



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Abou Bekr Belkaid TLEMCEN
Faculté de Technologie
Département d'Architecture



Mémoire de master en Architecture
Option : Architecture et Nouvelle Technologie

Thème : Structure mixte Hybride
Projet : Centre de Recherche et de Formation en
Technologie du Bâtiment à TLEMCEN

Soutenue le 04 juillet 2017 devant le jury composé de :

Président :	Mr OUISSI M.N	Professeur	UABT
Examineur :	Mme YUCEF TANI K.	M.A A	UABT
Examineur :	Mme OUSSADIT I.	M.A A	UABT
Encadreur :	Mr BABA AHMED H.	M.A A	UABT
Encadreur :	Mr DIDI	M.A A	UABT

Présenté par :

Mlle SAIDI Yasmine Nour El Houda

Matricule : 15056-T-12

Année académique : 2016-2017

Remerciement

Je remercie le dieu le tout puissant de m' avoir aidé à bien mener ce travail.

Je tiens à remercier mes encadreurs en l' occurrence Mr BABA Ahmed Hadj Ahmed, et Mr DIDI Ilies , d' avoir accepté de suivre mon travail , pour leurs soutiens constant , leurs précieuses aides ainsi que leurs conseils au cœur de ce parcours scientifique pour améliorer la qualité de mon travail.

Je remercie infiniment Mr OUISSI M.N. et Mr ALILI A. pour leurs aides et leurs encouragements tout au long de ma formation au sein du département d' architecture.

Je remercie les membres du jury en l' occurrence

Mr OUISSI M.N., Mme OUSSADIT I., et Mme YOUCEF

TANI K. pour avoir accepté d' évaluer ce modeste travail.

J' adresse mes plus vifs remerciements à l' ensemble des professeurs du département d' architecture de Tlemcen.

Dédicaces

Au nom de dieu le tout puissant.

Je dédie ce travail à mes chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et mon amour éternel , à ces deux merveilleuses personnes qui ont toujours été à mes côtés pour illuminer mon chemin et m'encourager.

A ma très chère sœur, mon Alliée Manel Wissam qui a toujours été présente pour donner un goût et un sens à ma vie.

A sa fille la petite princesse Sabae Nada El Rayhane.

A mon cher beaux frère Faysal.

Je dédie aussi ce travail à la mémoire de mes grands parents .

A ma grand-mère que dieu la garde pour nous A mes chers oncles, tantes, cousins et cousines.

J'ajoute à cela mes copines que je considère comme une famille : Selma , Ferial , Amina , Wissem.

A tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin durant tout au long de mon cursus

Yasmine Nour El Houda SAIDI

Résumé :

Notre travail de recherche s'articule autour de la nouvelle technologie en construction. Le projet que nous avons proposé s'inscrit dans la dimension technologique et technique

Le projet est la réalisation d'un centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment qui puisse prendre en charge le savoir et le savoir-faire de cette culture dans toutes ses dimensions architecturales, techniques, scientifiques et pédagogiques.

La fonction du centre autant que telle est doublement articulée par la fonction de recherche scientifique et la fonction de formation pédagogique en technologie du bâtiment. Le choix du lieu de réalisation du centre, de la gestion de son espace, de son personnel scientifique, de sa structure mixte, de sa composante technique et architecturale correspond aux exigences de la technologie du bâtiment qui veut donner à ce domaine une dimension nouvelle et qui se conjugue avec la modernité et l'innovation et la qualité.

Mots clés :

La nouvelle technologie, la technologie du bâtiment, structure, matériaux, la recherche scientifique, la formation

ملخص :

يتمحور هذا البحث حول موضوع التكنولوجيا في مجال البناء. ونظرا لأهمية هذه التقنية الجديدة اقترحنا انجاز مركز للبحث العلمي والتكوين في مجال تكنولوجيا البناء والذي قد يتكفل بالمعرفة العامة والمعرفة الفعلية لهذه الثقافة في كل أبعادها الهندسية والتقنية والعلمية والبيداغوجية. إن الوظيفة العامة المركز في حقيقة الأمر هي مزدوجة من حيث الوظيفة البحثية العلمية و من حيث الوظيفة البيداغوجية في مجال تكنولوجيا البناء

إن اختيار مكان انجاز المركز وتسيير فضاءه وطبيعة موظفيه من الباحثين و طبيعة بنيته المركبة . ومكوناته التقنية والهندسية تناسب متطلبات موضوع تكنولوجيا البناء والتي تريد أن تعطي لهذا الميدان بعدا جديدا يتماشى و العصرية والإبداع والجودة

الكلمات المفتاحية :

التكنولوجيا الجديدة . تكنولوجيا البناء . الهيكل . مواد البناء . البحث العلمي . التعليم .

Abstract :

Our research deals with new construction technology, given the importance of this new technique we proposed the creation of a research and formation center in building technology, which can take charge of knowledge of this culture in all its architectural, technical, scientific and pedagogical dimension, the function of the center as such is doubly articulated by the function of the scientific research and by the function of pedagogical formation. The choice of the location of the center, the management of its space, its scientific space, its mixed structure and its technical and architectural component corresponds to the requirements of the technology of building which wants to give this domain a new dimension which is combined with the modernity, the innovation, and the quality.

Keywords :

New technology, building technology, structure, materials, scientific research, training

Table des matières

Remerciement	0
Dédicaces	2
Résumé :	3
: ملخص	4
Abstract :	5
Tables des illustrations :	11
Les tableaux :	15
Approche introductive :	16
Introduction générale :	17
Problématique générale :	18
Problématique spécifique :	18
Les hypothèses :	19
Les objectifs :	19
Chapitre 01 :	20
Recherche et étude des nouvelles structures et matériaux de construction	20
Introduction :	21
Étude des structures :	21
1. Définition de la structure :	21
2. Le rôle de la structure :	21
3. Les exigences fonctionnelles de la structure :	22
La classification des structures :	22
Etude des matériaux de construction :	27
1. Définition des matériaux :	27
2. Critères de choix des matériaux de construction :	27
Classification des matériaux :	27
Le choix de la structure :	31
1. Motivation du choix de la structure :	31
Pourquoi la mixité ?	31
1- La structure hybride :	32
1- Définition de la structure hybride :	32
2- Caractéristiques de la structure hybride :	32
3- Analyse des exemples :	33

2- La structure mixte :	34
1- Définition de la structure mixte :	34
2- Principe de fonctionnement :	34
3- Les différents types de la structure mixte :	34
4- Définition des connecteurs :	34
5- Types de connexion :	35
6. Types de connecteurs :	35
La structure en bois	37
Définition	37
Type de sollicitation	37
Utilisations	37
Matériaux	37
Portées	37
Caractéristique	37
Exemple	37
La structure en béton	38
Définition	38
Type de sollicitation	38
Système constructif	38
Matériaux	38
Portées	38
Caractéristiques	38
Exemple	38
La structure métallique	39
Définition	39
Type de sollicitation	39
Système constructif	39
Matériaux	39
Portées	39
Caractéristiques	39
Exemple	39
Structure mixte Acier / béton	40
1- Définition :	40
2- Les domaines d'utilisation les structures mixtes béton/ acier :	40
3- La complémentarité Acier / béton :	40
4- Les éléments de construction :	41
5- Avantages et inconvénients :	45
6- Analyse des exemples :	46
Structure mixte bois / béton	47
1- Définition :	47
2- Historique :	47
3- Complémentarité bois /béton :	47
4- Domaine d'utilisations :	48
5- Les éléments de construction :	48
6- Avantages et inconvénients :	49
7- Analyse des exemples :	50
Structure mixte bois / acier	51
1- Définition :	51
2- Complémentarité Acier / bois :	51

3- Domaine d'utilisation de la structure mixte acier/bois :	51
4- Les éléments de construction :	52
5- Le système Home Up :	53
6- Avantages et inconvénients :	54
7- Analyse des exemples :	55
Conclusion :	56
Chapitre 02 :	57
Approche urbaine	57
Introduction :	58
1. Pédagogie et système d'enseignement en Algérie :	59
Définition de la pédagogie :	59
Définition de l'enseignement :	59
Le système éducatif en Algérie :	59
L'enseignement supérieur en Algérie :	61
1. Évolution du système d'enseignement supérieur en Algérie :	61
2. La fondation de l'université nationale :	61
3. Trois grandes périodes dans le processus de réalisation de l'université algérienne:	62
4. Le réseau universitaire Algérien :	63
5. Infrastructures et équipements de recherches en Algérie :	65
6. Le statut du chercheur en Algérie :	68
Choix de la ville :	70
1- Présentation de la ville de Tlemcen :	70
2. Motivation du choix de la ville :	70
Analyse urbaine de la ville de Tlemcen :	71
1. Situation géographique :	71
2. La topographie de la ville :	71
3. Aperçu historique :	71
4. Données climatique de la ville :	72
5. Aspect d'administratif de la wilaya :	73
6. La répartition de la population :	73
7. Potentialités de la ville :	74
L'enseignement supérieur à Tlemcen :	76
1. Aperçu historique :	76
2. L'université de Tlemcen :	77
3. La recherche scientifique à Tlemcen :	79
Conclusion :	79
Chapitre 03 :	80
Approche thématique	80
Introduction :	81
Définitions :	82
1. La recherche scientifique :	82
2. Les universités :	82
3. Les technopoles :	82
4. Centre de recherche :	82
La technologie dans le bâtiment :	83

1. La technologie numérique du bâtiment :	83
2. L'intelligence du bâtiment :	84
3. La technologie des matériaux de construction :	88
4. La technologie des structures :	92
Exemple de structure intelligente :	92
5. Le développement durable dans le bâtiment :	93
Le secteur du bâtiment en Algérie :	95
<i>Analyse des exemples :</i>	96
Exemples liés aux programmes :	98
<i>exemple 01</i> : centre de recherche en technologie intelligente du bâtiment	98
<i>exemple 02</i> : centre de recherche pluridisciplinaire	98
<i>exemple 03</i> : FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.	98
<i>exemple 04</i> : centre de recherche (zéro carbone) calla Lily	98
<i>exemple 05</i> : Centre National d' Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment	98
Exemples liés à la structure :	100
<i>exemple 01</i> : Centre d'excellence en technologies du bâtiment durable, conservation de l'énergie et	
<i>exemple 02</i> : énergies renouvelables	100
<i>exemple 03</i> : Institut d'écologie	100
<i>exemple 04</i> : FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.	100
Exemples liés à l'architecture :	102
<i>exemple 01</i> : la ruche : un centre d'étude et de recherche écologique	102
<i>exemple 02</i> : FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.	102
<i>exemple 03</i> : Centre des technologies énergétiques de la construction durable	102
Conclusion :	105
<i>Chapitre 04 :</i>	106
<i>Approche programmatique :</i>	106
Introduction :	107
1- Echelle d'appartenance :	107
2- La capacité d'accueil :	108
3- Les Usagers :	108
4- Programmation qualitative :	109
5- La programmation surfacique :	119
6- La programmation spécifique (le programme élaboré)	122
7- Organigramme fonctionnel :	130
Conclusion :	130
<i>Chapitre 05 :</i>	131
<i>Approche Architecturale :</i>	131
Introduction :	132
1- Choix du site :	132
<input type="checkbox"/> Critère d'implantation :	132
<input type="checkbox"/> Les variantes de terrains proposées :	132
Conclusion :	134
1- Analyse du site :	135
a) La situation :	135

b) Délimitation :	137
c) Voierie / accessibilité :	137
d) La morphologie du terrain :	138
e) Analyse climatique :	139
f) Architecture environnante :	140
Conclusion :	142
2- La genèse du projet :	143
<input type="checkbox"/> Etape01 : l'accessibilité du projet :	143
<input type="checkbox"/> Etape 02 : le recule :	143
<input type="checkbox"/> Etape 03 : la centralité du projet :	144
<input type="checkbox"/> Etape 04 : l'organisation spatiale (le Zoning) :	144
<input type="checkbox"/> Etape 05 : la création d'un noyau central :	145
3- La genèse du volume :	145
Références stylistiques et sources d'inspirations :	146
4- La description du projet :	150
5- Les pièces graphiques :	153
Chapitre 06 :	163
Approche Technique :	163
Introduction :	164
1- Le système constructif :	164
L'infrastructure :	165
Les fondations :	165
La superstructure :	166
<input type="checkbox"/> Les poteaux :	166
<input type="checkbox"/> Les poutres :	166
<input type="checkbox"/> Plancher intermédiaire :	167
<input type="checkbox"/> La toiture :	169
2- Les panneaux sandwich :	169
<input type="checkbox"/> Couverture :	170
<input type="checkbox"/> Les joints :	171
<input type="checkbox"/> Les verrières :	173
<input type="checkbox"/> Les gradins :	176
<input type="checkbox"/> Les faux plafonds :	176
3. Les seconds œuvres :	177
<input type="checkbox"/> La façade :	177
<input type="checkbox"/> Les cloisons extérieures :	178
<input type="checkbox"/> Les cloisons intérieures :	179
<input type="checkbox"/> Traitement des cloisons selon la nature des espaces :	180
<input type="checkbox"/> Revêtement de sol :	181
4. Les techniques utilisés :	181
<input type="checkbox"/> L'imotique :	181
<input type="checkbox"/> Gestion du chauffage et de climatisation :	182
<input type="checkbox"/> Gestion de l'éclairage :	182
<input type="checkbox"/> La ventilation :	182
<input type="checkbox"/> Protection contre incendie :	183
<input type="checkbox"/> Récupération des eaux de pluies :	183
Conclusion générale :	184
Bibliographie	185

Tables des illustrations :

Figure 1 : Système constructif poteau-poutre.....	23
Figure 2 : Maison contemporaine à ossature poteaux poutre	23
Figure 3 : Opéra de Sydney.....	23
Figure 4 : aéroport international Kansai	23
Figure 5 : Tours dansantes à Dubaï.....	23
Figure 6 : Le stade national de Pékin : structure en d'acier de forme elliptique.....	24
Figure 7 : la biosphère d' une structure métallique tridimensionnelle	24
Figure 8 : Le stade de Vancouver avec une couverture en membrane.....	24
Figure 9 : Le Stade olympique de Montréal.....	24
Figure 10 : Le nuage gonflable à Montpellier	24
Figure 11 : Le stade gonflable de Munich.....	24
Figure 12 : Métropole Parasol à Séville.....	25
Figure 13 : Gymnase saint martin en haut à Lyon	25
Figure 14 : complexe culturel Pierres Vives	25
Figure 15 : Le Centre culturel Heydar-Aliyev.....	25
Figure 16 : Eglise de saint marc.....	25
Figure 17 : Poteaux – poutres mixte (acier /béton).....	26
Figure 18 : Centre de Ressources et de santé / Pôle domotique de Guéret	26
Figure 19 : Centre Pompidou à Metz.....	26
Figure 20 : Fondation d'entreprise Louis Vuitton	26
Figure 21 : béton haute performance.....	28
Figure 22 : béton translucide	28
Figure 23 : acier	28
Figure 24 : bois lamellé collé	28
Figure 25 : Aluminium	29
Figure 26 : verre photovoltaïque	29
Figure 27 : verre de façade	29
Figure 28 : la pierre	29
Figure 29 : la brique	29
Figure 30 : le centre Pompidou à Metz.....	33
Figure 31 : centre culturel Jean Marie Tjibaou.....	33
Figure 32 : schéma structurel du centre Pompidou	33
Figure 33 : schéma structurel du centre Jean Marie Tjibaou.....	33
Figure 34 : structure hybride (composite).....	33
Figure 35 : types de connexion	35
Figure 36 : goujon à tête soudée	35
Figure 37 : cornières coulées.....	35
Figure 38 : tasseau soudé et cornière soudé	36
Figure 39 : gymnase Saint Martin en haut	37
Figure 40 : complexe culturel Pierres Vives à Montpellier.....	38
Figure 41 : stade national de Pékin	39
Figure 42 : poteaux mixtes enrobés.....	41
Figure 43 : poteau entièrement enrobé	41
Figure 44 : poteau partiellement enrobé	42
Figure 45 : poutres mixtes.....	43
Figure 46 : plancher non collaborant avec prédalles en béton armé	44
Figure 47 : plancher collaborant avec dalles en béton armé coulée sur place.....	44

Figure 48 : plancher nervuré.....	44
Figure 49 : plancher à poutrelles intégrées.....	44
Figure 50 : le Rolex Learning center.....	46
Figure 51 : la gare de Satolas.....	46
Figure 52 : double dalle.....	48
Figure 53 : dalle mixte : poutre en bois , dalle en béton.....	48
Figure 54 : plancher mixte.....	48
Figure 55 : le zénith de limoges.....	50
Figure 56 : le centre de ressources et de santé.....	50
Figure 57 : poteaux en acier enveloppé de bois.....	52
Figure 58 : poutre en treillis avec deux sections en lamellé collé.....	52
Figure 59 : plancher mixte : plancher en bois , poutre en acier.....	52
Figure 60 : plancher mince.....	52
Figure 61 : système home up.....	53
Figure 62 : assemblage acier bois.....	53
Figure 63 : centre de recherche solaire.....	55
Figure 64 : centre de visiteur des chutes de Rhin.....	55
Figure 65 : classe préparatoire.....	60
Figure 66 : CEM Ibn khalidoun Tlemcen.....	60
Figure 67 : centre national de formation professionnelle de gestion à Alger.....	60
Figure 68 : Lycée Maliha hamidou à Tlemcen.....	60
Figure 69 : université Abou bekr belkaid.....	60
Figure 70 : université nationale d'Alger.....	62
Figure 71 : les trois premières universités en Algérie.....	62
Figure 72 : Répartition des établissements de l'enseignement supérieur(2012).....	63
Figure 73 : Le pôle de recherche scientifique et de développement technologique.....	67
Figure 74 : Technopole des sciences et de la télécommunication.....	67
Figure 75 : vue panoramique sur la ville de Tlemcen.....	70
Figure 76 : situation géographique de la ville de Tlemcen.....	71
Figure 77 : évolution historique de la ville de Tlemcen.....	72
Figure 78 : les grottes de beni add.....	72
Figure 79 : le palais d'El Mechouar.....	72
Figure 80 : le minaret de Mansourah.....	72
Figure 81 : la grande mosquée.....	72
Figure 82 : carte de données climatique de la région Nord de l'Algérie.....	72
Figure 83 : carte de découpage administratif de la ville de Tlemcen.....	73
Figure 84 : pyramide des âges à Tlemcen en 2008.....	73
Figure 85 : autoroute Est-Ouest.....	74
Figure 86 : chemin de fer Tlemcen.....	74
Figure 87 : ligne de téléphérique Tlemcen.....	74
Figure 88 : port de Ghazaouet.....	74
Figure 89 : Aéroport Missali El Hadj Tlemcen.....	74
Figure 90 : carte de répartition des infrastructures de transport de la wilaya de Tlemcen.....	75
Figure 91 : CHU Tlemcen service mère, enfant.....	75
Figure 92 : terrain agricole à Hennaya Tlemcen.....	75
Figure 93 : la grande mosquée de Tlemcen.....	75
Figure 94 : minoterie la Tafna Tlemcen.....	76
Figure 95 : le nouveau pôle universitaire de Tlemcen.....	76
Figure 96 : carte de répartition des pôles universitaire à Tlemcen.....	77
Figure 97 : département d'architecture Tlemcen.....	78
Figure 98 : faculté de médecine Tlemcen.....	78

Figure 99 : bibliothèque centrale université de Tlemcen.....	78
Figure 100 : pole la rocade université de Tlemcen	78
Figure 101 :système numérique BIM.....	83
Figure 102 : le système de fonctionnement des bâtiments intelligents.....	84
Figure 103 :système de fonctionnement d'une maison intelligente.....	86
Figure 104 : le bâtiment smart building.....	87
Figure 105 : ville intelligente de Montréal.....	87
Figure 106 :tours du World Trade Center de Bahreïn (BWTC) dans le royaume du golfe Persique.....	94
Figure 107 : Centrale géothermique de l'aérogare d'Orly, France	94
Figure 108 : hall d'accueil	109
Figure 109 : laboratoire d'expérimentation	110
Figure 110 : laboratoire d'enseignement et travaux pratique.....	111
Figure 111 :laboratoire standard avec locaux de pesage et mesurage.....	111
Figure 112 : laboratoire d'informatique	113
Figure 113 : centre de calcul.....	114
Figure 114 : salle de cour.....	114
Figure 115 : organisation spatiale d'une salle de cour	114
Figure 116 : amphithéâtre	115
Figure 117 : salle d'informatique	115
Figure 118 : La nouvelle bibliothèque du Chesnay.....	116
Figure 119 : médiathèque de Jules Verne	116
Figure 120 : salle de rédaction.....	117
Figure 121 : bureau de chercheur.....	117
Figure 122 : champs d'essais photovoltaïque	118
Figure 123 : champs d'éolienne	118
Figure 124 : terrain combiné	119
Figure 125 : schéma d'organisation et de proportion d'un amphithéâtre	119
Figure 126 : schéma de normes de la pailleasse.....	120
Figure 127 : schéma d'aménagement de base pour bureaux.....	121
Figure 128 : parking extérie	121
Figure 129 : la projection d'une vois principale selon le PDAU.....	134
Figure 130 : situation par rapport à la ville de TLEMCEN.....	135
Figure 131 : situation par rapport au quartier	135
Figure 132 : plan d'aménagement du Pôle technologique de Chetouane.....	136
Figure 133 : environnement immédiat.....	137
Figure 134 : accessibilité au terrain.....	137
Figure 135 : la morphologie du terrain	138
Figure 136 : coupe AA.....	138
Figure 137 : Coupe BB	138
Figure 138 : vents dominants.....	139
Figure 139 : ensoleillement du terrain	139
Figure 140 : carte de fonction urbaine	140
Figure 141 : 1ère étape de la genèse.....	143
Figure 142 :3ème étape de la genèse.....	144
Figure 143 : 4ème étape de la genèse.....	144
Figure 144 : 5ème étape de la genèse.....	145
Figure 145 : schéma des différents types de fondation.....	165
Figure 146 :fondation en semelle isolée	166
Figure 147 : fondation en semelle filante.....	166
Figure 148 : poteau en I entièrement enrobé.....	166
Figure 149 : poutre alvéolaire.....	167

Figure 150 : différents assemblages	168
Figure 151 : assemblage mixte de croisement poteau-poutre.....	168
Figure 152 : détail d'une toiture inclinée.....	169
Figure 153 : exemple de toiture inclinée en panneaux sandwich.....	170
Figure 154 : toiture en panneaux sandwich.....	170
Figure 155 : couverture de toiture en tuile	171
Figure 156 : couverture de toiture en ardoises.....	171
Figure 157 : couverture de toiture en métal.....	171
Figure 158 : exemples de couvertures de toit en Aluminium.....	171
Figure 159 : joint de dilatation.....	172
Figure 160 : joint de rupture	172
Figure 161 : la disposition des joints sur le plan de structure.....	172
Figure 162 : couvre joint plat	173
Figure 163 : couvre joint d'angle.....	173
Figure 164 : composants d'un vitrage ITR.....	174
Figure 165 : verrière pyramidale du musée de Louvre.....	174
Figure 166 : verrière ouvrante	175
Figure 167 : les trappes de toitures.....	175
Figure 168 : organisation des gradins	176
Figure 169 : plâtre antichoc antipolluant	176
Figure 170 : système du vitrage intelligent	178
Figure 171 : thermovitrage avec store intégré	178
Figure 172 : façade en Alucobond	179
Figure 175 : composante d'une cloison interieure.....	180
Figure 176 : système de récupération des eaux pluviales	183

Les tableaux :

Tableau 1 critères de classification des structures selon matériau et selon système	22
Tableau 2 : tableau de classification des différentes structures	26
Tableau 3 : tableau de classification des différents matériaux	29
Tableau 4 : tableau des différents types d'isolant	30
Tableau 5 : la structure en bois	37
Tableau 6 : la structure en béton	38
Tableau 7 : tableau récapitulatif de la structure métallique	39
Tableau 8 : la complémentarité entre le béton et l'acier	41
Tableau 9 : tableau des exemples de la structure mixte béton /acier	46
Tableau 10 : complémentarité béton / bois	47
Tableau 11 : salle cour	55
Tableau 12 : l'intérieur du centre en bois et en acier	55
Tableau 13 : système d'enseignement en Algérie	60
Tableau 14 : la répartition des universités en Algérie	64
Tableau 15 : la répartition des centres universitaires en Algérie	64
Tableau 16 : la répartition des écoles supérieures en Algérie	65
Tableau 17 : répartition des centres de recherches en Algérie	66
Tableau 18 : répartition des unités de recherche en Algérie	66
Tableau 19 : répartition des agences de recherches en Algérie	66
Tableau 20 : infrastructure de Transport à Tlemcen	75
Tableau 21 : la répartition des différents pôles universitaires à Tlemcen	78
Tableau 22 : exemples de bâtiments intelligents	87
Tableau 23 : tableau des nouveaux matériaux innovants	90
Tableau 24 : tableau des exemples utilisant les nouveaux matériaux	91
Tableau 25 : tableau d'exemple utilisant la structure intelligente	92
Tableau 26 : tableau des énergies renouvelables	94
Tableau 27 : les utilisateurs du centre	108
Tableau 28 : appareils utilisé dans les laboratoires	113

Approche introductive :

Introduction générale :

- Les nouvelles technologies se développent d'avantage , elles occupent une place importante dans notre vie privée et professionnelle , tous les secteurs en profitent , l'architecture dans toutes ses dimensions n'est pas restée indifférente de ce développement technologique qui constitue une nouveauté dotée de compétence et de performance en matière des structures , ossatures , de matériaux de construction et des innovations qui puissent répondre aux exigences de l'architecture contemporaine et l'architecture durable , vue le développement de la nouvelle technologie avec tout ce qu'elle offre à l'homme de technique et de confort à fin d'améliorer son cadre de vie , cette technologie est traduite par une rupture avec les méthodes anciennes et traditionnelles .
- Dans le domaine de la nouvelle technologie en construction et en bâtiment, nous constatons un nombre important de types de structures. Cette diversité est liée au développement scientifique et technique dans le domaine de construction dans le monde. De cet effet notre projet de recherche s'inscrit dans une dimension architecturale qui puise sa matière d'être de la technologie dans le domaine de la construction, il s'accroît sur la réalisation d'un centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment.
- Un grand nombre de chercheurs spécialistes se sont investis pour la modernisation de l'architecture et de l'ingénierie notamment dans ladite structure qui est restée un domaine privilégié où les nouvelles technologies se sont traduites d'une façon réelle, pratique et innovante.
- Ce développement scientifique a été très bénéfique pour la valorisation et le développement des matériaux qui ont suscité un intérêt particulier en matière d'architecture, d'ingénierie et de structure
- Le nombre de structure est très important et pour répondre aux besoins scientifiques et méthodologiques, nous choisissons un seul type qui sera le schéma directeur de notre recherche sans jamais nier les autres types que nous citerons dans le 1er chapitre de notre travail.

Problématique générale :

- un grand nombre de recherche sur les structures s'intéressent surtout à l'aspect technique de la réalisation , par contre la conception des structures et leurs relations avec les formes architecturales reste secondaire au lieu d'être primordiale en même titre que l'aspect technique du bâtiment, sachant que la structure joue un rôle très important dans le développement de la composition et de la forme architecturale , elle contribue ainsi à la définition des espaces ,et à la création des unités , l'articulation de la circulation , tout en prenant compte l'aspect fonctionnel , esthétique et économique .
 1. Dans quelles mesures peut –on assurer une coordination entre la structure et la forme architecturale ?
 2. Quel type de structure serait le mieux adapté et adopté pour répondre aux exigences fonctionnelles et esthétiques ?

Problématique spécifique :

- Dans le domaine du bâtiment et de la construction, nous constatons qu'il y'a un nombre important de type de structures, dont chaque structure est caractérisée par un système constructif, par des techniques et par l'utilisation de matériaux de typologies différentes bien spécifiques et qui diffèrent d'une structure à une autre.
- pour une meilleur conception architecturale , notre choix s'oriente vers une structure qui combine et qui associe les avantages de plusieurs structures dans le but d'assurer une meilleur résistance et stabilité , offrir un aspect de légèreté et d'élégance , ainsi que permettre une liberté architectural et franchir les grandes portées , tout en offrant aux usagers un certain degrés de confort et de bien-être qui diffèrent d'un bâtiment à un autre selon sa nature , sa fonction , son utilisation et ses besoins , d'où la question de départ :
 1. Comment peut-on opter pour une structure qui convient à un espace ou un équipement bien déterminé, qui contribue à son bon fonctionnement et qui répond aux besoins de ses usagers ?
 2. Quelle est la structure qui peut répondre aux exigences de résistance, de légèreté et de la grande portée et contribue à l'esthétique du bâtiment ?
 3. Quelle est la structure adaptée pour la réalisation d'un centre de recherche sachant qu'un tel équipement se caractérise par et des particularités qui nécessitent des espaces, des outils et du matériels technologiques et techniques bien spécifique ?

Les hypothèses :

1. Les structures mixtes hybrides assurent à la fois la combinaison entre deux systèmes constructifs et l'association de deux matériaux différents dans un même bâtiment, cette forte association et combinaison contribue au bon fonctionnement du bâtiment par la flexibilité qu'elle lui offre et répond aussi aux exigences esthétiques.
2. La mixité dans toutes ses dimensions apporte des solutions concrètes à tous les besoins , en répondant aux exigences de sécurité , de résistance , de durabilité , de légèreté et d'exigences esthétiques .
3. La structure mixte avec toute sa composante correspond le mieux pour répondre et pour prendre en charge les exigences scientifiques technologique et technique du centre de recherche.

Les objectifs :

- ✚ Connaître les différents types de structures et de matériaux utilisés dans le domaine du bâtiment et de la construction en mettant l'accent sur les avantages et les inconvénients que porte chaque système pour pouvoir faire un bon choix.
- ✚ Faire un bon choix structurel qui convient à notre projet, et qui répond aux exigences fonctionnelles, esthétiques économiques et, techniques qui conforment aux exigences des nouvelles technologie du bâtiment.
- ✚ La structure choisit doit offrir aux bâtiments une certaine flexibilité ce qui permet d'assurer un certain degré de confort et de bien être aux usagers.
- ✚ Faire un choix adéquat de matériaux que nous allons utiliser dans notre projet et qui devront répondre aux exigences techniques, esthétiques et technologiques.

Chapitre 01 :
**Recherche et étude des nouvelles
structures et matériaux de construction**

Introduction :

La structure constitue un aspect fondamental de la construction, Elle contribue à sa stabilité et sa rigidité, la structure se présente aussi comme un moyen esthétique et inventif, de cet effet nous pouvons dire que la structure et l'architecture sont deux concepts intimement liés

Le 1^{er} chapitre de notre travail de recherche est consacré à la recherche et aux études sur les nouvelles structures et matériaux de construction qui sont au service de l'architecture, ainsi que leurs classifications tout en déterminant les critères de cette classification, la détermination des propriétés et les caractéristiques de chaque structure ainsi que les matériaux

Pour aboutir à la fin à un choix adéquat d'un type de structure et faire une application sur un projet architecturale

Étude des structures :

1. Définition de la structure :

« Une structure est un réseau de connectivité » Cecil Balmond

- ❖ Le terme structure désigne l'ensemble des éléments qui exercent une fonction de soutien, dans le domaine du bâtiment et dans d'autres domaines analogues de la construction. ¹
- ❖ La structure est l'assemblage des différents éléments structuraux, c'est-à-dire porteurs, qui assure l'intégrité d'une construction et le maintien des éléments non structuraux
- ❖ Un élément est dit structural s'il a pour fonction de participer au drainage des charges mécaniques apportées par les éléments supportés.

2. Le rôle de la structure :

Le but de la structure est lié à son usage et à sa fonction architecturale, en simplifiant nous pouvons définir les rôles principaux² :

- Elle peut servir à clore, couvrir et protéger l'espace
- Résister aux différentes charges ainsi que leur transmission
- Elle permet d'assurer à la construction son indéformabilité, donc sa solidité et sa stabilité ;
- Elle contribue à l'organisation de l'espace par le biais de la trame

¹ L'art des structures, Aurelio Muttoni , Ed . PPUR , France ,2004 Page 4

² L'art des structures , ibidem page 4

3. Les exigences fonctionnelles de la structure :

- **Assurer la sécurité** : résistances mécaniques de la construction et sa stabilité, sécurité incendie et sécurité d'utilisation (chutes, chocs, fluides)
- **Assurer le confort**: Hygiène; santé; confort (aspect hygrothermiques, olfactifs, visuels, acoustiques); concepts énergétiques des installations technique (chaleur, éclairage, ventilation, sanitaire) .
- **Facilité l'usage** : commodités, utilisation, flexibilité locaux et équipements, sécurité, adaptabilité et flexibilité du bâtiment .

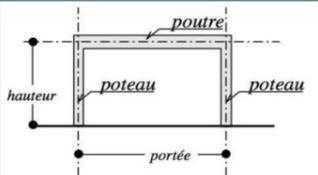
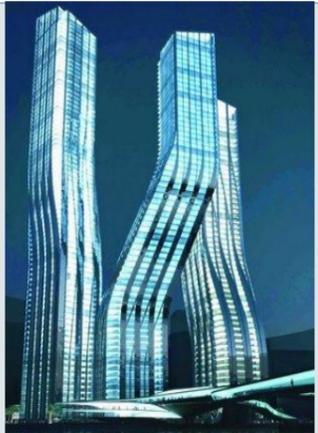
La classification des structures :

Les structures sont classées selon 2 critères principaux :

- Le matériau de construction
- Le système constructif

Selon matériau de construction	Selon système constructif
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure en bois ➤ Structure en béton ➤ Structure métallique ➤ Structure mixte ➤ Structure légère 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ structure poteau – poutre ➤ Structure en ferme (bidimensionnelle et tridimensionnelle) ➤ Structure en coques ➤ Structure tendue ➤ Structure gonflable ➤ Structure des tours (IGH) ➤ Structure suspendue

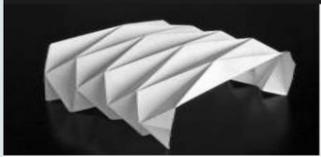
Tableau 1 critères de classification des structures selon matériau et selon système

Système structurel	Définitions	Exemples	Sollicitation	Différents types	Portées	Caractéristiques	Matériaux
Structure à ossature (Poteau-poutre)	Une structure à ossature est un système de maillage constitué d'un ensemble linéaire de poteaux reliés entre eux par des poutres. Le tout se présente comme squelette du bâtiment.	 <p>Figure 1 Système constructif poteau-poutre</p>  <p>Figure 2 Maison contemporaine à ossature poteau-poutre</p>	Flexion	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure encadré ➤ Structure à 2 articulations ➤ Structure à 3 articulations ➤ Structure de poutres en réseau 	4m à 70 m	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Souplesse ➤ La liberté architecturale ➤ Mise en œuvre très simple ➤ Économique ➤ La durabilité ➤ La bonne résistance au feu ➤ La résistance ➤ Portée limitée ➤ Les ponts thermiques 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Béton ➤ Acier ➤ Bois ➤ Matériaux composites
Structure en coque	Structure continue, une surface courbe, à faible épaisseur (mince). Elle doit sa rigidité et sa résistance à sa forme courbe et à la nature du matériau qui l'a composé (ciment armé, métal, bois, plastiques). ³	 <p>Figure 3 Opéra de Sydney</p>  <p>Figure 4 aéroport international Kansai</p>	Contrainte de membrane	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coque cylindrique ➤ Coque sphérique ➤ Coque elliptique ➤ Coque de forme libre ➤ Coque parabolique hyperbolique 	20m à 150 m	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Grandes portées ➤ Esthétiques ➤ Structure auto-sable ➤ Grande hauteur sous plafond ➤ Structure fortement sensible aux sollicitations concentrées ➤ Coffrage perdu ➤ Durée d'exécution très longue ➤ Nécessite des mains d'œuvre qualifiées 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Béton ➤ Acier ➤ Bois
Structure des tours⁴	Ce sont des bâtiments de très grande hauteur appelés les IGH (immeuble à grande hauteur). Il n'existe pas de définition de la hauteur minimale à partir de laquelle un immeuble est qualifié de tour, cette notion est relative.	 <p>Figure 5 Tours dansantes à Dubaï</p>	/	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure à noyau central ➤ Structure en tube 	/	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potentiel usage mixte ➤ Grand potentiel pour l'énergie éolienne. ➤ Point de repère et symbole pour un pays ➤ Économie de surface occupée au sol ➤ Énergivore ➤ Entretien et nettoyage difficile ➤ Impact du vent sur la structure ➤ Impact de la panne de courant sur la circulation verticale 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Béton armé ➤ Béton précontraint ➤ Métaux d'alliage ➤ Acier ➤ Polymère

³ Sigrid Adriaenssens, Philippe Block, Shell structure for Architecture, 1ère édition 2014, page 317

⁴ <https://fr.wikipedia.org/wiki/gratteciel> consulté le 20 septembre 2016

<p>Structure métallique</p>	<p>Les structure métallique comprend l'ensemble de structure réalisé à base de métal (fonte, acier fer , aluminium ...) elle a fait apparition au milieu du XVIII e siècle et a donné naissance à une nouvelle forme d'architecture qui est l'architecture métallique</p>	 <p>Figure 6 Le stade national de pékin : structure en d'acier de forme elliptique</p>  <p>Figure 7 la biosphère d' une structure métallique tridimensionnelle</p>	<p>Compression Traction</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure bidimensionnelle ➤ Structure tridimensionnelle 	<p>>120 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elles ne se déforment pas ➤ Grandes portées. ➤ Construction facile-préfabrication ➤ Leur délai d'exécution est réduit ➤ Facilement complétées ou démontées ➤ Mauvaise résistance au feu. ➤ Détériorent à l'humidité, Corrodabilité. ➤ Coût élevé. ➤ Dilatation sous effet de chaleur. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le métal ➤ L'acier ➤ Le titane ➤ Aluminium
<p>Structure tendue</p>	<p>Les structures légères sont des structures où l'on cherche à éliminer les sollicitations de flexion et à transmettre directement les charges appliquées aux appuis en mobilisant les matériaux en traction et en compression</p>	 <p>Figure 8 Le stade de Vancouver avec une couverture en membrane.</p>  <p>Figure 9 Le Stade olympique de Montréal</p>	<p>Compression Traction</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structures haubanées ➤ Structures suspendues ➤ Structure poutre à câble ➤ Structures sous-tendues ➤ Structure à membranes tendus 	<p>10m à 500m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Très grandes portées ➤ Grande liberté de forme ➤ Temps de montage très rapide ➤ Esthétique et légère ➤ Le coût élevé ➤ Nécessite une main d'œuvre qualifiée ➤ Nécessite une maintenance et un entretien périodique 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acier ➤ Métal ➤ Textile
<p>Structure gonflable</p>	<p>Le terme « structure gonflable» désigne les différentes structures utilisant l'air sous pression pour raidir ou stabiliser une enveloppe mince de matériau flexible et lui conférer une forme structurale</p>	 <p>Figure 10 Le nuage gonflable à Montpellier</p>  <p>Figure 11 Le stade gonflable de Munich</p>	<p>Compression</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Types constitués par une grande bâche semblable à un ballon ➤ Type constituées par une double paroi présentant une série de compartiments tubulaires ou cellulaires gonflés. 	<p>10m à 200m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Grandes portées libres (sans poteaux) ➤ Légères, démontables et transportables. ➤ 100% recyclable. ➤ Mise en œuvre rapide ➤ Faible coût énergétique ➤ Usages très divers ➤ Formes limitées ➤ Déperditions thermiques importantes, ➤ Nuisances acoustiques (ventilation permanente) ➤ Effet de serre pour structures non ventilées 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Textile

Structure en bois (lamellé collé)	<p>Le système constructif de l'ossature bois consiste à ériger une trame régulière et faiblement espacée, de pièces verticales en bois de petites sections, les montants, et de pièces horizontales les traverses et entretoises⁵</p>	 <p>Figure 12 Métropole Parasol à Séville</p>  <p>Figure 13 Gymnase saint martin en haut à Lyon</p>	<p>Traction Compression</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Portique à 3 articulation ➤ Arc à 3 articulation ➤ Structure encastrée 	<p>15m à 100 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Excellente performance thermique ➤ Grande souplesse architecturale ➤ la Facilité de mise en œuvre ➤ Coût et temps d'exécution réduits ➤ Bâtiment à grande portée ➤ Un faible poids propre, ce qui permet une implantation sur des terrains à faible résistance ➤ Rapidité de montage ➤ L'aspects écologique ➤ L'Inertie thermique faible ➤ Nécessite un entretien périodique ➤ Problème du feu et des champignon 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panneaux en bois massif ➤ Contreplaqués ➤ Agglomérés, MDF, OSB ➤ Lamellé collée
Structure en béton	<p>Les structures en béton sont les structure conçu à base du béton et qui ont la caractéristique d'être monolithe elle permettent une très grande variation architecturale grâce aux différents moulages dans les coffrages</p>	 <p>Figure 14 complexe culturel Pierres Vives</p>  <p>Figure 15 Le Centre culturel Heydar-Aliyev</p>	<p>Traction Compression</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poteau poutre ➤ Voile en béton armé 	<p>4m à 10m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilité de mise en œuvre ➤ Economique ➤ Résistance au feu ➤ Liberté de forme architecturale ➤ La possibilité de l'association avec d'autres matériaux ➤ Préfabrication ➤ Petite portée poids propre élevé ➤ Lenteur d'exécution 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Béton ➤ Béton armé ➤ Béton précontraint ➤ Béton composite
Structure plissée	<p>C'est une structure qui comporte une série de plie parallèles dans le sens de la plus grande portée, cette série permet de rigidifier la structure et de résister aux effort de la flexion</p>	  <p>Figure 16 Eglise de saint marc</p>	<p>Flexion</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure plissée radial ➤ Structure plissée portique ➤ Structure plissée arqué 	<p>/</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les structures parallèles avec travée de stabilisation ➤ Le principe du plissage offre des plans de toiture d'une grande finesse ➤ L'orientation des plis et leurs géométries permettent de construire des formes spatiales abstraites ➤ Longue portée peut être fournie. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bois, . ➤ Verre ➤ Métal, . ➤ Béton armé ➤ Béton précontraint ➤ Mixte

⁵ Revue Belgian Woodforum , construction en bois Johan Van Dessel , Ed , CSTC

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 complémentaire avec l'objectif de tirer sur le plan mécanique le meilleur parti possible de cette association ⁶	 <p>Figure 17 Poteaux – poutres mixte (acier/béton)</p>  <p>Figure 18 Centre de Ressources et de santé / Pôle domotique de Guéret</p>	Compression Traction	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure mixte béton / bois ➤ Structure mixte béton /acier ➤ Structure mixte bois / acier 	8m à 120 m	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Des portées importantes ➤ Des poteaux élancés ➤ Les grandes portées permettent de réduire les nombres des poteaux par plancher ce qui offre une flexibilité ➤ Réduction de la durée de construction ➤ Une meilleure performance technique (tirer parti des performances de chacun des matériaux) ➤ Une réduction du poids de la structure 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bois ➤ Béton ➤ Acier
Structure hybride (composite)	La structure hybride est une structure qui combine deux ou plusieurs systèmes constructifs dans un même bâtiment Composite : signifie constituer de deux ou plusieurs parties différentes ⁷	 <p>Figure 19 Centre Pompidou à Metz</p>  <p>Figure 20 Fondation d'entreprise Louis Vuitton</p>	Compression Traction	<p>Il existe plusieurs types de structure hybride</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Structure portante en béton / charpente en bois ou acier ➤ Structure en béton / coque en bois ➤ Structure en bois / charpente métallique ➤ Structure en acier / structure gonflable. 	/	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Très grande variété architecturale ➤ De grande portée ➤ Une meilleure performance technique ➤ Réalisation rapide ➤ Très bonne résistance ➤ Mains d'œuvre qualifié 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bois ➤ Béton ➤ Acier ➤ Matériaux composites ➤ Textile ➤ Le verre

Tableau 2 : tableau de classification des différentes structures

⁶ Matériaux composite, Jean Marie Berthelot, Ed. Lavoisier 5ème édition 2012, France, Page 3

⁷ Construction métallique et mixte –calcul et dimensionnement - , Pierre Bourrier et Jaques Brozzetti , Ed Eyrolles année2007 P 413

Etude des matériaux de construction :

1. Définition des matériaux :

- Les matériaux de construction sont les matériaux utilisés dans les différents secteurs liés à la construction : bâtiments et travaux publics.
- La gamme des matériaux utilisés dans la construction est très riche
- Elle inclut principalement le bois, le verre, l'acier, le béton, l'aluminium, les matières plastiques (isolants notamment) et les matériaux issus de la transformation de produits de carrières, qui peuvent être plus ou moins élaborés. On trouve ainsi les matériaux composites ou synthétique, les dérivés de l'argile, les briques, les tuiles, les carrelages, les marbres, les éléments sanitaires. ⁸

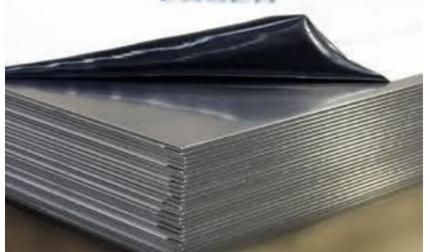
2. Critères de choix des matériaux de construction :

Les matériaux utilisés dans la construction sont nombreux et variés, leur choix s'articule autour de 6 grands critères :

- ❖ Leur apparence
- ❖ Leur solidité
- ❖ Leur résistance
- ❖ L'impact environnemental
- ❖ L'isolation
- ❖ Le cout

Classification des matériaux :

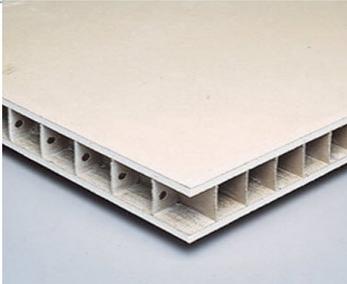
⁸ www.techno-science.net , consulté le 03 octobre 2016

Matériaux	Définitions	Types	Caractéristiques	Illustration
Béton	Matériau de construction formé par l'association de gravillons, de sable, de ciment et d'eau. Ce mélange est mis en œuvre, à l'état plastique, dans un moule appelé coffrage. Après durcissement, le béton se présente sous la forme d'un élément de construction monolithique très résistant	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Béton conventionnel ➤ Béton autoplaçant ➤ Béton anti lessivage ➤ Béton à haute performance ➤ Béton anti retrait ➤ Béton projeté ➤ Béton léger ➤ Béton de fibre ➤ Béton coloré ➤ Béton translucide 	<p>Le béton utilisé dans le bâtiment, comprend plusieurs catégories.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ En général le béton peut être classé en quatre groupes, selon : sa masse volumique ρ : ➤ Béton très lourd : $\rho > 2\,500 \text{ kg/m}^3$; ➤ Béton lourd (béton courant) : ρ entre $1\,800$ et $2\,500 \text{ kg/m}^3$; ➤ Béton léger : $\rho = 500$ à $1\,800 \text{ kg/m}^3$; ➤ Béton très léger : $\rho < 500 \text{ kg/m}^3$. 	 <p>Figure 21 béton haute performance</p>  <p>Figure 22 béton translucide</p>
Acier	Un acier est un alliage métallique constitué principalement de fer et de carbone L'acier est élaboré pour résister à des sollicitations mécaniques ou chimiques ou une combinaison des deux	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Haute performance ➤ Résistant au feu ➤ Résistant à la corrosion 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Un matériau très résistant. ➤ Résilience (capacité à absorber de l'énergie quand il se déforme). ➤ Permet les grandes portées. ➤ Grande ductilité (allongement sans se rompre) ➤ Préfabrication ➤ Modifiable et malléable ➤ L'acier est recyclable ➤ Cout élevé et Demande un entretien ➤ Déformation face à la température 	  <p>Figure 23 acier</p>
Le bois	Le bois est un tissu végétal l s'agit d'un des matériaux les plus appréciés pour ses propriétés mécaniques, pour son pouvoir. Il a de nombreux usages dans le bâtiment et l'industrie	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Panneaux en bois massif ➤ Panneaux en bois Multiplies, contreplaqués ➤ Bois reconstitué ➤ Bois Agglomérés, MDF, OSB ➤ Lamellé collée 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Matériau léger et durable ➤ Matériau isolant ➤ Matériau résistant ➤ Matériau adapté aux sols difficiles ➤ Matériau biodégradable ➤ Facilité de mise en œuvre ➤ Matériau résistant au feu ➤ Nécessite un entretien 	 <p>Binderholz Gmbh</p> <p>Figure 24 bois lamellé collé</p>

Matériaux	Définitions	Types	Caractéristiques	Illustrations
Aluminium	Le corps simple aluminium est un métal malléable, de couleur argent, remarquable pour sa résistance à l'oxydation et sa faible densité.	/	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Légèreté ➤ Résistance au corrosion (utilisé comme revêtement extérieur) ➤ Bon conducteur électrique et thermique. ➤ Résistant au feu ➤ Non ferromagnétique ➤ Non étincelant 	 <p>Figure 25 Aluminium</p>
Le verre	Matière transparente, dure et fragile que l'on fabrique à l'aide de sable et de potasse ou de soude.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verre flotté ➤ Verre trempé ➤ Verre armé ➤ Verre génération ➤ Brique de verre ➤ Verre photosensible ➤ Verre photovoltaïque ➤ Verre de façade 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sa résistance à la compression est très élevée ➤ La transparence ➤ Son recyclage est très bien maîtrisé ➤ N'absorbe pas d'humidité ➤ Ne gonfle pas ➤ Ne rétrécit pas ➤ Résiste à la lumière et aux UV ➤ Respect de l'environnement 	 <p>Figure 26 verre photovoltaïque</p>  <p>Figure 27 verre de façade</p>
La pierre	Est matériaux de construction constitué de la roche d'où elle est extraite La pierre est depuis très longtemps employée dans la construction et dans la conception des ouvrages d'art	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le granite ➤ Le calcaire ➤ Le grès ➤ La pierre taillée ➤ L'ardoise ➤ Le marbre 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Matériau solide, durable, noble et authentique ➤ Matériau auto isolant (thermique) ➤ Un matériau économique (provenant de la carrière ou du chantier), ➤ Facilité de mise en œuvre ➤ Matériau ininflammable ➤ Matériau non polluant et recyclable 	 <p>Figure 28 la pierre</p>
La brique	Une brique est un élément de construction généralement en forme de parallélépipède rectangle constitué de terre argileuse crue, séchée au soleil — brique crue — ou cuite au four, employée principalement dans la construction de murs. L'argile est souvent dégraissée par du sable.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brique de terre crue ➤ Brique cuite pleine ➤ Brique cuite creuse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isolation thermique ➤ Absence de fibres ou de produits chimiques <p>Solidités</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Economique 	 <p>Figure 29 la brique</p>

Tableau 3 tableau de classification des différents matériaux

Tableau 4 tableau des différents types d'isolant

Matériaux	Types	Illustrations
Isolants thermiques	Laine de roche : un matériau isolant fabriqué à partir d'un matériau naturel issu de l'activité volcanique (le basalte)	
	Laine de verre : un matériau isolant fabriqué à partir du sable, se présente généralement sous forme d'un matelas de fibre enchevêtré emprisonnant de l'air immobile	
	Polystyrène : un des plastiques industriels les plus courant dans la vie quotidienne	
Isolants acoustiques	Plâtre : Le plâtre désigne principalement un matériau de construction à propriétés isolantes ou ignifuges fabriqué industriellement à partir de la matière première rocheuse qu'est le gypse.	
	Aérogel de silice : Un aérogel est un matériau semblable à un gel où le composant liquide est remplacé par du gaz. C'est un solide à très faible densité avec plusieurs propriétés remarquables, notamment sa capacité à isoler.	
	Le bois : les ossatures en bois permettent d'intégrer de fortes épaisseurs de matériaux isolants tout en conservant aux murs ou toitures des épaisseurs faibles.	

Le choix de la structure :

Après avoir effectué des recherches approfondies sur les différentes structures et les différents matériaux qui sont au service de l'architecture, et nous avons déterminé les avantages et les inconvénients de chaque structure, notre choix s'oriente vers la mixité dans toutes ses dimensions :

- La structure la mixte qui concerne l'association de deux ou plusieurs matériaux aux niveau des éléments structurels (poteaux, poutres, plancher ...).
- La mixité structurelle c'est-à-dire la structure hybride (composite) qui concerne l'association de deux ou plusieurs systèmes constructifs .

C'est deux concepts vont être détaillées par la suite .

1. Motivation du choix de la structure :

Pourquoi la mixité ?

- Dans les deux dernières décennies, le développement et l'application des structures mixtes a considérablement augmenté dans le monde entier grâce à son omniprésence dans tous les domaines, ainsi que la variation architecturale qu'elle offre.
- L'association de deux ou plusieurs matériaux de nature et de propriété différente, permet de les exploiter davantage.
- La combinaison entre deux systèmes constructifs , permet de franchir les grandes portées .
- La structure mixte permet de nombreuses variations architecturales , et offre une certaine liberté à l'innovation et à la création tant sur le plan architectural , structurel et fonctionnel
- Aspect de la légèreté : Une réduction du poids propre du bâtiment par rapport à l'utilisation d'une structure seulement en béton
- Aspect écologique et le respect de l'environnement
- Aspect économique

1- La structure hybride :

1- Définition de la structure hybride :

La structure hybride ou composite comme son nom d'indique est constituée de deux ou plusieurs parties différentes ⁹

La structure hybride est une structure qui combine deux ou plusieurs systèmes constructifs dans un même bâtiment

Exemple : un bâtiment avec :

- Une structure portante en maçonnerie classique
- Structure du toit en bois
- Ajoutant une cave en béton

2- Caractéristiques de la structure hybride :

- Une bonne flexibilité
- Design évolutif
- Variété de forme
- Bonne flexibilité
- Haute qualité et durabilité
- Grandes portées
- Réduction du cout
- Réduction de la durée de construction

⁹ Matériaux composite, Jean Marie Berthelot, Ed. Lavoisier 5ème édition 2012, France, Page 3

3- Analyse des exemples :

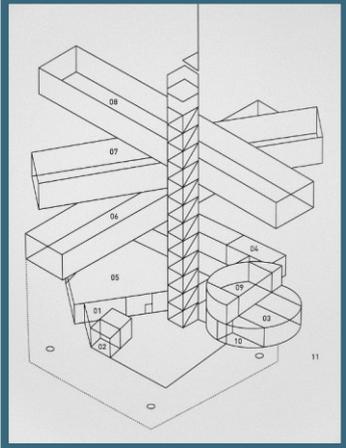
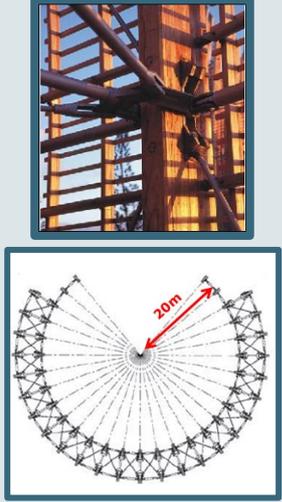
Exemples	Le centre Pompidou à Metz	Centre culturel Jean-Marie Tjibaou
Illustration	 <p data-bbox="461 638 858 667">Figure 30 le centre Pompidou à Metz</p>	 <p data-bbox="970 638 1358 696">Figure 31 centre culturel Jean Marie Tjibaou</p>
Situation	Metz France	Nouvelle Calédonie
Fonction	Centre culturel	Centre culturel
Surface	5020 m²	8 Ha
Structure	Structure mixte hybride	Structure hybride
	<p data-bbox="461 992 906 1272">Le bâtiment est constitué de : Galerie en voile en béton armé Les plancher intermédiaire sont en structure mixte acier-béton La toiture en charpente en bois , suspendue au pylône métallique d'une hauteur de 77 m</p>	<p data-bbox="940 992 1385 1234">Le centre dans sa totalité est constitué de plusieurs structures nervurées et effilées (cases) Chaque case est d'une ossature hybride composé : bois d'iroko lamellé-collé et acier</p>
	 <p data-bbox="480 1742 890 1800">Figure 32 schéma structurel du centre Pompidou</p>	 <p data-bbox="963 1796 1369 1854">Figure 33 schéma structurel du centre Jean Marie Tjibaou</p>

Figure 34 structure hybride (composite)

2- La structure mixte :

1- 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 ¹⁰

2- Principe de fonctionnement :

Ce qui est tout à fait spécifique au fonctionnement d'une structure mixte, c'est l'association mécanique de deux matériaux, par l'intermédiaire d'une connexion située à l'interface des matériaux, qui va accroître à la fois la rigidité et la résistance des éléments.¹¹

3- Les différents types de la structure mixte :

Il existe 3 types de structures mixte :

- Structure mixte béton / bois
- Structure mixte béton / acier
- Structure mixte bois / acier

Dans les éléments mixtes, l'adhérence entre les composants n'existe pas naturellement. La solidarisation doit être obtenue au moyen d'organes de liaison, appelés « Connecteurs ».

4- Définition des connecteurs :

- Le rôle principal des connecteurs est de lier les différents éléments de la structures ainsi il permet d'empêcher, ou au moins de limiter, le glissement pouvant se produire entre les matériaux de propriété différentes
- Un autre rôle des connecteurs est de s'opposer à la séparation des deux matériaux transversalement à leur interface. Ce rôle, qui ne demande pas d'efforts aussi importants que ceux venant du cisaillement longitudinal¹²

¹⁰ Construction métallique et mixte –calcul et dimensionnement - , Pierre Bourrier et Jaques Brozzetti , Ed Eyrolles année2007 P 413

¹¹ Documentation du cours SZS steel academy 2012 « construction mixte -table de dimensionnement pour la pratique » EPFL lausanne par Gabriele Guscetti

¹² Revue ABC (Application bois et dérivés en Construction) , Ed CTBA , 2007 , paris

5- Types de connexion :

Selon l'importance de l'effort de cisaillement longitudinal à transférer entre les deux matériaux, on distingue deux modes de connexion : la « **connexion complète** » et la « **Connexion partielle** ».

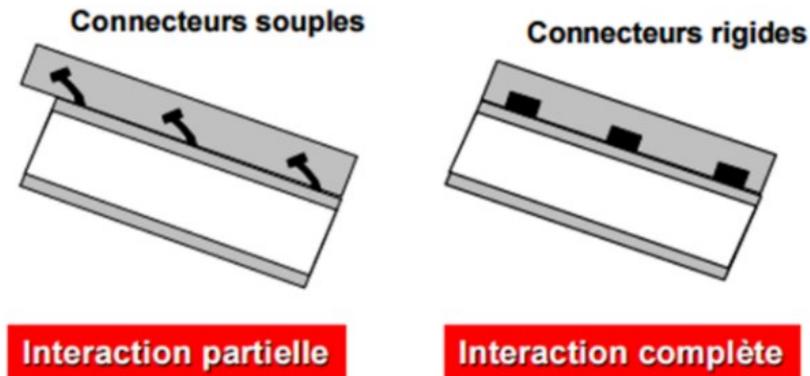


Figure 35 types de connexion

6. Types de connecteurs : ¹³

Les goujons à tête soudée :

Sont des systèmes de fixation qui sont utilisés sur des plaques et des cales pour créer des filets.
 Grace au goujon à souder la surface extérieure, reste lisse, pour préserver l'esthétique.
 La connexion est le plus souvent réalisée par des goujons à tête, fixés sur l'élément métallique par soudage électrique

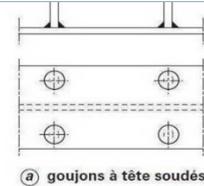


Figure 36 goujon à tête soudée

Cornière coulée :

on peut utiliser des cornières (fabriquées par pliage à froid) qui sont clouées. Elles ne nécessitant pas de soudage, mais présentent une résistance moindre que les goujons soudés

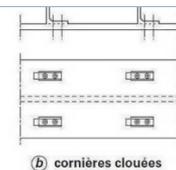


Figure 37 cornières coulées

¹³ Guide de construction métallique – construction mixte, René Maquoi, Rik Debryckere, Jean François Demonceau et Lincy Pyl, ed Infosteel, France page 05

Il existe aussi d'autre type de connecteurs , tel que les butées soudées, en forme de tasseau ou de tronçons découpés dans des profilés en cornière. Ce type est rarement utilisé dans le secteur du bâtiment .

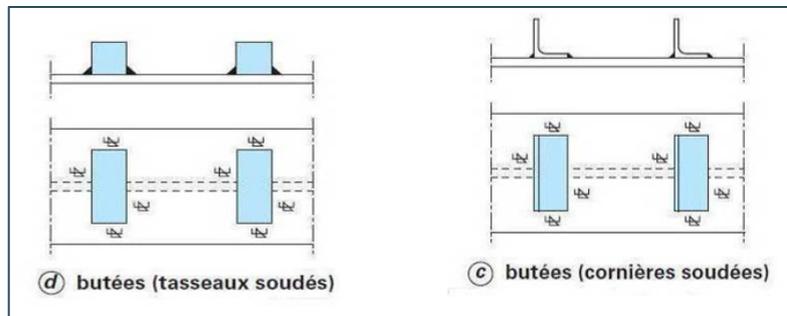


Figure 38 tasseau soudé et cornière soudé

Le mode de fonctionnement mixte avec son aspect connexion ne se limite pas au seul cas des poutres mais concerne, tous les autres types d'éléments de construction : poteaux, assemblages, dalles, etc.

- ✚ Dans le but de mieux analyser les structures mixtes, nous avons préféré d'abord chaque structure indépendamment (la structure en bois, la structure métallique et la structure en béton) pour donner une bonne définition à leur association et leur combinaison déterminer les avantages de chacune en analysant quelques exemples.

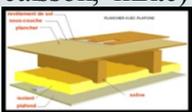
La structure en bois				
Définition	La structure en bois est un système de construction où la structure portante est constituée d'un tramage régulier, faiblement espacés composée de pièce verticale en bois qui présentent les montants, et de pièces horizontales en partie haute, basse et médiane qui présentent les traverses et les entretoises, Cette ossature supporte les planchers et les toitures sur laquelle est fixé un voile constitué de panneau en bois qui assure le contreventement ¹⁴			
Type de sollicitation	Charges permanentes : poids propre de la structure et équipements fixes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pannes, chevrons et lattes = 150N/m² ➤ Tuiles sèches = 250N/m² ➤ Tuiles humides = 300N/m² Charges variables : Neige : 1 cm de neige = 30N/m ² Vent : 150 km/h = de 300 à 700 N/m ²			
Utilisations	Poteaux-poutre 	Charpente (traditionnelle, industrielle, lamellé collé) 	Coque 	Plancher (sur solivage, à caisson, mixte) 
Matériaux	Bois massif, le Lami bois, le bois contrecollé, le lamellé collé, contreplaqué			
Portées	De 15m à 100 m			
Caractéristique	Avantages : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Une grande souplesse architecturale. ➤ Des bâtiments à grande portée. ➤ Faible cout énergétique. ➤ Un faible poids propre, ce qui permet une implantation sur des terrains à faible résistance. ➤ Une isolation thermique et acoustique ➤ Rapidité de montage. ➤ L'aspects écologique.¹⁵ 		Inconvénients : <ul style="list-style-type: none"> ➤ La nécessité d'un entretien périodique. ➤ Obligation de traiter le bois. ➤ La déformation avec le temps (gonflement et retrait) sous l'effet des charges. 	
Exemple	Gymnase saint martin en haut Situation : Lyon – France Une ossature en bois avec une toiture végétalisée supportée par une charpente en bois d'une portée de 30 m 		 <i>Figure 39 gymnase Saint Martin en haut</i>	

Tableau 5 : la structure en bois

¹⁴ Revue Belgian Woodforum , construction en bois Johan Van Dessel , Ed , CSTC

¹⁵ www.bois.com/construire/techniques-constructive consulté le 15 octobre 2016

La structure en béton					
Définition	Le béton est un excellent matériau pour la construction de structures. La Capacité portante du béton pour la construction résidentielle de l'ordre de 20 MPa. ¹⁶ Les structures en béton armé ont la caractéristique d'être monolithe.				
Type de sollicitation	S'il est tendu le béton a un comportement très fragile qui cause une rupture par détachement. S'il le béton est sollicité à la compression, son comportement est en revanche fort La sollicitation peut toutefois être augmenté jusqu'à atteindre la résistance à la compression.				
Système constructif	Poteaux-poutre 	Charpente 	Coque 	Voile 	Plancher (à corps creux, dalle pleine, nervuré, à caisson, champignon)
Matériaux	Béton précontraint, béton armé, béton préfabriqué, béton auto plaçant, béton fibré ultra performance.				
Portées	4m à 10m				
Caractéristiques	Avantages : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilité de mise en œuvre. ➤ Economique ➤ Résistance au feu ➤ Résistance aux efforts accidentels ➤ Liberté de forme architecturale ➤ La possibilité de l'association avec d'autre matériaux ➤ La préfabrication 			Inconvénients : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Petite portée poids propre élevé ➤ Lenteur d'exécution ➤ Brutalité des accidents ➤ Difficulté de modification 	
Exemple	Complexe culturel Pierres Vives à Montpellier Situation : Montpellier – France Année de réalisation : 2012 La forme du bâtiment est un Vaisseau de béton et de verre aux courbes			 <p style="text-align: center;"><i>Figure 40 complexe culturel Pierres Vives à Montpellier</i></p>	

Tableau 6 la structure en béton

¹⁶ Mémoire de magistère le développement de plancher préfabriqué DANY BLACKBURN UNIVERSITÉ LAVAL , 2006

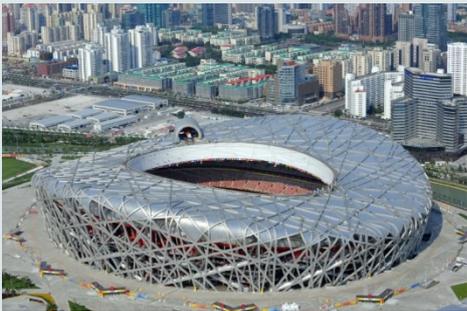
La structure métallique				
Définition	<p>C'est un assemblage de pièces de métal, servant à soutenir ou couvrir des constructions.</p> <p>C'est une structure dans laquelle les appuis, les poteaux, les poutres sont réalisées en acier</p> <p>L'acier est le matériau idéal pour les ouvrages de grande dimension tels que les halles, les gares, les grand magasins ... ¹⁷</p> <p>Il existe deux types de cette structure : bidimensionnelle et tridimensionnelle</p>			
Type de sollicitation	Effort axiale de compression, effort axiale de traction ¹⁸			
Système constructif	Poteaux-poutre 	Charpente 	Coque et voûte 	Plancher 
Matériaux	Métal, Aluminium, Fer, Acier			
Portées	>120 m			
Caractéristiques	Avantages : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grande liberté architecturale ➤ Poids réduit ➤ Chantier sec ➤ Montage rapide ➤ Démontable ➤ Recyclable ¹⁹ 		Inconvénients : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Corrosion ➤ Déformations Isolation thermique et phonique faible ➤ Cout élevé ➤ Dilatation 	
Exemple	Stade national de Pékin : La structure du stade est une structure colossale en forme d'acier elliptique, recouverte d'une membrane translucide et anti pluie Appelé aussi nid d'oiseaux			

Tableau 7 tableau récapitulatif de la structure métallique

¹⁷ Revue SteelDoc construire en acier N°25 traduction : Z.Evelyn et C. Frisch , Ed centre suisse de la construction métallique mars 2006 P 04

¹⁸ Cour en charpente métallique Baraka Abdelhak ,Ed OPU ,Alger

¹⁹ Cour en charpente métallique Ibidem

Structure mixte Acier / béton

1- Définition :

- La structure mixte acier/béton est le cas de structure mixte le plus fréquent et le plus utiliser dans le domaine de la construction
- La structure mixte doit sa capacité portante à la collaboration structurale entre l'acier et le béton, qui sont deux matériaux de nature et de propriété différente ce qui permet d'exploiter leurs caractéristiques favorables, ces deux matériaux de révèlent complémentaire :
 - ❖ Le béton pour résister aux efforts de compression.
 - ❖ L'acier pour résister aux efforts de traction et aux efforts tranchants.
 - ❖ Les éléments métalliques sont relativement élancés et sujets au voilement, le béton peut empêcher le voilement.
 - ❖ Le béton assure à l'acier une protection contre la corrosion et une isolation thermique aux températures élevées.
 - ❖ L'acier permet de rendre la structure ductile.²⁰

2- Les domaines d'utilisation les structures mixtes béton/ acier :

- Les ouvrages d'art
- Les hangars
- Les gradins
- Les constructions industrielles
- Les équipements de loisir
- Les établissements d'enseignement
- Les galeries commerçantes
- Les parkings
- Les halls d'exposition

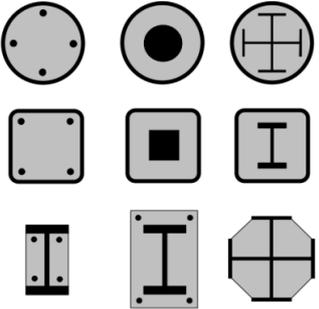
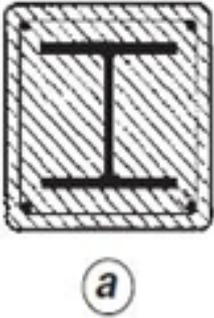
3- La complémentarité Acier / béton :

L'acier et le béton sont deux matériaux de nature et de propriétés différentes, cette différence leur permet de se révéler complémentaire.

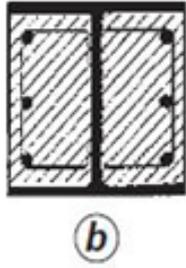
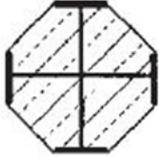
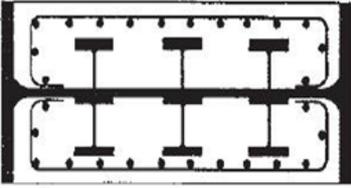
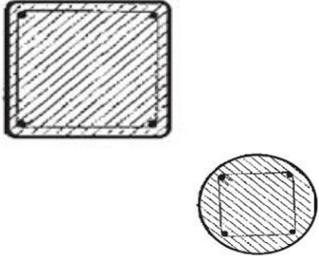
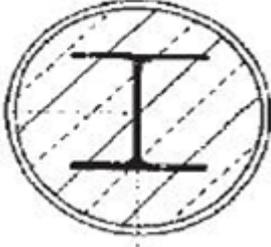
²⁰ Guide de construction métallique Ibidem page 02

Béton	Acier
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Portées limitées ➤ Facilité d'exécution ➤ Bonne isolation thermique et acoustique ➤ Résiste à la compression et ne résiste pas à la traction ➤ Aspect de lourdeur ➤ Coffrage et durcissement lent 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Franchir les grandes portées ➤ Nécessite une grande précision et une main d'œuvre qualifiée ➤ Mauvaise isolation thermique et acoustique ➤ Résiste à la traction et ne résiste pas à la compression ➤ Aspect de légèreté ➤ Montage rapide

Tableau 8 la complémentarité entre le béton et l'acier

<p>4- Les éléments de construction :</p> <p>a) Poteaux mixtes :</p> <p>Il existe une grande variété de poteaux mixtes. Les plus courants présentent une section carrée ou rectangulaire, obtenue à partir d'un profilé en acier, de type I ou H, enrobé totalement de béton ou partiellement enrobé dans les deux chambres comprises entre l'âme et les semelles²¹,</p>	 <p>Figure 42 poteaux mixtes enrobés</p>
<p>✚ Poteau entièrement enrobé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nécessité de coffrer le périmètre. ➤ Bétonnage le plus souvent avant montage ➤ Aucune peinture ne doit être appliquée sur le profilé ➤ Nombre de connecteurs réduit à la zone de transfert des charges entre le plancher et la colonne ➤ Résistance au feu structurelle très élevée 	 <p>Figure 43 poteau entièrement enrobé</p>

²¹ Guide de construction métallique Ibidem page 03

<p>+ Poteau partiellement enrobé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne nécessite pas de coffrage ➤ Bétonnage au sol, à plat, avant montage ➤ Une connexion mécanique (goujons ou autres) est nécessaire sur toute la hauteur de la colonne ➤ La résistance au feu structurelle nécessite un certain surdimensionnement par rapport au service normal. 	 <p><i>Figure 44 poteau partiellement enrobé</i></p>
<p>+ La section cruciforme :</p> <p>La section cruciforme fait appel à deux profilés, identiques ou non, dont l'un est découpé en deux T qui sont ensuite ressoudés de part et d'autre de l'âme du second.</p>	
<p>+ La section rectangulaire :</p> <p>Pour un poteau rectangulaire, avec un profilé de grande hauteur, il faut renforcer le profilé dans chaque chambre par un ou plusieurs petits profilés en H ou en T à ailes épaisses, soudés sur l'âme la résistance au flambement va s'en trouver améliorée,</p>	
<p>+ poteaux mixtes : profilés creux remplis de béton :</p> <p>Il existe un autre type de poteaux qui sont des poteaux mixte constitué de profilé creux remplis de béton (en général armé mais pas nécessairement), de forme carrée, rectangulaire ou circulaire répondant à certains critères architecturaux et économiques</p>	
<p>+ Profilé de section I ou H, positionné à l'intérieur d'un profilé creux circulaire</p> <p>La présence de barres longitudinales d'armature joue un rôle essentiel si le poteau doit satisfaire à une durée de résistance au feu de 90 ou 120 min. Dans certains cas, il arrive qu'un profilé en acier, de section I ou H, soit positionné à l'intérieur d'un profilé creux circulaire</p>	

b) Poutres mixtes :

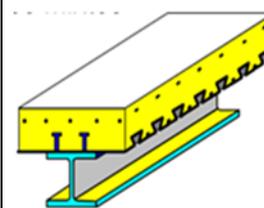
Une poutre mixte s'agit en général d'un profilé en acier liaisonné avec une dalle de béton. Cette dalle peut être coulée sur un coffrage non permanent (cas A) ou sur un coffrage permanent, comme par exemple une tôle profilée en acier (cas B) ou une série de prédalles (cas C).



Figure 45 poutres mixtes

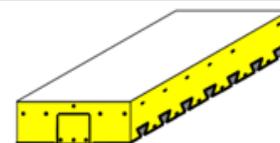
✚ La forme en T :

est la plus classique comme le résultat direct de l'association, par des connecteurs, de la dalle et d'un profilé en acier (laminé ou reconstitué soudé).



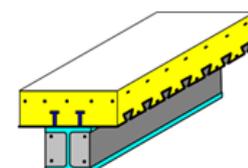
✚ Les poutres métalliques en caisson :

constituées d'un profilé creux laminé, pour de petites sections mixtes cette solution peut offrir l'avantage d'une plus grande stabilité au déversement,



✚ Les poutres mixtes partiellement enrobées :

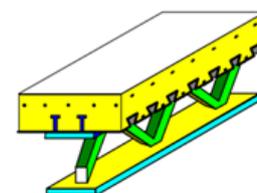
Consiste à remplir de béton armé les deux chambres du profilé, apparaît beaucoup plus intéressante, dans la mesure où elle permet d'augmenter la durée de tenue à l'incendie sans avoir à protéger le profilé par une peinture intumescente, par un enduit ignifuge.



✚ Poutre mixte à treillis :

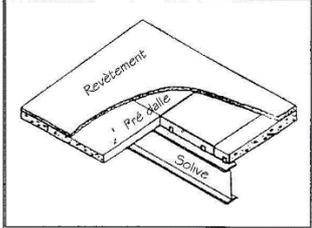
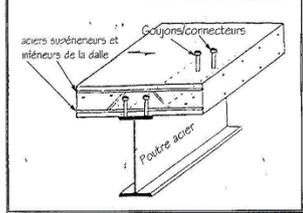
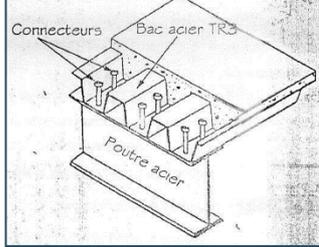
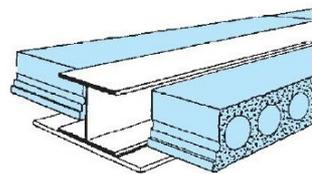
La plus utilisée dans le domaine de l'architecture et de l'ingénierie elle permet de franchir sans difficulté de grande portée tout en facilitant le passage des gaines techniques. La membrure supérieure de la poutre mixte est constituée de la dalle en béton liée par des connecteurs à la membrure métallique.

Dans des cas extrêmes, seule la dalle sert de membrure supérieure, la connexion n'étant réalisée qu'à l'endroit des nœuds.



c) Planchers mixtes : ²²

On distingue plusieurs variantes :

<p>✚ Plancher non collaborant avec pré dalles en Béton armé :</p> <p>Ce type de plancher consiste en une série de prédalles en Béton armé d'une portée variable 3.5 à 5m Pour une largeur standard 70 à 80 cm , les prédalles sont posés sur des solives et sont rendues solidaires à ces dernières par de points de soudures. , Ce type de plancher est rarement utilisé , parce qu'il ne présente aucun avantage</p>	 <p><i>Figure 46 plancher non collaborant avec prédalles en béton armé</i></p>
<p>✚ Plancher collaborant avec dalles en Béton armé coulées sur place :</p> <p>La dalle en Béton armé est liée à la poutre en acier aux moyen de connecteurs s'opposant à la force de glissement qui tend à séparer les deux éléments. , la dalle est coulée sur place ce qui nécessite pas un coffrage , un temps de décoffrage et un ferrailage assez lourd</p>	 <p><i>Figure 47 plancher collaborant avec dalles en béton armé coulée sur place</i></p>
<p>✚ Plancher collaborant avec dalles en Béton armé sur coffrage perdu (plancher nervuré) :</p> <p>Ce type de dalles mixtes sont constituées de béton et de tôles d'acier nervurées. Les tôles profilées ont un rôle d'armature et de coffrage, autorisant une mise en œuvre rapide et économique.</p>	 <p><i>Figure 48 plancher nervuré</i></p>
<p>✚ plancher à poutrelles intégrées ou plancher avec poutres à talon :</p> <p>Le système consiste à utiliser des dalles alvéolaires en béton préfabriquées, avec précontrainte par fils, de poutrelles métalliques , de par l'intégration des dalles dans la hauteur des profilés, on peut réaliser des planchers minces, avec des portées de dalles importantes permises par la précontrainte, par exemple de 9 à 12 m l'espace libre entre un profilé et les dalles alvéolaires de part et d'autre est comblé de béton lors de la réalisation sur chantier</p>	 <p><i>Figure 49 plancher à poutrelles intégrées</i></p>

²²Guide de construction métallique Ibidem page 10

5- Avantages et inconvénients :

Avantages :

- Grandes portées
- Offre une grande flexibilité et de nombreuses possibilités lors de la conception.
Domaine d'utilisation très varié
- Rapidité d'exécution
- Cout réduit
- La légèreté
- La résistance au feu
- Les structures mixtes s'adaptent aisément aux modifications susceptibles de se produire durant la vie d'un bâtiment.

Inconvénients :

- Assemblages des éléments difficiles et nécessite une main d'œuvre qualifiée

6- Analyse des exemples :

Exemples	Rolex Learning center en Suisse	La gare de TGV de Satolas à Lyon
<p>Illustration</p>	 <p><i>Figure 50 le Rolex Learning center</i></p>	 <p><i>Figure 51 la gare de Satolas</i></p>
<p>Situation</p>	<p>Lausanne Suisse</p>	<p>Lyon France</p>
<p>Fonction</p>	<p>Centre d'étude</p>	<p>Gare de TGV</p>
<p>Structure</p>	<p>Structure mixte hybride</p>	<p>Structure hybride</p>
	<p>Le bâtiment est constitué d'un sol en béton armé formé de deux coques convexes irrégulières comportant plusieurs patios Un toit épousant la forme du sol, constitué d'une charpente mixte bois et acier Cette structure a été conçue pour franchir les grandes portées et pour donner libre cours à l'innovation architecturale</p>	<p>La gare, est un ouvrage en béton armé couvert d'un toit en acier et perçu comme un oiseau prenant son envol. Le but est de concevoir de très grands espaces sans appuis intermédiaire tout en créant la forme d'un oiseau en vol</p>
 <p>La façade est entièrement en verre</p>		 <p>Les côtés latéraux sont en verre .</p>

Tableau 9 tableau des exemples de la structure mixte béton /acier

Structure mixte bois / béton

1- Définition :

Le principe de la structure mixte bois /béton est de faire travailler le béton en compression et le bois en traction grâce à la mise en œuvre des connecteurs. Ceci permet d'utiliser au mieux les propriétés mécaniques de chaque matériau.²³

L'association du bois et du béton permet de répondre à plusieurs exigences structurelles, architecturales et fonctionnelles, cette association est avantageuse dans le secteur constructif, du fait de l'adaptabilité des matériaux, de leur complémentarité, de leurs qualités mécaniques et de leur pouvoir isolant. Ce mariage permet des conceptions innovantes, énergétiquement performantes

2- Historique :

- Dès 1922, un brevet décrit un système de connexion par des clous positionnés entre une dalle de béton et des éléments en bois (Müller). Puis, les structures mixtes bois-béton se sont développées entre les deux guerres mondiales, lorsque le monde de la construction a souffert d'un manque d'acier, nécessaire au renforcement du béton.²⁴

3- Complémentarité bois /béton :

Béton	Bois
Le béton travail à la compression	Le bois travail à la traction
Aspect de robustesse et de lourdeur	Aspect de la légèreté
Résiste au feu	Résiste au feu
le bois et le béton imposent leur efficacité complémentaire en matière d'isolation , l'isolant étant inséré dans la structure entre les montants de l'ossature bois extérieure. Le bois étant très faiblement conducteur, les ponts thermiques sont facilement réduits.	
Le bois et le béton sont des matériaux capables de fonctionner ensemble. Leur solidité complémentaire rend possible une large palette de lignes architecturales.	
Le béton s'intègre en parement d'une ossature bois, s'accorde à une extension, se laisse deviner en structure sous un bardage. Le mariage du traditionnel et de la modernité offre de nouvelles possibilités, pour un bâtiment de caractère.	

Tableau 10 complémentarité béton /bois

²³ Bois : système constructif . Joesph Kolb , Ed , PPUR , 2ème édition 2011 France

²⁴ Le Roy, 2009 R. Le Roy, H.S. Pham, G. Foret, (2009) new wood composite bridges, European Journal of Environmental and Civil Engineering, vol.13, n°9, pp. 1125

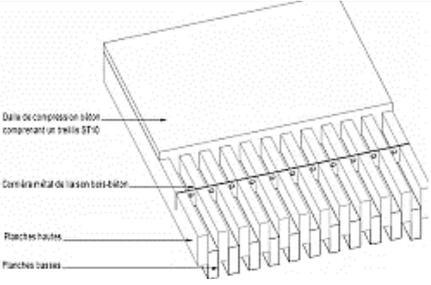
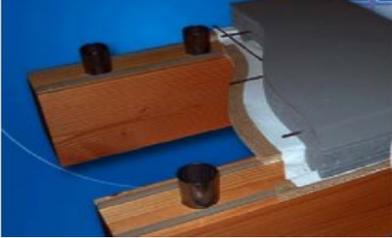
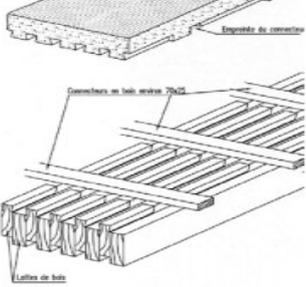
4- Domaine d'utilisations :

- Les travaux de rénovation
- Les bâtiments d'habitation
- Les établissements d'enseignement
- Les établissements publics
- Les établissements de loisir

5- Les éléments de construction :

a) Planchers mixtes :

Un plancher mixte « bois-béton » est constitué d'une dalle en béton de 6 à 10 cm d'épaisseur liée mécaniquement par des organes de connexion à des poutres en bois , Il existe plusieurs types de planchers mixtes bois-béton ²⁵

<p>Double dalle mixte bois béton avec des éléments de planchers juxtaposées + dalle béton connectée par une cornière en métal.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 52 double dalle</p>
<p>Poutre bois + dalle béton connectés par Tubes cylindriques Espacés régulièrement Espacement variable</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 53 dalle mixte : poutre en bois , dalle en béton</p>
<p>Lattes en bois clouées + effet des queues d'aronde</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 54 plancher mixte</p>

²⁵ Mémoire fin d'étude pré dimensionnement de plancher mixte bois-béton , INSA Strasbourg 2009

6- Avantages et inconvénients :

Avantages :

- Connectée au bois, la dalle en béton confère au système une capacité portante plus importante et une déformation plus faible qu'un plancher bois. Ce système permet ainsi d'opter pour de plus grandes portées.
- La légèreté de ces planchers par rapport à un plancher en béton donne un avantage certain dans le cas de sols difficiles.
- La résistance
- La structure mixte bois /béton apporte au bâtiment de meilleures performances en isolation acoustique. Ainsi qu'un comportement au feu favorable.
- Limite les vibrations
- Le bois étant un matériau recyclable
- La préfabrication
- Une grande liberté de conception
- Elle permet notamment de disposer d'une technologie de dernière génération, par exemple avec la pose de plancher chauffant ou d'isolations acoustique et thermique renforcées

Inconvénients :

- L'assemblage des éléments est difficile est nécessite une main d'œuvre qualifiée
- Ce type de structure n'est pas conseillé dans les zones à forte sismicité
- Le cout élevé
- Le domaine d'utilisation est bien limité par exemples il n'est pas conseillé dans des bâtiments à vocation industriel

7- Analyse des exemples :

Exemples	LE ZÉNITH DE LIMOGES	Centre de Ressources et de santé / Pôle domotique de Guéret
<p>Illustration</p>	 <p><i>Figure 55 le zénith de limoges</i></p>	 <p><i>Figure 56 le centre de ressources et de santé</i></p>
<p>Situation</p>	<p>Limoge France</p>	<p>France</p>
<p>Fonction</p>	<p>Salle de spectacle</p>	<p>Centre de recherche</p>
<p>Surface</p>	<p>51670 m²</p>	<p>14060 m²</p>
<p>Structure</p>	<p>Structure mixte</p>	<p>Structure mixte</p>
	<p>Le bois pour l'armature Béton pour la structure intérieure, associé au bois. Polycarbonate pour l'enveloppe extérieure. Le bois en structure, sur les sols et en revêtement muraux renforce les qualités acoustiques de la salle de spectacle. Des systèmes de ventilation naturelle assurent un bon confort d'été.</p>	<p>Ossature bois « Poteaux-poutre », - Arbalétriers en Bois Lamellé Collé (BLC), - Plancher mixte bois/béton, - Toiture végétalisée, - Parois pleines de « remplissage » en ossature bois (isolation laine de roche), - Bardage en douglas thermo-huilé</p>
 <p>La semi-transparence permet un contact visuel avec l'extérieur.</p>		 <p>Traitement de façade en bois avec utilisation de brise soleil</p>

Structure mixte bois / acier

1- Définition :

- C'est une association du bois (matériau noble et écologique) avec le métal (matériau brut et industriel), cette combinaison permet la réalisation de structures importantes avec de grandes portées sans point d'appui.
- Le bois et l'acier se révèlent complémentaires. L'acier permet de réaliser des ossatures d'une grande finesse et flexibilité, que le bois complète par des éléments de parois et de planchers performants.
- La combinaison de ces deux modes de constructions permet d'éliminer pratiquement toutes les faiblesses respectives .
- Le résultat est un ouvrage de grande portée, de grande finesse et légèreté²⁶

2- Complémentarité Acier / bois :

- La construction mixte Acier / Bois : présente un développement considérable notamment dans le domaine de la sécurité incendie : le bois étant un matériau inflammable, il protège l'acier
- Ce type de combinaison va de même dans le domaine de la construction parasismique : la stabilité assurée par des éléments de mur en bois allié à la ductilité de la structure métallique
- L'association bois / acier permet d'excellent résultat en termes de durabilité : le bois étant un matériaux renouvelable et l'acier un matériau recyclable²⁷

3- Domaine d'utilisation de la structure mixte acier/bois :

- Les édifices publics
- Les halls industriels
- Les bâtiments d'habitation
- Les équipements de loisir
- Les établissements d'enseignement
- Les constructions parasismiques

²⁶ Revue SteelDoc acier et bois une nouvelle légèreté N°48 traduction : Z.Evelyn et C. Frisch , Ed centre suisse de la construction métallique décembre 2012 P 03

²⁷ Revue SteelDoc Ibidem P 05

4- Les éléments de construction :

a) Poteaux mixtes :

- Les poteaux mixtes en bois / acier : se sont des poteaux en acier enveloppé de bois, l'acier doit être enrobé de 2 à 3 cm de bois
- Les poteaux acier – bois ont une capacité portante supérieure à celle d'un simple poteau en bois
- La résistance au feu des poteaux mixte est supérieure à celle des simple poteaux métallique²⁸



Figure 57 poteaux en acier enveloppé de bois

b) Poutres mixtes :

Une poutre mixte Bois / Acier, est une poutre en treillis métallique protégé par deux sections rectangulaires en lamellé collé²⁹

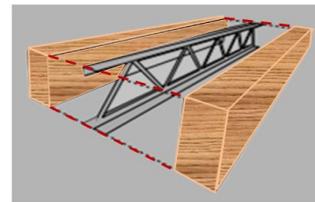


Figure 58 poutre en treillis avec deux sections en lamellé collé

c) Planchers mixtes :³⁰

✚ Un plancher en bois posé sur des poutres en acier :

Le plancher en bois reprend les efforts de compression et les poutres en acier reprennent les efforts de flexion, Ce type de plancher représente une simple superposition qui ne permet pas d'exploiter les avantages de la structures mixte



Figure 59 plancher mixte : plancher en bois, poutre en acier

✚ Les plancher mince (slim Floor) :

Le plancher mince est un plancher mixte composé de poutres en acier et d'éléments en bois lamellé-collé. Un degré encore supérieur de résistance est obtenu en coulant une dalle de béton sur les éléments en lamellé et en rendant les trois matériaux solidaires. Un tel dispositif ne réduit pas seulement les efforts de cisaillement au sein du plancher, mais en accroît aussi la résistance au feu et la sécurité parasismique

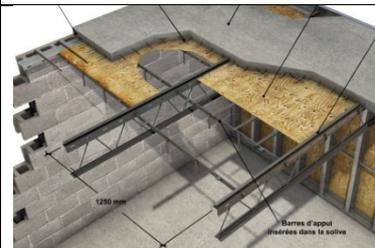


Figure 60 plancher mince

²⁸Revue SteelDoc Ibidem P 07

²⁹Revue SteelDoc Ibidem P 08

³⁰www.wolfsysteme.fr/structure-de-construction/acier-lamellé-collé consulté le 21 décembre 2016

5- Le système Home Up :

Home-up : Un système d'avenir:

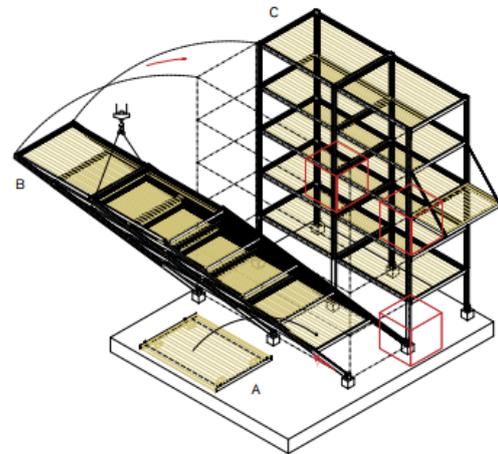
les réflexions relatives au cycle de vie des bâtiments ont résulté, pour la construction de logements, un système économique, flexible et facile à monter et démonter, combinant acier et bois.

L'objectif était d'assurer la réversibilité des interventions et leur compatibilité avec les structures existantes. Aussi ce système a été conçu aussi simple et léger que possible.

Le montage, effectué à l'aide d'une grue levant la structure en un seul mouvement, n'a duré que trois heures.

La structure ne pèse que 50 kg par mètre carré.

Ce système a récemment permis pour les zones à forte sismicité ³¹



Système home-up, isométrie

A: Élément de plancher monté au sol

B: Élément d'ossature monté au sol

C: Élément d'ossature dans sa position verticale définitive

1-5: Déroulement du montage des planchers

Figure 61 système home up

➤ Assemblage bois/acier :

Les barres bois sont usinées avec les jeux, chanfreins et entailles sur une poutrelle acier (IPE, HEA, U, L...) dont le profil est automatiquement identifié. Le raccord au profilé prend en compte tous les angles entre les pièces et permet donc d'assembler aussi facilement les solives. ³²

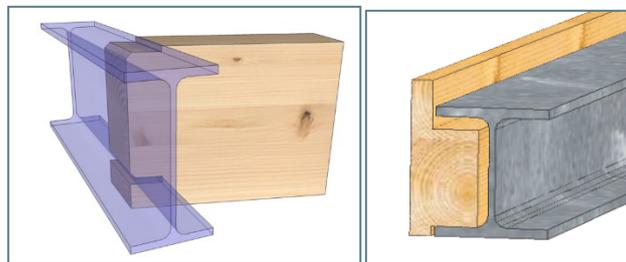


Figure 62 assemblage acier bois

³¹ Revue SteelDoc Ibidem P 9

³² Assemblage bois – bois et bois –métal , élaboré par FCBA et ACE , Ed CSTB , 2011

6- Avantages et inconvénients :

Avantages :

- Système constructif rapide.
- Système constructif sec, réduisant encore le délai de mise en œuvre.
- Les fonctions portantes, isolantes, d'étanchéité à l'eau, au vent et à l'air peuvent être rassemblées dans une seule et même épaisseur du mur.
- Possibilité de très grandes travées (type industriel).
- La durabilité, l'écologie et le recyclage
- La légèreté
- Domaine d'utilisation très varié
- Le bois et l'acier : deux matériaux qui, à priori, ont des propriétés tout à fait différentes. Par leur combinaison idéale ils présentent des points forts communs et gagnent de plus en plus d'importance.

Inconvénients :

- Assemblages des éléments difficiles et nécessite une main d'œuvre qualifiée
- La résistance au feu
- Ce type de structure nécessite un entretien périodique parce que le bois est soumis à des champignons et l'acier à la corrosion

7- Analyse des exemples :

Exemples	Centre de recherche scolaire, Taufkirchen an der ³³	Centre de visiteurs des chutes du Rhin, château de Lauren ³⁴
Illustration	 <p data-bbox="467 734 876 763"><i>Figure 63 centre de recherche solaire</i></p>	 <p data-bbox="932 734 1385 792"><i>Figure 64 centre de visiteur des chutes de Rhin</i></p>
Situation	Pram, Autriche	Lyon France
Fonction	Centre de recherche	Gare de TGV
Surface	5152 m²	1166 m²
Structure	Structure mixte hybride	Structure hybride
	<p data-bbox="443 1088 890 1458">Une structure mixte acier-bois Des planchers préfabriqués en panneaux de bois massif contre-collé. Ces plaques formant dalles jusqu'à 8 mètres de longueur sont ainsi prises dans l'épaisseur des profilés métalliques. Portée de 60m</p>	<p data-bbox="922 1088 1374 1498">Une combinaison entre l'acier et le bois, pour former de construction mixte la structure se compose d'une combinaison entre construction massive en bois et construction à éléments linéaires acier qui constitue ainsi le revêtement extérieur. Portée de 34m</p>
	 <p data-bbox="557 1787 788 1816"><i>Tableau 11 salle cour</i></p> <p data-bbox="454 1843 890 1872">Les planchers en bois et en acier</p>	 <p data-bbox="935 1787 1382 1845"><i>Tableau 12 l'intérieur du centre en bois et en acier</i></p>

³³ Revue SteelDoc Ibidem P 21

³⁴ Revue SteelDoc Ibidem P 36

Conclusion :

- En guise de conclusion de ce chapitre , nous pouvons dire que l'étude approfondie et les recherches sur les structures , les différents systèmes constructifs ainsi que les matériaux de construction qui sont au service de l'architecture et au service du domaine du bâtiment d'une manière générale nous a été bénéfique et productive sur le plan scientifique et technologique , elle nous a aidé à acquérir certaines connaissances qui nous ont permis à bien orienter notre choix structurel tout en s'appuyant sur les différents critères de choix de la structure .
- A cet effet nous avons opté pour une structure qui se présente sous forme d'une combinaison à la fois de plusieurs structures et plusieurs matériaux dans le but de répondre à toutes les exigences structurelles, fonctionnelles et esthétiques et qui est conforme aux exigences techniques de la nouvelle technologie.

Chapitre 02 : Approche urbaine

Introduction :

Dans ce chapitre nous essayerons de présenter l'état des lieux de la recherche scientifique d'une manière générale en Algérie, et la recherche scientifique au niveau de l'université de Tlemcen en particulier, tout en s'appuyant sur des données et des statistiques pour pouvoir déterminer le manque, dans une approche urbaine qui va s'intéresser à l'activité scientifique dans toutes ses dimensions.

Cette étude et analyse nous permettra par la suite de faire un choix adéquat d'un projet architectural sur lequel on va faire une application de la structure déjà choisit dans le chapitre précédent.

Ce projet doit répondre à des besoins bien spécifiques dans ce domaine.

1. Pédagogie et système d'enseignement en Algérie :

Définition de la pédagogie :

- C'est l'art d'enseigner ou les méthodes d'enseignement propres à une discipline, à une matière, à un ordre d'enseignement, à un établissement d'enseignement ou à une philosophie de l'éducation³⁵.
- Le sens étymologique du terme pédagogie (science qui a pour objet l'éducation des enfants) semble avoir été quelque peu oublié. L'usage a retenu son sens de méthode éducative, ce qui a donné lieu à des expressions du type pédagogie universitaire³⁶.
- La didactique porte sur les méthodes ou les pratiques d'enseignement tandis que la pédagogie porte sur l'éducation ou l'action éducative.

Définition de l'enseignement :

L'enseignement est l'action de transmettre des connaissances nouvelles ou des savoirs à un élève (instruire et endoctriner tout en respectant certaines règles). Il s'agit du système et de la méthode d'enseigner, composée par tout un ensemble de connaissances, de principes et d'idées transmis à quelqu'un. Au pluriel (« enseignements »), le terme désigne plutôt des choses morales : instructions, préceptes, leçons.

Le système éducatif en Algérie :

Le système éducatif algérien est divisé en plusieurs niveaux et paliers :

- Préparatoire,
- Fondamental (primaire, et moyen),
- Secondaire,
- Professionnel
- L'enseignement supérieur.
- Il faut prendre également en compte la formation continue qui est assurée par l'université de la formation continue.

³⁵ Grand dictionnaire terminologique de l'Office de la langue française

³⁶ Dictionnaire de français LAROUSSE

Système	Définition	Illustration
Éducation préparatoire :	Les réformes de l'Éducation nationale en 2008 ont précisé que l'éducation préscolaire prépare les enfants à l'accès à l'enseignement primaire, elle regroupe les différents stades de prise en charge socio-éducative des enfants.	 <p>Figure 65 classe préparatoire</p>
Enseignement fondamentale (primaire et moyen) :	L'enseignement fondamental est l'étape de scolarité obligatoire dont la durée est de neuf ans L'enseignement fondamental a pour objet de doter les élèves des outils d'apprentissage essentiels que sont la lecture l'écriture et le calcul, d'acquérir des compétences.	 <p>Figure 66 CEM Ibn khaldoune Tlemcen</p>
Enseignement professionnel	A la fin de la scolarité dans l'enseignement moyen et après un examen final ouvrant droit à l'obtention d'un diplôme appelé « brevet d'enseignement moyen », l'élève est admis automatiquement en 1re année secondaire ou vers l'enseignement professionnel qui est un enseignement technique qui permet d'acquérir des connaissances et des compétences dans un domaine professionnel.	 <p>Figure 67 Figure : centre national de formation professionnelle de gestion à Alger</p>
Enseignement secondaire :	L'enseignement secondaire est d'une durée de trois ans, il est dispensé dans des lycées, il a pour missions, de consolider et d'approfondir les connaissances acquises, de développer les méthodes et les capacités de travail personnel et de travail en équipe préparer les élèves à la poursuite d'études ou de formations supérieures.	 <p>Figure 68 Lycée Maliha hamidou à Tlemcen</p>
L'enseignement supérieur	L'enseignement supérieur regroupe l'ensemble des établissements qui dispensent un enseignement au-delà de la terminal, aux universités, aux institut universitaire, aux écoles préparatoires, aux écoles paramédicales, Etc.	 <p>Figure 69 université Abou bekr belkaid</p>

Tableau 13 système d'enseignement en Algérie

L'enseignement supérieur en Algérie :

1. Évolution du système d'enseignement supérieur en Algérie :

Le processus de construction du système d'enseignement supérieur Algérien est passé par quatre étapes essentielles depuis l'indépendance :

- **Étape 01** : période poste indépendance : cette étape consiste à jeter les bases de l'université nationale
- **Étape 02** : la mise en œuvre de la première réforme du système d'enseignement supérieur en 1971 appuyée et corrigée par la mise en place de carte universitaire 1982 actualisée en 1984
- **Étapes 03** : la consolidation et la rationalisation du système en conformité avec les bouleversements de la société et de l'économie Algériennes, elle est amorcée par la promulgation de la loi n°99-05 du 04 avril 1999 portant loi d'orientation sur l'enseignement supérieur
- **Étapes 04** : la mise en place du système universel LMD lancé en 2004.³⁷

2. La fondation de l'université nationale :

L'université d'Alger a été officiellement créée en 1909, trouvant ses origines dans l'École de médecine et de pharmacie dont la création remonte à 1859. En 1879 s'ajoutent respectivement, la Faculté des Sciences, celle des Lettres puis de Droit. En 1909, ces facultés sont regroupées avec d'autres instituts, pour donner naissance à l'Université d'Alger durant la période coloniale. Après l'indépendance, l'Algérie hérite d'une université organisée en facultés disciplinaires académiques, caractérisée par un cloisonnement rigide. Ainsi l'Université d'Alger comptait quatre facultés: la faculté de médecine, la faculté des sciences, la faculté des lettres et sciences humaines, la faculté de droit et des sciences économiques³⁸.

Au début de la reconstruction nationale, les quelques établissements d'enseignement supérieur étaient localisés dans la capitale.

³⁷Document : L'enseignement supérieur et la recherche scientifique en Algérie , 50 année au service du développement 1962-2012 page 23

³⁸ Ibidem page 23

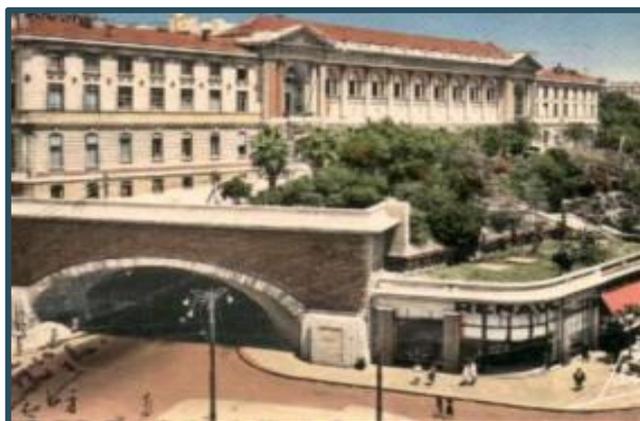


Figure 70 université nationale d'Alger

3. Trois grandes périodes dans le processus de réalisation de l'université algérienne: les premières grandes réalisations de l'Indépendance 1962 à 1980 :

L'Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumediene (USTHB, Bab Ezzouar, Alger) et de l'Université des Frères Mentouri de Constantine, par le Brésilien Oscar Niemeyer. Celui de l'Université des Sciences et de la Technologie Mohamed-Boudiaf à Oran (USTO), conçue par le Japonais Kenzo-Tange.; Après les universités d'Alger, de Constantine et d'Oran, ils ont érigé des centres universitaires, lesquels, au fur et à mesure de leur croissance, seront élevés au rang d'université.



Figure 71 les trois premières universités en Algérie

l'extension du réseau universitaire 1980 à 1998 ; Ce processus s'est consolidé par l'ajout durant cette nouvelle période des centres universitaires dotés de l'ensemble des moyens pour leur bon fonctionnement, c'est-à-dire les équipements pédagogiques et scientifiques, ainsi que les structures d'accompagnement des œuvres universitaires

la maturité 1999 à nos jours : Un double mouvement caractérise cette période. En effet, 19 nouveaux centres universitaires ont été érigés, et parallèlement, vingt-quatre autres ont

été promu au rang d'université de nouvelles universités sont nées . Créations d'écoles hors universités sous la dénomination « Ecoles Nationales Supérieures ».³⁹

4. Le réseau universitaire Algérien :

Le réseau universitaire algérien compte Cent treize (103) établissements d'enseignement supérieur répartis sur quarante huit wilayas (48), couvrant tout le territoire national. Ce réseau est constitué de :

- Cinquante (50) universités,
- Treize (13) centres universitaires,
- Dix-sept (17) écoles nationales supérieures et douze (12) écoles supérieures , Onze (11) écoles normales supérieures,
- Huit (08) classes préparatoires intégrées
- Deux (02) annexes.⁴⁰

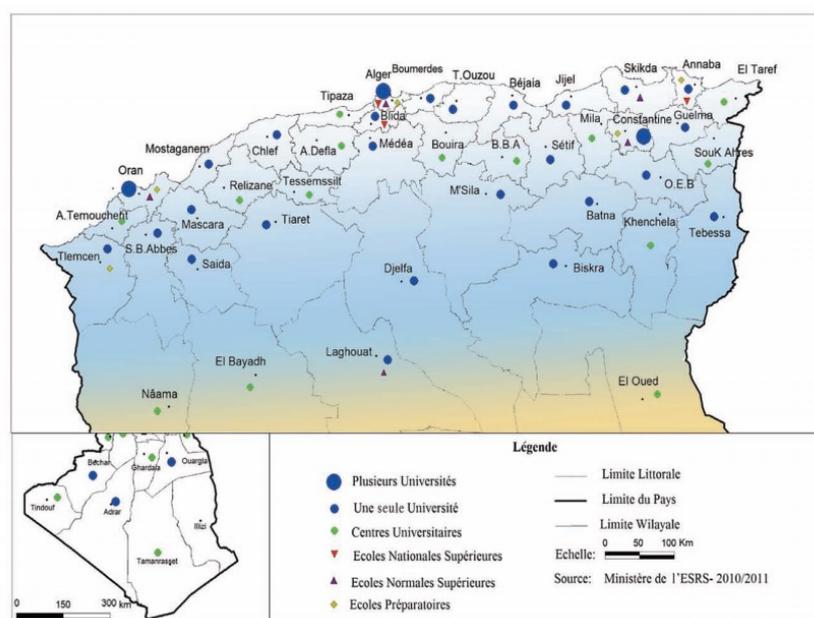


Figure 72 Répartition des établissements de l'enseignement supérieur(2012)

³⁹ L'enseignement supérieur et la recherche scientifique en Algérie . Ibidem , page 68

⁴⁰ Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Les universités en Algérie :

Région centre	Région est	Région ouest
1. Université de Bouira	1. Université de Jijel	1. Université de Bechar
2. Université de Djelfa	2. Université de Teoessa	2. Université de Mascara
3. Université de Ghardaia	3. Université de Bordj Bou Arreridj	3. Université de Saida
4. Université de Khemis Miliana	4. Université d'ElTari	4. Université de Tlemcen
5. Université Medea	5. Université de Khenchela	5. Université d'Adrar
6. Université des sciences et de la technologie d'Alger= Houari Boumediene	6. Université de Oum El Bouaghi	6. Université de Tiaret
7. Université de Béjaia	7. Université d'El Oued	7. Université Sidi BelAbbes
8. Université de Chlef	8. Université de SoukAhras	8. Université de Mostaganem
9. Université de Boumerdès	9. Université de Annaba	9. Université d'Oran ¹
10. Université de l'izi Ouzou	10. Université de Skikda	10. Université Mohamed Boudiaf des sciences et de la technologie d'Oran
11. Université de Laghouat	11. Université de Guelma	11. Université d'Oran 2
12. Université Blida 1	12. Université de Batna 1	
13. Université de Blida 2	13. Université de Biskra	
14. Université d'Alger 1	14. Université de M'sila	
15. Université d'Alger 2	15. Université de Ouargla	
16. Université d'Alger 3	16. Université des sciences islamiques de Constantine	
17. Université de la Formation Continue	17. Université de Setif 1	
	18. Université de Setif 2	
	19. Université de Constantine 1	
	20. Université de Constantine 2	
	21. Université de Constantine 3	
	22. Université de Batna 2	

Tableau 14 la répartition des universités en Algérie ⁴¹

Les centres universitaires :

Région centre	Région est	Région ouest
1. Centre universitaire de Tamanrasset	1. Centre Universitaire de Mila	1. Centre Universitaire de Tissemsilt
2. Centre universitaire de Tipaza	2. Centre Universitaire de Barika	2. Centre Universitaire de Aïn Témouchent
3. Centre Universitaire d'Illizi		3. Centre universitaire de Rélizane
4. Centre universitaire Aflou		Région Est
		4. Centre universitaire de Naama
		5. Centre universitaire d'El Bayadh
		6. Centre universitaire de Tindouf
		7. Centre universitaire de Maghnia

Tableau 15 la répartition des centres universitaires en Algérie ⁴²

⁴¹ Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

⁴² Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Les écoles supérieures :

Région centre	Région est	Région ouest
1. E. Nationale Polytechnique	1. Ecole nationale supérieure des mines et de la métallurgie	1. Ecole Nationale Polytechnique d'Oran
2. E, nationale supérieure d'hydraulique	2. Ecole Nationale Polytechnique de Constantine	2. Ecole Supérieure d'Informatique (Sidi Bel Abbas)
3. E. nationale supérieure des travaux publics	3. Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie de Constantine	3. Ecole Supérieure des Sciences Appliquées de Tlemcen
4. E. nationale supérieure vétérinaire	4. Ecole Supérieure des Sciences de Gestion de Annaba	4. Ecole Supérieure de Management de Tlemcen
5. Ecole Polytechnique d'architecture et d'Urbanisme	5. Ecole Supérieure des Technologies Industrielles de Annaba	5. Ecole Supérieure d'Economie d'Oran
6. E. nationale supérieure agronomique	6. Ecole Supérieure de Comptabilité et de Finance de Constantine	6. Ecole Supérieure en Génie Electrique et Energétique d'Oran
T. E. des hautes études commerciales		7. Ecole Supérieure Agronomique de Mostaganem
8. E nationale supérieure en informatique		
9. E. nationale supérieure en statistique et en économie appliquée		
10. E. Supérieure de Commerce		
11. E. nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement ou littoral		
12. E. nationale supérieure de management		
13. E. Nationale Supérieure de Technologie		
14. E. nationale supérieure de journalisme et des sciences de l'information		

Tableau 16 la répartition des écoles supérieures en Algérie⁴³

5. Infrastructures et équipements de recherches en Algérie :

La recherche scientifique en Algérie est régie par la Lois 08/05 du 27 février 2008 : portant loi d'orientation et de programme de la recherche scientifique et le développement technologique

la réalisation des grandes infrastructures de recherche, sans lesquelles il serait illusoire de parler d'une recherche scientifique viable.

Six (6) types d'infrastructures de recherche seront projetés et réalisés :

- Les blocs laboratoires,
- Les centres de recherche
- Unités de recherche,
- Les pôles scientifiques d'excellence au sein des Etablissements d'enseignement supérieur,
- Les installations scientifiques interuniversitaires,
- Les très grands Equipements
- Et les technopoles. ⁴⁴

⁴³ Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

⁴⁴ Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire n° 10 du 27 février 2008

Les centres de recherches :

1. Centre de Développement des énergies renouvelable Alger
2. Centre de Recherche sur l'information scientifique et Technique Alger
3. Centre de Développement des Technologies Avancées Alger
4. Centre de Recherche en Technologie Industriel - Alger
5. Centre de Recherche scientifique et Technique sur le Développement de la Langue Arabe Alger
6. Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le développement Alger
- T. Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'énergétique Alger
8. Centre de Recherche en Anthropologie Sociale et Culturelle -Oran
9. Centre de Recherche scientifique et Technique sur les Régions Arides Biskra
10. Centre de Recherche en Elio technologie Constantine
11. Centre de Recherche scientifique et Technique en Analyses Physico - Chimiques Tipaza
12. Centre National de Recherche dans les Sciences islamiques et de Civilisation – Laghouat
- 13- Centre National d' Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment Alger

Tableau 17 répartition des centres de recherches en Algérie⁴⁵

Les unités de recherches :

1. Unité de Recherche Neurosciences cognitives - Orthophonie – Phoniatrie (URNOP) - U. Alger 2
2. Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables (URMER) - U. Tlemcen
3. Unité de Recherche Sciences Sociales - U. Batna 1
4. Unité de recherche Matériaux émergents - U. Sétif 1
5. Unité de Recherche Développement des Ressources Humaines - U. Sétif 2
6. Unité de Recherche Modélisation et Optimisation des Systèmes - U. Bejaia
7. Unité de recherche Chimie de l'environnement et moléculaire structurale - U. Constantine 1
8. Unité de Recherche Valorisation des ressources naturelles, molécules bioactives et analyses physico-chimiques et biologiques - U. Constantine 1
9. Unité de Recherche Sciences des Matériaux et Applications - U. Constantine 1
10. Unité de Recherche Lithiases Urinaires et Biliaires (URALUB) - U. Mostaganem
11. Unité de Recherche Sciences Sociales et Santé (GRAS) - U. Oran 2
12. Unité de recherche Matériaux, procédés et environnement - U. Boumerdès

Tableau 18 répartition des unités de recherche en Algérie⁴⁶

Les agences de recherches :

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

Tableau 19 répartition des agences de recherches en Algérie⁴⁷

⁴⁵ Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

⁴⁶ Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

⁴⁷ Site officiel ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Les technopôles :

Les technopôles constituent des pôles d'activités qui regroupent sur un même site, la recherche (universités, centres) et l'industrie de haute technologie ⁴⁸

Technopole de Boughzoul :

Le parc technologique qui regroupera les centres de recherche à l'échelle nationale .

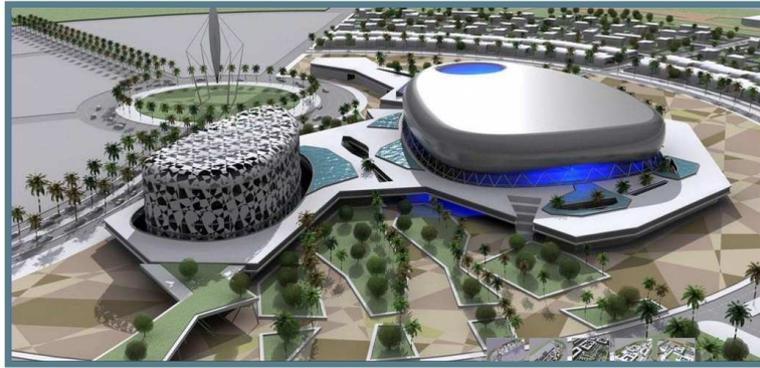


Figure 73 Le pôle de recherche scientifique et de développement technologique

Technopole de sidi Abdellah Cyber parc :



Figure 74 Technopole des sciences et de la télécommunication

⁴⁸ JORADP ibidem

6. Le statut du chercheur en Algérie :

Depuis l'indépendance de l'Algérie en 1962, le gouvernement n'a jamais cessé de développer le domaine de la recherche scientifique et le développement technologique. La prise de conscience de l'importance de la recherche dans le développement du pays était très présente dans tous les programmes du gouvernement. L'état a très bien réagi en instaurant une loi qui puisse gérer la recherche, le statut du chercheur permanent, de l'enseignant chercheur et des établissements de la recherche et de la formation. Le nombre croissant des centres de recherche à travers tout le territoire, le nombre important des laboratoires, les programmes nationaux de recherche (P.N.R), les projets de recherche au sein des universités (C.N.U.P.R.U) le nombre de chercheurs qu'abritent toutes ces institutions témoignent de l'intérêt que porte l'état algérien à la recherche comme pierre angulaire de tout développement du pays et dans les secteurs.

Le statut du chercheur permanent :

Pour bien gérer le domaine de la recherche, l'état algérien représenté par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ainsi que la direction générale de la recherche scientifique et du développement technologique œuvrent sans relâche pour bien gérer et la recherche scientifique et la formation supérieure. A cet effet nous nous référons au décret exécutif numéro 08.131 du 27 Rabie Ethani 1429 correspondant au 3 Mai 2008, portant statut particulier de chercheur permanent.

Le décret comportant un ensemble d'articles et de dispositifs qui » ont pour objet de préciser les dispositions particulières aux corps des chercheurs permanents, d'en fixer la nomenclature ainsi que les conditions d'accès aux divers grades correspondants. »

L'article 2 du décret, définit l'activité des chercheurs permanents, » qui sont régis par les dispositions du présent statut particulier exercent une activité de recherche scientifique et de développement technologique au sein des établissements publics à caractère scientifique et technologique. »

Les chercheurs permanents sont classés par corps selon la nomenclature définie dans l'article 35 du décret : » La nomenclature des corps des chercheurs permanents comprend les corps suivants :

- Le corps des chargés d'étude.
- Le corps des attachés de recherche.

- Le corps des chargés de recherche.
- Le corps des maitres de recherche.
- Le corps des directeurs de recherche.

Nous soulignons que le décret a très bien défini la fonction de chaque corps dans la trame de la recherche au sein des établissements et des institutions, soit de la recherche tout court comme c'est le cas des centres de recherche ou au sein des établissements de la formation supérieure comme le cas des universités.

Le statut de l'enseignant chercheur :

L'enseignant universitaire est un enseignant chercheur par excellence comme le stipule le décret numéro 08.130 du 27 Rabie Ethani 1429 correspondant au 3 Mai 2008, portant statut particulier de l'enseignant chercheur.

L'article 2 du décret définit l'activité des enseignants chercheurs « qui sont en position d'activité au sein des établissements publics, à caractère scientifique, culturel et professionnel et dans les établissements publics à caractère administratif assurent une mission de formation supérieure ; »

Les modalités de recrutement, de gestion, de titularisation, de promotion, d'avancement, d'évaluation, des droits et des devoirs ainsi que les dispositifs qui gèrent la carrière administrative de l'enseignant chercheur, sont bien définis dans les articles composant le décret.

L'article 28, relatif à la nomenclature a fixé les différents corps des enseignants chercheurs à savoir :

- Le corps des assistants.
- Le corps des maitres assistants.
- Le corps des maitres de conférences.
- Le corps des professeurs.

Chaque corps à sa mission et ses prérogatives administratives, pédagogiques et scientifiques.

Choix de la ville :

La ville est avant tout un milieu urbain où se concentre une forte population humaine et dont l'espace doit être aménagé pour faciliter et concentrer ces activités : habitat , commerce , industrie , enseignement , culture .etc. ⁴⁹ ,

C'est alors que la ville est le lieu privilégié qui accueille tout projet architectural et pour faire un choix adéquat d'un projet donné , il faut passer par une analyse urbaine de la ville concernée , connaître les atouts et les besoins .

Il faut que le projet architectural réponde à un besoin.

1- Présentation de la ville de Tlemcen :

Tlemcen , Tagrart , Agadir Pomaria , toute ces appellations qu'à connu cette ville à travers sa longue et profonde histoire témoignent de son importance géographique , historique , culturelle , scientifique , politique , artistique et religieuse de cette ville .

Une ville qui a été portée dans l'imaginaire scientifique par un grand nombre de savants qui ont trouvé dans son espace toute les conditions pour l'enseignement et la recherche



Figure 75 vue panoramique sur la ville de Tlemcen

2. Motivation du choix de la ville :

- ✚ Future métropole en 2025
- ✚ Tlemcen abrite une grande partie du patrimoine archéologique arabo-musulman (2/3)
- ✚ Tlemcen a été une capitale de la dynastie des Zianides et espace par excellence des savants
- ✚ À travers l'histoire de cette ville nous pouvons souligner le passage d'un grand nombre de savants et qui ont laissé des traces scientifiques importantes à savoir le maître de la sociologie universelle Ibnoukhaloun

⁴⁹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/ville> consulté le 21 décembre 2016

- ✚ La ville abrite l'une des grandes et importantes universités Algériennes
- ✚ Vue la capacité de sa composante en matière de la recherche et de la pédagogie Tlemcen peut être une ville universitaire par excellence
- ✚ Parmi les évènements scientifiques et culturels majeurs et qui peuvent témoigner de l'importance de cette ville , l'organisation de l'année de la culture islamique 2011 et dont Tlemcen a été la capitale

Analyse urbaine de la ville de Tlemcen :

1. Situation géographique :

La ville est située sur le littoral Nord-ouest du pays Avec une superficie de 9017,69 Km². Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger

La wilaya est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord
- La wilaya d'Ain Témouchent à l'Est
- La wilaya de Sidi Bel Abbas à l'Est- Sud –Est
- La wilaya de Naàma au Sud
- Le Maroc à l'Ouest. ⁵⁰



Figure 76 situation géographique de la ville de Tlemcen

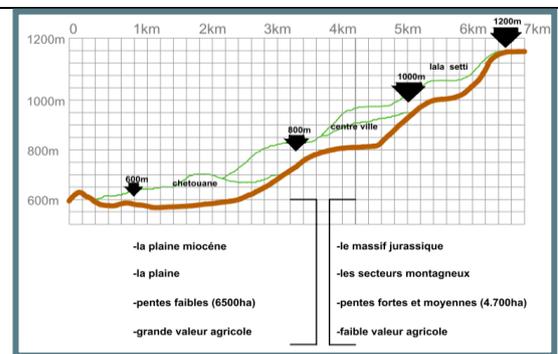
2. La topographie de la ville :

La ville de Tlemcen se développe sous forme de plusieurs palier

1^{er} palier : Chetouane 600 m d'altitude

2^{ème} palier : centre ville :800m d'altitude

3^{ème} palier : plateau de Lalla Setti à 1200 m d'altitude



3. Aperçu historique :

Tlemcen connue à travers les siècles comme espace par excellence de l'histoire , de la culture , de la civilisation et de la science .

Chaque période de son histoire témoigne d'un passage d'une dynastie ou d'une élite intellectuelle , nombreux sont les évènements historiques qu'a connu cette ville .

⁵⁰ <https://wikipedia.org/wiki/tlemcen> consulté le 21/11/2016

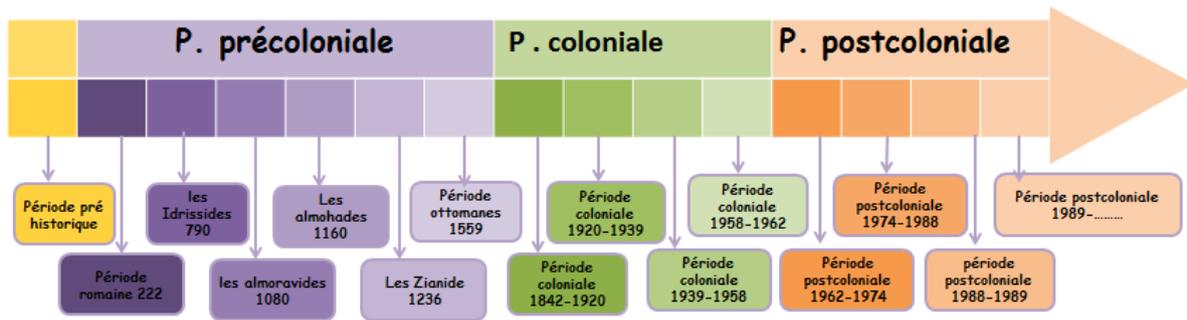


Figure 77 évolution historique de la ville de Tlemcen

Le sites archéologique de Tlemcen est un grand signe de sa grandeur historique et politique , nous pouvons citez à titre d'exemple :

Les grottes de Beni Add qui date de la préhistoire	Le palais d'el Mechouar qui date de la période des Zianides	Le minaret de Mansourah qui date de la période des mérinide	La grande mosquée qui date de la période des almoravide
			
Figure 78 les grottes de beni add	Figure 79 le palais d'El Mechouar	Figure 80 le minaret de Mansourah	Figure 81 la grande mosquée

4. Données climatique de la ville :

- Grand TLEMCCEN jouit d'un régime pluviométrique complexe influencé par le climat MEDITERRANEEN , caractérisé par : Une saison pluvieuse et Une saison sec
- La région de Tlemcen s'inscrit comme un flot arrosé au milieu des zones semi-arides de la Moulouya marocaine à l'ouest, de Sidi Bel Abbès et Mascara à l'est et d'El Aricha au sud.⁵¹

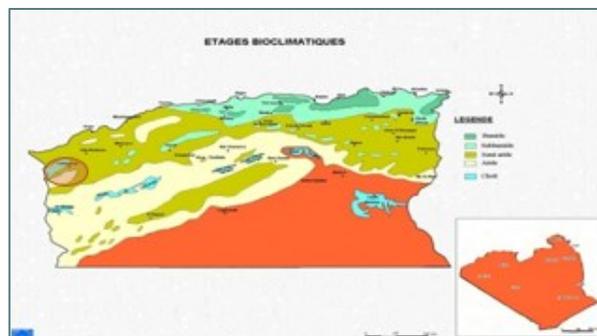
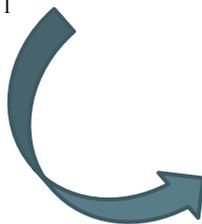


Figure 82 carte de données climatique de la région Nord de l'Algérie

⁵¹ <https://wikipedia.org/wiki/tlemcen> consulté le 21/11/2016

5. Aspect d’administratif de la wilaya :

Conformément à la dernière organisation territoriale du pays, la Wilaya de Tlemcen regroupe actuellement 20 Dairas et 53 Communes.

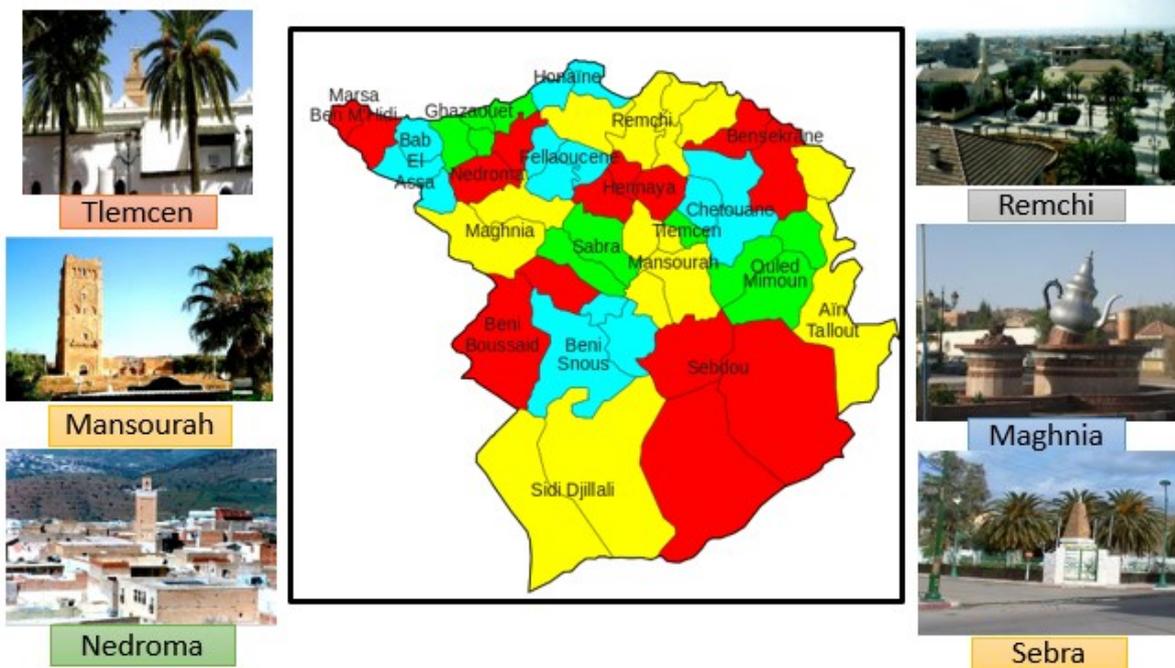


Figure 83 carte de découpage administratif de la ville de Tlemcen

6. La répartition de la population :

selon le recensement général de la population et de l’habitat de 2008 , la population de la commune de Tlemcen est évaluée à 140 158 habitants contre 96 028 en 1977

La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 26% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

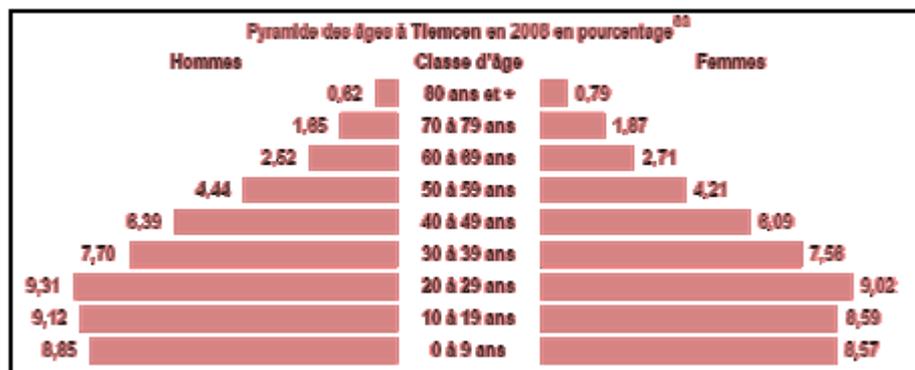


Figure 84pyramide des âges à Tlemcen en 2008⁵²

⁵² Office National des Statistiques ONS. 2008

7. Potentialités de la ville :

➤ Infrastructures de Transport :

<p>Le réseau routier : La Wilaya de Tlemcen gère 4 188 Km de routes se Répartissant comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 100 Km d'Autoroutes ➤ 764 Km de routes nationales ➤ 1 190 Km de chemins de Wilaya ➤ 2 134 Km de chemins communaux 	 <p><i>Figure 85 autoroute Est-Ouest</i></p>
<p>La gare routière : La gare routière situé dans le quartier d'Abou Tachfine au Nord de la ville , présente un grand pas en matière d'infrastructure de transport vue sa situation dans une zone stratégique qui donne directement accès sur la rocade nord de la ville de Tlemcen et sur l'autoroute</p>	
<p>Réseau ferroviaire : Un linéaire de 164 km dans la wilaya de Tlemcen avec quatre gares ferroviaires Tlemcen, Maghnia, Sabra, Ouled Mimoun</p>	 <p><i>Figure 86 chemin de fer Tlemcen</i></p>
<p>Le téléphérique : Le téléphérique relie le centre-ville au plateau de Lalla Setti situé à 800 mètres d'altitude.</p>	 <p><i>Figure 87 ligne de téléphérique Tlemcen</i></p>
<p>Réseau portuaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Port mixte (marchandises, voyageurs et pêche): Ghazaouet ➤ Abri de pêche : Honaine ➤ Projet d'abri de pêche : Marsa Ben Mhidi ➤ Projet du Port de Sidi Youchaa 	 <p><i>Figure 88 port de Ghazaouet</i></p>
<p>Réseau Aéroportuaire : La wilaya compte un aéroport de classe A (Réseaux international, national)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Piste principale ➤ Bretelle ➤ Parking : 	 <p><i>Figure 89 Aéroport Missali El Hadj Tlemcen</i></p>

Tableau 20 infrastructure de Transport à Tlemcen⁵³

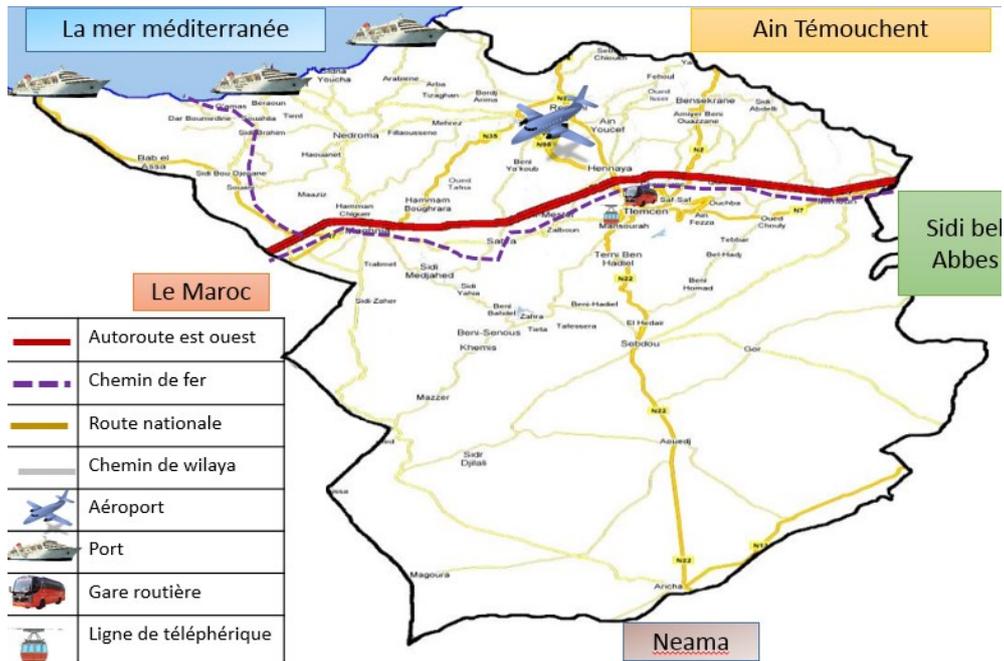


Figure 90 carte de répartition des infrastructures de transport de la wilaya de Tlemcen

➤ **Infrastructure sanitaire :**

Le secteur de la santé compte 04 Hôpitaux, 17 polycliniques et 262 salles de soins.



Figure 91 CHU Tlemcen service mère, enfant

➤ **L'agriculture :**

Tlemcen est, par excellence, une ville agricole tant par ses potentialités en matière de fertilité des terres que par les spéculations pratiquées



Figure 92 terrain agricole à Hennaya Tlemcen

➤ **Le tourisme :**

La wilaya de Tlemcen dispose d'un potentiel propice au tourisme de masse ; de par ses sites touristiques et, ses monuments historiques , Un très grand nombre de monuments classés



Figure 93 la grande mosquée de Tlemcen

⁵³ Direction des transports de la wilaya de Tlemcen

➤ **L'industrie :**

Un tissu industriel fort et valable

Présence des espaces industriels : zone industriel Ain

Defla et zone semi industriel Abou Tachfine



Figure 94 minoterie la Tafna Tlemcen

➤ **Éducation et formation :**

- La wilaya de Tlemcen possède 466 établissements primaires, 113 C.E.M et 47 lycées
- La Wilaya de Tlemcen dispose d'un organe infrastructurel très important réparti entre six (06) pôles universitaires avec une capacité de places de 35 375
- La formation professionnelle se chiffre à 30 établissements entre privés et publics (20 centre de formation, 02 INSNP, 08privés) qui offrent une capacité totale de 6 266 places.



Figure 95 le nouveau pole universitaire de Tlemcen

L'enseignement supérieur à Tlemcen :

1. Aperçu historique :

Sur la période 1974 -1980 l'enseignement supérieur est assuré au sein d'un centre universitaire qui regroupe à l'origine les seuls tronc communs des sciences exactes et de la biologie ; il s'est graduellement étendu à de nouvelles filières. L'Université Abou Bekr Belkaid est créée par un décret de 1989 , modifié et complété par les décrets de 1995 et 1998 Elle se compose de huit facultés réparties autour de pôles principaux, notamment l'Imama et Chetouane, centre-ville , nouveau pôle , Kiffane et l'annexe de Maghnia ⁵⁴

⁵⁴ Site officiel université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

2. L'université de Tlemcen :

C'est une université pluridisciplinaire, elle se compose actuellement de 8 facultés et d'une annexe réparties sur 6 pôles ou zones géographiques d'une capacité de 35 375 Places pédagogiques ⁵⁵

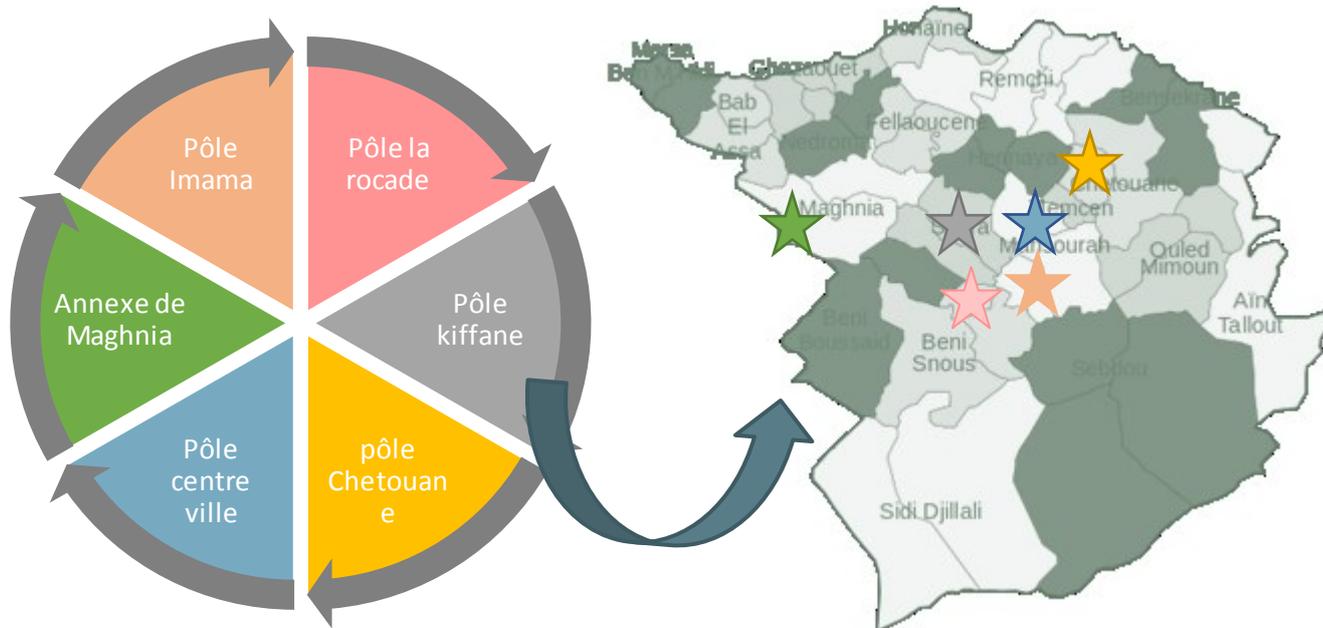


Figure 96 carte de répartition des pôles universitaire à Tlemcen

Les 8 facultés :

- Faculté de droit
- Faculté des lettres et des langues
- Faculté de sciences sociales et humaines
- Faculté de médecine
- Faculté des sciences
- Faculté des sciences de la nature et de la vie, de la terre et de l'univers
- Faculté des sciences économiques et de sciences de gestion et commerciales
- Faculté de technologie

⁵⁵ Fiche descriptive université Abou Bekr Belkaid Tlemcen 2014/2015

Pôle universitaire	Situation	Capacité	Description	Départements	Programme
Pôle Chetouane  Figure 97 département d'architecture Tlemcen	Le pôle est situé à la commune de Chetouane, à environ 5 km au nord-est du centre-ville de Tlemcen	7508 places pédagogiques	Le pôle de Chetouane abrite : <ul style="list-style-type: none"> ➤ La faculté des technologies ➤ La faculté des sciences ➤ L'institut panafricain ➤ Laboratoire de recherches 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Département d'architecture ➤ Département de génie civil ➤ Département de génie mécanique ➤ Département de génie biomédicale 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 7 amphithéâtre ➤ 2 salles de conférence ➤ 8 laboratoires ➤ 12 ateliers ➤ 70 Des salles de cour ➤ 48 salles d'informatique ➤ Un centre de calcul et de téléenseignement ➤ Des salles de projection ➤ Bibliothèque avec salle de lecture
Pôle centre ville  Figure 98 faculté de médecine Tlemcen	Ce pôle est situé au centre-ville de Tlemcen sur le site de l'ex caserne Miloud	3282 places pédagogiques	Le pôle du centre-ville abrite : La faculté des sciences médicales (chirurgie dentaire, pharmacie et médecine)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Département de médecine ➤ Département de pharmacie ➤ Département de chirurgie dentaire 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 7 amphithéâtres ➤ Un auditorium ➤ 38 salle de cours ➤ 38 laboratoire ➤ 4salle d'informatique ➤ Bibliothèque avec salle de lecture
Pôle Imama  Figure 99 bibliothèque centrale université de Tlemcen	Ce pôle est situé à la commune de Mansourah	9740 places pédagogiques	Le Pôle Imama regroupe <ul style="list-style-type: none"> ➤ La faculté des sciences économiques et sciences de la gestion ; de droit et des sciences politiques. ➤ L'ex- site de Biomédical est consacré aujourd'hui à l'école préparatoire des sciences commerciales et de gestion 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Département des sciences politiques ➤ Département de droit ➤ Département des sciences économique 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 11 amphithéâtres ➤ Une salle de conférence ➤ 63 salles de cours ➤ 7 salles d'informatique ➤ 2Une bibliothèque avec salle de lecture ➤ Espace internet ➤ La bibliothèque centrale de l'université
Pôle la rocade  Figure 100 pôle la rocade université de Tlemcen	Ce pôle est situé à la commune de Mansourah	15000 places pédagogique	Le pôle regroupe : <ul style="list-style-type: none"> ➤ La faculté des sciences de la nature et de la vie ➤ Faculté des lettres et des langues ➤ Faculté des sciences sociales et humaine ➤ Faculté des sciences 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Département de géologie ➤ Département de biologie ➤ Département de physique ➤ Département de chimie ➤ Département d'anglais ➤ Département de français ➤ Département d'espagnol ➤ Département des langues et lettres arabes ➤ Département de sociologie ➤ Département de philosophie ➤ Département de psychologie ➤ Département d'archéologie 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 43 amphithéâtre ➤ 4 salles de conférences ➤ 224 salles de cours ➤ 25 salles d'informatiques ➤ 5 bibliothèques avec salle de lecture ➤ 113 laboratoires ➤ 52 ateliers
Pôle kiffane	Ce pôle est situé au quartier Kifane Tlemcen	1200 places pédagogiques	le pôle de Kiffane , une ancienne infrastructure du ministère de l'habitat Qui est actuellement annexé à la faculté de technologie institut des sciences et des techniques appliquée	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Institut des sciences et des techniques appliquée 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amphithéâtre ➤ Salle de conférences ➤ Salle de cour ➤ Des ateliers ➤ Des laboratoires ➤ Une bibliothèque

Tableau 21 la répartition des différents pôles universitaires à Tlemcen ⁵⁶⁵⁶ Direction du développement et de la prospective / sous-direction de la prospective et de la planification – université de Tlemcen -

3. La recherche scientifique à Tlemcen :

4 centres de recherches :

- Science et génie des matériaux
- Santé et aide au diagnostic
- Toxicologie et médicaments
- Maison des sciences de l'homme
- Plateaux techniques et plateformes technologiques
- Unités de recherche énergie renouvelables
- Unité de recherche en sciences sociales ⁵⁷

Conclusion :

- Après la présentation et l'analyse du paysage de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique en Algérie et dans la ville de Tlemcen, nous avons constaté que Tlemcen est une ville qui peut être considérée comme ville universitaire vue la grandeur scientifique de son tissu universitaire et scientifique. Elle constitue un espace fertile qui peut abriter un équipement destiné à la recherche scientifique
- L'état des lieux en matière de recherche nous a démontré le manque flagrant des espaces destinée à la recherche scientifique dans le secteur de bâtiment spécialisé pour la recherche dans toutes ses dimensions et avec toutes ses composantes (humaine, matériel et technique)
- Ce qui nous pousse à dire que le projet choisit serait un : un centre de recherche en Technologie du bâtiment

Qu'est-ce que la technologie du bâtiment, en quoi consiste et quelles sont les domaines qu'elle touche ?

Dans le chapitre suivant nous allons essayer d'expliquer cette notion avec les différents volets qui la constituent

⁵⁷ Fiche descriptive université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

Chapitre 03 : Approche thématique

Si en architecture l'analyse constitue la lecture et la projection, le thème en seraient le langage d'expression codifiée mais suffisamment claire pour établir la communication

O.M. UNGERS

Introduction :

Ce chapitre est consacré à une approche thématique, qui portera sur la définition des termes et des concepts ainsi que les techniques liés au thème pour ensuite passer à l'analyse des exemples qui est nécessaire pour la conception de tout projet architectural et qui permet d'établir un programme comportant les différentes fonctionnalités et technologies utilisées dans le monde du bâtiment d'aujourd'hui .

Définitions :

1. La recherche scientifique :

La recherche scientifique est en premier lieu, l'ensemble des actions entreprises en vue de produire et développer les connaissances scientifiques⁵⁸.

2. Les universités :

Une université est une institution d'enseignement supérieur, d'étude et de recherche, constituée par la réunion de divers établissements nommés suivant les traditions "collèges" ou "facultés", "instituts", "départements", "centres", "sections", "unités" ou écoles spécifiques, formant un ensemble administratif cohérent avec un statut de droit défini, public, privé ou éventuellement mixte. Sous cette égide légale et administrative sont ainsi rassemblées la production (recherche), la conservation (publications et bibliothèques) et la transmission (études supérieures) de différents champs choisis d'études et de connaissance.⁵⁹

3. Les technopoles :

Les technopôles constituent des pôles d'activités qui regroupent sur un même site, la recherche (universités, centres) et l'industrie de haute technologie.⁶⁰

4. Centre de recherche :

Définition 01 :

Un CENTRE de recherche est un lieu privilégié de développement de la recherche jouissant d'une certaine stabilité. Son rôle consiste pour l'essentiel à consolider des ressources humaines autour d'une thématique bien définie, généralement multidisciplinaire, et à coordonner les activités de plusieurs chercheurs ou équipes de chercheurs, soit par le regroupement physique d'infrastructures existantes (locaux, équipements et matériels, personnel de soutien technique et administratif, ressources financières), soit par la création d'infrastructures nouvelles.

Définition 01 :

Un centre de recherche est une structure sociale constituée donnant un cadre de travail aux chercheurs. Il peut être affilié à une université ou à un organisme de recherche scientifique, Ce terme est employé sans impliquer nécessairement que des travaux de laboratoire y soient menés (il existe par exemple des centres de recherche en mathématiques, en linguistique ou en sciences sociales).

⁵⁸ http://fr.wikipedia.org/wiki/recherche_scientifique consulté le 16 décembre 2016

⁵⁹ <http://fr.wikipedia.org/wiki/université> consulté le 01 novembre 2016

⁶⁰ Journal officiel

Selon les pays et les organismes, un laboratoire peut aussi être dénommé centre, département, laboratoire ou unité de recherche et peut désigner des structures plus ou moins grandes.

La technologie dans le bâtiment :

- ✚ La technologie numérique dans le bâtiment.
- ✚ L'intelligence du bâtiment.
- ✚ La technologie des matériaux de construction.
- ✚ La technologie des structures.
- ✚ Les énergies renouvelables.

1. La technologie numérique du bâtiment :

- L'impact des technologies numériques sur le domaine du bâtiment avec toute ses dimensions architecture, construction, ingénierie ... constituent un dispositif de plus en plus efficace pour planifier et contrôler la construction des édifices, il s'agit d'une mutation radicale dans ce domaine.⁶¹
- Les logiciels Autocad, Archicad , Révit , Sketchup , Photoshop.... , entre autres, permettent de préparer des plans et devis, des images 3D hyper réalistes ou un croquis rapide. Ces logiciels ont remplacé la table à dessin. Il va de soi qu'avec l'aide de cette technologie une grande performance facilite la réalisation de projets de grandes complexité de façon plus rapide. Aussi les logiciels BIM qui permettent de dessiner en plan, élévation et 3D en même temps. Ceux-ci peuvent être raccordés à des bases de données et facilitent une fois le projet réalisé, la gestion d'un immeuble.

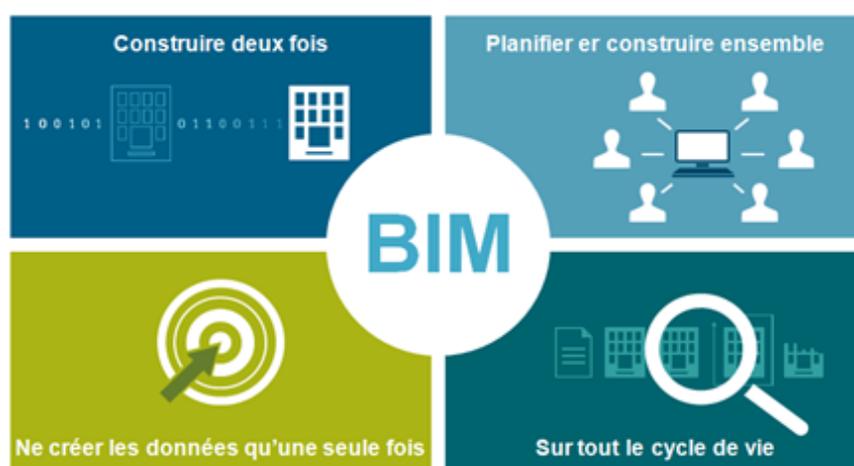


Figure 101 système numérique BIM

⁶¹ www.industrie-techno.com/le-batiment-fait-sa-revolution-numerique consulté le 01 novembre 2016

2. L'intelligence du bâtiment :

Le domaine du Bâtiment Intelligent concerne toute forme d'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité des bâtis et la qualité de vie de leurs occupants : gestion de l'énergie, maintenance, nettoyage, sécurité, santé, autonomie des personnes âgées ou handicapées, vie de la famille, loisirs, activités professionnelles, logistique et bien d'autres exemples.

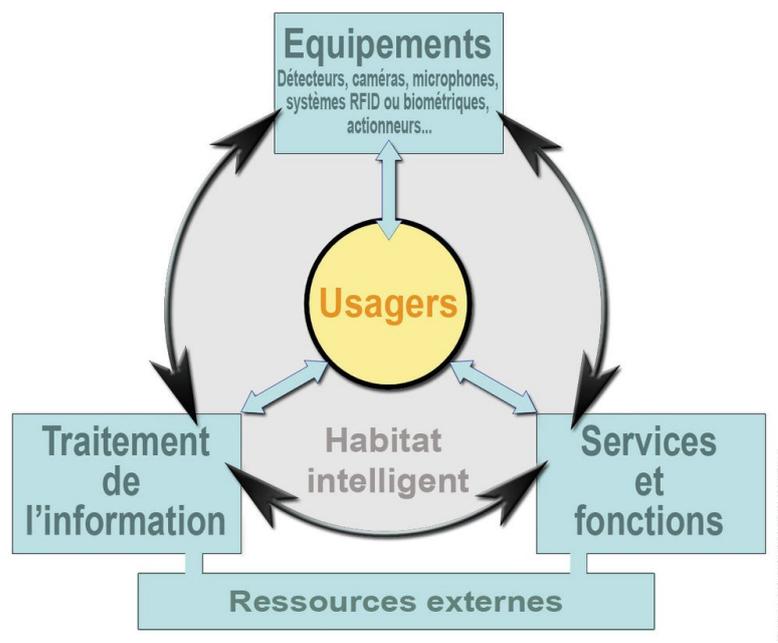


Figure 102 le système de fonctionnement des bâtiments intelligents

La domotique :

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise (chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.). La domotique vise à apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort (gestion d'énergie, optimisation de l'éclairage et du chauffage), de sécurité (alarme) et de communication (commandes à distance, signaux visuels ou sonores, etc.) que l'on peut retrouver dans les maisons, les hôtels, les lieux publics, etc.⁶²

⁶²<https://fr.wikipedia.org/wiki/domotique> consulté le 01 novembre 2016

Domaine d'utilisation :

- ✚ Sécurité (protection des personnes et des biens).
- ✚ La santé.
- ✚ Le nettoyage.
- ✚ La maintenance.
- ✚ La logistique.
- ✚ Les loisirs.
- ✚ La communication.
- ✚ La gestion d'énergie.
- ✚ La vie de la famille.
- ✚ Les bâtiments de commerce.
- ✚ Les bureaux intelligents.
- ✚ L'autonomie des personnes fragiles et les handicapés.⁶³

Gestion de l'énergie :

Un service de gestion d'énergie aura comme objectif d'assurer une utilisation efficace de l'énergie dédiée à la qualité de l'environnement interne et externe du bâtiment. La qualité de l'environnement peut inclure le réglage de la température, le contrôle de la lumière, la circulation d'air, et même l'environnement sonore aussi de détecter la présence humaine, animale ou celle d'autres dispositifs.

L'habitat intelligent :

une Maison Intelligente (Smart Home) comme une résidence équipée de technologie informatique qui anticipe et répond aux besoins de ses occupants en essayant de promouvoir leur confort, leur bien-être, leur sécurité, et leur détente grâce à la gestion de la technologie à l'intérieur de la maison et les connexions avec le monde extérieur.

Le service-média permet d'assurer la communication et le loisir. Ce peut être un service de présence qui affiche une représentation simplissime de l'activité d'un proche qui vit à distance. Ce peut être un système d'immersion acoustique qui s'adapte aux déplacements des occupants. Ce peut être également un service de vidéo-téléphonie sensible au contexte et capable de déterminer quand, et par qui, nous pouvons être contactés.

⁶³ <https://fr.wikipedia.org/wiki/domotique> consulté le 01 novembre 2016



Figure 103 système de fonctionnement d'une maison intelligente

Bâtiment de commerce intelligent :

- Les applications de l'informatique ambiante au commerce peuvent inclure l'assistance aux clients, la gestion des stocks, du personnel et des processus commerciaux. Pour l'assistance au client, l'objectif est semblable à la collecte passive de données pratiquée actuellement dans le commerce électronique. Un système de surveillance est utilisé pour détecter et suivre chaque client dès son arrivée.
- Dès qu'un produit est sélectionné par un client, son remplacement peut être programmé dans la gestion du stock. La collecte sur toutes les opérations commerciales permet d'évaluer l'efficacité de l'organisation spatiale du lieu commercial (le floorplan), ainsi que l'efficacité des publicités et points de vente.

Bureau Intelligent (Smart Office) :

- Les applications de bureautique concernent les outils pour améliorer l'efficacité du travail individuel, le travail en groupe et la gestion de l'entreprise.
- Pour le travail individuel, il devient possible de collecter un carnet d'activités et faciliter la gestion de ses tâches.
- Pour les groupes, l'informatique ambiante peut offrir des outils de collaboration en présentiel et à distance, garder trace des activités, produire automatiquement un relevé des décisions de réunion.
- En gestion d'entreprise, la collecte d'information peut être exploitée pour modéliser le flux du travail afin d'optimiser son organisation et son rendement. L'autonomie des personnes âgées, handicapées ou fragiles.

Exemple de bâtiments intelligents :

Exemple	Le premier bâtiment intelligent smart building français ⁶⁴	La ville intelligente de Montréal : ⁶⁵
Illustration	 <p>Figure 104 le bâtiment smart building</p>	 <p>Figure 105 ville intelligente de Montréal</p>
Situation	Aubervilliers France	Montréal
Techniques	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chaque appartement est pilotable à distance via smartphone. ➤ Tous les appartements sont dotés d'un coffret de communication rassemblant dans la gaine technique l'ensemble des connexions réseau ce qui permet de gérer à partir d'un seul endroit les branchements de tous les appareils. ➤ tableau de bord affiche la consommation énergétique détaillée du logement et offre ainsi la possibilité aux occupants de maîtriser leur consommation au plus juste. C'est la solution idéale pour réaliser des économies d'énergie. ➤ L'immeuble dispose d'une station météo mutualisée informant des conditions climatiques (température extérieure, vitesse du vent, pluie et luminosité). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La Ville de Montréal a présenté son Plan d'action Montréal, ville intelligente et numérique 2015-2017 qui vise à positionner la métropole comme un chef de file mondialement reconnu parmi les villes intelligentes. Ce projet présente 70 projets : tours d'habitation intelligente , laboratoire intelligent (la création du 1er laboratoire à ciel ouvert qui permet de tester sur terrain) , commerce intelligent , ➤ Cette intelligence est traduite par Wi-Fi public Réseau très grande vitesse, multiservices Créneau économique ville intelligente Mobilité intelligente : mettre en place des systèmes de transport intelligents, intermodaux et intégrés ...

Tableau 22 exemples de bâtiments intelligents

⁶⁴<http://www.hager.fr/professionnels/produits/temoignages/chantiers-referencs/1er-batiment-intelligent-francais> consulté le 05 novembre 2016

⁶⁵<http://jbourbonnais.org/?s=ville+intelligente+et+numerique> consulté le 05 novembre 2016

3. La technologie des matériaux de construction :

Chaque année apporte son lot de nouveautés et d'améliorations dans le secteur du bâtiment. Nouveaux produits, nouveaux matériaux, et nouvelles techniques.

Les matériaux intelligents :

- Les matériaux intelligents sont des matériaux qui sont différents aux matériaux traditionnels (bois, cuir, laine, aussi des matériaux plastique et composite, se sont sensible, adaptatif et évolutif. Ils possèdent des fonctions qui lui permettent de se comporter comme un capteur (détecter des signaux), un actionneur (effectuer une action sur son environnement) ou parfois comme un processeur (traiter, comparer, stocker des informations).
- Ce matériau est capable de modifier spontanément ses propriétés physiques, (forme, connectivité, viscoélasticité ou couleur), en réponse à des excitations naturelles ou provoquées venant de l'extérieur ou de l'intérieur du matériau.

On distingue 3 types de matériaux intelligents :

- ✚ Les alliages à mémoire de forme.
- ✚ les matériaux piézo-électriques.
- ✚ magnétoscriptifs ou électrorhéologiques. ⁶⁶

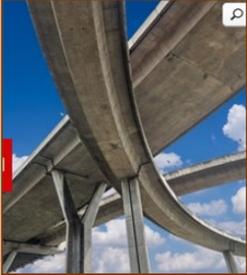
Des exemples en sont donnés dans le domaine du bâtiment. Mais déjà, de nouveaux matériaux intelligents sortent des laboratoires.

On crée notamment des polymères conducteurs et semiconducteurs, des textiles intelligents, des membranes sélectives ou des peaux artificielles.

Parmi les nouveaux matériaux du à la nouvelle technologie des matériaux de construction on peut citer :

Matériaux	Définition	Illustration
Des briques en papier	De véritable briques à partir d'un mélange de ciment et de cellulose provenant de papier et de carton recyclé, caractérisé par : Excellent isolant acoustique. Résistant aux moisissure et au feu. Écologique.	

⁶⁶ Mémoire de magistère : CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES STRUCTURES INTELLIGENTES, Benzina Fatima, université de tlemcen, page 15

<p>Un béton qui devient translucide</p>	<p>Ce sont des blocs de bétons qui possèdent les mêmes qualités mécaniques qu'un béton classique , et qui laissent passer la lumière grâce à des fibres optiques insérées à l'intérieur du béton , caractérisés par : La transparence. L'esthétique.</p>	
<p>Un revêtement régulateur de chaleur</p>	<p>C'est un matériau à changement de phase , il évolue en fonction de la température , ce qui permet de réguler la chaleur , il peut être utilisé pour les murs ou les plafonds. Régulateur de chaleur. Durable.</p>	
<p>Une membrane respirante et étanche à la fois</p>	<p>Le stamisol est une paroi d'une longévité « exceptionnelle » elle résiste à la forte exposition aux rayons UV et parfaitement étanche, elle permet d'évacuer l'humidité intérieure du bâtiment , évite les risques de condensation et de moisissure.</p>	
<p>Un béton Quasi éternel</p>	<p>Un béton résistant à l'eau et aux fissures pendant au moins 120 ans , sa structure particulière lui permet de supporter une compression 4 fois supérieure à celle du béton armé et une ductilité 200 fois supérieures.</p>	
<p>Un aérogel de silice ultra isolant</p>	<p>Le Nanogel luimra est l'un des isolants les plus efficaces au monde , il est transparent et stable au UV , c'est un isolant thermique exceptionnel 3 à 6 fois meilleurs que les matériaux classiques aussi un excellent isolant acoustique idéale pour les appartements , les bureaux et les hôpitaux.</p>	
<p>Un plâtre antichoc et antipollution</p>	<p>Le placo impact activ'air est 4 fois plus résistant qu'une plaque de plâtre standard , il possède des vertus dépolluantes , il réduit aussi le bruit de 50 % et possède une très haute résistance aux chocs.</p>	

<p>Un isolant en champignon</p>	<p>Un nouveau matériaux 100% écologique à base de microchampignon composite qui tisse un bloc compact léger et biodégradable, pour remplacer les isolants de types polystyrène expansées</p> <p>Caractéristiques : Écologique, recyclable, isolant, léger, anti allergénique.</p>	
<p>Le bois renforcé naturellement :</p>	<p>Un traitement du bois par haute température, améliore sa durabilité et sa stabilité, il est 30à 50 % moins sensible à l'humidité et à la moisissure et limite les attaques d'insectes.</p> <p>Caractéristique : Écologique. Anti moisissures.</p>	
<p>Un carrelage écologique</p>	<p>Léger, flexible et écologique : il est fabriqué à base d'un mélange d'époxy d'huile de lin , de fibre naturelles et de cébite.</p> <p>Il peut être découpé en n'importe quelle forme et même devenir lumineux.</p> <p>Il peut être installé partout.</p> <p>Caractéristiques : Biocompatible. Esthétique. Souple.</p>	

Tableau 23 tableau des nouveaux matériaux innovants⁶⁷

⁶⁷ <http://www.journaldunet.com-materiaux-innovants> consulté le 05 novembre 2016

Exemples utilisant les nouveaux matériaux :

Exemples 01 : Le nouveau gymnase universitaire de Belfort ⁶⁸:



- Un bâtiment qui déploie ses courbes élégantes et ses reflets translucides le paysage environnant.
- Le jeu de lumière de ses parois semi-transparentes en béton translucide qui changent au gré du ciel et des heures de la journée pour s'illuminer de l'intérieur la nuit.

Exemples 02 : Immeuble d'habitation à façade autonettoyante à Berlin⁶⁹ :



A Berlin, l'architecte David Libeskind a utilisé un revêtement aux performances étonnantes qui permet à son bâtiment de purifier l'air en éliminant ses polluants et de rester propre grâce à ses capacités autonettoyantes, grâce à La céramique bioactive, qui élimine certains polluants de l'air et reste propre en décomposant les impuretés qui se sont déposées sur la surface des carreaux, elles-mêmes éliminées par l'action des eaux de pluie.

Exemple 03 : Un restaurant à Membrane Stamisol pour façade bois ajourée



La membrane permet :

Une durée de vie très importante.

Résiste aux efforts de vent extrême (membrane et assemblages).

Protège durablement la paroi contre les pénétrations d'eau et de vent.

Hautement imper- respirante : elle évite les risques de condensation et évacue avec efficacité l'humidité vers l'extérieur.

plus-value esthétique : elle crée contraste et profondeur,

Tableau 24 tableau des exemples utilisant les nouveaux matériaux

⁶⁸ <http://www.pays-airurbaine.com/fr/actualites-aire-urbaine/le-phare-gymnase-belfort.html>

⁶⁹ <http://www.maisonapart.com/ /les-facades-purifiantes-et-autonettoyantes->

4. La technologie des structures :

Les structures intelligentes :

Les structures intelligentes (structures contrôlées) sont des structures adaptatives en ce sens qu'elles sont sensibles (dotées de capteurs) mais aussi réactives à leur environnement (dotées d'actionneurs). Les capteurs et les actionneurs sont reliés entre eux par une boucle de commande régulée selon une loi de contrôle.

L'ensemble forme ainsi une structure capable de surveiller son environnement et de s'autocontrôler de manière à s'adapter à toutes modifications des grandeurs détectées. Les techniques de contrôle des structures permettent la suppression des vibrations et le contrôle de la déformation des structures, pour cette raison elles ont obtenu une grande importance ces dernières années. ⁷⁰

On distingue quatre techniques de contrôle : passif, actif, semi-actif et hybride.

Exemple de structure intelligente :

Immeuble de bureaux Egg à Mumbai



Cette exemple présente les solution de hautes technologie apportée aux structure à travers des idée novatrices pour la vie intelligente, ce bâtiment combine l'architecture emblématique , la conception de l'environnement , les système intelligents , l'immeuble intégré la conception solaire photovoltaïque Un jardin surélevé pour modérer la températures, Les éoliennes, Le recyclage de l'eau. L'accent mis sur la santé et le bien - être, les utilisateurs peuvent personnaliser leurs vues avec paysages virtuels en temps réel.et les modifier. La structure du bâtiment est auto contrôlable.

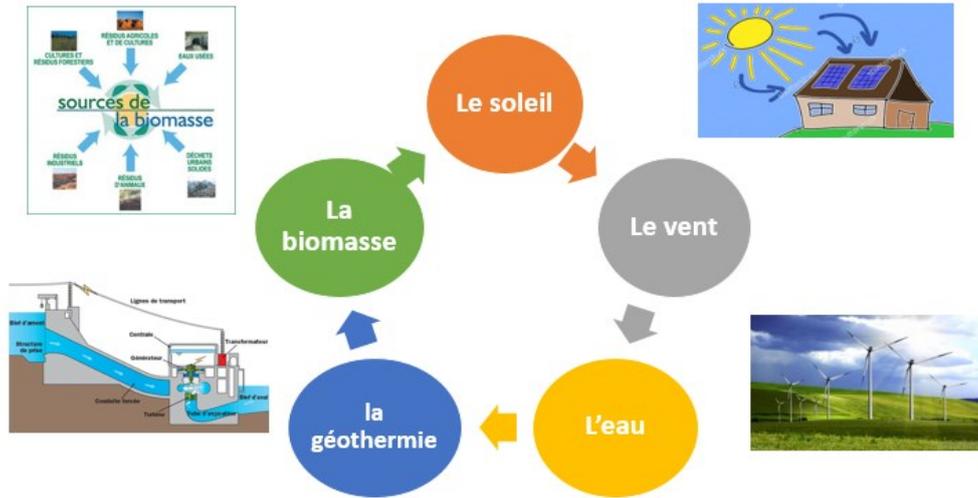
Tableau 25 tableau d'exemple utilisant la structure intelligente

⁷⁰ Mémoire de magistère : CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES STRUCTURES INTELLIGENTES
ibidem page 2

5. Le développement durable dans le bâtiment :

Les énergies renouvelables :

Il existe plusieurs types d'énergies alternatives à celle basée sur les énergies fossiles ou le charbon. Les sources d'énergies sont l'hydraulique, l'éolien, le solaire, la géothermie et la biomasse (bois, biogaz, déchets de l'agriculture).



Système	Illustration
<p>Le soleil :</p> <p>Le solaire photovoltaïque</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou recouverts d'une mince couche métallique. Ces matériaux photosensibles libèrent leurs électrons sous l'influence d'une énergie extérieure. ➤ L'électricité produite est disponible sous forme d'électricité directe ou stockée en batteries (énergie électrique décentralisée) ou en électricité injectée dans le réseau. ➤ Avec le photovoltaïque, le bâtiment n'est plus simplement un lieu de consommation énergétique. Il devient un poste de production décentralisé. 	

Le solaire thermique :

Les rayons du soleil, piégés par des capteurs thermiques vitrés, transmettent leur énergie à des absorbeurs métalliques - lesquels réchauffent un réseau de tuyaux de cuivre où circule un fluide caloporteur.

De nombreuses expériences ont démontré l'intérêt du solaire thermique dans l'hôtellerie, les établissements de santé et les immeubles collectifs, grands consommateurs d'eau chaude sanitaire et de chauffage.

**Le vent :**

Comme les moulins à vent du passé, les éoliennes génèrent des forces mécaniques ou électriques.

L'énergie éolienne est produite par des aérogénérateurs qui captent à travers leurs pales l'énergie cinétique du vent et entraînent elles-mêmes un générateur produit de l'électricité d'origine renouvelable.



Figure 106 tours du World Trade Center de Bahreïn (BWTC) dans le royaume du golfe Persique

L'eau :

La production d'électricité par captage de l'eau est apparue au milieu du XIXe siècle. L'eau fait tourner une turbine qui entraîne un générateur électrique qui injecte les Kilowattheures sur le réseau.

L'énergie hydraulique représente 19% de la production totale d'électricité dans le monde. C'est la source d'énergie renouvelable la plus utilisée.

**La géothermie:**

La géothermie est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol. L'utilisation des ressources géothermales se décompose en deux grandes familles : la production d'électricité et la production de chaleur. En fonction de la ressource, de la technique utilisée et des besoins, les applications sont multiples.



Figure 107 Centrale géothermique de l'aéroport d'Orly, France

La biomasse:

La biomasse Comprend trois familles principales :

- Bois ou biomasse solide
- Biocarburant
- Biogaz

Tableau 26 tableau des énergies renouvelables

Le secteur du bâtiment en Algérie :

- Depuis l'indépendance le secteur du bâtiment en Algérie, a adopté une dynamique qui exprime la volonté des autorités Algériennes d'en finir avec la crise du Logement et de loger un grand nombre de la population.
- Sans aucune recherche scientifique ou technologique pour moderniser et développer ce secteur ou de chercher à l'améliorer.
- D'où l'absence des espaces de recherche dédié à la recherche scientifique et technologique dans le domaine de la construction et le bâtiment en Algérie.

Analyse des exemples :

Cette partie portera sur l'analyse des exemples qui est nécessaire et qui permet d'établir un programme comportant les différentes fonctionnalités et technologies utilisées dans le monde du bâtiment d'aujourd'hui, c'est pour cette raison qu'il faut faire un choix adéquat des exemples.

Les critères de choix des exemples à analyser :

Exemples liés aux programmes :

Traite la même thématique (centre de recherche en technologie du bâtiment) , pour ces exemples nous avons essayé d'analyser plusieurs exemples qui traite les différents volets de notre thématique (technologie numérique , écologie..) avec un programme assez riche qui permet de nous guider lors de notre programmation .

Exemples liés à la structure :

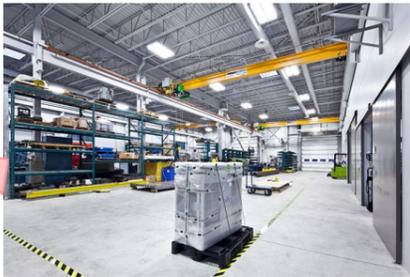
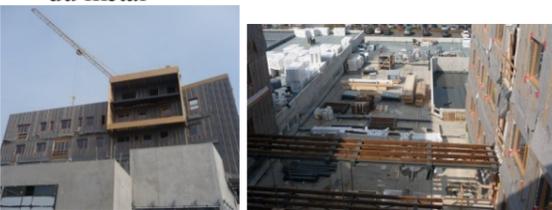
Traite la même thématique et qui a la même structure (structure mixte hybride) et utilisant des nouvelles techniques et qui reflètent la technologie dans ce domaine.

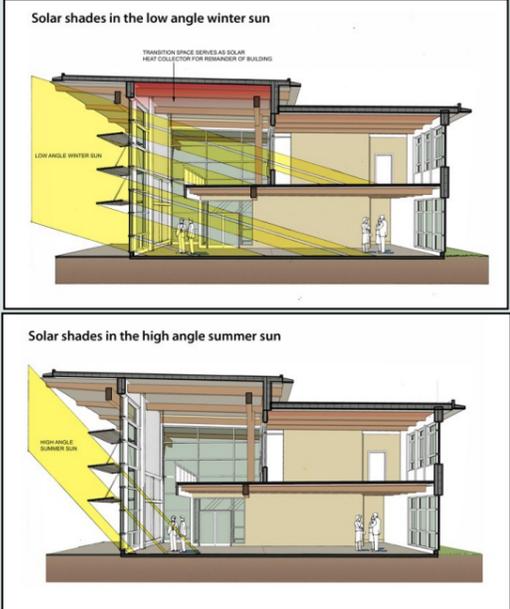
Exemples liés à l'architecture :

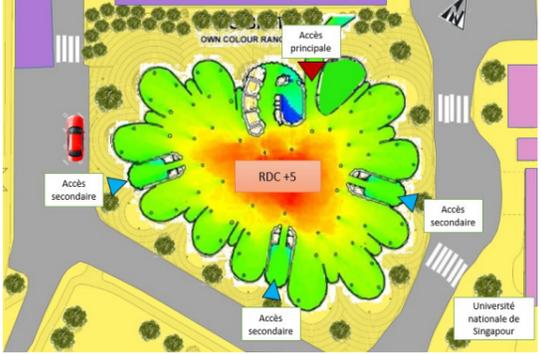
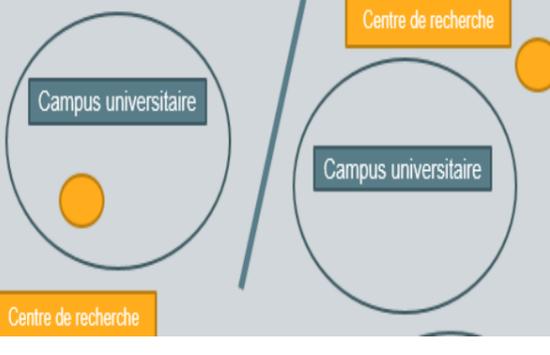
Traite la même thématique, mais qui a une certaine spécificité en matière d'implantation, une volumétrie innovante qui pourra nous servir comme source d'inspiration et un traitement de façade assez particulier.

Exemple	Centre d'excellence en technologies du bâtiment durable, conservation de l'énergie et énergies renouvelables	centre de recherche en technologie intelligente du bâtiment	centre de recherche pluridisciplinaire	FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.	centre de recherche (zéro carbone) calla Lily	Centre National d' Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment	Synthèse : Centre de recherche en technologie du bâtiment
Illustration							
Description	Situé au Canada Réalisé en 2011	Situé en Arabie Saoudite , en cour de réalisation	Situé à paris au cœur du campus universitaire de Jussieu Réalisé en 2011		Un centre de recherche pour l'Université de Wuhan en Chine		Un centre de recherche situé au campus universitaire Chetouane
Echelle d'appartenance	National	National	Régional	National	National	National	National
Capacité d'accueil	800 chercheurs	1500 chercheurs	600 chercheurs	800 chercheurs	1000 chercheurs	260 chercheurs	800 à 1000 chercheurs
Surface	7085 m ²	14100 m ²	6100 m ²	10600 m ²	3550 m ²	1090,65 m ²	6000 à 18000m ²
Gabarit	R+1	R+1	R+6	R+4	R+35	R+3	
Programme	Accueil : Hall d'Accueil + espace d'attentes	Accueil : Hall d'accueil + espace d'exposition	Accueil : Espace d'accueil + bureau de renseignements	Accueil : Hall d'accueil +hall d'exposition	Accueil : Hall d'accueil + bureau de renseignement	Accueil : Hall d'accueil + salle d'attente	Accueil : Hall d'accueil + Bureau de renseignement + espace d'exposition
	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + 8 Salles de cour + Amphi théâtre 300 places + 6 Laboratoires 	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + Centre de donnée et calcul d'installation des bâtiment et construction sur site (sécurité et gestion intelligente du bâtiment) + Laboratoires et plate formes d'expérimentation + Salle de classe + Auditorium 200 places + Médiathèque + bibliothèque + Salle de conférences 	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + 2 Salle de séminaire + 2 salles de conférence + Cafétéria + restaurant + Pole de documentation + Salles d'expérimentation + Espace d'échange + Laboratoires + Salles d'informatiques + Salles de réunion 	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + Laboratoires de recherches + Salle de conférence + Salle de cours 	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + Laboratoires de recherches + Salle de conférence + Salle de cours 	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + le service valorisation et formation + le service information et veille technologique + le service essais et prestations + le service instrumentation + le service maintenance + Laboratoire des essais sur composants du béton et mortiers + Laboratoire des essais statiques, cycliques, thermiques sur Eléments de structures + Laboratoire des essais sur matériaux et produits 	Recherche, formation et expérimentation: <ul style="list-style-type: none"> + Salles de cour + Amphithéâtres + Laboratoires + Auditoriums + Médiathèque + Bibliothèque + Salles de lecture + Salles de conférence + Salles de séminaires + Salles d'informatique + Salle de réunion + Centre de donnée et calcul d'installation des bâtiment et construction sur site (sécurité et gestion intelligente du bâtiment) + le service information et veille technologique + le service instrumentation

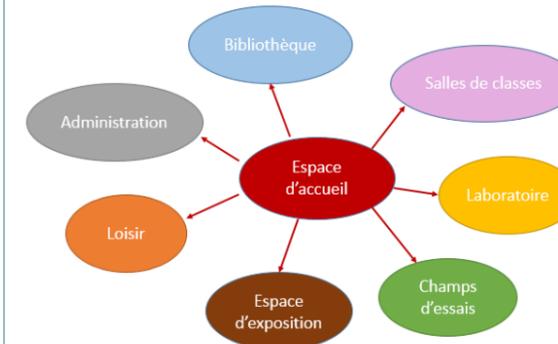
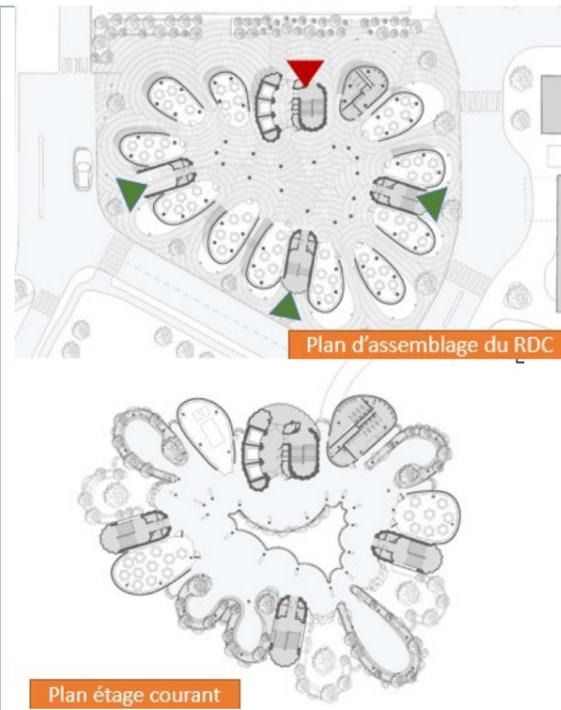
	Logistique et maintenance technique : <ul style="list-style-type: none"> ✚ 5 bureau open spaces ✚ 2 salle de réunion 35 m² 	Logistique et maintenance technique : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Bâtiment administratif (bureaux + salle de réunion) 	Logistique et maintenance technique : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Vestiaire ✚ Administration ✚ Espace de stockage ✚ Locaux techniques 	Logistique et maintenance technique : (4000 m²) <ul style="list-style-type: none"> ✚ Bureau directeur 25 m² ✚ Salle de réunion 40 m² ✚ 6 bureaux pour enseignants et chercheurs 15m² ✚ Sanitaire ✚ Espace de circulation 	Logistique et maintenance technique <ul style="list-style-type: none"> ✚ tours de bureaux ✚ Salles de réunion 	Logistique et maintenance technique <ul style="list-style-type: none"> ✚ Service finance et comptabilité ✚ Bureaux directeurs ✚ Salle de réunion ✚ Archives 	Logistique et maintenance technique <ul style="list-style-type: none"> ✚ bureau open spaces ✚ Bureaux directeur ✚ Salle de réunion ✚ Bureaux pour enseignant et chercheur ✚ Bureaux de comptable ✚ Archives ✚ Service finance
	Loisir et attraction : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Salle de fitness ✚ Commerce 	Loisir et attraction <ul style="list-style-type: none"> ✚ Restaurant + cafétéria ✚ Salle de gymnase 	Loisir et attraction <ul style="list-style-type: none"> ✚ Clubs ✚ Cafétéria ✚ Salle de jeux 	Loisir et attraction : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Cafétéria ✚ Restaurant ✚ Salle de sport 	Loisir et attraction : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Restaurant ✚ Salles de jeux ✚ Cafétéria 	Loisir et attraction <ul style="list-style-type: none"> ✚ Cuisine self-services (160 repas) ✚ Cafeteria 	Loisir et attraction <ul style="list-style-type: none"> ✚ Restaurant ✚ Cafeteria ✚ Clubs ✚ Salle de fitness ✚ Salle de gymnase ✚ Salle de jeux ✚ Salle de sport
	Structure d'accueil			Structure d'accueil : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Hébergement 	Structure d'accueil : <ul style="list-style-type: none"> ✚ hébergement : chambre individuelle ✚ chambre double ✚ Restaurant ✚ Salle de fitness ✚ Restaurant 		Structure d'accueil : <ul style="list-style-type: none"> ✚ hébergement : chambre individuelle ✚ chambre double ✚ Restaurant ✚ Salle de fitness ✚ Restaurant
	Espace extérieur : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Champs d'essais 	Espace extérieur <ul style="list-style-type: none"> ✚ Parking extérieur ✚ Esplanade 	Espace extérieur <ul style="list-style-type: none"> ✚ Esplanade 	Espace extérieur : <ul style="list-style-type: none"> ✚ Champs d'essais ✚ Parking extérieur ✚ Esplanade 	Espace extérieur <ul style="list-style-type: none"> ✚ Espaces extérieur aménagé ✚ Jardin 	Espace extérieur <ul style="list-style-type: none"> ✚ Champs d'essais ✚ Parking extérieur 	Espace extérieur <ul style="list-style-type: none"> ✚ Parking extérieur ✚ Champs d'essais ✚ Jardin ✚ Esplanade

Exemples	Centre d'excellence en technologies du bâtiment durable, conservation de l'énergie et énergies renouvelables	Institut d'écologie	FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.	Synthèse
Illustration				
Description	Situé au Canada Réalisé en 2011	situé dans le campus universitaire Wageningen , pays bas , réalisé en 2011		
La structure	<p>Une structure mixte hybride : un système avant-gardiste de panneaux muraux préfabriqués en béton composite et en bois lamellé-collé est équipé de systèmes de chauffage et de refroidissement rayonnants, ce qui améliore l'efficacité du chauffage.</p> 	<p>Une structure hybride :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les sols sont en béton Les bureaux sont en bois matériaux noble utilisé pour toute les construction durable un pavillon de verre et de bois, presque suspendu dans la nature 	<p>Structure hybride :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le socle Du RDC qui occupe toute la surface du terrain est en béton 	<p>Comme conclusion , nous pouvons prendre certaines techniques utilisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> Structure mixte hybride (béton / bois / acier) Panneaux muraux préfabriqués en béton composite et en bois lamellé-collé est équipé de systèmes de chauffage et de refroidissement Les bureaux sont en bois Laboratoire en structure mixte bois et béton ou acier et béton Pour les passerelles sont en bois associé à du métal
	<p>Les laboratoires et les plates formes techniques sont en structure mixte béton et la charpente en acier</p> 	<ul style="list-style-type: none"> les laboratoires doivent éviter toute vibration, ce qui rendait l'utilisation de planchers en bois impossible c'est pour cette raison la seule solution et d'associer ce matériaux avec le béton 	<ul style="list-style-type: none"> Les étages supérieurs sont en bois Les essences de bois sont utilisés pour les poutres, poteaux , charpentes , planchers Pour les passerelles sont en bois associé à du métal 	<ul style="list-style-type: none"> Béton composite Bois (lamellé collé , lambris , sapin , épicéa , douglas) Acier Aluminium Vitrage thermo chrome Double vitrage Mastic conventionnel Placoplatre Bois traité à la chaleur Résine époxydique
Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> Bois lamellé collé Béton composite Acier Vitrage thermochrome 	<ul style="list-style-type: none"> Laine de mouton Bois lamellé collé , Bois lambris Mastic conventionnel Le béton Bois traité à la chaleur Double vitrage Résine époxydique 	<ul style="list-style-type: none"> Béton composite Bois (lamellé collé , sapin , épicéa , douglas) Acier Aluminium Placoplatre 	

<p>Technique</p>	<ul style="list-style-type: none"> Toutes les fenêtres sont à sont dotées de voyants rouges ou verts indiquent aux occupants du bâtiment si c'est le temps d'ouvrir ou de fermer les fenêtres pour maximiser le chauffage et le refroidissement. Le chauffage de la plupart des espaces du bâtiment est assuré par rayonnement (les rayons du soleils qui pénètre par le vitrage le long de la façade 	<ul style="list-style-type: none"> La façade(une façade high Tech) vitrée ombragée par des brise-soleil en bois permet la pénétration de la lumière pour bénéficier d'un éclairage naturel et pour mettre l'espace intérieur avec l'espace extérieur (les champs)  <ul style="list-style-type: none"> L'installation de lumières LED Les planchers en béton ont été finalisés avec une résine époxydique. Sécurité contre incendie 	<ul style="list-style-type: none"> Mettre en valeur le bois Intégrés la démarche de la haute qualité environnementale La séparation des espaces à l'intérieur du bâtiment est assurée en Placoplatre Isolation intérieure 	<p>Parmi les techniques que nous pouvons utiliser dans notre projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les fenêtres dotées de voyants en couleur indiquent aux occupants du bâtiment si c'est le temps d'ouvrir ou de fermer les fenêtres Chauffage assuré naturellement par rayonnement solaire Utilisation de brise soleil Éclairage naturel Isolation thermique et acoustique Toit végétalisé Lumière LED Sécurité contre incendie Intégré la démarche HQE La séparation des espaces à l'intérieur du bâtiment est assurée en Placoplatre Utilisation de la résine époxydique Doter les laboratoires des installation qui permettent le contrôle de température, d'hygrométrie
		<ul style="list-style-type: none"> Un toit végétalisé avec différents types de plantes. Ces plantes sont liées à des capteurs 	<ul style="list-style-type: none"> Au rez-de-chaussée différents laboratoires : ils nécessiteront un parfait contrôle des conditions de température et d'hygrométrie d'où une imposante installation de CVC. 	

Exemples	la ruche : un centre d'étude et de recherche écologique	FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.	Centre des technologies énergétiques de la construction durable	Synthèse
Illustration				
Description	situé au campus universitaire de Singapour			
Capacité	33000 chercheur	800 chercheurs		
Implantation (plan de masse)				
	<p>Le centre est implanté à proximité de l'université nationale de Singapour. Pour accéder au centre, les étudiants peuvent entrer à partir de 360 degrés autour dans un grand espace central qui relie les autres espaces.</p>  <p>L'espace central</p>	<p>Le centre est implanté au cœur du campus universitaire marine la vallée. Un accès principale vers le nord avec 2 accès pour les pompier, Au nord un accès de service. Et au sud un accès au bloc (hébergement).</p> 	<p>Le centre se trouve dans une zone de pelouse le long d'un ruisseau qui traverse le campus de l'université de Nottingham en chine entouré par une zone boisée ou on a implanté les champs d'essais (panneau photovoltaïque et thermique) ainsi qu'un espace d'exposition. Le centre peut être accessible directement par la voie principale et un autre accès secondaire à partir de l'université.</p>	<p>Ce que nous pouvons retenir de ces exemples que la plupart des centres de recherche sont implanté dans une zone universitaire soit dans un campus universitaire ou proximité.</p> <p>Accessibilité : Le centre doit avoir deux accès un accès principal de l'extérieur (à partir d'une voie principale par exemple) et une 2ème à partir du campus universitaire, c'est-à-dire créer un fort lien entre l'université (étudiant et enseignants) et le centre à fin de faciliter la tâche de la recherche.</p>

Fonctionnement



- ✚ D'après l'analyse nous pouvons dire que le centre doit avoir une organisation autour d'un espace centrale qui peut être soit un espace de circulation ou un espace de rencontre
- ✚ Et permet d'éclairer les espaces naturellement
- ✚ Les espaces de formations et d'expérimentation doivent occuper les espaces inférieurs
- ✚ L'administration occupe les étages supérieur

Dans ce modèle de centre , les étudiants travaillent ensemble
Absence de séparation des espaces (open space)



L'éclairage est assuré naturellement à travers l'espace central qui se présente comme un patio



l'espace de circulation partagée autour de l'atrium, entrecoupés avec des espaces ouverts et des terrasses de jardin informelles, permettant aux étudiants d'être connectés visuellement

- ✚ Le plan fortement articulé organisé autour d'un espace de circulation favorise la pénétration profonde de la lumière du jour et de la ventilation naturelle dans le bâtiment.
- ✚ Les laboratoires et les salles de cours occupent le RDC
- ✚ Les bureaux et l'administration sont au 4èmes étages
- ✚ L'espace de circulation se développe en passerelles reliant les différents blocs



Les passerelles

- ✚ Le centre est organisé de sorte que les espaces liés à la formation, la recherche et l'expérimentation occupent les étages inférieurs
- ✚ Le service administratif et de gestion occupent les étages supérieurs
- ✚ Les locaux techniques sont au sous-sol
- ✚ Afin d'exploiter l'espace extérieur des champs d'essais sont implantés
- ✚ Avec un espace d'exposition extérieur

- ✚ Les espaces liés à la recherche, la formation et l'expérimentation occupent le RDC et les étages inférieurs, l'administration aux étages supérieurs
- ✚ Il faut essayer d'exploiter au maximum les espaces extérieurs

<p>Volumétrie</p>	<p>La forme du moyeu est dicté par sa fonction, la source d'inspiration est une ruche La source d'inspiration pour la plaque tournante était un désir de briser les carrés traditionnels salles de classe face à l'avant avec une face avant et de la hiérarchie claire</p>	<p>Le bâtiment se présente comme un excellent jeu de volume d'où l'utilisation de forme simple , mais que se conjugue d'une façon harmonique par des imbrication et des juxtaposition Les bâtiments sont liées entre eux par des passerelles</p>	<p>design est directement inspiré par les lanternes chinoises traditionnelles. Il est conçu sur la base de triangles et de parois inclinées Une grande ouverture sur le toit apporte la lumière naturelle à tous les étages du bâtiment pour permettre une ventilation naturelle efficace, tandis que les panneaux de chauffage par le sol utilisent l'énergie géothermique pour chauffer et refroidir l'environnement</p>	
				
<p>Façade</p>	<p>Les panneaux de façade incurvés sont moulés avec un motif horizontal unique, fait avec dix rentables moules en silicone réglable, pour créer une texture tridimensionnelle complexe. Les façade sont toutes opaque , on remarque l'absence des ouvertures L'éclairage est assurer naturellement à partir d'un patio Des terrasse et des jardins qui sortent en saillie</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Une façade moderne ✚ Le revêtement extérieur des murs est en bois , bardages, brises soleil), sont en bois lamellé-collé abouté. ✚ Une façade aux ouvertures disséminées ou ✚ La verticalité domine ✚ Des éléments qui sortent en saillie sont en bois ✚ L'ornementation est assurer par des bardage en bois ✚ Et des brise soleil en aluminium 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ La façade de l'immeuble se replie de façon drastique pour créer une forme dynamique. Le bâtiment est entièrement recouvert d'une double peau de verre avec des motifs sérigraphies qui évoquent des bâtiments historiques de la région et montre un aspect qui passe du jour à la nuit 	

Conclusion :

En guise de conclusion et à la suite des analyses faites à partir d'un certain nombre d'exemples internationaux et un exemple national et qui ont été divisés selon 3 aspects :

Des exemples liés aux thèmes et aux programmes, avec leurs richesses en matière de programmation, ils nous ont permis de déterminer les grandes fonctions qui généreront notre projet, ainsi que la détermination d'un programme avec les différents espaces que nous allons détailler dans le chapitre suivant.

En ce qui concerne les exemples liés à la structure, ce sont des exemples qui nous ont permis de confirmer la structure choisie (structure mixte hybride) dans le chapitre précédent, d'autres nouvelles techniques et de nouveaux matériaux ont été découverts lors de cette analyse et qui nous serviront dans notre conception.

La 3^{ème} catégorie sont des exemples liés à l'architecture, ces exemples nous ont donné une idée sur les différents critères d'implantation d'un centre de recherche, son accessibilité d'où on remarque une richesse architecturale et une grande innovation avec un excellent jeu de volume et avec un traitement de façade qui reflète la modernité et la haute technologie .

Chapitre 04 :

Approche programmatique :

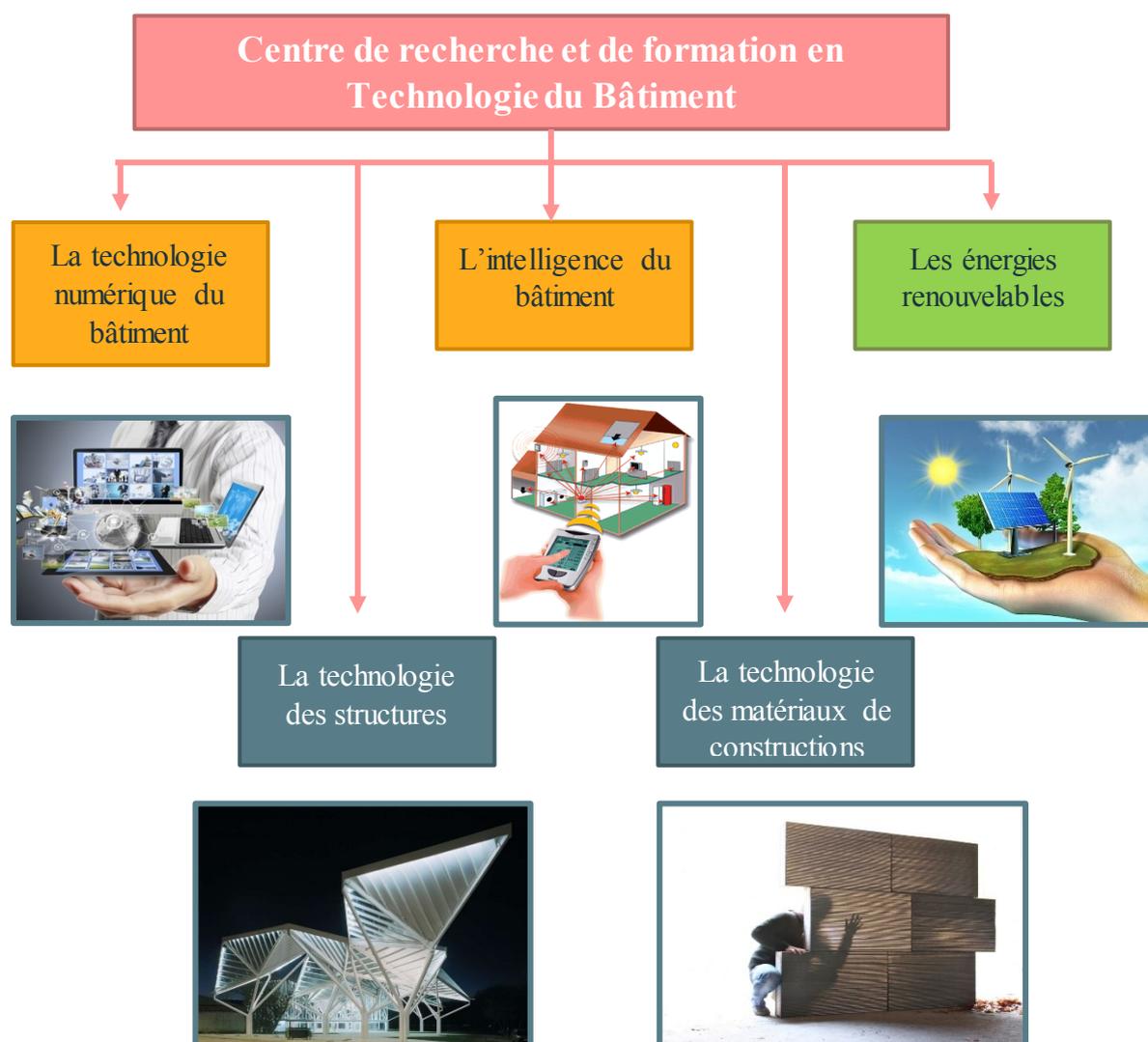
« Le but de la programmation architecturale est de définir les conditions précises de l'intervention du maître d'œuvre et d'anticiper les conditions de vie et de fonctionnement dans le bâtiment ou projet à réaliser » **William Penna**

Introduction :

L'approche programmatique est une étape essentielle pour l'élaboration de tout projet architectural, elle permet de déterminer les grandes fonctions, les espaces, ainsi que la définition des différentes surfaces et ratios de chaque espace, tout en s'appuyant sur des règles et des normes bien déterminées.

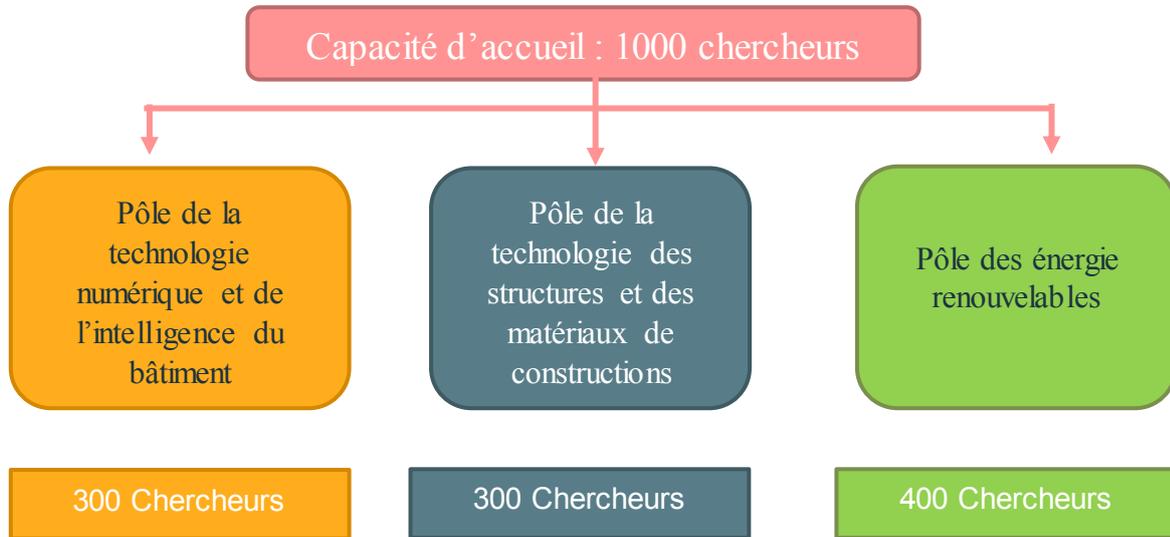
1- Echelle d'appartenance :

Le centre de Recherche et de Formation en Technologie du bâtiment est un bâtiment qui présente une nouveauté à l'échelle nationale regroupe les différentes disciplines :



2- La capacité d'accueil :

Répartie selon les 3 pôles de recherches :



3- Les Usagers :

Type d'usagers :

Les chercheurs	Le personnel administratif et techniques	Les visiteurs
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les chercheurs permanents ➤ Les enseignants chercheurs ➤ Étudiants ➤ Entreprise ➤ Les ingénieurs 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Administrateur ➤ Techniciens ➤ Laborantins ➤ Personnels de gestion et de sécurité ➤ Les techniciens 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Étudiants ➤ Publics
<p>Chargé de la mission de la recherche scientifique , l'expérimentation et l'enseignement</p>	<p>Chargés de la mission de la gestion , la maintenance</p>	<p>La découverte</p>

Tableau 27 les utilisateurs du centre

4- Programmation qualitative :

La programmation qualitative nous permet de déterminer les différents espaces, leurs dispositions, les exigences et les critères de conception de chaque espace en tenant compte les normes et les représentations conventionnelles.

- Après avoir étudié et analysé les différents exemples, nous nous sommes arrivés à élaborer un programme qui englobe un certain nombre de fonctions :
- La fonction qui prime dans notre centre est la recherche, formation et expérimentation organisé autour de trois pôles :
- Pour les fonctions secondaires, service administratif , la fonction de loisir , la restauration.

❖ La fonction d'accueil :

Un espace d'accueil occupe une place prépondérante dans un établissement sa fonction principale et la réception, l'information, l'orientation et la gestion des flux, il doit être le plus fidèlement représentatif de l'image et des activités du centre de recherche.

Accès : dans un établissement de recherche et d'enseignement, l'accès principale se présente comme une articulation entre l'espace intérieur et l'espace extérieur et il donne directement vers un espace central comprenant les structures d'accueil et d'orientation, permettant ainsi de desservir les différents espaces de recherche, d'expérimentation et de formation et l'administration (afin de répondre à cet exigence, il est nécessaire une circulation verticale).

Afin d'assurer la sécurité et le confort des usagers, les centres sont dotés d'un accès principal et des accès secondaires, l'emplacement des accès secondaires doit être judicieusement choisis.

Hall d'accueil :

Le hall d'accueil dans ce type d'établissement est assurer à partir d'un espace central en relation directe avec l'accès principale , le hall d'accueil constitue une véritable articulation entre les différents pôle du projet , de cet effet il doit favoriser la perception des différents accès des entité du projet il représente l'espace du premier contact entre les visiteurs , les usagers , et le centre , il doit présenter une certaine flexibilité et une transparence avec un traitement particulier .

Vue l'importance du projet, une activité de control est assurer à partir du hall par un post de sécurité.

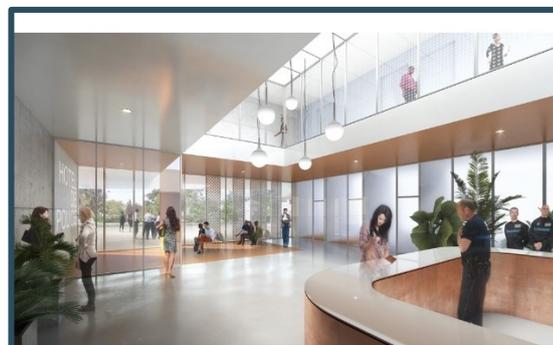


Figure 108 hall d'accueil

❖ La fonction de la recherche, la formation et l'expérimentation :

C'est la fonction qui prime dans notre projet.

La recherche et l'expérimentation : cette fonction présente le pourcentage le plus élevé.

Elle s'effectue au niveau des laboratoires de recherches liés aux différentes disciplines dans les 3 pôles :

✚ Pôle de la technologie numérique :

- Laboratoire d'informatique.
- Salle TBI.
- Centre de calcul.

✚ Pôle de la technologie des structures et matériaux :

- Laboratoire des essais sur les structures (ordinaires et intelligentes).
- Laboratoire des essais sur les matériaux (ordinaires et intelligents).
- Salles de préparation des échantillons.

✚ Pôle des énergies renouvelables : (solaire, éolienne, la géothermie) :

- Laboratoire thermique.
- Laboratoire électrique.
- Laboratoire d'essais chimique sur les gaz.
- Laboratoire électrotechnique.
- Laboratoire mécanique.

Laboratoire de recherche :

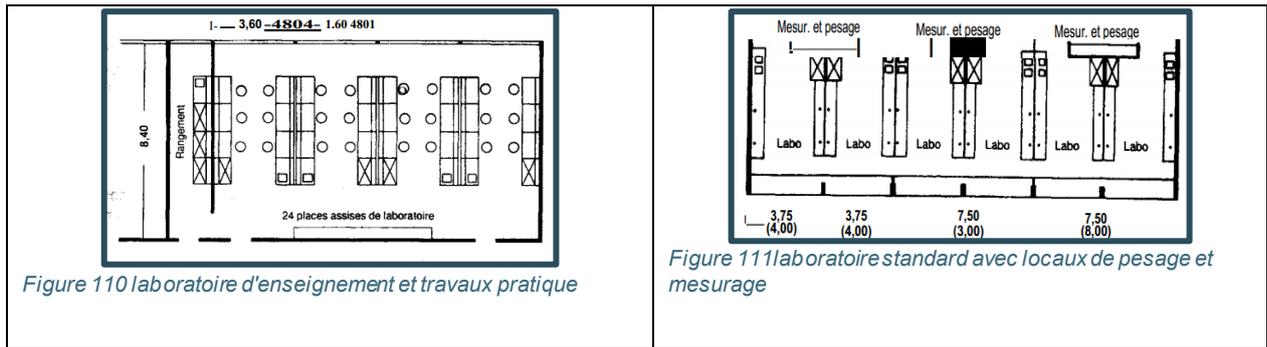
On différencie les laboratoires selon leur utilisation et leurs spécialisations.

Les laboratoires en rapport avec la recherche, souvent dans des locaux plus petits avec un aménagement spécial et des pièces de fonction supplémentaires, comme les salles de pesage et de mesures, salles de centrifugeurs et autoclaves, laveries, pièces climatisées et chambres froides à température constante.



Figure 109 laboratoire d'expérimentation

Chaque laboratoire possède ces propres exigences techniques, et spatiale, d'où le matériel utilisé diffère d'un laboratoire à un autre .

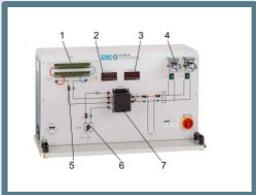


Exigences techniques des laboratoires :

- La construction porteuse des paillasse est en tube d'acier, le plan de travail à plaques de grès sans joints, plus rarement des carreaux, des plaques de plastique résistant aux matières chimiques
- Les installations de ventilation nécessitent plus d'espace que toutes autres installations. Tous les laboratoires dans lesquels s'effectuent des manipulations chimiques doivent être ventilés mécaniquement.
- Installation électrique : Un transformateur particulier est nécessaire dans le bâtiment en cas de grandes charges de connexion ou de courants électriques spéciaux. Les centrales électriques doivent être entourées de matières ininflammables et ne doivent pas être traversées par des lignes indépendantes.

Appareils et matériels utilisés :

le tableau ci-dessus contient quelques appareils utilisés dans les laboratoires des différents disciplines du projet

Appareil	Description
Eolienne	
	Le ET 220 sert à étudier la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Poids environ : 400 kg
	ET 220.10 Appareil de commande et mesure pour éolienne ET 220.01 Poids : 65 kg

Solaire (thermique)	
	<p>HL 320.01 Pompe à chaleur système modulaire HL 320 permet la réalisation d'essais pour la production, le stockage et l'exploitation de la chaleur issue des énergies renouvelables Poids : 125 kg</p>
	<p>Capteur solaire à tubes sous vide module d'essai HL 320.04 comprend un capteur à tubes sous vide et permet la conversion d'énergie solaire en chaleur. Poids : 220 kg</p>
	<p>Système d'étude d'un capteur solaire installations héliothermiques transforment l'énergie solaire en chaleur utile. Avec un principe du réchauffement héliothermique des eaux . En simulant le rayonnement solaire naturel dans un module d'éclairage, Poids: env. 167kg</p>
Solaire (photovoltaïque)	
	<p>Systèmes de démonstration photovoltaïque 85 Watts crête / Monocristallin Composé de : PV, banc, instrument de mesure (courant, tension, luminosité, t°, inclinaison), capteurs, rhéostat</p>
	<p>Banc d'essais cellules photovoltaïque cellules solaires photovoltaïques sont soumises avant tout aux effets de l'éclairement, de la température et de la charge électrique Poids : 130 kg</p>

La structure et matériaux	
	Appareil d'essais et caractérisations des matériaux composites
	WP 310 Machine hydraulique d'essai universelle, 50 kN : Système de base pour l'application d'efforts de compression et de traction pour les essais de matériaux Poids: env. 380kg

Tableau 28 appareils utilisés dans les laboratoires

Laboratoire d'informatique :

La salle spécialisée d'informatique est l'espace privilégié pour le déroulement des travaux pratiques réservés à cette discipline. De dimensions normales, elle accueille des ordinateurs en réseau

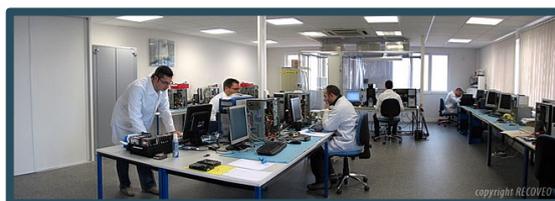


Figure 112 laboratoire d'informatique

Les ateliers d'essais :

Ils seront spacieux afin d'accueillir le plus grand nombre d'activités. Spatialement, les ateliers seront caractérisés par des espaces flexibles et libres afin de permettre le maximum de contact et d'échange.

Le centre de calcul⁷¹ :

Le centre de calcul est un grand espace qui regroupe les différents moyens techniques et modernes (ordinateurs centraux, baies de stockage, équipements réseaux et de télécommunications ...) permettant le traitement informatique (développement, calculs, analyse et stockage)



⁷¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Centre_de_calcul consulté le 13 juin 2017

Figure 113 centre de calcul

Les salles de cour ⁷²:

C'est un espace où se déroulent les cours magistraux, les travaux dirigés, les travaux de groupe et il permet de compléter l'assimilation théorique et pratique, ils ont une capacité usuelle de 20, 40, 50 et 60 places, selon leur organisation, il existe plusieurs types de salles de cour

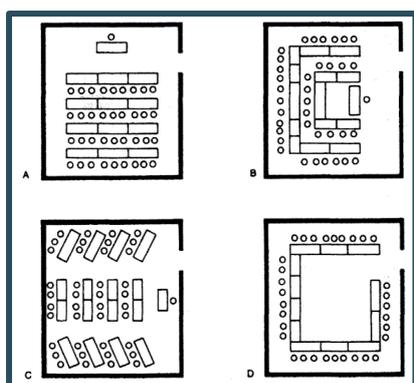


Figure 115 organisation spatiale d'une salle de cour

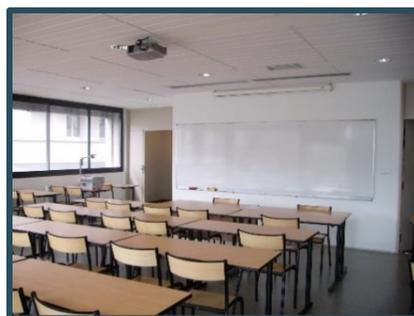


Figure 114 salle de cour

Salle TBI :

Les salles TBI : disposent d'un Tableau Blanc Interactif ou Tableau Numérique Interactif (TNI). Le TBI fonctionne en association avec un ordinateur et un vidéoprojecteur. Grâce à l'utilisation d'un stylet, l'écran agit comme un écran tactile



⁷² Neufert

Amphithéâtre ⁷³:

Pour un meilleur déroulement des opérations, le centre doit être équipé d'amphithéâtre afin de permettre aux chercheurs et professeurs d'animer des séminaires, et des cours dans le cadre d'échange.

Les amphithéâtres sont des grandes salles organisées en gradin destinées à recevoir un grand nombre de personnes.

Taille usuelle des amphithéâtres : 100 , 150 , 200 , 300 , 400 , 600 et 800 places

Pour les amphithéâtres dépassant les 200 places, il est préférable qu'ils aient leur propre bâtiment



Figure 116 amphithéâtre

Salle d'informatique :

C'est une salle destinée à l'enseignement c'est l'espace privilégié pour le déroulement des travaux pratiques réservés à cette discipline. De dimensions normales, elle peut accueillir des ordinateurs en réseau.



Figure 117 salle d'informatique

⁷³ Le Neufert

❖ Fonction de documentation :

La bibliothèque :

C'est un espace majeur dans ce type d'équipements.

Les bibliothèques rassemblent des ouvrages concernant l'enseignement et la recherche (livres revues, cartes ...) Pour emprunt ou consultation sur place, destinés aux chercheurs ou autres personnes intéressées. La bibliothèque est dotée d'un accès internet.



Figure 118 La nouvelle bibliothèque du Chesnay

La bibliothèque sera composée de différents espaces d'activité tels que :

- La salle de lecture.
- La salle des ouvrages.
- La salle des revues et espaces de consultation.
- Périodique.
- L'espace de stockage.
- Le bureau du responsable.

Médiathèque :

Une médiathèque est un espace, qui conserve et donne accès à différents types de médias (enregistrement sonore, enregistrement vidéo) , permettant la consultation sur place et l'emprunt . Cet espace vient s'ajouter à la bibliothèque afin de renforcer la vocation d'entité d'information et documentation, dotée d'un accès internet.



Figure 119 médiathèque de Jules Verne

Atelier de publication (livres, articles et revues) :

C'est un atelier chargé de la publication et la rédaction des articles, des conférences, des livres présentés par les chercheurs, aménagé de manière à faciliter le travail en groupe.



Figure 120 salle de rédaction

Salle de travail collaboratif :⁷⁴

Un espace qui permet au chercheur de travailler ensemble en collaboration sur un même thème et un même document avec des coéquipiers à distance. La salle de travail collaboratif permet de travailler sur un même document, avec des coéquipiers à distance, assister à des téléconférences, produire du matériel audiovisuel, enregistrer des présentations, etc.

❖ Fonction administrative :

Elle a pour objectif la gestion de l'espace, elle veille à son bon fonctionnement, cette espace regroupe le service administratif, bureaux : il existe deux types de bureaux :

- ✚ Bureaux cloisonnés :
- ✚ Bureaux en open Space (organisation paysagère) :



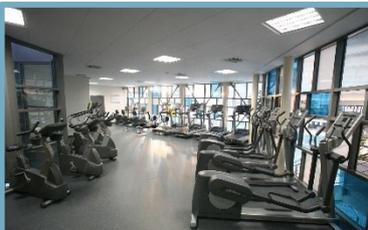
Figure 121 bureau de chercheur

Le service administratif se compose de :

- Bureau de chercheur :
- Bureau des enseignants.
- Bureau directeur.
- Bureau laborantin.
- Scolarité.
- Le service de comptabilité.
- Bureaux des responsables des pôles ...
- Salle de réunions.

⁷⁴ <https://www.bibliotheques.uqam.ca> consulté le 13 Juin 2017

❖ La fonction de loisir :

Restaurant – cafeteria :	La salle de gym :	La salle de remise en Forme :
		

❖ Musala :

Un lieu de prière, où les usagers accomplissent leur prière, il doit être dans un lieu calme, son aménagement est effectué en prenant compte la direction de la Quibla

❖ Infirmerie :

Un dispensaire médical est nécessaire dans un tel équipement à fin d'assurer les premiers soins en cas d'accident, doté d'une salle de consultation et un bureau pour le médecin

❖ Champs d'essais :

C'est la continuité de l'espace de recherche et d'expérimentation à l'extérieur destiné à l'implantation des champs d'expérience tel que les panneaux solaires et l'éoliennes



Figure 122 champs d'essais photovoltaïque



Figure 123 champs d'éolienne

❖ Terrain combiné :

Un terrain de jeux à l'extérieur dans le but de regrouper plusieurs sport (multisport) avec des gradins

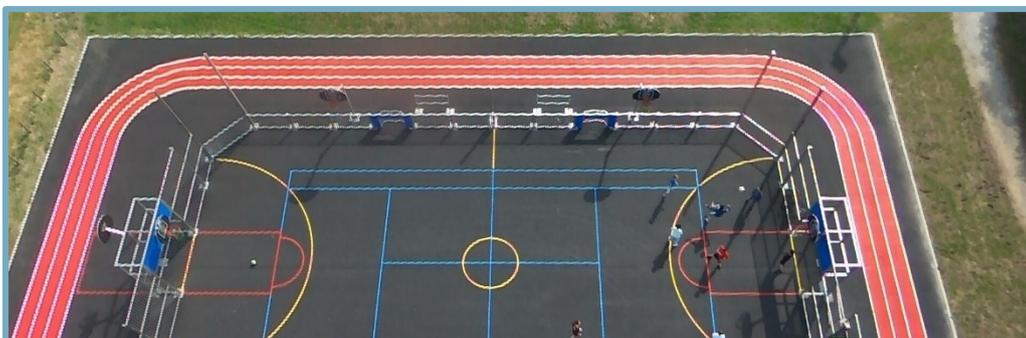


Figure 124 terrain combiné

❖ Locaux techniques :

Climatisation, chaufferie , local pour groupe électrogène

5- La programmation surfacique :

Les surfaces et la dispositions des espaces sont obtenues à partir de la recherche thématique des exemples et les normes sont obtenue à partir de l'ouvrages spécialisé tel que le NEUFERT

Les amphithéâtres ⁷⁵:

Place nécessaire Par étudiant en comptant toutes les surfaces dans les grands amphithéâtres : 0,80-0,95 m²

Les amphithéâtres contiennent souvent des espaces annexes

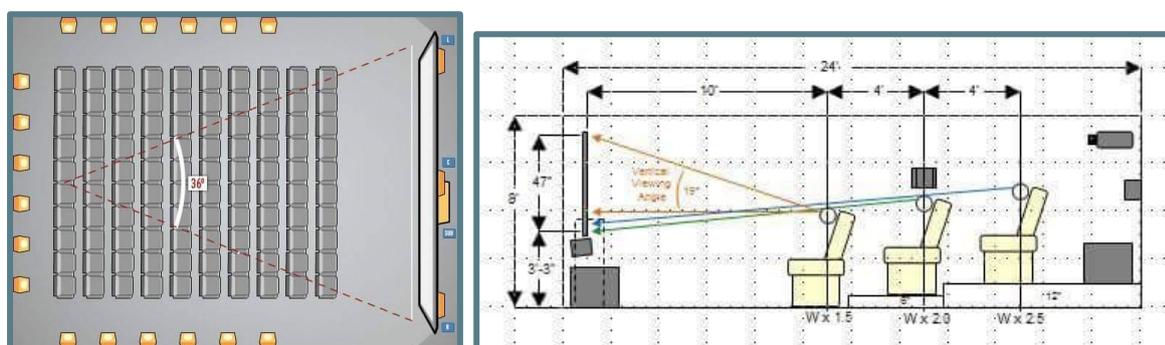


Figure 125 schéma d'organisation et de proportion d'un amphithéâtre

Nous avons deux amphis de 300 places et un amphi de 400 places

⁷⁵ Ibidem Neuffert

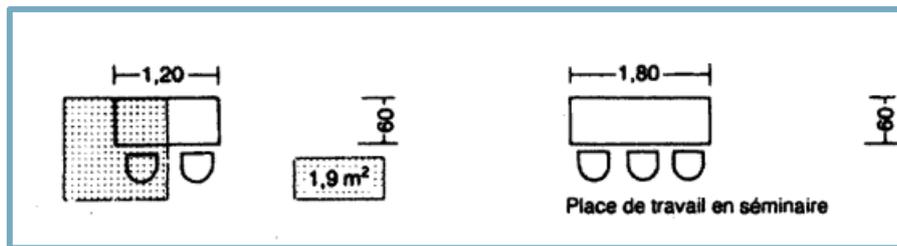
- ✚ 300 places → $(300 \times 0.95 \text{ m}^2) + 30\%(\text{scène} + \text{circulation}) = 370.5 \text{ m}^2$
- ✚ 400 places → $(400 \times 0.95) + 30\% = 494 \text{ m}^2$

Salle de cour ⁷⁶:

Place nécessaire par étudiant 1,90 à 2,00 m² avec des tables doubles amovibles d'une largeur de 1.20 m et d'une profondeur de 0.60 m

Nous avons des salles de cours de 20 places et de 40 places

- ✚ 20 places → $(20 \times 2.00 \text{ m}^2) + 20\% = 48 \text{ m}^2$
- ✚ 40 places → $(40 \times 2.00 \text{ m}^2) + 20\% = 88 \text{ m}^2$



Laboratoire :

Poste de travail d'un laboratoire :

L'unité de mesure déterminante pour le poste de travail est la paillasse

Normes pour une paillasse normale : 120 cm de large pour les expériences, davantage dans les laboratoires de recherches, surface de travail 80 cm de profondeur en incluant les bandeaux de distribution d'énergie

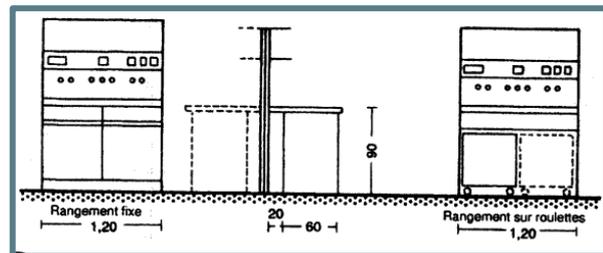


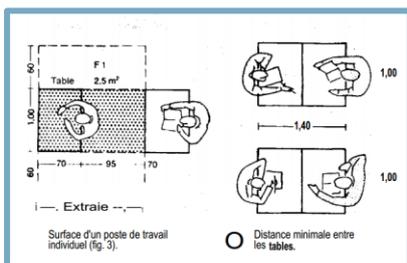
Figure 126 schéma de normes de la paillasse

La largeur minimale de passage entre 2 postes de travail est de 1.25 m

La bibliothèque :

En fonction du nombre d'étudiants d'une école supérieure, 10-15 % d'entre eux devraient trouver place dans une bibliothèque

$1000 \times 15\% = 150 \text{ places}$



Selon le schéma indiqué et en prenant en compte la surface de l'espace de circulation permettant d'accéder aux postes de travail la surface nécessaire pour un poste de travail individuel s'élève à environ 2,50 m²

⁷⁶ Ibidem Neuffert

Salle de Lecture $\rightarrow 2.50 \times 150 = 375 \text{ m}^2$

La surface des espace de stockage et des salle de catalogues ainsi que les périodique sont établies en fonction du nombre d'ouvrage

Administration :

- ✚ Bureau directeur : 30 m^2
- ✚ Bureau secrétaire : 15 m^2
- ✚ Bureau professeur : $20 \text{ à } 24 \text{ m}^2$
- ✚ Bureau chercheur : $20 \text{ à } 24 \text{ m}^2$
- ✚ Bureau auxiliaire : 20 m^2
- ✚ Salle de réunion : surface nécessaire pour chaque personne 2.5 m^2

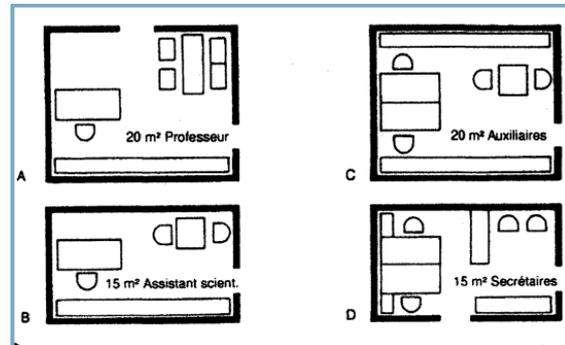
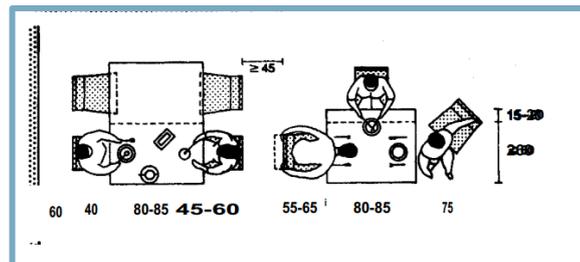


Figure 127 schéma d'aménagement de base pour bureaux

Café et restaurant ⁷⁷:

Pour pouvoir manger confortablement, une personne a besoin d'une surface de table d'environ 60 cm de largeur et 40 cm de profondeur

Si l'espace entre table et mur sert de passage, cette distance doit être 100 cm



Parking extérieur :

Nombre de place : 20% du nombre total

$(1000 \times 20\%) = 200$ places de parking

Avec un petit parking à vélo

Surface nécessaire pour une voiture : 12.5 m^2

$12.5 \text{ m}^2 \times 200 = 2500 \text{ m}^2$

30 m^2 pour parking à vélo



Figure 128 parking extérie

⁷⁷ Ibidem Neufert

6- La programmation spécifique (le programme élaboré)

Pole de la technologie des structures et matériaux de construction					
Fonction	Espace	Sous espace	Surface (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
Accueil	Accueil	Hall d'accueil	50 m ²	1	50 m ²
		Bureau de renseignement	20 m ²	1	20 m ²
		Espace de rencontre	250 m ²	1	250 m ²
	Sanitaire	Sanitaire homme	15 m ²	2	30m ²
		Sanitaire femme	15 m ²	2	30 m ²
Sous total 01 :					380 m²

Recherche et expérimentation	Laboratoire d'essais sur les matériaux	Salle de préparation des échantillons	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire d'essais sur les matériaux intelligents.	100 m ²	1	100 m ²
		Salle d'analyse des résultats	50m ²	1	50 m ²
		Salle de four	5m ²	1	5 m ²
		Chambre froide	5m ²	1	5 m ²
		Salle de pesage	5m ²	1	5 m ²
	Laboratoires d'essais sur les structures	Salle de préparation des échantillons (éléments de structures)	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire des essais sur les éléments de structures.	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire des essais sur les structures intelligentes.	100 m ²	1	100 m ²
		Salle d'analyse des résultats	50 m ²	1	50 m ²

		Salle de Four	5 m ²	1	5 m ²
		Chambre froide	5 m ²	1	5 m ²
		Salle de balance	5m ²	1	5 m ²
	Vestiaire		15 m ²	1	15 m ²
	Bureau laborantin		20 m ²	1	20 m ²
	Salle de maintenance		20m ²	1	20 m ²
	Bureau chercheur		24 m ²	4	96 m ²
sous total 02 :					910 m²

Formation		Salle de cour (20 places)	48 m ²	5	240 m ²
		Salle de cour (40 places)	88 m ²	2	176 m ²
		Amphithéâtre (300 places)	370.5 m ²	1	370.5 m ²
		Bureau d'enseignants	24 m ²	3	72m ²
Sus total 03 :					782 m²

Administration	Administration	Bureau responsable du pole	28m ²	1	28m ²
		Secrétariat	15m ²	1	15m ²
		Salle d'attente	15 m ²		
		Responsable de la pédagogie	20m ²	1	20m ²
		Service de scolarité	20m ²	1	20m ²
		Bureau comptable	20m ²	1	20m ²
		Bureau de traitement numérique	20m ²	1	25m ²
		Archive	20m ²		20m ²
		Sanitaire	10m ²	2	20 m ²
		Sous total 04 :			

	Salle de travail collaboratif		60 m ²	1	60 m ²
	Atelier de créativité		80 m ²	1	80 m ²

	Espace de repos et de détente		30 m ²	1	30 m ²
	Cafète pour chercheur		30 m ²	1	30 m ²
Sous total 05 :					200 m²

2- pole de la technologie numérique et de l'intelligence du bâtiment :

Pole de la technologie numérique et l'intelligence du bâtiment					
Fonction	Espace	Sous espace	Surface (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
Accueil	Accueil	Hall d'accueil	50 m ²	1	50 m ²
		Bureau de renseignement	20 m ²	1	20 m ²
		Espace de rencontre	250 m ²	1	250 m ²
	Sanitaire	Sanitaire homme	15 m ²	2	30 m ²
		Sanitaire femme	15 m ²	2	30 m ²
Sous total 06 :					380 m²

Recherche et expérimentation		Laboratoire d'informatiques (20 places)	50m ²	5	250m ²
		Centre de données et calcul d'installation des bâtiments et construction sur site	150m ²	1	150m ²
		Salle TBI (40 places)	50m ²	1	50 m ²
		Bureau de chercheurs	24 m ²	4	96 m ²
		Vestiaire	15 m ²	1	15m ²
	Sous total 07 :				

Formation		Salle de cour (20 places)	48 m ²	4	192 m ²
		Salle de cour (40 places)	88 m ²	3	264 m ²
		Amphithéâtre (300 places)	370 m ²	1	370 m ²
		Bureau d'enseignants	24 m ²	3	72 m ²
Sous total 08 :					790 m²

Administration	Administration	Bureau responsable du pole	28m ²	1	28m ²
		Secrétariat	15m ²	1	15m ²
		Salle d'attente	15 m ²		
		Responsable de la pédagogie	20m ²	1	20m ²
		Service de scolarité	20m ²	1	20m ²
		Bureau comptable	20m ²	1	20m ²
		Bureau de traitement numérique	20m ²	1	25m ²
		Archive	20m ²		20m ²
		Sanitaire	10m ²	2	20 m ²
Sous total 09 :					180 m ²

	Salle de travail collaboratif		60 m ²	1	60 m ²
	Atelier de créativité		80 m ²	1	80 m ²
	Espace de repos et de détente		30 m ²	1	30 m ²
	Cafète pour chercheur		30 m ²	1	30 m ²
Sous total 10 :					200 m ²

3- pôle des énergies renouvelables :

Pole de la technologie numérique et l'intelligence du bâtiment					
Fonction	Espace	Sous espace	Surface (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
Accueil	Accueil	Hall d'accueil	50 m ²	1	50 m ²
		Bureau de renseignement	20 m ²	1	20 m ²
		Espace de rencontre	250 m ²	1	250 m ²
	Sanitaire	Sanitaire homme	15 m ²	2	30m ²
		Sanitaire femme	15 m ²	2	30 m ²
Sous totale 11 :					380 m ²

Recherche et expérimentation	Solaire	Laboratoire thermique	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire électrique	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire électrotechnique	100 m ²	1	100 m ²
		Atelier de de captage et stockage	70 m ²	1	70 m ²
	Eolienne	Laboratoire mécanique	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire électrique	100 m ²	1	100 m ²
		Atelier de captage et stockage	70 m ²	1	70 m ²
	La biomasse	Laboratoire des essais sur le bois	100 m ²	1	100 m ²
		Laboratoire des essais chimique sur les gaz	100 m ²	1	100 m ²
	Atelier de maintenance		20 m ²	1	20m ²
	Salle d'analyse des résultats		50 m ²	1	50m ²
	Bureau laborantin		20 m ²	1	20m ²
	Bureau chercheurs		24 m ²	4	96 m ²
Sous total 12 :					1050m ²

Formation		Salle de cour (20 places)	48 m ²	5	240 m ²
		Salle de cour (40 places)	88 m ²	5	440 m ²
		Amphithéâtre (400places)	494 m ²	1	494 m ²
		Bureau d'enseignants	24 m ²	3	72 m ²
Sous total 13 :					1246 m ²

Administration	Administration	Bureau responsable du pole	28m ²	1	28m ²
-----------------------	----------------	----------------------------	------------------	---	------------------

	Bureau adjoint	20m ²	1	20m ²
	Secrétariat	15m ²	1	15m ²
	Salle d'attente	30m ²	1	30m ²
	Responsable de la pédagogie	20m ²	1	20m ²
	Service de scolarité	30m ²	1	30m ²
	Bureaux de chercheurs	24m ²	1	24m ²
	Bureaux enseignants	24m ²	1	24m ²
	Salle de réunion	100 m ²	1	100m ²
	Sanitaire	10m ²	2	20 m ²
Sous total 13 :				180 m ²

	Salle de travail collaboratif	60 m ²	1	60 m ²
	Atelier de créativité	80 m ²	1	80 m ²
	Espace de repos et de détente	30 m ²	1	30 m ²
	Cafète pour chercheur	30 m ²	1	30 m ²
Sous total 14 :				200 m ²

Pole en commun :

Pole en commun					
Fonction	Espace	Sous espace	Surface (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
Accueil	Accueil	Hall d'accueil	150 m ²	1	150 m ²
		Bureau de renseignement	20 m ²	1	20 m ²
		Espace de rencontre	550 m ²	1	550 m ²
	Sanitaire	Sanitaire homme	15 m ²	2	30m ²
		Sanitaire femme	15 m ²	2	30 m ²
Sous total 15 :					780 m ²

Administration	Administration générale	Bureau directeur	30 m ²	1	30 m ²
		Secrétariat	15 m ²	1	15 m ²
		Salle de réunion	100 m ²	1	100 m ²
		Kitchenette	10 m ²	1	10 m ²
		Sanitaire	15 m ²	2	30 m ²
Sous total 16 :					185 m ²

	Bibliothèque	Salle de lecture	375 m ²	1	375 m ²
--	--------------	------------------	--------------------	---	--------------------

La documentation		Périodique + catalogue	150 m ²	1	150 m ²
		Stockage	50 m ²	1	50 m ²
		Bureau personnel	20 m ²	1	20 m ²
		Photocopie	10 m ²	1	10 m ²
	Médiathèque	Salle de consultation audiovisuel	150 m ²	1	150 m ²
	Salle d'informatique		100 m ²	1	100 m ²
	Atelier de publication		100 m ²	1	100 m ²
	Atelier d'imagination créative		80 m ²	1	80 m ²
	Laboratoire de langue		80 m ²	1	80 m ²
Sous total 17 :					1120m ²

Loisir et détente :

Pole de la technologie des structures et matériaux de construction

Fonction	Espace	Sous espace	Surface (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
Restauration	Restaurant + cafeteria	Salle de consommation	300 m ²	1	300 m ²
		Cuisine	80 m ²	1	80 m ²
		Espace de stockage	10m ²	1	10 m ²
		Dépôt	10m ²	1	10m ²
		Vestiaire	15m ²	1	15m ²
		Sanitaire	15m ²	2	15m ²
Sous total 18 :					430 m ²

Sport	Salle de gym	Salle de Gym	196 m ²	1	196 m ²
		Vestiaire	20 m ²	2	40 m ²
		Douche	15m ²	2	30 m ²
		Sanitaire	15m ²	2	30m ²
	Salle de remise en forme	Salle de remise en forme	196 m ²	1	150 m ²
		Vestiaire	20 m ²	2	40 m ²
		Douche	15m ²	2	30 m ²
		Sanitaire	15m ²	2	30m ²
Sous total 19 :					746 m ²

	Musala	Salle de prière	50 m ²	2	100 m ²
--	--------	-----------------	-------------------	---	--------------------

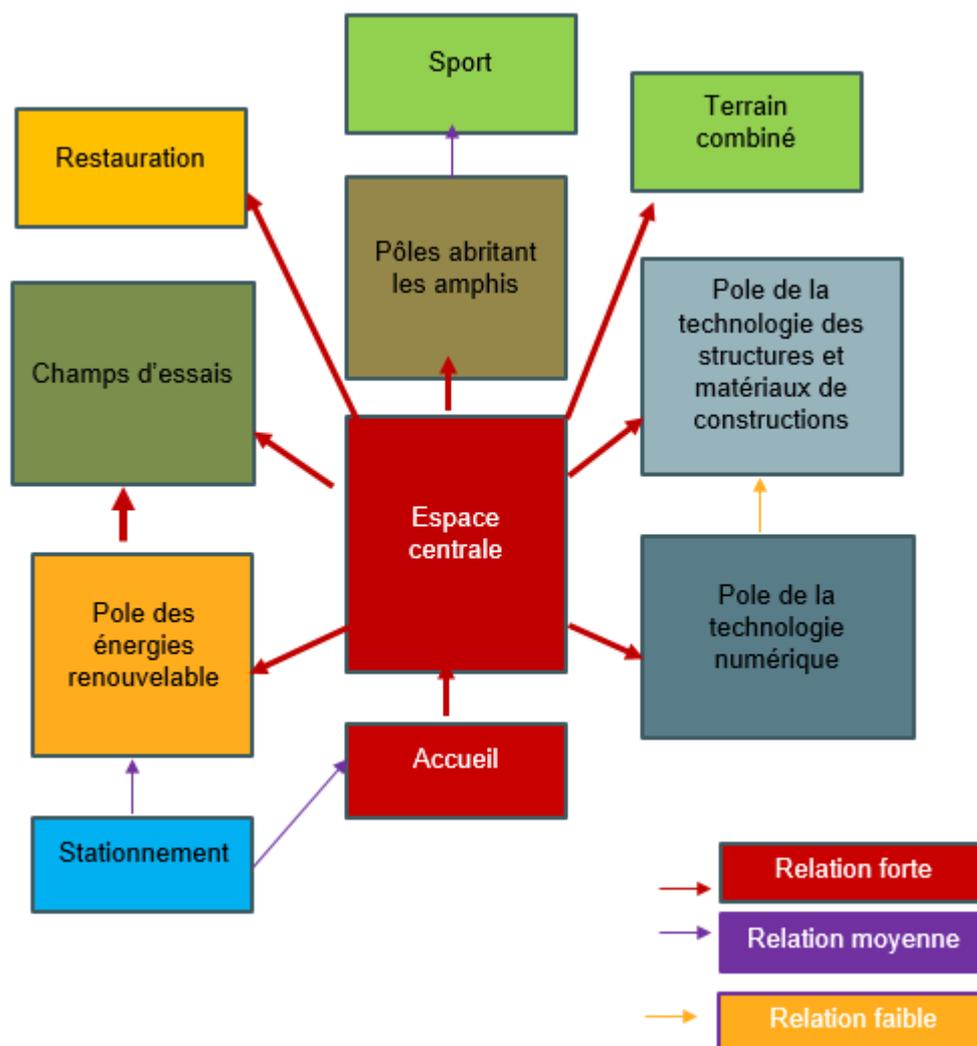
		Salle d'ablution	10m ²	2	20 m ²
		Sanitaire	10m ²	2	20m ²
sous total 20 :					140m²

Infirmierie		Bureau médecin	20 m ²	1	20m ²
		Salle de consultation	30m ²	1	30m ²
Sous total 21 :					50 m²

Maintenance technique		Dépôt	20m ²	1	20m ²
		Stockage	20m ²	1	20m ²
		Chaufferie	20m ²	1	20m ²
		Local de climatisation	20m ²	1	20m ²
		Locale de groupe électrogène (électricité de secours)	30m ²	1	30m ²
		Atelier de maintenance et d'entretien	40m ²	1	40m ²
Sous total 22 :					150 m²

Espace de circulation (30%) surface totale					3353.7 m ²
Surface totale					14532.7m ²
Espace extérieur					
Stationnement Sport	Parking		12.5 m ²	200	2500m ²
	Vélo		30m ²		30 m ²
	Terrain combiné		800 m ²	1	800 m ²
Expérimentation	Champs d'essais		1200 m ²	1	1200 m ²
Surface du terrain					35000 m ²
CES	0.4				
COS	1.9				

7- Organigramme fonctionnel :



Conclusion :

Après avoir effectué l'analyse programmatique selon deux phases : la phase de programmation qualitative, qui nous a permis de déterminer et de définir les différents types d'espace, les exigences fonctionnelles et techniques spécifiques à chaque espace, la programmation surfacique qui nous a permis de déterminer les surfaces nécessaires pour le bon fonctionnement de chaque espace, nous nous sommes arrivés à établir notre propre programme en se référant aux exemples thématiques analysés et aux normes, nous étudierons dans ce qui suit l'approche architecturale et qui va nous permettre de mettre en œuvre un certain nombre de théories et pratiques citées auparavant :

Chapitre 05 : Approche Architecturale :

Bâtir, c'est d'abord créer, définir et limiter une portion du territoire distincte du reste de l'univers et lui assigner un rôle particulier »

Mies Van Der Rohe

Introduction :

Ce chapitre est consacré à la conception du projet architectural c'est-à-dire le passage de l'idée à la concrétisation tout en exploitant les différentes données théoriques accueillies lors des recherches thématiques ainsi que l'approche programmation, nous allons essayer de leurs donner des dimensions spatiales selon un certain nombre d'étapes.

1- Choix du site :

La démarche consiste à définir les différentes variantes de terrain, les points forts, selon les différents critères, ensuite faire une analyse comparative entre les différentes variantes, pour aboutir à un choix adéquat d'une assiette ou nous allons implanter notre projet

➤ Critère d'implantation :

- ❖ Le projet est un centre de recherche lié à la pédagogie, à l'enseignement supérieur et à la recherche scientifique dans le domaine de la technologie du bâtiment, qui a pour but de développer les activités de la recherche et de la formation à cet effet il doit être à proximité ou inscrit dans un périmètre universitaire
- ❖ Assiette facilement accessible et repérable
- ❖ Une grande surface dans le but de prévoir suffisamment d'espaces libres pour des futures extensions
- ❖ Les conditions climatiques les plus favorables (ensoleillement, vent, température...)
- ❖ Une zone calme pour offrir le confort optimal au chercheur

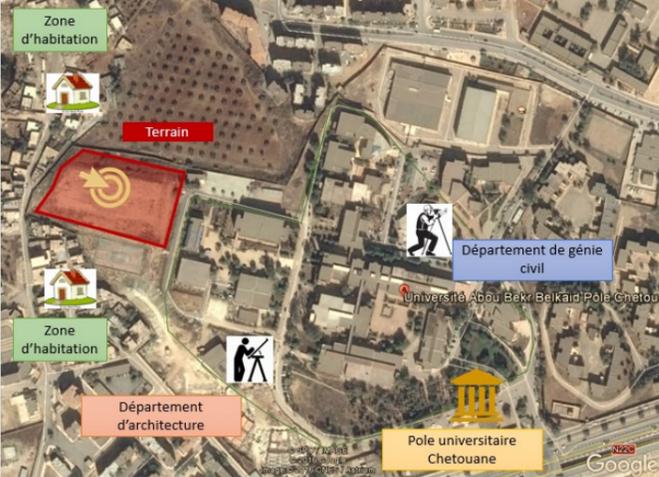
➤ Les variantes de terrains proposées :

Nous avons proposé 3 terrains dans 3 pôles différents :

Terrain 01 : pôle universitaire de Chetouane

Terrain 02 : pôle universitaire de Imama

Terrain 03 : pôle universitaire de Kiffane

le terrain	La localisation	Avantages	Inconvénients
<p>Terrain 01 : Chetouane</p> 	<p>Le terrain est situé à la commune de Chetouane, à environ 5 km au nord-est du centre-ville de Tlemcen, au cœur du pôle universitaire de Chetouane (à proximité du département d'architecture et département de génie civil) délimité par :</p> <p>Le Nord : des terre agricoles Le Sud : terrain de sport et les habitations L'Est : le département de génie biomédicale et le département d'architecture L'Ouest : zone d'habitation Surface : 27390m²</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Situé dans le campus universitaire ➤ Situé dans un milieu pédagogique qui répond à la vocation du projet (département d'architecture et département de génie civil) ➤ Une grande superficie ➤ Transport urbain assuré ➤ Une zone calme 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Problème d'accessibilité
<p>Terrain 02 : Imama</p> 	<p>Le terrain est situé à la commune Mansourah, coté Ouest de la ville de Tlemcen, à proximité du pôle universitaire de Imama délimité : par</p> <p>Le nord : le pôle universitaire imama Le sud : lycée Mahi .B Est : la cité militaire Ouest : école préparatoire des science économique</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A proximité du pôle universitaire ➤ Une situation stratégique qui se trouve sur l'axe de développement de la ville du côté ouest ➤ Transport urbain assuré ➤ Une bonne Accessibilité via la rocade, 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Terrain agricole ➤ A proximité de la cité militaire ➤ Forte circulation mécanique ➤ Absence de clame
<p>Terrain 03 : kiffane</p> 	<p>Le terrain est situé à proximité du centre de la ville de Tlemcen, à proximité du pôle universitaire de Chetouane délimité : par</p> <p>Le nord : des habitations Le sud : habitation Est : l'institut des sciences et techniques appliquées Ouest : habitations et la cité universitaire Surface : 6400 m²</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A proximité du pôle universitaire ➤ Une situation stratégique zone de transit entre le centre-ville de Tlemcen et les autres extensions ➤ Transport urbain assuré 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le terrain est situé dans une zone résidentielle ➤ Problème d'accessibilité ➤ Petite surface

➤ **Tableau comparatif :**

Critère de choix	Au cœur du campus universitaire liée au thème	Accessibilité	L'isolement	Surface foncière
Terrain 01				
Terrain 02				
Terrain 03				

Conclusion :

Après avoir étudié les différentes variantes et effectué une analyse comparative des trois variantes, selon les critères déjà cités, nous pouvons dire que notre choix s'oriente vers le terrain 01 : qui est situé au cœur du pôle universitaire de Chetouane à proximité du département d'architecture et du département de génie civil parce qu'il répond à la vocation du projet

Accessibilité :

Lors de l'analyse des différentes variantes, nous avons cité un inconvénient concernant le terrain de Chetouane qui était un problème d'accessibilité, et après la lecture du PDAU, nous avons constaté que le PDAU préconise une délocalisation des habitations délimitant le terrain de la partie ouest, et la projection d'un équipement culturel qui va être un atout pour notre projet, ainsi que la projection d'une voie principale reliant Oudjlida à Chetouane, passant par le terrain ceci va renforcer notre choix, et nous pousse à dire que le problème d'accessibilité est résolu

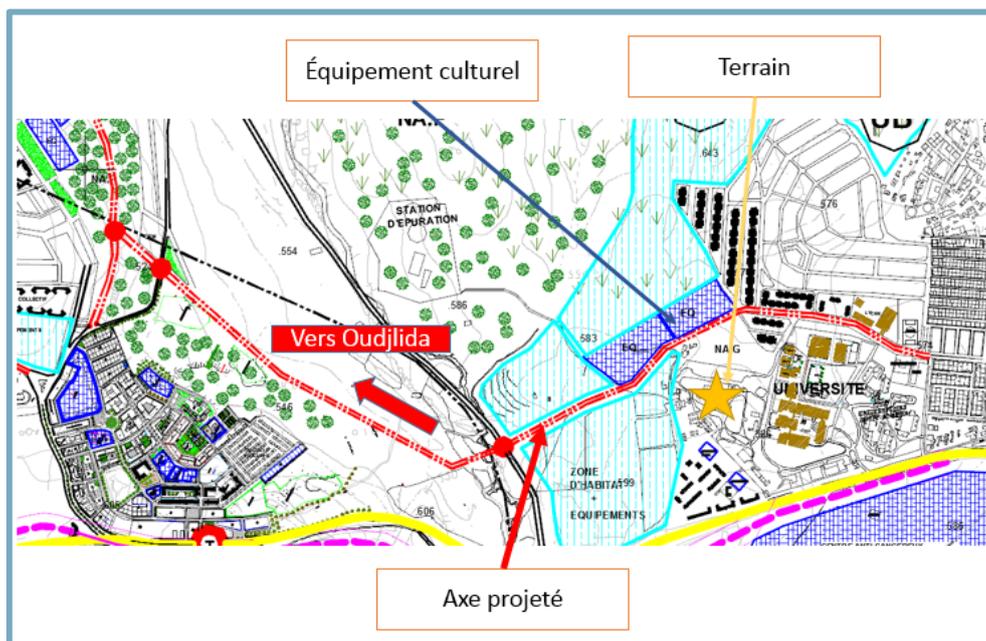


Figure 129 la projection d'une vois principale selon le PDAU

1- Analyse du site :

a) La situation :

✚ Situation par rapport à la ville :

Le terrain est situé à la commune de Chetouane, à environ 5 km au nord-est du centre-ville de Tlemcen dans un milieu pédagogique (le campus universitaire de Chetouane)



Figure 130 situation par rapport à la ville de TLEMEN

✚ Situation par rapport au quartier :

Le terrain est situé au cœur du pôle universitaire de Chetouane abritant la faculté de technologie (science de l'ingénieur) à proximité du département d'architecture et département de génie civil



Figure 131 situation par rapport au quartier

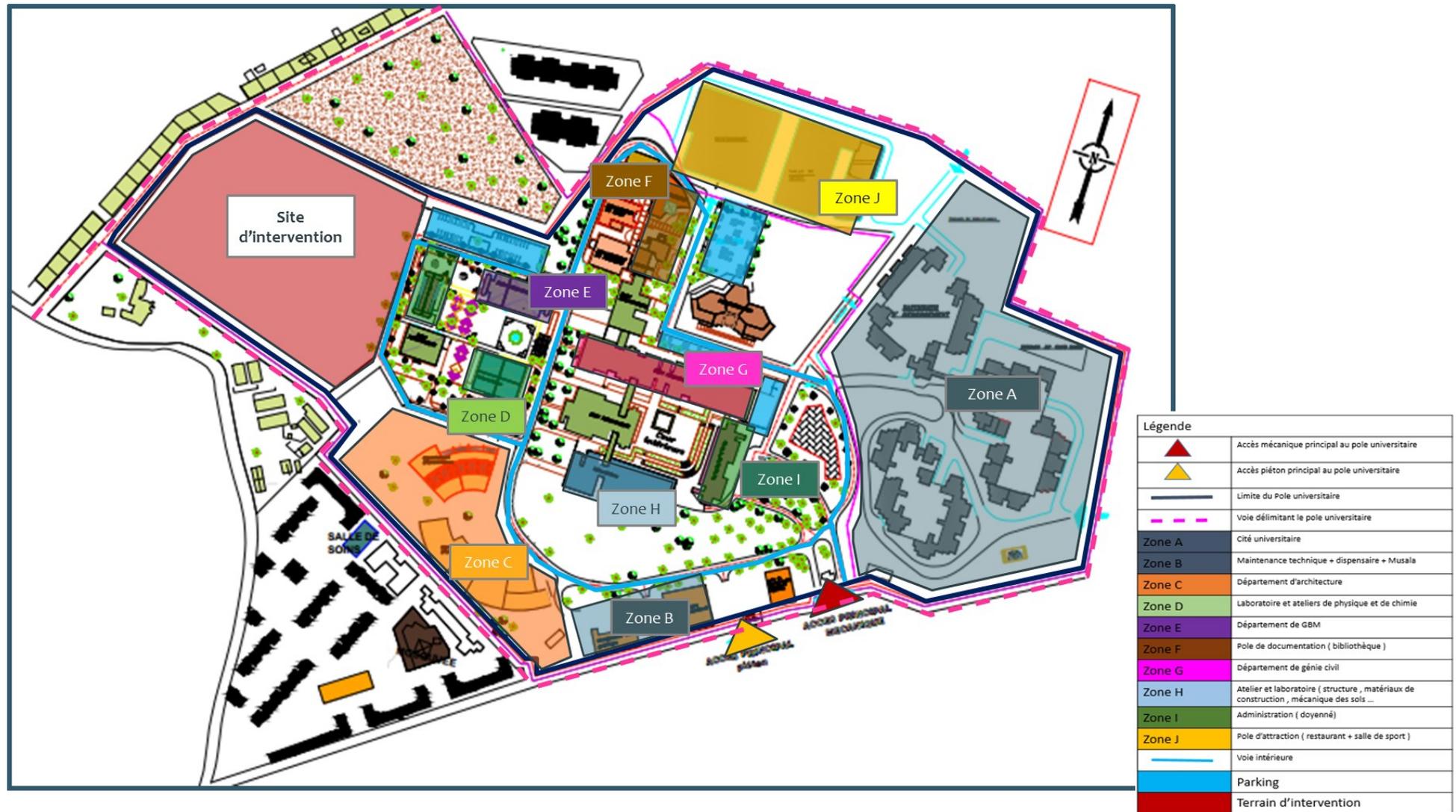


Figure 132 plan d'aménagement du Pôle technologique de Chetouane

b) Délimitation :

Le terrain est délimité par :

- **Le Nord :** des terre agricoles et une zone d'habitations (logement collectifs)
- **Le Sud :** les habitations individuel
- **L'Est :** le département de génie biomédicale
- **Le sud est :** département d'architecture
- **L'Ouest :** zone d'habitation



Figure 133 environnement immédiat

c) Voierie / accessibilité :

Le terrain est délimité par quatre voies :

- Les voies délimitant le terrain et permettant son accessibilité de l'extérieur sont situés à l'ouest et au Sud :
 - Ouest : voie principale à flux mécanique fort
 - Sud : voie principale à flux moyen
- Les voies qui délimitent le terrain et permettant son accessibilité à partir du campus universitaire sont au nord et à l'ouest
 - Nord : voie piétonne à flux faible
 - Est : voie mécanique à flux faible

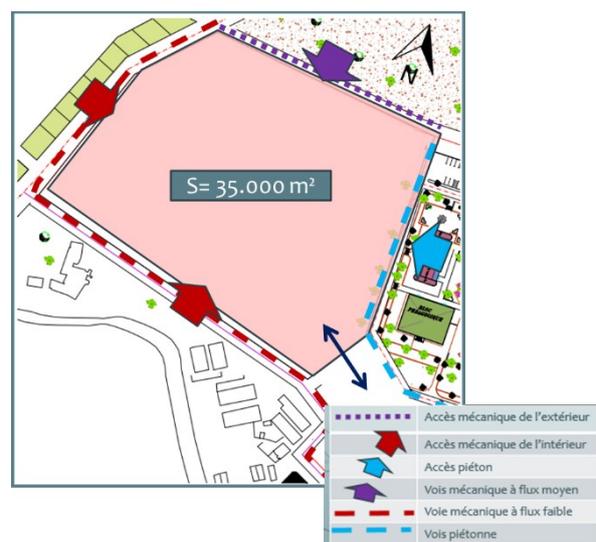


Figure 134 accessibilité au terrain

d) **La morphologie du terrain :**

Surface : 35000 m²

La forme : le terrain est d'une forme irrégulière

La topographie du terrain :

- Dans la direction est-ouest (profil AA) : le terrain présente une légère pente de 1 m de dénivelé
- Dans la direction Nord-sud (profil BB) : le terrain présente une forte pente de 4m de dénivellée

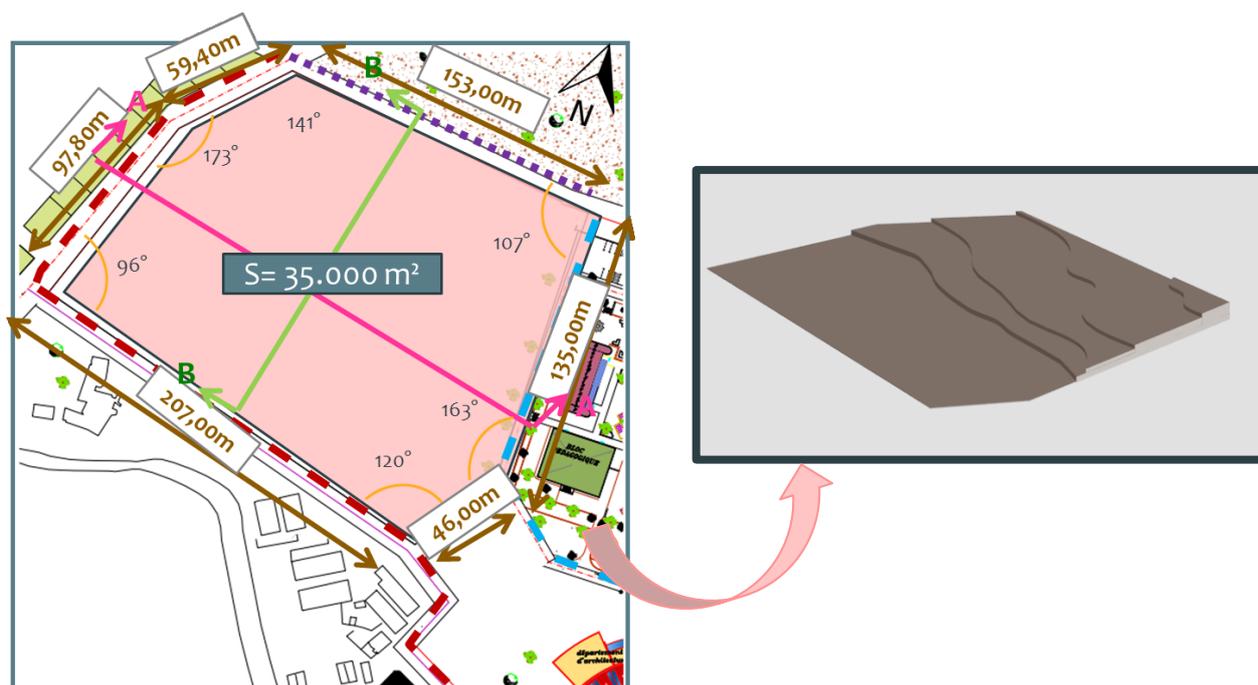


Figure 135 la morphologie du terrain

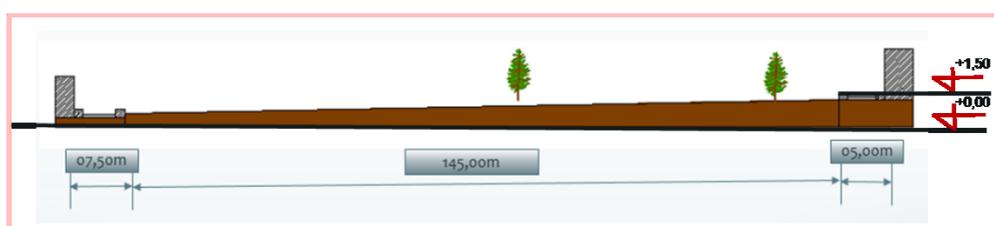


Figure 136 coupe AA

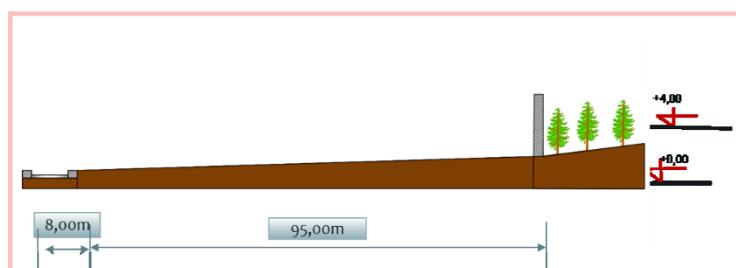


Figure 137 Coupe BB

e) Analyse climatique :

Tlemcen par sa position à 800 m d'altitude, elle jouit d'un climat méditerranéen caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec

❖ Vents dominants :

Les vents dominants sont de direction nord-ouest

Figure 138 vents dominants

❖ Ensoleillement :

Le terrain possède 4 façade, la hauteur des bâtiments environnant ne dépassant pas les R+2 et une largeur de voie importante qui le délimite

Ce qui nous pousse à dire que l'intégralité du terrain est ensoleillée

Figure 139 ensoleillement du terrain

f) Architecture environnante :

+ Fonction urbaine :

L'environnement du site d'intervention est constitué de deux zones

- À l'ouest et au sud : zone d'habitation (illicite) d'où le PDAU préconise une délocalisation
- À l'Est : zone pédagogique ; le campus universitaire technologique

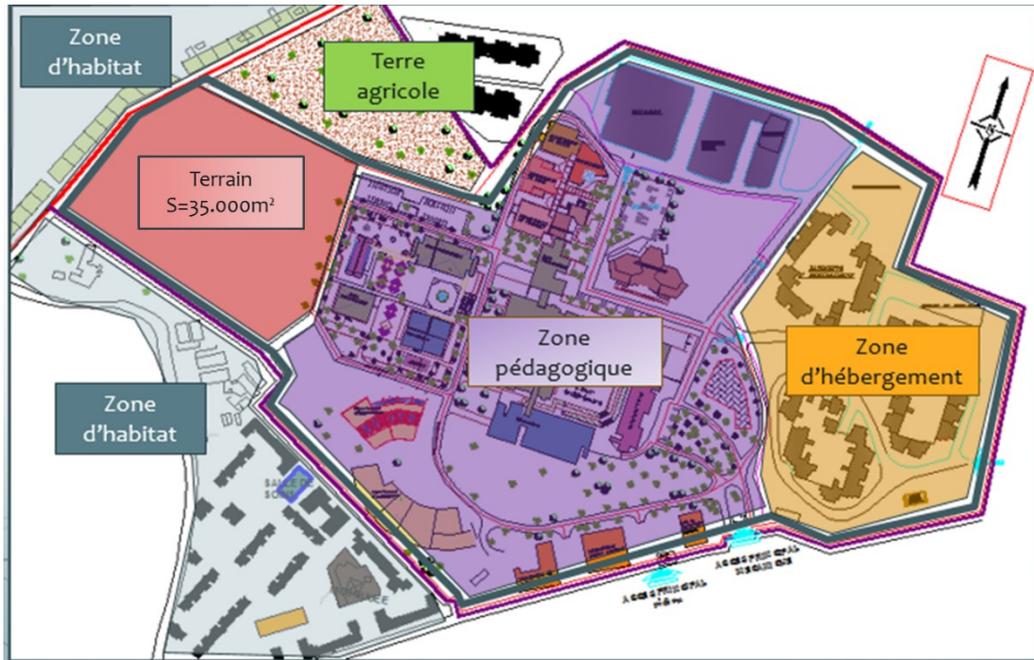


Figure 140 carte de fonction urbaine

Bâtiment	Illustration	Hauteur	Système constructif	Style architectural et analyse de façade
Département d'architecture		RDC+ 1	Portique en béton armé	-une forme circulaire -L'opacité de la façade principale due à la présence d'un espace central éclairé zénithalement D'où le plein prime sur le vide Les ouvertures sont de formes circulaires
Bloc administratif		RDC+ 3	Système à ossature poteau –poutre en béton armé	La forme du bâtiment est rectangulaire Avec des ouvertures de forme carrée répétitive d'où le plein et le vide sont presque égaux Une architecture monotone

<p>Laboratoire de physique et de chimie</p>		<p>RDC+ 2</p>	<p>Système à ossature poteau –poutre en béton armé</p>	<p>La forme du bâtiment est rectangulaire Avec des ouvertures de forme carrée répétitive d’où le plein et plein et le vide sont presque égaux Avec une toiture légèrement inclinée Une architecture monotone</p>
<p>La bibliothèque</p>		<p>RDC+ 1</p>	<p>Système à ossature poteau –poutre en béton armé</p>	<p>Un style architectural plus ou moins moderne avec l’introduction des murs rideau</p>
<p>Centre de téléenseignement</p>		<p>RDC+ 2</p>	<p>Système à ossature poteau –poutre en béton armé</p>	<p>Une forme circulaire Un style architectural plus ou moins moderne avec l’introduction des murs rideau</p>
<p>Département de mathématique</p>		<p>RDC+ 4</p>	<p>Système à ossature poteau –poutre en béton armé</p>	<p>Un style architectural plus ou moins moderne avec l’introduction des murs rideau</p>

Zone d’habitation :



Gabarit des bâtiments avoisinant varie entre R+0 et R+2

Un habitat illicite

Une implantation anarchique

Absence de traitement de façade

Conclusion :

L'analyse du site dans son contexte morphologique, climatique et environnemental, nous a permis de mieux le connaître de récolter certaines données nécessaires à la conception du projet.

Et de déterminer les points forts du site qui :

- Une situation stratégique dans un campus technologique universitaire à proximité des différentes spécialités liés à la thématique.
- La possibilité d'accéder de l'extérieur comme d'accéder à partir du campus universitaire ce qui permettra de créer un fort lien entre le centre de recherche, les chercheurs et l'université.

2- La genèse du projet :

➤ Etape01 : l'accessibilité du projet :

Le choix de l'accès principal a été porté vers le côté Sud par rapport à la voie mécanique à flux moyen, Situé sur l'axe majeur qui Un axe fort de visibilité: à partir duquel on aura une vue globale de l'équipement (Projet).

Le choix de l'accès mécanique a été porté vers le coté Sud-Ouest , par rapport à une voie mécanique existante à flux moyen

Le 2ème axe représente l'accès à partir du campus universitaire au centre

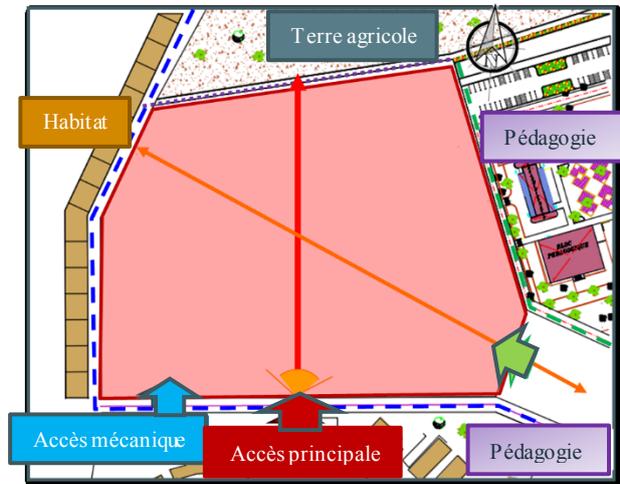
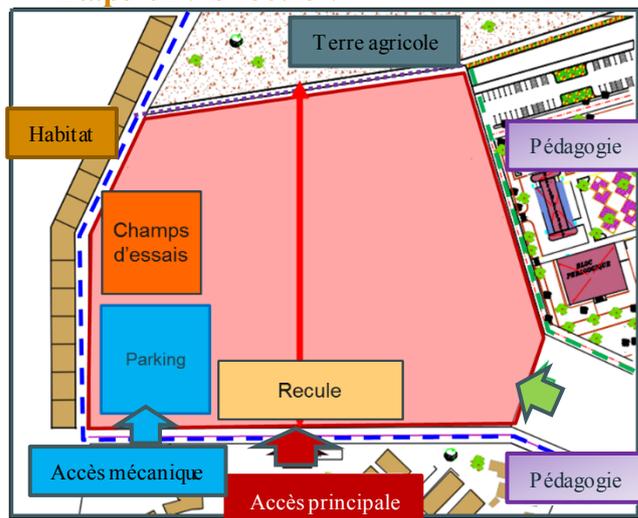


Figure 141 1ère étape de la genèse

LEGENDE	
	Accès mécanique
	Accès principale
	Accès à partir du campus universitaire
	Voie mécanique extérieure
	Voie mécanique intérieure
	Voie piétonne

➤ Etape 02 : le recule :



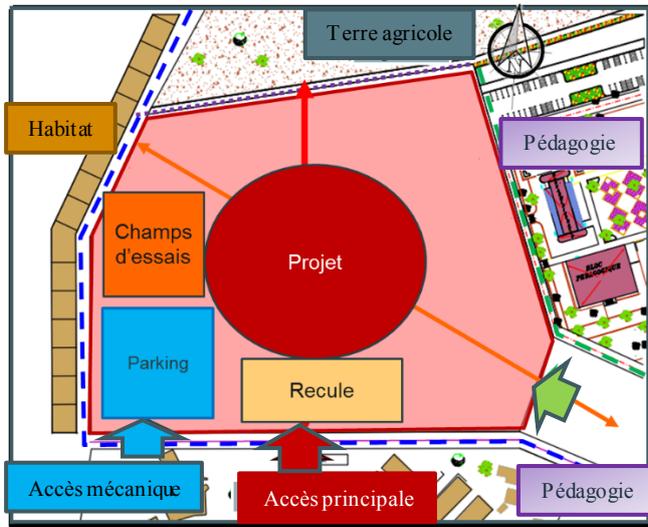
LEGENDE	
	Accès mécanique
	Accès principale
	Accès à partir du campus universitaire
	Voie mécanique extérieure
	Voie mécanique intérieure

Création d'un recule engendrée par la l'accès principale à fin d'assurer la sécurité et réduire les nuisance sonore , cet espace sera aménager et jouera le rôle d'une esplanade d'entrée

L'emplacement du parking au coté Sud Ouest engendré par l'accès mécanique et pour créer une rupture entre la zone d'habitation et la zone pédagogique

L'emplacement du champ d'essais au coté Ouest pour minimiser les nuisances sonore causé par le flux mécanique de la voie principale situé à l'ouest

➤ **Etape 03 : la centralité du projet :**



La position centrale du projet dans l'intersection des deux axes majeurs de composition a été choisi selon plusieurs paramètres :

- Offrir une meilleure visibilité du projet
- Le reculé
- La position du parking
- Et le champ d'essais

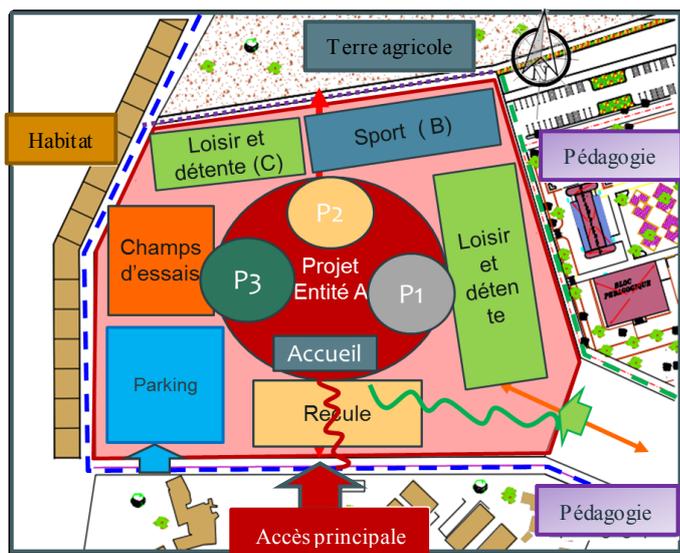
LEGENDE	
	Accès mécanique
	Accès principale
	Accès à partir du campus universitaire
	Voie mécanique extérieure
	Voie mécanique intérieure
	Voie piétonne

Figure 142 : 3ème étape de la genèse

➤ **Etape 04 : l'organisation spatiale (le Zoning) :**

L'organisation fonctionnelle et la disposition des fonctions et des espaces se fait suivant une hiérarchie, selon les priorités et selon les relations entre les espaces

- L'idée principale est de positionner les fonction principale au centre (recherche formation et expérimentation), entouré par les fonction secondaire (loisir , détente , sport)
- **L'entité A :** occupe la fonction principale qui est la recherche la formation et l'expérimentation avec une position centrale organisé au tour de 3 pôle de recherche et de formation avec un pôle en commun et un pôle de documentation
- **L'entité B :** cette entité est réservée aux sports
- **L'entité C :** est réservé aux espaces de détente et de loisir ainsi que la restauration



LEGENDE	
	Accès mécanique
	Accès principale
	Accès à partir du campus universitaire
	Voie mécanique extérieure
	Voie mécanique intérieure
	Voie piétonne

Figure 143: 4ème étape de la genèse

➤ Etape 05 : la création d'un noyau central :

- La projection d'un noyau central sur l'axe principal permet une organisation spatiale éclatée du centre de recherche
- Ce noyau central est nécessaire dans les établissements d'enseignement et de recherche parce qu'il joue le rôle d'un espace de rencontre et de circulation au cœur du centre

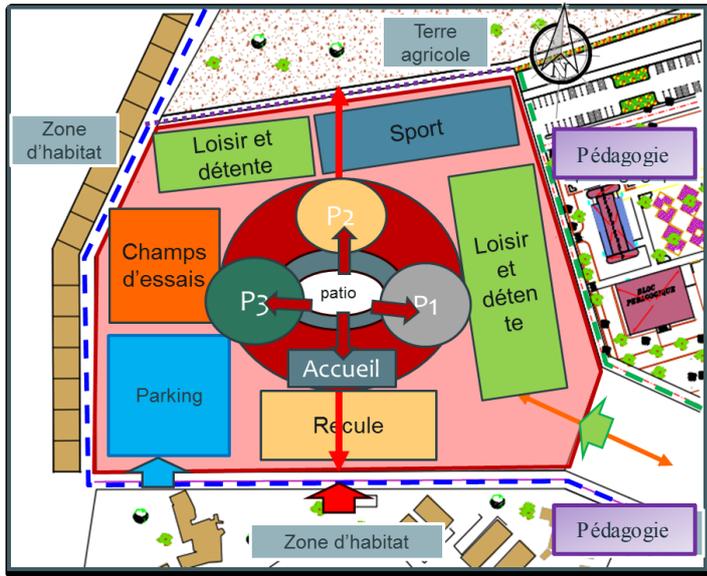


Figure 144: 5ème étape de la genèse

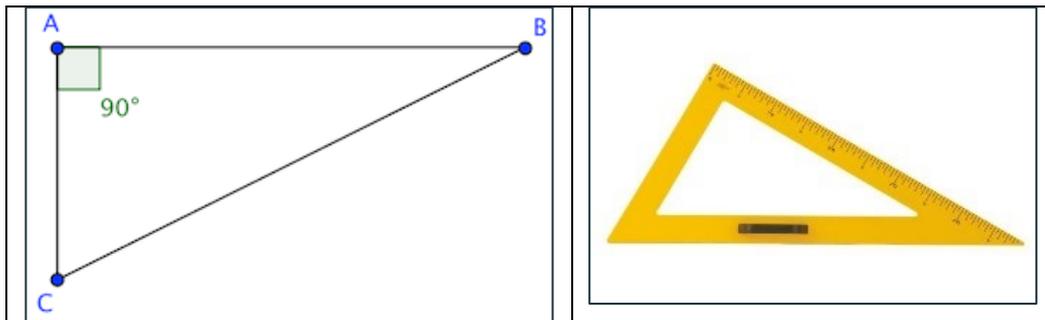
- il présente ainsi un espace de transit, qui permet de desservir aux différents pôle

- À fin de rafraichir et d'aérer ce lieu, nous avons pensé à projeter **un patio** au centre
- Chaque pôle possède son propre patio

LEGENDE	
	Accès mécanique
	Accès principale
	Accès à partir du campus universitaire
	Noyau central
	Patio

3- La genèse du volume :

- Pour la conception du projet, notre choix s'est penché vers le triangle comme forme de base dans le but de réunir les 3 pôles du centre dont chaque côté du triangle présente un pôle, et le triangle lui-même présente le pôle en commun
- De manière générale, le triangle représente la stabilité, et l'unité ce qui en fait une forme appréciée des architectes.
- Notre projet est un équipement lié à la recherche, la science, le savoir et la formation le triangle est une forme qui crée une harmonie entre la forme du projet et sa fonction car il fait rappel à l'équerre qui est un outil utilisé dans ce domaine



Références stylistiques et sources d'inspirations :



Université de Turin



Musée denver Art

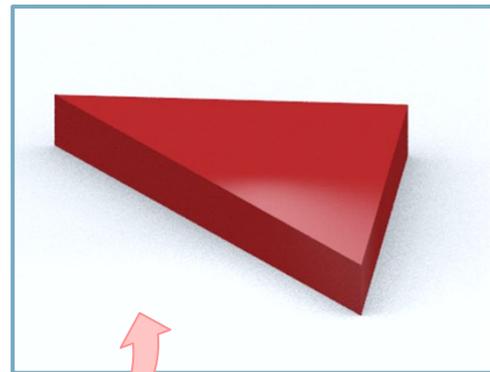


Musée d'Ontario



Phase 01 :

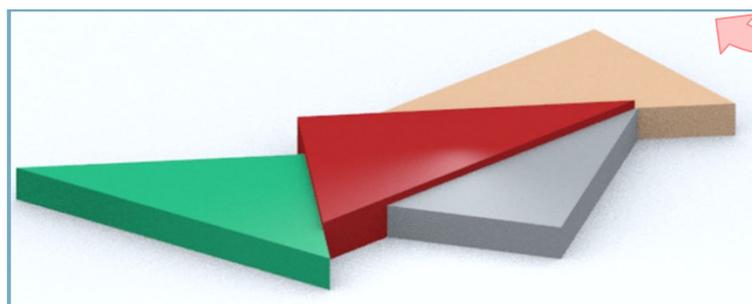
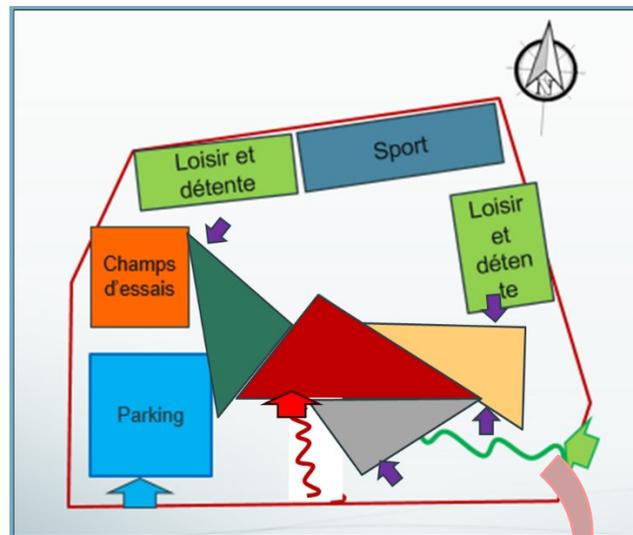
- L'hypoténuse et le côté du triangle qui à la plus grande longueur, c'est pour cette raison le triangle est positionné et orienter de sorte qu'il soit parallèle à l'accès principale pour que l'ensemble du projet soit bien visible et pour bénéficier d'une façade intéressante
- Cet élément est l'élément principale dominant



Phase 02 :

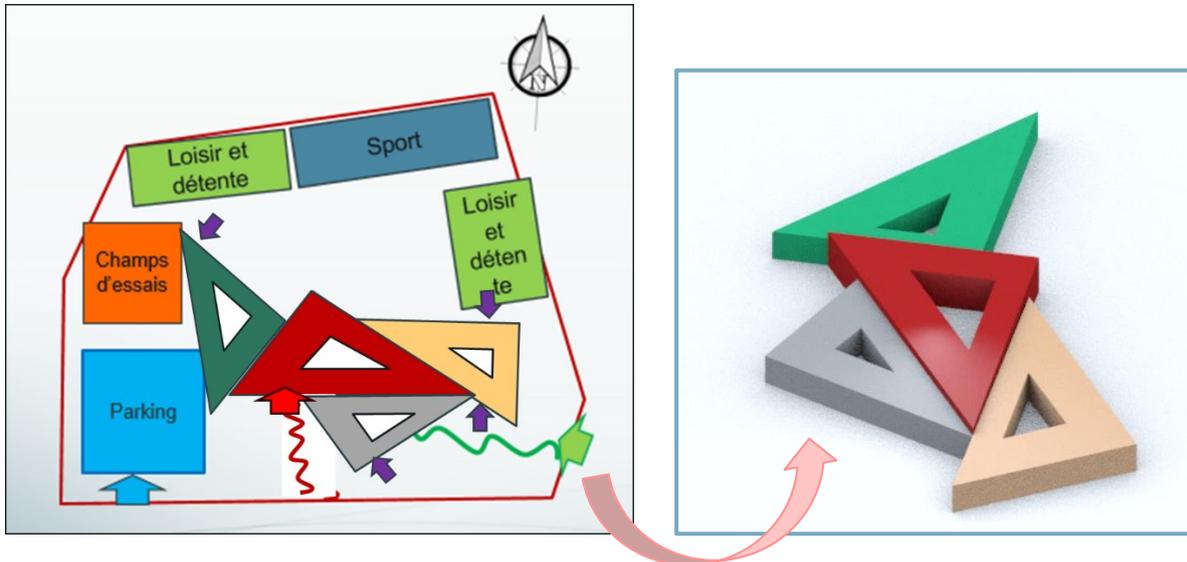
À fin de garder le même principe et la même logique de composition, les 3 pôles de recherche prendront eux aussi la forme du triangle placer sur les 3 côtés du triangle principal

Les pôles sont placé d'une manière qui permet de crée un jeu de volume et de permettre principalement à chaque pole une accessibilité directe à partir de l'espace intérieur indépendamment de l'accès principale et du pole centrale

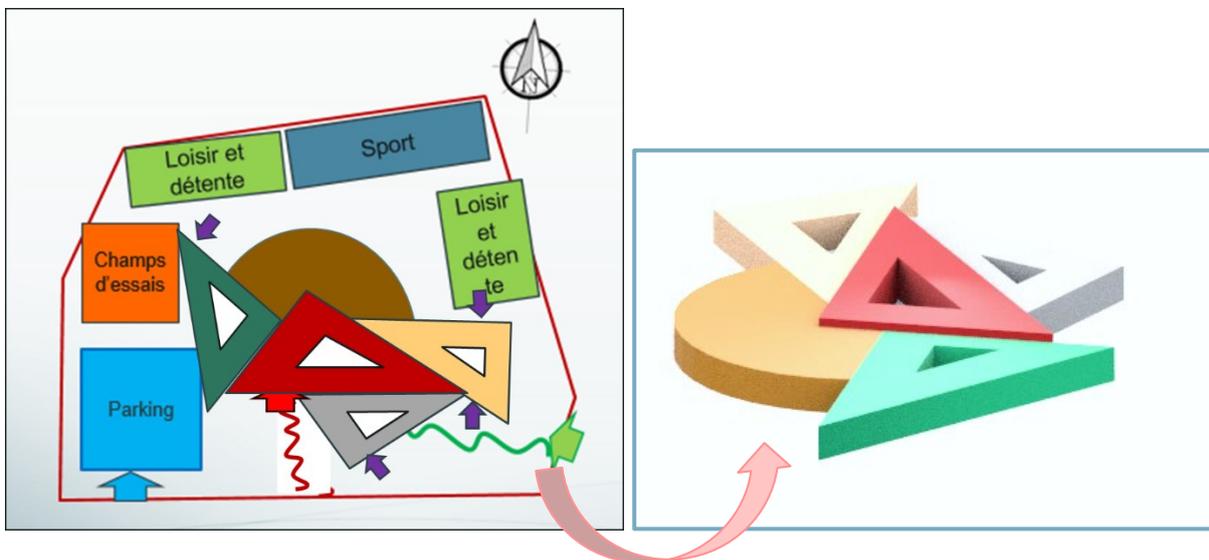


Phase 03 :

L'intégration des patios au cœur de chaque pole dans le but d'aérer les espaces et de les rafraichir

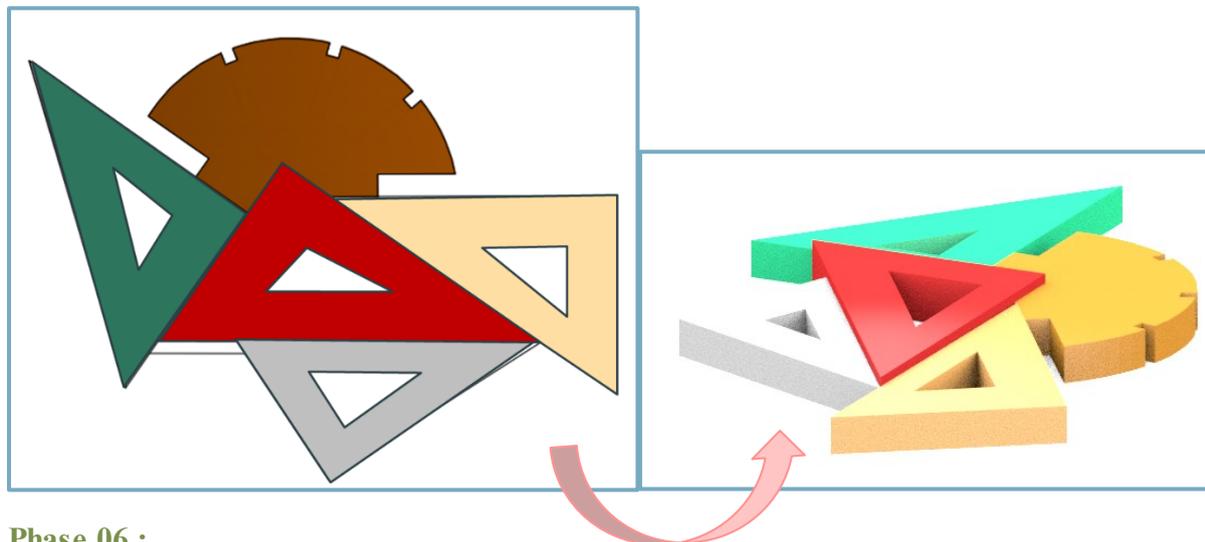
**Phase 04 :**

A fin de créer une harmonie au niveau de la volumétrie et se libérer des angle aigu des triangle des forme vif , le pole de documentation prendra la forme d'un demie cercle qui réunira les différents pole



Phase 05 :

Afin de dédensifier le volume circulaire et d'éclairer les différents espaces, cet élément a été tronqué à la fois pour éclairer les espaces et pour permettre des accès secondaires permettant de mettre en liaison les bâtiments avec les espaces extérieurs de loisir et de détente

**Phase 06 :**

Cet espace central est un espace de rencontre et de rassemblement des étudiants et pour protéger cet espace nous avons pensé à des verrières, ces verrières respecteront le principe de la triangulation et prendront la forme de pyramide

Et ajouter des éclairages zénithaux afin de profiter au maximum de la lumière naturelle

Les toitures seront inclinées

4- La description du projet :

Le projet est un centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment, situé à Tlemcen au niveau du pôle universitaire Technologique de Chetouane.

Le centre comporte deux volets :

1. La recherche et l'expérimentation.
2. La formation.

➤ La recherche et l'expérimentation :

Elles constituent la fonction principale du centre dans tout son état et qui reste un espace dédié par excellence à la recherche scientifique permettant aux chercheurs spécialistes de bien mener leurs activités scientifiques relatives à un ensemble de termes spécifiques à la technologie du bâtiment. Cette recherche reste dans sa majorité liée au développement du domaine du bâtiment, d'où la nécessité d'intégrer les entreprises qui cherche à améliorer la qualité de leurs produits et de lui donner une valeur scientifique compétitive. Cette relation importante encourage les chercheurs pour l'innovation et la création en matière de technologie du bâtiment, ce qui leur donne une grande chance pour la labellisation de leurs produits et dont les entreprises se bousculent pour l'avoir et le traduire en application sur les chantiers et les terrains. Cet état des choses donne au centre la force, la matière et la motivation pour ne pas s'enfermer dans la logique de la recherche pour la recherche, ou la recherche pour un besoin individuel d'un chercheur, satisfaire un logos personnel, mais de conjuguer cette recherche avec le monde des entreprises et la dynamique du développement en matière de la technologie du bâtiment sur des bases scientifiques solides. Le principe de la labellisation du produit scientifique et de sa mise en application par les entreprises est très important pour le centre, pour les chercheurs, pour les entreprises et pour le développement d'une façon générale.

➤ La formation :

Le centre par sa position géographique et stratégique au sein du pôle universitaire technologique de Chetouane, assure aussi une fonction de formation en matière de technologie du bâtiment. Il constitue en quelque sorte un prolongement et une continuité de l'université. Cette formation est doublement articulée vis-à-vis des groupes d'apprenants à former et qui veulent à être former dans le domaine de la technologie du bâtiment :

A- Les étudiants chercheurs :

Les étudiants chercheurs qui veulent développer et enrichir leur potentialité scientifique dans un domaine bien précis relatif à la technologie du bâtiment. Le centre leur donne la possibilité d'acquérir un savoir plus approfondi, cela d'une part, et d'une autre part, leur présence au sein du centre leur donne la chance pour se former et se familiariser avec le monde de la recherche et côtoyer les chercheurs. Le centre par sa vocation scientifique et formatrice organise des ateliers, des séminaires, des rencontres selon des thèmes bien précis et qui correspondent à leurs cursus de formation approfondies.

B_ les stagiaires venant des entreprises et du monde professionnel :

Les entreprises cherchant à améliorer le savoir-faire de leur personnel demande au centre de leur proposer des programmes de formation spécial. Le centre par sa qualité scientifique et pédagogique propose aux entreprises des formations pour des durées bien déterminées. Cette formation est toujours assurée par des chercheurs compétents, dotés d'un savoir scientifique ,technologique du bâtiment et d'une culture des entreprises très riches .

1- Plan de masse :

Le projet s'étale sur une surface de 3 hectares et demis, le projet se développe en deux blocs, le bloc principale composé de plusieurs entités qui abrite la fonction principale de la recherche et de la formation et qui occupe le centre du terrain avec une forme composée par l'assemblage et l'intersection de plusieurs triangles, ou chaque triangle présente une entité. Le deuxième bloc situé dans le nord abrite les fonctions de loisir.

Nous avons un accès principal à partir de l'extérieur marqué par une esplanade d'entrée et un accès à partir de campus universitaire pour créer le fort lien entre l'université et le centre de recherche et dans le but de faciliter la tâche des chercheurs et des étudiants.

Un accès mécanique donne directement vers un parking situé au sud-ouest afin de créer une séparation entre le centre de recherche et son environnement (zone d'habitation)

La fonction de recherche, formation et expérimentation se développe sous forme de plusieurs pôles principalement le pôle de la technologie numérique et l'intelligence du bâtiment , le pôle de la technologie des structures et matériaux de construction , et le pôle des énergie renouvelable . Le pôle des énergies renouvelables est en contact direct avec un champs d'essais de panneaux solaire photovoltaïque (orienté vers le Sud) et d'éolienne.

La fonction de loisir occupe principalement un terrain combiné situé au Nord , et une salle de gym avec sale de remise en forme , l'espace de restauration (restaurant + cafeteria)

Au Nord, on trouve une infirmerie nécessaire dans ce type d'équipement et une salle de prière.

Le projet dans sa totalité s'inscrit dans un pôle universitaire.

Le centre de recherche s'ouvre vers un accès principal et qui donne directement vers un espace central permettant de desservir les différents pôles et des accès secondaires qui seront empruntés par les chercheurs pour accéder aux différents pôles tout en évitant de passer par l'espace central.

Les aires de repos et les espaces verts occupent une place importante. Ce sont des espaces nécessaires pour créer un environnement sain et propre pour les chercheurs et qui sans aucun doute leur permettra l'amélioration de la production scientifique et la formation.

2-Plan de circulation :

Le centre de recherche en technologie du bâtiment reste un centre important et très demandé voire très visité par les différents acteurs du monde de la recherche, de la formation et des entreprises, d'où la nécessité d'avoir un plan de gestion qui puisse gérer la présence et la visite de tout ce monde sans jamais porter atteinte à sa vocation scientifique et technologique et qui nécessite le secret, la rigueur, la vigilance, l'ordre et l'organisation du travail.

Pour bien gérer cette situation, un plan de circulation et de visite au centre s'impose à commencer par l'entrée principale et la rigueur en matière de contrôle des visiteurs.

L'entrée au sein du centre doit être réglementée et par conséquent, un certain nombre d'espace n'est pas ouvert au public comme les laboratoires et les bureaux propres aux chercheurs, le centre de documentation, l'atelier des archives, qui nécessitent la sauvegarde et le secret (les créations, les brevets, les articles non publiés, les projets etc...).

Cet état des choses impose un plan de circulation et de présence au sein du centre selon des modalités techniques bien précises et qui ne peuvent porter atteinte au centre lui-même ni aux chercheurs ni au public de quelque nature soit-il (les chercheurs étrangers au centre, les entreprises, les étudiants, les visiteurs ordinaires etc...).

3-Plan du Rez de chaussée :

Chaque pôle fonctionne indépendamment.

Les différents pôles sont desservis par l'espace central qui se présente comme un espace de transition. Le Rez de chaussée est occupé par les espaces liés à la recherche et à la formation de chaque pôle.

Chaque pôle à sa spécificité en matière d'expérimentation, la disposition des laboratoires et des ateliers d'essais diffère d'un pôle à un autre, aussi cette différence se justifie par le type d'appareil et d'équipement utilisé dans chaque pôle.

Ces espaces sont des espaces privés par excellence. Seuls les chercheurs ont droit à l'accès à ces espaces. Dans le but de contrôler et de gérer ces espaces, nous avons fait recours à des systèmes d'immotique que nous allons développer dans l'approche technique.

Outre les laboratoires, le Rez de chaussée abrite aussi 3 amphithéâtres avec un accès public où s'organisent des conférences, des journées d'études, des séminaires. Ce sont des espaces d'échange scientifique et pédagogique par excellence.

4- Plan du 1er étage :

Au niveau du 1^{er} étages les 3 pôles de recherches auront la même organisation. Cet étage est réservé à la formation, avec un nombre important de salles de cours, contrairement aux laboratoires, les salles de cours sont accessibles au public dans le but de l'apprentissage et la formation dans l'une des disciplines que le centre assure.

Comme espace en commun, le pôle de documentation occupe une surface importante vue la nécessité des bibliothèques et des médiathèques, avec tous les équipements nécessaires.

Nous avons proposé des espaces secondaires mais très important par leur relation directe liée à la recherche et à la production scientifique, tel que les salles d'informatique, les salles de publication, des ateliers de créativité.

Au niveau des mezzanine chaque pole possède une salle de travail collaboratif, et une petite cafété.

5-Plan du 2ème étage :

Le 2ème étage est réservé à la fonction administrative.

Ou chaque pole se caractérise par une gestion indépendante (responsable du pôle, la comptabilité, l'archive ...) et une administration générale du centre (directeur du pôle, salle de réunion ...)

5- Les pièces graphiques :

Chapitre 06 : Approche Technique :

Le génie est le hasard de la technique, Et la technique de ce hasard.

Louis Gauthier.

Introduction :

Le dernier chapitre est consacré à l'aspect technique de la conception architectural dans toutes ses dimensions c'est-à-dire aller au-delà du détail.

Au cour de l'approche technique, nous allons essayer de développer et détailler le système structurel déjà lors du 1^{er} chapitre, ainsi que la détermination des différents matériaux utilisé, les différents types de revêtements, et à la fin les différentes techniques technologique utilisées en tenant compte la nature de l'équipement ainsi que ses exigences technique et en répondant au besoin des usagers et assurer leurs confort.

1- Le système constructif :

Notre choix s'oriente vers la structure mixte hybride acier -béton, système à ossature poteau – poutre ce type de structure est le mieux adapté à notre projet centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment et qui permet de répondre à ses exigences technique, fonctionnelle et esthétique.

2- Les gros œuvres :

L'infrastructure :

Les fondations :

Une fondation se définit comme la partie d'un bâtiment ou d'un ouvrage de travaux publics qui assure la transmission dans le sol des charges (poids propre, forces climatiques, sismiques et charges d'exploitation).

Critère du choix du type de fondations :

- La capacité portante du sol.
- Les conditions du site en termes de stabilité globale et de mouvements du sol,
- La nature et la taille de la structure et de ses éléments, y compris des exigences spéciales.
- Les forces, les charges et la contrainte admissible.
- Les conditions relatives au voisinage du projet (par exemple, structures avoisinantes, circulation, réseaux divers, végétation, produits chimiques dangereux).
- Les conditions de terrain.
- L'état des eaux souterraines.
- La sismicité régionale.
- L'influence de l'environnement (hydrologie, eaux superficielles, affaissements et subsidence, variations saisonnières de la température et de l'humidité).

Selon la **capacité portante du sol**, les forces mises en jeu et les tassements admissibles, trois types de fondations sont envisageables : superficielle, semi-profonde et profonde.

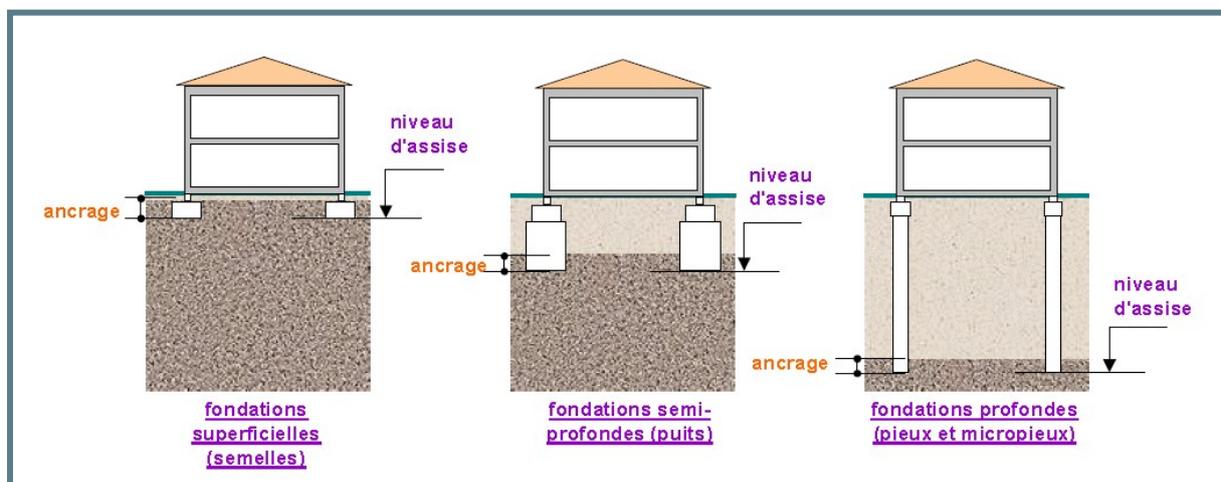
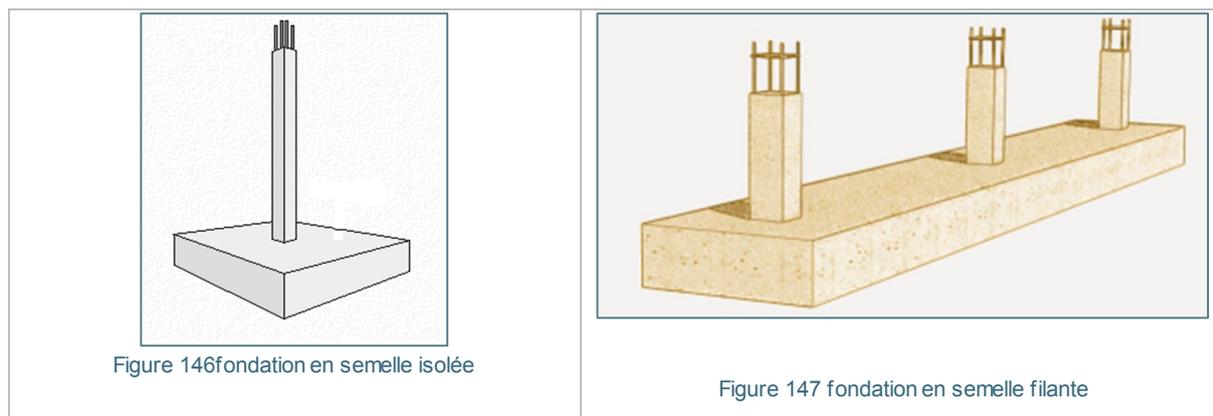


Figure 145 schéma des différents types de fondation

Pour notre projet :

- La hauteur du bâtiment ne dépasse pas les R+2.
- Absence de voisinage.
- On propose des fondations superficielles composées de semelles isolées et semelle filantes sous poteau.



La superstructure :

➤ Les poteaux :

Dans notre projet, les portées atteignent les 16m00 donc nous avons opté pour des poteaux mixte acier /béton entièrement enrobé parce qu'il présente plusieurs avantages répondant aux exigences de notre projet, tel que la résistance au feu très élevé, de section rectangulaire.

Prédimensionnement : selon les calculs de génie civil et en tenant compte les critères de sismicité, de charge permanente et de charge d'exploitation, de la surface supporté par le poteau, le coefficient de sécurité ... notre poteau sera de type : HEA 650 : profilé en acier : de section (40X50).

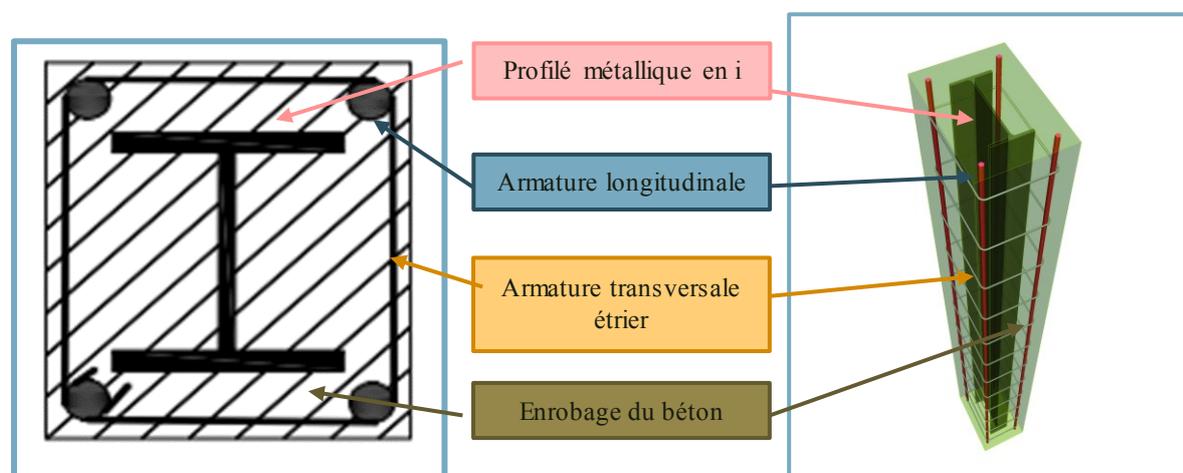


Figure 148 poteau en I entièrement enrobé

➤ Les poutres :

Une poutre mixte s'agit en général d'un profilé en acier liaisonné avec une dalle de béton. Dans notre projet nous avons opté pour des profilés Alvéolaire (poutre à âme ajourée) une poutre alvéolaire offre une nouvelle expression architecturale. Les structures sont allégées et les portées sont augmentées.

Cette flexibilité va de pair avec la fonctionnalité du passage des équipements techniques (conduits, gaines) à travers les ouvertures.

Économies de poids de 25 à 30% par rapport aux sections standard,

Caractéristiques dimensionnelles :

- Portée de la poutre : 10m à 50 m.
- Hauteur de la poutre : $h = l/12$.

Dans notre projet : la portée maximale est de 16.00 La retombée de la poutre sera de 1.30 m.

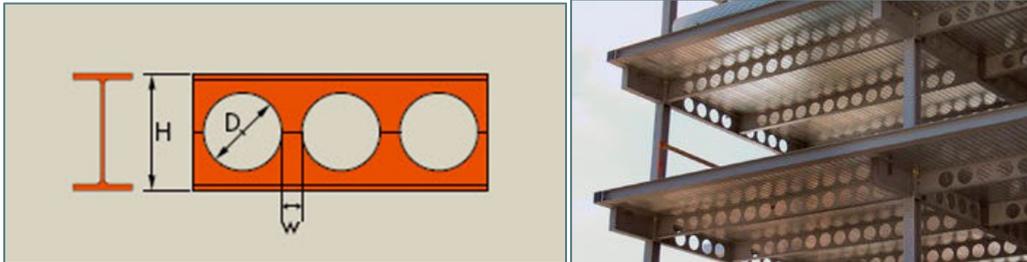


Figure 149 poutre alvéolaire

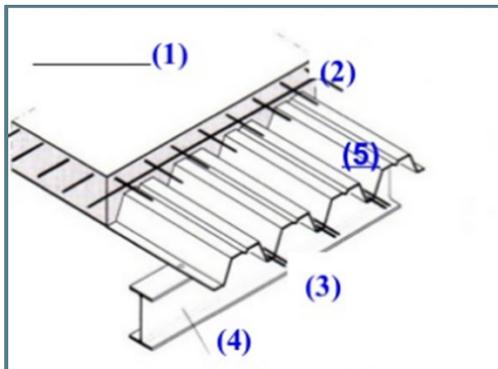
➤ Plancher intermédiaire :

Le type de plancher choisit est un plancher collaborant (nervuré) : ce type de plancher est constitué d'une dalle en béton armé, d'une poutre en acier et d'une tôle d'acier nervurée.

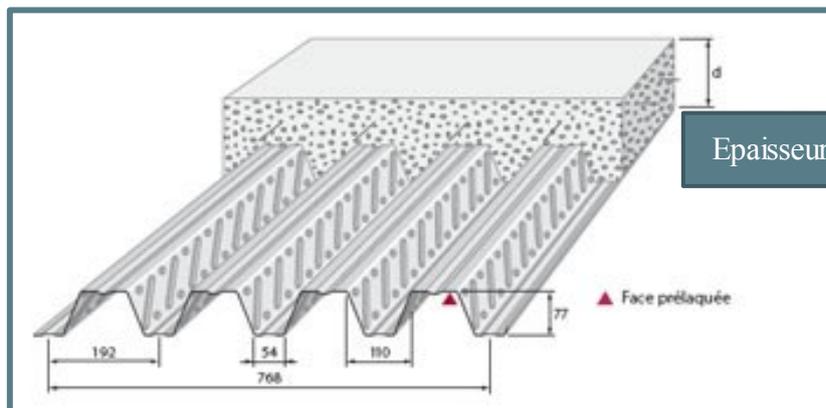
Les tôles de profilé en un rôle d'armature et de coffrage autorisant une mise en œuvre rapide et économique.

Caractéristiques dimensionnelles :

- Espacement entre nervures : 1- 2.50 m.
- Epaisseur de la dalle $d = 8$ à 15cm (dalle pleine)



- 1- Béton coulé sur place
- 2- Armature supérieure treillis
- 3- Armature inférieure (barre dans les nervures)
- 4- Solive
- 5- Tôle profilé



Epaisseur de la dalle

Les types d'assemblage⁷⁸ :

Généralement, les assemblages sont des ensembles constitués de plusieurs composants :

- **Les abouts des éléments structurels assemblés** : la section courante de ces éléments doit généralement être aménagée pour permettre l'assemblage (par exemple : réalisation de perçages, complétée ou renforcée localement...).
- **Les pièces accessoires de liaison** : il s'agit généralement de plats, de cornières, de platines, de tasseaux, d'échantignolles, d'équerres d'attache.....
- **Les organes de fixation** : assurent la solidarisation effective entre les composants en présence (boulons ordinaires, boulons HR, cordon de soudure...).

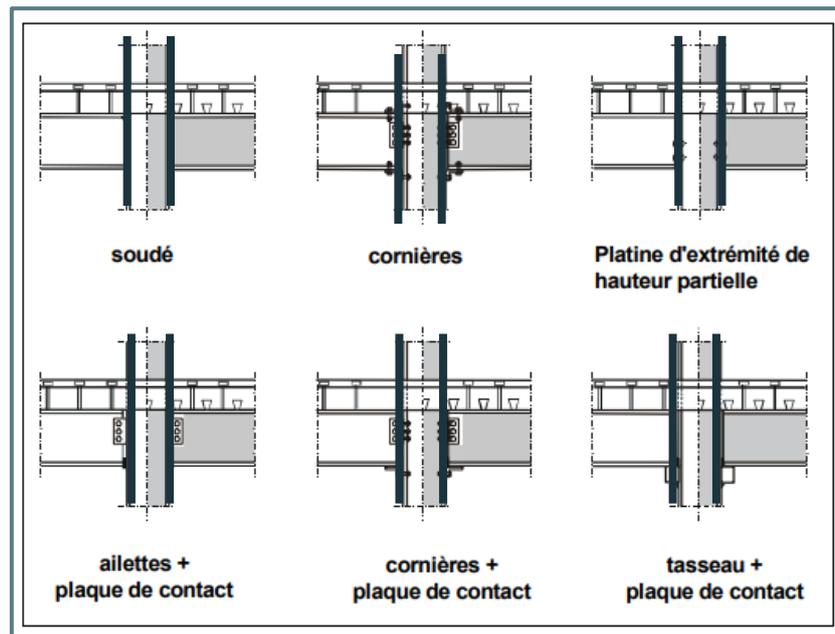
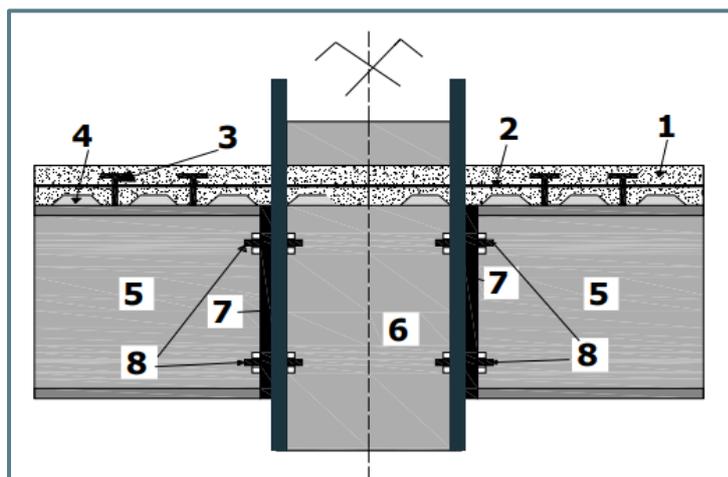


Figure 150 différents assemblages



- 1- La dalle en béton
- 2- L'armature de la dalle
- 3- Connecteur de cisaillement
- 4- La tôle profilée
- 5- La poutre
- 6- Le poteau
- 7- La platine d'extrémité
- 8- Les boulons

Figure 151 assemblage mixte de croisement poteau-poutre

⁷⁸ Mémoire de magistère étude et caractérisation des assemblages mixtes de type poteau -poutre selon l'Eurocode 04 SLIMANI Rachid UNIVERSITÉ de Constantine , 2007

➤ La toiture :

Pour notre projet, nous avons des toitures inclinées :

Suivant les matériaux, on distingue 2 types de toitures inclinées :

- Toitures inclinées non isolées.
- Toitures inclinées isolées (avec isolation autoportante, a doublé tôle ou en panneaux sandwiches).

Nous avons deux types de pente : inclinaison de 5% et inclinaison de 6% .

Les constituants de la toiture ⁷⁹ :

1- La structure :

La structure reprend le poids des éléments constituant la toiture, les charges climatiques et d'entretien. Elle les reporte sur les murs, auxquels elle doit être correctement ancrée pour reprendre les efforts de pression et de vent.

Outre la structure porteuse proprement dite, on utilise aussi pour réaliser une toiture inclinée :

- la couverture.
- la sous-toiture.
- l'isolation thermique.
- l'écran pare-vapeur.
- la finition intérieure.

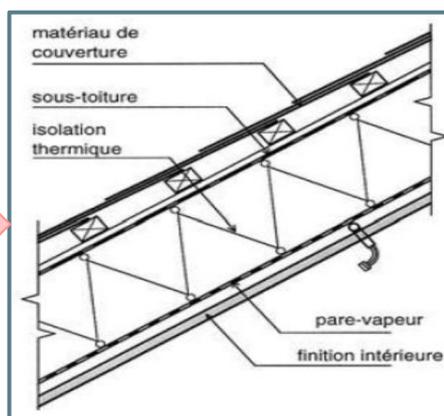
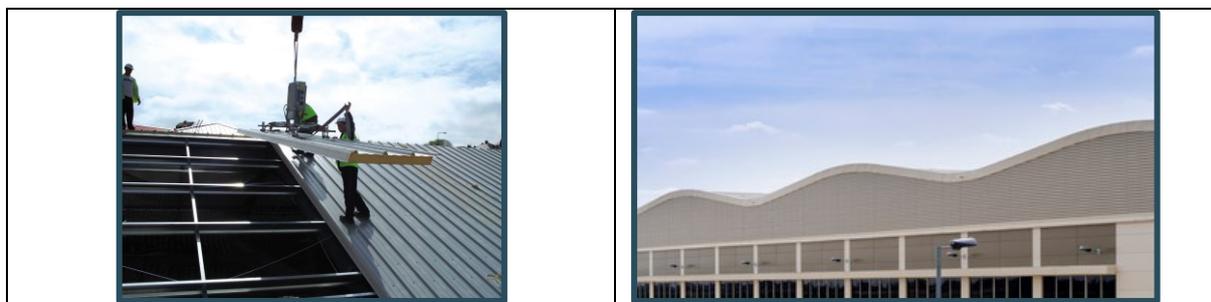


Figure 152 détail d'une toiture inclinée

2- Les panneaux sandwich⁸⁰ :

Les panneaux sandwich offrent de multiples avantages ils combinent les fonctions de couverture, de structure porteuse, d'isolation et de décoration intérieure des Bâtiments. Ils possèdent une bonne capacité portante. La portée utile des panneaux Permet ainsi l'espacement des supports et une grande économie des structures Portantes. La mise en œuvre de ces panneaux légers et de grandes dimensions est Facile et particulièrement rapide.



<http://www.gramme.be/unite9/pmwikiOLD/pmwiki.php?n=PrGC0809>. Les Toitures Inclines⁷⁹

⁸⁰ https://fr.wikipedia.org/wiki/Panneau_sandwich consulté le 18 juin 2017



Figure 153 exemple de toiture inclinée en panneaux sandwich

Les composants d'un panneau sandwich :

+ Couches extérieures :

- Deux panneaux profilés de 3 mm d'épaisseur environ, légers, robustes, pour résister au climat, intempérie, eau, condensation, corrosion, feu, ultraviolet.
- Cette couche peut être en acier galvanisé, aluminium, tôle, contre-plaqué marine, fibre de verre, polyester.

+ revêtement (couverture) :

- il doit être esthétique, lisse et léger une large gamme de matériaux utiliser pour sa couverture à citer : l'acier galvanisé, laqué, polyester, plastisol, PVDF, PVC, acier, aluminium, zinc, acier inoxydable

+ Couche d'isolant intérieur :

- rigide d'environ 30 à 200 mm d'épaisseur, de haute performance mécanique et thermique en mousse de polyuréthane (PUR), polyisocyanurate (PIR), laine de roche, nid d'abeilles

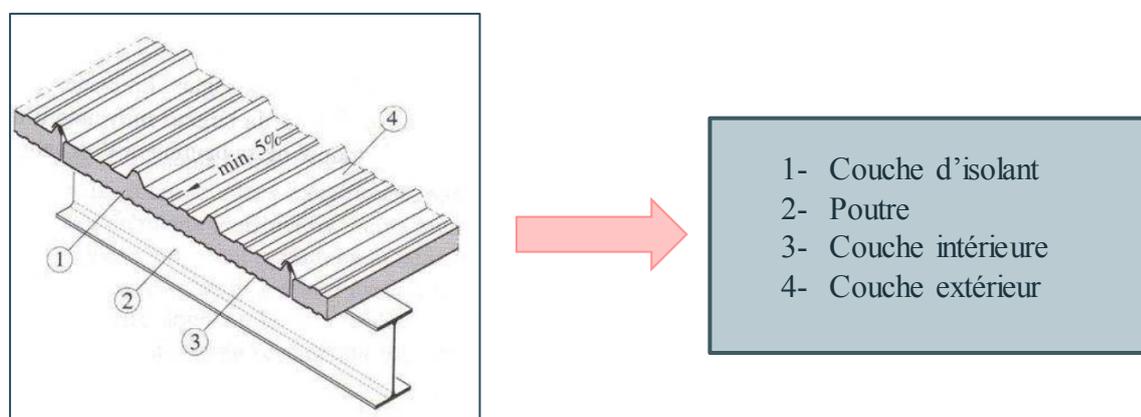


Figure 154 toiture en panneaux sandwich

➤ Couverture :

Les couvertures pour une toiture inclinée sont nombreuses.

Les tuiles	Les ardoises	Les métaux
 <p data-bbox="204 568 560 622">Figure 155 couverture de toiture en tuile</p>	 <p data-bbox="592 506 979 568">Figure 156 couverture de toiture en ardoises</p>	 <p data-bbox="1018 568 1358 631">Figure 157 couverture de toiture en métal</p>

Pour notre projet, nous avons opté pour une couverture en aluminium parce qu'elles possèdent de nombreux avantages que n'ont pas les toitures plus classiques. Légères, économiques, elles sont aussi très résistantes.

- Esthétique.
- Durabilité extrême.
- Économie à long terme.
- Légèreté.
- Résistance au feu.
- Résistance extrême aux intempéries (la neige par exemple).
- Ne se déforme pas.
- Ne se fissure pas.
- Ne se tache pas.
- Recyclable à 100%.
- Résistance à la corrosion.
- Variété de styles et couleurs.



Figure 158 exemples de couvertures de toit en Aluminium

➤ Les joints :

- Un joint est l'espace entre deux éléments de même nature ou de nature différente.
- Le joint doit être plan linéaire, sans décrochement.
- Il divise les grands bâtiments en un certain nombre de sections.
- Utiliser pour Simplifier les formes en plan de bâtiments présentant des configurations complexes (forme en T, U, L, H,...).

Il existe plusieurs types de joints :

Joint de rupture - Joint de dilatation - Joint sismique

Joint de dilatation :

Un joint de dilatation est destiné à absorber les variations de dimensions des matériaux d'une structure sous l'effet des variations des températures.

Il divise les grands bâtiments en un certain nombre de sections, il permet d'éviter le gonflement et le retrait du béton l'épaisseur du joint de dilatation est variable en fonction de plusieurs critères à citer la sismicité la distance nécessaire pour positionner un joint de dilatation est variable, elle peut arriver jusqu'à 50 m.

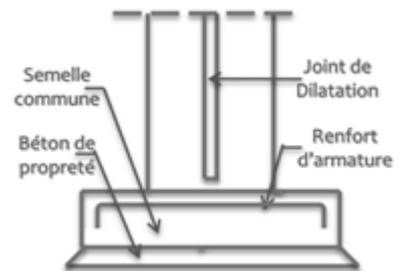


Figure 159 joint de dilatation

Joint de rupture :

Des joints de ruptures doivent être prévus entre deux ouvrages voisins, lorsqu'ils subissent des différences importantes pour éviter le tassement. Lorsque les tassements sont à craindre, les fondations doivent être fractionnées.

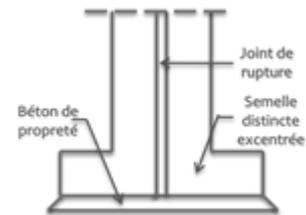


Figure 160 joint de rupture

Joint sismique :

La disposition des joints sismiques peut coïncider avec les joints de dilatation ou de rupture. Ils doivent assurer l'indépendance complète des blocs qu'ils délimitent et empêcher leur entrechoquement.

Pour notre projet, nous avons utilisé 5 joints de dilatation et afin de répondre à toutes les sollicitations éventuelles séparant le bâtiment en plusieurs entités.

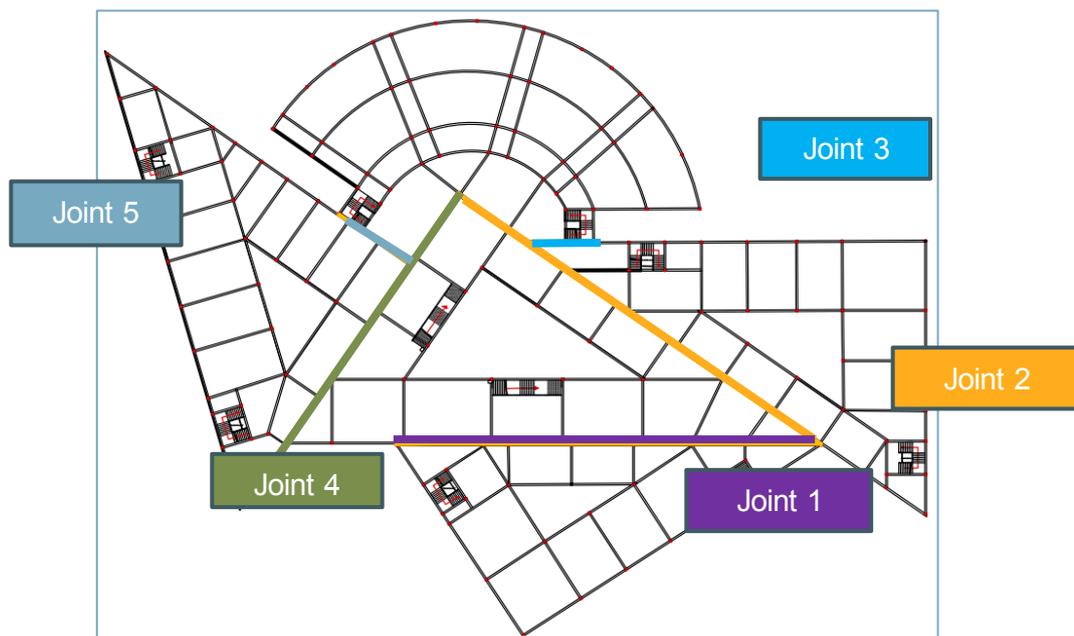


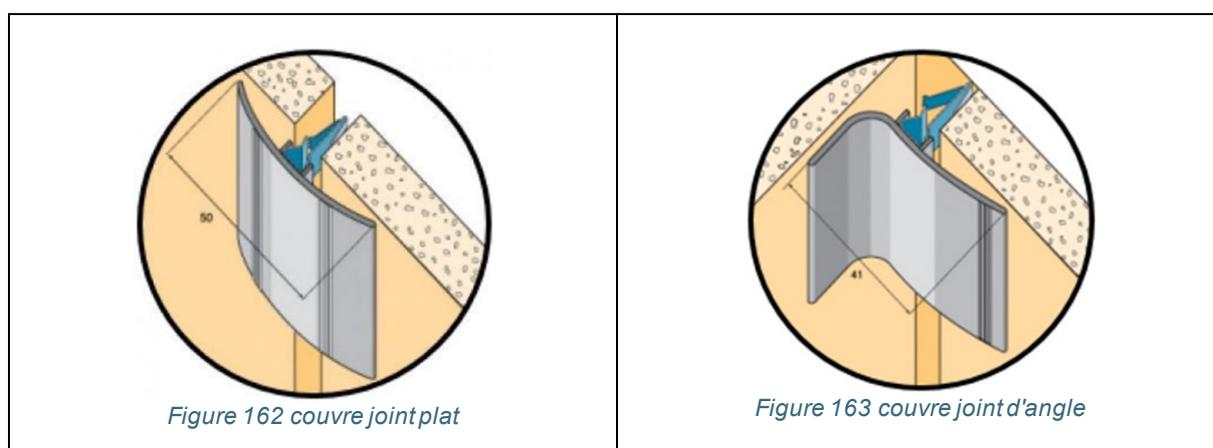
Figure 161 la disposition des joints sur le plan de structure

➤ Les couvre joints :

En maçonnerie, le terme « couvre-joint » désigne l'opération de maçonnerie qui recouvre la jointure entre deux éléments (dalle. Mur)

Le couvre-joint, est un élément qui permet de cacher les jointures et de rendre l'ensemble plus esthétique. Son usage permet également d'augmenter la résistance et la tenue de l'ensemble d'un ouvrage. Le plus souvent, le couvre-joint est une pièce étroite en bois ou en métal. Il est également employé sur les toitures métalliques ou dans le bâtiment lorsqu'un joint est réalisé. On trouve des couvre-joints en ciment, en bois, en aluminium, en PVC, en bois, etc.

Pour notre projet on a opté pour un couvre joint en Aluminium du fait de leur planéité et leurs aspect esthétique



➤ Les verrières :

Dans notre projet, les espaces centraux, se présentent sous forme de patios largement vitré et qui jouent un rôle primordiale dans l'éclairage et l'aération des espaces et donner plus de lumière avec une impression esthétique.



Une verrière a pour avantage de laisser passer la lumière naturelle, mais elle laisse aussi entrer la chaleur ou le froid : **l'isolation thermique est donc une nécessité.**

Avec un toit en verre, la température de la pièce peut doubler en très peu de temps, comme elle peut s'abaisser en hiver : il est donc conseillé de **choisir un verre avec un coefficient maximum de 1,4 W/m²K**. Il existe plusieurs types de vitrages adaptés aux toits en verre :

- Le double vitrage.
- Le double vitrage à isolation thermique renforcée (ITR).
- Le triple vitrage.

Pour notre projet nous allons opter pour le vitrage à isolation thermique renforcée (ITR) car c'est le système le plus pratique et le plus adapté pour la création d'un toit vitré.

Vitrage à isolation thermique renforcée ITR :

Un double vitrage est une paroi vitrée constituée de deux vitres séparées par une épaisseur d'air immobile, dite « lame d'air ». Une variante, le vitrage à isolation renforcée, est rendue encore plus performante par l'ajout d'un traitement isolant sur une (ou plusieurs) des faces intérieures du double vitrage.

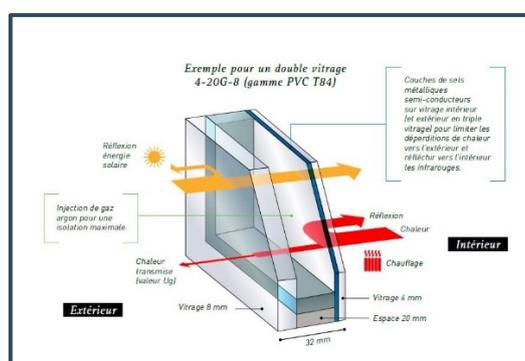


Figure 164 composants d'un vitrage ITR

La structure de la verrière :

Le toit de verre est posé sur une ossature, qui doit être suffisamment résistante pour supporter son poids. Généralement se sont des ossatures métalliques.

Pour notre projet, notre choix s'est orienté vers des verrière monté en profilé d'aluminium à rupture de pont thermique pour donner un certain aspect de légèreté et d'esthétique de forme pyramidale.



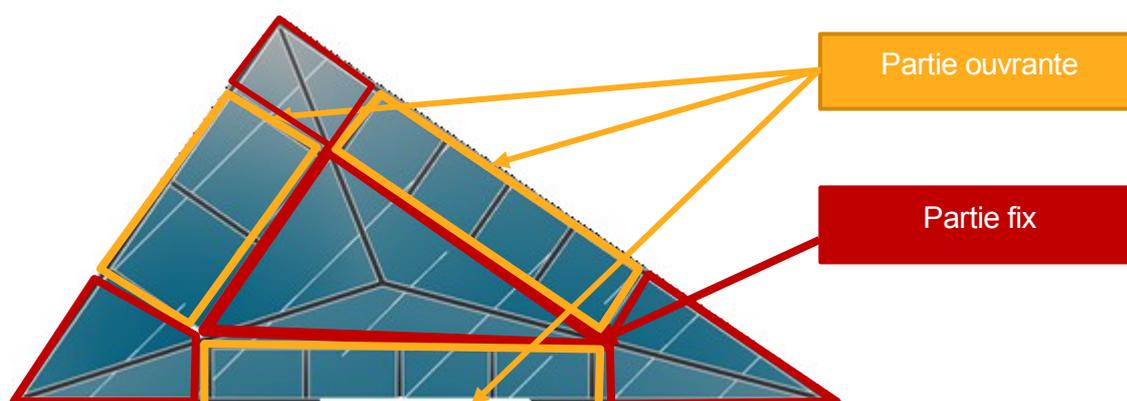
Figure 165 verrière pyramidale du musée de Louvre

Verrière ouvrante amovible :

Notre verrière est d'une forme pyramidale, de cet effet, elle possédera une partie fixe fermée, et une partie ouvrante appelée aussi télescopique, coulissante ou encore escamotable, elle est contrôlée mécaniquement.



Figure 166 verrière ouvrante



➤ Les trappes de toitures ⁸¹:

Pour l'entretien et la maintenance des verrières, on prévoit des trappes d'accès à partir du bloc central.

Les trappes de toiture sont exécutées avec une costière isolée en aluminium ou acier galvanisé. Le couvercle en double paroi avec isolation thermique est pourvue d'une prise pour monter et descendre en confiance.

Les trappes obtiennent standard un traitement de finition (thermo-laquage).



Figure 167 les trappes de toitures

⁸¹ <http://www.obelux.be/fr/trappes-dacces/trappes-de-toit> consulté le 18 juin 2017

➤ Les gradins :

Les gradins (tribunes) d'amphi sont en béton armé.

Les tribunes doivent respecter la valeur minimale de distance horizontale D allant des yeux d'un spectateur, à hauteur de regard A , au point d'observation P le plus proche le long de la ligne de visibilité,

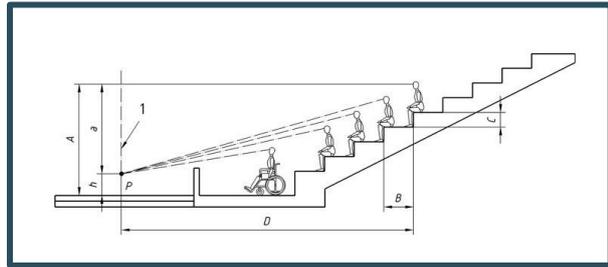


Figure 168 organisation des gradins

➤ Les faux plafonds :

Puisque nous avons une retombée d'environ 50 cm, à fin d'assurer un confort visuel intérieur, on préconise l'utilisation des faux plafond qui permettent outre l'esthétique du bâtiment : Le passage des câbles et des gaines techniques : électricité, plomberie,

- Cacher le plancher et donner un aspect esthétique.
- Assurer un confort acoustique.

Le passage des réseaux impose des faux plafonds démontables, sur tout ou partie de leur surface, Pour notre projet on utilise deux types de faux plafond selon le matériau :

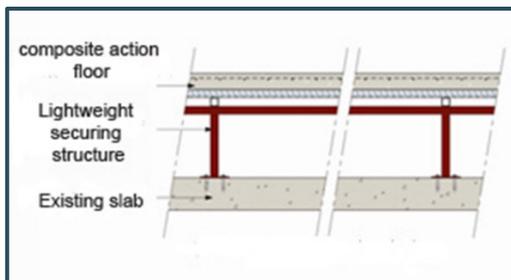
Faux plafond en plaque de plâtre pour les différents locaux le plâtre est un plâtre antichoc anti polluant Le placo impact activ'air est 4 fois plus résistant qu'une plaque de plâtre standard, il possède des vertus dépolluantes, il réduit aussi le bruit de 50 % et possède une très haute résistance aux chocs

Les locaux humides nécessitent un faux plafond en PVC



Figure 169 platre antichoc antipolluant

Les faux plafonds seront fixés, dans la partie supérieure par un maillage en fils de fer recouvert de laine minérale, ces plaques seront insérées sur des rails métalliques accrochées au plancher.



<p>Escalier</p> 	<p>Les exigences sur les dimensions des escaliers sont définies par des normes selon la nature du bâtiment et son usage. Notre projet est un équipement de recherche et de formation c'est-à-dire il faut prendre en considération le temps d'évacuation et l'effectif total des étudiants et des chercheurs. Pour notre projet nous avons opté pour deux types d'escalier</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Escalier en U. ✚ Escalier droit. <p>La largeur des escaliers estimée approximativement est de 2.00 m.</p>
<p>Monte escalier</p> 	<p>Monte escalier pour handicapé : Comme une plate forme élévatrice ou le mini ascenseur est un équipement qui aide les personnes à mobilité réduite à conserver son autonomie. Il s'adapte à tous type d'escaliers et à toutes sortes de contraintes techniques. Dans notre projet, nous avons choisi un monte escalier droit pour le bloc central où il y a une absence des ascenseurs. (à partir du Rez de chaussée)</p>
<p>Ascenseur</p> 	<p>Chaque pole est doté de 2 ascenseurs d'une capacité de 6 à 8 personnes</p>

3. Les seconds œuvres :

❖ La façade :

pour l'éclairage de la façade , il existe plusieurs type de vitrages , pour notre projet nous avons opté pour :

- **le vitrage intelligent** : c'est un nouveau type de vitrage qui permet d'assurer une gestion active de la lumière et de la chaleur naturelles , ce nouveau système dit « electrochrome SageGlass » le verre extérieur du vitrage est recouvert de fines couches de métal , cette nouvelle enveloppe active passe d'un état clair à un état teinté (et inversement) tout en conservant une transparence minimum , ele s'adapte ainsi en fonction de l'ensoleillement et de la chaleur, elle peut être contrôlée automatiquement , manuellement ou les deux à la fois , afin de s'adapter aux

besoins des différents bâtiments, ce qui permettra d'éliminer les méthodes traditionnelles telle que l'utilisation des stores.

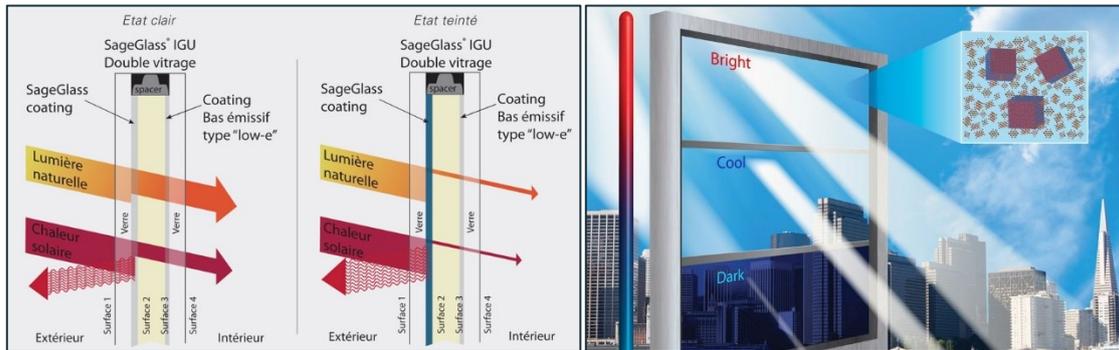


Figure 170 système du vitrage intelligent

Pour la façade sud : un thermovitrage avec store intégrés

Double ou triple vitrage avec des stores en aluminium ou tissus intégrés entre les feuilles de verre pour adapter la transmission lumineuse et les apports de chaleur et éviter l'éblouissement. Il permet aussi la ventilation de l'espace



Figure 171 thermovitrage avec store intégré

et pour donner plus d'esthétique : **le vitrage type VEC**

une façade VEC est un type de façade rideau formant l'enveloppe extérieure d'un bâtiment dont les éléments de fixation sont rendus invisibles. Elle met en œuvre des vitrages fixés par collage dans un cadre ou sur un profilé métallique, le plus souvent fabriqué en aluminium.



La façade est une façade moderne déconstructiviste, formée d'un assemblage de forme angulaire audacieuse et de lignes géométriques.

❖ **Les cloisons extérieures :**

Pour les murs extérieurs nous allons opter pour un système de panneaux sandwich. Les panneaux seront constitués d'un assemblage de trois composants,



Figure 172 façade en Alucobond

- Une plaque en plâtre de 20mm d'épaisseur comme revêtement intérieur
- Un panneau d'alucobond comme revêtement extérieur d'une épaisseur de 6mm qui jouera le rôle d'un revêtement de façade.
- les deux couche sont séparé par une isolation assuré par l'injection de aérogel de silice ultra isolant qui est l'un des isolants les plus efficaces au monde , il est transparent et stable au UV , c'est un isolant thermique exceptionnel 3 à 6 fois meilleurs que les matériaux classiques aussi un excellent isolant acoustique idéale pour les appartement , les bureaux et les hôpitaux
- Le panneau d'alucobond est composé de trois couches, deux plaques d'alucobond séparées d'un isolant (polyéthylène), ce panneau sera accroché à la structure du bâtiment.



Figure 173 panneau d'alucobond

Figure 174 Aérogel de Silice

Avantage de l'Alucobond :

- Planéité, résistance et rigidité optimale.
- Bonne aptitude au changement de forme.
- Super léger.
- Faible résonance.

❖ Les cloisons intérieures :

Les cloison intérieure doivent être bien choisit et doivent répondre à un certain nombre d'exigence liée à la nature de l'équipement ainsi que les besoins et confort des usagers ,

Pour notre projet , la séparation intérieure entre les différents espace est en plaque de plâtre

Le mur est composé de deux plaque de plâtre séparé par un isolant , le tout soutenue par une structure d'acier galvanisé

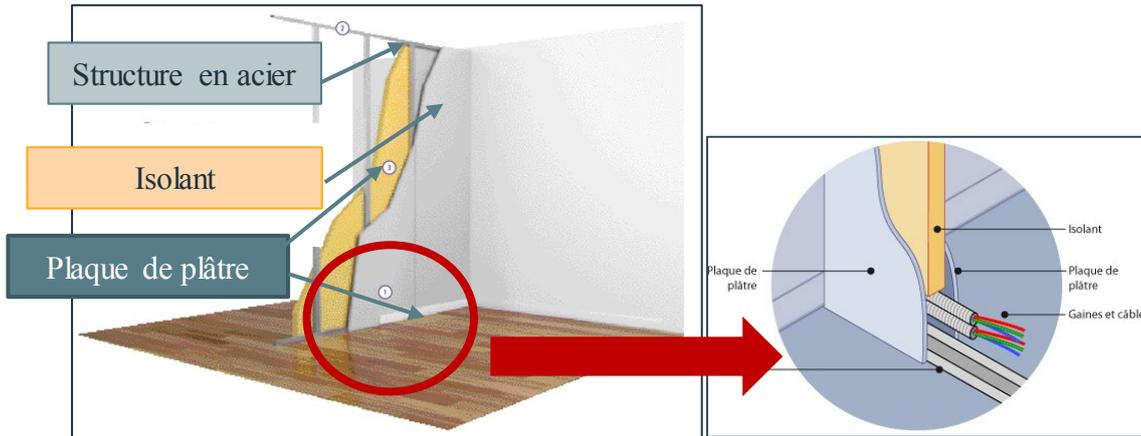


Figure 175 composante d'une cloison interieure

❖ **Traitement des cloisons selon la nature des espaces :**

Espaces	Traitement de la cloison
<p>Les laboratoires de recherche et d'expérimentation et les locaux humides</p>	<p>les plaques de plâtre seront traitées avec une peinture anti humidité pour résister à l'humidité, elle se présente comme film protecteur du mur avec des supports permettant de fixer tout type d'appareil ainsi que les installation des systèmes de protection incendie</p>
<p>Les amphithéâtres</p> 	<p>Pour les amphithéâtres, la paroi en plaques de plâtre Sera doté d'un isolant acoustique supplémentaire elle sera revêtu d'une moquette acoustiques Il s'agit en général d'une moquette très épaisse, de 4 à 9 mm, le plus souvent traitée antistatique la moquette sera dotée en sous-couche d'une épaisseur de fibre de verre absorbant les sons et isolant parfaitement. Cette fibre de verre est renforcée par des couches de bitume et de polymère accroissant les performances acoustiques de la pièce.</p>
<p>Les salles de cours</p>	<p>Des cloisons en plaques de plâtres , avec une isolation acoustique</p>
<p>Les bureau d'enseignants et de chercheurs</p> 	<p>Des cloisons en verre qui donne vers le patios central à fin d'assurer leur éclairage</p>

❖ Revêtement de sol :

Le revêtement de sol doit répondre aux exigences suivantes :

- ✚ Confort et sécurité
- ✚ Hygiène et durabilité
- ✚ Durée de vie et rentabilité
- ✚ Esthétique

Il existe une très grande variété de matériaux , notre choix s'oriente en fonction de la nature de l'espace :

<p>Les laboratoires de recherche et d'expérimentation</p> 	<p>Dalle pvc pour sol laboratoire La solution idéale le sol des laboratoire</p> <ul style="list-style-type: none"> - Robuste, durable aux chocs, vibrations - Idéale pour sols inégaux, humides ou gras - Surface antidérapante - Réparable en quelques minutes sans arrêt d'activité - Gain phonique et thermique - Très bonne résistance aux produits chimiques et hydrocarbures⁸²
<p>Les amphithéâtre</p>	<p>revêtement isophonique multicouche, armaturé, non chargé, mousse, en rouleau</p>
<p>Les autres espaces</p> 	<p>Un carrelage écologique :</p> <p>Un carrelage Léger , flexible et écologique : il est fabriqué à base d'un mélange d'époxy d'huile de lin , de fibre naturelles et de célite</p> <p>Il peut être découpé en n'importe quelle forme et même devenir lumineux</p> <p>Il peut être installé partout</p> <p>Biocompatible</p> <p>Esthétique</p>

4. Les techniques utilisés :

❖ L'immotique :

afin de refléter la haute technologie du centre et pour que le projet soit représentatif de la nouvelle technologie du bâtiment ,et pour contribuer au bon fonctionnement du bâtiment nous avons opté pour le système d'intelligence du bâtiment assuré par la immotique qui est l'une des spécialité qui fait l'objet de la recherche et de la formation dans le centre , elle se présente comme l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications

utilisées dans les bâtiments, « interopérables » qui permettent la centralisation du contrôle et de la gestion des différents systèmes et sous-systèmes du centre (chauffage, portes , portail d'entrée, prises électriques, etc.). La domotique vise à apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort (gestion d'énergie, optimisation de

⁸² <https://www.techni-contact.com/produits/4707-15535269-dalle-pvc-pour-sol-laboratoire.html>
consulté le 08 juin 2017

l'éclairage et du chauffage), de sécurité (alarme) et de communication (commandes à distance, signaux visuels ou sonores, etc.)

Immotique c'est l'équivalent de la domotique dans les bâtiments à usage d'habitation.

❖ La sécurité :

le projet étant un centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment et vue l'importance de la recherche scientifique, cette établissement doit être sécurisé et contrôlé, sachant qu'en matière d'organisation spatiale, certains espace sont privés, seulement les chercheurs ont accès tel que les laboratoires, et afin d'assurer la sécurité et faciliter le contrôle et la gestion des espaces, nous avons fait recours à la domotique par ses nombreux système :

- ✚ une caméra vidéo à amplification de rayonnement et un code personnel pour contrôler et faciliter les entrées.
- ✚ des détecteurs de présence qui, à l'approche d'un intrus, vont mettre en mouvement les fermetures des espaces et faire des alertes.
- ✚ un « bip » d'ouverture automatique de la porte et éventuellement l'ouverture au moyen d'une carte magnétique pour l'accès principale ⁸³

Concernant les espaces de travail, nous avons opté pour l'utilisation de la domotique à fin de centraliser le contrôle à partir d'une seule commande pour mettre en route ou éteindre les éclairages, le chauffage, la climatisation, la gestion des ouvertures ...

- ❖ **Gestion du chauffage et de climatisation** : Le but est de garder une température ambiante de 18°C dans les parties publiques aux heures d'occupation seulement, et de l'éteindre aux heures de repos et en prenant en compte les exigences et les particularités de chaque laboratoire, les chambre froide, les salles de cours etc ...
- ❖ **Gestion de l'éclairage** : optimisation de la consommation de l'électricité par le Contrôle de l'intensité lumineuse par télécommande, détecteur de luminosité, commande vocale, etc.
- ❖ **La ventilation** : nous avons opté pour une ventilation mécanique contrôlée VMC

C'est une ventilation permettant d'insuffler de l'air frais dans les pièces sèches (séjour et chambres, principalement) et de l'extraire dans les pièces humides (cuisine, salle de bain et WC, principalement) de la construction, formant ainsi un circuit.

⁸³ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Domotique> consulté le 18 juin 2017

❖ Protection contre incendie :

La protection contre incendie est assurée par l'installation des extincteurs,

Nous avons opté pour les extincteurs automatiques qui se déclenchent automatiquement lorsqu'il y a un incendie, ils seront placés au niveau des faux-plafonds devant les dégagements et les locaux présentant des risques d'incendie .



❖ Récupération des eaux de pluies :

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

La récupération d'eau de pluie peut se faire à plusieurs destinations : arrosage, nettoyage , alimentation des toilettes.

Dans notre cas (toiture en pente) le taux de récupération des eaux de pluie est estimé de 75% à 95%



Figure 176 système de récupération des eaux pluviales

Conclusion générale :

En guise de conclusion, nous pouvons dire que le choix du thème : » centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment » nous a été dicté en quelque sorte par les exigences réelles du bâtiment à l'ère de la modernité et la qualité de tout produit qui veut être compétitif. Nous ne pouvons parler d'un secteur de bâtiment développé sans avoir en face un savoir et un savoir-faire développé. Nous ne pouvons jamais se démarquer du système archaïque et traditionnel du bâtiment sans se mettre à l'épreuve et à l'écoute de la recherche scientifique et au développement technologique. Le monde de la construction a connu des mutations et des changements gigantesques partout dans le monde et par conséquent ; nous ne pouvons rester indifférent à cet état des choses.

Notre pays, depuis l'indépendance s'est investi pour et dans le développement de tous les secteurs. Un développement prometteur ne peut se faire et se réaliser sans l'apport et de la recherche scientifique, de la formation et du développement technologique. Dans cette optique que nous pouvons inscrire le choix de notre projet.

Le projet : centre de recherche et de formation en technologie du bâtiment été conçu selon une approche technique qui puise sa matière d'être de la structure mixte hybride où un certain nombre de données architecturales, techniques et scientifiques ont été mises à l'épreuve dans un grand nombre de pays européens et qui ont donné leurs fruits en matière de réalisation d'un grand nombre d'édifices scientifiques ,sociales etc... Nous les avons choisis comme model et comme source d'inspiration pour la réalisation de notre centre sans jamais oublier de lui en garder sa spécificité et son identité qui se conjugue parfaitement et avec l'environnement local et avec la réalité sociale et de la ville de Tlemcen, sa population , et composante pédagogique et scientifique universitaire par excellence.

Rien n'a été laissé au hasard , à commencer par les définitions des fonctions scientifiques du centre, son lieu d'implantation ,sa structure interne et la gestion de son espace en matière de bureaux, de laboratoire et les services annexes (les ateliers de publication, l'espace de documentation, les ateliers d'archives, les bibliothèques, cafeteria , le restaurant ,la salle de gymnastique , le centre médical , autrement dit ,toutes les commandes nécessaires qui peuvent assurer aux chercheurs du centre le confort et le bien être pour bien mener leur recherche. La gestion de l'espace externe a été aussi prise en compte ;le parking de stationnement et jamais oublier la dimension spatiale et sa relation avec l'environnement pédagogique universitaire et avec l'environnement social.

Bibliographie

1- Ouvrages :

- L'art de la structure , Aurelio Muttoni , Ed PPUR , France , 2004
- Matériaux composite , Jean-Marie Berthelot , Ed Lavoisier France , 2012
- Construction métallique et mixte Acier - béton calcul et dimensionnement - , Pierre Bourrier et Jaques Brozzetti , Ed Eyrolles 2007
- Assemblage bois – bois et bois –métal , élaboré par FCBA et ACE , Ed CSTB , 2011
- construire avec les bétons, (2000) collection « technique de conception », Editions du Moniteur, Paris.
- Cours en charpente métallique 1 , Baraka Abdelhak , Ed OPU
- Bois: systèmes constructifs , JOSEF KOLB Ed PPUR
- Architecture pour l'éducation , Carles Broto , Ed linksbooks , Espagne 2013

2- Mémoire :

- Mémoire fin d'étude pré dimensionnement de plancher mixte bois-béton , INSA Strasbourg 2009
- Mémoire de magistère : CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES STRUCTURES INTELLIGENTES , Benzina Fatima , université de tlemcen

3- Articles et revues :

- Revue ABC (Application bois et dérivés en Construction) , Ed CTBA , 2007 , paris
- Revue Belgian Woodforum , construction en bois Johan Van Dessel , Ed , CSTC
- Document : L'enseignement supérieur et la recherche scientifique en Algérie , 50 année au service du développement 1962-2012
- Revue SteelDoc acier et bois une nouvelle légèreté N°48 traduction : Z.Evelyn et C. Frisch , Ed centre suisse de la construction métallique décembre 2012
- Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire n° 10 du 27 février 2008