer l'air intérieur. Elles sont dotées d'un système de filtration d'air et procurent un stockage sain.



Figure 29. Armoire ventilée (source : <https://www.laboratoire.com/fournisseur/trionyx.php>)

Les ouvertures :

✚ Dans les laboratoires, il faut mettre des fenêtres d'observation pour voir le personnel qui occupe la pièce.

✚ L'éclairage doit être suffisant, on veillera à éviter les reflets gênants et les lumières éblouissantes tout en favorisant l'éclairage artificiel contrôlé.

✚ Les fenêtres doivent être fermées hermétiquement pour être décontaminées.

✚ L'éclairage doit être suffisant, on veillera à éviter les reflets gênants et les lumières éblouissantes tout en favorisant l'éclairage artificiel contrôlé.



Figure 30. Fenêtre d'observation (source : <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-999/ed999.pdf>)

6.2. Accueil

✚ Cet espace occupera une place prépondérante dans l'équipement, sa lecture doit se faire directement de l'extérieur de telle façon que chaque personne puisse se repérer par son aspect.

✚ De ce fait, il doit être traité pour qu'il soit un lieu d'orientation, d'information, d'exposition, il sera aussi un espace de desserte des différentes composantes de l'équipement.

✚ Le hall d'accueil doit être un lieu propice à la présentation de l'équipement, en créant une ambiance confortable et détendue.

✚ Un bon éclairage et une aération naturelle.

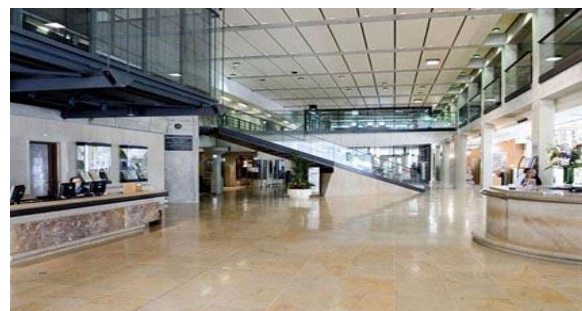


Figure 31. Exemple d'un hall d'accueil (source : <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Centre-d%27accueil-et-de-recherche-des-Archives-nationales>)

6.3. Administration

✚ Espace où se concentre les services chargés de veiller au bon fonctionnement du centre. L'administration ne devra pas être en relation directe avec les espaces fréquentés par les usagers et les utilisateurs.



Figure 32. Bureau direction (source : <http://www.lepolyglotte.fr/mobilier-bureau-direction-bureau-pour-entreprise-2976/>)



Figure 33. Dimensions autour du plan du travail (source : <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-23/ed23.pdf>)

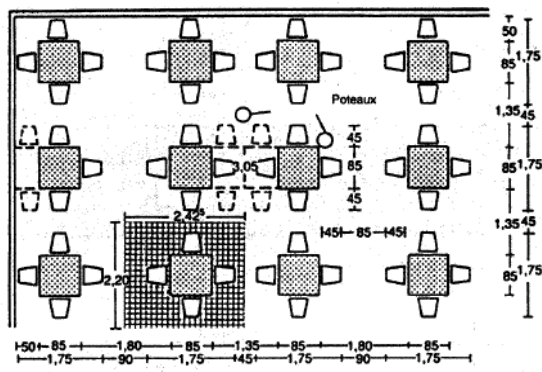
6.4. Restaurant

Dans un centre de recherche il est nécessaire d'injecter la fonction de la restauration, qui est un espace d'ambiance et d'échange. Ils marqueront un moment de repos pour les chercheurs dans le parcours de travail. Il doit avoir :

- ✚ bonne aération et muni bien éclairé et visible partout.
- ✚ orientation est/ouest/sud.
- ✚ Confort acoustique indispensable.



Figure 34. Exemple d'un restaurant (source : <https://www.epfl.ch/campus/restaurants-shops-hotels/fr/restauration/restaurants/la-table-de-vallotton-by-shangri-la/>)



③ Répartition parallèle des tables.

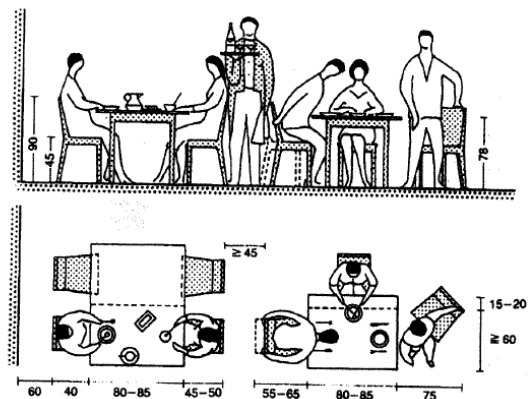


Figure 35. Organisation des tables (source : NEUFERT)

6.5. Médiathèque

- ✚ Lieu où sont rassemblés et où peuvent être consultés différents médias.
- ✚ Nécessite une meilleure visibilité, espace ouvert et bien éclairé, calme et flexible.
- ✚ L'espace réservé à la lecture doit être étudié d'une manière efficace, doit être loin du bruit et le mouvement continu, doit avoir une relation avec les espaces importants.



Figure 36. Médiathèque (source : <https://www.mediathèquebron.fr/cms/articleview/id/176>)



Figure 37. Exemple d'une salle de lecture d'une médiathèque (source : <http://www.mairie-seugy.fr/equipement/mediatheque-la-grange>)

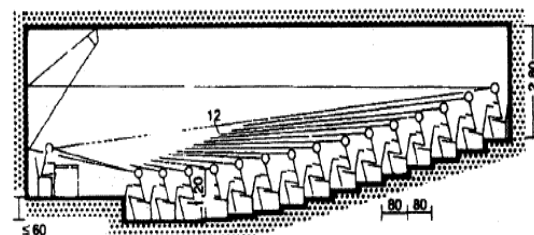
6.6. Auditoriums

Permettre aux chercheurs et professeurs d'animer des séminaires, et des cours dans le cadre d'échange. Il doit être en relation avec l'accueil.

La place nécessaire par étudiant dans une position confortable est (70 x 85 cm). On peut avoir une position de (60 x 80 voire 55 x 75 cm) par étudiant en comptant toutes les surfaces dans les grands amphithéâtres avec une marge étroite de 0,62 m² (dans les amphithéâtres plus petits, on dispose d'une marge normale de (0,80-0,95 m²)).



Figure 38. Auditorium (source : https://www.justdial.com/Mumbai/Terna-Auditorium-Opposite-Railway-Station-Nerul/022PXX22-XX22-150407171600-C5T2_BZDET)



④ Forme normale d'amphithéâtre.

Figure 39. Dimensionnement des escaliers (source : NEUFERT)

6.7. Dortoir

La disposition d'un dortoir dans un centre de recherche permet aux chercheurs de résider pour mener leurs recherches.

Salle commune, comportant plusieurs lits, où dorment les membres d'une collectivité.²⁸

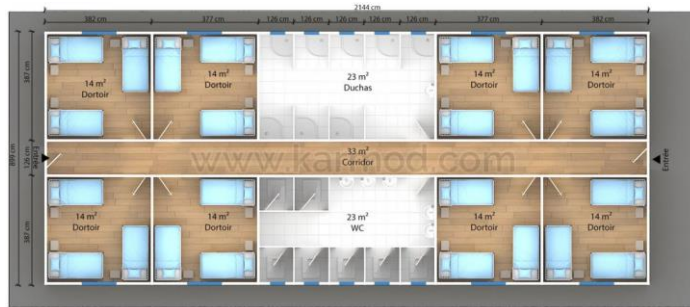


Figure 40. Exemple d'un dortoir (source : <https://karmod.fr/produits/plans-de-dortoir-modulaire>)

6.8. Les locaux techniques

✚ **Stockage matériel** : rayonnage fonctionnel avec un emplacement proche de l'accès.

✚ **Stockage des produits chimiques** :

-Un local séparé, bien ventilé, sécurité, équipé d'étagères solides et fixées doit être organisé près des zones de travail pour stocker les produits chimiques, lorsque l'espace est disponible.

-Les étagères doivent être mises à terre afin de dissiper l'électricité statique et donc le risque de production d'étincelle.

-Organiser le stockage de telle sorte que les règles de séparation et de compatibilité des produits chimiques soient respectées. Les produits chimiques incompatibles ne doivent pas être stockés ensemble.

-Définir un lieu de stockage spécifique pour chaque catégorie de produit chimique et y ranger les produits après utilisation.

-Toutes les zones de stockage (locaux, armoires de sécurité, frigos, etc.) doivent être identifiées et identifiables par les pictogrammes de danger pertinents.



Figure 41. Stockage des produits chimiques (source : <http://www.gravittax.fr/stockage/stockage-statique/rayonnage-statique-stockage-manuel/rayonnage-parois-tolees-profilto/attachment/rayonnage-parois-stockage-produits-chimiques-3/>)

✚ **Monte-charge**

Appareil de levage qui permet de monter ou de descendre d'un étage à un autre toutes espèces d'objets pesants.²⁹

Charge utile >300 kg, avec une surface de la cabine <0.8 m².

On utilise couramment des éléments en acier profilé préfabriqués pour garnir les parois de la gaine ou le plafond.

²⁸ <https://www.cnrtl.fr/definition/dortoir>

²⁹ <https://www.cnrtl.fr/definition/monte-charge>



Figure 42. Exemple d'un monte-charge (source : <https://www.hamon.fr/produit/monte-charge>)

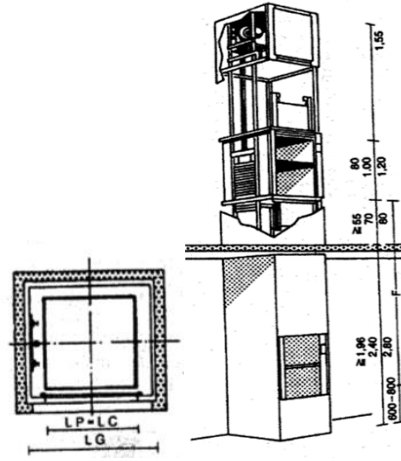


Figure 43. Dimensionnement d'un monte charge en plan et en coupe (source : Neufert)

✚ Animalerie standart A1

La conception de l'animalerie³⁰ aura pour objet de fournir un environnement de travail ergonomique ;

- Facilitant l'entretien
- Présentant des zones recevant la lumière naturelle chaque fois que cela est possible
- Préservant la sécurité et protégeant la santé des agents
- Facilitant la maintenance par la réalisation de plénums accessibles
- Les matériaux et les produits de finition doivent être durables, non poreux et résistants à l'eau et aux produits chimiques de nettoyage ; et encore résistants aux impacts des matériels mobiles comme les supports à cages pour les protéger contre les dommages
- Assurant le confinement correct des espèces entretenues en fonction de la dangerosité et de la pathogénicité possible de ces espèces ou des protocoles envisagés sur ces espèces.³¹



Figure 44. Exemple d'animalerie (source : <http://www.usamvcluj.ro/fiziopatologie/images/franceza/animale-de-laborator/curs/Cours%20-%20-%20EBPAL%20-%202016-2017.pdf>)

³⁰ Les animaleries sont conçues dans le respect de la réglementation et des principes éthiques liés à l'utilisation d'animaux à des fins scientifiques (décret 118-2013 et arrêtés).

³¹ <https://docplayer.fr/amp/1609038-Animaleries-de-laboratoire-guide-pratique-pour-la-construction-ou-l-amenagement.html>

✚ Les sanitaires

- Les sanitaires ont le caractère d'être publics.
- Facilement accessibles (dès le hall).
- Aérés naturellement ou par des gaines d'aération.
- Exigence d'utiliser dans les revêtements des matériaux résistant à l'humidité.



Figure 45. Les sanitaires (source : <https://www.danbakli.com/produits/decoration/modele-3d-sanitaire-public/index.html>)

6.9. Système de sécurité incendie

Un système de détection incendie est une unité faisant partie du système de sécurité incendie, dont l'objectif est de déceler de façon aussi précoce que possible la naissance d'un feu. Pour cela, on prévoit utiliser les dispositifs suivants :

✚ Détection de l'incendie : l'alarme d'incendie

Lorsque les détecteurs de fumée reçoivent un signal, ils le transmettent à la centrale, où le professionnel responsable le vérifie immédiatement et lance les actions de protection contre l'incendie.



Figure 46. Alarme d'incendie (source : <http://newintelligencevision.com/particulier/incendie/>)

✚ Une protection sprinkler

Une protection sprinkler est un système fixe d'extinction automatique à eau. L'installation est un ensemble hydraulique constitué par un poste de contrôle et un réseau de canalisations en acier, maintenu sous pression permanente d'eau (ou d'air).

Les canalisations sont équipées de têtes sprinklers, logées dans les plafonds des bâtiments protégés et disposées de façon à s'ouvrir, dans les délais les plus brefs, sous l'action de la chaleur. Le principe du système consiste à déverser une quantité d'eau adaptée au sinistre sur une zone d'une surface prédéterminée.

L'ouverture d'une tête sprinkler est due à l'élévation de la température. La chaleur dégagée par le feu s'élève jusqu'au plafond. À une certaine température, l'ampoule (ou fusible) qui maintient la tête sprinkler fermée, éclate et libère l'eau à l'aplomb du foyer.

Local, l'arrosage est également progressif. Si le refroidissement est insuffisant, les sprinklers voisins s'ouvrent également et participent à la maîtrise du feu. La chute de pression provoquée par l'ouverture du premier sprinkler entraîne le démarrage des pompes.

Le passage de l'eau actionne un gong hydraulique et un contact électrique de report qui donnent l'alarme. L'arrosage est maintenu pour contenir le feu jusqu'à l'intervention des secours et la fermeture manuelle des vannes.³²

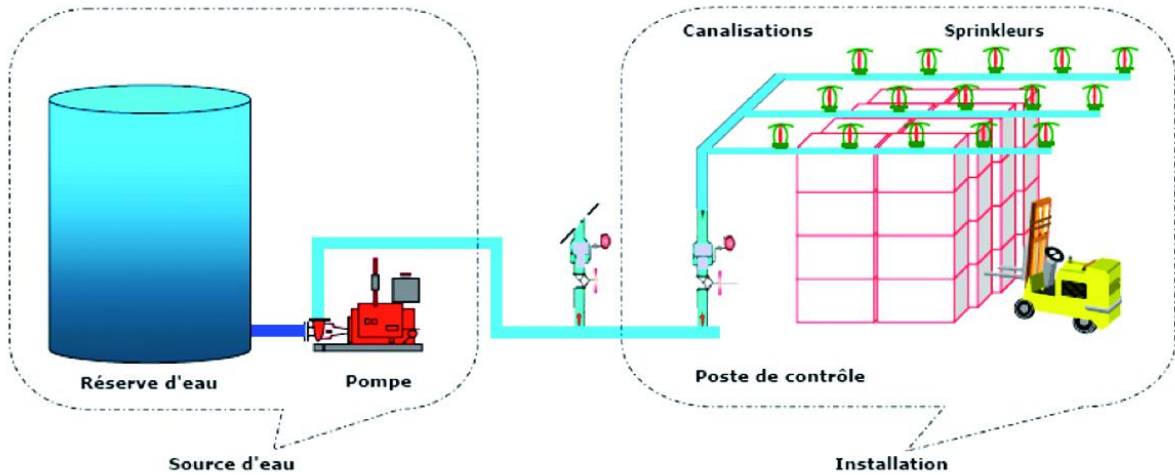


Figure 47. Le système Sprinkler (source : <https://entreprise.mma.fr/connexionpro/sprinkler-fonctionnement.html#.XPVZzJrsYbw>)

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de définir les différentes fonctions de notre projet avec ses estimations surfaciques afin d'établir l'organisation fonctionnelle et spatiale, puis il a traité les exigences conceptuelles de chaque espace tout en répondant aux besoins des usagers et utilisateurs.

³² <https://entreprise.mma.fr/connexionpro/sprinkler-fonctionnement.html#.XPah2ZrsYbw>

Chapitre 3 : Analyse de site

Introduction

Ce chapitre mettra principalement l'accent sur l'aspect contextuel du site tout en illustrant la voie de la durabilité dans notre projet afin de compléter l'étude précédente. Nous aborderons, dans un premier temps le contexte dans lequel le projet s'inscrit allant de la présentation de la ville jusqu'à l'analyse du site d'intervention. Dans un deuxième temps, nous effectuerons une étude en appliquant la démarche HQE. Cette étude nous permettra par la suite de définir les techniques durables adéquates afin d'arriver à l'objectif recherché.

1. Présentation de la ville de Tlemcen

1.1. Situation géographique

Tlemcen se situe dans l'extrême nord-ouest de l'Algérie, sur un plateau d'une altitude de 800m, limitée au sud par le plateau rocheux de Lalla Setti et au nord par la couronne formée de djebels rocailloux. Elle occupe un espace stratégique de 60km de la mer méditerranéenne, de 64km de la frontière marocaine, et 550m de la capitale Alger.

Tlemcen est à 1.19° de longitude ouest, à 34.56 de latitude nord et à des altitudes variables entre 550 à 930 d'altitude.

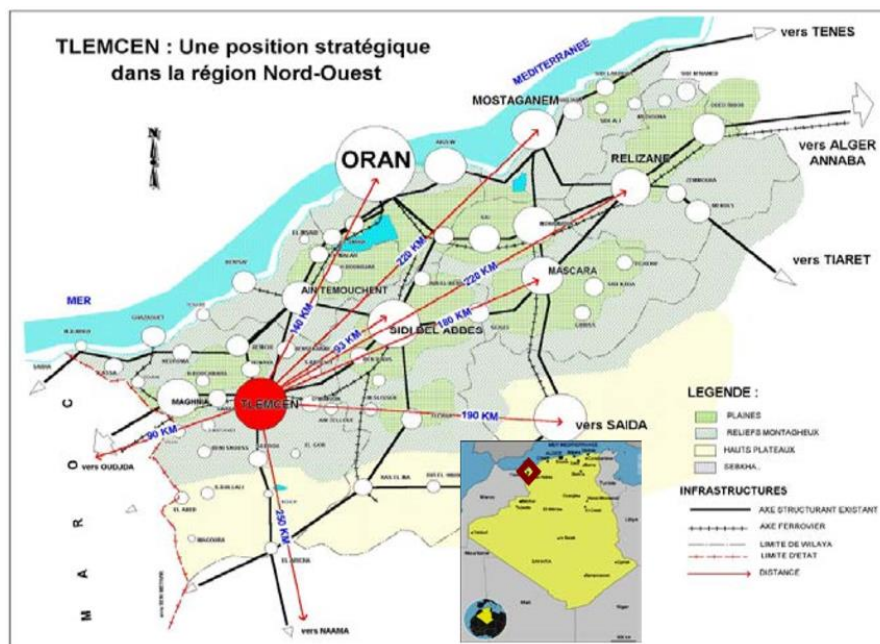


Figure 48. La situation de Tlemcen (source : DJEBBAR 2018, d'après l'A.N.A.T., D.U.C., 2005, p.07)

1.2. Aperçu historique de la ville de Tlemcen

Tlemcen a hérité dans le fonctionnement de son espace d'un passé prestigieux, en raison de la qualité de son patrimoine historique et au gré des événements historiques importants causés par le passage de nombreuses civilisations qui ont engendré sa stratification et sa métamorphose. Ces dernières ont marqué sa morphologie, son armature urbaine et ont laissé des traces architecturales qui sont toujours présentes, résistantes aux nombreuses destructions et aux aléas du temps écoulé. On reprend ci-dessous un schéma qui montre les différentes périodes de son évolution historique (figure 49).

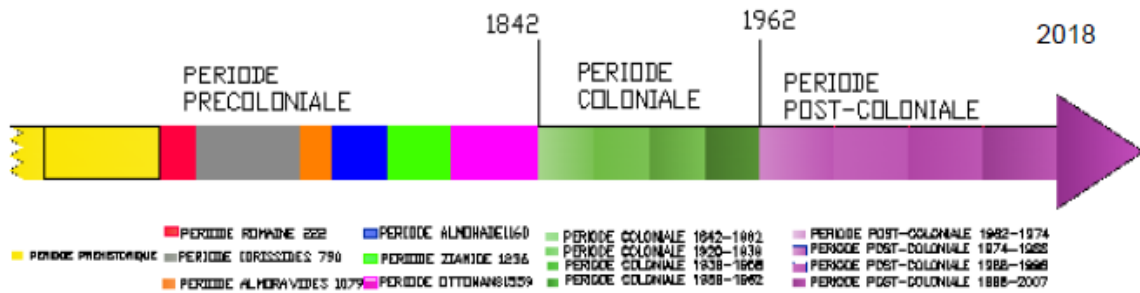


Figure 49. Différentes périodes de l'évolution historique de Tlemcen (source : DJEBBAR 2018, d'après l'A.N.A.T., D.U.C., 1999)

1.3. Analyse climatique de la ville de Tlemcen

Selon le zonage climatique algérien (CNERIB 1998) Tlemcen est classée dans la zone B. Elle dispose d'un climat continental, froid à très froid en hiver et chaud à très chaud en été avec des vents Nord /Sud et Sud/Ouest durant l'année et un bon montant de précipitation. Ce dernier se caractérise par deux saisons contrastées, la première allant d'octobre à mai ou se concentre le gros volume des précipitations et la deuxième allant de mai à septembre est nettement sèche.³³ (Voir figure 50 jusqu'à figure 53).

Figure 50. Lumière et radiation sur une surface horizontale à Tlemcen. (source : <https://fr.weatherspark.com/2019>)

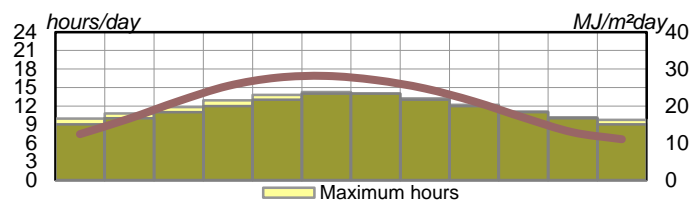


Figure 51. Moyenne maximale et minimale de température à Tlemcen. (Source : <https://fr.weatherspark.com/2019>)

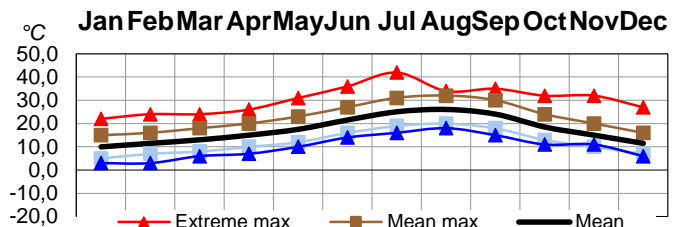


Figure 52. Moyenne de l'humidité relative et de précipitation maximale et les données moyens par mois (source : <https://fr.weatherspark.com/2019>)

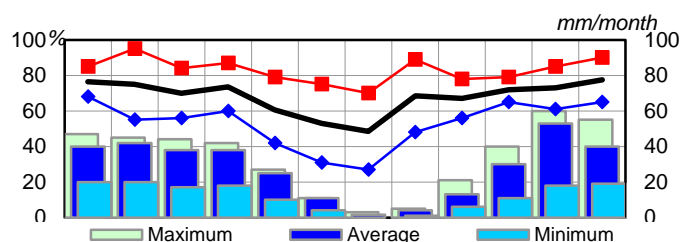
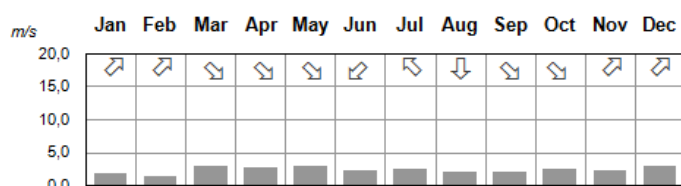


Figure 53. Les vents dominants à Tlemcen. (Source : <https://fr.weatherspark.com/2019>)



³³ DJEBBAR 2018

2. Analyse de site

2.1. Les critères de choix du site d'intervention

Selon l'étude abordée dans les deux chapitres précédents, il s'est avéré important de répondre aux exigences d'implantation d'un centre de recherche en biosciences à l'échelle nationale, ces exigences ont été résumées dans les critères suivants :

- Le projet doit implanter à proximité des équipements à caractère sanitaire, pédagogique et scientifique, dans une surface foncière suffisante ;
- Le projet doit se trouver dans un milieu d'un paysage naturel ;
- Le projet doit avoir une bonne visibilité et lisibilité.

2.2. Analyse comparative des sites

Nous avons présélectionné trois terrains susceptibles d'accueillir un tel projet (figure 54).

Site 1 dans la commune de Chetouane
(Relation directe avec le Centre anti cancéreux (CAC) et le future Centre Hospitalo-Universitaire (CHU)) ●

Site 2 dans la commune de Chetouane
(Proche du future CHU et le CAC) ●

Site 3 dans la commune de Mansourah
(6min par rapport au Centre Hospitalo-Universitaire existant (CHU)) ●

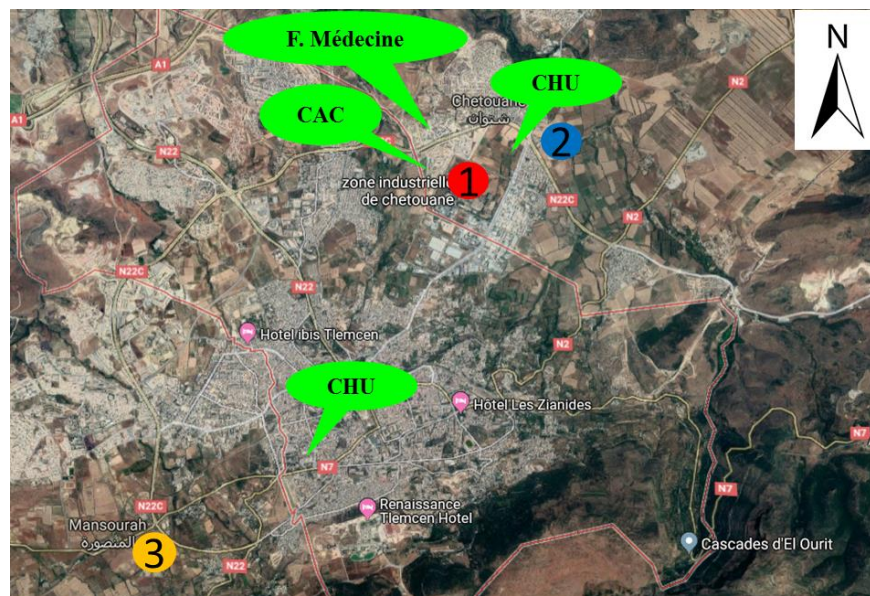


Figure 54. Plan de situation des différents sites (source : auteurs d'après une vue de satellite)

2.2.1 Présentation du site 1

Situation : Le site se situe dans la zone industrielle de Chetouane à Tlemcen.

Forme : rectangulaire.

Surface : 60000 m².

Orientation : Nord-est.

Propriété juridique de l'entreprise ENTIC.³⁴

Topographie : une légère pente.



Figure 55. La situation du site 1 (Source : auteurs d'après une vue de satellite)

³⁴ ENTIC : Entreprise Nationale de Télécommunications

2.2.2 Présentation du site 2

Situation : le site 2 se trouve à l'extrémité de Chetouane au nord de la ville de Tlemcen

Forme : régulière.

Surface : 23000 m².

Orientation : nord-est.

Accessibilité : par la RN22c.

Topographie : le site a une légère pente (pente de 3% vers le nord).



Figure 56. La situation du site 2 (Source : auteurs d'après une vue de satellite)

2.2.3 Présentation du site 3

Situation : le site 3 se situe dans la commune de Mansourah à proximité d'un nœud très important à l'entrée sud-ouest de la ville de Tlemcen.

Forme : rectangulaire.

Surface : 30000 m².

Orientation : nord-ouest.

Accessibilité : le site est accessible dans les deux cotés nord et est par la RN7 et la RN22.

Topographie : le site a une très faible pente.



Figure 57. La situation du site 3 (Source : auteurs d'après une vue de satellite)

2.2.4. Evaluation des sites

Le tableau 20 présente les atouts et les contraintes des trois sites précédents.

Tableau 20. Les atouts et les contraintes des trois sites. (Source : auteurs)

Sites	Les atouts	Les contraintes
Site 1	Proximité des équipements sanitaires, pédagogiques et scientifiques (le centre de transfusions sanguines, la faculté de médecine, Le futur CHU et le CAC). Surface foncière suffisante pour accueillir le projet.	Terrain vague qui nécessite une restructuration.
Site 2	Proximité des équipements sanitaires, pédagogiques et scientifiques (le centre de transfusions sanguines, la faculté de médecine, Le futur CHU et le CAC). Le terrain situé dans un milieu d'un paysage naturel et une vue panoramique sur les champs agricoles.	Les nuisances sonores de la RN22c. Le problème d'accessibilité au site.
Site 3	Surface foncière suffisante pour accueillir le projet. une bonne visibilité.	Présence des arbres Loin des équipements sanitaires Les nuisances sonores des RN

2.2.5. Synthèse

Suivant plusieurs critères l'analyse comparative des trois sites nous a induit à sélectionner le site 02 pour recevoir notre projet. (Voir tableau 21).

Tableau 21. Analyse comparative des trois sites. (Source : auteurs)

Sites	Site 1	Site 2	Site 3
Proximité des équipements	★★★★	★★★★	★
Surface	★★★★	★★★★	★★★★
Visibilité	★★	★★★★	★★★★
Accessibilité	★★	★	★★
Topographie	★★	★★★★	★★
Orientation	★★★★	★★★★	★★★★
La somme	15 /18	16/18	14/18
	Bon ★★★★★	Moyen ★★★	Faible ★

2.3. Analyse de site choisi

2.3.1. Situation

Notre site se situe dans l'extrémité de la commune de Chetouane au nord de la ville de Tlemcen, avec une surface de 2.3 ha.



Figure 58. La situation de Chetouane par rapport à Tlemcen (source :



Figure 59. vue satellite de la commune de Chetouane (source : Vue Satellite)



Figure 60. La situation de site (source : Vue Satellite)

2.3.2. Les limites de site

Le terrain est limité à l'ouest par le lycée, au nord-est par les zones agricoles et par le sud-ouest par la RN22c.



Figure 62. Le lycée
(Source : auteurs)



Figure 63. Les zones agricoles
(Source : auteurs)



Figure 64. La RN 22 c
(Source : auteurs)

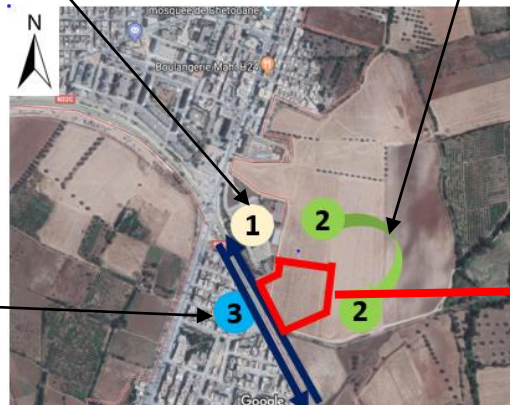


Figure 61. Les limites de site (source : Vue Satellite)

Le site

2.3.3. Accessibilité et existence sur terrain

Le terrain est accessible par la RN22c, cette voie dispose d'un flux fort qui nous provoque des nuisances sonores. Le terrain est repéré d'un nœud urbain important.

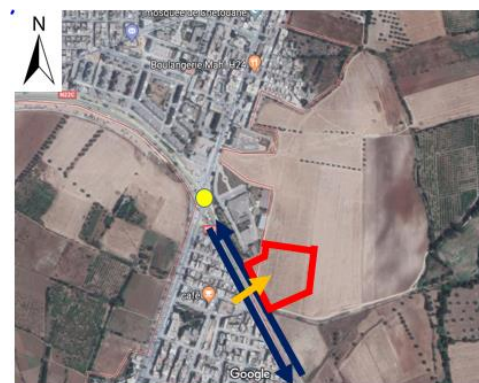
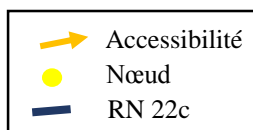


Figure 65. Le schéma d'accessibilité au site (source : auteurs).

2.3.4. La morphologie du terrain :

le site est d'une faible pente de 3% du sud-ouest vers le nord-est.

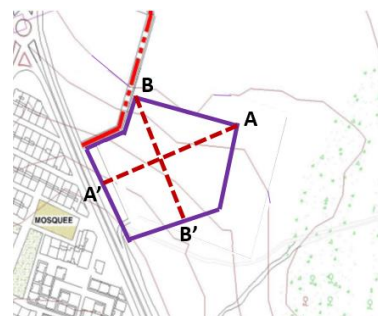


Figure 66. Les courbes de niveaux (source : auteurs).

D'après les deux coupes (longitudinale et transversale), on a arrivé à déterminer :

Une dénivelée de 5 m sur une distance de 174.

Une dénivelée de 5 m sur une distance de 155 m.



Figure 67. Coupe A-A' (source: Google earth)

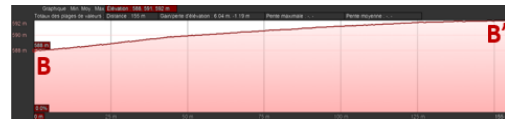


Figure 68. Coupe B-B' (source: Google earth)

2.3.5. Les équipements structurants

Le terrain retenu est en plein tissu urbain, il est entouré de plusieurs équipements (voir figure 69)



Figure 69. Carte des équipements structurants (source : auteurs)

3. Analyse des données climatiques

Les données climatiques ont été analysées par deux outils : le tableau de MAHONEY et le diagramme de GIVONI.

3.1. Le Tableau de MAHONEY :

Le tableau de MAHONEY³⁵ comprend six tables. Quatre sont utilisées pour entrer les données climatiques :

- Températures : moyennes mensuelles des températures maximales et minimales ;
- Humidité, précipitations et vent ;
- Comparaison des limites de confort et du climat ;
- Indicateurs : par combinaison des données des tables précédentes, classification de l'humidité ou de l'aridité pour chaque mois.

Tableau 22. Le tableau de Mahoney (source : généré par les auteurs en utilisant un modèle Excel en fonction des données météorologiques du site de Tlemcen)

Location	TLEMSEN											
Longitude	34°											
Latitude	-1°											
Altitude	813 m											

Air temperature °C	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	High	AMT (annual mean temp)
Monthly mean max.	15	16	18	20	23	27	31	32	30	24	20	16	32	26
Monthly mean min.	5	7	8	10	12	16	19	20	18	13	10	7	20	12
Monthly mean range	10	9	10	10	11	11	12	12	12	11	10	9	Low	AMR (annual mean range)

Relative humidity %	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Monthly mean max am	85	95	84	87	79	75	70	89	78	79	85	90
Monthly mean min pm	68	55	56	60	42	31	27	48	56	65	61	65
Average	76,5	75	70	73,5	60,5	53	48,5	68,5	67	72	73	77,5
Humidity group	4	4	3	4	3	3	2	3	3	4	4	4

Rain and wind	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Average rainfall mm	40	42	38	38	25	11	1,5	4	13	30	53	40	336

Wind, prevailing													
Wind, secondary													

Mahoney Diagnosis °C	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	AMT
Monthly mean max	15	16	18	20	23	27	31	32	30	24	20	16	26
Day comfort, upper	27	27	29	27	29	29	31	29	29	27	27	27	
Day comfort, lower	22	22	23	22	23	23	25	23	23	22	22	22	
Thermal stress, day	C	C	C	C	O	O	O	H	H	O	C	C	
Monthly mean min	5	7	8	10	12	16	19	20	18	13	10	7	
Night comfort, upper	21	21	23	21	23	23	24	23	23	21	21	21	
Night comfort, lower	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Thermal stress, night	C	C	C	C	C	C	O	O	O	C	C	C	

Comfort limits	AMT >20°C				AMT 15-20°C				AMT <15°C			
Humidity group	Day		Night		Day		Night		Day		Night	
	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
1	26	34	17	25	23	32	14	23	21	30	12	21
2	25	31	17	24	22	30	14	22	20	27	12	20
3	23	29	17	23	21	28	14	21	19	26	12	19
4	22	27	17	21	20	25	14	20	18	24	12	18

For AMT = 26			
Day		Night	
L	U	L	U
26	34	17	25
25	31	17	24
23	29	17	23
22	27	17	21

Meaning	Indi- cator	Thermal stress Day Night	Rainfall	Humidity group	Monthly mean range
Air movement essential	H1	H		4	
Air movement desirable	H2	H		2-3	<10°C
Rain protection necessary	H3	O		4	
Thermal capacity necessary	A1		>200mm		
Outdoor sleeping desirable	A2	H		1-3	>10°C
Protection from cold	A3	H O		1-2	>10°C
		C			

Indicators	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
H1										1			0
H2													1
H3													0
A1					1	1	1	1	1				5
A2													0
A3	1	1	1	1								1	6

³⁵ Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments au design adapté aux conditions climatiques. Elles tirent leur nom de l'architecte Carl Mahoney qui les a créées.

Les deux autres tables indiquent les recommandations architecturales à respecter telles que l'orientation du bâtiment, la position, la dimension ou l'exposition des ouvertures.

Tableau 23. Les recommandations selon le tableau de Mahoney (source : généré par les auteurs en utilisant un modèle Excel en fonction des données météorologiques du site de Tlemcen)

Indicator totals from data sheet					
H1	H2	H3	A1	A2	A3
0	1	0	5	0	6

TLEMCCEN
Latitude 1°S

General recommendations

Layout					
			0-10		
			11-12	5-12	X Orientation north and south (long axis east-west)
				0-4	Compact courtyard planning
Spacing					
11-12					Open spacing for breeze penetration
2-10					As above, but protection from hot and cold wind
0-1					X Compact layout of estates
Air movement					
3-12					Rooms single banked, permanent provision for air movement
1-2			0-5		Rooms double banked, temporary provision for air movement
			6-12		Rooms double banked, temporary provision for air movement
0	2-12				X No air movement requirement
	0-1				
Openings					
			0-1	0	Large openings, 40-80%
			11-12	0-1	Very small openings, 10-20%
Any other conditions					X Medium openings, 20-40%
Walls					
			0-2		Light walls, short time-lag
			3-12		X Heavy external and internal walls
Roofs					
			0-5		X Light, insulated roofs
			6-12		Heavy roofs, over 8h time-lag
Outdoor sleeping					
			2-12		Space for outdoor sleeping required
Rain protection					
		3-12			Protection from heavy rain necessary

Detailed recommendations

Size of opening					
			0-1	0	Large openings, 40-80%
				1-12	X Medium openings, 25-40%
			2-5		
			6-10		Small openings, 15-25%
			11-12	0-3	Very small openings, 10-20%
				4-12	Medium openings, 25-40%
Position of openings					
3-12					In north and south walls at body height on windward side
1-2			0-5		
			6-12		As above, openings also in internal walls
0	2-12				
Protection of openings					
				0-2	Exclude direct sunlight
		2-12			Provide protection from rain
Walls and floors					
			0-2		Light, low thermal capacity
			3-12		X Heavy, over 8h time-lag
Roofs					
10-12			0-2		Light, reflective surface, cavity
			3-12		
0-9			0-5		X Light, well insulated
			6-12		Heavy, over 8h time-lag
External features					
				1-12	Space for outdoor sleeping
		1-12			Adequate rainwater drainage

3.2. Le diagramme bioclimatique de GIVONI³⁶

La lecture et l'analyse du diagramme de Givoni pour le climat de Tlemcen nous a permis d'établir des recommandations qui sont résumées dans le tableau 24.

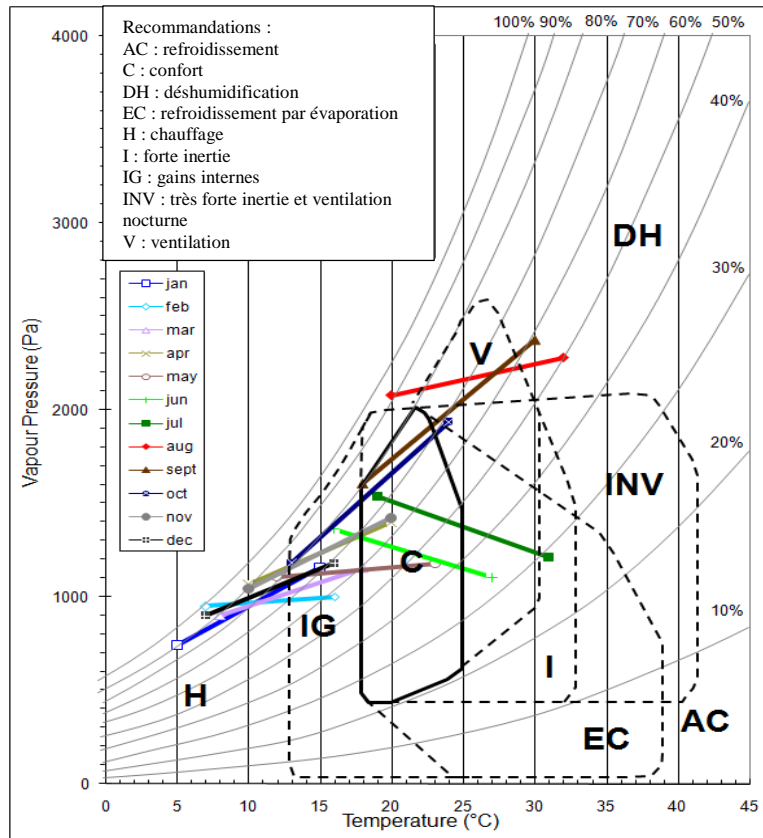


Figure 70. Le diagramme bioclimatique (GIVONI) pour le climat de Tlemcen (source : généré par les auteurs en utilisant un modèle Excel en fonction des données météorologiques du site de Tlemcen)

Tableau 24. Les recommandations tirées selon la lecture du diagramme de Givoni (source : auteurs)

Les périodes	(Jan-Fév-Mar)	(Avr-Mai-Juin)	(Juil-Aout-Sep)	(Oct-Nov-Déc)
Les zones	H-IG	IG-C-V	I-V-C	C-IG-H
Les recommandations	La nécessité d'un système de chauffage.	Une période de confort. Nécessité d'une ventilation.	Une période de confort. Nécessité d'une ventilation. Diminution de la température par le recours de l'inertie thermique.	Une période de confort. La nécessité d'un système de chauffage.







³⁶ Le diagramme bioclimatique du bâtiment est un outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique, dédié aux architectes, permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation. Le premier auteur de ce diagramme est Baruch Givoni.

4. Les décisions selon la haute qualité environnementale

4.1. Cible 1 : Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat

✚ Choix du site

Le projet sera implanté dans un site sanitaire, pédagogique et scientifique dans un milieu d'un paysage naturel.

	La faculté de médecine
	Le CAC
	Le futur CHU
	Le centre de transfusion sanguine
	Le site
	Paysage naturel

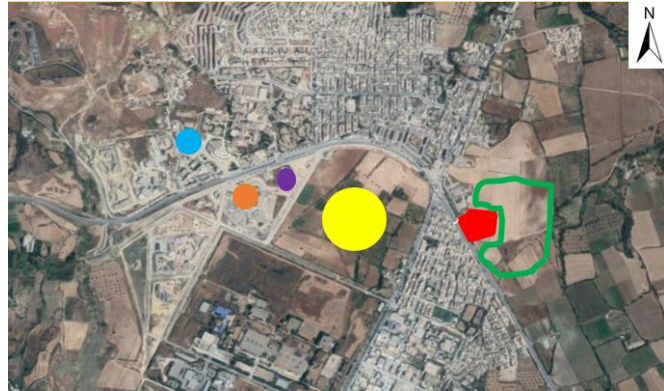


Figure 71. Le site d'implantation du projet avec sans environnement immédiat (source : vue satellite)

✚ Délimitation du site

- 1) Prolongement de la limite du lycée
- 2) Avoir une distance a et la considérer comme un repère pour déterminer le point A
- 3) Calculer la surface triangulaire ($St=4000 \text{ m}^2$).
- 4) Proposer une surface d'assiette de 2 ha et calculer le facteur échelle ($Sp/St=7,5$).
- 5) Faire un agrandissement en utilisant le facteur d'échelle pour arriver à déterminer perpendiculairement les 2 limites restantes de l'assiette (b et c).

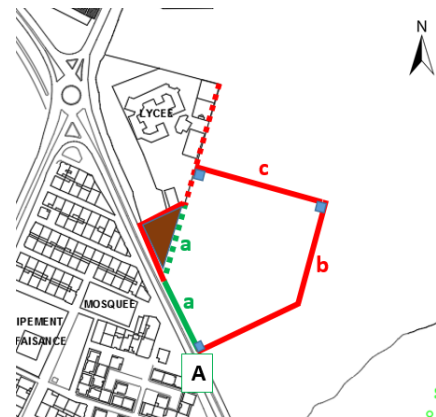


Figure 72. Les étapes de la délimitation du site. (source : URBAT Tlemcen³⁷)

✚ Projection d'une voie secondaire

La présence de la RN 22c nous indique de mettre un recul afin de réduire les nuisances sonores et par la suite projeter une voie secondaire qui relie la RN 7 avec la RN 22c pour faciliter l'accessibilité mécanique.

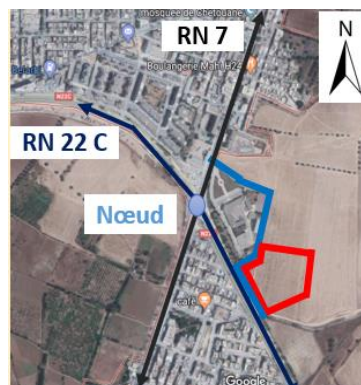


Figure 73. La liaison des voies mécaniques (source : auteurs)

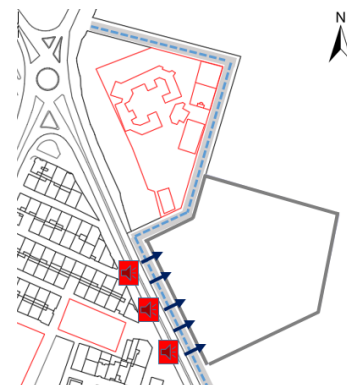


Figure 74. La projection de la voie mécanique (source : auteurs)

³⁷ URBAT (Centre d'Etude et de Réalisation en Urbanisme Tlemcen).

✚ projet

Les conditions climatiques et la culture locale de la ville de Tlemcen nous ont orientées vers le choix d'une forme compacte pour l'équipement tout en suivant l'orientation nord-sud suivant l'axe est-ouest, par la suite, on a mis un écran vert d'ordre contre les vents dominants, puis l'emplacement du parking dans la partie nord-ouest tout en définissant les accès principaux depuis la voie projeté.

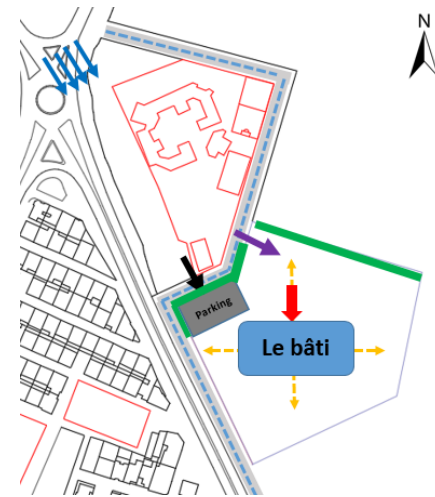
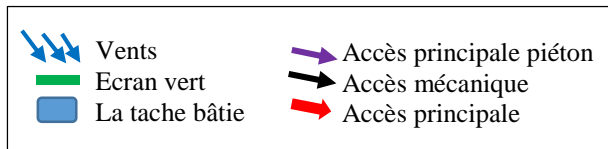


Figure 75. La tache bâtie par rapport au site (source : auteurs)

4.2. Cible 2 : Choix intégré des procédés et produits de construction

4.2.1. L'enveloppe du bâti

Après une étude de durabilité, faisabilité et disponibilité, on a opté pour le choix de :

✚ **Le béton autonettoyant pour la structure** : il utilise le principe de la photocatalyse³⁸, Le photocatalyseur en utilisant l'énergie lumineuse, l'eau et l'oxygène de l'air, engendre la formation de molécules très réactives capables de décomposer par oxydo-réduction certaines substances organiques et inorganiques présentes dans l'atmosphère en composés inertes. La photocatalyse permet aussi de réduire les impacts de la pollution atmosphérique en éliminant les molécules de polluants.



Figure 76. Exemple d'une construction en béton autonettoyant (source : <https://www.science-et-vie.com/archives/les-5-secteurs-cles-les-materiaux-un-fabuleux-jeu-de-construction-13925>)

✚ **Le verre autonettoyant pour les fenêtres et ouvertures** : est un verre qui, de par un revêtement microscopique spécial, a la capacité de dégrader les salissures organiques et donc de rester propre plus longtemps qu'un verre ordinaire.



Figure 77. Vitre autonettoyante (source : <https://www.sg-protect.com/blog-vitrierie-miroiterie/vitrage-auto-nettoyant-vitre-auto-nettoyante-quels-sont-les-avantages/>)

³⁸ La photocatalyse est un phénomène naturel dans lequel une substance, appelée photocatalyseur, initie une réaction chimique sous l'action de la lumière. Lors de la réaction le catalyseur n'est ni consommé, ni altéré. La réaction est donc pérenne.

✚ **La brique pleine pour la maçonnerie :**

La brique est un produit universel, qui va permettre de construire n'importe quel type de mur. L'avantage de la brique est qu'elle offre une bonne isolation thermique grâce à sa méthode de pose et elle peut s'adapter, grâce à son design, à de nombreux projets différents.

Citons enfin que la brique dans notre cas fait rappeler aux techniques traditionnelle de la ville de Tlemcen.



Figure 78. La brique pleine (source : https://primitivecrossroads.com/64946_brique_plaine_leopard/64966_brique_pleine_leopard_barbecue_de_jardin_en_brique_id_es_inspir_es_po/)

4.2.2. Revêtements du sol

Le choix des matériaux est porté sur :

- La facilité de mise en œuvre ;
- Les performances physiques, mécaniques et énergétiques ;
- La légèreté et le confort ;
- La disponibilité.

✚ **Laboratoire : Dalle pvc industriel**

-Robuste, durable aux chocs, vibrations ;
 -Surface antiglisse et réparable en quelques minutes sans arrêt des activités ;
 -Gain phonique et thermique
 -Très bonne résistance aux produits chimiques et hydrocarbures.



Figure 79. Dalle pvc d'un laboratoire (source : <https://www.techni-contact.com/produits/4707-15535269-dalle-pvc-pour-sol-laboratoire.html>)

✚ **Les bureaux la restauration et la médiathèque : sol stratifiés**

Les revêtements de sol stratifiés sont composés de différentes couches de composants. Ces composants sont souvent d'origine naturelle : résine, papier, particules de bois, etc. Les différentes couches de revêtement sont pressurisées, ce qui apporte une bonne résistance et une durabilité remarquable.



Figure 80. Sol stratifié d'un bureau (source : <https://newmanpeinture.be/parquet-stratifie/>)

✚ **Hall d'exposition et les escaliers : le marbre**

Figure 81. Exemple d'un hall d'exposition en marbre (source : http://fr.optstone.com/hotel-project-interior-flooring-marble-tiles-composite-stone-type-marble-slab_n29)



✚ **Les espaces humides** : pour les espaces humides, nous utiliserons les carrelages anti dérapage /céramique.

Figure 82. Exemple d'un espace humide (source : <http://lemondeducarreau.com/?p=4>)



4.2.3. Les cloisons

✚ **Laboratoire** : murs de briques plâtrières enduits au plâtre

Un mur coupe-feu est une paroi qui par sa conception stoppe ou ralentit la propagation du feu pendant un temps donné. Elle offre et permet une forte inertie comparée à la plaque de plâtre, ce qui en fait un excellent climatiseur naturel capable d'apporter confort en hiver par la récupération des apports solaires et de conserver la fraîcheur dans les bâtiments l'hiver. Elles ne craignent pas l'eau et empêchent le développement des moisissures, ce qui garantit un air intérieur sain. Et tout ça, à faible coût de revient.³⁹

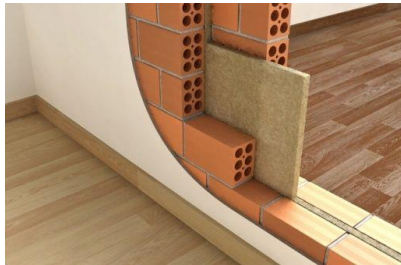


Figure 83. Exemple d'un cloison en brique plâtrière (source : <https://www.illico-travaux.com/conseils-et-idees/technique-produits/creation-cloisons-brique-platriere/>)

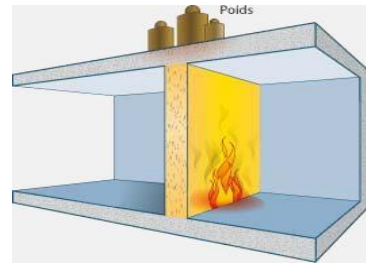


Figure 84. Mur coupe-feu (source : <https://www.sfp73.fr/2ssiap1.html>)

✚ **Bureaux et restauration** : les cloisons amovibles vitrées.



Figure 85. Exemple de cloisons amovibles vitrées dans des bureaux (source : <https://www.arteamenagements.fr/cloisons-amovibles-de-bureaux/cloisons-vitrees/>)

✚ **Médiathèque et auditorium** : les panneaux sandwichs.

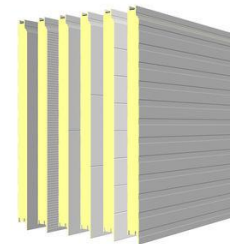
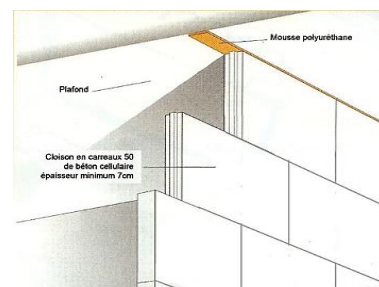


Figure 86. Panneaux sandwichs (source : <http://www.archiexpo.fr/prod/arcelormittal-construction/product-1704-1866295.html>)

✚ **Les espaces humides** : les cloisons en béton cellulaire léger et rapide à poser.

Figure 87. Représentation d'une cloison en béton cellulaire (source : <https://www.batirama.com/article/889-s3-beton-cellulaire-murs-planchers-et-cloisons.html>)



³⁹ <https://alarme.ooreka.fr/astuce/voir/297664/caracteristiques-du-mur-coupe-feu>

4.2.4. Faux plafond

Utilisation du **faux plafond en plaque de plâtre** pour la Médiathèque, hall d'accueil, bureaux et restauration.



Figure 88. Exemple faux plafond en plaque de plâtre (source : <http://sen-decors.com/produit/faux-plafond/>)

Utilisation du **faux plafond PVC** pour les espaces humides.



Figure 89. Exemple salle de bain (source : <https://www.ital-decor.fr/realisations/15-salle-de-bain-sur-mesure-reallisee-par-ital-decor/53-salle-de-bain-sur-mesure>)

Utilisation d'une **dalle plafond arc Lynn** pour le Laboratoire.



Figure 90. Exemple dalle plafond pour laboratoire (source : <https://www.arclynn.com/plaque-dalle-plafond-suspendu>)

4.3. Cible 3 : Chantier à faible nuisances

-Pour diminuer les nuisances du chantier, diverses pratiques et technologies peuvent être mises en place avant et pendant les travaux.

-L'organisation d'un chantier demande et impose un rythme de travail et pour cela il nous faut une bonne utilisation des moyens humains et matériels dans le but de rechercher : la rapidité, la qualité et l'économie. Dans notre cas, on a placé le chantier dans la partie sud du terrain afin d'éviter l'effet des vents sur ce dernier.

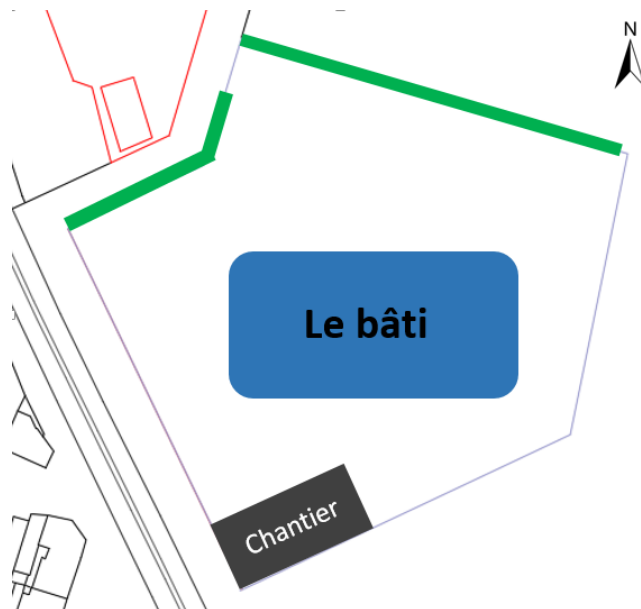


Figure 91. L'emplacement du chantier par rapport au site (source : auteurs)

✚ Pour réduire la consommation d'eau de chantier, l'usage d'un baril de métal ou de plastique posé à côté de la bétonnière pour y puiser de l'eau avec un seau est la meilleure solution.



Figure 92. les travaux dans un chantier (source : <https://canplast.ch/traitement-eaux/industries-ateliers-chantiers/traitement-des-eaux-de-chantiers/>)

✚ La bétonnière ou bétonneuse sera placée à proximité des endroits où doivent être appliqués béton, enduits et mortiers, à l'abri du vent, afin que les poussières issues des sacs de ciment ne créent pas de nuisances chez les voisins.



Figure 93. L'abri du vent dans un chantier (source : <https://www.bm-negotiations-mouellic.com/fr/abri-de-chantier>)

✚ Le tri des déchets et la collecte sélective sont des actions consistant à séparer et récupérer les déchets selon leur nature, à la source, pour éviter les contacts et les souillures. Ceci permet de leur donner une « seconde vie », le plus souvent par le réemploi et le recyclage, évitant ainsi leur simple destruction par incinération ou abandon en décharge et permettant par conséquent de réduire l'empreinte écologique des déchets.



Figure 94. Le tri des déchets (source : <https://www.btpmat.fr/station-de-lavage-betonet-compact-en-tri-phase-secatol.html>)

✚ Utilisation de la station de lavage « BETONNET compact » pour traiter les eaux.

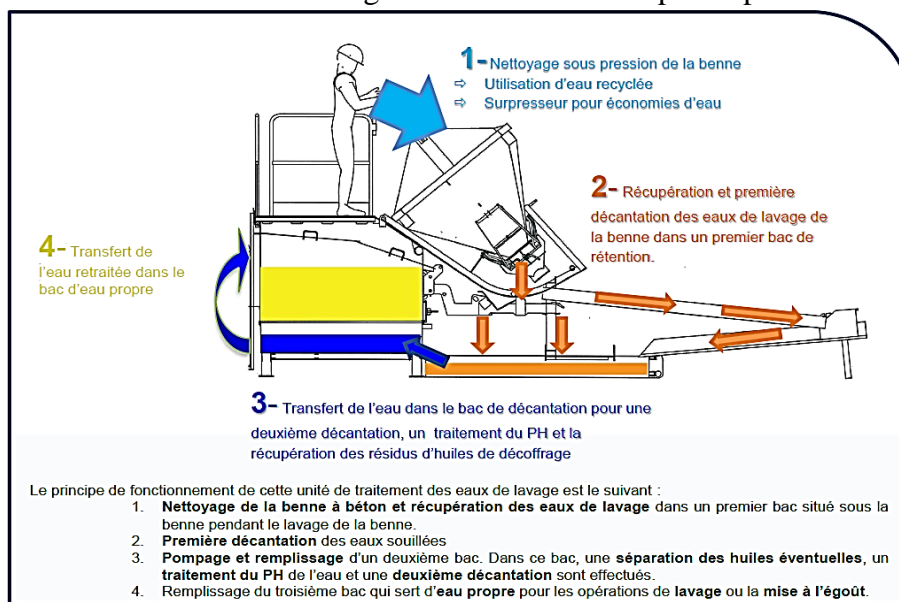


Figure 95. la station de lavage « BETONNET compact » (source : <https://www.usinenouvelle.com/expo/benne-a-fond-ouvrant-p19196029.html>)

4.4. Cible 4,8et 9 : gestion de l'énergie, confort hygrothermique et le confort acoustique

4.4.1. Solution passives

En ce qui concerne les solutions passives, nous avons opté ci-dessous aux mesures d'efficacité énergétique :

- Utilisation d'une Ceinture végétale nord-ouest face aux vents ;
- Orientation selon axe est-ouest ;
- La compacité de la forme ;
- Une forme courbée pour diminuer les pertes ;
- Utilisation de l'atrium ;
- Aménagement des plans d'eau et de la végétation à l'intérieur du bâtiment ;
- Les lacs artificiel à l'extérieur, et cela pour humidifier et rafraîchir l'air ambiant (favorisation d'un microclimat) ;
- Une façade végétalisée du côté nord ;
- Les brises soleil aux niveaux des façades est et ouest ;
- Utilisation de la serre bioclimatique ;
- Utilisation d'une casquette ;
- Utilisation du double vitrage ;
- La toiture végétale.

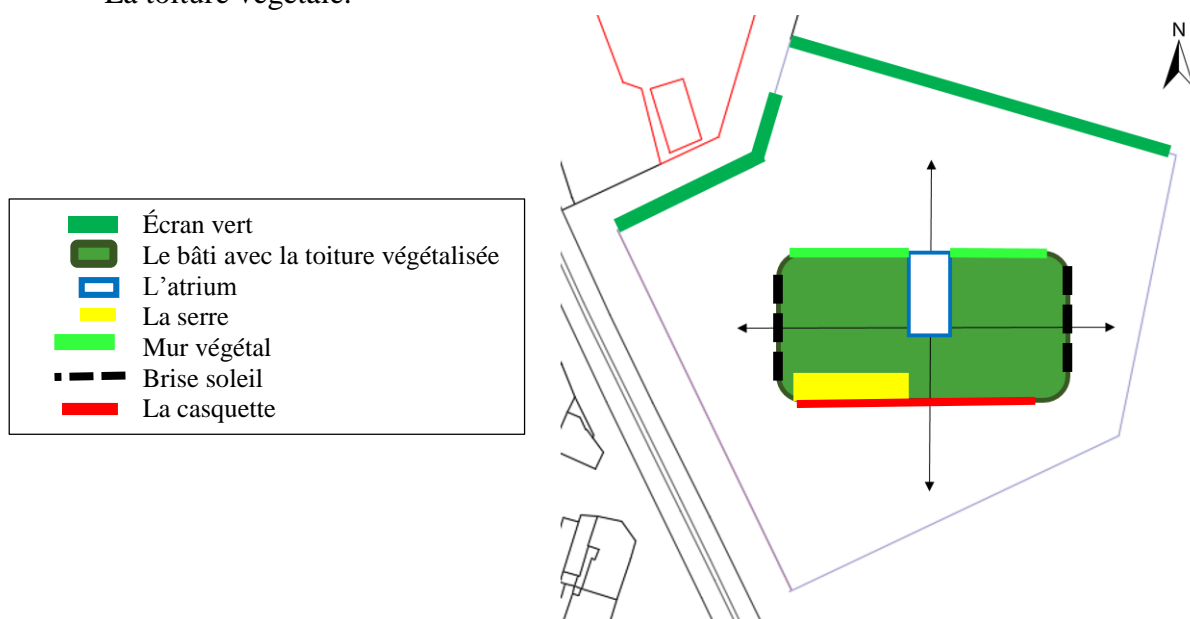


Figure 96. Les solutions passives au niveau du projet (source : auteurs)

Les techniques utilisées

✚ Façade végétale (mur végétal)

S'inscrivant dans le cadre d'une démarche HQE, il se développe sans engrais et se contente d'une quantité d'eau réduite (entre 0 et 400 litres par m² et par an selon l'orientation).

Il contribue activement à l'amélioration de la qualité de l'air, en absorbant et en concentrant les particules polluantes. La mousse végétale, de façon plus active face à toute autre plante, transforme les gaz toxiques polluants (Co₂, NO_x, formaldéhyde) en oxygène.

Grâce à l'action du végétal, qui augmente l'hygrométrie et assure une fraîcheur ambiante, Géo moss participe également à la réduction du réchauffement climatique.

Il permet une meilleure régulation thermique du bâtiment.

Rafrâichissement de l'air et à une régulation de l'hygrométrie.

La végétalisation des façades offre une surface végétale supplémentaire et significative pour l'épuration de l'air et la production d'oxygène.⁴⁰

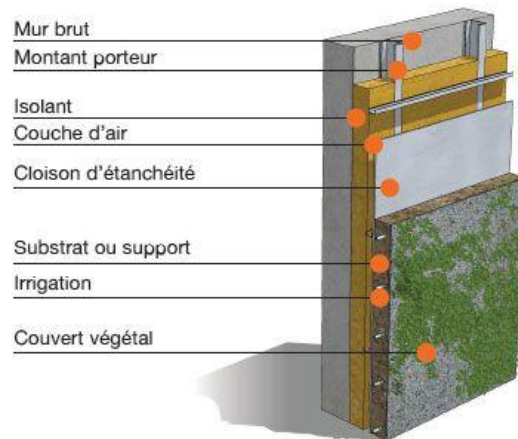


Figure 97. Structure d'un mur végétalisé (source : Claude Guinaudeau, Guide Pratique développement durable, « Végétalisation des murs »)

✚ La serre bioclimatique

Elle permet de réguler la température en cas de surchauffe l'été.

Elle offre une méthode de chauffage pour la maison en hiver.

Elle peut être aménagée comme pièce à vivre, et devenir l'équivalent d'une véranda.

Le fonctionnement de la serre

Comme son nom l'indique, une serre bioclimatique a un fonctionnement basé sur le climat, et les variations environnementales. Le chauffage tout comme la climatisation est assuré par divers moyens : on utilise les rayons solaires, la circulation d'air naturelle, mais aussi des matériaux adaptés pour conserver la chaleur ou la fraîcheur.

La meilleure orientation pour une serre bioclimatique est le sud. Il faut éviter les vitres inclinées, et privilégier les vitrages verticaux, qui permettront d'attirer les rayons du soleil tout l'hiver, mais de préserver de la chaleur en été.

Pour éviter une trop forte chaleur en été, ou un éblouissement complet ou partiel, il est conseillé d'ajouter à la serre bioclimatique des stores qui casseront les rayons du soleil.

Deux types de stores sont utilisés :

- Les stores extérieurs, qui filtreront les rayons du soleil avant qu'ils n'atteignent les vitres.
- Les stores intérieurs, de préférence blancs. Sans couper la luminosité, ils réfléchiront les rayons du soleil et les feront ressortir afin d'éviter un trop grand réchauffement de la pièce.⁴¹

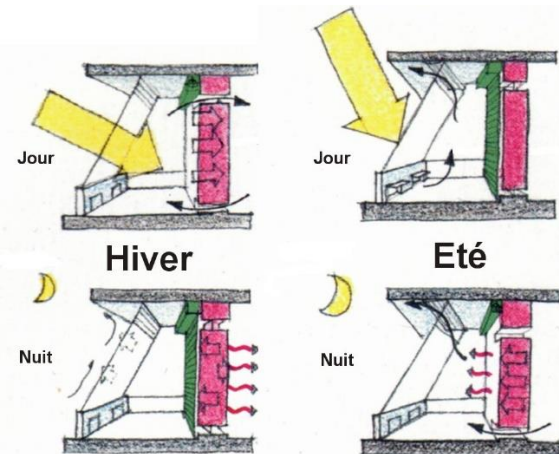


Figure 98. La serre (source : http://www.cobse.fr/techniques_specifiques.html)

⁴⁰ Claude Guinaudeau, Guide Pratique développement durable, « Végétalisation des murs », Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), ISBN : 978-2-86891-604-4.







⁴¹ <http://www.veranda-pergola.net/non-classe/serre-bioclimatique-tout-ce-qu'il-y-a-a-savoir.htm>

Dernier moyen de limiter les surchauffes estivales, ce n'est pas le moins efficace. Le flux d'air doit être « traversant », par des ouvertures à chaque extrémité de la serre ou entre le bas et le haut, si elle est sur deux niveaux. Si la ventilation naturelle n'est pas assez efficace (serre encastrée), on peut adjoindre un extracteur d'air à gros débit, malheureusement bruyant et consommant de l'électricité.⁴²

La toiture végétale

Une toiture végétalisée, encore appelée toit végétal, toiture végétale, éco toit ou toit vert est un aménagement de verdure composé de matériaux et de végétaux installés sur le sommet d'un bâtiment. Trois types de toitures végétalisation existent : la végétalisation extensive, la végétalisation semi-intensive et la végétation intensive. (Tableau 25)

Tableau 25. Les types de la toiture végétale (source : <http://www.vegetalid.fr/en-savoir-plus-sur-la-vegetalisation/qu-est-ce-qu-une-toiture-vegetale.html>)

CRITÈRES	Végétalisation extensive	Végétalisation semi-intensive	Végétalisation intensive (toiture-jardin)
Élément porteur	 BETON BOIS TAN	 BETON	 BETON <i>pente maximale 5%</i>
Choix de la végétation	Sedums, mousses, vivaces	Vivaces, petits arbustes, gazons	Arbustes, arbres, gazons
Épaisseur de substrat (cm)	4 à 15	12 à 30	30 et plus
Poids du système complet (kg/m ²)	75 à 180	200 à 500	500 à 2000
Arrosage	non*	✓	✓
Entretien			
Coût de la toiture	€	€€€	€€€€
Accessibilité	non	limitée	✓

* Sauf en zone méridionale et pour les toitures en pente

Dans ce cas, notre choix est porté sur la toiture extensive

Les avantages de la toiture végétalisée

Les toitures végétalisées améliorent le climat urbain, fixent les poussières atmosphériques.

Elles offrent une performance intéressante pour l'acoustique et la thermique du bâtiment.

En conséquence, des économies d'énergie sont faites sur le chauffage l'hiver et sur la climatisation l'été.

Les toitures végétalisées augmentent la durée de vie des étanchéités.

⁴² https://leffetpavillon.files.wordpress.com/2012/12/une_serre_bioclimatique_pour_chauffer_la_maison_-hn31_mars_2010.pdf

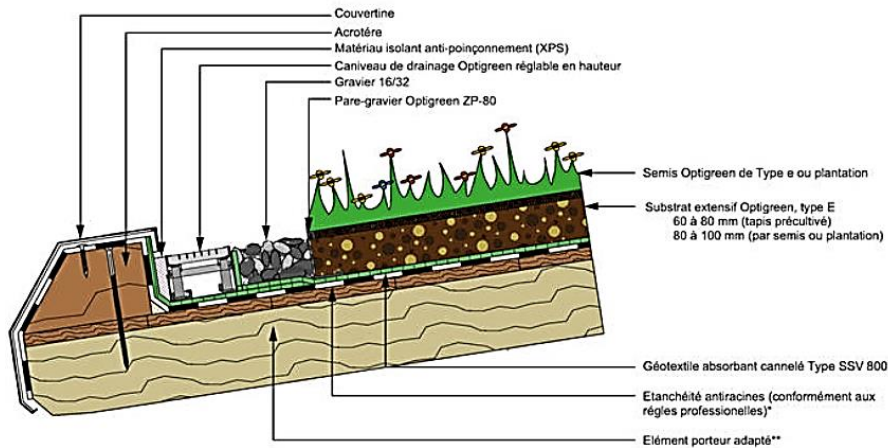


Figure 99. Structure d'une toiture végétalisée extensive (source : <https://www.optigreen.fr/support-technique/dessins-cao/systemes-de-vegetalisation-de-toiture/toiture-en-pente/>)

4.4.2. Solutions actives

Concernant les solutions actives, notre choix porte sur :

- ✚ Utilisation de l'énergie biomasse ;
- ✚ Utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque ;
- ✚ Utilisation du principe chauffe-eau solaire ;
- ✚ Utilisation des lampes solaires.

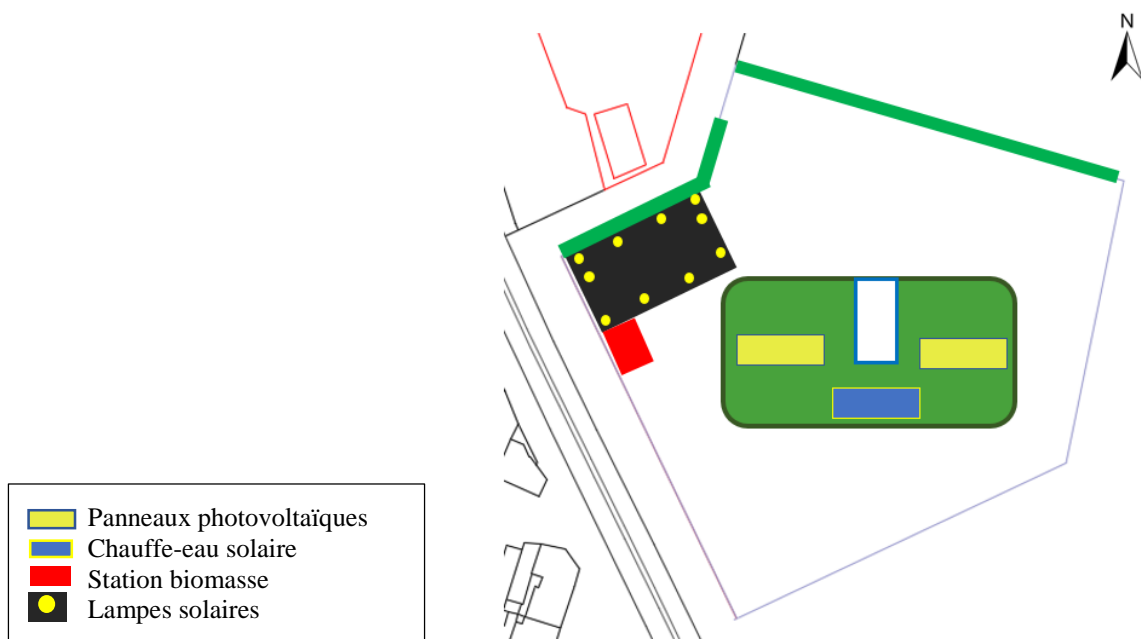


Figure 100. Les solutions actives au niveau du projet (source : auteurs)

Les techniques utilisées

L'énergie biomasse

L'énergie biomasse est la forme d'énergie la plus ancienne utilisée par l'homme depuis la découverte du feu à la préhistoire. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité grâce à la chaleur dégagée par la combustion de ces matières (bois, végétaux, déchets agricoles, ordures ménagères organiques) ou du biogaz issu de la fermentation de ces matières, dans des centrales biomasses.⁴³

Principe de fonctionnement

Une centrale biomasse produit de l'électricité grâce à la vapeur d'eau dégagée par la combustion de matières végétales ou animales, qui met en mouvement une turbine reliée à un alternateur.

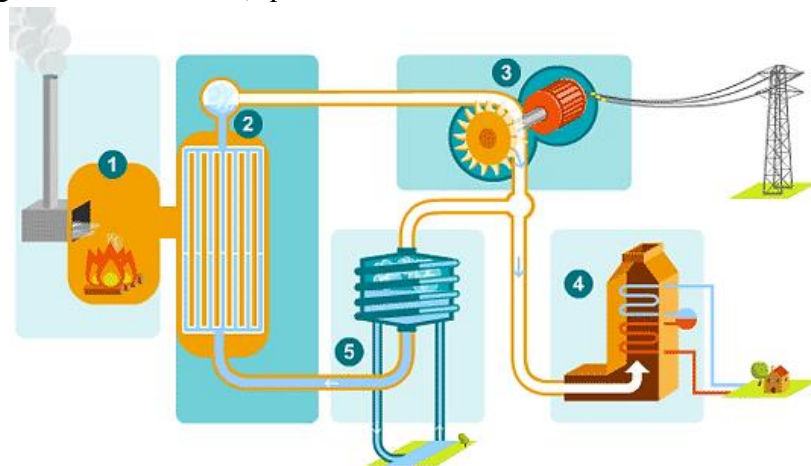


Figure 101. Principe de fonctionnement d'une station biomasse (source : <http://www.electricite-et-energie.com/lenergie-biomasse-une-energie-renouvelable>)

1/ La combustion : La biomasse est brûlée dans une chambre de combustion.

2/ La production de vapeur : En brûlant, la biomasse dégage de la chaleur qui va chauffer de l'eau dans une chaudière.

L'eau se transforme en vapeur, envoyée sous pression vers des turbines.

Une partie de la vapeur est aussi récupérée pour être utilisée pour le chauffage. C'est ce que l'on appelle la cogénération.

3/ La production d'électricité : La vapeur fait tourner une turbine qui fait à son tour fonctionner un alternateur.

Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par : tension.

4/ Le recyclage : à la sortie de la turbine, la vapeur est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve.

L'eau ainsi obtenue est récupérée et re-circule dans la chaudière pour recommencer un autre cycle. Les fumées de combustion sont dépoussiérées grâce à des filtres et sont évacuées par des cheminées.

⁴³ <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/qu-est-ce-que-la-biomasse>

✚ L'énergie solaire photovoltaïque

C'est une technique permettant de produire de l'électricité à partir de l'énergie de la lumière. L'effet photovoltaïque est la transformation de la lumière en électricité. Ce phénomène physique est propre à certains matériaux dont le silicium, matière première des panneaux photovoltaïques.

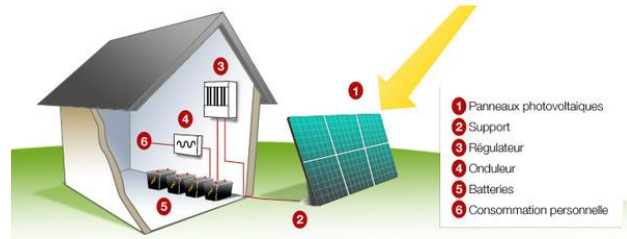


Figure 102. L'énergie solaire (source http://solterre.net/index.php?p=1_5_Le-solaire-photovoltaïque)

Principe de l'énergie solaire photovoltaïque : transformer le rayonnement solaire en électricité à l'aide d'une cellule photovoltaïque.

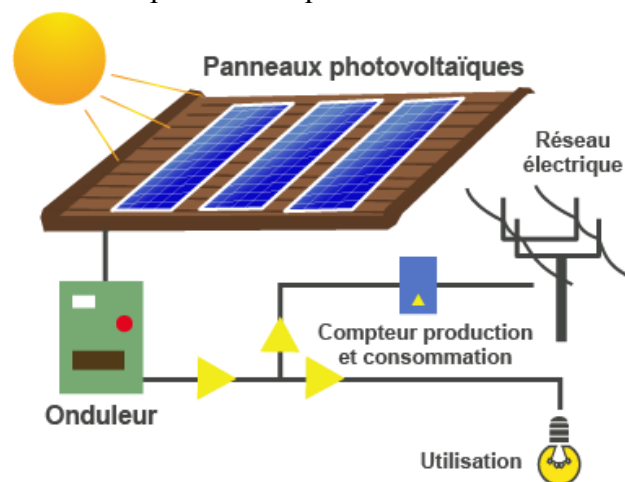


Figure 103. Principe de l'énergie solaire photovoltaïque (source : <https://www.starwatt.fr/producteur-electricite-solaire-renouvelable/shema-installation-solaire-en-autoconsommation-2/>)

Le principe de fonctionnement

Il existe deux systèmes d'installation, le premier autonome et le deuxième raccordé avec un réseau public d'électricité, en Algérie on utilise le système autonome à cause de l'absence du 2ème système.

-Les panneaux photovoltaïques produisent un courant électrique continu.

-Le régulateur optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection.

-L'onduleur transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteur.

-Les batteries sont chargées de jour pour pouvoir alimenter la nuit ou les jours de mauvais temps.

-Des récepteurs spécifiques sont utilisables. Ces appareils sont particulièrement économes.

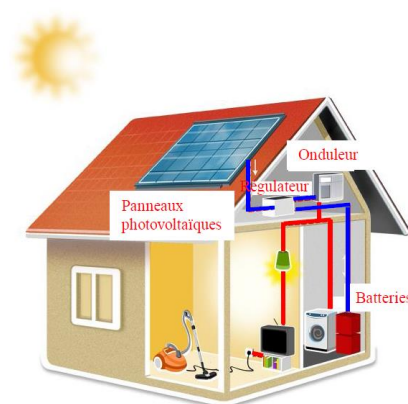


Figure 104. Le principe de fonctionnement de l'énergie solaire (source : http://energie.lozere.fr/sites/default/files/upload/documents/guide_ademe_produire_electricite_energie_solaire.pdf)



Chauffe-eau solaire

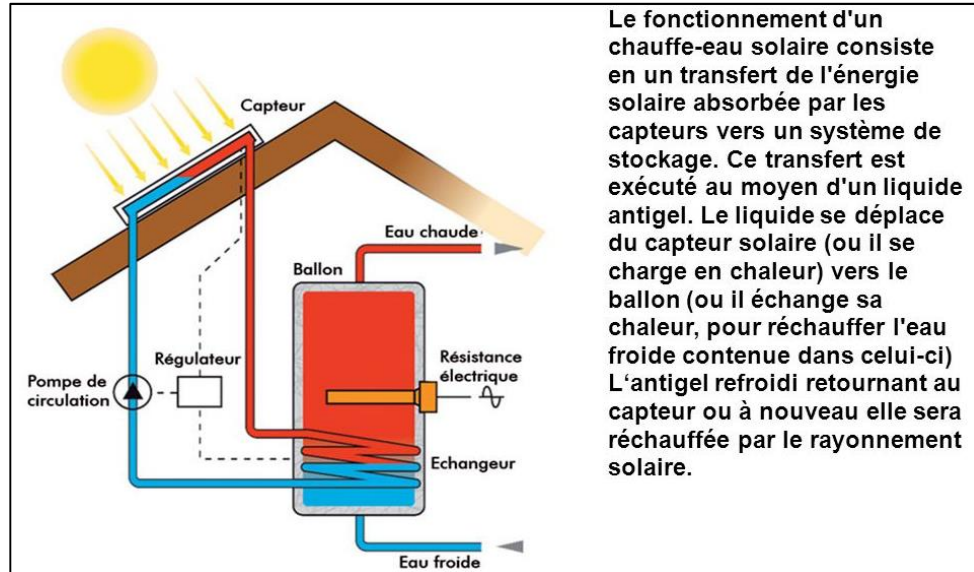


Figure 105. Chauffe-eau solaire (source <https://www.grdf.fr/documents/10184/1510451/Logement+collectif+-+Chauffe-eau+solaire+collectif.pdf/23c00a40-fc93-4196-8801-0a8b41040b30>)

Principe de fonctionnement

- Des capteurs thermiques vitrés réchauffés par les rayons solaires, dans lesquels passe l'eau devant être chauffée ;
- Un échangeur thermique ;
- Un ballon de stockage
- Une chaudière d'appoint pour satisfaire les besoins en cas de forte demande, pour augmenter encore la température de l'eau, ou pour fournir de l'eau chaude quand il n'y a pas de soleil.

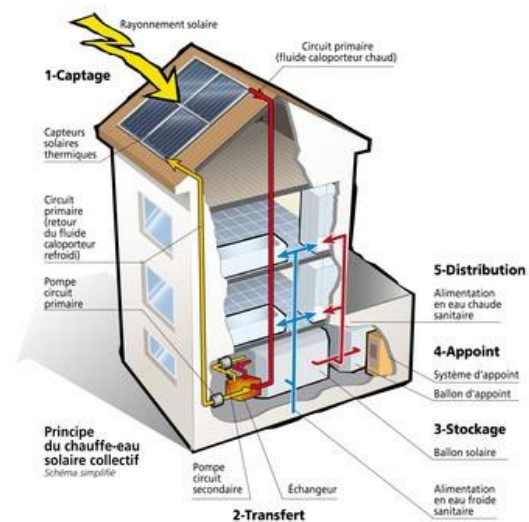


Figure 106. Le principe de fonctionnement des capteurs solaire (source : http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/5279/4/chapitre_I.pdf)



Lampadaire solaire

Les lampadaires solaires présentent une solution d'éclairage de haute qualité avec une durée de service longue et fiable, parmi ses caractéristiques, on cite les avantages suivants :

- Application sans fil, Panneau solaire intégré, LED, batterie au lithium, microcontrôleur et autres accessoires dans un seul système, simple et élégant ;
- Installation facile - pas de câbles requis ;
- Batterie au lithium LiFePO₄, pas encombrante, ayant une plus longue durée de vie ;
- Détecteur de mouvement (en option) ;
- Coûts compétitifs ;
- Résistance aux hautes températures ;
- Alliage d'aluminium, solide et ferme, zingué, anticorrosion.



Figure 107. Lampadaire solaire (all in one) dans l'aménagement extérieur (source : <https://www.manomano.fr/p/set-de-6x-lampes-solaires-led-lumiere-pour-jardin-balon-terrasse-6636244>)



Figure 108. Lampadaire solaire (all in one) dans espace de stationnement (source : <https://www.usinenouvelle.com/expo/lampadaire-solaire-pour-parking-p72554273.html>)

4.4. Cible 5 et 14 : la gestion et la qualité de l'eau

La gestion de l'eau est l'activité qui consiste à planifier, développer, distribuer et gérer l'utilisation optimale des ressources en eau, et dans notre projet, on a opté pour :

- Utilisation d'une toiture végétalisée extensive avec un taux de récupération d'eau de pluie ;
- Utilisation d'une cuve pour récupérer l'eau de pluie venue de la toiture végétalisée et du ruissellement ;
- Exprimer l'effet de ruissellement d'eau par la disposition des points d'eau à l'intérieur et l'extérieur de l'équipement ;
- Utilisation des tranchées drainantes ou d'infiltration.

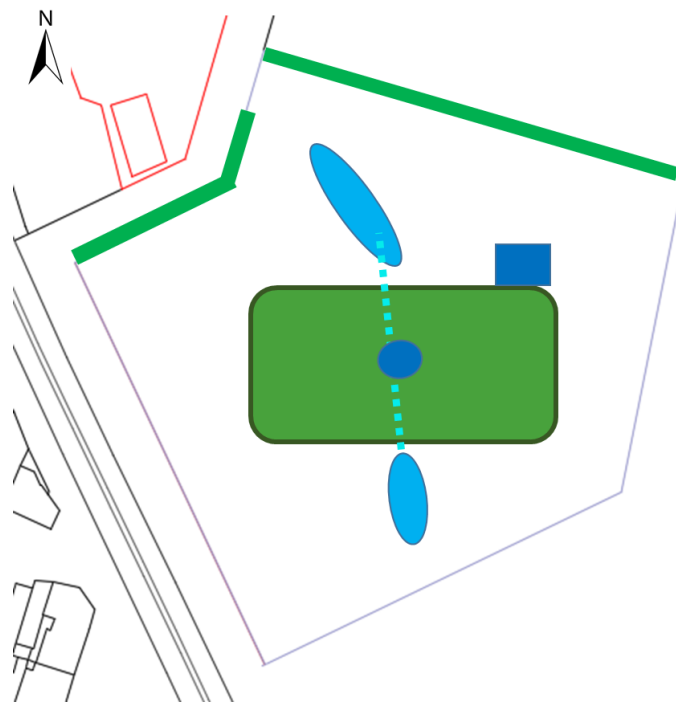
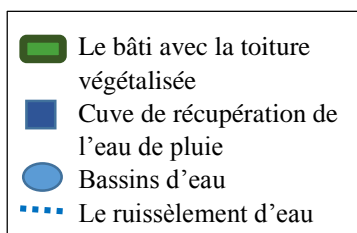


Figure 109. La gestion d'eau dans l'assiette (source : auteurs)

Les techniques utilisées

La collecte d'eau de pluie

La collecte d'eau de pluie est un excellent moyen de conserver cette précieuse ressource. Un système de collecte d'eau de pluie de base capte l'eau de pluie de toit et de toute autre surface et la canalise dans une cuve pour le stockage.

Le fonctionnement d'une cuve à eau de pluie

- Lorsqu'il pleut, la pluie va tomber sur la toiture
- Elle va ensuite glisser vers la gouttière qui est reliée à la cuve, qu'elle soit enterrée
- Par un tuyau reliant la cuve à la gouttière, l'eau de pluie va se diriger vers le récupérateur
- Avant de tomber dans la cuve, elle est filtrée, ce qui empêche les feuilles, les insectes et autres débris de tomber dans le récupérateur d'eau de pluie. Le filtre va également empêcher qu'une vase ne se forme.
- L'eau est ensuite stockée dans le récupérateur d'eaux pluviales
- Elle est ensuite distribuée soit par un robinet pour les modèles hors sol soit par une pompe pour les cuves enterrées qui s'enclenche dès qu'un robinet est ouvert ou qu'un appareil qui lui est raccordé est utilisé.

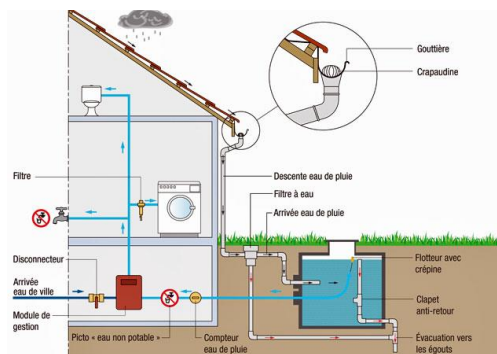


Figure 110. Récupérateur eau enterrée source : (<http://tourisme-vienne-blourde.fr/recuperateur-eau-entree/>)

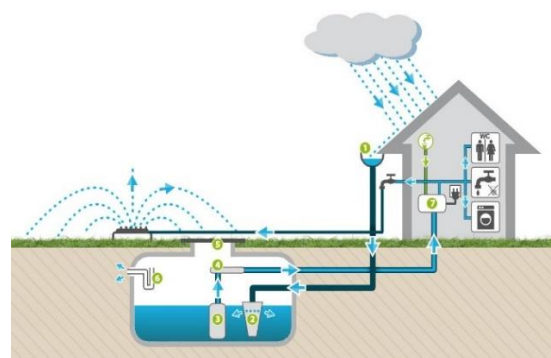


Figure 111. Utilisation de l'eau récupérée (<https://www.biocologie.com/recuperer-leau-la-solution-ideale-pour-faire-des-economies-et-etre-ecolo/>)

Tranchées drainantes d'infiltration

Les tranchées drainantes d'infiltration sont utilisées pour capter et infiltrer les eaux de ruissellement. Ils peuvent contribuer à réduire non seulement les débits de pointe, mais également les volumes de ruissellement, ce qui a un effet favorable sur la qualité de l'eau. Ce sont des ouvrages linéaires peu profonds constitués de matériaux poreux (graviers, galets...) alimentés par des canalisations ou par ruissellement direct. Ces ouvrages peuvent être revêtus pour y créer espaces piétons ou accotements non soumis aux charges lourdes.⁴⁴

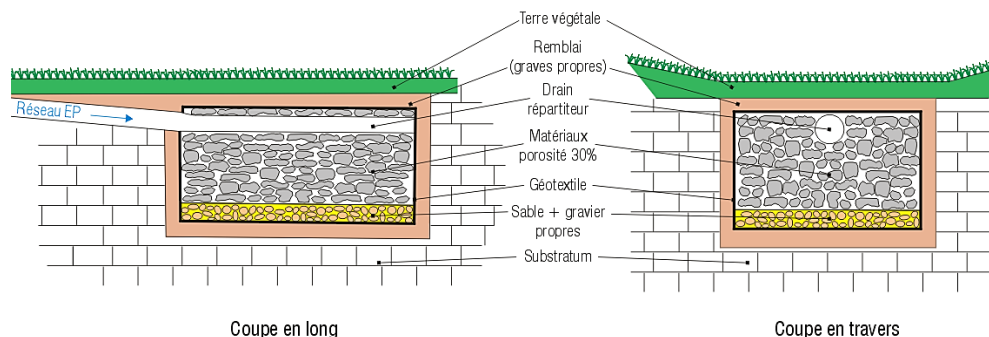


Figure 112. Représentation du système des tranchées drainantes d'infiltration (source : <https://docplayer.fr/11208532-Revision-du-plan-local-d-urbanisme.html>)

⁴⁴ http://www.reseau-environnement.com/wp-content/uploads/2016/04/eaux_pluvialesWEB-2.pdf

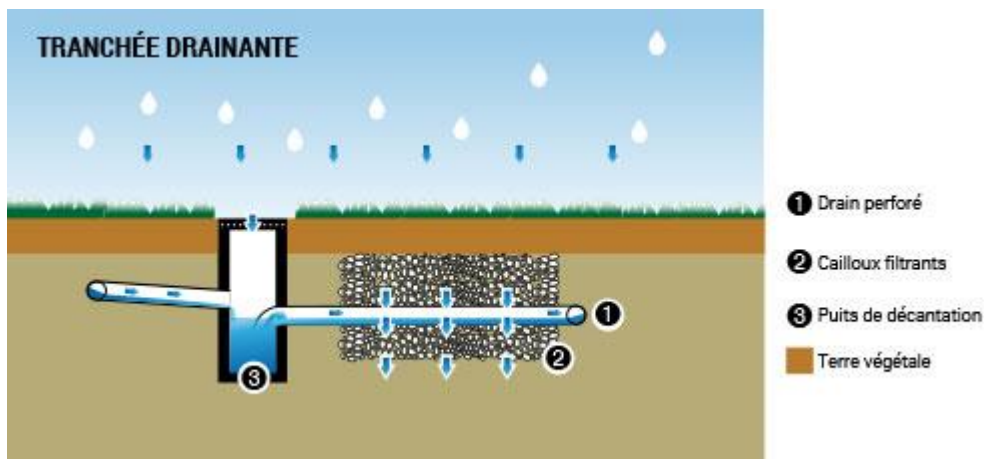


Figure 113. L'infiltration d'eau dans le système des tranchées drainantes (Source : <http://www.syndicatdelorge.fr/prevenir-le-risque-inondation/289-reduire-la-vulnerabilite.html>)

Qualité de l'eau

Pour préserver la qualité de l'eau potable notre choix est porté sur le tuyau en polyéthylène à haute densité (PEHD) caractérisé par :

- Résistants à la corrosion ;
- Joints efficaces et performants ;
- Respectueux de la nature ;
- Installation sans tranchée.

Figure 114. Tuyau PEHD (source : http://www.sepi-pompes.com/tuyau-pehd-o50-ext-o426-interieur-couronne-50-metres-xml-561_566-2253.html)



Les réseaux d'eau non potable

L'eau pluviale récupérée devra utiliser pour l'arrosage et dans les sanitaires ou le nettoyage.



Figure 115. Exemple de l'arrosage (source : <https://blog.doitgarden.ch/fr/arrosage-du-jardin/>)



Figure116. Nettoyage des locaux (source : <https://rte-geomangement.com/solutions-metiers/sante-nettoyage-services/>)

4.5. Cible 6 : gestion de déchets

La gestion des déchets de laboratoire permet d'assurer la sécurité des personnels, de limiter les impacts sur l'environnement et de maîtriser le budget d'élimination des déchets dans une démarche de développement durable.

Les déchets de laboratoire

- Les déchets de laboratoire sont nombreux et variés :
- Les déchets biologiques ;
- Les déchets en verre, piquant et tranchant ;
- Les déchets mous.

Les procédures de gestion des déchets des laboratoires médicaux

La gestion des déchets dans les laboratoires médicaux reste une question sensible puisque les déchets hautement infectieux sont souvent générés. Les procédures standard internationales en matière de gestion des déchets médicaux doivent, de ce fait, être appliquées. Elles sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 26. Les procédures de gestion de déchets médicaux de laboratoire (source : http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/en/manuelann3_4.pdf)

Etape	Action
Le tri	Les déchets hautement infectieux devraient être : <ul style="list-style-type: none"> • gardés dans la zone médicale jusqu'à ce qu'ils soient prétraités; • séparés des autres déchets ordinaires et médicaux; • immédiatement placés dans des sacs ou conteneurs imperméables et résistants aux perforations.
Prétraitement	Les déchets hautement infectieux devraient être immédiatement prétraités (c'est à dire: autoclaves ou chimiquement traités) avant de rejoindre les autres déchets de soins médicaux.
Conditionnement	Les sacs jaunes devraient être étiquetés du symbole de biodanger et, clairement, marqués de l'expression « déchets hautement toxiques » avec un commentaire indiquant s'ils ont été traités ou non.
Etiquetage	Les sacs jaunes devraient porter l'étiquette du nom de l'institution et du département, le type de déchets, le nom et la signature de la personne qui a scellé le sac/conteneur.
Stockage, transport et traitement	Les déchets hautement infectieux, désinfectés et emballés dans des sacs jaunes, ne sont plus perçus comme tels et peuvent être transportés hors de la zone médicale, en même temps que les autres déchets contenus, également, dans des sacs jaunes, stockés et éliminés.

Le tri des déchets

Produire moins de déchets et valoriser les déchets inévitables sont les clés d'une gestion durable, pour cela on a opté pour les trier avec les systèmes suivants :

- La corbeille à papier ;
- La poubelle à déchets mous contaminés ;
- Le bac à déchets coupant et piquant ;
- Le bac à aiguilles.



Figure 117. Les systèmes de récupération des déchets (auteurs d'après <http://www.groupepc.com/details-comment+trier+stocker+collecter+et+eliminer+vos+dasri+-56.html>)

✚ Le destin des déchets

Il est recommandé de faire enlever les déchets au moins deux fois par semaine et désinfecter le local après chaque enlèvement. Les déchets dangereux d'utilisation doivent être incinérés après les étapes du stockage et la collecte.⁴⁵

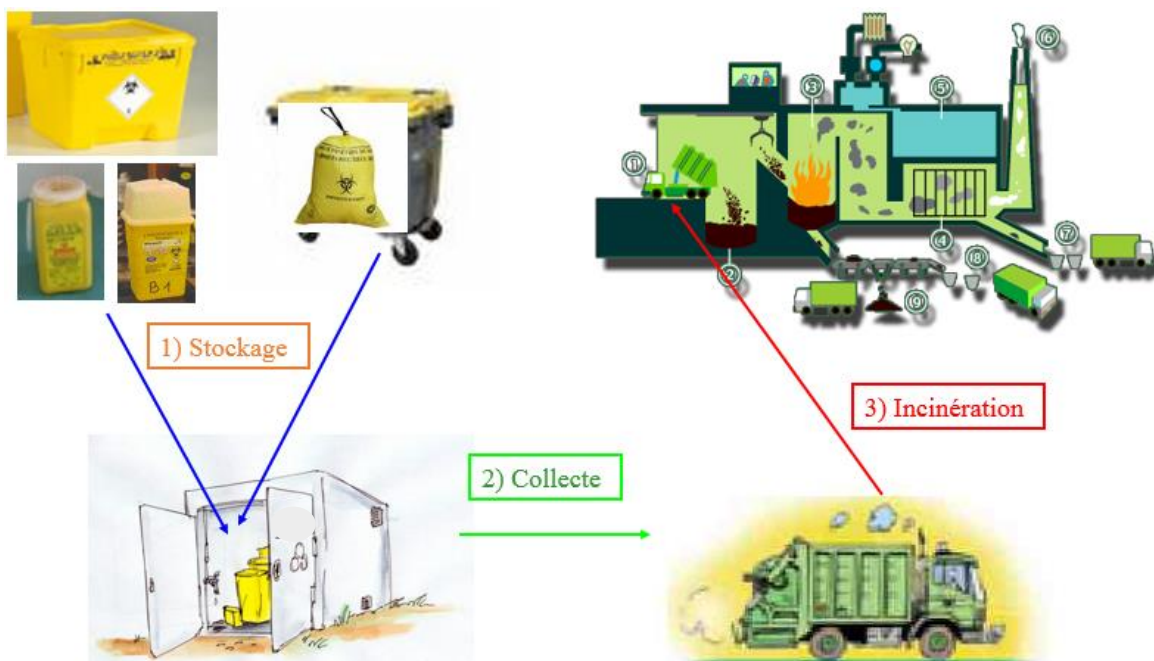


Figure 118. Le stockage, la collecte et l'incinération des déchets dangereux (source : auteurs d'après <https://environnement.brussels/thematiques/dechets-ressources/gestion-des-dechets/les-bons-gestes-par-type-de-dechet/autres/deche-2>)

⁴⁵ <https://environnement.brussels/thematiques/dechets-ressources/gestion-des-dechets/les-bons-gestes-par-type-de-dechet/autres/deche-2>

On mettra le local de tri des déchets au niveau du sous-sol, qu'il dispose de :

- bio-déchets : déchets des cuisines.
- Matériaux recyclables : les cartons et les plastiques.

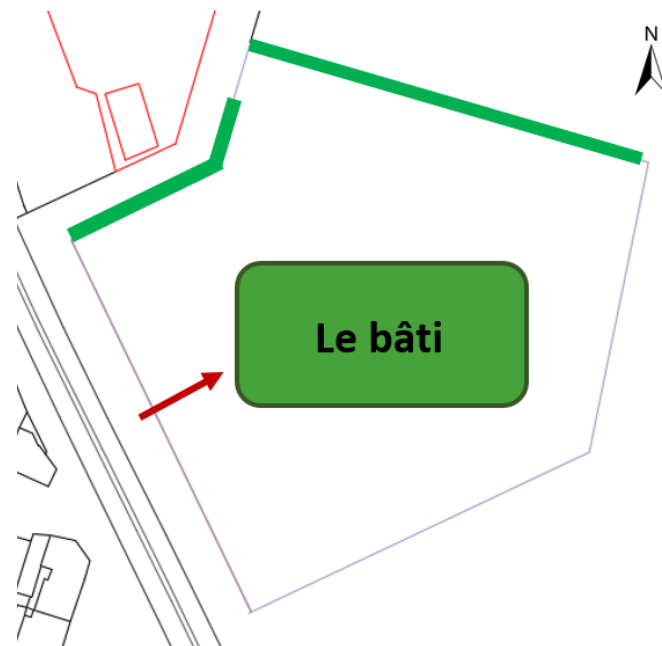
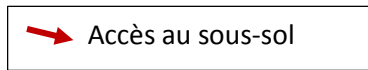


Figure 119. La gestion des déchets au niveau du bâti (source : auteurs)

4.6. Cible 7 : Entretien et maintenance

Structure

Éléments de structure en maçonnerie et en béton : vérifier l'état des structures portantes et remédier aux éventuelles infiltrations ou stagnations d'eau.

Éléments de structure en acier (structure métalliques) : contrôler la protection anticorrosion, renouveler éventuellement le traitement, contrôler aussi les fixations, les ancrages et les assemblages et graisser les appuis mobiles.

Élément de structure en verre (Vitrages structuraux) : les vitrages structuraux seront nettoyés régulièrement en fonction de leur encrassement avec un contrôle des joints.

Toiture

Éléments support de toiture : on doit vérifier l'état des parachèvements intérieurs (présence de taches d'humidité, développement de moisissures, etc.).

Récolte et évacuation des eaux de toiture

Colonnes d'évacuation et descentes d'eaux pluviales

-Contrôle de l'étanchéité et curage éventuel de la tuyauterie. Entretien de la peinture éventuelle. Lavage des tuyaux non peints.

-Contrôle de l'état et du scellement des fixations (peinture éventuelle).

-Nettoyage, contrôle de l'étanchéité et des joints au pied des colonnes.

-Contrôle de l'étanchéité et curage éventuel des entonnoirs et avaloirs de sol.

Récupération des eaux de pluie

-Nettoyage des gouttières, de l'étanchéité de toiture ou de la couverture

-Vérification de l'état des canalisations et, au besoin, remise en état.

-Contrôle du fonctionnement des vannes éventuelles.

Pour la toiture à végétation extensive, l'entretien est similaire à celui des toitures plates classiques, si ce n'est l'enlèvement des espèces parasites qui se seraient développées dans le substrat. Le contrôle des avaloirs requiert aussi une attention particulière.

Capteurs solaires

Contrôle semestriel

- Inspection visuelle des capteurs au printemps et à l'automne.
- Vérifier leur état de propreté et, si nécessaire, les nettoyer
- Vérifier leurs fixations – si de la buée est présente sur le capteur et qu'elle ne disparaît pas rapidement, il y a lieu d'examiner l'étanchéité du circuit primaire
- Contrôle de la soupape de sécurité du circuit primaire : actionner manuellement cette dernière pendant environ une seconde et vérifier s'il y a un écoulement de fluide caloporteur
- Contrôle visuel des purgeurs d'air et évacuation de l'air.

Compteurs d'eau

- Vérification du fonctionnement.
- Détection des fuites éventuelles dans l'installation.

Suppresseurs, détendeurs, réservoirs de stockage

- Contrôle de la pression en amont et en aval des appareils (sur presseur, détendeur, stabilisateur, etc.).

Distribution des eaux pluviales

- Contrôle de la qualité de l'eau distribuée
- Distribution équipée d'un sur presseur ou d'un groupe hydrophore
- Vérification du bon fonctionnement des pompes éventuelles par un contrôle du bruit et de la pression.

Entretien des laboratoires

Le nettoyage et l'entretien du sol et des murs (qui doivent être libres d'accès), doit être effectué par le personnel du laboratoire qui aura suivi une formation adéquate.

- **le sol** : la désinfection de ces surfaces n'aura d'intérêt que si elles sont propres, dépoussiérées à l'aide d'un balai trapèze humidifié.

- **Les plans de travail, surfaces contaminées, centrifugeuses, réfrigérateurs, étuves** : on utilise une solution d'eau de Javel préparée quotidiennement puis rincer à l'eau.

- **Le petit matériel** : tout le matériel qui résiste à la chaleur sera préférentiellement autoclave avant d'être nettoyé puis stérilisé.

4.7. Cible 10 : le confort visuel

Le confort visuel se garantit autour de 6 critères :

1. un éclairage suffisant
2. un éclairage uniforme
3. l'absence de réflexion
4. l'absence d'éblouissement
5. l'absence d'ombre
6. Un rendu des couleurs suffisant

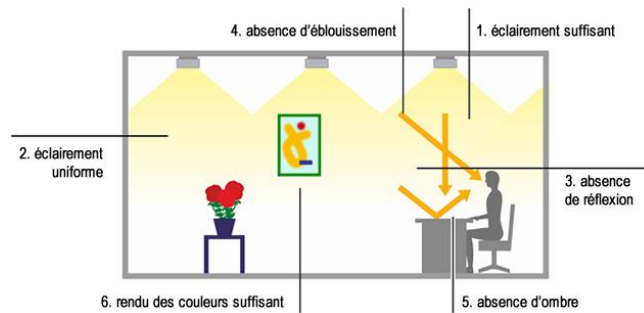


Figure 120. Les critères du confort visuel (source : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=15971>)

Pour avoir un bon confort visuel, il est recommandé suivant les conditions climatiques de la ville de Tlemcen de mettre un taux de 25 à 40 % des ouvertures⁴⁶, pour cela et d'après des calculs on a déterminé celle de chaque face de notre bâti.

Tableau 27. Taux des ouvertures de chaque face de bâti (source : auteurs)

Taux des ouvertures	Max	Min
Nord	4%	2,5%
Sud	20%	12,5%
est	12%	7,5%
ouest	8%	5%

par la suite et pour des réseaux d'orientation, on a favorisé les apports en lumière naturelle par l'orientation des labos et tout ce qui est formation dans la partie nord, et tous ce qui est jardin, exposition et restauration dans la partie sud.

- Labos
- Formation
- Restauration
- Jardin botanique
- Jardin potager

Size of opening			
	0-1	0	Large openings, 40-80%
		1-12	X Medium openings, 25-40%
	2-5		Small openings, 15-25%
	6-10		Very small openings, 10-20%
	11-12	0-3	Medium openings, 25-40%
		4-12	
Position of openings			
3-12			In north and south walls at body height on windward side
1-2		0-5	
		6-12	
0	2-12		As above, openings also in internal walls
Protection of openings			
		0-2	Exclude direct sunlight
	2-12		Provide protection from rain
Walls and floors			
		0-2	Light, low thermal capacity
		3-12	X Heavy, over 8h time-lag
Roofs			
10-12		0-2	Light, reflective surface, cavity
		3-12	
		0-5	X Light, well insulated
0-9		6-12	Heavy, over 8h time-lag
External features			
		1-12	Space for outdoor sleeping
	1-12		Adequate rainwater drainage

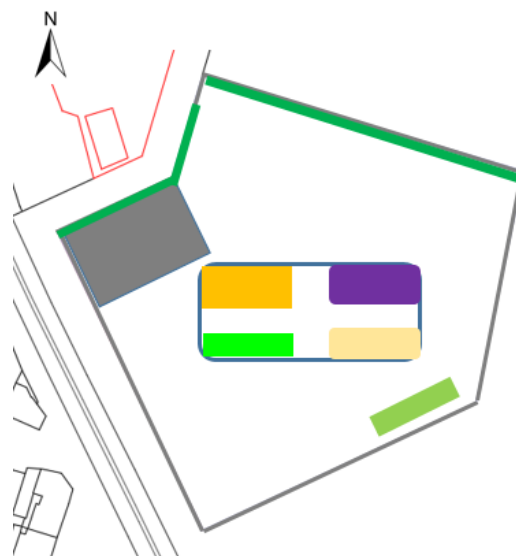


Figure 121. L'orientation des fonctions (source : auteurs)

⁴⁶ Les recommandations de Mahoney

Et pour améliorer la qualité de la lumière on prévoit des modèles lumineux LED spécifique pour chaque espace.

Tableau 28. Eclairage des espaces (source : <http://cregen.free.fr/Eclairage/Normes%20d%E9clairage.pdf>)

Espaces	Eclairage E (lux)
Plan de travail pour traitement de données, lecture, écriture	500
Poste de travail de conception assistée par ordinateur	500
Plan de travail de réunion, de conférence	500
Plan de travail réception	300
Plan de travail pour appareils bureautiques	300
Archive	200
Vestiaires, lavabos, toilettes	200
Zones de circulation et couloirs	100
Ateliers d'enseignement	500
Salle de travaux pratique et de laboratoire	500 à 650
Escaliers	150
Bibliothèque : rayonnages	200
Bibliothèque : salle de lecture	500
Espaces de détente	300
auditorium	80
Les chambres de dortoir	175

4.8. Cible 11 et 13 : Le confort olfactif et la qualité de l'air

Le confort olfactif est ressenti d'une manière à la fois physiologique, à travers les odeurs, et psychosociologique, par notre sensibilité à ces odeurs. Pour cela, on prévoit l'utilisation du système de ventilation mécanique double flux (VMC) au niveau d'une toiture terrasse qui vas permettre la ventilation des laboratoires.

On opte aussi pour la disposition de la végétation tels que : les plantes dépolluantes, et des points d'eau à l'intérieur du bâti pour limiter la pollution et rafraîchir l'air.

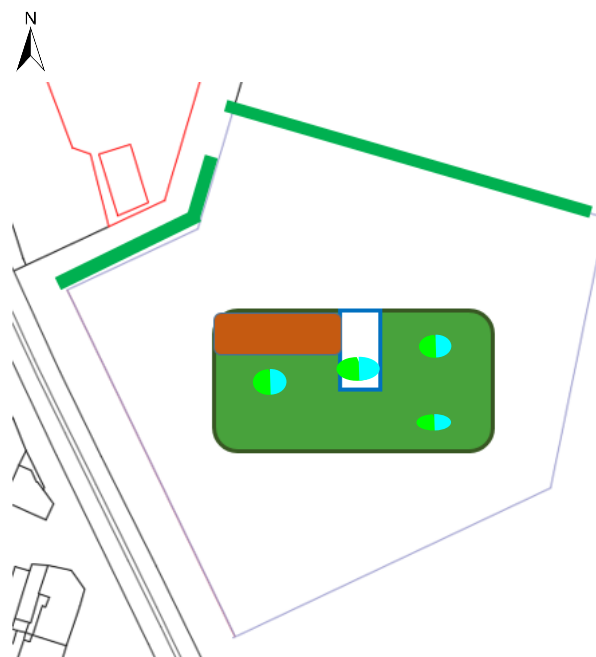
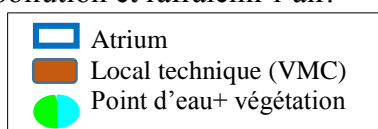


Figure 122. La répartition des points d'eau et végétation dans le bâti (source : auteurs)

La technique utilisée

Le système de ventilation mécanique double flux (VMC)

Une VMC double flux est en fait un circuit qui permet par le biais d'un échangeur (qui se trouve au niveau du local technique sous le toit) de récupérer la chaleur de l'air extrait pour la transférer à l'air soufflé. Il n'y a pas de mélange entre l'air extrait et l'air soufflé, il n'y a qu'un échange de chaleur.⁴⁷



Figure 123. Exemple du système VMC (Source : <https://www.lemoniteur.fr/article/le-dtu-prend-en-compte-la-vmc-double-flux.1958394>)

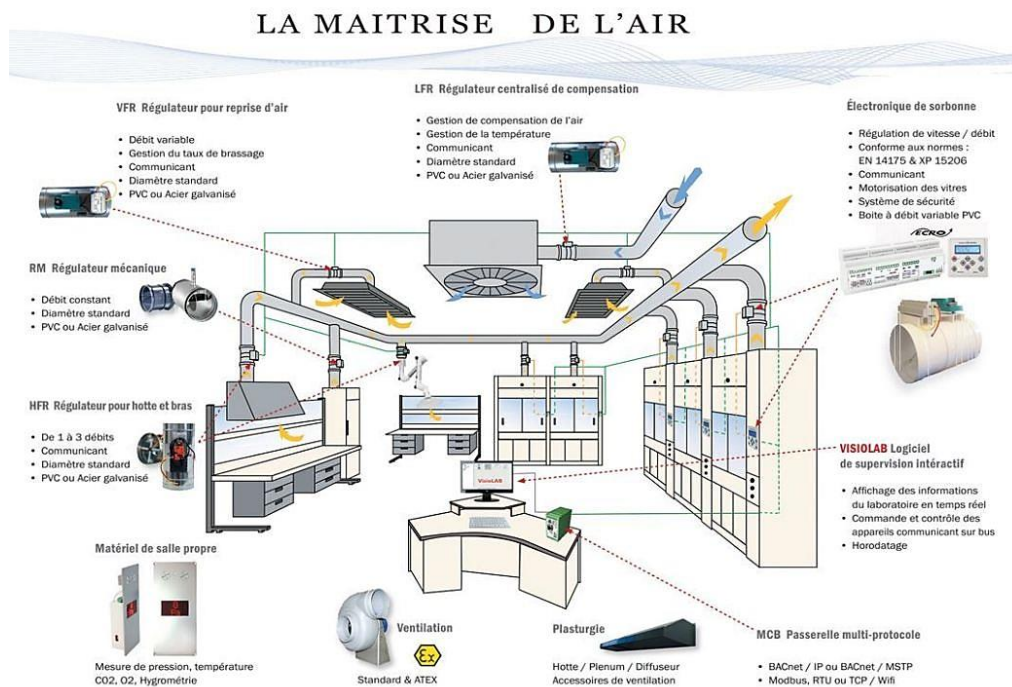


Figure 124. Principe de fonctionnement de la ventilation double flux dans un laboratoire (source : <http://mobilier-laboratoire.eu/ventilation-dun-laboratoire>)

Avantages d'une VMC double flux

- La consommation de chauffage diminue puisque l'air qui entre est plus chaud et doit donc être moins chauffé ;
- On gagne en confort ;
- La qualité de l'air entrant est très bonne qualité grâce à la filtration des moisissures, particules fines et bactéries ;

⁴⁷ https://conseils-thermiques.org/contenu/vmc_double_flux.php

4.9. Cible 12 : les conditions sanitaires

La santé et le confort des personnels de notre centre de recherche dépendent avant tout des conditions sanitaires à l'intérieur de ce dernier et notamment des mesures prises pour préserver ou améliorer la qualité de l'air et de l'eau. Pour assurer à une opération des conditions sanitaires, toutes les opérations de nettoyage, d'entretien et de maintenance doivent être correctement effectuées et contrôlées.

✚ Faciliter l'entretien et le nettoyage par la disposition des vêtements de protection adaptés au type de traitement

✚ Placer les pièces techniques au niveau du sous-sol et l'étage technique et choisir judicieusement ses formes et les équiper correctement.

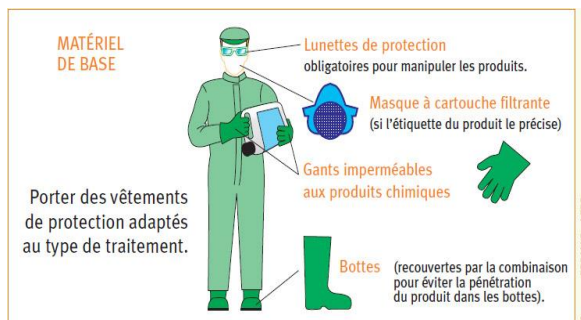


Figure 125. Exemple d'une tenue de protection (source : <http://www.gestivert.com/paysagisme-d-interieur/respect-de-l-environnement-lutte-biologique-traitement-phytosanitaire>)



Figure 126. Exemple des dispositifs techniques (source : <https://fr.depositphotos.com/126164190/stock-photo-technical-room-with-exhaust.html>)

Schéma de principe

1) Faire un recul par rapport aux voix mécaniques dans un souci de la sécurité et pour éviter les nuisances sonores et la pollution. L'accès principal piéton suit un axe parallèle à la RN22c.

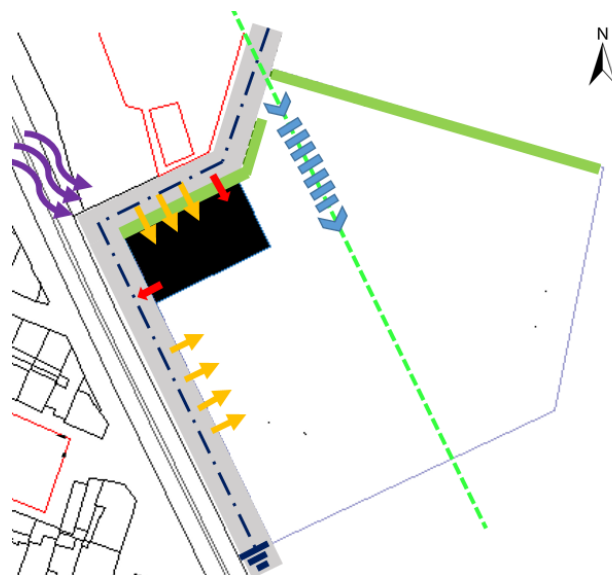
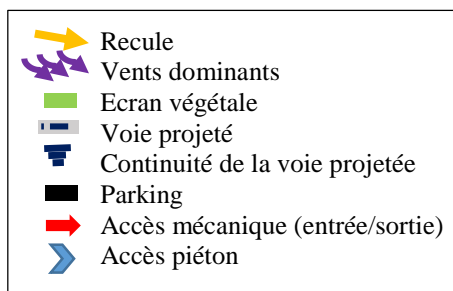


Figure 127. Schéma de principe 1 (source : auteurs)

2) L'équipement sera implanté au milieu du terrain pour assurer la sécurité, le calme au chercheur et la vue panoramique sur les jardins aménagés, selon l'axe est-ouest pour bénéficier de toute la longueur du bâtiment orientée vers le sud.

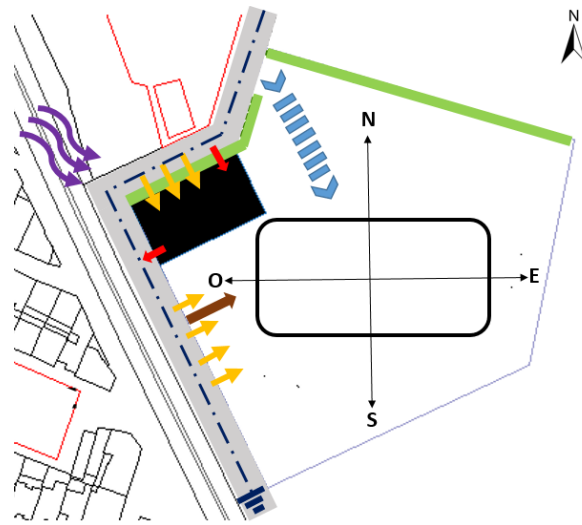
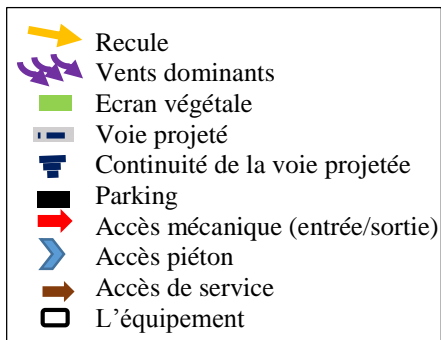


Figure 128. Schéma de principe 2 (source : auteurs)

3) Diviser l'espace bâti en 2 entités : L'entité privé dédiée à la recherche et l'entité commune dédiée à la restauration, détente et la formation. Ces deux entités seront séparées par un espace de transition dédié à l'accueil et l'exposition.

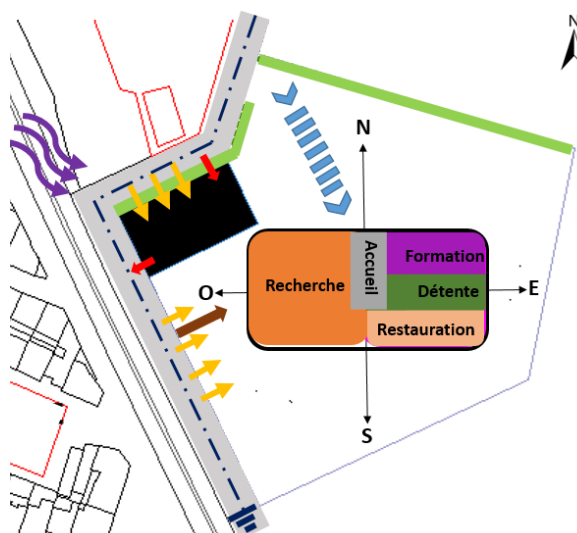
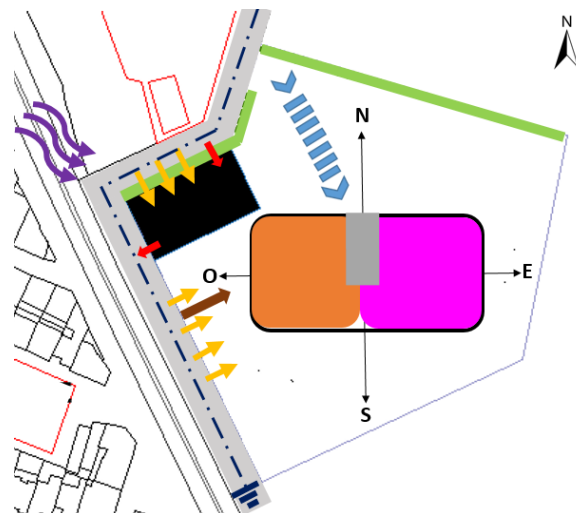
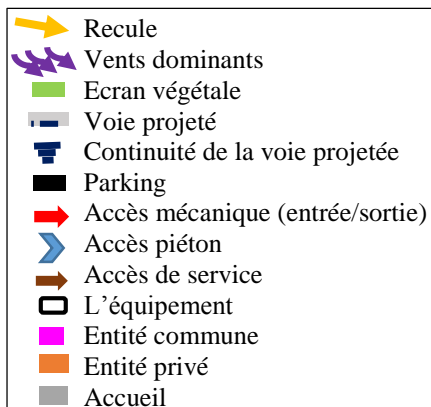


Figure 129. Schéma de principe 3 (source : auteurs)

4) Concernant l'espace extérieur du notre projet, des aires seront projetés suivant leurs relations avec les différents fonctions de l'équipement.

Esplanade d'entrée en relation avec l'accueil

Le jardin panoramique et de repos en relation avec la recherche

Aire des jeux en relation avec la détente

Jardin potager avec le restaurant

■	Jardin panoramique et de repos
■	Jardin potager
■	Esplanade d'entrée
■	Aire de jeux
■	Station biomasse

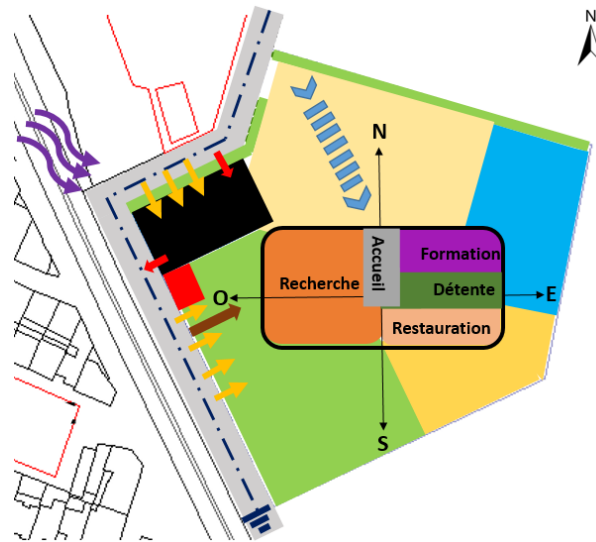


Figure 130. Schéma de principe 4 (source : auteurs)

Conclusion

L'analyse de site nous a orienté à tirer les atouts du notre terrain par l'application de la démarche HQE dans le choix des techniques durables ainsi que les recommandations à suivre dans la conception architecturale qu'on va l'entamer dans le chapitre suivant.

Chapitre 4 : Conception architecturale

Introduction

Après avoir réuni dans l'étude précédente toutes les informations et les principes sur lesquels doit reposer un centre de recherche en biosciences, on passera à la conception architecturale. Toute conception architecturale nécessite une réflexion basée sur des concepts et des principes architecturaux. Pour y parvenir, ce présent chapitre montrera l'étude de la projection de notre projet architecturale, il présentera les différentes phases de développement de ce processus, de la genèse de l'idée jusqu'à la conception schématique de ce projet.

1. L'idée du projet

L'usage de la métaphore peut se révéler une source intarissable de créativité. Elle peut être employée à différents stades du processus de création architecturale. En plan ou en volume, la métaphore peut toujours conduire à des concepts originaux. Un usage incontrôlé, abusif ou naïf, peut, cependant conduire au contraire de l'objectif escompté.¹ La métaphore est définie comme étant une signification spéciale rattachée à un objet ou à une idée et peut être tangible (visuelle) ou intangible (concept), et notre cas porte sur le choix de la métaphore tangible.

Notre projet contribue à l'émergence des connaissances nouvelles afin de combattre les maladies, et puisque les anticorps jouent un rôle essentiel dans la protection de l'organisme contre les maladies, on a opté pour le choix de la forme d'anticorps dans la formalisation de notre projet architectural.



Figure 131. Anticorps (source : <https://www.docteurlic.com/encyclopedie/anticorps.aspx>)



Figure 132. Vue d'un anticorps (source : <https://www.clinisciences.com/lire/anticorps-pour-l-anatomie-pathologique>)

2. La genèse du projet

La genèse du projet aide à choisir les bonnes orientations, afin d'assurer une conception d'un ensemble architectural cohérent répondant à toutes les contraintes.

La forme est ce que l'on perçoit en premier. Elle est étroitement liée à la troisième dimension, qui sans elle, tout objet ne pourrait prendre forme et constituerait une simple figure bidimensionnelle. On abordera ci-dessous les étapes de la conception de notre projet.

¹ Maazouz S, 2007

Etape 1 : le tracé des axes structurants

Cette étape permettra de définir les deux axes principaux de notre assiette :

l'axe de composition du projet qui divise le terrain en deux parties pour des raisons d'intégration de la parcelle (partie haute orientée nord-ouest et partie base sud-est) et qui permet une captation maximale des apports solaires au sud en hiver. Cet axe mène du point le plus éloignée de l'assiette vers le centre qui donne sur la RN22c.

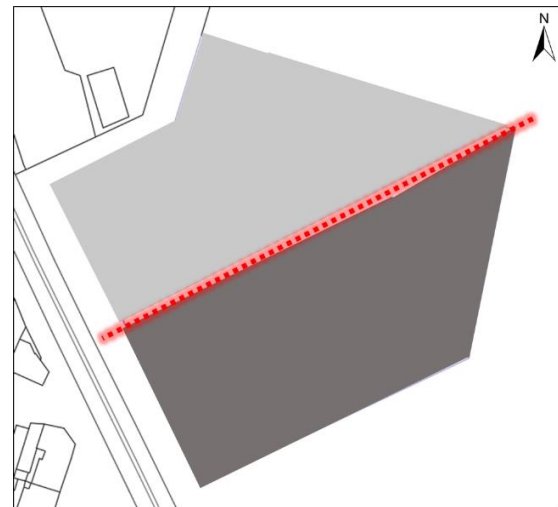


Figure 133. Schéma 1 de la 1^{ère} étape (source : auteurs)

Le deuxième axe (parallèle à la limite sud-ouest du terrain) mène du point le plus haute de l'assiette vers la partie base. Cet axe définit le parcours d'accessibilité piétonne à notre équipement depuis la voie projeté.

L'intersection de cet axe avec l'axe de composition sera le point majeur du projet.

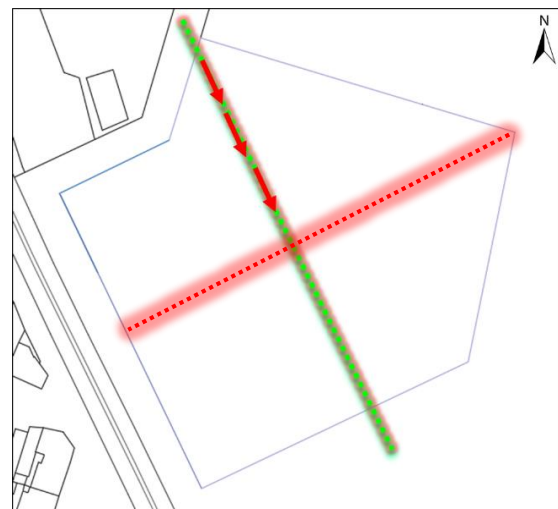
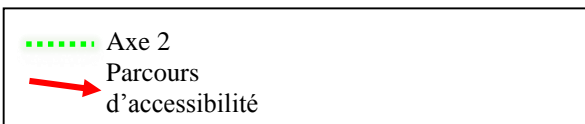


Figure 134. Schéma 2 de la 1^{ère} étape (source : auteurs)

Etape 2 : le développement de la volumétrie

Premièrement, on a tracé les parallèles des 3 lignes délimitant l'assiette du notre projet pour arriver à déterminer un rectangle d'intégration tout en suivant l'axe de composition.

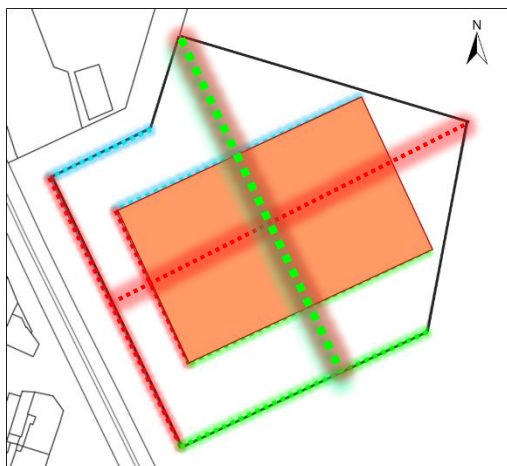


Schéma 1 en 2d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

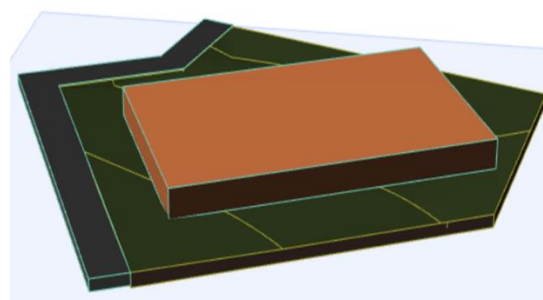


Schéma 1 en 3d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

Ce rectangle est défini par son centre de gravité qui est le résultat d'intersection des deux axes précédents. Ensuite, on a divisé le rectangle d'intégration en deux sous-rectangles pour arriver à un dimensionnement suivant le principe du rectangle d'or $(A/B) = (B/a) = 1,61$ afin d'exprimer l'harmonie.

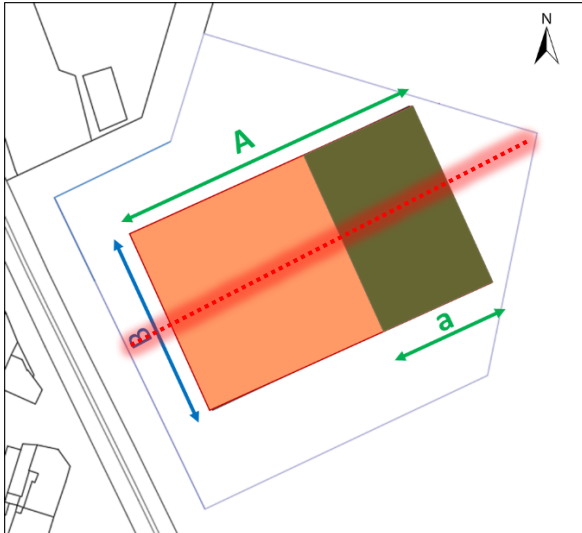


Schéma 2 en 2d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

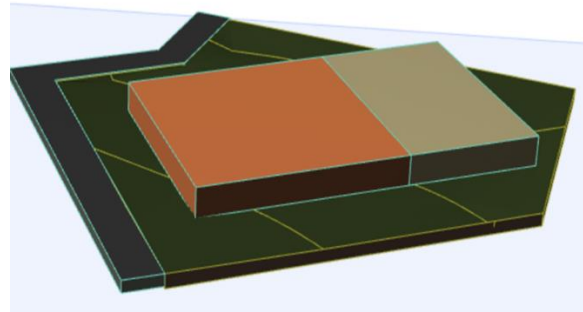


Schéma 2 en 3d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

Après, en utilisant la métaphore tangible directe, on a tracé trois rectangles suivant 3 axes intégrés dans le rectangle d'or (l'un des trois axes représente l'axe de composition qui forme l'entité sécurisée consacrée à la recherche, les deux autres se sont des axes perpendiculaires aux limites Nord- Est et Sud- Est de l'assiette qui forment l'entité commune) pour obtenir la forme géométrique équilibrée, d'un anticorps créée par le bon dieu qui est l'idée du projet.

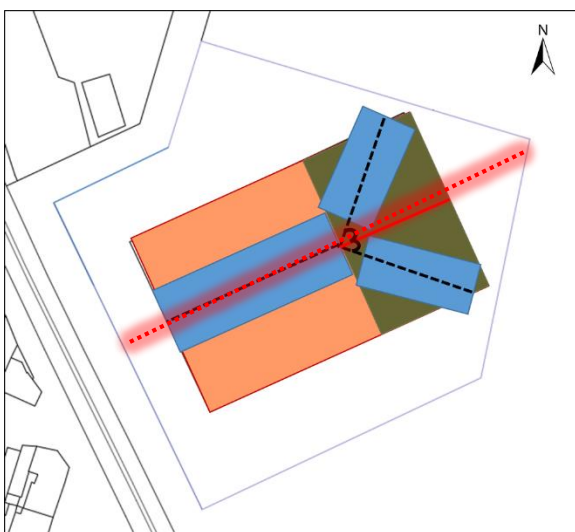


Schéma 3 en 2d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

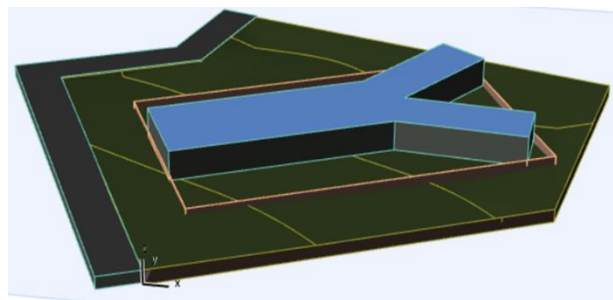


Schéma 3 en 3d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

Puis, on a tracé des courbures au niveau des trois rectangles précédents, tout en gardant le parallélisme des trois côtés de l'équipement par rapport aux limites de l'assiette pour une meilleure intégration afin d'arriver à la forme génétique d'un anticorps. Ceci a été fait en prenant en compte le principe de la compacité qui réduit les déperditions thermiques au niveau des coins en respectant l'orientation des sous espaces.

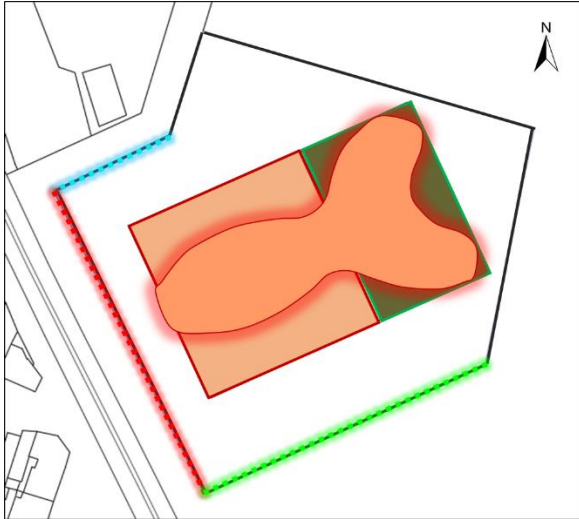


Schéma 4 en 2d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

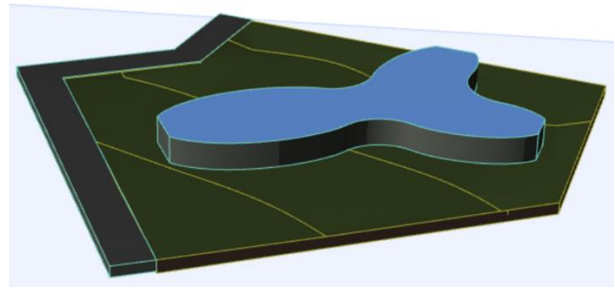


Schéma 4 en 3d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

Après avoir eu une forme composée de trois ailes qui fait rappel à la forme d'un anticorps, on a évider ces ailes pour répondre à l'un des recommandations citées précédemment d'avoir des atriiums au niveau du notre centre de recherche .

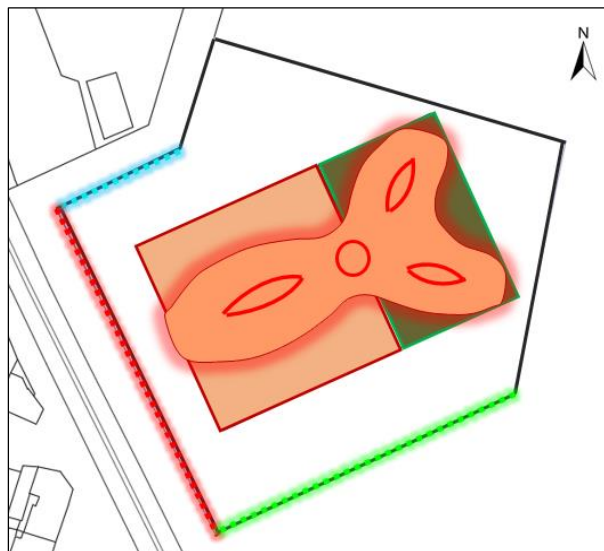


Schéma 5 en 2d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

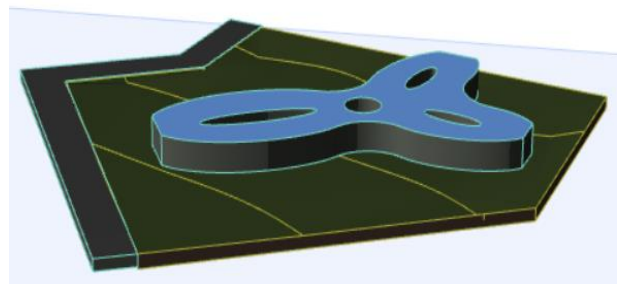


Schéma 5 en 3d de la 2^{ème} étape (source : auteurs)

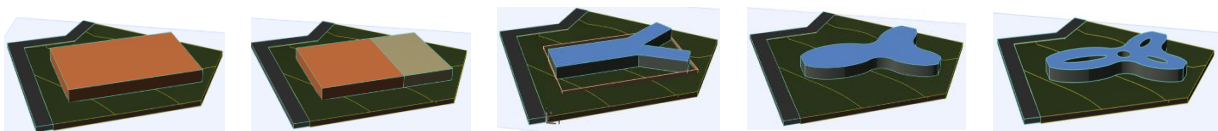


Figure 135. Schéma récapitulatif de l'évolution de la volumétrie (source : auteurs)

Etape 3 : le principe de l'aménagement extérieur

L'idée consiste sur la production des anticorps dans la cellule pour attaquer l'antigène et dans ce cas-là l'équipement représente l'anticorps, les parcours extérieurs représentent cette production, les maladies et la pollution représentent l'antigène et notre terrain joue le rôle de la cellule.

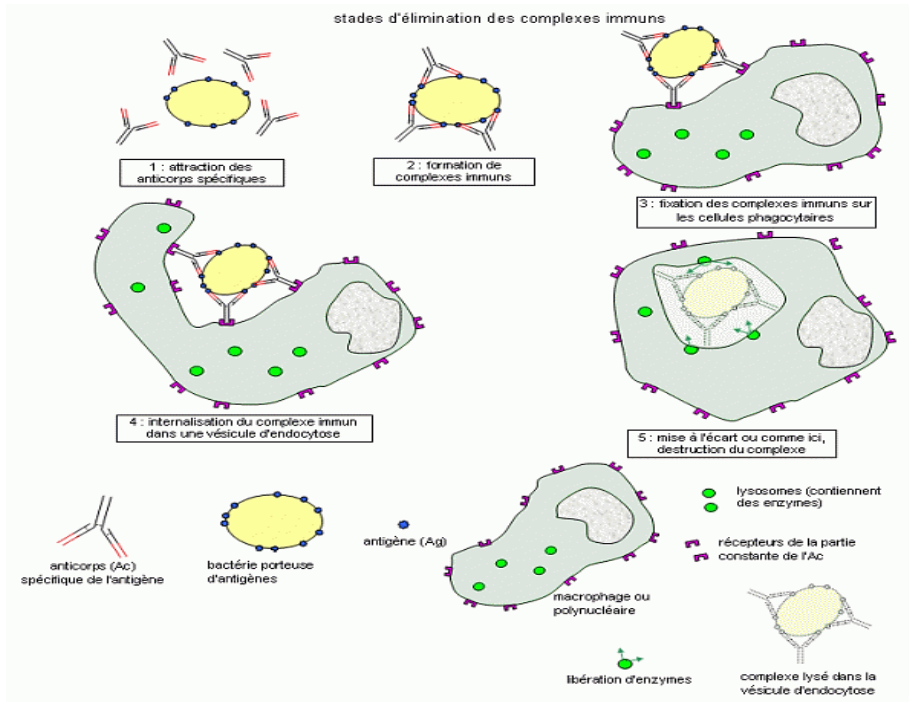


Figure 136. Stades d'élimination des complexes immuns (source : <https://svtlyceedevenne.com/theme-3-a-corps-et-sante/chapitre-1-la-reaction-inflammatoire-un-exemple-de-reponse-innee>)

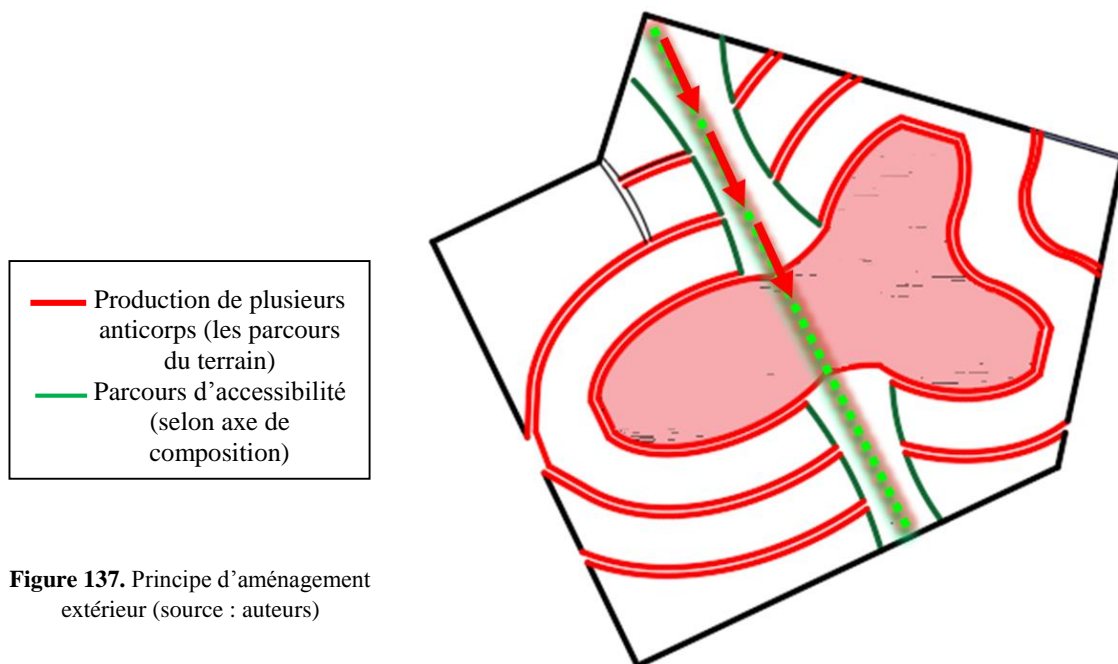


Figure 137. Principe d'aménagement extérieur (source : auteurs)

3. Description du projet

3.1. Description des plans

3.1.1. Plan de masse

Le plan de masse est une vue générale du projet qui sert à le représenter dans la globalité du site, sa configuration et son orientation, avant la création des plans détaillés. La masse bâtie du notre projet comprend deux entités réparties en trois ailes, ces ailes s'articulent autour d'un atrium central. L'espace extérieur englobe des aires qui sont projetés suivant leurs relations avec les différentes fonctions de l'équipement :

- Jardin panoramique en relation avec l'aile de la recherche ;
- L'esplanade d'entrée en relation avec l'accueil ;
- Aire de jeux en relation avec les espaces de détente ;
- Un jardin potager pour la restauration.

Accès

Notre projet est accessible depuis la voie projeté, par un seul accès piéton qui a été défini suivant la disposition de l'un des axes structurants du terrain, cet accès mène directement à l'entrée principale de l'équipement. Concernant l'accessibilité mécanique, le projet dispose de deux accès mécaniques, l'un des deux accès mène à un parking en plein air et l'autre au sous-sol.

On marque aussi que l'équipement dispose de 3 issues de secours (un depuis l'accueil et l'exposition, le deuxième depuis un hall qui relie les espaces de la détente et médiathèques et restauration et le troisième depuis l'auditorium).

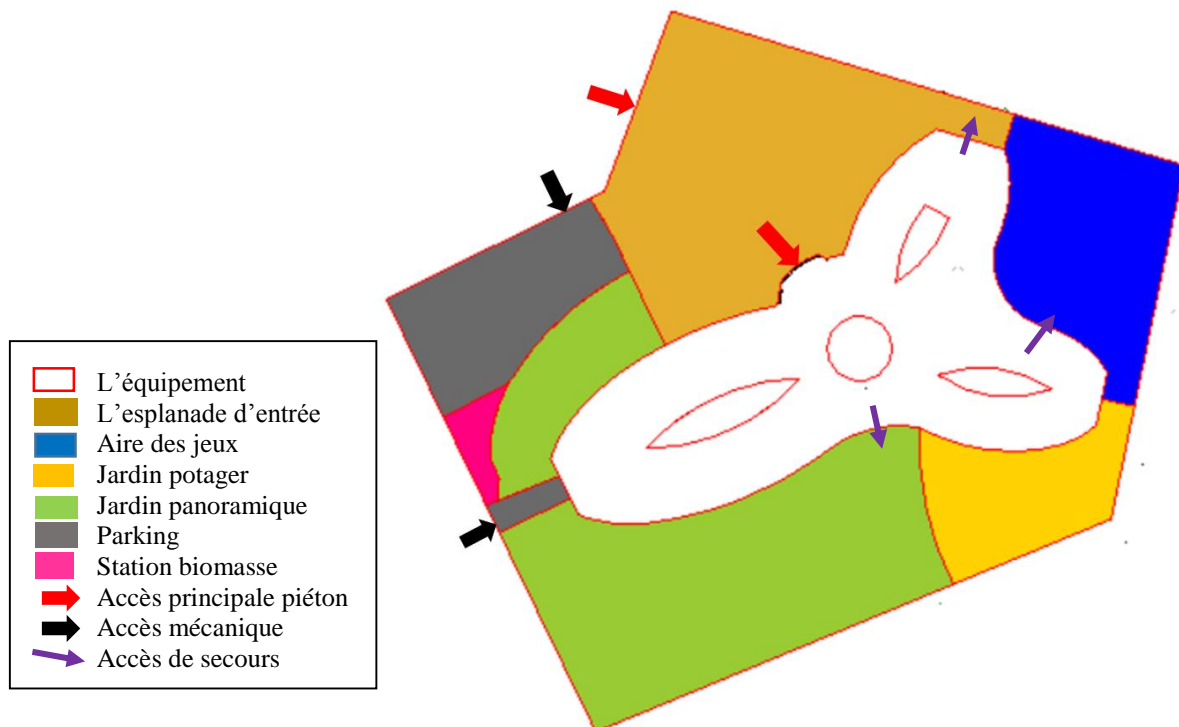


Figure 138. Schéma relationnel de la masse bâtie avec les espaces extérieurs du projet (source : auteurs)

3.1.2. Les différents niveaux

Notre projet se développe en 4 niveaux : (du sous-sol jusqu'à R+3)

Le sous-sol : composé de 2 parties (une partie réservée au stationnement et la 2ème aux locaux techniques).

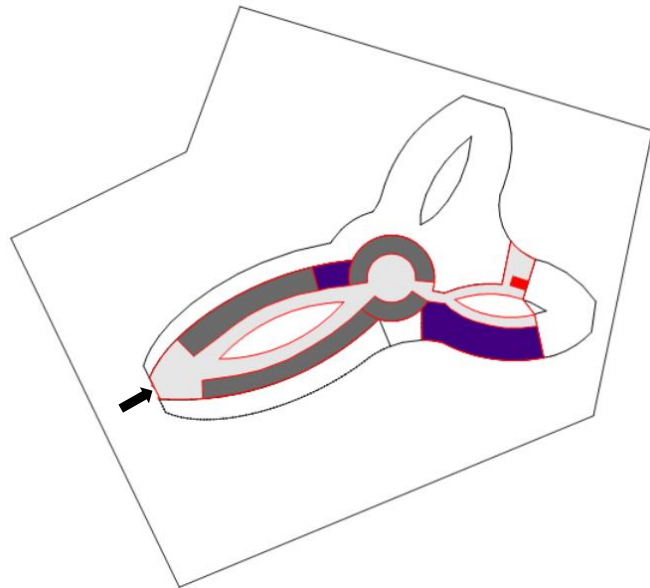
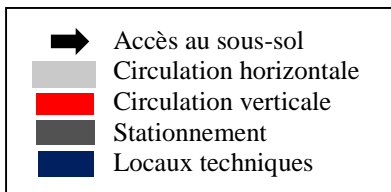


Figure 139. Schéma fonctionnel du sous-sol (source : auteurs)

Le rez de chaussé : composé de 2 entités (privé et commune)

1-Entité privé dédié à la recherche dont laquelle on trouve des laboratoires de recherche répartis selon 2 unités de recherche « la zoologie et la botanique » avec l'animalerie, la serre, les bureaux de rédaction des chercheurs et un bloc sanitaire.

2-Entité commune dont laquelle on trouve les laboratoires de travaux pratiques avec un auditorium, une bibliothèque, un restaurant et une cafétéria, 2 bloc sanitaires et les salles de jeux avec un issue de secours qui donne sur une aire extérieure des jeux.

Ces 2 entités sont séparées par une partie intermédiaire, cette partie comprend l'accueil, un atrium central et un espace d'exposition relié avec une issue de secours qui mène à un jardin panoramique et de repos pour les chercheurs.

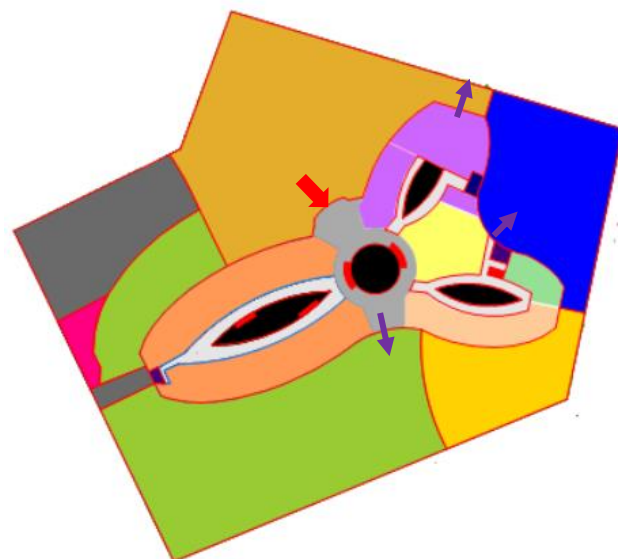
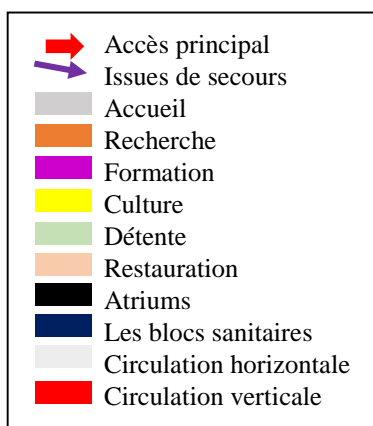


Figure 140. Schéma fonctionnel du RDC (source : auteurs)

Le 1^{er} étage : composé aussi de 2 entités :

1-Entité sécurisée et privé dédié à la recherche dont laquelle on trouve des laboratoires de recherche répartis selon 2 unités de recherche « cancérologie et biologie » avec les bureaux de chercheurs et un bloc sanitaire.

2-Entité commune dont laquelle on trouve un dortoir (une partie pour les hommes et une autre pour les femmes) avec mossala (un pour les hommes et un autre pour les femmes), les ateliers de formation, l'administration, la médiathèque et un bloc sanitaire.

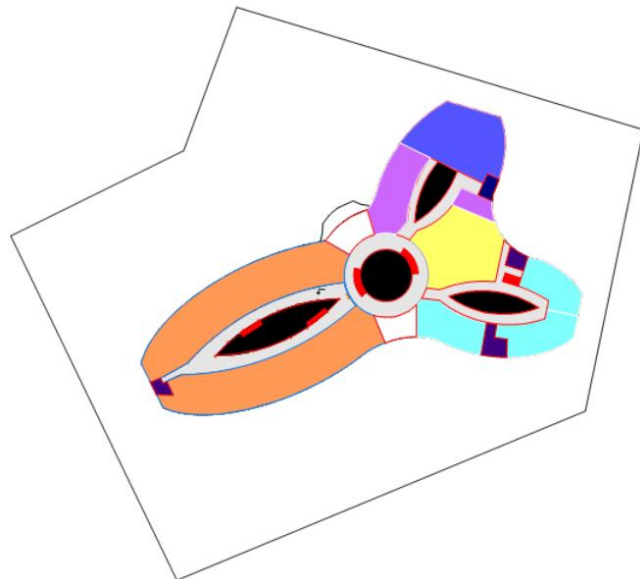
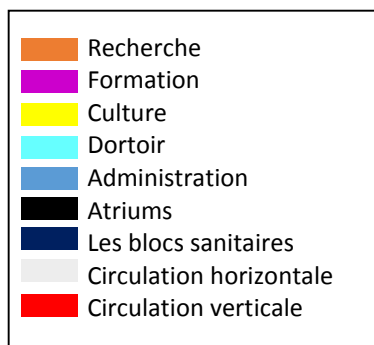


Figure 141. Schéma fonctionnel du R+1 (source : auteurs)

Le 2^{eme} étage : comprend que l'entité privé dont laquelle on trouve les laboratoires de deux unités de recherche « biochimie et neurologie » avec les bureaux de rédaction des chercheurs et un bloc sanitaire.

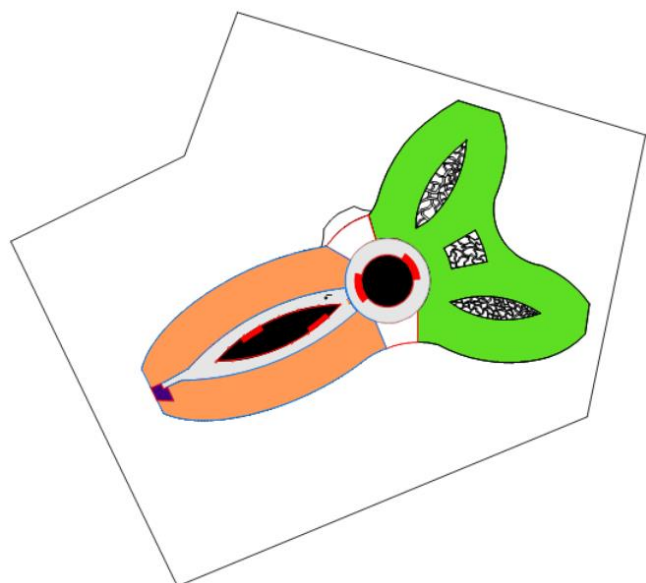
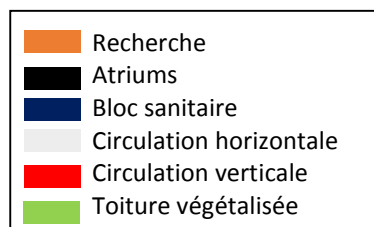


Figure 142. Schéma fonctionnel du R+2 (source : auteurs)

Le 3eme étage : c'est un étage technique dédié à la ventilation des laboratoires par la disposition d'un système de ventilation mécanique double flux VMC.

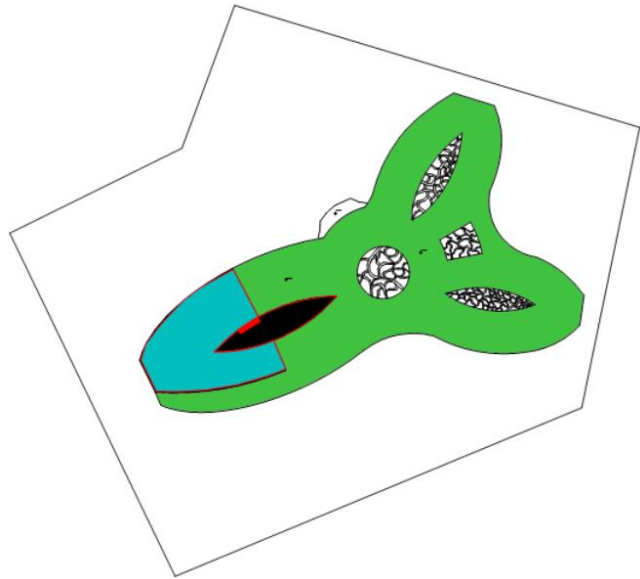
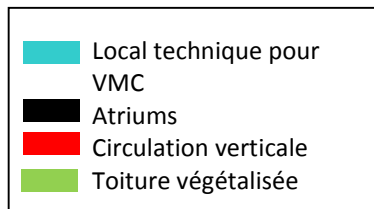


Figure 143. Schéma fonctionnel du local technique (source : auteurs)

3.2. Description des façades

Le choix de traitement de façade est porté sur 3 critères : la tradition de la ville de Tlemcen, la vocation, et l'orientation.

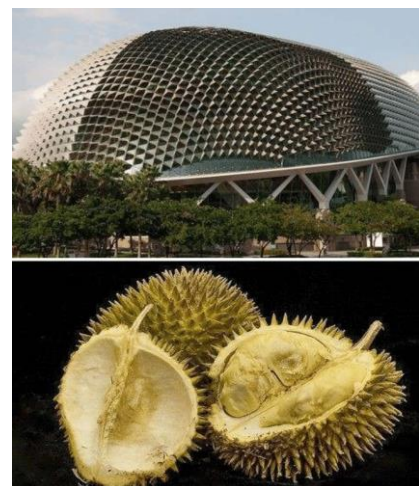
Pour la tradition, on a opté pour l'utilisation de la brique pleine d'une manière apparente qui fait recours aux techniques architecturales traditionnelles de la ville de Tlemcen avec l'utilisation du moucharabieh.

Pour la vocation, on a utilisé le principe de « bio mimétisme »²

Le bio mimétisme inspire l'innovation dans différents domaines. Il a un impact significatif dans le champ de l'architecture, où il peut conduire à des innovations pour concevoir un environnement bâti durable.³



Figure 144. Exemple de bio mimétisme, Esplanade Theater (Singapour) (source : <https://www.researchgate.net/figure/b-IEsplanade-Theatre-inspire-par-la-peau-des-fruit-du-Durian>)

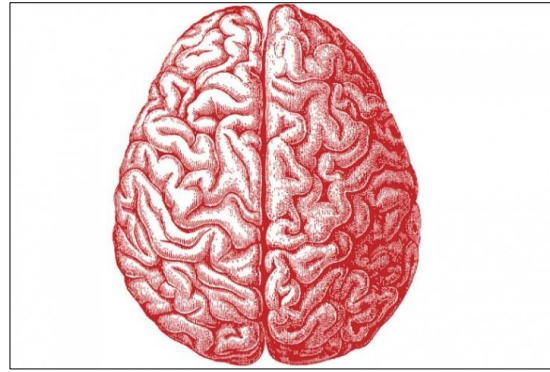


² En septembre 2015, le Conseil économique social et environnemental émet un avis intitulé « Le biomimétisme : s'inspirer de la nature pour innover durablement » (Ricard, 2015). L'architecture y est présentée comme un des domaines d'application prometteurs et il est fait état d'une activité de conception architecturale émergente bio-inspirée capable de répondre aux enjeux environnementaux actuels.

³ <https://journals.openedition.org/craup/309>

Dans notre cas on a choisi dans le traitement des façades le signe du cerveau comme point de départ de la conception des moucharabiehs afin de représenter la vocation principale du notre projet « la recherche ».

Figure 145. Le signe du cerveau (source : <https://www.lesinrocks.com/2015/10/news/homme-femme-notre-cerveau-est-il-semblable>)



Dans la globalité du projet, les façades se caractérisent par le principe de l'architecture organique qui possède l'utilisation des matériaux qui ont un effet écologique. On a marqué l'accès principale par une porche d'entrée et on a mis en place des murs rideaux en double peau qui vont assurer une relation intense entre les espaces intérieurs et les espaces extérieurs par leur transparence.



Figure 146. Exemple de traitement de façade (source : <https://french.alibaba.com/g/aluminum-mashrabiya-panel.html>)



Figure 147. Exemple de la double peau (source : https://www.ductal.com/sites/ductal/files/atoms/files/ductal_solutions_ndeg15_fr.pdf)

3.3. Description du volume

Notre projet possède un style architectural organique caractérisé par la fluidité, la continuité et le mouvement qui lui donne une flexibilité et une légèreté. On a consulté le projet titanesque et le Centre culturel Heydar de Zaha Hadid comme sources d'inspiration.



Figure 148. le Centre culturel Heydar par Zaha Hadid (source : <https://www.maison.com/architecture/demain/architecte-zaha-hadid-azerbaidjian-7826/>)



Figure 149. Le projet titanesque par Zaha Hadid (source : <https://www.konbini.com/fr/culture/zaha-hadid-architects-chine/>)

4. La structure du projet

4.1. L'infrastructure

✚ Les fondations

Toute structure a besoin d'une bonne base pour ne pas s'effondrer, pour cela nous avons opté pour le choix des semelles isolées coulées sous les poteaux et les semelles filantes pour la partie qui va supporter les voiles périphériques du sous-sol.



Figure 150. Représentation de la semelle filante et la semelle isolée (source : <https://maconnerie.bilp.fr/guide-general/ouvrage/fondations/typologie>)

Dans le cas où on a un rapprochement des semelles, on opte pour l'utilisation d'un radier pour éviter ce rapprochement.

Le radier est une fondation superficielle de type plateforme maçonnée qui est la base de départ d'un bâtiment.

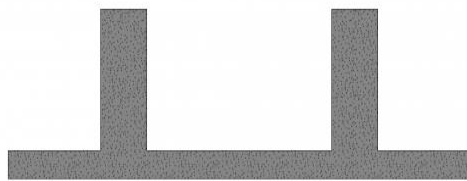


Figure 151. Solution dans le cas de deux semelles très rapprochées (source : <https://maconnerie.bilp.fr/guide-general/ouvrage/fondations/superficielles>)

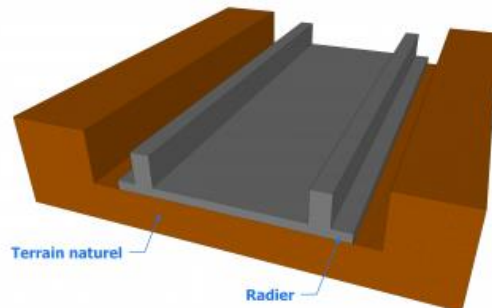
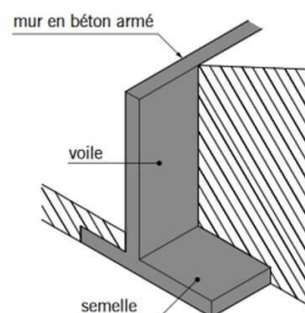


Figure 152. Présentation d'un radier (source : <https://maconnerie.bilp.fr/guide-general/ouvrage/fondations/superficielles>)

✚ Sous-sol

Pour la partie enterrée du sous-sol, nous prévoyons des murs voile, afin de retenir les poussées des terres.

Figure 153. Mur voile (source : <http://www.dynamique-environnement.com/amenagement-paysager/solution-technique-pour-soutenir-un-talus-le-mur-beton/attachment/mur-beton-3/>)



✚ Les joints

Les joints désignent les coupures réalisées entre deux parties, chaque partie pouvant se déplacer de manière autonome. Les joints permettent en construction d'absorber les mouvements éventuels de l'ouvrage. Notre cas englobe deux types de joints : le joint de dilatation et le joint de rupture.

Le joint de dilatation concerne l'espace entre deux parties d'un ouvrage et son rôle est de permettre à chacune des parties d'avoir des mouvements indépendamment de l'autre. Il permet de réduire les effets de la dilatation en cas de fortes chaleurs, ou ceux du retrait en cas de températures basses.

Le joint de rupture consiste à diviser les fondations, afin d'éviter les risques liés aux tassements différentiels.⁴

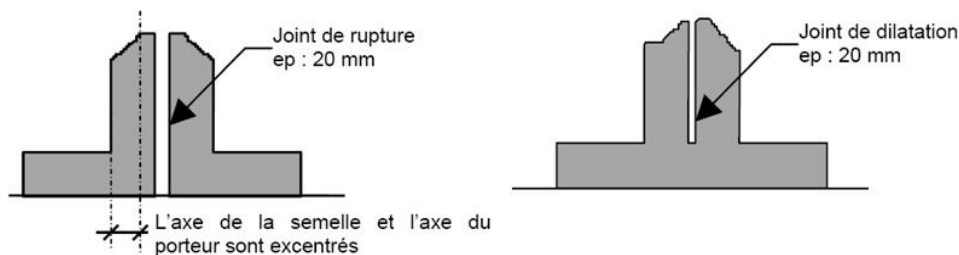


Figure 154. Présentation schématique du joint de rupture et de dilatation (source : <https://www.civilmania.com/topic/28966-le-joint-de-rupture/>)

4.2. Superstructure

Après avoir effectué précédemment des recherches approfondies sur les centres de recherches, notre choix s'oriente vers la mixité pour tout le projet avec une structure métallique pour la serre.

✚ Définition de la structure mixte

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.⁵

✚ Assemblage poteau en béton avec une poutre en acier

Le poteau est un élément porteur vertical et ponctuel, il est destiné à former les éléments structurels verticaux de notre centre de recherche, il se compose d'une âme en béton coulé sur chantier. Le béton garantit la protection du noyau en cas d'incendie tout en conservant ses capacités portantes.

Les poutres en acier sont un recours précieux aussi bien en construction neuve qu'en extension et en rénovation. La **poutre en acier** offre une excellente résistance tout en étant de mise en œuvre rapide et facile. Pas de séchage comme pour le béton, un encombrement bien plus réduit que le bois à résistance égale et une longévité exceptionnelle sans crainte des insectes ni des champignons et moisissures. IPE, IPN, poutres en U et à congé, etc., la poutre en acier se décline selon de nombreux modèles pour

⁴ <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/617167/les-differents-types-de-joints>

⁵ Construction métallique et mixte –calcul et dimensionnement –, Pierre Bourrier et Jaques Brozzetti, Ed Eyrolles, année2007 (P 413)

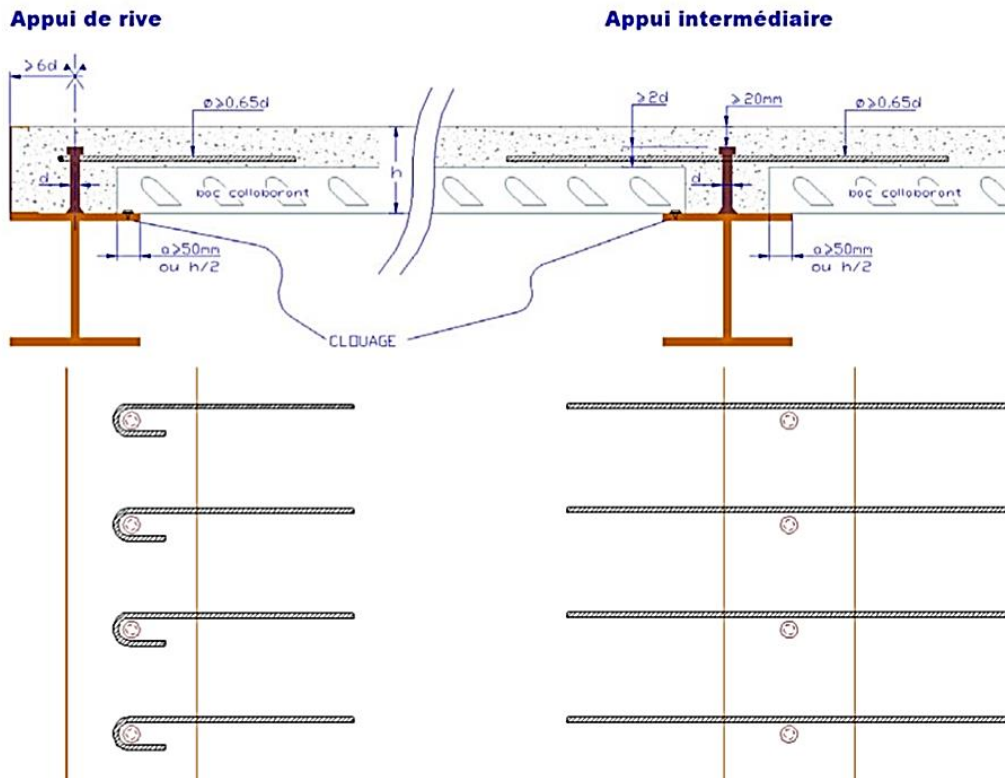


Figure 157. la mise en œuvre d'un plancher collaborant sur un appui en acier (source : <http://www.ccfat.fr/doc/avis-techniques/procedure-atec-fr.pdf>)

La structure métallique

Nous prévoit l'utilisation de la structure métallique dans la serre bioclimatique. La structure métallique est une structure dans laquelle les appuis, les poteaux, les poutres sont réalisés en acier. Ces éléments de construction "rigides" permettent de dégager de grands espaces utiles au sol. La portée des éléments d'ossature peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.⁸



Figure 158 .Exemple d'un jardin botanique avec une structure métallique (source : <https://fr.dreamstime.com/photo-stock-%C3%A9ditorial-l-asie-chine-p%C3%A9kin-jardin-botanique-serre-chaude-d-exposition-image54375878>)

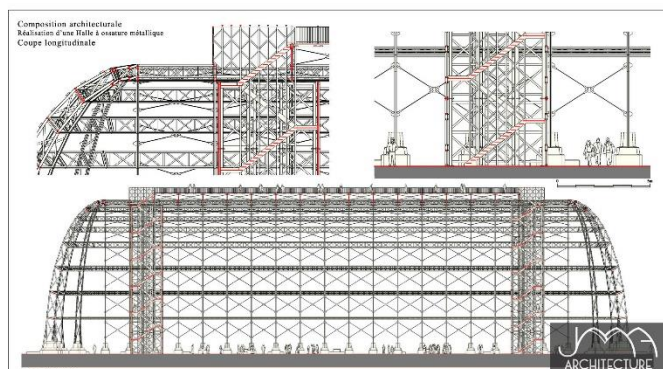


Figure 159. Un exemple d'une halle en charpente métallique (source : <http://jmadpmh.com/compositions-architecturales.html>)

⁸ MEGHEBBAR, NABI, 2016 (LA STRUCTURE METALLIQUE A GRANDE PORTEE)

Les vues 3D



Les vues 3D



Conclusion

Le présent chapitre représente l'étape de la projection architecturale, comme dernière étape du processus de la conception architecturale. Il a résumé notre principe et notre philosophie pour la projection d'un centre de recherche en Biosciences depuis l'idée de base jusqu'à l'étape de la schématisation. Ceci n'aurait pas été possible sans le passage par les étapes : de l'analyse, la synthèse, la programmation et l'évaluation suivant un schéma non linéaire. Tout ça a été fait avec une conviction pure, plus s'approfondit dans les premières étapes, moins est le recours à l'évaluation et plus la proposition est fonctionnelle, homogène, adéquate et durable.

Conclusion

Notre environnement a été toujours considéré comme étant une porte ouverte à toutes sortes de maladies, cela nous a orientés vers la combinaison de deux notions : santé et environnement pour déterminer le point de départ de cette étude qu'elle a été résumé dans la recherche en biosciences.

En effet, cette étude a permis de constater que la maîtrise de développement durable des ressources de la planète est devenue indispensable, ce qui implique le succès de la qualité environnementale du domaine bâti. L'étude a été répartie en deux parties : théorique et pratique. La première nous a permis de ressortir et définir les composantes majeures de la recherche (recherche- formation-qualité environnementale) suivant un processus analytique et elle nous a indiqués que la prise en compte des enjeux environnementale dans les opérations de construction a des implications sociales, écologiques et économiques. L'aboutissement du travail a été terminé par la partie pratique dont laquelle on a arrivé à la concrétisation d'une conception architecturale adaptée surtout aux chercheurs algériens tout en intégrant des innovations technologiques et durables récentes.

Ce projet architectural n'est en aucun cas la réponse définitive à la problématique posée mais plutôt une finalité d'un travail de réflexion élaboré dont le souci était d'essayer de Concevoir un bâtiment emblématique pour la recherche de pointe en termes de l'efficacité du programme, la conservation de l'énergie et le confort thermique.

Bibliographie : liste des sources et références**Livres**

- Gauzin Muller D, avec la contribution de Favet N et de Maes P, « *L'architecture écologique* », LE MONITEUR, Paris, ISBN : 2.281.19137.0, pp : 263-264-266-268.
- Collectif d'auteurs, préface de Bouygues M et postface de Pelletier Ph, « *Construction et habitat durables* », ISBN : 978-2-12-465369-0, pp : 213-214.
- Guinaudeau C, « *Végétalisation des murs* », Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), ISBN : 978-2-86891-604-4, pp : 54-55.
- Bernard A.M, « *Ventilation double flux dans le résidentiel* », CSTB, ISBN : 978-2-86891-687-7, pp : 72-73.
- Maazouz S. (2007), « *Elément de conception architectural : Aspects conceptuel* », 3^{ème} édition, Office des publications universitaires, Alger, ISBN : 978.9961.0.0717.4.
- Bourrier P et Brozzetti J, « *Construction métallique et mixte –calcul et dimensionnement* », Ed Eyrolles, ISBN13 : 978-2-212-10152-2, pp : 413.
- Mialaret G, « *Méthodes de recherche en sciences de l'éducation* », Chapitre III Les démarches de la recherche scientifique, ISBN : 978-2-13-054007-6, pp : 23-24.
- NEUFERT Ernst, « *Les éléments de projet de construction* », 8^{ème} édition, LE MONITEUR, ISBN : 2-10-005759-6.

Thèses / travaux universitaire

- DJEBBAR Kh, 2018, « *approche multi objectif d'optimisation de la performance énergétique et environnementale de l'habitat en Algérie par techniques solaires passives – un pas vers la durabilité : cas d'étude les immeubles collectifs à Tlemcen* », thèse de doctorat, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- MAAMRI M, SAHI N, « *Le bien être dans une école spécialisée pour les enfants autistes* », mémoire de master en architecture, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- MEGHEBBAR, NABI, 2016 « *La structure métallique à grande portée cas d'étude Zianide Parc Mall* », mémoire de master en architecture, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

Rapports

- Rapport d'état des Lieux de la Recherche Scientifique et le programme scientifique et le programme de la DGRSDT pour l'année 2018.
- Rapport du deuxième atelier ECUD (Rapport- recherche- Algérie, 2016).
- Rapport plan directeur d'aménagement urbain et d'urbanisme (PDAU) du groupement des communes de Mansourah, Chetouane, et Tlemcen.
- Rapport P.O.S UB 15 Chetouane.

Documents

- Centre national d'Etudes et de Recherche Intégrée du Bâtiment (CNERIB) sous la tutelle du Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme (1995), « Document technique règlementaire D.T.R. C 3-4 – climatisation : Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments». CNERIB, Alger.
- Centre national d'Etudes et de Recherche Intégrée du Bâtiment (CNERIB) sous la tutelle du Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme (2006), « Document technique règlementaire D.T.R. C 3-2 – règlementation thermique des bâtiments d'habitation- règles de calcul des déperditions calorifiques», Fscicule 1, CNERIB, Alger, ISBN : 9961-845-02-1.
- Journal officiel de la république algérienne n°77.

Sites Web consultés/ Sources électroniques

- <http://les.cahiers-developpement-durable.be/vivre/10-sante-et-environnement-definitions> (consulté le 13/10/2018)
- www.larousse.fr (consulté le 14/10/2018)
- www.dgrsdt.dz/DG/Etat-Lieux-RS-programme-DGRSDT-2018.pdf (consulté le 18/10/2018)
- <https://www.mesrs.dz/centres-de-recherche> (consulté le 19/10/2018)
- <https://www.mesrs.dz/unités-de-recherche> (consulté le 19/10/2018)
- <https://www.mesrs.dz/agences-de-recherche> (consulté le 19/10/2018)
- <https://rm.coe.int/16806fcf2d> (consulté le 2/11/2018)
- <https://www.mesrs.dz/centres-de-recherche> (consulté le 20/10/2018)
- https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/recherche_medicale/15770 (consulté le 22/11/2018)
- <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/differents-types-dessais-cliniques> (consulté le 26)
- <https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/biosciences> (consulté le
- <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-durable/evaluation-et-donnees/evaluation-de-la-durabilite.html> (consulté le
- <https://www.les-caue-occitanie.fr/uploads/hqe.pdf> (consulté le 25/11/2018)
- <https://www.infociments.fr/glossaire/construction-durable> (consulté le 28/11/2018)
- <https://www.cairn.info/psychologie-et-environnement--9782804162566-page-7.htm> (consulté le 28/11/2018)
- <http://www.pasteur.dz/fr> (consulté le 3/12/2018)
- http://med.unistra.fr/var/ezwebin_site/storage/original/application/27e01326d96ec422d97cbad7c1146921.pdf (consulté le 7/12/2018)
- <https://www.architectmagazine.com/design/buildings/south-australian-health-and-medical-research-institute-designed-by-woods-bagot> (consulté le 7/12/2018)
- www.aiatopten.org/node/517 (consulté le 10/12/2018)
- <https://www.sheppardrobson.com/architecture/view/scottish-centre-for-regenerative->

- medicine-scrm (consulté le 4/01/2019)
- <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/francis-crick-institute-by-hok-with-plp/10006078.article> (consulté le 5/01/2019)
 - <https://mcwarchitects.com/medical-research-council-laboratory-of-molecular-biology> (consulté le 7/01/2019)
 - <https://www.cnrtl.fr/definition/laboratoire> (consulté le 13/01/2019)
 - Classification of laboratories and specific biosecurity procedure (www.rr-africa.oie.int) (consulté le 2/02/2019)
 - www.rr-africa.oie.int (consulté le 1/03/2019)
 - <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-999/ed999.pdf> (consulté le 1/04/2019)
 - <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-23/ed23.pdf> (consulté le 5/04/2019)
 - <https://www.cnrtl.fr/definition/dortoir> (consulté le 7/04/2019)
 - <https://www.cnrtl.fr/definition/monte-charge> (consulté le 9/04/2019)
 - <http://www.usamvcluj.ro/fiziopatologie/images/franceza/animale-de-laborator/curs/Cours%204%20-%20EBPAL%20-%202016-2017.pdf> (consulté le 10/02/2019)
 - <https://docplayer.fr/amp/1609038-Animaleries-de-laboratoire-guide-pratique-pour-la-construction-ou-l-amenagement.html> (consulté le 5/02/2019)
 - <https://entreprise.mma.fr/connexionpro/sprinkler-fonctionnement.html#XPah2ZrsYbw> (consulté le 6/02/2019)
 - <https://alarme.ooreka.fr/astuce/voir/297664/caracteristiques-du-mur-coupe-feu> (consulté le 7/02/2019)
 - <http://www.veranda-pergola.net/non-classe/serre-bioclimatique-tout-ce-quil-y-a-a-savoir.htm> (consulté le 14/02/2019)
 - <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/qu-est-ce-que-la-biomasse> (consulté le 28/02/2019)
 - http://www.reseau-environnement.com/wp-content/uploads/2016/04/eaux_pluvialesWEB-2.pdf (consulté le 24/03/2019)
 - <https://environnement.brussels/thematiques/dechets-ressources/gestion-des-dechets/les-bons-gestes-par-type-de-dechet/autres/deche-2> (consulté le 13/05/2019)
 - https://conseils-thermiques.org/contenu/vmc_double_flux.php (consulté le 24/05/2019)
 - <https://journals.openedition.org/craup/309> (consulté le 27/05/2019)
 - <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/617167/les-differents-types-de-joints> (consulté le 28/05/2019)
 - <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/658939/poutre-en-acier> (consulté le 30/05/2019)
 - <https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/640405/plancher-collaborant> (consulté le 30/05/2019)

Les données

- Direction de santé de Tlemcen
- RECTORAT de l'université de Tlemcen
- URBAT Tlemcen
- Duc Tlemcen.

Les cours et les séminaires

- Cours 2. Mme. OUSSADITE (Protection de l'environnement et développement durable).
- Séminaire de Mr. Lobyed (L'approche bioclimatique).
- Séminaire de Mme. Bensafi (l'architecture durable).

Glossaire

Approche synthétique et multicritères

L'architecture bioclimatique met en œuvre des parois simples pour répondre à des fonctions souvent complexes, à la fois dans un temps donné, mais aussi dans la succession jour/ nuit, voire d'une saison à l'autre.

Elle diffère en cela de l'approche conventionnelle qui a tendance à ne concevoir les parois qu'avec une addition d'approches monocritères : par exemple les murs extérieurs sont d'abord pensés en fonction de critères mécaniques de « solidité », et de stabilité.

C

Une **certification** valide un produit ou une démarche précise. Elle est définie par des normes internationales, encadrée par le code de la consommation et délivrée par un organisme certificateur agréé et indépendant selon une grille d'analyse reconnue par le législateur (référentiel de certification).

D

DTR C3-2 : est un document technique réglementaire qui a pour objectif de fixer les méthodes de détermination des déperditions calorifiques, vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique, dimensionnement des installations de chauffage et la conception thermique.

DTR C3-4 : est un document technique réglementaire sert à fixer les méthodes de détermination des apports calorifiques et de vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été des bâtiments.

E

Eblouissement : État de la vue frappée par l'éclat trop brutal de la lumière.

L'énergie est une grandeur physique

nécessaire à la réalisation d'un travail (mécanique, chimique, ...) matérialisée sous différentes formes : énergie calorifique ou énergie thermique (chaleur), énergie électrique (électricité), énergie mécanique, énergie chimique, énergie nucléaire.

Efficacité énergétique : désigne l'état de fonctionnement d'un système pour lequel la consommation d'énergie est minimisée pour un service rendu identique.

l'empreinte écologique : Empreinte écologique est une définition du dictionnaire environnement et développement durable. L'empreinte écologique est une estimation de la surface terrestre nécessaire pour subvenir à ses besoins : cet outil est une mesure de la pression qu'exerce l'Homme sur la nature.

I

Infiltration : passage de l'eau à travers la surface du sol (percolation).

Inertie thermique : L'inertie thermique est la capacité physique d'un matériau à conserver sa température. L'inertie thermique d'un bâtiment est recherchée afin de minimiser les apports thermiques à lui apporter pour maintenir une température constante.

L

Un **label** garantit un niveau de qualité selon un cahier des charges donné. Celui-ci peut provenir d'un organisme public ou privé.

N

Une norme est un ensemble de règles et de caractéristiques techniques qui fixent les conditions de la réalisation d'une opération

ou l'élaboration d'un produit d'usage unifié internationalement ou interchangeable.

P

La performance énergétique, c'est la quantité d'énergie que consomme annuellement le bâtiment eu égard à la qualité de son bâti, de ses équipements énergétiques et de son mode de fonctionnement.

Annexe

Textes réglementaire de la création, d'organisation et du fonctionnement de laboratoire de recherche

4	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 77	24 Rajab 1420 3 novembre 1999
<p style="text-align: center;">Décret exécutif n° 99-244 du 21 Rajab 1420 correspondant au 31 octobre 1999 fixant les règles de création, d'organisation et de fonctionnement du laboratoire de recherche.</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p>Le Chef du Gouvernement,</p> <p>Sur le rapport du ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique,</p> <p>Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;</p> <p>Vu le décret législatif n° 93-17 du 23 Joumada Ethania 1414 correspondant au 7 décembre 1993 relatif à la protection des inventions ;</p> <p>Vu l'ordonnance n° 94-03 du 27 Rajab 1415 correspondant au 31 décembre 1994 portant loi de finances pour 1995, notamment son article 146 ;</p> <p>Vu la loi n° 98-11 du 29 Rabie Ethani 1419 correspondant au 22 août 1998 portant loi d'orientation et de programme à projection quinquennale sur la recherche scientifique et le développement technologique 1998-2002, notamment son article 19 ;</p>		

24 Rajab 1420
3 novembre 1999

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 77

5

Vu la loi n° 99-05 du 18 Dhou El Hidja 1419 correspondant au 4 avril 1999 portant loi d'orientation sur l'enseignement supérieur ;

Vu le décret présidentiel n° 98-427 du 26 Chaâbane 1419 correspondant au 15 décembre 1998 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 98-428 du Aouel Ramadhan 1419 correspondant au 19 décembre 1998 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 92-22 du 13 janvier 1992 portant création, organisation et fonctionnement des commissions intersectorielles de promotion, de programmation et d'évaluation de la recherche scientifique et technique ;

Vu le décret exécutif n° 92-23 du 13 janvier 1992 portant création, organisation et fonctionnement du conseil national de la recherche scientifique et technique ;

Vu le décret exécutif n° 94-260 du 19 Rabie El Aouel 1415 correspondant au 27 août 1994 fixant les attributions du ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ;

Vu le décret exécutif n° 95-177 du 25 Moharram 1416 correspondant au 24 juin 1995 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale n° 302-082 intitulé "Fonds national de la recherche scientifique et du développement technologique" ;

Vu le décret exécutif n° 99-243 du 21 Rajab 1420 correspondant au 31 octobre 1999 fixant l'organisation et le fonctionnement des comités sectoriels permanents de recherche scientifique et de développement technologique ;

Décrète :

CHAPITRE I

DISPOSITIONS GENERALES

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 19 de la loi n° 98-11 du 29 Rabie Ethani 1419 correspondant au 22 août 1998, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les règles de création, d'organisation et de fonctionnement du laboratoire de recherche propre ou associé créé au sein des établissements d'enseignement et de formation supérieurs ainsi que d'autres établissements publics.

Art. 2. — Le laboratoire de recherche propre est créé dans le cadre de la mise en œuvre du programme de recherche de l'établissement de rattachement.

Le laboratoire de recherche associé est créé dans le cadre de la mise en œuvre d'un programme commun à deux (2) ou plusieurs établissements.

Les modalités d'association sont fixées par voie de convention.

Art. 3. — Le laboratoire de recherche, propre ou associé, est chargé de la mise en œuvre d'un ou de plusieurs thèmes de recherche scientifique et de développement technologique.

Art. 4. — En application des dispositions de l'article 12 de la loi n° 98-11 du 29 Rabie Ethani 1419 correspondant au 22 août 1998 susvisée, le laboratoire de recherche a pour missions notamment de :

- réaliser des objectifs de recherche scientifique et de développement technologique dans un domaine scientifique précis ;
- exécuter des études et travaux de recherche en rapport avec son objet ;
- contribuer à l'élaboration des programmes de recherche dans le domaine de ses activités ;
- contribuer à l'acquisition, à la maîtrise et au développement de nouvelles connaissances scientifiques et technologiques ;
- participer à l'amélioration et au développement, à son échelle, des techniques et procédés de production ainsi que des produits et des biens et services ;
- contribuer à la formation par et pour la recherche ;
- promouvoir et diffuser les résultats de sa recherche ;
- collecter, traiter et capitaliser l'information scientifique et technologique en rapport avec son objet et en faciliter la consultation ;
- contribuer à la mise en place de réseaux de recherche appropriés.

CHAPITRE II

REGLES DE CREATION

Art. 5. — La création du laboratoire de recherche est décidée sur la base des critères suivants :

- importance des activités de recherche par rapport aux besoins du développement socio-économique, culturel, scientifique et technologique du pays ;
- ampleur et permanence du programme scientifique et/ou technologique dans lequel sont insérées ses activités de recherche ;
- impact des résultats attendus sur le développement des connaissances scientifiques et technologiques ;
- qualité et effectif du potentiel scientifique et technique disponible et/ou mobilisable ;
- moyens matériels et financiers existants et/ou à acquérir.

Art. 6. — Outre les critères cités à l'article 5 ci-dessus, le laboratoire de recherche doit être constitué d'au moins quatre (4) équipes de recherche au sens de l'article 11 ci-dessous.

Art. 7. — Dans les établissements d'enseignement et de formation supérieurs, la création du laboratoire de recherche intervient par arrêté de l'autorité de tutelle, sur proposition de l'établissement de rattachement, après avis du comité sectoriel permanent concerné, conformément à l'article 19, (alinéa 1er) de la loi n° 98-11 du 29 Rabie Ethani 1419 correspondant au 22 août 1998 susvisée.

Art. 8. — Dans les autres établissements publics, la création du laboratoire de recherche intervient par arrêté conjoint de l'autorité de tutelle et du ministre chargé de la recherche, après avis de la commission intersectorielle de promotion, de programmation et d'évaluation de la recherche scientifique et technique concernée, conformément à l'article 19 (alinéa 2) de la loi n° 98-11 du 29 Rabie Ethani 1419 correspondant au 22 août 1998 susvisée.

Art. 9. — Lorsque le laboratoire de recherche ne réunit plus les conditions ayant présidé à sa création, il est procédé à sa dissolution dans les mêmes formes.

CHAPITRE III

ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT

Art. 10. — Le laboratoire de recherche est dirigé par un directeur et est doté d'un conseil de laboratoire composé des responsables d'équipes de recherche et des chefs des projets de recherche.

Art. 11. — L'équipe de recherche, dirigée par un chercheur qualifié, comprend au minimum trois (3) chercheurs. Elle a pour mission principale d'exécuter un ou plusieurs projets de recherche entrant dans le cadre du programme du laboratoire.

Chaque projet de recherche est conduit par un responsable de projet.

Le chef d'équipe peut également être chef de projet de recherche.

Art. 12. — Le directeur du laboratoire de recherche est nommé pour une durée de trois (3) années, renouvelable par l'autorité de tutelle, sur proposition du responsable de l'institution de rattachement, parmi deux (2) candidats ayant le grade le plus élevé, élus en son sein par les membres du conseil de laboratoire.

Il est mis fin à ses fonctions dans les mêmes formes. Il est tenu de présenter un bilan des activités de recherche et de gestion au conseil de laboratoire dans un délai n'exédant pas un mois à compter de la date de sa fin de fonctions.

Art. 13. — Le directeur du laboratoire de recherche assure la direction scientifique et la gestion financière du laboratoire.

Il est ordonnateur des crédits alloués au laboratoire.

Il est responsable du bon fonctionnement du laboratoire de recherche et exerce l'autorité hiérarchique sur l'ensemble des personnels de recherche et de soutien affectés au laboratoire.

Art. 14. — Les personnels de recherche et de soutien affectés au laboratoire de recherche sont gérés par l'institution de rattachement.

Art. 15. — Le directeur du laboratoire de recherche peut, par délégation du chef de l'établissement de rattachement, initier et engager des contrats et des conventions pour la réalisation des travaux de recherche, les études ou les prestations de services avec des organismes nationaux et/ou internationaux en rapport avec les missions du laboratoire et conformément à la réglementation en vigueur.

Art. 16. — Le directeur du laboratoire de recherche soumet ses programmes et ses bilans à l'examen des organes d'évaluation de l'institution de rattachement.

Art. 17. — Présidé par le directeur du laboratoire, le conseil de laboratoire est chargé notamment :

- de contribuer à l'élaboration des programmes ;
- d'évaluer, périodiquement, les activités de recherche ;
- d'examiner et d'approuver le bilan des activités de recherche et de gestion ;
- d'adopter les états prévisionnels des recettes et des dépenses présentés par le directeur ;
- de veiller à l'utilisation rationnelle des moyens humains, matériels et financiers ;
- d'élaborer et d'adopter son règlement intérieur.

Art. 18. — Le directeur du laboratoire de recherche peut faire appel, après avis du conseil du laboratoire et dans le cadre des missions du laboratoire à des chercheurs à temps partiel.

CHAPITRE IV

DISPOSITIONS FINANCIERES

Art. 19. — Le laboratoire de recherche est doté de l'autonomie de gestion et est soumis au contrôle financier à posteriori.

Art. 20. — Il est ouvert dans le budget des établissements d'enseignement et de formation supérieurs de rattachement, une subvention pour chaque laboratoire de recherche.

24 Rajab 1420
3 novembre 1999

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 77

7

Il est ouvert dans l'état prévisionnel des établissements publics concernés, une ligne subvention pour chaque laboratoire de recherche.

Art. 21. — Les ressources du laboratoire de recherche proviennent :

- des contributions du fonds national de la recherche scientifique et du développement technologique ;
- des crédits de fonctionnement délégués par le responsable de l'établissement de rattachement ;
- des activités de prestation de services et des contrats ;
- des brevets et publications ;
- des contributions d'organismes nationaux et/ou internationaux ;
- des dons et legs.

Art. 22. — Les dépenses du laboratoire de recherche se répartissent en dépenses d'équipements et en dépenses de fonctionnement conformément à la réglementation en vigueur.

Art. 23. — L'état prévisionnel des recettes et dépenses du laboratoire de recherche est établi par le directeur du laboratoire qui le soumet pour adoption au conseil de laboratoire. Il est transmis par la suite pour approbation à l'établissement de rattachement.

Art. 24. — Les écritures comptables de l'établissement de rattachement retracent d'une manière distincte les opérations de dépenses et de recettes afférentes à l'activité du laboratoire de recherche.

Art. 25. — Les ressources générées par les activités contractuelles et de prestation de services du laboratoire de recherche ne peuvent, en aucun cas, faire l'objet d'une destination autre que les besoins du laboratoire.

Art. 26. — Les moyens matériels du laboratoire de recherche font partie du patrimoine de la structure au sein de laquelle il est créé.

Art. 27. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 21 Rajab 1420 correspondant au 31 octobre 1999.

Smaïl HAMDANI.

Tableau. Les 14 cibles de la démarche HQE (source : L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001, page 256-257)

Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
ECOCONSTRUCTION		
Cible 1 Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat	<ul style="list-style-type: none"> - utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site - gestion des avantages et inconvénients de la parcelle - organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable - réduction des risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site 	<ul style="list-style-type: none"> * traiter l'insertion du bâtiment dans son environnement, en réalisant une étude préalable au projet, une étude d'organisation de la parcelle, une étude de traitement des espaces extérieurs et intermédiaires. En cas de friches industrielles, analyser le niveau de pollution et dépolluer si nécessaire * respecter un niveau maximal de pression acoustique de 50 dB(A) des bruits émis par des équipements ou des pratiques extérieurs, en réalisant éventuellement un traitement acoustique * repérer les sources de bruits extérieurs et créer un isolement acoustique satisfaisant
Cible 2 Choix intégré des procédés et produits de construction	<ul style="list-style-type: none"> - adaptabilité et durabilité des bâtiments - choix des procédés de construction - choix des produits de construction 	<ul style="list-style-type: none"> * utiliser des procédés et des produits économes en matière et en énergie * étudier les possibilités de recyclage des déchets d'adaptation et de démolition des bâtiments * tenir compte des règles d'utilisation et de qualification des produits de bâtiment, notamment en choisissant des produits sans risques pour l'environnement
Cible 3 Chantiers à faibles nuisances	<ul style="list-style-type: none"> - gestion différenciée des déchets de chantier - réduction des bruits de chantier - réduction des pollutions sur la parcelle et dans le voisinage - maîtrise des autres nuisances de chantier 	<ul style="list-style-type: none"> * intégrer en amont les mesures permettant la maîtrise des déchets de chantier et la réduction des nuisances (bruit, poussières, boue...) * réduire la consommation d'énergie et la pollution de l'air par les chantiers * réduire la consommation d'eau et la pollution de l'eau et des sols durant les chantiers
ÉCOGESTION		
Cible 4 Gestion de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - renforcement du recours aux énergies renouvelables - renforcement de l'efficacité des équipements consommant de l'énergie - utilisation de générateurs à combustion propres lorsqu'on a recours à ce type d'appareil 	<ul style="list-style-type: none"> * renforcer l'efficacité énergétique des projets * choisir des chaudières « propres » labellisées à faible émission de CO₂, CO et NO.
Cible 5 Gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - gestion de l'eau potable - recours à des eaux non potables (récupération des eaux de pluie) - assurance de l'assainissement des eaux usées - gestion des eaux pluviales sur la parcelle 	<ul style="list-style-type: none"> * rechercher des systèmes qui limitent la consommation d'eau potable : équipements performants, surveillance des réseaux pour diminuer les fuites * envisager une collecte des eaux pluviales pour l'alimentation des WC, le nettoyage, l'arrosage, etc.

Cible 6 Gestion des déchets d'activités	- conception de locaux à poubelles adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets	* prendre en compte les collectes sélectives locales * configurer les cuisines et les locaux techniques en prévoyant le tri sélectif * concevoir le transit entre les lieux de stockage et de ramassage * séparer le stockage des déchets ménagers de la circulation des personnes
Cible 7 Entretien et maintenance	- optimisation des besoins de maintenance - mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance - maîtrise des effets environnementaux des procédés	
	de maintenance et des produits d'entretien	
CONFORT		
Cible 8 Confort hygrothermique	- permanence des conditions de confort hygro- thermique - homogénéité des ambiances hygrothermiques - zonage hygrothermique	*assurer le confort thermique d'été
Cible 9 Confort acoustique	- correction acoustique - isolation acoustique - affaiblissement des bruits d'impact et d'équipements - zonage acoustique	* réduire les niveaux de pression acoustique en protégeant les logements contre les bruits émis à l'intérieur et à l'extérieur
Cible 10 Confort visuel	- relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur - éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques - éclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel	* réaliser une étude d'implantation et de dimensionnement des parois vitrées compatible avec l'exigence énergétique * respecter les exigences relatives à l'installation électrique
Cible 11 Confort olfactif	- réduction des sources d'odeurs désagréables - ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables	
SANTÉ		
Cible 12 Conditions sanitaires	- création de conditions d'hygiène satisfaisantes - dispositions facilitant le nettoyage et l'évacuation des déchets d'activités - dispositions facilitant les soins de santé - dispositions en faveur des personnes à capacités physiques réduites	* choisir judicieusement l'emplacement et la forme des pièces techniques et les équiper correctement * faciliter l'entretien et le nettoyage

<p>Cible 13</p> <p>Qualité de l'air</p>	<ul style="list-style-type: none"> - gestion des risques de pollution par les produits de construction - gestion des risques de pollution par les équipements - gestion des risques de pollution par l'entretien ou la maintenance - gestion des risques de pollution par le radon - gestion des risques de pollution par l'air neuf - ventilation pour garantir la qualité de l'air 	<ul style="list-style-type: none"> * choisir des générateurs à combustion dotés d'un système de sécurité normalisé * éviter les produits polluants utilisés dans la construction : formaldéhyde, solvants, pesticides... * analyser le risque d'émission de radon dans les régions sensibles et adapter la conception des bâtiments en conséquence * dimensionner correctement le renouvellement d'air et utiliser des systèmes de ventilation performants * vérifier l'absence d'amiante et de CFC dans certains isolants plastiques alvéolaires, ainsi que dans les équipements produisant du froid, les aérosols et solvants
<p>Cible 14</p> <p>Qualité de l'eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> - protection du réseau de distribution collective d'eau potable - maintien de la qualité de l'eau potable dans les bâtiments - amélioration éventuelle de la qualité de l'eau potable - traitement éventuel des eaux non potables utilisées - gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non potables 	<ul style="list-style-type: none"> * ne pas utiliser de canalisations en plomb (interdites par le DTU 60-1) * maintenir une température de stockage de l'eau chaude à 60 °C et de distribution à 50 °C, pour minimiser les risques de légionellose

Estimation des besoins future : chauffe-eau solaire

Vue que La majorité des terrains de notre projet et des terrains vierge réservés au projet futur et l'absence d'un programme connue adapté dans notre l'aire d'étude nous avant prévoit utilisé la surface total pour le calcul des besoins d'eau potable (5L/m2/j).

La surface totale de notre projet	9153,95
Q= d'eau potable (5L/m2/j)	45769,75
Besoins en eau	
Débit moyen horaire :	2536,406979
Nb des sanitaires et douches	44
besoin de eau chaude en moyen horaire c	27900,47677
Nb de kit chauffe-eau solaire 300l	93,00158924
surface m ² kit chauffe-eau solaire 300l	279,0047677

Le bilan énergétique

fonction	espaces	surface	besoin en Lumens	nombre d'appareil propose pour éclairage intérieur led /10W	puissance /W	Dure de l'utilisation programme	nombre d'appareil propose DIVER	puissance /W	Dure de l'utilisation programme	consommation électrique moyenne par w/jour /espace	consommation électrique moyenne par w/jour/fonction	consommation électrique moyenne par jour KW/JOUR/PROJET	consommation électrique moyenne par heure (8h par jour) KW/H/PROJET
accueil	H-A	100	1333	8,33	83,31	4	2	80	4	973,25	1879,85		
	E EXP	80	1066,4	4,44	66,65	4	2	80	4	906,6			
ADMINISTRATION	B-S	25	333,25	1,39	20,828125	4	2	80	4	723,3125	5113,175		
	B-D	15	199,95	0,83	12,496875	4	2	80	4	689,9875			
	B-C	25	333,25	1,39	20,828125	4	2	80	4	723,3125			
	B-S C	20	266,6	1,11	16,6625	4	2	80	4	706,65			
	B-I	20	266,6	1,11	16,6625	4	2	80	4	706,65			
	S-A	20	266,6	1,11	16,6625	4	3	80	4	1026,65			
	S-R	50	666,5	2,78	41,65625	4	1	80	4	486,625			
	sanitaires	15	199,95	0,83	12,496875	4	0	0	0	49,9875			
formation	auditorium	250	3332,5	13,89	208,28125	4	4	100	2	1633,125	3619,375		

	atelier	500	6665	27,77	416,5 625	4	2	80	2	1986,25			
restauration	restaurant	50	666,5	2,78	41,65 625	4	6	80	4	2086,625	4906,4		
	cafeteria	270	3599,1	15,00	224,9 4375	4	6	80	4	2819,775			
recherche	U B M / L D N	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95	80020,4406 3		
	U B M / L H	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	U B M / L I M	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	U B M / L M L	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	U B M / L B	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	U B M / L V	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	U B M / L P	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	U B M / BUREAUX DES CHERCHEUR	210	2799,3	11,66	174,9 5625	4	2	80	4	1339,825			
	UBM/SCM	50	666,5	2,78	41,65 625	4	10	30	4	1366,625			
	U B M / S-RELEVEMENT	50	666,5	2,78	41,65 625	4	10	30	4	1366,625			
	U B M /sanitaires	30	399,9	1,67	24,99 375	4	10	30	4	1299,975			
	U B M /stockage	990	13196,7	54,99	824,7 9375	1,5	10	30	4	2437,190625			
	UBCH PH/ L P	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UBCH PH/ L H	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UBCH PH/ L T	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		111,429 9344	20,893112 7
	UBCH PH/ L E	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UBCH PH/ BUREAUX DES CHERCHEUR	360	4798,8	20,00	299,9 25	4	8	80	4	3759,7			
	UNEU/LRNI	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UNEU/L N NT	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UNEU/L t	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UNEU/L m c	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UNEU/L r nav	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
	UNEU/L SC	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95			
UNEU/BUREAUS DES CHERCHEURS	550	7331,5	30,55	458,2 1875	4	12	80	4	5672,875				
UCAN/LNPA	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95				
UCAN/LCHD	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95				

	UCAN/LOM AGERIE CELLULAIRE	60	799,8	3,33	49,98 75	4	5	500	4	10199,95		
	UCAN/LAG	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UCAN/L BIO BANQUE	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	50	4	2199,95		
	UCAN/ BUREAUX DES CHERCHEUR S	450	5998,5	24,99	374,9 0625	4	10	80	4	4699,625		
	UBOT/LN	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/LPHV	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/LECO V	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/LBAC A	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/BURE AUX DES CHERCHEUR S	120	1599,6	6,67	99,97 5	4	8	80	4	2959,9		
	UBOT/JARDI N	20	266,6	1,11	16,66 25	4	0	0	0	66,65		
	UBOT/LZOO A	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/LECO ANIMALE	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/LZOA PH	60	799,8	3,33	49,98 75	4	10	30	4	1399,95		
	UBOT/Salle de prelevement animale	50	666,5	2,78	41,65 625	4	10	30	4	1366,625		
	UBOT/buRE AUX DES CHERCHEUR S	470	6265,1	26,10	391,5 6875	4	6	80	4	3486,275		
culture	mediatheque	650	8664,5	36,10	541,5 3125	4	2	500	2	4166,125	4166,125	
détente	salles de détente	200	2666	11,11	166,6 25	4	10	50	4	2666,5	2666,5	
technique	locaux technique	635	8464,5 5	35,27	529,0 3438	2	10	200	4	9058,06875	9058,06875	

Dimensionnement d'une installation photovoltaïque

EMJ =consommation électrique moyenne par jour kw/j	111,4299344
1-1 calcule nb des panneaux	
la puissance nécessaire de production par les panneaux =	53061,87351
nombre des panneaux de 300wc	176,8729117
surface des panneaux sur la toiture (Dimensions panneau solaire300w, 1640 x 992 x 40mm) /m ²	280,1666921

KIT AUTOCONSOMMATION par énergie photovoltaïque Avec capacité de production de 21 KW /H AVEC STOCKAGE pour projet de ,,,,

1- dimensionnement d'une installation photovoltaïque			
1-1 NB Panneau solaire monocristallin 300Wc			
21000/300=70	NB DES PNX	70+2 = 72 pnx 300 w	
	S PNX	(95,6*1,67)*72=11494,944 m²	
	SESOL	(95,6*0,10)*72= 688,32m²	
1-2 pour 72 pnx de 300 w il faut :			
6x Onduleur hybride WKS Evo 5kVA 48V 24x Câble solaire 2X4mm² avec MC4 (vendu au mètre) 1x Parc de 120 kWh batteries OPzS 48V 6x Coffret de mise en parallèle 4 entrées avec parafoudre et sectionneur 24x Câble 16mm² (vendu au mètre) 6x Coffret avec fusible pour batterie - 100A 6x Double câble batterie 50mm² 2m			

Table des matières

Objet	page
Remerciements.....	1
Dédicace.....	1
Résumé en français.....	1
Résumé en anglais.....	1
Résumé en arabe.....	1
Sommaire.....	1
Liste des tableaux.....	1
Liste des figures.....	1
Liste des annexes.....	1
Liste des abréviations.....	1
Introduction générale.....	1
Motivation du choix de thème.....	2
Problématique.....	2
Hypothèse.....	4
Objectifs de recherche.....	4
Méthodologie de recherche.....	4
Structure du mémoire.....	4
Chapitre 1 : approche thématique.....	6
Introduction.....	7
1. La santé.....	7
1.1. Définition de la santé.....	7
1.2. Les déterminants de la santé.....	7
1.3. Les facteurs influents sur l'état de la santé.....	7
1.4. La promotion de la santé.....	7
2. La recherche scientifique.....	8
2.1. Définition de la recherche scientifique.....	8
2.2. Les types de la recherche scientifique.....	8
2.3. L'objectif de la recherche scientifique.....	9
2.4. Classification des établissements de la recherche scientifique.....	9
2.5. La structuration thématique de la recherche scientifique.....	9
2.6. Le réseau de la recherche scientifique en Algérie.....	10
2.7. La politique en Algérie vis-à-vis la recherche scientifique.....	11
2.7.1. Aperçue historique du développement de la recherche scientifique en Algérie.....	11
2.7.2. Le cadre réglementaire régissant le domaine de la recherche scientifique en Algérie.....	13
2.8. La recherche scientifique à Tlemcen.....	14
3. La recherche médicale.....	14
3.1. Définition de la recherche médicale.....	14
3.2. Types de la recherche médicale.....	15

3.2.1. La recherche fondamentale.....	15
3.2.2. La recherche clinique.....	15
3.3. Biosciences.....	15
3.3.1. Définition du biosciences	15
3.3.2. Quelques domaines du biosciences.....	16
4. Le développement durable et son application dans l'architecture	16
4.1. Le développement durable.....	16
4.1.1. Définition.....	16
4.1.2. Les grandes dates du développement durable.....	17
4.1.3. Les trois piliers du développement durable	17
4.1.4. Les objectifs du développement durable.....	17
4.1.5. Les différentes approches du développement durable.....	18
4.2. Evaluation de la durabilité.....	19
4.2.1. Définition.....	19
4.2.2. Le cadre règlementaire du développement durable	19
4.2.3. Les critères d'évaluation de la durabilité en Algérie.....	21
4.3. La haute qualité environnementale (HQE).....	21
4.3.1. Définition.....	21
4.3.2. Objectifs.....	22
4.4. L'architecture durable.....	22
4.4.1. Définition.....	22
4.4.2. Les volets de la durabilité en architecture.....	23
4.4.3. Les principes de la conception durable.....	23
4.4.3.1. Sur le plan économique.....	23
4.4.3.2. Sur le plan environnemental (conception de cycle de vie).....	27
4.4.3.3. Sur le plan social.....	28
5. Analyse des exemples.....	28
5.1. Analyse du contexte urbain des exemples.....	29
5.2. Analyse programmatique des exemples.....	31
5.3. Analyse fonctionnelle des exemples.....	33
5.4. Analyse stylistique des exemples.....	35
5.5. Analyse de la durabilité des exemples.....	37
6. Synthèse générale.....	39
Conclusion.....	39
Chapitre 2 : La programmation architecturale et technique.....	40
Introduction.....	41
1. Les objectifs de la programmation.....	41
2. Les usagers et les utilisateurs.....	41
3. Programme de base.....	42
4. Organisation fonctionnelle et spatiale.....	43
4.1. La matrice des fonctions.....	43
4.2. L'organigramme fonctionnel.....	43
4.3 L'organigramme spatial.....	44

5. Programme spécifique.....	45
6. Les exigences conceptuelles.....	50
6.1. Le laboratoire de recherche.....	50
6.1.1. Définition de laboratoire.....	50
6.1.2. Les types de laboratoire.....	50
6.1.3. Sécurité au laboratoire.....	53
6.1.4. Risques au laboratoire.....	53
6.1.5. Les exigences spécifiques au laboratoire.....	54
6.2. Accueil.....	56
6.3. Administration.....	57
6.4. Restaurant.....	57
6.5. Médiathèque.....	58
6.6. Auditorium.....	58
6.7. Dortoir.....	59
6.8. Les locaux techniques.....	59
6.9. 6.9. Système de sécurité incendie.....	61
Conclusion.....	62
Chapitre 3 : Analyse de site.....	63
Introduction.....	64
1. Présentation de la ville de Tlemcen.....	64
1.1. Situation géographique.....	64
1.2. Aperçue historique de la ville de Tlemcen.....	64
1.3. Analyse climatique de la ville de Tlemcen.....	65
2. Analyse de site.....	66
2.1. Les critères de choix du site d'intervention.....	66
2.2. Analyse comparative des sites.....	66
2.2.1. Présentation du site 1.....	66
2.2.2. Présentation du site 2.....	67
2.2.3. Présentation du site 3.....	67
2.2.4. Evaluation des sites.....	67
2.2.5. Synthèse.....	68
2.3. Analyse de site choisi.....	68
2.3.1. Situation.....	68
2.3.2. Les limites de site.....	69
2.3.3. Accessibilité et existence sur terrain.....	69
2.3.4. La morphologie du terrain.....	69
2.3.5. Les équipements structurants.....	70
3. Analyse des données climatiques.....	71
3.1. Le Tableau de MAHONEY.....	71
3.2. Le diagramme bioclimatique de GIVONI.....	73
4. Les décisions selon la haute qualité environnementale.....	74
4.1. Cible 1 : Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat.....	74

4.2. Cible 2 : Choix intégré des procédés et produits de construction.....	75
4.2.1. L'enveloppe du bâti.....	75
4.2.2. Revêtements du sol	76
4.2.3. Les cloisons	77
4.2.4. Faux plafond	78
4.3. Cible 3 : Chantier à faible nuisances	78
4.4. Cible 4,8et 9 : gestion de l'énergie, confort hygrothermique et le confort acoustique	80
4.4.1. Solution passives.....	80
4.4.2. Solutions actives	83
4.4. Cible 5 et 14 : la qualité et la gestion de l'eau	87
4.5. Cible 6 : gestion de déchets	90
4.6. Cible 7 : Entretien et maintenance	92
4.7. Cible 10 : le confort visuel	94
4.8. Cible 11 et 13 : Le confort olfactif et la qualité de l'air.....	95
4.9. Cible 12 : les conditions sanitaires	97
Conclusion	99
Chapitre 4 : La conception architecturale	100
Introduction	101
1. L'idée du projet	101
2. La genèse du projet.....	101
3. Description du projet	106
3.1. Description des plans	106
3.1.1. Plan de masse.....	106
3.1.2. Les différents niveaux	107
3.2. Description des façades	109
3.3. Description du volume	110
4. La structure du projet	111
4.1. L'infrastructure	111
4.2. Superstructure	112
Conclusion	115
Conclusion générale	118
Bibliographie.....	119
Glossaire.....	122
Annexe	i
Annexe A.....	i
Annexe B.....	4
Annexe C.....	4