

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**



– جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان

**Université Abou bakr Belkaïd– Tlemcen –**

Faculté de TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

***Vers Une Industrialisation du Bâtiment:  
Cas d'étude : Un centre socio-culturel à AIN  
TEMOUCHENT***

Soutenu le 26 Septembre 2021 devant le jury composé de :

<b>Président :</b>	Mr. Alili Abdessamad	MCA	UABB Tlemcen
<b>Examineur :</b>	Mr. Khiloun Rachid	MAA	UABB Tlemcen
<b>Examineur :</b>	Mr. Kasmi Mohamed Amine	MCA	UABB Tlemcen
<b>Encadreur:</b>	Mr. CHIALI Abdessamad	MAA	UABB Tlemcen

**Réaliser par :** Mr. Bendimerad Jacer Mohamed

Année académique : 2020-2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## Remerciements :

Cette recherche a été rendue possible par tout le soutien que j'ai reçu tout au long de mes années à l'Université de Tlemcen . Un premier remerciement à Dieu Tout-Puissant pour m'avoir donné la santé, la patience et la conviction pour que je puisse encore terminer mes études après tous les moments difficiles que j'ai vécu durant mon cursus . Je voudrais remercier mon encadrant « **Monsieur CHIALI. A** » qui a contribué directement sur ma formation , autant que son étudiant pendant 2 années ; Je le remercie pour sa compréhension, ses encouragements, son soutien moral et scientifique .

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

Je remercie tous mes amis, et membres de ma famille qui ont contribué à mon évolution .

Enfin, je tiens à ne pas oublier de remercier tant de personnes, que je ne peut pas nommer qui sont toujours dans mon cœur.

## **Dédicaces :**

*Je dédie ce modeste travail:*

*A ceux qui m'ont donné la vie, l'espoir et l'amour, à ceux  
qui m'ont encouragé le long de mes études et de m'avoir toujours soutenu et aider à  
concrétiser mes ambitions :*

*Mes chère Parents,*

*Que le dieu me les protège et me les garde sans oublier ma chère sœur ; et toute ma  
famille*

*A tous mes collègues du département*

*D'Architecture de Tlemcen ;*

*A tous les personnes qui m'ont aidé de proche*

*Ou de loin pour réaliser ce travail.*

## Résumé :

Le sujet de ce mémoire est L'industrialisation du bâtiment et son rôle important dans l'avancement technologique des technique de construction ; ce développement des systèmes de construction a existé tout au long de l'histoire de l'architecture et ils sont appliqués aujourd'hui dans tous les domaines de l'architecture et de design ,la combinaison de fabrication et la construction a permet de concevoir un produit personnalisé .

D'autre part le mémoire va présenter une étude approfondie de la conception et de la construction d'un centre socio culturel dans la ville de Ain Temouchent , qui va être projeté dans le but de créer un lieu de rencontre et de formation ouvert au publique et qui participe à la diffusion et à l'expression , afin que les gens puissent être exposés à la culture et à l'art pour établir une relation de fusion entre différentes cultures ; cette province qui a un manque de lieux culturels de ce type.

Cette recherche se concentre sur les différentes solutions et tendances de préfabrication disponibles aujourd'hui dans le secteur de construction des équipements culturel ; l'ossature, le panneau et le module qui sont liées avec les des matériaux de construction acier , bois et béton , il sera démontré comment ces processus améliorent la construction et offrant des condition idéales de confort techniques et affectent directement sur la structure, la forme , le volume , la couverture, l'acoustique, du bâtiment .

**Mots clés :** Structure, système constructif, préfabrication, L'industrialisation du bâtiment, Ain Temouchent , équipement socio culturel ...

## ملخص

موضوع هذه الأطروحة هو تصنيع المبني ودوره الهام في التقدم التكنولوجي لتكنولوجيا البناء؛ هذا التطور في أنظمة البناء موجود على مر تاريخ العمارة ويتم تطبيقها اليوم في جميع مجالات الهندسة المعمارية والتصميم ، وقد جعل الجمع بين التصنيع والبناء من الممكن تصميم منتج مخصص.

من ناحية أخرى، ستقدم الأطروحة دراسة متعمقة لتصميم وبناء مركز اجتماعي ثقافي في مدينة عين تموشنت، والتي سيتم إسقاطها بهدف خلق مكان للاجتماع والتدريب مفتوح للجمهور ويشارك في النشر والتعبير، حتى يمكن للناس التعرض للثقافة والفن لإقامة علاقة اندماج بين مختلف الثقافات؛ هذه المقاطعة لديها نقص في الأماكن الثقافية من هذا النوع.

يركز هذا البحث على مختلف حلول الجاهزة والاتجاهات المتاحة اليوم في قطاع بناء المعدات الثقافية؛ الإطار، لوحة ووحدة التي ترتبط مع الصلب والخشب ومواد البناء الخرسانية، وسوف يكون من الواضح كيف أن هذه العمليات تحسين البناء وتوفير ظروف مثالية من الراحة التقنية وتؤثر بشكل مباشر على هيكل وشكل وحجم وسقف وصوتيات، المبني

**المفاتيح:** الهيكل ، نظام البناء ، التجهيز المسبق ، تصنيع المباني، البناء القياسي. عين تموشنت ، مرافق اجتماعية وثقافية....

## Summary

The subject of this thesis is The industrialization of the building and its important role in the technological advancement of construction techniques; this development of building systems has existed throughout the history of architecture and they are applied today in all areas of architecture and design, the combination of fabrication and construction has made it possible to design a custom product.

On the other hand, the thesis will present an in-depth study of the design and construction of a socio-cultural center in the city of Ain Témouchent, which will be planned with the aim of creating a meeting place and training open to the public. and who participates in dissemination and expression, so that people can be exposed to culture and art to establish a fusion relationship between different cultures; this province which has a lack of cultural places of this type.

This research focuses on the different prefabrication solutions and trends available today in the cultural equipment construction sector; the framework, the panel and the module which are linked with the construction materials of steel, wood and concrete, it will be demonstrated how these processes improve the construction and offer ideal conditions of technical comfort and directly affect the structure, the shape , volume, coverage, acoustics, building

**Keywords:** Structure, construction system, prefabrication, Industrialized buildings , Ain Temouchent, socio-cultural equipment ...

# Table des matières

Remerciements : .....	II
Dédicaces : .....	III
Résumé : .....	IV
ملخص.....	V
Summary.....	VI
Sommaire.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Liste des Tableaux .....	XV
Liste des abréviations .....	XVI
Introduction générale.....	1
A.    Problématique .....	1
B.    Hypothèse .....	2
C.    Objectifs.....	2
D.    Méthodologie du travail :.....	3
Chapitre I : Définitions sémantiques de l'industrialisation du bâtiment.....	4
1.    Définitions : .....	5
1.1 La Structure : .....	5
1.3 Système Constructif : .....	5
1.3 Le produit architectural : .....	5
1.4 L'élément (la composante) : .....	5
1.5 La standardisation : : .....	6
1.6 L'industrialisation du bâtiment : .....	6
2.    Historique et Gènes de l'industrialisation du bâtiment : .....	6
3.    Tendances Actuelles en industrialisation de la construction :.....	7
3.1 La Préfabrication : .....	8
3.2 La fabrication additive (impression en 3d) :.....	8

3.3 Les Robotiques :	8
3.4 BIM et les données Network :	9
4. Typologie de l'industrialisation du bâtiment :	9
4.1 Le système fermé :	9
4.2 Le système ouvert :	9
5. Le processus standard du système de construction industriel :	10
6. Les méthodes de construction industrialisées :	11
7. Classification des systèmes de construction industrialisées :	11
A. Les Systèmes Constructifs à ossatures préfabriquée :	11
1 Le système Constructif à ossature métalliques :	12
2 Le système Constructif à ossature en béton préfabriqué :	15
3 Le système Constructif à ossature en bois :	18
4 Le système Constructif mixte Hybride (innovant) :	19
B Les Systèmes constructifs des Panneaux préfabriquées :	20
1 Le système de Panneaux isolés :	20
2 Le système de Panneaux larges en béton armé :	21
C Les Systèmes constructifs modulaires :	23
D Les Systèmes de coffrage industrialisés :	25
a. La Table banche :	25
b. Le coffrage tunnel :	25
8. L'enveloppe du bâtiment :	26
8.1 Les façades préfabriquées :	26
9. Les fondations :	28
10. Les Matériaux de construction :	29
Conclusion :	30
Chapitre II : Approche Thématique et Analytique	31
Introduction :	32

1. Approche Thématique :	32
1.1 Choix du Thème :	32
1.2 Définitions de la ‘Culture’ :	32
1.3 L’Equipement socio culturel :	33
1.4 Classification d’équipements culturels :	33
1.5 La notion d’équipement culturel urbain :	33
1.6 Types des infrastructures et équipements culturels en Algérie :	34
2. Analyse Thématique :	35
Analyse des exemples :	35
1 .Exemple 01 : Centre Culturel Heydar Aliyev :	35
2. Exemple 02 : le centre national d’art et de cultur « george pompidou ».....	42
3.Exemple 03 : Centre d'accueil et de ressources pour les étudiants de l’université Humber :	48
4.Exemple 04 : Complexe culturel à Ota :	52
Chapitre III : Analyse du contexte physique et Projection Urbaine .....	57
Introduction :	58
1. Approche urbaine :	58
1.1 Les richesse culturelles en Algérie :	58
1.2 Présentation de la ville Ain Temouchent :	58
1.3 L’évolution spatial de la ville d’Ain Temouchent durant l’histoire :	59
1.4 L’état de fait de la ville de Ain Temouchent :	60
1.5 Les Potentialités de la wilaya de Ain Temouchent :	61
1.6 L’état des richesses culturelles de la ville :	63
1.7 Le choix de la ville Ain Temouchent :	64
2. Projection urbaine :	65
2.1 Le choix du site :	65
2.2 Analyse du site :	67

a	Présentation du site :.....	67
b	La trame viaire et accessibilité :.....	68
c	L'Environnement immédiat :.....	69
d	Intensité des flux piétons :.....	69
e	L'Orientation et l'ensoleillement :.....	70
f	Le Bati et le Non Bati :.....	70
g	La Typologie du cadre bâti :.....	71
h	L'Etat des hauteurs :.....	72
i	Les Nuisances Sonores :.....	72
j	L'Aspect visuel et la végétation :.....	73
k	La Morphologie et la Topographie du terrain :.....	73
	.....	73
2.3	Synthèse de l'analyse du site :.....	74
	Conclusion :.....	74
Chapitre IV : Approche architectural (programmation, Genèse et Aspect technique du projet) .....		75
1.	Programmation :.....	76
1.1	Elaboration du programme :.....	76
1.2	Détermination des fonctions du projet :.....	76
1.3	Organigramme fonctionnel :.....	77
1.4	Organigramme spatial :.....	77
2.	La Genèse du projet :.....	83
2.1	Principe de design du projet :.....	83
2.2	Evolution de la forme du projet 2d/3d :.....	83
2.3	Descriptif des plans :.....	87
2.4	Le principe de façades :.....	91
2.5	Les vues en 3D .....	92

3. L'Aspect technique et les Technologies utilisées :	95
3.1 Les systèmes constructifs :	95
A . L'infrastructure :	95
B. La superstructure	96
C. Les Murs :	99
D. Second oeuvre	100
3.2 Les Technologies utilisées :	101
a. Le confort acoustique dans l'auditorium :	101
b. Les traitements des façades :	103
c. L'air conditionner :	105
Conclusion générale	107
Conclusion :	108

## Table des illustrations

### Figures.

Figure 1. Crystal Palace 1850.....	6
Figure 2. Tour Eiffel 1889.....	6
Figure 3. Hong Kong & Shanghai Bank.....	7
Figure 4. Centre Pompidou à Paris.....	7
Figure 5. La plus grande imprimante 3D d'Europe.....	8
Figure 6. Robots sur le chantier de construction.....	9
Figure 7. Transport des éléments préfabriqués sur semi-remorque.....	10
Figure 8. Les Types de profilés métalliques.....	12
Figure 9. Plancher collaborant (dalle alvéolaire en béton préfabriquée).....	13
Figure 10. Gousset d'assemblage métallique.....	13
Figure 11. Un Contreventement en X.....	13
Figure 12. Assemblages boulonnées poteaux à poutre et poutre à poutre.....	14
Figure 13. Fixation pied de poteau.....	14
Figure 14. Les Types de poteaux préfabriqués en béton armé ou précontraint.....	15
Figure 15. Poteau préfabriqué en béton avec consoles.....	16
Figure 16. Poutres reposent sur un poteau rectangulaire avec console.....	16

Figure 17. Les Types des poutres préfabriquées .....	16
Figure 18. Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées .....	17
Figure 19. Connexions boulonnées dans ossature en béton .....	18
Figure 20. Les éléments d'assemblage et de connexion exposé.....	18
Figure 21. Salle multisports en structure de bois.....	18
Figure 22. Structure bois, acier de La Seine musicale à Paris.....	19
Figure 23. Panneaux sandwich .....	20
Figure 24. Panneau sandwich avec cadre métallique .....	20
Figure 25. Jointage dissimulé pour éléments sandwich .....	21
Figure 26. Panneaux muraux de remplissage en acier léger préfabriqué dans un bâtiment à charpente en acier .....	21
Figure 27. Panneaux larges en béton armé .....	22
Figure 28. Système de panneau en béton .....	22
Figure 29. Connexion de cheville et boulon d'ancrage.....	22
Figure 30. Plaques d'acier soudées sur panneau en béton .....	22
Figure 31. Types d'éléments de dalle préfabriqués.....	23
Figure 32. Prédalles et murs assembler à laide des barres d'armature et coulis .....	23
Figure 33. L'hôpital préfabriqué à Wuhan, Chine.....	23
Figure 34 . Unité modulaire semi-finie .....	24
Figure 35. Assemblage des modules .....	25
Figure 36. La Table banche .....	26
Figure 37. Le coffrage tunnel .....	26
Figure 38. Perot Museum USA .....	27
Figure 39. Une Façade non structurelle.....	27
Figure 40. Une Façade structurelle.....	27
Figure 41. Canary wharf crossrail station, London UK de Norman Foster ; En ETFE avec structure spatial en bois .....	28
Figure 42 . Fondations profondes (pieu battu préfabriqué).....	29
Figure 43. Centre Culturel Heydar Aliyev .....	35
Figure 44. Plan de masse du centre Culturel Heydar Aliyev .....	36
Figure 45. La silhouette du Centre Culturel Heydar Aliyev.....	36
Figure 46. Plans des niveau 1,2,3 .....	37
Figure 47. Plans des niveau 1,2,3 .....	38
Figure 48. Diagramme fonctionnelle.....	38

Figure 49. Coupes longitudinales et transversales .....	39
Figure 50. Diagramme structurel du Centre Culturel Heydar Aliyev .....	39
Figure 51. Structure Centre Culturel Heydar Aliyev.....	40
Figure 52. Lumière naturelle (Atriums) .....	41
Figure 53 . Lumière artificielle LED .....	41
Figure 54. Centre Pompidou High Tech Architecture.....	42
Figure 55. Dessins de concours du Centre Pompidou fait par Renzo Piano, Richard Rogers .....	42
Figure 56. Plan de Situation du Centre Pompidou .....	43
Figure 57. L'ntégration par contraste du Centre Pompidou dans l'urbain .....	44
Figure 58. L'expression des différents système mécanique et électriques sur la façade....	44
Figure 59. L'escalator sous forme de tube sur la façade .....	44
Figure 60. Le Système de contreventement du Centre Pompidou .....	45
Figure 61. Le Système constructif du Centre Pompidou.....	45
Figure 62. Le Système des gerberettes et les tirants.....	46
Figure 63. Coupe transversale .....	46
Figure 64. Coupe Schématique.....	46
Figure 65. Plan des niveaux -1,1,0,2 .....	47
Figure 66. Plan des niveaux 5,6,7,8.....	47
Figure 67. Centre d'accueil de l'université Humber .....	48
Figure 68 . L'accès principale du centre.....	49
Figure 69. Plan de masse du Centre .....	49
Figure 70. Plan de RDC.....	50
Figure 71. Plan de 1 <sup>er</sup> Etage .....	50
Figure 72. Plan de 2 <sup>ème</sup> Etage .....	50
Figure 73. La Volumétrie et la façadesdu centre.....	51
Figure 74. La structure apparente du centre .....	51
Figure 75. Le plancher et le radier nervurer .....	51
Figure 76 . Complexe culturel à Ota.....	52
Figure 77. Schéma de principe du centre culturel à Ota.....	52
Figure 78. Plan de RDC.....	53
Figure 79. Diagramme volumétrique.....	53
Figure 80. Plan de 1 <sup>er</sup> Etage .....	53
Figure 81. Plan de 2 <sup>ème</sup> Etage .....	53

Figure 82. Coupe et façade du centre OTA .....	54
Figure 83. Diagramme du système constructif .....	55
Figure 84. Les éléments verticaux de la structure .....	55
Figure 85. Plancher collaborant des prédalles nervurées .....	55
Figure 86 . Carte de situation géographique de la ville de Ain temouchent.....	58
Figure 87. Carte historique de l'agglomération.....	60
Figure 88. Carte fonctionnelle de la ville de Ain Temouchent .....	61
Figure 89. Carte Densité Population de la wilaya (2018).....	62
Figure 90. Carte de la trame viaire .....	62
Figure 91. Hôtel et le palais de justice de Ain temouchent (période coloniale).....	63
Figure 92. Le mausolée masæsyle de l'aguelid Syphax .....	63
Figure 93. Carte des Equipements culturel existants à Ain Temouchent.....	64
Figure 94 Ain Temouchent .....	66
Figure 95. Carte de positionnement des sites choisis .....	66
Figure 96. Carte de situation géographique de SITE 02.....	68
Figure 97. Carte de La trame viaire et accessibilité autour du site.....	69
Figure 98. L'Environnement immédiat autour du site .....	69
Figure 99. Carte de Intensité des flux piétons autour du site .....	70
Figure 100. Carte de L'Orientation et l'ensoleillement autour du site.....	70
Figure 101. Carte du cadre Bati et Non Bati autour du site.....	71
Figure 102. Carte de La Typologie du cadre bâti autour du site .....	71
Figure 103. Carte d'Etat des hauteurs autour du site.....	72
Figure 104. Carte des Nuisances Sonores autour du site.....	72
Figure 105. Carte d'Aspect visuel et la végétation.....	73
Figure 106. Carte de la Morphologie et la Topographie du terrain.....	73
Figure 107. Carte de Synthèse de l'analyse du site.....	74
Figure 108. Organigramme fonctionnel .....	77
Figure 109. Organigramme spatial .....	77
Figure 110. Schéma de principe de design du projet.....	83
Figure 111. Etape 01 de la conception .....	83
Figure 112. Etape 02 de la conception .....	84
Figure 113. Etape 03 de la conception .....	85
Figure 114. Le principe fonctionnel du projet.....	85
Figure 115. Le Zoning sur le site.....	86

Figure 116. Etape 05 de la conception .....	86
Figure 117. Les gabarits selon Le Volume Programmatique.....	87
Figure 118. Etape 07 de la conception .....	87
Figure 119. Etape 08 de la conception .....	87
Figure 121. Radier nervurer Préfabriqué.....	96
Figure 122. Essai structurel .....	97
Figure 123. le poteau composite préfabriquée en acier et béton (PSRC).....	97
Figure 124. Plancher collaborant (dalle alvéolaire en béton préfabriquée).....	98
Figure 125. Structure métallique en treillis et des Dalles précontrainte préfabriquées.....	98
Figure 126. possibilités géométriques .....	98
Figure 127. Support de la structure tridimensionnelles.....	98
Figure 128 . membrane de fibre de verre PTFE di stade Stade Vélodrome à Marseille ....	99
Figure 129. L'enveloppe de la structure spatiale .....	99
Figure 130. cloisons de distribution humide BA 13 Hydrofuge.....	99
Figure 131. murs rideaux facade vitrée .....	100
Figure 132. Escalier préfabriquées en béton .....	101
Figure 133. escalator mécanique .....	101
Figure 134. Un ascenseurs.....	101
Figure 135. haut parleur JBL mrx 525 .....	102
Figure 136. panneaux acoustiques en bois MDF.....	103
Figure 137. plafond incurvé réflecteur .....	103
Figure 138. CF Møller, Faculté d'Ingénierie, Denmark .....	104
Figure 139. Système de fixation des facades perforé .....	104
Figure 140. Revêtement mural en Fibre cement .....	104
Figure 141. Un refroidisseur industriel à condensation par air (air-cooled chiller) .....	105
Figure 142. UTA (Unité de traitement d'air).....	106
Figure 143. détails de construction 1/20.....	106

## **Liste des Tableaux**

Tableau 1. Tableau synthétique du exemple 02 .....	48
Tableau 2. Programme surfacique d'exemple 03 .....	51
Tableau 3 Programme surfacique d'exemple 04 .....	55
Tableau 4 Tableau de comparaison des Exemples Thématiques : .....	56

Tableau 5. Comparaison entre les deux terrain choisis .....	66
Tableau 6. Programme Spécifique.....	78

## **Liste des abréviations**

**BIM** : building information modeling

**FA** : La fabrication additive

**IBS** : Industrialized building systems

**FRP** : Polymère renforcé de fibres

**PVC** : Polychlorure de Vinyle de Commerce.

**PTFE** : Poly(tétrafluoroéthylène)

**ETFE** : L'éthylène tétrafluoroéthylène

**MDF** : Medium Density Fiberboard

**PSRC** : Poteau composite préfabriquée en acier et béton

**CRC** : Composite renforcé compact

**UTA** : Unité de traitement d'air

**IRCAM** : centre de recherche en musique acoustique

**PDAU** : Plan Directeur d'Aménagement Urbain

**PMR** : Personne à Mobilité Réduite.

**CES** : corps d'état secondaire

# Introduction générale

L'architecture a la capacité d'influencer et affecter nos relations mutuelles, augmenter la productivité des entreprises, soutenir les communautés et les quartiers, améliorer la santé et même réduire les fléaux sociaux. et a un l'impact important sur : Le site immédiat, Les usager du bâtiment, affecte les communautés qui les entourent, L'économie de la ville et l'environnement , ces effets peuvent durer très longtemps, parfois des siècles, les effets de l'architecture à la fois sur les individus et sur la société en général sont bien plus larges.

Aujourd'hui, l'architecture a été influencer par une révolution technologique induite par des outils, des machines, des procédés et des méthodes employés dans les différents domaines d'Architecture : habitat, sport, santé ; culture ; loisir ; la conception et la construction architecturale est devenue plus automatique et confortable.

Le domaine de la construction du cadre bâti a subi une transformation et une révolution. Alors que l'industrialisation dans les autres domaines devient plus systématique et efficace, les bâtiments sont encore personnalisés dans une large mesure : chaque maison ou bâtiment est conçu pour répondre aux besoins uniques de clients spécifiques, des matières premières ou des matériaux bruts sont utilisés dans des matériaux faits à la main sur place, tandis que l'industrie des bâtiments est confrontée à de nouveaux défis. La population mondiale a explosé, une urbanisation rapide ; les ressources naturelles limitées et la réalité du changement climatique.

L'objet d'apporter de l'architecture et l'industrie plus proche et de prendre avantage des opportunités qui en résultent a encouragé le développement de systèmes comme une partie importante de la modernité, bâtiment industrialisé. Du très début de l'industrialisation, les architectes ont vu la fabrication en série de composants, leur interconnexion au sein du système et la rationalisation associée des processus de construction comme une opportunité pour provoquer une revitalisation attendue depuis longtemps

L'industrialisation d'après-guerre de la construction Cependant, ce processus a plutôt conduit à déséquilibrer, Concernant les systèmes de construction. Il est devenu clair que déterministe, fermé les systèmes sont incapables de conduire à solutions acceptables.

## A. Problématique

Avec l'augmentation et la croissance de la population mondial on remarquent un besoin massive et une nécessité importante en terme d'équipement publique et logement ,Cependant la construction du cadre bâti et le secteur de la construction architectural est actuellement dans un états critique ; une étude a montré que la majorité projets dépassent de 20% la date final de l'achèvement du projet, et 80% du budget prévu , la plupart des projet souffrent de retard et la lenteur de réalisation , cette contrainte des délais est liée à l'absence d'utilisation des nouvelles techniques d'industrialisation du bâtiment et le manque de main d'oeuvre qualifiée pour effectuer le travail sur chantier autrement des difficultés de

gestion et de financement , ce mauvais déroulement des projet influe directement sur la qualité architectural ; cela nécessite l'appel aux nouvelles techniques d'industrialisation des modes constructifs et nécessite à tous les parties du projet que ce soit (entrepreneurs, concepteurs, ingénieurs, fabricants) à adopter des nouvelles méthodologies dans leurs processus et réglementations et dans leur compétences pour résoudre ces problèmes

D'autre part, la Wilaya d'Ain Temouchent possède une large population respectable de 400,000 habitants dont la majorité des jeunes. Le centre-ville est considéré comme le cœur de la province manque de lieux culturels et de rencontre et de formation, cela a causé un problème pour ces résidents ; le manque de ce type d'équipements ouvert au public dans la wilaya d'Ain Temouchent force les étudiants et les jeunes habitants d'aller en général vers Oran ou Tlemcen afin de remplir se besoin, la wilaya possède un complexe culturel mais reste toujours très insuffisant pour une commune de telles potentialités

**-Quelle est le mode constructif le plus adaptée qui répond aux critères de vitesse de construction tout en réduisant le coût de tout en prenant en considération l'aspect culturel et social des futurs habitants et l'aspect de confort ?**

**-Quel type de structure peut enrichir le centre-ville de la wilaya en terme de mixité social et créativité , notamment à la satisfaction des habitants (en particulier des jeunes)?**

## **B. Hypothèse**

- la préfabrication des éléments de construction est considérée comme la solution la plus appropriée pour les problèmes des délais et les coûts de construction, rapide et efficace
- Introduire un nouveau mode constructif en tant que processus technique supportant des structures standardisées pour offrir un confort tout en préservant l'esthétique du bâtiment
- La fusion des matériaux et de la structure assure la satisfaction dans tous les aspects.

## **C. Objectifs**

### **Architecturale et technologique, technique :**

- L'utilisation des nouvelles techniques de construction et d'industrialisation du bâtiment pour améliorer la qualité de l'équipement et pour adapter la meilleure structure (notamment sur le plan économique).
- Adapter un système structurel prefabricqué afin de réduire les délais et le coût tout en préservant le confort visuel .

### **Socio culturel**

- Renforcer le manque d'activités culturelles de la ville tout en les regroupant dans un ensemble répondant aux besoins de la population jeune de la cité.
- Concevoir un espace d'inspiration, de création et d'expression, en outre, un lieu complémentaire qui permet aux gens de se rassembler et d'échanger librement des idées est l'élément clé de la formation de la culture

- Promouvoir la richesse culturelle et le potentiel personnel dans des projets collectifs qui favorisent la diversité sociale et culturelle,
- Adapter un fonctionnement urbain qui répond aux attentes ou besoins des habitants.

#### D. Méthodologie du travail :

- **La recherche élargie :**

Consiste à faire une recherche bibliographique d'un ensemble de documentation : des ouvrages, des revus, thèses, mémoires, articles , des sorties et des vidéos ,image , Collecter le maximum des données à partir des entretiens et investigations

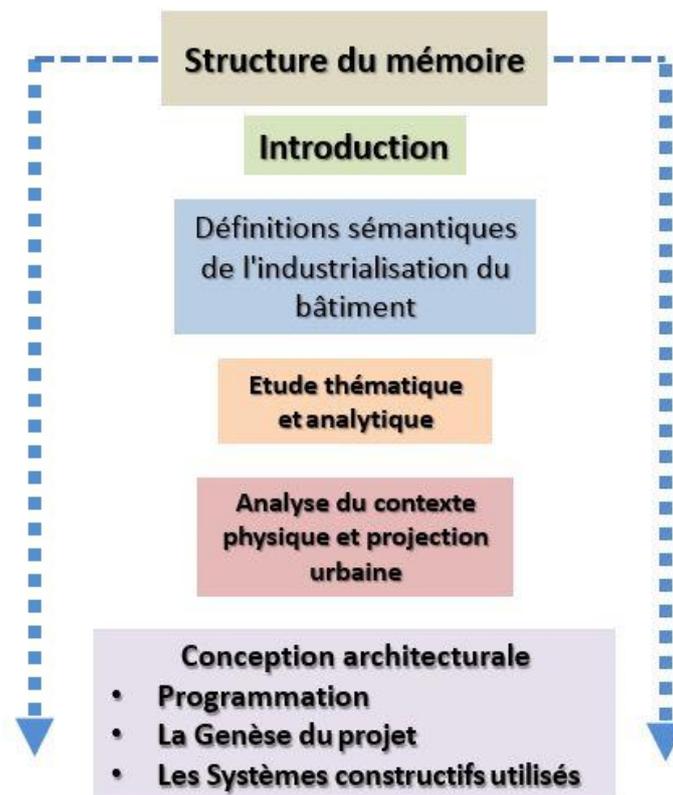
- **Analyse et traitement des données :**

Analyse et présenter les données collectées : ordonner, classer, comparer et mesurerInterpréter et discuter les résultats

- **Programmation architecturale et technique**

Elaborer un préprogramme conclu des exemples étudié et analysé ainsi que l'analyse du site en faisant sortir le programme architectural et technique.

- **Production architecturale**



**Chapitre I :**  
**Définitions sémantiques de l'industrialisation du**  
**bâtiment**

## 1. Définitions :

### 1.1 La Structure :

Dans le contexte de l'environnement bâti, le terme « structure » fait référence à tout ce qui est construit à partir de différentes parties interdépendantes connectées et qui est conçu pour supporter des charges avec un emplacement fixe sur le sol. Les ingénieurs en structure conçoivent, évaluent et inspectent les structures pour s'assurer qu'elles sont efficaces et stables. Les ingénieurs en structure travaillent sur un très large éventail de structures, y compris ; bâtiments, ponts, plates-formes pétrolières, et ainsi de suite.<sup>1</sup>

### 1.3 Système Constructif :

Dans la construction de bâtiments, la méthode particulière d'assemblage et de construction des éléments structurels et les formes particulières sous lesquelles se réalise toutes les parties d'un bâtiment, et de sa mise en œuvre afin qu'ils soutiennent et transmettent les charges appliquées en toute sécurité au sol sans dépasser les contraintes permises chez les membres.

### 1.3 Le produit architectural :

L'architecture de produit est liée aux éléments fonctionnels et aux composants physiques des produits et est employée pour définir « les blocs physiques de base du produit en termes de ce qu'ils font et quelles sont leurs interfaces au reste de l'appareil » (Ulrich et Eppinger 2000). Souvent utilisée pour la redéfinition d'un produit ou d'un service, l'**architecture de produit** correspond à l'agencement des entités élémentaires le constituant. Elle précise également les interfaces entre ces entités. Cet outil permet ainsi de solliciter la créativité de chacun des acteurs de la conception ayant un impact sur l'architecture du produit.<sup>2</sup>

### 1.4 L'élément (la composante) :

Le Principe spécifiques de chaque système permet aux éléments individuels d'être combiné dans un seul système de construction pour produire un bâtiment. Selon le système utilisé, l'élément peut être la brique dans une construction en maçonnerie, un panneau dans une construction en panneaux ou une unité modulaire.

Pour la réalisation réussite d'un projet, c'est primordial de

Correctement coordonner et harmoniser les éléments individuellement, par exemple décider une technique uniforme d'assemblage. Dans le cas d'une construction plus complexe les éléments individuels sont organisés et hiérarchiser selon leur fonction, des élément primaires porteur de la structure et des élément secondaires non porteur pour l'enveloppe du bâtiment, l'aménagement intérieur et les services techniques.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> <https://www.techniques-ingenieur.fr/glossaire/structure>, consulté le :18 mars 2021

<sup>2</sup> <https://airfocus.com/glossary/what-is-product-architecture>, consulté le : 18 mars 2021

<sup>3</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Architectural\\_elements](https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Architectural_elements)

## 1.5 La standardisation :

Le concept de "standard" est basé sur le principe de l'architecture fonctionnaliste. Dans cette architecture, à chaque niveau d'intervention de l'environnement bâti, il existe un ensemble d'exigences correspondantes. Ces exigences ont été parfaitement définies et sont donc "normalisables". Création des normes standard principalement liée au type ; l'objectif de la normalisation est de réduire les coûts et de raccourcir le temps de production. Pour l'industrie, il est plus facile et plus rentable de produire plusieurs fois le même produit que de se concentrer sur la production d'un seul produit.<sup>4</sup>

## 1.6 L'industrialisation du bâtiment :

L'industrialisation est une solution technique qui a pour but d'accélérer la production et la réduction des coûts. Cette notion va vers une révolution technologique mondiale dont le but d'améliorer l'aspect architectural et technique.

Cette tendance importante de l'avancement scientifique et technique de la construction, car la technologie modifie la façon dont nous concevons, fabriquons et assemblons. D'ici 2035, la majorité des bâtiments seront construits à l'aide de la construction industrialisée, car la fabrication et la construction convergeront ; en utilisant l'expertise en production de masse et la capacité de la construction à concevoir et à fabriquer un produit complexe hautement personnalisé.

## 2. Historique et Gènes de l'industrialisation du bâtiment :

Ce concept remonte à 1624 en Angleterre, sous forme d'une maison en bois lambrissée. Pendant la révolution industrielle des années 1700, la première construction industrialisée était un pont en fonte dans le Shropshire, en Angleterre. L'industrialisation est alors devenue plus connue dans le domaine de construction architectural. Par exemple, la Tour Eiffel à Paris, en France, a été construite à l'aide du système constructif industrialisé en acier.<sup>5</sup>



**Figure 1.** Crystal Palace 1850

**Source :** <https://www.archdaily.com/>



**Figure 2.** Tour Eiffel 1889

**Source :** <https://www.franceculture.fr/>

Après les deux guerres mondiales de nombreux systèmes constructifs sont inventés ou développés pour faire face aux besoins massifs de construction, pour beaucoup de gens. Les méthodes de construction dites traditionnelles ne peuvent pas répondre aux besoins très

<sup>4</sup> <https://www.caim.info/> consulté le : 18 mars 2021

<sup>5</sup> <https://www.universalis.fr/encyclopedie/industrialisation-de-l-architecture/> consulté le : 18 mars 2021

importants et urgents de la reconstruction, et d'un autre contexte la pénurie de main d'œuvre qualifiée, puis dans le redressement économique ; l'application de méthodes industrielles aux bâtiments est devenue cruciale. La préfabrication en béton, l'une des techniques de l'industrialisation du bâtiment, est considérée comme la meilleure solution au problème d'une construction massive, et rapide. Les séismes (le séisme de Mexico, en 1985), par l'amplitude des dégâts qu'ils causent, engendrent des besoins de reconstruction similaires.<sup>6</sup>

Konrad Wachsmann est considéré comme le premier théoricien moderne de l'industrialisation de l'architecture. Il a défini les premières conditions de l'industrialisation dans son livre « *The Turning Point of Building* » publié en 1961, « Le principe de l'industrialisation est le même que l'idée de la production de masse ». Gropius, Le Corbusier, Wachsmann, Mies van der Rohe et de nombreux autres architectes de l'époque pensaient que l'industrialisation du bâtiment ainsi que la productivité et la préfabrication sont le seul moyen de pousser l'architecture à un niveau parfait.

Cette industrialisation lourde et fermée, jugée standardisée et identique. Le problème est supposé être réglé par d'autres typologies de préfabrication ouverte et légère ; notamment avec les premiers résultats d'une « industrialisation ouverte » à la fin des années 1970 ; deux exemples qui significativement démontrent que L'industrialisation passe pour être un standard d'innovations, de solutions neuves ; Le Centre Pompidou à Paris de Renzo Piano/Richard Rogers (1977), et Hong Kong & Shanghai Bank de Norman Foster (1986).



**Figure 4.** Centre Pompidou à Paris

**Source :** <https://www.centrepompidou.fr/fr/>



**Figure 3.** Hong Kong & Shanghai Bank

**Source :** <https://divisare.com/>

Non seulement ces bâtiments fonctionnent au plus haut niveau technique de leur temps, mais le rôle joué par chaque partie du bâtiment est également lisible individuellement. Aujourd'hui, chaque grand bâtiment peut être considéré comme une construction composée de divers systèmes, sans, cependant, chacun d'eux étant reconnaissable comme des éléments de conception indépendants<sup>7</sup>

### **3. Tendances Actuelles en industrialisation de la construction :**

<sup>6</sup> Yvan Delemontey , « *Préfabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)* », Thèse de doctorat en architecture, faculté d'architecture, Université de Genève.

<sup>7</sup> <https://www.universalis.fr/encyclopedie/industrialisation-de-l-architecture> consulté le :18 mars 2021

Le processus de la construction industrialisé comprend l'utilisation intensive de technologies de pointe dans des activités allant de la préfabrication de grands composants de bâtiment dans des usines hors site à l'adaptation des structures de la mécanisation des systèmes constructifs ; et l'installation de ces composants ou pièces préfabriqués ainsi que leur processus d'assemblage.

### 3.1 La Préfabrication :

- La préfabrication est la construction hors site d'éléments de construction et d'assemblages dans une usine sous forme de pièces séparées, qui sont ensuite transportés sur un site pour l'assemblage et l'installation. Les systèmes de préfabrication peuvent être divisés en deux catégories : construction modulaire et lambrissée.
- La préfabrication résout de nombreux problèmes associés aux méthodes de construction traditionnelles, telles que la main-d'œuvre qualifiée, la qualité variable, les inefficacités des produits et des processus et les impacts environnementaux élevés.
- Elle permet l'utilisation de machines automatisées, ce qui évite les retards de projet.

### 3.2 La fabrication additive (impression en 3D) :

En première ligne de la fabrication numérique se trouve la fabrication additive (FA), bien connue comme l'impression en 3D, il s'agit de produire des objets et des structures à partir de petits dépôts de matériaux en couches. Avec l'impression en 3D, il est possible de passer directement d'un modèle 3D sur le numérique (Logiciels de modélisation) à un produit fini avec une seule touche et une seule machine, utilisant une large gamme de matériaux, comme l'acier, le verre, la céramique, les polymères, le béton, etc.<sup>8</sup>



Figure 5. La plus grande imprimante 3D d'Europe

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

Dans L'industrie de la construction la (FA) commence à être en tant qu'une technologie essentielle dans le domaine de bâtiment à haute personnalisation et qualité de finition.

### 3.3 Les Robotiques :

Depuis l'année dernière, les robots ont influencé l'industrie de la construction la robotique en construction peut être l'une des technologies les plus avancées et intéressantes à regarder, la robotique continue d'améliorer les expériences du travailleur plutôt que de remplacer les travailleurs ; l'application de robots pour effectuer un travail en utilisant, les connaissances

---

<sup>8</sup> Dan Millman ,Industrialized Construction in Academia, Autodesk, 22 mai 2018 , 30 pages

et la créativité de la mécanique, de l'électricité, génie informatique, industriel et de fabrication. Les robots ont généralement été utilisé pour effectuer une gamme limitée de tâches, principalement dans la manipulation des matériaux et des composants ; il existe des robots de démolition, des robots d'impression 3D, des stations totales robotiques, et scanners laser, drones, robots de maçonnerie, de soudage, robots élévateur, robots de travaux routiers



**Figure 6.** Robots sur le chantier de construction

Source : <https://www.indus.ai/blog>

### **3.4 BIM et les données Network :**

BIM (building information modeling), Cela permet aux concepteurs de visualiser l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment, et de comprendre l'intention et l'utilisation de toute structure. Les données Network Analytiques peut fournir à chaque projet et à chaque entreprise avec des informations précieuses sur les progrès et le statut de la construction. L'industrie utilise actuellement de la technologie qui permet d'avoir des données en temps réel et peuvent aider à gérer les ressources, les finances et les documents, en pré visionnement plus précisément la quantité nécessaire des élément constructifs. <sup>9</sup>

## **4. Typologie de l'industrialisation du bâtiment :**

Elle est divisée en deux systèmes qui sont :

### **4.1 Le système fermé :**

Dans les systèmes fermés, tous les composants sont fabriqués par un seul fabricant. Dans le secteur du bâtiment, des systèmes fermés peuvent être développés pour des bâtiments entiers ou, en tant que systèmes partiels, pour des structures porteuses, pour des façades ou pour un aménagement intérieur. Tous les éléments individuels sont coordonnés et harmonisés les uns avec les autres et ne peuvent pas simplement être échangés, modifiés. La plupart des produits industriels fabriqués en série, par exemple les véhicules motorisés, sont basés sur le principe d'un système fermé. La gamme d'options de conception est assez limitée en raison de la détermination rigide des éléments de construction. Cette préfabrication modulaire est souvent jugée de mauvaise qualité, de forme cubique, basique et moins personnalisé.

### **4.2 Le système ouvert :**

---

<sup>9</sup> <https://www.avsystem.com/blog/what-is-iiot-architecture/> consulté le :18 mars 2021

Construire avec des systèmes ouverts offre la possibilité d'utiliser des produits de différents fabricants, le système ouvert n'est pas attribué à un seul bâtiment, mais repose sur la combinaison de diverses parties de construction préfabriquées. Les éléments peuvent être combinés selon les besoins, ce qui permet de réaliser des projets de construction très différents en tant que système partiel, par exemple pour la structure porteuse ou même pour l'ensemble du bâtiment. Lors de la conception avec un système de bâtiment ouvert, l'architecte détermine la fonction des composants du bâtiment et sélectionne les fabricants potentiels, les éléments sont d'abord normalisés, dimensionnellement coordonnés et des règles de classification décidées. Il doit être possible d'ajouter, d'échanger et de varier le type d'éléments normalisés afin qu'ils puissent être utilisés dans des bâtiments aux fonctions différentes ; Les systèmes fermés, par exemple pour la structure porteuse, peuvent être coordonnés avec des systèmes ouverts, par exemple pour l'aménagement intérieur ou l'enveloppe du bâtiment.<sup>10</sup>

## 5. Le processus standard du système de construction industriel :

### • Idéation et conception :

La Conception et le design du projet étudiant sont coordonnés avec le système de constructif industrialisé basé sur les exigences et les normes des constructions préfabriquées. Tous les consultants et les décideurs du projet les architectes, les ingénieurs en génie civil, entrepreneurs, entreprises de réalisation se rencontrent et décident les spécifications de conception en fonction de l'emplacement et les besoins du bâtiment construit.

### • Production des composants :

Après soumission et approbation, les éléments de construction sont fabriqués en pièces et modules selon les dimensions et la qualité standard dans une usine ou un atelier précaire de préfabrication ; la rapidité de réalisation, la rentabilité et la qualité des produits finale dépendent de la gestion de la production de l'usine et de la bonne organisation de la chaîne de travail

### • Livraison sur site :

Les composants fabriqués sont livrés sur site après inspection ; le transport routier de pièces préfabriquées est généralement fait à l'aide des camions semi-remorques, soumis à la réglementation routière qui fixe la largeur Et la hauteur maximale du véhicule de transport et le poids du transport. La hauteur maximale du transport routier ne doit pas dépasser 2,50 m Unité, les 4 côtés placés sont limités à 4,00 m et la longueur maximale du fragment est 18,00 m.

**Figure 7.** Transport des éléments préfabriqués sur semi-remorque

**Source :** Google Images



<sup>10</sup> Aleyda RESENDIZ-VAZQUEZ « L'industrialisation du bâtimentLe cas de la préfabrication dans la constructionscolaire en France (1951-1973) Thèse de doctorat ; Paris, Centre d'Histoire des Techniques et de l'Environnement, Soutenue le 13 juillet 2010

- **Assemblage et montage :**

Les composants sont assemblés et installés sur la base des dessins techniques et selon un processus d'assemblage établis par l'architecte lors de la conception peut avoir un impact considérable sur le projet ; concevoir sans cette information conduit à des dépassements des coûts. L'assemblage fait référence à toutes les activités d'installation du site ; par conséquent, il comprend non seulement un plan de gestion des pièces, des sous-ensembles et des détails d'assemblage sur site, mais comprend également les opérations, l'approvisionnement en main-d'œuvre, la gestion des équipes de travail, la gestion des ressources partagées.

- **Achèvement de l'unité finale :**

Les éléments de construction préfabriqués arrivent sur le site prêt à être placé. Éléments de réglage et d'assemblage est la dernière étape du processus de construction comprenant levage, positionnement, réglage, connexion et, les éléments conçus pour la préfabrication et l'assemblage sur site devra être conçu pour s'adapter aux points de levage, parfois appelés « points de sélection ». Les points de prélèvement sont conçus par un ingénieur pour garantir que les points de levage coïncident avec la distribution de poids de l'élément. Après les finitions finales, recevez le certificat d'achèvement et de conformité et le projet est prêt pour l'occupation et l'exploitation<sup>11</sup>

## **6. Les méthodes de construction industrialisées :**

Dans l'industrie du bâtiment, une distinction fondamentale est faite entre les méthodes de construction solides, telles que la maçonnerie et les structures en béton, et les constructions à ossature, telles que les structures en acier et en bois. Ces systèmes fournissent des lignes directrices pour la combinaison des éléments de construction et influencent la conception et la forme d'un bâtiment tandis que Méthodes de construction traditionnelles basées sur les compétences des artisans<sup>12</sup>

## **7. Classification des systèmes de construction industrialisées :**

La classification des éléments et les composants préfabriqué et le principe de la conception d'une construction industrialisé ; les bâtiments peuvent être créés avec des éléments linéaires, plans ou spatiaux. Celles-ci déterminent le principe de construction ; Le système constructif industrialisé se compose de trois principales caractéristiques :

### **A. Les Systèmes Constructifs à ossatures préfabriquée :**

Les systèmes à ossatures sont composés d'éléments de construction linéaires tels que des colonnes et des poutres, combinés avec des éléments de contreventement ; ils fournissent une construction essentiellement stable, capable de résister aux charges verticales et horizontales. Dans les bâtiments où le système porteur est conçu sous forme de charpente,

---

<sup>11</sup> [https://issuu.com/linshanen/docs/industrialized\\_building\\_system](https://issuu.com/linshanen/docs/industrialized_building_system) consulté le :18 mars 2021

<sup>12</sup> <https://redshift.autodesk.fr/industrialisation-du-btp/> consulté le :18 mars 2021

les éléments porteurs sont structurellement et fonctionnellement clairement séparés des éléments non porteurs de l'enveloppe extérieure et de l'aménagement intérieur ; la structure portante et les jonctions sont conçues en harmonie avec les systèmes d'aménagement et de façade, car ni les murs extérieurs ni les murs intérieurs ne sont porteurs. Lors de la conception d'une structure à ossature, L'utilisation des formes flexible du bâtiment est possible dans une grille de poteaux ; Il est important que le concept de contreventement soit décidé tôt dans le processus de conception car le type de contreventement a une influence majeure sur les espaces et la conception et la forme de la construction et ces façades. <sup>13</sup>

## 1 Le système Constructif à ossature métalliques :

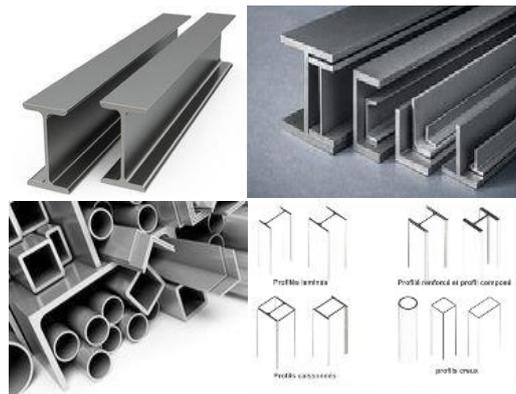
Les structures métalliques ont été utilisés comme principe de construction pour une grande variété de bâtiments depuis le développement de la construction en acier moderne en raison de son site de montage rapide. Les poteaux et les poutres en profilés d'acier laminé, des profilés en acier creux ou des éléments composites qui créent une structure d'éléments linéaires avec un poids minimal qui a une grande capacité de résister aux charges et permet de grandes portées entre les profilés métallique avec peu d'éléments de construction.

### Les éléments de structure :

La structure métallique est composée de :

- **Les profilés ou les sections métalliques :**

Les sections représentent les poteaux, les poutres simples, les poutrelles ils forment la structure il y a plusieurs types de profilés qui se différencient selon la forme et la dimension des sections H (HEA, HEB, HEM) ; en I (IPE, IPN) ; en U (UPN, UPA) ; Il existe d'autres sections rondes ou carré, en L, plats, des tubes creux ou pleins, des sections composites <sup>14</sup>



**Figure 8.** Les Types de profilés métalliques

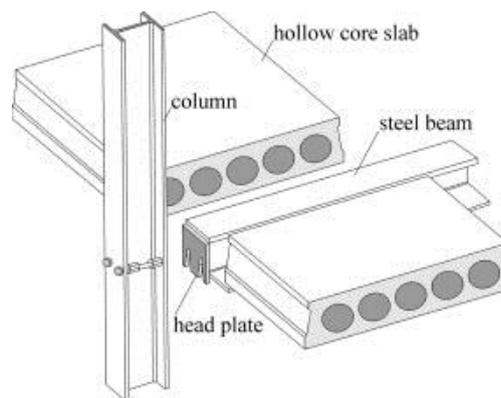
Source : Collage fait par l'auteur (Google images)

- **Le Plancher collaborant préfabriqué :**

<sup>13</sup> Abra Warszawski , Industrialized and Automated Building Systems , E&FN SPON, 2 eme édition , publié en 1999 à London , (p 16)

<sup>14</sup> <https://www.lemoniteur.fr/article/structures-metalliques-les-assemblages-en-images.1378224> consulté le :18 mars 2021

Dans les structures à ossature d'acier, les dalles de plancher collaborant sont soit des dalles de béton préfabriquées, soit des tôles profilées en acier reposant sur des poutres en âme pleine, des poutres alvéolées ou des fermes ; les connexions structurales entre la dalle de plancher intermédiaire et la poutre augmentent la capacité de résistance du plancher à les charges et réduisent ainsi la flexion. Le plancher collaborant préfabriqué est un système particulièrement économique pour les planchers intermédiaires dans la construction métallique. Les poutres spécialement conçues portent les dalles préfabriquées, en remplissant les joints entre les éléments de plancher individuels avec du béton, un élément structural composé est créé ; Les propriétés structurales de ce plancher sont équivalentes à celles d'une construction composite.<sup>15</sup>



**Figure 9.** Plancher collaborant (dalle alvéolaire en béton préfabriquée)

Source : Engineering Structures, February 2009, Pages 551-559

- **Les contreventements**

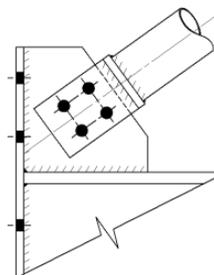
Le contreventement fourni par les plancher et les poutres horizontalement, et la structure est contreventée verticalement par des barres rigides en X, V, A (figure 11) ; des plaques murales pleines assure la stabilité de la construction horizontalement et verticalement. Dans la plupart des cas, le contreventement est fixé par boulonnage à un gousset (figure 10), lui-même soudé à la poutre, au poteau, ou plus communément soudé à la poutre et à sa connexion d'extrémité comme indiqué sur la figure. Les systèmes de contreventement sont généralement analysés en supposant que toutes les forces se croisent sur les axes des barres

16



**Figure 11.** Un Contreventement en X

Source : <https://lainco.ca/nos-projets/batiments-institutionnels>



**Figure 10.** Gousset d'assemblage métallique

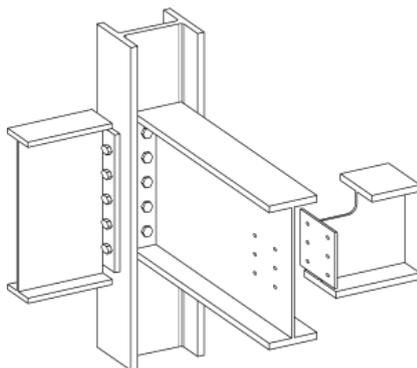
Source : <https://www.steelconstruction.info>

<sup>15</sup> [http://btscm.fr/dicocm/G/Construire\\_en\\_acier/LES\\_PLANCHERS.pdf](http://btscm.fr/dicocm/G/Construire_en_acier/LES_PLANCHERS.pdf)

<sup>16</sup> <https://book4yours.blogspot.com/2020/05/types-des-systemes-de-contreventement-Utilises-Dans-Les-Structures-En-Acier>

## Les assemblages et les techniques de connexions :

Le type de connexion et le matériau requis dépendent de l'utilisation de l'élément de construction et de sa fonction dans le système constructive. Dans la construction métallique préfabriquée, on distingue : Les connexions fixes (le rivetage, le soudage) et démontables comme le boulonnage (Figure 12) qui assure une rapidité d'exécution et de montage sur chantier et très économique deux types de boulons sont utilisés (boulons ordinaire, boulons HR ou les boulons précontraints) <sup>17</sup>

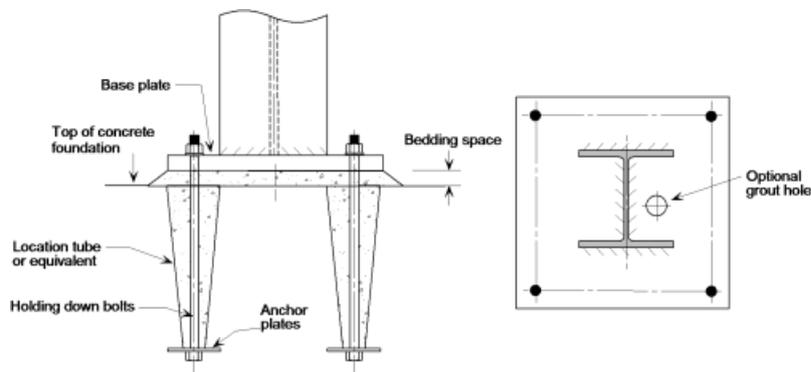


**Figure 12.** Assemblages boulonnés poteaux à poutre et poutre à poutre

Source : Livre Components and Systems Modular Construction Design, Structure, New Technologies

### - Les connexions poteaux fondation

Les bases de poteaux typiques, comme le montre la (figure 13), consistent en un seul filet de plaque soudé à l'extrémité du poteau et attaché à la fondation avec quatre boulons. Les boulons sont coulés dans la base en béton dans des tubes ou des cônes de positionnement et sont équipés de plaques d'ancrage pour empêcher l'arrachement. Un coulis à haute résistance est versé dans l'espace sous la plaque. Ces bases de poteaux ne sont souvent soumises qu'à une compression axiale et à un cisaillement. Cependant, le soulèvement et le cisaillement horizontal peuvent être un cas de conception pour les bases de poteaux dans les baies contreventées. <sup>18</sup>



**Figure 13.** Fixation pied de poteau

Source : <https://www.steelconstruction.info>

<sup>17</sup> <https://www.construiracier.fr/technique/solutions-constructives/structures/assemblages> consulté le :18 mars 2021

<sup>18</sup> <http://site.iugaza.edu.ps/malqedra/files/Lecture-9-6.pdf>

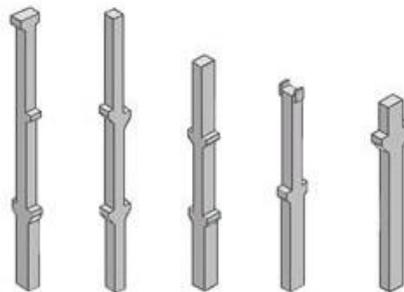
## 2 Le système Constructif à ossature en béton préfabriqué :

Une structure à ossature en béton préfabriqué est un assemblage d'éléments préfabriqués qui, lorsqu'ils sont convenablement reliés entre eux, forment une ossature capable de résister aux charges de permanentes et de vent et de tremblement de terre. Ce système est idéalement adapté aux bâtiments tels que les bureaux, les magasins, les parkings, les écoles, les stades et autres bâtiments de ce type nécessitant un espace multifonctionnel lisible ; les différents principes de la construction à ossature en béton peuvent être subdivisés selon les types de poteaux et de poutres, la technologie du processus de construction et les restrictions de transport signifient cependant que la longueur des deux types d'éléments est limitée., une structure en béton préfabriqué n'est pas une structure coulée sur chantier elle est découpée en petits morceaux permettant le transport et la facilité de montage et de manipulation sur site.

### Les éléments de construction utilisés :

Les éléments de construction utilisés sont des poteaux, des poutres, des murs et des dalles de plancher intermédiaires. Dans ce système, les charges sont transférées à travers les poteaux, les poutres et les dalles de plancher. Les poteaux transfèrent les charges verticales des poutres, des dalles de plancher et du toit aux fondations. Le contreventement est fourni par les murs de soutènement, les dalles préfabriquées et les colonnes d'extrémité.<sup>19</sup>

- **Les poteaux préfabriqués en béton armé ou précontraint :**



**Figure 14.** Les Types de poteaux préfabriqués en béton armé ou précontraint

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

Ils peuvent être produites dans une grande variété de sections transversales. Par exemple, dans les structures de hangar à un étage d'une hauteur maximale de 10 m, des poteaux de section transversale rectangulaire sont utilisées (figure 15). Pour supporter des charges plus importantes dans les bâtiments plus hauts, les poteaux et les poutres avec une connexion rigide peuvent agir comme un portique ou le poteau peut être construit comme une poutre en I. Des poteaux de section circulaire sont également produites, souvent pour des raisons architecturales. Les poteaux de section carrée sont préférables pour les bâtiments à plusieurs

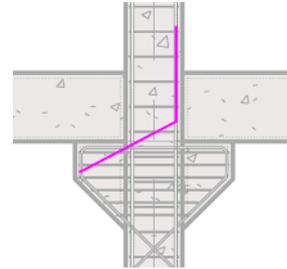
<sup>19</sup> Kim S. Elliott , "Precast Concrete Structures", Butterworth-Heinemann, Oxford angleterre ,publié en 2002

étages car, par rapport aux poteaux de section rectangulaire, elles ont la même résistance au flambement sur les deux axes.



**Figure 16.** Poutres reposent sur un poteau rectangulaire avec console

Source : Google Images



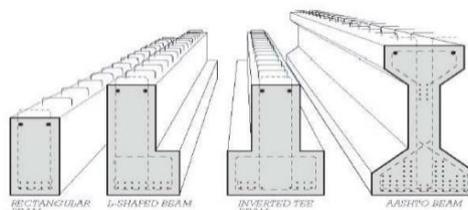
**Figure 15.** Poteau préfabriqué en béton avec consoles

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

Les consoles (corbeaux) sont la méthode la plus largement utilisée pour fournir des appuis pour les poutres et les dalles de plancher ; ils sont généralement formés des deux côtés des poteaux (figure 16). Les poteaux avec des consoles de 20 cm sur trois ou même quatre côtés, des joints en cachou, sont souvent insérées entre les consoles et la poutre ou la dalle de plancher qui repose sur eux.<sup>20</sup>

- **Les poutres préfabriquées précontrainte :**

Les poutres préfabriquées précontrainte sont constituées de profilés en T, I et de profilés rectangulaires ou d'angle (figure 17). Pour des raisons liées au coffrage, ces poutres ont généralement une section transversale légèrement trapézoïdale les poutres servent d'éléments de support pour les éléments de plancher, les poutres en béton sont renforcées par un câble précontraint à très haute résistance élastique sur toute sa longueur. Afin de supporter les charges appliquées par les dalles et fournir une profondeur d'appui suffisante. La quantité de béton utilisée et la profondeur structurale sont optimisées. Avec ce système, les poutres et les dalles forment une seule entité structurale, permettant de transporter des charges plus importantes. Pour les plus grandes portées, les poutres à section en I et les dalles à sections creuses ou en doubles T sont les plus appropriées.<sup>21</sup>



**Figure 17.** Les Types des poutres préfabriquées Source : precast-concrete-structures-paradigm

- **Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées :**

Les Dalles alvéolée préfabriquées utilisées sont des unités en béton précontraint avec des vides tubulaires s'étendant sur toute la longueur de la dalle, créant une unité légère efficace

<sup>20</sup> <https://www.ronveaux.com/construction/structure-beton-arme-precontraint-batiments/poteaux-colonnes> consulté le :18 mars 2021

<sup>21</sup> <https://www.archiexpo.fr/prod/seac/product-59282-816636.html> consulté le :18 mars 2021

Cette dalle préfabriquée généralement utilisée dans la construction de planchers dans des plusieurs types de bâtiments.



**Figure 18.** Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées

**Source:** <https://www.countymaterials.com/en/hollowcore-roof-and-floor-systems>

Les vides qui traversent l'unité, peuvent fonctionner comme des conduites de service et de canalisation. Cela réduit considérablement le poids propre des dalles d'environ 35%, en maximisant ainsi l'efficacité de la structure.

L'âme creuse permet également d'exploiter la résistance et la durabilité du béton préfabriqué en y plaçant des barres d'armature et du béton, tout en réduisant le poids qui est le principal inconvénient. Cette technique de prédalles présente plusieurs avantages. Les prédalles en béton peuvent être fabriquées dans une variété de formes, de tailles et de conceptions. Cette polyvalence a fait un choix idéal pour presque tous les projets de construction.<sup>22</sup>

- **Les escaliers préfabriqués en béton**

Ils sont généralement conçus pour s'étendre longitudinalement dans les paliers à l'angle droit par rapport à la volée d'escalier ou entre les poutres de support. Les principaux composants de l'escalier en béton préfabriqué, à savoir les volées d'escalier, les paliers et les marches, sont généralement fabriqués en usine avec les connexions, pour un assemblage plus facile sur site. Pour renforcer la structure, des barres de renforcement sont ajoutées au cours du processus de fabrication. L'installation d'escaliers en béton préfabriqué a généralement lieu après l'infrastructure principale.<sup>23</sup>

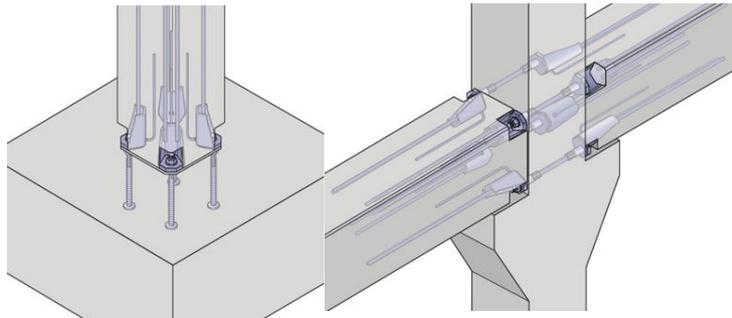
### **Les méthodes d'assemblages et les techniques de connexions :**

Dans les constructions à ossature en béton, les jonctions doivent être conçues pour les assemblages de poteaux et de poutres, ou de poutres et de dalles de plancher. Non seulement les considérations structurelles et architecturales doivent être prises en compte, mais également la planification des exécutions et du montage. Les assemblages boulonnés sont particulièrement appropriés pour le montage simple et rapide de structures à ossature en béton préfabriqué. Les poteaux sont coulés avec des barres intégrées et les poutres coulées avec des supports en acier, les boulons et les supports sont ensuite boulonnés ensemble sur site et fixés avec des écrous (fig 19.) Une fois le raccordement terminé, le joint est terminé

<sup>22</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Hollow-core\\_slab](https://en.wikipedia.org/wiki/Hollow-core_slab) ; <https://www.prensoland.com/the-use-of-hollow-core-slabs-for-the-construction-of-stadiums-and-bleachers> consulté le :18 mars 2021

<sup>23</sup> <https://floodprecast.ie/2020/02/advantages-of-using-precast-concrete-stairs/> consulté le :18 mars 2021

avec un coulis à faible retrait et à haute résistance. Les assemblages boulonnés de ce type conviennent également aux jonctions poteaux-fondations. Les boulons d'ancrage transfèrent la tension, la compression et la force de cisaillement aux semelles et aux épissures structurelles entre deux poutres assemblées bout à bout. Ces assemblages boulonnés permettent le transfert à la fois des forces de cisaillement et des moments de flexion dans la construction à ossature en béton armé.<sup>24</sup>



**Figure 19.** Connexions boulonnées dans ossature en béton

Source : <https://www.pfeifer.info>

### 3 Le système Constructif à ossature en bois :

Le système de charpente en bois comprend les cadres en bois, les fermes de toit, les poutres et les poteaux, il est couramment utilisé dans les constructions simples à haute valeur esthétique. Il est caractérisé par sa pose rapide et sa qualité de finition, les structures en bois sont constituées de poteaux et de poutres. Le raidissement est assuré par des éléments de tension ou de compression diagonaux, des panneaux muraux reliés au cadre ou des noyaux solides s'étendant sur toute la hauteur du bâtiment. La structure en bois de poteaux verticaux et de poutres horizontales organisées en larges trames régulières et stabilisées par des éléments de contreventement l'assemblage de pièces de petites sections habillées de panneaux assurant le contreventement pour former des cloisons et des planchers. Grâce à la standardisation des éléments en bois. Les combinaisons des systèmes en bois dépendent de la fonction du bâtiment et de sa typologie.<sup>25</sup>



**Figure 21.** Les éléments d'assemblage et de connexion exposés

Source : Google Images



**Figure 20.** Salle multisports en structure de bois

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

<sup>24</sup>Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal "Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies", 1er édition, Birkhauser à Berlin, publié en 2008 (p 70)

<sup>25</sup> <https://www.habiterbois-aura.fr/les-differents-systemes-constructifs-bois> consulté le : 18 mars 2021

### **Les méthodes d'assemblages et les techniques de connexions :**

Les éléments d'assemblages en acier ou en fonte sont les moyens les plus largement utilisés pour réaliser des connexions car ils sont simples et efficaces et leurs résistances peuvent être facilement calculées. Les éléments en bois sont assemblés bout à bout et fixés à l'aide de plaques d'acier, de boulons ou de vis ou de chevilles ; dans la plupart des cas, les cornières ou supports en acier utilisés dans le montage sont laissés exposés (fig 20). Pour connecter des éléments en forme de tige, des pièces de connexion spéciales sont nécessaires, qui peuvent être fabriquées individuellement pour répondre aux exigences structurelles et de conception spécifique. Au niveau des connexions de coin des poteaux et des poutres. Ils sont fixés sur les côtés des éléments de construction et connectés avec chevilles. Lorsque les intersections poteaux / poutres sont particulièrement difficiles, que ce soit sur le plan structurel ou créatif, elles peuvent être fixées au moyen de jonctions en acier spéciales. Les poteaux sont reliés aux fondations au moyen de plaques ou d'angles. Les joints doivent être élastiques en raison du retrait possible des éléments de construction aux points de connexion entre les poteaux et le mur éléments.<sup>26</sup>

### **4 Le système Constructif mixte Hybride (innovant) :**

Le mélange de deux éléments tels que l'acier et le béton, pour produire des composants industrialiser destinés à être utilisés dans la construction est donc considéré comme le système innovant de l'industrie. Il propose de meilleures propriétés isolantes est l'utilisation de nombreux nouveaux matériaux ; De nos jours, avec les progrès de la technologie et de l'innovation, de nombreux nouveaux matériaux sont introduits dans l'industrialisation du bâtiment. La construction mixte est maintenant utilisée dans la majorité des nouveaux bâtiments, La construction préfabriquée mixte signifie l'utilisation combinée de béton préfabriqué avec de l'acier, du bois, du béton coulé sur place et de la maçonnerie. La combinaison est faite pour le bénéfice du processus de construction dans son ensemble et ne doit pas nécessairement être conçue et construite de manière composite. La construction mixte maximise les avantages structurels et architecturaux en combinant des composants faits de différents matériaux, mais elle nécessite la coopération de l'architecte, de l'ingénieur de services, du fabricant, du fournisseur et de l'entrepreneur. Certaines demandes du client et architecturales ne puissent être satisfaites que par une construction mixte.<sup>27</sup>



**Figure 22.** Structure bois, acier de La Seine musicale à Paris

**Source :** <https://en.wikipedia.org>

<sup>26</sup> Ibid.(p 67)

<sup>27</sup> <https://benchmarksteel.com/2019/08/what-is-a-hybrid-structure-in-construction> consulté le :18 mars 2021

## 8. B Les Systèmes constructifs des Panneaux préfabriqués :

Dans les constructions en panneaux, le système structurel se compose d'un mur plan et d'un élément de dalle, qui forment simultanément un espace clos ; les petits panneaux étroits et les grands panneaux de la taille d'une pièce sont des éléments autoportants ; Les panneaux peuvent être construits en acier, en bois, béton ou maçonnerie.

### 1 Le système de Panneaux isolés :

Aujourd'hui, la construction de panneaux isolés n'est utilisée dans plusieurs bâtiments de Dans ce système, les murs et les dalles sont construits de panneaux étroits et minces, Les éléments de mur Les panneaux isolés permettent un processus de conception et design plus individuel que les panneaux en large ; cependant, le nombre de joints est considérablement plus grand et devrait être pris en compte lors de la planification. Bien que les éléments petits soient plus faciles à assembler utilisant des équipements plus simples.<sup>28</sup>

#### Les panneaux sandwich :

Les panneaux sandwich ou les monoblocs double peau sont une série de matériaux de construction monoblocs innovants constitués d'une couche de matériau isolant entre deux couches de profilés. Il est destiné à la construction / rénovation de murs extérieurs, façades et toitures. Léger, solide, économique, facile à installer par emboîtement, selon la portée, il offre diverses qualités de résistance des matériaux, d'isolation thermique, de résistance à l'eau, de résistance au feu, d'isolation phonique et d'esthétique architecturale (fig 24) ; Les types de matériaux utilisés dans les sandwichs : FRP (polymère renforcé de fibres), Bois, Feuille d'aramide, Métaux (aluminium, acier, etc.), Céramique, La pierre <sup>29</sup>



Figure 23. Panneaux sandwich

Source : [https://en.wikipedia.org/wiki/Sandwich\\_panel](https://en.wikipedia.org/wiki/Sandwich_panel)

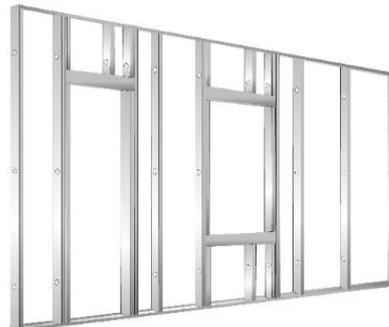


Figure 24. Panneau sandwich avec cadre métallique

Source : [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Infill\\_panel\\_walls](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Infill_panel_walls)

#### Panneaux en acier léger :

Le système de cadres en acier dans cette forme de construction, les cadres de panneaux sont construits en acier laminé à sections variables en tant qu'éléments de construction pour murs, dalles et toitures (fig 23). Les cadres métalliques sont constitués de profilés verticaux,

<sup>28</sup> Abra Warszawski , Industrialized and Automated Building Systems , E&FN SPON, 2 eme édition , publié en 1999 à London , (p 22)

<sup>29</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Sandwich\\_panel](https://en.wikipedia.org/wiki/Sandwich_panel)

disposés à des intervalles de 40 à 80 cm, reliés en haut et en bas par des profilés en U. Les connexions sont soit soudées, soit boulonnées<sup>30</sup>.

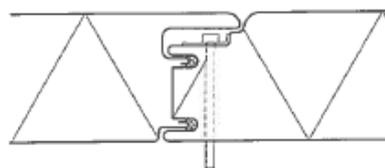
### Les méthodes et les techniques d'assemblages :

Dans ce système Les éléments sandwich sont des éléments composites constitués de deux fines couches fixées ensemble de manière résistante au cisaillement avec un noyau isolant interne ; ils résistent aux moments de flexion et peuvent facilement absorber des forces déphasées, comme le vent, malgré leur épaisseur et leur poids minimaux. La stabilité des couches métalliques des éléments sandwich est améliorée par des cadre et de laminage et de pliage préliminaires supplémentaires ; les matériaux appropriés sont l'aluminium, l'acier et l'acier inoxydable. Des connexions et des intersections spécifiques au système ont été développées pour les systèmes de construction à base d'éléments sandwich (fig.25). En plus des fixations à vis standard, des connexions non visibles tels que des fixations à vis dissimulées et des connexions à broches sont disponibles pour les façades plus développées. La structure de surface, le choix de la couleur, la disposition des joints et le mode de fixation sont essentiels pour l'aspect final des façades en panneaux sandwich (fig 26)<sup>31</sup>.



**Figure 26.** Panneaux muraux de remplissage en acier léger préfabriqué dans un bâtiment à charpente en acier

Source : [https://www.steelconstruction.info/Infill\\_walling](https://www.steelconstruction.info/Infill_walling)



b

**Figure 25.** Jointage dissimulé pour éléments sandwich

Source : Livre Components and Systems Modular Construction Design, Structure, New Technologies

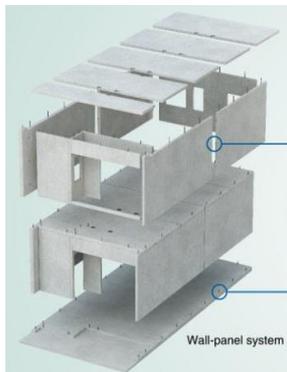
## 2 Le système de Panneaux larges en béton armé :

Dans la construction de panneaux larges structurant, les éléments constructifs les murs et les planchers sont des dalles en béton armé préfabriqués, les plancher sont soutenues sur quatre bords par des murs longitudinaux ou transversaux, qui sont préfabriquées en béton normal ou léger selon les exigences spécifiques , Les panneaux sont préfabriqués dans l'usine et jusqu'à 6 m de longueur, avec des fenêtres, des portes ( figure 27) et des conduits de service déjà installés ; il est possible de soutenir la dalle sur seulement deux axes ; Si la dalle est supportée dans un sens, les autres murs non porteurs servent que d'éléments de contreventement et de cloisonnement. Le montage sur site se fait étage par étage. Ce type de technique de construction a été déterminant pour la construction des logements collectifs nécessaires après la Seconde Guerre mondiale. La construction de grands panneaux de béton à des projets nécessitant un assemblage rapide et où des équipements de levage robustes

<sup>30</sup> [https://www.steelconstruction.info/Infill\\_walling](https://www.steelconstruction.info/Infill_walling) consulté le :18 mars 2021

<sup>31</sup> Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal "Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies " , 1er édition , Birkhauser à Berlin , publié en 2008 ( p 111)

peuvent être utilisés de manière économique. Ce système se compose aussi de plusieurs éléments comme des éléments sandwich multicouches, des éléments de finition et de revêtement en béton poreux ou cellulaire <sup>32</sup>



**Figure 28.** Système de panneau en béton

Source : <https://news.panasonic.com/>



**Figure 27.** Panneaux larges en béton armé

Source : <https://concretestructures.co.nz/precast>

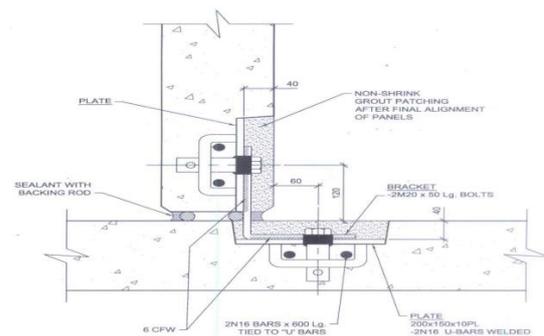
### Les méthodes d'assemblages et les techniques de connexions :

Les connexions boulonnées, Les connexions soudées, Connexions de cheville et boulon d'ancrage



**Figure 30.** Plaques d'acier soudées sur panneau en béton

Source : Google Images



**Figure 29.** Connexion de cheville et boulon d'ancrage

Source :

[https://www.bca.gov.sg/publications/BuidabilitySeries/others/bsh\\_ch2.pdf](https://www.bca.gov.sg/publications/BuidabilitySeries/others/bsh_ch2.pdf)

### Assemblage avec des barres d'armature :

Il existe plusieurs types d'éléments de dalle préfabriqués, (figure 31) sont posés au-dessus des panneaux muraux lors de l'assemblage ; en reliant les panneaux de dalle préfabriqués avec des barres d'armature et un coulis entre les dalles, le plancher dans son ensemble se comporte comme un panneau (fig32.), un équipement de levage léger est suffisant pour l'assemblage sur site. <sup>33</sup>

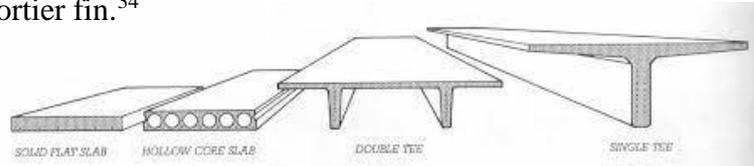
### Traitement des joints :

Après la mise en place et le réglage des éléments de mur et de dalle sur site, les joints bout à bout sont remplis avec un mortier spécial pour assurer une connexion rigide ; Les panneaux

<sup>32</sup> <https://www.ijert.org/research/precast-concrete-for-building-systems-IJERTCONV3IS10035.pdf> consulté le :18 mars 2021

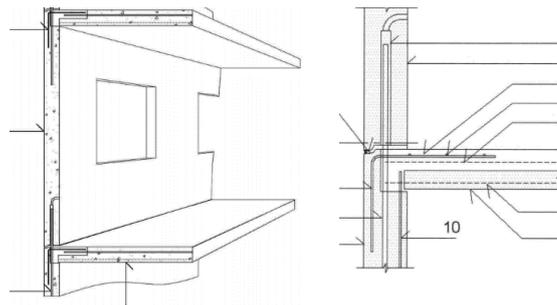
<sup>33</sup> [https://www.bca.gov.sg/publications/BuidabilitySeries/others/bsh\\_ch2.pdf](https://www.bca.gov.sg/publications/BuidabilitySeries/others/bsh_ch2.pdf) consulté le :18 mars 2021

muraux en béton sont posés sur des fondations ou des semelles dans un lit de mortier Les panneaux peuvent être aboutés les uns contre les autres, reliés par des joints et languette ou par des joints creux ouverts. Lorsque des joints ouverts sont sélectionnés, les cavités creuses doivent être remplies de béton une fois les panneaux sont placé et doivent également être fixés avec du mortier fin.<sup>34</sup>



**Figure 31.** Types d'éléments de dalle préfabriqués

Source : [https://openlab.citytech.cuny.edu/anzalonearch2430spring2015/files/2011/06/concrete\\_precast\\_traditional.pdf](https://openlab.citytech.cuny.edu/anzalonearch2430spring2015/files/2011/06/concrete_precast_traditional.pdf)



**Figure 32.** Prédalles et murs assemblés à l'aide des barres d'armature et coulis

Source : [https://www.bca.gov.sg/publications/BuildabilitySeries/others/bsh\\_ch2.pdf](https://www.bca.gov.sg/publications/BuildabilitySeries/others/bsh_ch2.pdf)

## 9. C Les Systèmes constructifs modulaires :

Aujourd'hui, les systèmes de modules sont principalement utilisés lorsque l'assemblage du site doit être terminé aussi rapidement. Les systèmes de modules conviennent aux bâtiments où les dispositions du plan d'étage sont régulières et peuvent être organisées en modules unifiés (Les écoles, les hôtels, les hôpitaux, les logements collectifs, les administrations, les universités). L'assemblage des modules de construction est réalisé simultanément dans les directions horizontale et verticale. Par exemple l'hôpital préfabriqué à Wuhan, Chine construit entre le 23 janvier et le 2 février 2020, en réponse à la pandémie de COVID-19 (figure 33).<sup>35</sup>



**Figure 33.** L'hôpital préfabriqué à Wuhan, Chine

Source : Google images

<sup>34</sup> Kim S. Elliott , "Precast Concrete Structures", Butterworth-Heinemann, Oxford angleterre ,publié en 2002 (p 229)

<sup>35</sup> Tom Ravenscroft , China Architecture News , "China Completes Its Wuhan Huoshenshan Hospital For Coronavirus In Nine Days" ,Fevrier 04, 2020

Le BOX modulaire se compose d'une combinaison de panneaux ou d'éléments porteurs en surface. Le problème de base du système de construction de BOX modulaires est de savoir comment connecter les boîtes individuelles ensemble. Les tolérances entre les boîtes individuelles sont critiques. Ce sont des systèmes à un haut niveau d'industrialisation. Une boîte est un élément spatial composé de trois dimensions. Combinaison de panneaux muraux lourds et légers et d'éléments de dalle, peuvent être constitués avec du bois standard ou avec l'acier et le béton qui permettent une construction plus solide.<sup>36</sup>

- **Caractéristiques des systèmes modulaires :**

- Les unités des constructions modulaires qui peuvent être interconnectées sur site pour former un bâtiment et sont soit porteuses, soit non porteuses.
- Avec les unités modulaires, les unités peuvent être fabriquées avec des niveaux élevés de préfabrication avec toutes les installations de service nécessaires et le mobilier et les accessoires intégrés inclus.
- Dans cette situation, cependant, il est nécessaire que toute la planification soit entièrement achevée avant le début de la construction.
- À l'aide des nouvelles techniques de fabrication, il est possible de fournir des modules personnalisés hautement spécialisés pour répondre à des projets spécifiques.

**Assemblage des modules :**

La construction se compose de cadres en acier soudés ou boulonnés et de sections en acier qui forment une structure qui fonctionne selon les principes d'une structure à ossature et, lorsque les modules individuels sont connectés, est capable de former la structure porteuse d'un bâtiment entier, les zones entre les cadres en profilé d'acier sont remplies par le revêtement standard de l'enveloppe externe est en acier galvanisé ou un élément sandwich en tôle d'acier plus isolation en mousse rigide et une isolation ignifuge. (Fig 34) Le revêtement intérieur est composé de panneaux ou de plaques de plâtre à base de bois enduits. La construction du sol est généralement composée de profilés tôle d'acier avec isolation thermique et revêtement de sol, Les modules préfabriqués sont transportés sur le site et positionnés avec des grues ; le bâtiment peut être construit, étage par étage, en très peu de temps.

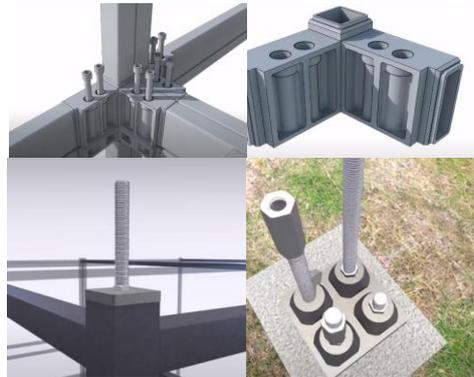


**Figure 34 .** Unité modulaire semi-finie

**Source :** <https://www.base-4.com/about-us/>

<sup>36</sup> Abra Warszawski , Industrialized and Automated Building Systems , E&FN SPON, 2 eme édition , publié en 1999 à London

Les modules individuels sont interconnectés par des boulons, soudures, broches ou pinces  
La faible masse surfacique des modules de 100 à 150 KN / m<sup>2</sup> est avantageux pour le transport.<sup>37</sup>



**Figure 35.** Assemblage des modules

Source : Collage fait par l'auteur (Google images)

### **10. D Les Systèmes de coffrage industrialisés :**

Ce système est le moins préfabriqué car le moulage sur site est normalement impliqué. Le système de coffrage se compose de formes de tunnel, de systèmes d'inclinaison, de formes de moulage de poutres et de colonnes et de formes permanentes de charpente métallique. Dans ce système, tous les murs internes et externes sont simultanément bétonnés et la structure totale a un état intégré, ce qui fait que le bâtiment tolère des contraintes plus élevées contre les charges latérales et est considéré comme l'un des systèmes de construction souhaitables. Après avoir mis en œuvre les murs d'un étage, l'entrepreneur implémente le plafond à sa discrétion par un plafond modulaire et léger et d'autres méthodes, dans ce système, des moules sont fabriqués pour n'importe lequel des murs du bâtiment sous forme intégrée.

#### **a. La Table banche :**

C'est un coffrage pour les voiles de béton droits, avec un outil rapidement mis en œuvre et démonté pour la productivité sur chantier pour des voiles de grande hauteur (figure 36) et de forte épaisseur avec des finitions matricées.

#### **b. Le coffrage tunnel :**

Le Coffrage Tunnel est un système qui permet de couler les murs et les dalles en une seule opération, cela dans un cycle journalier. Moyennant ce système rapide, les délais de construction sont considérablement raccourcis par rapport aux méthodes conventionnelles. Le Système de Coffrage Tunnel (figure 37) apporte la rapidité, la qualité et la précision à la construction en béton et permet d'économiser énormément sur les travaux de finition ainsi que les travaux mécaniques et électriques. Grâce à l'utilisation des technologies avancées

---

<sup>37</sup> Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal "Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies", 1er édition, Birkhauser à Berlin, publié en 2008 (p 160)

pour la production de coffrages d'acier, les coffrages tunnels sont solides et durables. Ce système permet d'obtenir des structures portantes efficaces pour mieux résister aux séismes.<sup>38</sup>



**Figure 37.** Le coffrage tunnel

Source : archiproducts.com



**Figure 36.** La Table banche

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Banche>

## **11. L'enveloppe du bâtiment :**

La fonction principale de l'enveloppe du bâtiment est de fournir une protection contre les intempéries et servir de filtre entre l'intérieur et extérieur. Simultanément, la façade a également transmis l'image extérieure et le caractère de la construction. La Sélection des matériaux et le choix des ouvertures ne détermine pas seulement l'image de la façade, mais aussi affecte l'environnement intérieur et la consommation d'énergie d'un bâtiment. Des techniques avancées ont été réalisés dans le système modulaire des façades t. La façade, n'est pas plus simplement une couverture, mais un système indépendant avec des caractéristiques techniques particulières. Articulé en éléments individuels<sup>39</sup>

### **8.1 Les façades préfabriquées :**

Les façades préfabriquées sont constituées de panneaux en verre, en métal, en bois, ou béton préfabriqué, en maçonnerie ou pierre naturelle dans les usines de production. Du à leur extrême modularité, les éléments de façade peuvent être conçus en simple ou double couche, et intègrent des propriétés d'isolation thermique et acoustique , ces façades entièrement préfabriquées les éléments sont montés sur des consoles ou des ancrs qui ont été fixées au carcasse brute et cette type d'éléments sont exécutés soit en poteaux et rails ou en panneaux , ce système peut être combiné avec un grand variété de différents systèmes structurels., les façades peuvent être subdivisées en structure et façades non structurelles.<sup>40</sup>

### **Façades structurelles :**

<sup>38</sup> <https://www.techniques-ingenieur.fr/> consulté le :18 mars 2021

<sup>39</sup> [http://www.bfgarchitecture.com/building\\_envelopes](http://www.bfgarchitecture.com/building_envelopes) consulté le :18 mars 2021

<sup>40</sup> <https://www.archdaily.com/catalog/us/search/category/construction-materials-facade-systems-enclosures-double-skin-facades-panels-prefabricated-assemblies> consulté le :18 mars 2021

Les façades structurelles sont généralement des constructions murales solides qui transfèrent des charges du toit et des dalles de plancher et remplissent également la fonction de contreventement de la construction. Ils peuvent être simples ou en multicouches. Les façades structurelles, basées sur des techniques de construction systématisées, sont souvent exécutées en éléments préfabriqués en béton ou en panneaux muraux en bois massif. Les éléments de construction des façades monocouches doivent non seulement répondre aux exigences de la stabilité du bâtiment. Les façades multicouches sont généralement constituées d'une construction sandwich à trois couches avec une structure isolante<sup>41</sup>



**Figure 38.** Perot Museum USA

**Source:** Google images

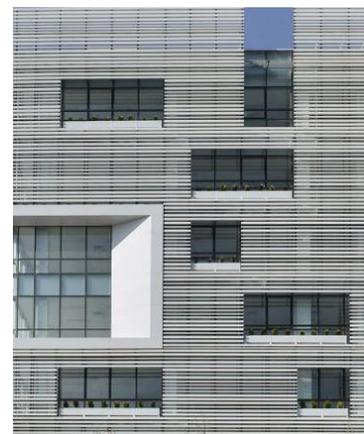
### **Façades non structurelles :**

Façades non structurelles, également appelées façades rideaux, sont des systèmes fermés qui forment une entité indépendante, indépendamment du système structurel. Ces deux partiels systèmes, façade et carcasse, sont liés les uns aux autres au moyen d'un grille de base et organisation modulaire. Les façades non structurelles peuvent être soit entités à une ou plusieurs couches, dépendantes selon les besoins, et sont exécutés comme soit poteaux et rails ou construction en panneaux. Il faut que les façades soient construites pour coïncider avec les exigences d'isolation thermique, acoustique et protection contre le feu.<sup>42</sup>



**Figure 40.** Une Façade structurelle

**Source :** Google Images



**Figure 39.** Une Façade non structurelle

**Source :** Google Images

<sup>41</sup> Thomas Herzog, Werner Lang , “Facade Construction Manual”, Detail-magazine ,Germany, publié en 2016

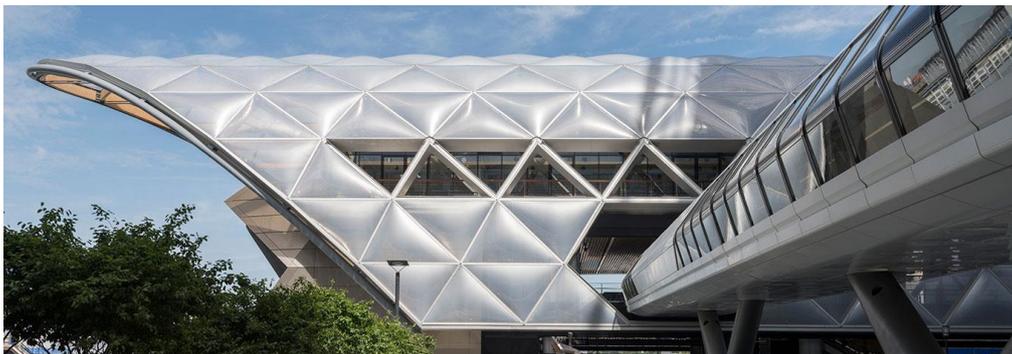
<sup>42</sup> <https://www.mdh.org.nz/design/non-structural-elements/>

### **Les méthodes de fixation :**

Les éléments de façade peuvent être fixés de différentes manières par des clips ou des attaches de maintien préalablement fixés à la sous-structure, en s'appuyant sur des consoles ou par des liaisons soudées. Les attaches en acier inoxydable sont aujourd'hui le système de connexion le plus utilisé pour les panneaux de façade. Ils supportent le poids mort des panneaux et transfèrent les charges uniformément au système structural grâce à leur disposition symétrique, il est nécessaire d'inclure des joints en matériau élastique entre les éléments <sup>43</sup>

### **Façades à coussins pneumatiques :**

En raison de leurs bonnes propriétés statiques et de leur poids propre minimal, les constructions à coussins pneumatiques semi-transparentes sont devenues très populaires dans l'industrialisation du bâtiment ces dernières années ; Les membranes PVC-P, renforcées de tissus en polyester ou en fibres d'aramide, peuvent même absorber les forces de traction et sont capables de couvrir de grands espaces avec un investissement matériel minimal. Les coussins pneumatiques sont stabilisés par les contraintes résultant de la courbure de surface forcée lorsqu'ils sont fixés dans la structure tridimensionnelle peuvent être en PVC (PVC-PES), PTFE (PTFE-verre), silicone (silicone-verre), ETFE-film. <sup>44</sup>



**Figure 41.** Canary wharf crossrail station, London UK de Norman Foster ; En ETFE avec en structure spatiale en bois

**Source :** <https://seele.com/facades/membrane-structures> consulté le :18 mars 2021

## **12. Les fondations :**

Un produit modulaire qui est la fondation préfabriquée et le système de fondation associé qui est principalement utilisé pour les bâtiments industrialisés. La fondation préfabriquée est un élément en béton armé constitué d'une cage d'armature liée incorporée dans un élément en béton semi-préfabriqué qui sert de coffrage. Les dimensions géométriques et la surface de l'acier sont soumises à des calculs statiques effectués en fonction des charges réparties et de la pression admissible au sol. <sup>45</sup>

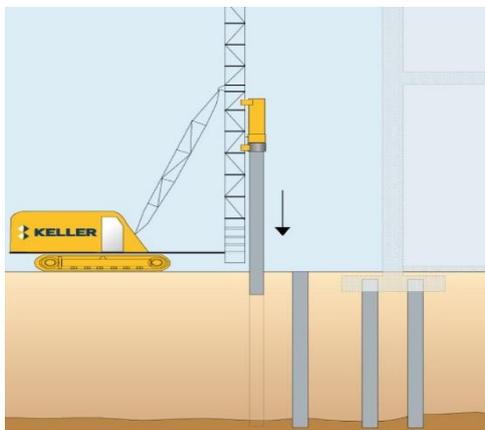
<sup>43</sup> Thomas Herzog, Werner Lang , “Facade Construction Manual”, Detail-magazine ,Germany, publié en 2016

<sup>44</sup> Petr Franta “Applying Double Skin Façade with ETFE Membrane”, Journal of Civil Engineering and Architecture Prague, Czech Republic en 2019

<sup>45</sup> <https://febe.be/fr/domaines-d-application/detail/fondations-en-beton-prefabrique> consulté le :18 mars 2021

### **Fondations profondes (pieu battu préfabriqué) :**

Le pieu battu en béton préfabriqué est une colonne en béton précontraint de hautes propriétés résistantes, enfoncée dans le sol par un vérin (figure 42) diesel ou hydraulique réglable. Les pieux préfabriqués sont plus couramment utilisés que les semelles préfabriquées. Habituellement, la section transversale de ces pieux est carrée, ronde ou octogonale.<sup>46</sup>



**Figure 42 .** Fondations profondes (pieu battu préfabriqué)

**Source :** <https://decorexpro.com/fundament/zhelezobetonnye-svai>

### **13. Les Matériaux de construction :**

La préfabrication peut être accomplie avec pratiquement tous les matériaux. Bien que la plupart des éléments sont aujourd'hui certains type de composite fabriqué à partir d'un ou de plusieurs matériaux, Le matériau principal d'une compilation détermine son flux de fabrication et son installation finale ; les métiers de l'industrie du bâtiment sont mis en place pour gérer certains types de matériaux tout au long de ce cycle due à l'outillage, à la manipulation et aux compétences d'installation ; pour nos besoins, Les matériaux seront organisés en bois, en acier , en aluminium, Béton, polymère et composite. Le matériau primaire peut également déterminer dans quel système, élément, et type de construction il est utilisé. Par exemple, les matériaux pour les structures sont généralement l'acier et le béton parce qu'ils sont facilement abordables et disponible. Les équipes de travail ont été créées pour gérer ces matériaux et leurs systèmes associés. Les outils, les machines et les usines sont bien établis pour développer et manipuler l'acier et le béton. Les exigences de conception existent pour les structures en acier et en béton Peu importe s'ils sont développés sur site ou hors site. Le verre, le polymère et l'aluminium font partie des systèmes non-porteurs, car ils sont légers et offre une transmission de la lumière, et de température mais sont moins convenant aux structures. Dans des bâtiments plus petits, le bois peut être utilisé

<sup>46</sup> <https://decorexpro.com/fundament/zhelezobetonnye-svai> consulté le :18 mars 2021

pour la structure et l'enceinte également, Le verre est fabriqué comme grandes feuilles et polymères utilisées comme panneau, coquille, mur rideau ; La construction de façade a mis en place métaux précieux, y compris le cuivre, le bronze, et des alliages durables tels que l'acier inoxydable et le titane.<sup>47</sup>

### **Conclusion :**

Ce chapitre a expliqué les définitions liées au sujet de recherche. Sur la base de la recherche élargie sur les systèmes constructifs, j'ai conclu que le choix systèmes de construction à ossature est le plus adapté au type d'équipement proposer et permet une grande liberté et flexibilité architecturale aussi une exécution facile. Ce système présente les avantages de l'industrialisation et de la liberté architecturale, et intègre des matériaux issus des dernières avancées technologiques.

---

<sup>47</sup> <https://www.archiexpo.com/cat/building-materials-AC.html> consulté le :18 mars 2021

## **Chapitre II : Approche Thématique et Analytique**

## **Introduction :**

Ce chapitre présente une étude thématique sur le thème choisi qui est la culture et l'équipement socio culturel et une étude analytique qui comprendra une analyse d'exemples sélectionnés en fonction des critères de programme et des aspects technique et architectural , la typologie d'équipement ; après un programme sera établi qui comprend les différentes fonctions et technologies utilisées.

### **1. Approche Thématique :**

#### **1.1 Choix du Thème :**

Vu le développement technologique dans l'architecture l'innovation a pu toucher tous les secteurs et même **le domaine Culturel** à cet effet mon projet s'inscrit dans cette évolution et précisément la structure et le mode constructif et les nouveaux systèmes de construction industrialiser utiliser dans les bâtiments qui sera le guide majeur de mon travail de recherche. Dans le domaine de la culture et du loisir les centres culturels relient ses deux aspects d'un côté la transmission du savoir et de l'autre le divertissement, et façonnent l'image de la ville. Avec l'augmentation de la population urbaine de la ville de Ain temouchent, le développement devient inévitable un besoin important de logements et équipements recevant publique dans la ville émergente touchée par le développement urbain et économique ; la *culture*, reste un instrument privilégié de développement social et économique , les équipements socio culturels peuvent jouer un rôle majeur dans le transfert de développement du bâtiment aux individus d'une région à leur éducation et culture.

#### **1.2 Définitions de la "Culture" :**

Ensemble des phénomènes matériels et idéologiques qui caractérisent un groupe ou une nation, une civilisation.<sup>48</sup>

La culture est un concept vaste, difficilement définit, qui dépend du mode de vie, des traductions, des pratiques sociales et évolue avec le temps.

La culture exprime avant tout les désirs de l'être, ses pensées, sa vision du monde sans ne se référer ni à l'âge ni aux classes sociales.

Sans culture, les villes restent des espaces dynamiques de vie et des simples constructions de béton et d'acier.<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/culture/21072> consulté le :21 juin 2021

<sup>49</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Culture> consulté le :21 juin 2021

### **1.3 L'Équipement socio culturel :**

Un équipement socio culturel est un établissement chargé de promouvoir et de développer toutes les activités pour contribuer à l'épanouissement de la culture et de la formation et de rencontre ; Les espaces culturels et communautaires contribuent au succès d'une ville et ses habitants. Ils deviennent la base pour que les personnes de la région se réunissent et communiquent ; en amenant une communauté ensemble à travers la conception d'espaces souhaitables et intéressants.<sup>50</sup>

### **1.4 Classification d'équipements culturels :**

On peut classer les équipements culturels selon trois critères :

#### **Selon la vocation :**

Les équipements qui servent à la diffusion, création, l'animation et au spectacle tels que le théâtre, l'opéra, cinéma, salle de spectacle, musée, l'auditorium ...

Aussi qui touche les activités socioculturelles tels que Maison de culture, complexe culturel

Les Equipement culturelle sont classés **selon la durée de fréquentation** ils peuvent accueillir en temps plein comme la bibliothèque ou un complexe culturel, quotidiennement (musée, écoles d'art), ou occasionnellement (théâtres, cinémas)

#### **Selon l'échelle d'appartenance :**

-les équipements régionaux : sont des petites unités structurelles urbaines caractérisées par une petite capacité des unités ce type peut comprendre les clubs scientifiques locaux, salle de réunion et de conférences, salle de lecture

-Les équipements régionaux ou nationaux : Centre des recherches, les centres culturels scientifiques, les centres de loisirs scientifiques<sup>51</sup>

### **1.5 La notion d'équipement culturel urbain :**

La culture fait partie intégrante des fonctions urbaines. La ville rassemble les organisations et les infrastructures nécessaires pour offrir des services culturels aux citoyens, façonnant ainsi leurs actions. Cependant, toutes les villes n'ont pas le même niveau de ressources, et toutes les populations urbaines n'adoptent pas les mêmes comportements culturels. Prenons

---

<sup>50</sup> <https://journals.openedition.org/cybergeog/4988> consulté le :21 juin 2021

<sup>51</sup> Schema Directeur Sectoriel Des Biens et Services et Des Grands Equipements Culturels

l'exemple de la grande ville, la manifestation des activités culturelles urbaines à travers un l'équipement culturel urbain qui assemble les installations qui aident à définir la fonction culturelle de la ville et décrivent les activités culturelles que la ville propose à ses résidents. L'équipement culturel urbain rassemble un ensemble de biens de consommation et de services culturels localisables, alliant les dimensions de l'éducation et des loisirs.<sup>52</sup>

### **1.6 Types des infrastructures et équipements culturels en Algérie :**

Les catégories d'équipement culturel existant en Algérie sont les :

- 1- Bibliothèques publiques
- 2- Musées
- 3- Salles de Théâtre
- 4- Salles de Cinémas
- 5- Opéras
- 6- Salles de spectacle à grande capacité type « Zénith »
- 7- Maisons de la culture
- 8- Conservatoires de musique et arts dramatiques

---

<sup>52</sup> Françoise Lucchini , « Les équipements culturels au service de la population des villes » Thèse de doctorat en Géographie ,Soutenue en 1997 à Paris .

## 2. Analyse Thématique :

### Analyse des exemples :

#### 1 .Exemple 01 : Centre Culturel Heydar Aliyev :

##### Fiche technique du projet :

**Situation** : Baku, Azerbaïdjan

**Surface** : (site :111,292 m<sup>2</sup> ;

Bâtiment : 57,519 m<sup>2</sup> ;

piétons: 15,51 m<sup>2</sup>)

**Architect et design:** Zaha Hadid Architects, Patrik Schumacher, Saffet Kaya

**Ingénieur en structure** : AKT, Ingénieurs Tuncel, MERO

**Année** : 2012

**Échelle d'appartenance** : local et international



Figure 43. Centre Culturel Heydar Aliyev

##### Historique et émergence du projet :

Baku, la capitale de l'Azerbaïdjan situé sur la côte ouest de la mer Caspienne, l'urbanisme et l'architecture de cette ville, ont été influencés par la planification de l'union soviétique. Zaha Hadid a été nommée architecte de conception du Centre Heydar Aliyev après un concours en 2007. Le centre était destiné à être le bâtiment principal des projets culturels du pays pour exprimer la culture azerbaïdjanaise et l'optimisme national tourné vers l'avenir.

##### Situation et environnement immédiat :

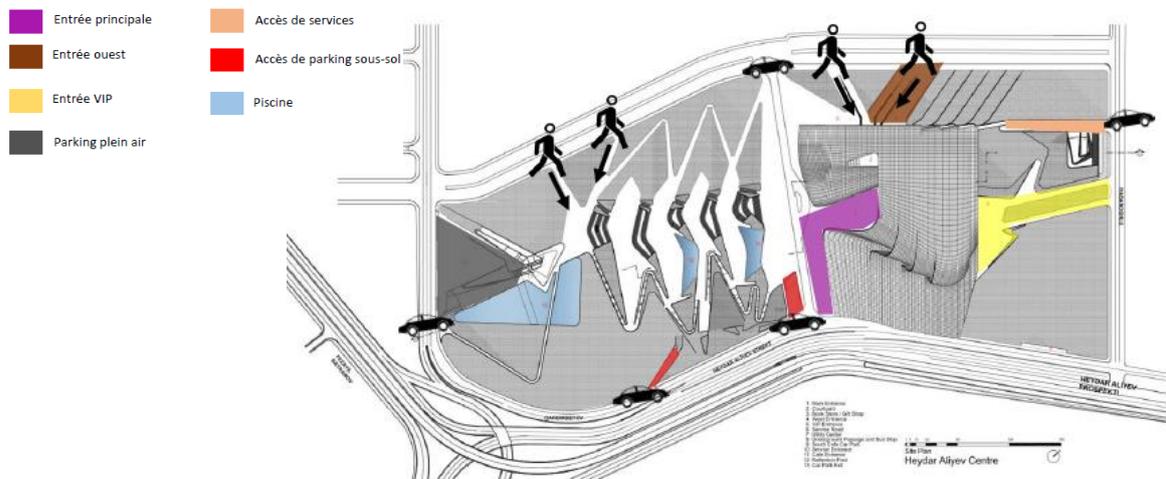
Situé à proximité du centre-ville, le site joue un rôle fondamental dans la réurbanisation de Baku. Pour se rendre au centre, une nouvelle ligne de métro a été construite qui dépose les visiteurs où se trouve le bâtiment ; les espaces qui l'entourent sont approuvés pour un usage résidentiel, des bureaux, un hôtel et un centre commercial, tandis que le terrain entre le centre culturel et la principale artère de la ville a été converti en une place culturelle, un espace extérieur à usage public (figure 44)<sup>53</sup>

##### Accessibilité et plan de masse :

Les visiteurs arrivent au bâtiment en traversant un parc, en empruntant un chemin en zigzag. Il les conduit à un carré pavé de dalles carrées de béton blanc, cette zone, appelée la place culturelle, qui mène au centre de la ville, est conçue comme un espace extérieur pour

<sup>53</sup> <https://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects> consulté le :21 juin 2021

le centre culturel et un espace d'accueil pour les visiteurs ; le projet comprend un paysage de terrasses qui établissent des liaisons et des parcours alternatifs entre la place publique, le chantier et la station de métro souterraine.



**Figure 44.** Plan de masse du centre Culturel Heydar Aliyev

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

### Design conceptuel :

La conception du Centre Heydar Aliyev établit une relation continue et fluide entre la place environnante et l'intérieur du bâtiment. La place, en tant que zone de construction ; dans le cadre de la structure urbaine de Baku, tout le monde peut entrer, s'élevant pour enfermer un espace interne, qui est également public, et définit une série d'espaces d'activités dédiés à la célébration collective de la culture azerbaïdjanaise contemporaine et traditionnelle.



**Figure 45.** La silhouette du Centre Culturel Heydar Aliyev

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

La fluidité de l'architecture n'est pas nouvelle dans cette région. Dans l'architecture islamique historique, des rangées, des grilles ou des séquences de colonnes s'écoulent à l'infini comme des arbres dans une forêt, établissant un espace non hiérarchique. Des motifs calligraphiques et ornementaux continus coulent des tapis aux murs, des murs aux plafonds, des plafonds aux dômes, établissant des relations harmonieuses et brouillant les distinctions entre les

éléments architecturaux et le sol qu'ils habitent. En développant une interprétation résolument contemporaine, reflétant une compréhension plus nuancée.<sup>54</sup>

### Fonctionnement et organisation spatiale :

Le complexe culturel de baku contient trois programmes majeurs, dont le musée, les salles d'exposition, un centre de conférence, et une bibliothèque, reliés par un espace intérieur et par la peau extérieure fluide à travers toute la structure.

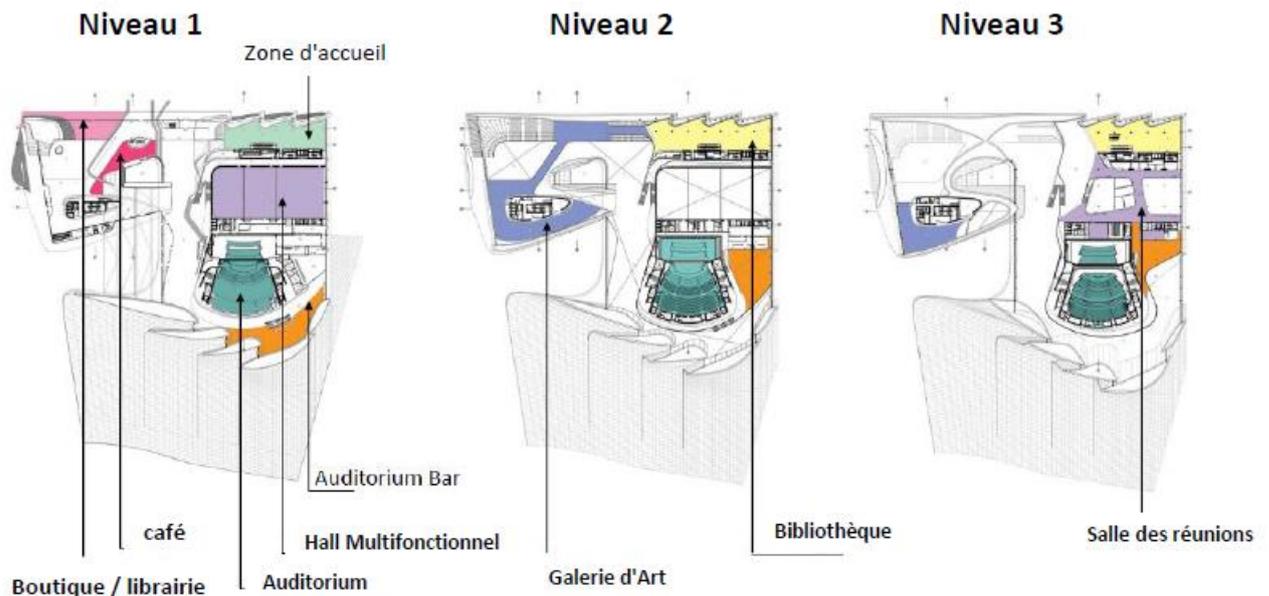
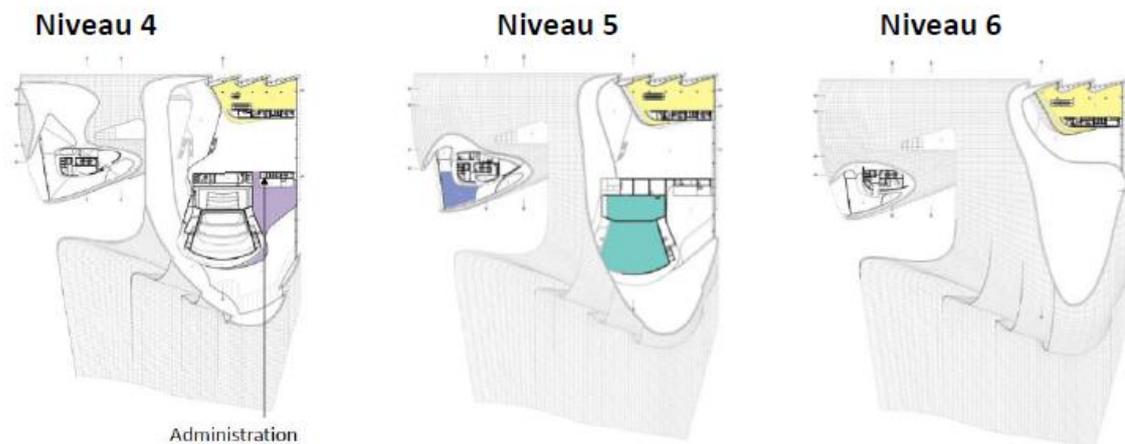


Figure 46. Plans des niveau 1,2,3

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

Le rez-de-chaussée comprend différents halls destinés à créer des espaces publics qui unissent les différents aspects du programme du centre. Depuis ces salles de réception, le thème de la fusion se poursuit à l'intérieur du bâtiment, avec des surfaces continues et fluides. Les sols se transforment en rampes et en murs, tournant sur les soffites et les plafonds, pour ensuite continuer à se tordre et à avancer hors de vue, formant des paysages blancs sans fin ; le projet, destiné à faire partie intégrante de la vie intellectuelle de la ville, abrite un centre de conférence avec auditorium et salles de réunion, une bibliothèque, un musée, un restaurant et un parking. Les trois espaces sont séparés les uns des autres et disposent de leurs propres zones d'entrée et de sécurité. Ils partagent également des lieux communs sous la peau externe continue. Afin de libérer l'espace des poteaux, certains murs et enveloppes servent d'éléments porteurs.

<sup>54</sup> <https://archello.com/fr/project/heydar-aliyev-center> consulté le :21 juin 2021

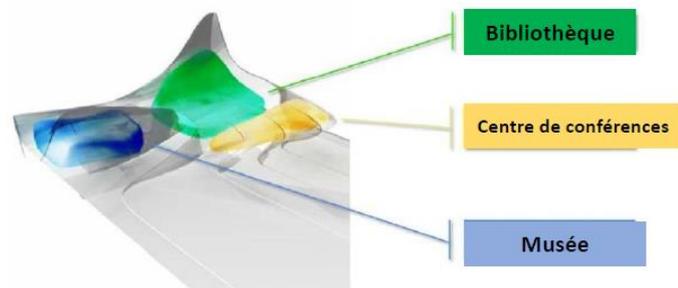


**Figure 47.** Plans des niveau 1,2,3

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

- **Bibliothèque**

La bibliothèque est orientée nord, pour profiter de la lumière naturelle, et possède sa propre entrée. Les niveaux dédiés à la lecture et aux archives sont empilés les uns sur les autres. Les étages descendent par des rampes de liaison et créent un chemin de circulation continu. La bibliothèque et le musée sont également reliés par une rampe qui traverse le rez-de-chaussée de la bibliothèque jusqu'au premier étage du musée. La bibliothèque est également reliée à la salle de conférence par une passerelle qui survole le hall d'entrée. Sa forme descend jusqu'à la Place de la Culture, soutenue pour créer l'inclinaison nécessaire, et menant aux sièges de l'espace extérieur.



**Figure 48.** Diagramme fonctionnelle

Source : <https://en.wikiarquitectura.com/building/cultural-center/>

- **Le musée**

Le musée occupe 9 étages avec des salles d'exposition, un bureau administratif, un restaurant et une cafétéria. Il se compose d'une galerie permanente et d'une galerie d'exposition temporaire. Dans la galerie temporaire, un hall d'accueil double hauteur se trouve dans l'entrée avec un plafond courbe au-dessus.

- **Auditorium**

L'auditorium et ses installations associées ont un accès direct à la Plaza. L'entrée principale se trouve dans l'espace creusé dans la couche extérieure, « s'étirant » entre le volume du musée et la tour de la bibliothèque. L'entrée secondaire se trouve du côté nord du bâtiment.

## Analyse des coupes longitudinales et transversales :

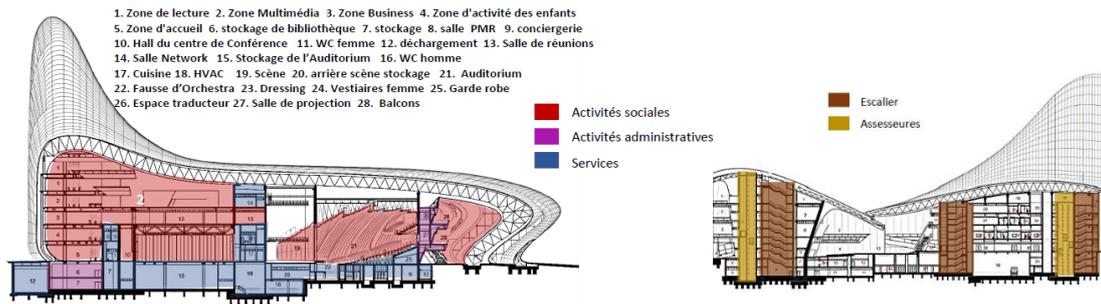


Figure 49. Coupes longitudinales et transversales

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

## Structure

### Le Système constructif :

La structure est soumise à des charges de vent élevées tout au long de l'année, et comme la ville se trouve dans une zone sismique.

L'objectif était de créer un grand espace sans poteaux permettant aux visiteurs de découvrir la fluidité des espaces intérieur. Pour ce faire, les éléments porteurs verticaux sont absorbés par le système enveloppe et mur-rideau.

- Le bâtiment est principalement composé de deux systèmes qui fonctionnent ensemble :

Une structure en béton associée à un système de structure spatiale.

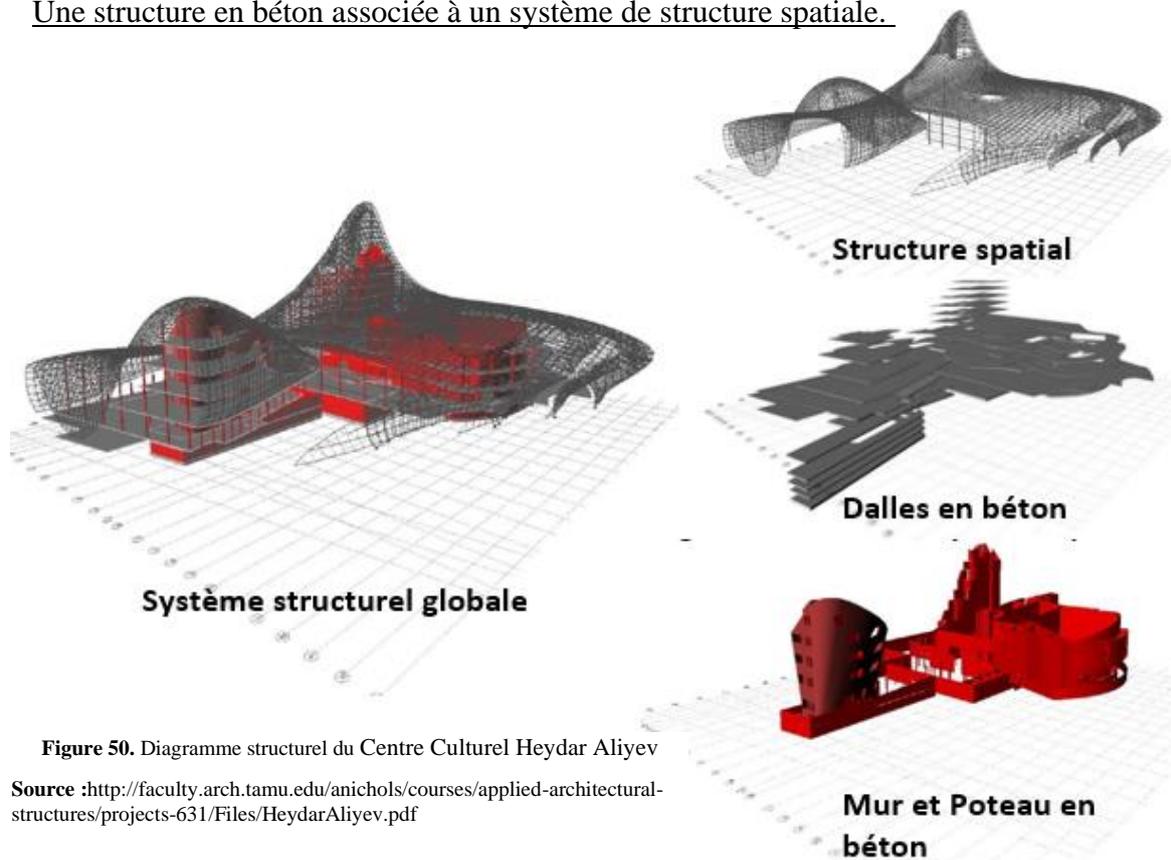


Figure 50. Diagramme structurel du Centre Culturel Heydar Aliyev

Source : <http://faculty.arch.tamu.edu/anichols/courses/applied-architectural-structures/projects-631/Files/HeydarAliyev.pdf>

### Structure spatiale :

La structure spatiale permet la construction de forme libre tout en offrant un gain de temps significatif tout au long du processus de construction. La géométrie de driver par l'architecture du bâtiment a conduit à la recherche des solutions structurelles non conventionnelles ; l'introduction des poteaux incurvés pour obtenir le pelage inverse de la surface du sol à l'ouest, et les poutres en porte-à-faux effilées vers l'extrémité libre, soutenant l'enveloppe du bâtiment à l'est. La sous-structure permet une relation flexible entre la structure rigide spatial et le revêtement extérieur de forme libre qui dérivent de la complexité de la géométrie, de l'esthétique architecturale et de l'utilisation.



Figure 51. Structure Centre Culturel Heydar Aliyev

Source : <https://www.designboom.com/architecture/zaha-hadid-heydar-aliyev-cultural-centre-progress/> Traité par l'auteur

### Structure en béton armée :

Le béton armé est principalement utilisé pour construire des murs de contreventement comme cloison pour séparer les espaces principaux et pour soutenir la structure spatiale.

Il servait également à construire la semelle du bâtiment. Comme les tremblements de terre sont l'une des plus grandes menaces pour la construction à Baku, le bâtiment doit être renforcé par d'énormes Des pieux en béton de 45 m de long sous la surface de la Terre pour résister à un tremblement de terre mesurant jusqu'à la magnitude 7,0.<sup>55</sup>

### Nœuds spéciaux

En raison de la grande portée de la charpente spatiale, elle est reliée à la structure en béton armé et les poteaux et directement à la fondation, afin de maintenir autant que possible la stabilité de la structure. La méthode de maintenir la stabilité consiste à étendre les tubes en acier verticales et les fixer et connectera la structure spatiale (figure 51) ;<sup>56</sup>

### Les matériaux utiliser :

Le bâtiment, dont le quadrillage lisse et déformé de panneaux de fibre de verre renforcés de polyester n'a pas de connexions visibles, Dans la construction, ils ont utilisé 121 000 m de béton armé, 194 000 coffrages et 19 000 tonnes de moules en acier. Pour créer la forme de la peau extérieure, 5 500 tonnes de charpente métallique ont été nécessaires constituant la base d'une surface de 40 000 m<sup>2</sup> formée de panneaux de fibre de verre renforcés de polyester

<sup>55</sup> <https://en.wikiarquitectura.com/building/heydar-aliyev-cultural-center/> consulté le :21 juin 2021

<sup>56</sup> <https://issuu.com/razan1995/docs/iss> consulté le :21 juin 2021

ou de béton. Il y avait un total d'environ 17 000 panneaux individuels avec différentes géométries.<sup>57</sup>

### **Les technologies utiliser :**

#### **Mur rideau vitré**

Le mur-rideau vitré est la « fenêtre » du centre culturel et il doit répondre à une série d'exigences exigeantes :

- Très haute transparence, assurant en même temps une isolation thermique adéquate
- Accommodation de grandes hauteurs d'étage (parfois >7,50 m entre appuis)
- Accommodation de grandes galeries horizontales inter- étages dues au vent et à l'impact sismique sur la structure principale
- un système à double vitrage à motif de traverse architectural spécifique

#### **L'éclairage :**

L'éclairage a été soigneusement étudié pour souligner la relation continue entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment ; La lumière naturelle et artificielle sont utilisées pour mettre en valeur le bâtiment

- La lumière naturelle est assurée par les atriums (figure 52).
- Pendant la journée, le volume réfléchit de la lumière, changeant constamment d'apparence en fonction de l'heure et de la perspective. L'utilisation de verre semi-réfléchissant laisse présager une trajectoire spatiale intérieure non divulguée.



**Figure 53 .** Lumière artificielle LED

**Source :** <https://www.archdaily.com>



**Figure 52.** Lumière naturelle (Atriums)

**Source :** <https://www.archdaily.com>

- Assez de lumières artificielles (figure 53), sont utilisées pour mettre en valeur les meubles, les plafonds, les escaliers et les sols. LED encastrées sur les côtés des marches Luminaires LED sous la structure d'escalier.
- La nuit, le bâtiment est progressivement transformé par la lumière qui coule de l'intérieur, la composition formelle pour révéler son contenu et continuer à maintenir la fluidité entre l'intérieur et l'extérieur<sup>58</sup>

<sup>57</sup> <https://archello.com/fr/project/heydar-aliyev-center> consulté le :21 juin 2021

<sup>58</sup> <https://en.wikiarquitectura.com/building/heydar-aliyev-cultural-center/> consulté le :21 juin 2021

## 2. Exemple 02 : le centre national d'art et de culture « george pompidou »

### Fiche technique du projet :

**Situation :** Paris, France

**Surface :** 103,305m<sup>2</sup>

**Architect et design:** Richard Rogers, Renzo Piano

**Ingénieur en structure :** Ove Arup & Partners

**Année :** 1977

**Échelle d'appartenance :** local et international



Figure 54. Centre Pompidou High Tech Architecture

**Source :** <http://world-visits.blogspot.com/2013/06/centre-pompidou>

### Historique et émergence du projet :

Le concours international d'architecture est lancé par le président Georges Pompidou en 1970 ; Le jury choisit pour lauréats Renzo Piano, Richard Rogers. Le centre contient de précieuses informations sur la Bibliothèque publique, le Musée national d'art moderne, l'IRCAM (le centre de recherche en musique acoustique) et une immense bibliothèque. Le Musée National d'Art Moderne est le plus grand musée d'Europe présentant l'art moderne. Plus de 150 millions de touristes du monde entier et locaux qui ont visité le Centre Pompidou depuis 1977.

### Design conceptuel :

« La conception du centre a bouleversé le monde de l'architecture » citation NY Times ; Le Centre George Pompidou est classé dans l'expressionnisme structurel ; également connu sous le nom de high-tech ou modernisme tardif dans les années 1970, est principalement associé à Richard Rogers, Renzo Piano ou Norman Foster ; beaucoup de fenêtres, moins d'éléments intérieurs permettant un plus grand espace, un cadre en acier et une bordure industrielle mais trop créatif ;<sup>59</sup>

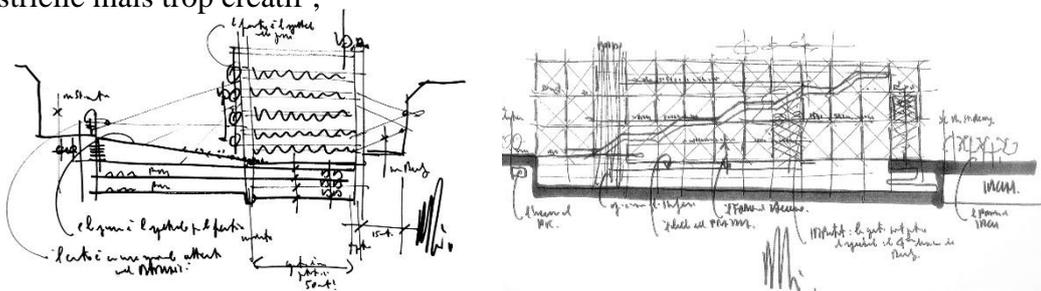


Figure 55. Dessins de concours du Centre Pompidou fait par Renzo Piano, Richard Rogers

Ce style Expressionnisme structurel = fonction sur la forme. Renzo Piano, Richard Rogers  
Leur concept, représenté dans l'un de leurs dessins de concours sous forme de collage (figure

<sup>59</sup> <https://en.wikiarquitectura.com/building/cultural-center-george-pompidou> consulté le :21 juin 2021

55), était d'exposer toute Les éléments fonctionnels de la structure à l'extérieur pour offrir un grand espace intérieur pour les expositions, montrant tous les différents systèmes mécaniques ; les architectes du Centre ont conçu le bâtiment comme un "diagramme spatial évolutif".

### Situation et environnement immédiat :

Le bâtiment se situe au cœur de Paris, sur le plateau de Beaubourg, ce plateau est un lieu d'échanges, de commerces et de traditions, c'est un terrain vague qui sert de parking. Le projet présente une ouverture sur l'environnement, qui a permis une bonne accessibilité et a fait l'objet d'une fréquentation optimale. Sa localisation en plein cœur de la métropole en fait un lieu privilégié pour un projet qui devra rayonner dans la France entière et dans le monde.



Figure 56. Plan de Situation du Centre Pompidou

Source : Collage fait par l'auteur (Google Earth)

**Le centre pompidou** est géographiquement au centre des autres grands monuments de Paris ; **Le plan de masse** se compose d'un seul volume parallélépipédique, ce volume est précédé du côté par une vaste esplanade qui est la piazza, l'accès principal se fait du côté de **La piazza** : est la place publique qui prolonge l'équipement, c'est un espace destiné aux rencontres, à la promenade et aux réunions et aux manifestations, c'est une articulation fonctionnel et formel entre le bâtiment et l'environnement. **Intégration par contraste** : La rupture de son architecture avec son contexte immédiat le place en position d'opposition<sup>60</sup>

### Volumétrie et façades :

Le bâtiment est un parallélépipède de verre et d'acier. Cette conception a pour objectifs de mettre en valeur la technologie du siècle ; La Hauteur dépassant les bâtiments avoisinants de 20 de m (il perce le plateau parisien haussmannien)

<sup>60</sup><https://www.archdaily.com/64028/ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers>



**Figure 57.** L'intégration par contraste du Centre Pompidou dans l'urbain

Source : Google Images

Les façades du centre expriment une technologie et un langage qui ne s'explique pas son fonctionnement intérieur elles sont ornées de tuyaux d'aération, d'électricité et de chauffage ce procédé est mis en évidence par une polychromie, en guise de décoration pseudo fonctionnelle ces façades manquent la modalité, l'évolution et la transparence de l'équipement ; les différents systèmes à l'extérieur du bâtiment sont peints de différentes couleurs pour distinguer leurs différents rôles<sup>61</sup>



- les circulations d'air (la climatisation)
- les circulations électriques (l'éclairage)
- la circulation d'eau
- la circulation des personnes (ascenseurs)

**Figure 58.** L'expression des différents système mécanique et électriques sur la façade

Source : <http://worldvisits.blogspot.com/centre-pompidou>

### La circulation :

La priorité a été donnée à la plus grande mobilité fonctionnelle possible en libérant l'espace intérieur des gaines techniques et des organes de circulation (escaliers, ascenseurs, etc.).<sup>62</sup>



**Figure 59.** L'escalator sous forme de tube sur la façade

Source : <http://worldvisits.blogspot.com/centre-pompidou> Traité par l'auteur

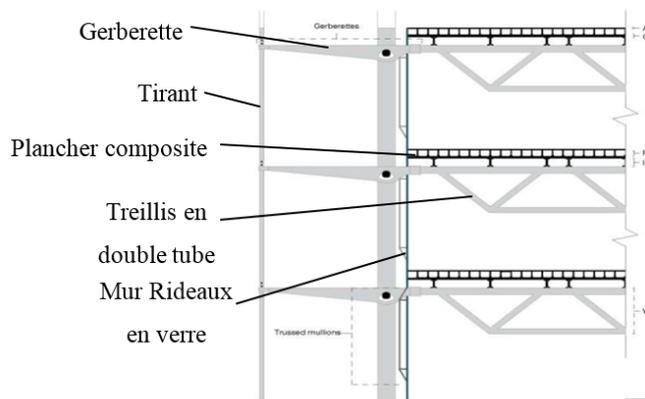
<sup>61</sup> <http://world-visits.blogspot.com/2013/06/centre-pompidou-high-tech-architecture> consulté le :21 juin 2021

<sup>62</sup> <https://www.archdaily.com/64028/ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers> consulté le :21 juin 2021

L'un des éléments de "mouvement" pour lesquels le centre est le plus connu est l'escalator sur la façade, un tube qui zigzague (figure 59) jusqu'au sommet du bâtiment offrant aux visiteurs une vue imprenable sur la ville de Paris. La circulation verticale du public, qui coupe la façade en diagonale, la volonté des architectes est de consacrer ainsi la totalité de la surface intérieure aux expositions et aux activités culturelles.

### Structure :

La charpente est constituée de 14 grilles métalliques qui retiennent une lampe avec 13 sections de 48 m chacune, espacées de 12,80 m. Sur les poteaux de chaque niveau, s'articulent des éléments en fonte d'acier appelés gerberettes de 8 m de long et 10 tonnes. Les poutres d'une longueur de 45 m, reposent sur ces gerberettes, qui portent les mâts de masse et d'équilibre ancrés par des barres de contreventement. Chaque plante a une hauteur de 7 m entre le sol et le plafond. La superstructure d'acier et de verre qui entoure les grands espaces cachés. Les éléments fonctionnels de la structure ont été placés à l'extérieur pour offrir un plus grand espace intérieur pour les expositions d'art et d'autres activités.



**Figure 61.** Le Système constructif du Centre Pompidou

Source : <https://cca9bparch2230.wordpress.com/2014/12/07/centre-georges-pompidou/> Traité par l'auteur



**Figure 60.** Le Système de contreventement du Centre Pompidou

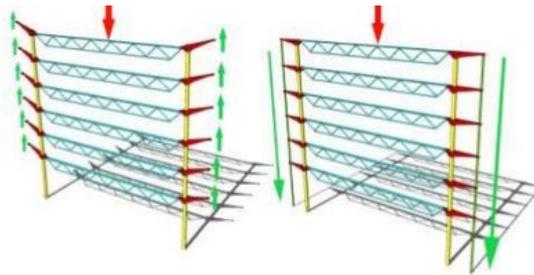
Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

### Le Système constructif :

La charpente en acier est composée de trois éléments de base, les poteaux, les gerberettes et les poutres en treillis. Les poteaux sont des tubes en acier de 850 mm. Les gerberettes sont des éléments moulés en acier massif avec des attaches rondes solides 200 mm qui sont fixées aux gerberettes par vis et goupillées aux poutres qui se composent d'un double tube pour le haut de la poutre et d'une double poutre ronde pleine pour le bas de la ferme avec des traverses diagonales pleines et creuses alternées qui sont soudées en haut et en bas de la ferme.

Les Fermes reposant sur des gerberettes, Les gerberettes tourneront lorsque les forces agiront, les poteaux travail en compression et transfert les Charges au sol tandis que les tirants en acier solide pré-tendu travaille en tension et Crée un moment négatif dans les gerberettes pour contrer les charges <sup>63</sup>

<sup>63</sup> [http://ceelondonblogs.ce.gatech.edu/blog\\_3/centre-pompidou](http://ceelondonblogs.ce.gatech.edu/blog_3/centre-pompidou) consulté le :21 juin 2021



**Figure 62** Le Système des gerberettes et les tirants

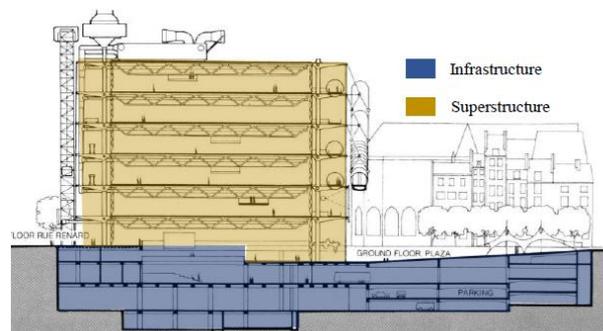
Source : <https://cca9bparch2230.wordpress.com/2014/12/07/centre-georges-pompidou/>

### Le Système de contreventement :

Le système de contreventement est constitué, sur les façades les plus longues, par des croix de fixées sur le nez des gerberettes Sur les façades transversales (Figure 60), les poutres sont reliées entre elles verticalement par des éléments métalliques semblables ; Des éléments boulonnés circulaires sont utilisés pour connecter les éléments de tension en acier qui forment le système de stabilisation.

### Fonctionnement et organisation spatiale : C'est un bâtiment en deux parties :

1. Trois niveaux d'infrastructures où ils regroupent les installations techniques et le service, et le parking 2. Une grande superstructure de verre et d'acier de sept niveaux, dont la terrasse et la mezzanine, qui concentre la plupart des secteurs d'activité du Centre ; Il a un patio en haut à droite (comme le bâtiment regarde depuis la place). Cette terrasse est accessible par un escalier extérieur devant la place Les grands plans libres dégagés à l'intérieur du bâtiment ont permis une simplicité des liaisons entre les activités et une relation fonctionnelle et spatial. <sup>64</sup>



**Figure 63.** Coupe transversale

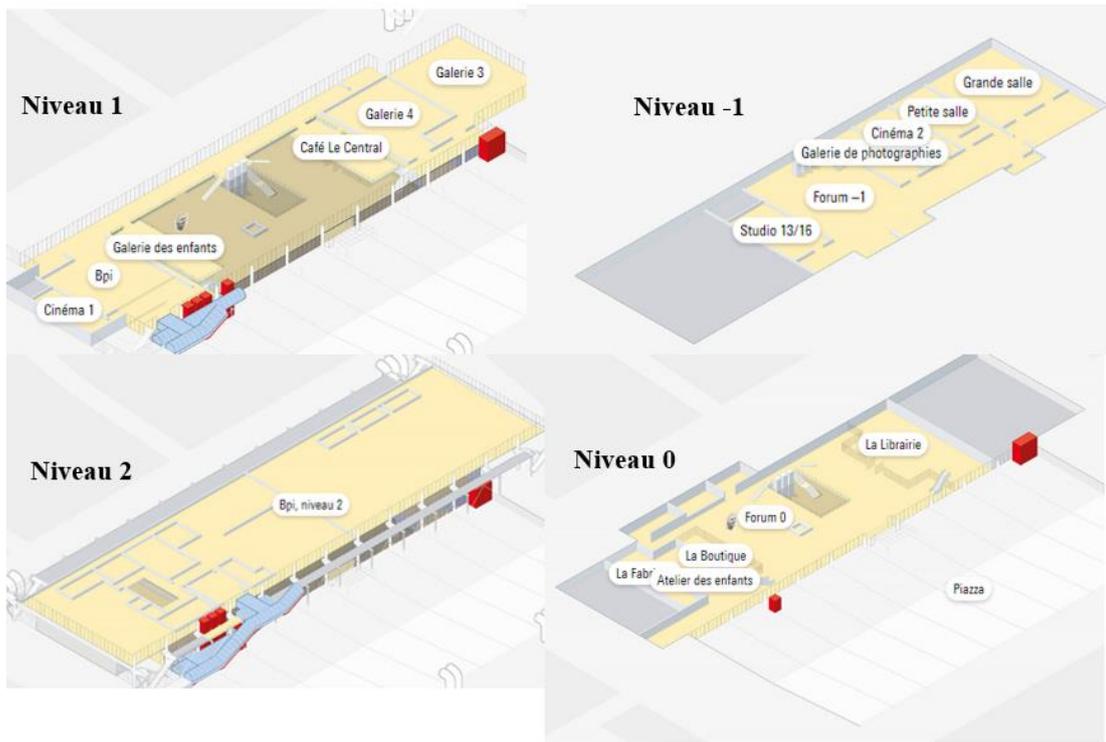
Source : <https://www.atlasofplaces.com/architecture/centre-pompidou> Traité par l'auteur



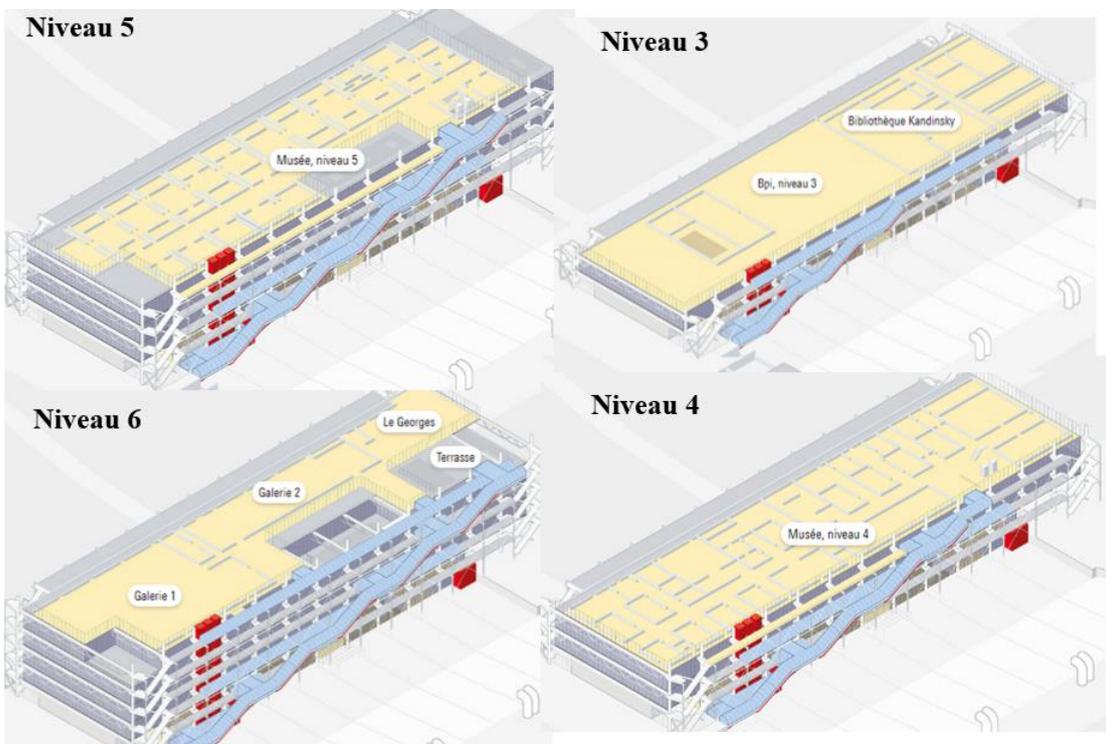
**Figure 64.** Coupe Schématique

Source : Google Images Traité par l'auteur

<sup>64</sup> <http://www.centrepompidou.fr> consulté le :21 juin 2021



**Figure 65.** Plan des niveaux -1,1,0,2  
 Source : <http://www.centrepompidou.fr>



**Figure 66.** Plan des niveaux 5,6,7,8  
 Source : <http://www.centrepompidou.fr>

### Répartition des activités :

- L'accueil des enfants, la cafétéria et les caves inoccupés de la rue saint martin et au loin de la piazza.
- La salle d'actualité et le CCI sous la rue de Renard.
- Galerie expérimentale, manifestations et rencontres dans la partie basse du bâtiment.
  
- La bibliothèque se répartit sur 3 niveaux, quant à L'IRCAM, il est enterré au sous-sol (place saint Meri)
- La salle d'accueil vitrée est située sous la partie du bâtiment supportée par une large ouverture pratique dans la place reliée verticalement au parking en dessous de la place, chaque entrée des principaux départements est indiquée sur la façade par un code de couleur parfaitement clair.

### Synthèse :

Tableau 1. Tableau synthétique du exemple 02

le projet dans son contexte urbain	Inscrit en plein espace public, le centre est relation directe avec la « piazza » qui constitue la continuité de l'espace urbain
organisation intérieur	- bon fonctionnement des unités fonctionnelles - programmes diversifiés et très importants
fréquentation	+ 50% des visiteurs étrangers chaque année

### 3. Exemple 03 : Centre d'accueil et de ressources pour les étudiants de l'université Humber :

#### Fiche technique du projet :

**Situation :** Toronto, Canada

**Surface:** 4200 m<sup>2</sup>

**Architect et design:** Moryiama & Teshima Architects

**Ingénieur en structure :** Stephenson Engineering

**Année :** 2016

**Échelle d'appartenance :** régionale et national



Figure 67. Centre d'accueil de l'université Humber

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

### Situation et environnement immédiat :

Situé dans le parc Colonel Samuel Smith, un parc agricole historique sur les rives du lac Ontario à l'extrémité nord du Campus Humber's Lakeshore , le nouveau centre d'accueil et de ressources pour les étudiants offre un nouveau visage étonnant au public en tant que point de repère à haute visibilité et une porte d'entrée vers l'Université , offrant un lieu de rassemblement et d'attraction aux étudiants et au public, Alors que le bloc du bâtiment est en retrait de la rue (figure 69) , une avant-cour extérieure s'étend vers l'extérieur dans le parc à l'est, ce recule représente un paysage d'interprétation qui sert de médiateur entre la rue publique et le centre .

### Design conceptuel et Aspect Architectural :

Le rôle du Centre est une nouvelle porte d'entrée du campus qui établit une forte présence sur le boulevard Lakeshore afin de contourner les exigences de l'environnement immédiat un passage piéton est prolongé vers l'extérieur depuis le volume principal du bâtiment dans le parc (figure 68), attirant les visiteurs dans le bâtiment. Le passage piéton est encadré par une élégante structure en treillis formant une avec des rangées d'arbres fruitiers abordant l'histoire du site, la structure amortit la circulation, une séquence d'entrée piétonne fascinante qui sert à relier entre le public et le campus<sup>65</sup>

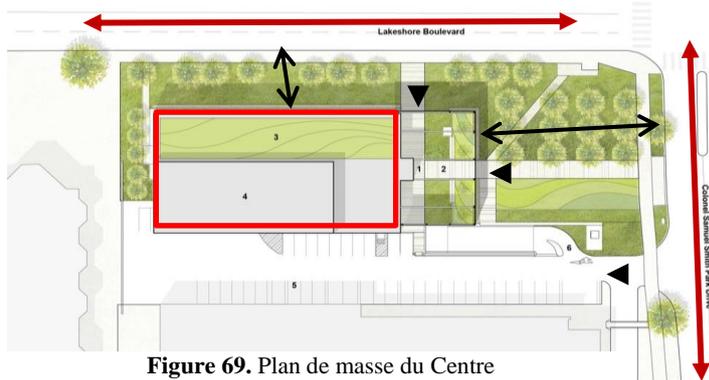


Figure 69. Plan de masse du Centre

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur



Figure 68 . L'accès principale du centre

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

### Fonctionnement et organisation spatiale :

La plupart des programmes publics sont situés le long de l'axe nord du bâtiment par rapport au boulevard Lake Shore ; et plus les programmes privés/semi publique sont situés sur le côté opposé par rapport au campus intérieur le long de la face sud.

- Rez-de-chaussée :

Le rez-de-chaussée comprend l'accueil, le recrutement et l'orientation professionnelle le long de la bordure nord et Inscription, Aide financière, espaces administratifs et espaces de soutien le long du côté sud. En montant le grand escalier, qui est une consolidation aux dimensions généreuses de l'escalier principal et de l'escalier de sortie, l'utilisateur aperçoit le Centre d'interprétation et l'Atrium ci-dessous. Le Centre d'interprétation sera un point focal

<sup>65</sup> <https://www.archdaily.com/867214/humber-college-student-welcome-and-resource-centre> consulté le :21 juin 2021

utilisé pour présenter des artefacts historiques importants pour le site, la communauté et l'Université.

**Figure 70.** Plan de RDC

**Source :**  
<https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur



○ 1<sup>er</sup> étage :

Le premier étage comprend la vie étudiante, les salons, la salle de réunion, la salle de conférence et le Centre multiconfessionnel ainsi que le bord nord, et les services de santé, de conseil et d'invalidité le long du bord sud, plus privé et discret. Les salons offrent aux étudiants l'opportunité d'accéder à l'alimentation électrique de leurs appareils et d'interagir socialement.

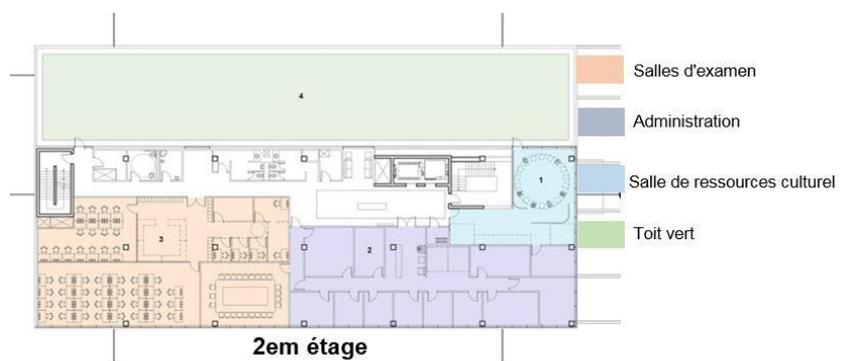
**Figure 71.** Plan de 1<sup>er</sup> Etage

**Source :**  
<https://www.archdaily.com>  
 Traité par l'auteur



○ 2<sup>ème</sup> étage :

Le deuxième étage comprend principalement des espaces de réunion, d'essai et de soutien, le bureau du directeur, les bureaux des ressources humaines et le centre de ressources culturel. Le Centre de ressources culturel, qui comprend des aires ouvertes pour les activités étudiantes, des aires d'exposition et des postes de travail, offrira une vue panoramique surplombant le toit vert et la partie sud-est du site paysager



**Figure 72.** Plan de 2<sup>ème</sup> Etage

**Source :** <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

La terrasse comprend le centre de données, le refroidisseur, la chaudière et le refroidissement. Cet étage n'est pas accessible au public. Enfin, le parking souterrain comprend environ 52 places avec une boucle de circulation à double sens.

### Volumétrie et façades :

La forme de base est parallélépipède marqué par une façade vitrée (figure 73) permet des vues sur activités intérieurs du bâtiment. Par les portes, on pénètre dans un espace à double hauteur qui s'étend sur toute la largeur du bâtiment. Cet atrium de verre et de bois est une entrée théâtrale du centre.



Figure 73. La Volumétrie et la façades du centre

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

### Système constructif :

Un système à ossature métallique apparente qui forme des cadres, un plancher nervurer (figure 75) l'utilisation des larges prémurs en béton armé, les mur rideau en double hauteur sur toutes les façades du centre ; Le Centre est conçu pour obtenir la certification LEED Argent, en utilisant des systèmes durables : un toit vert, des vastes zones d'aménagement paysager de plantes indigènes



Figure 74. La structure apparente du centre

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

### Les matériaux utiliser :

Les choix de matériaux pour l'enveloppe du bâtiment ont été sélectionnés pour leur qualité intemporelle et leur durabilité globale. Une palette simple de matériaux une combinaison de tiges de verre et d'aluminium sur les façades est et nord, de maçonnerie grise et de fenêtres perforées le long des façades sud et ouest, qui complètent la palette et les proportions du contexte bâti et naturel.<sup>66</sup>

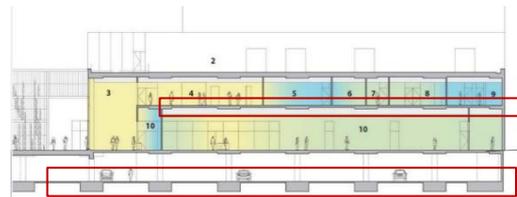


Figure 75. Le plancher et le radier nervurer

Source : [http://ccfew.org/HCWC\\_Information\\_Package.pdf](http://ccfew.org/HCWC_Information_Package.pdf)

### Programme :

Fonction	Espace	Surface Total
Accueil	hall d'accueil principal réception	89,46
Culturel Formation Social	Espace de travail Salle de réunion Salle Ressource culturel Salles de formation Salon des étudiants	708,65
Exposition	Espace d'exposition des caméras et les réussite des étudiants Espaces d'interprétation	254,14
Services des étudiants	Bureaux d'inscription ( Admission, Transfert ,Bources ) Bureaux de Consultation psychologique ,Orientation Services médical	733,97
Détente et loisir	Salle multifonctionnelle Foyer Salon du personnel	107,88
Gestion	Administration ressources humaines	185,27
Locaux technique	Data center , salle électrique ,mécanique Marchandises	430,24

Tableau 2. Programme surfacique d'exemple 03

<sup>66</sup> <https://www.canadianarchitect.com/web-exclusive-humber-college-student-welcome-resource-centre> consulté le :21 juin 2021

#### 4. Exemple 04 : Complexe culturel à Ota :

##### Fiche technique du projet :

**Situation** : Ota, Japon

**Surface** : 3152 m<sup>2</sup>

**Architecte et design** : Akihisa Hitara

**Ingénieur en structure** : AI LAB OTA

**Année** : 2016

**Échelle d'appartenance** : régionale et national



**Figure 76** . Complexe culturel à Ota

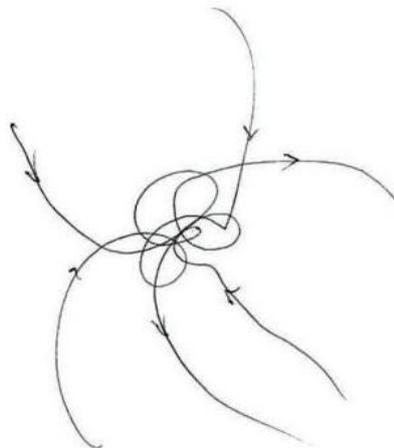
Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

##### **Situation et environnement immédiat :**

Il s'agit d'un centre d'échange culturel construit en face de la gare d'OTA dans la préfecture de Gunma. OTA City a une population d'environ 220 000 habitants et le nombre d'utilisateurs de la station dépasse 10 000 personnes par jour. Mais peu de gens marchent devant la gare, les rues commerçantes sont calmes, le but de la construction est de ramener la vie devant la gare d'OTA.

##### **Design conceptuel et Aspect Architectural :**

Le musée et la bibliothèque d'Ota qui ont été installés qui préservent des objets et des documents sur les traditions et la culture local et peuvent être utilisés pour promouvoir l'éducation et des activités créatives destinées aux jeunes. Le but architectural est que le projet ne semble pas divisé en parcelles, mais fluide, également grâce à ses nombreuses fenêtres et ça configuration spatiale, Il n'y a pas de frontières et tous les espaces sont accessibles de plusieurs points différents, avec l'idée que les utilisateurs peuvent se déplacer, également de l'intérieur vers l'extérieur, comme s'ils se baladent dans la ville <sup>67</sup>



**Figure 77**. Schéma de principe du centre culturel à Ota

Source : <https://www.artmuseumlibraryota.jp/eng/facilities-eng>

<sup>67</sup> <https://www.floornature.com/akihisa-hirata-art-museum-and-library-ota-japan-14037> consulté le :21 juin 2021

## Fonctionnement et organisation spatiale :

Rez-de-chaussée :

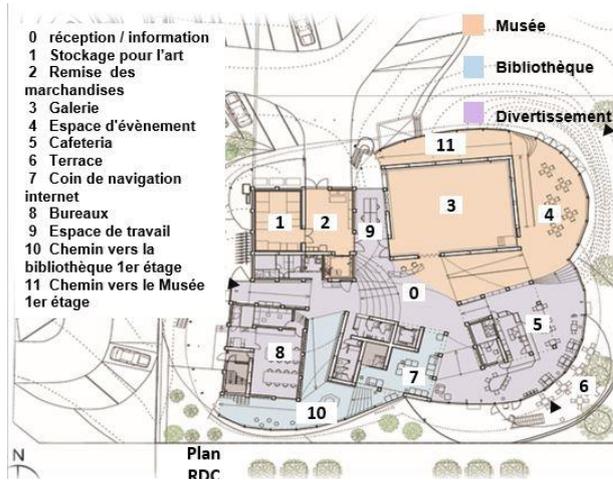


Figure 78. Plan de RDC

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur



Figure 79. Diagramme volumétrique

Source : <https://www.artmuseumlibraryota.jp/eng/facilities>

1<sup>er</sup> étage :

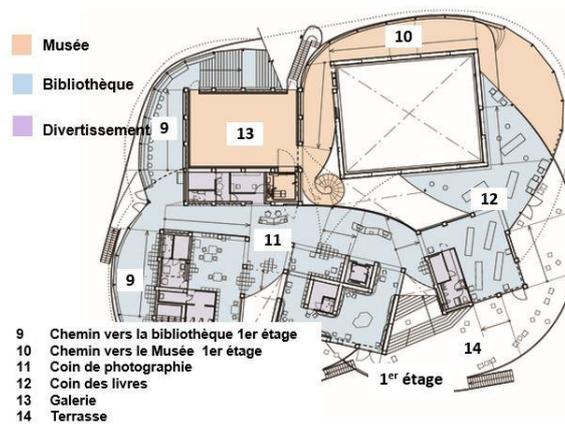


Figure 80. Plan de 1<sup>er</sup> Etage

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

2<sup>ème</sup> étage :

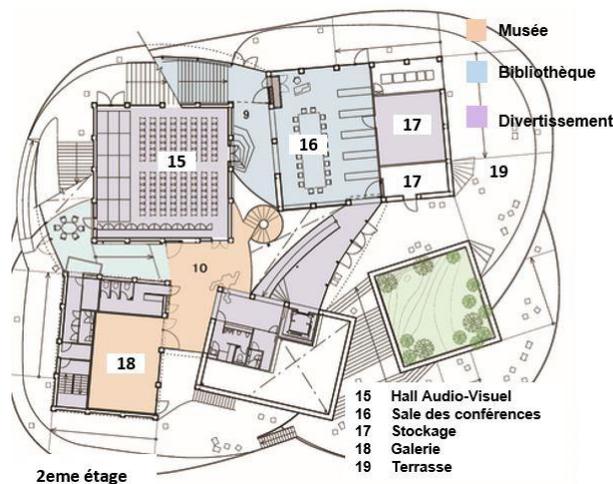
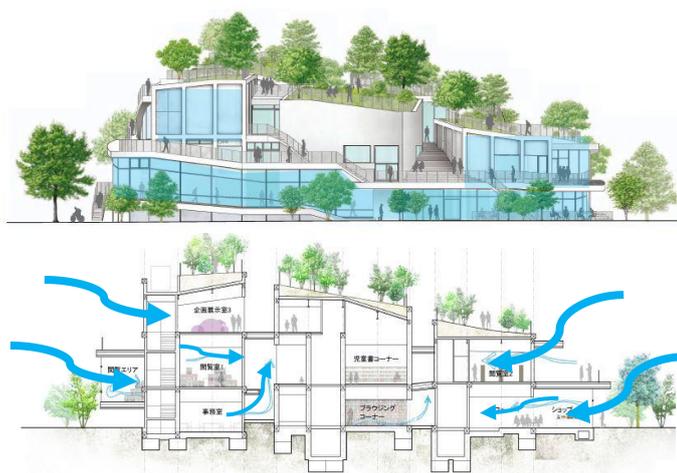


Figure 81. Plan de 2<sup>ème</sup> Etage

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

## Volumétrie et façades :

Il se compose de cinq bâtiments en forme de Box enveloppées de murs de verre, entrelacées avec des chemins en rampe qui relient les niveaux de sol, au centre se trouve un escalier en colimaçon ; divisé en trois étages, la variété des hauteurs de plancher à l'intérieur des boîtes et en incorporant ou en attachant des zones plates au système circulatoire en pente. À certains endroits, les rampes se transforment en sièges informels et en zones d'étude. Ailleurs, elles s'ouvrent sur les terrasses. De là, la promenade en pente monte jusqu'au toit, formant une boucle de circulation continue qui relie l'intérieur à l'extérieur et de haut en bas.<sup>68</sup>Ces terrasses sont verts avec des plantes la façade est presque transparente l'utilisation des mur rideau, La forme générale est fluide et plein, créant une atmosphère de mouvement pour les utilisateurs (figure 82), mais permet également de guider le flux de vent à l'intérieur du bâtiment. Ota est célèbre pour ses vents forts, un flux d'air confortable est créé à l'intérieur du bâtiment, contribuant en même temps à économiser l'énergie.



**Figure 82.** Coupe et façade du centre OTA

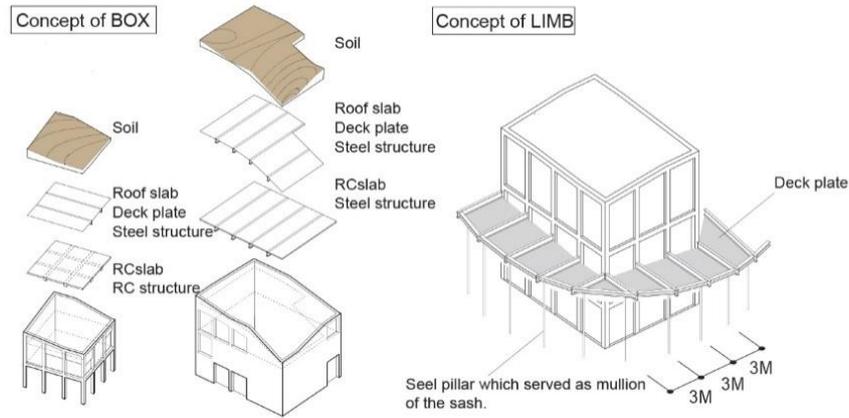
**Source :** <https://www.artmuseumlibraryota.jp/eng/facilities> Traité par l'auteur

## Système constructif :

La structure se compose de cinq box d'ossature en béton armé entouré d'une peau de verre et renforcé par une structure en acier, un plancher collaborant des prédalles nervuré et des poutre en I formant la couverture du box( figure 83 ) ; tandis que les éléments verticaux de la structure (figure 84) soutiennent les poutres d'acier en I sous la passerelle alors qu'elle serpente vers le haut et autour du bâtiment; les box sont indépendants, elles peuvent être disposées librement, les poteaux élancés soutiennent les bords extérieurs des terrasses

<sup>68</sup> <https://www.artmuseumlibraryota.jp/eng/facilities-eng> consulté le :21 juin 2021

Guidés par la fonction, elles s'inclinent dans des différents sens , ajoutant du dynamisme au bâtiment<sup>69</sup>



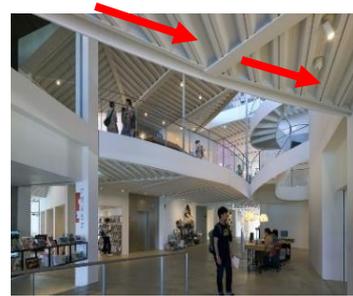
**Figure 83.** Diagramme du système constructif

Source : <https://anc.masilwide.com/405>



**Figure 84.** Les éléments verticaux de la structure

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur



**Figure 85.** Plancher collaborant des prédalles nervurées

Source : <https://www.archdaily.com> Traité par l'auteur

**Programme :**

**Tableau 3** Programme surfacique d'exemple 04

Fonction	Espace	Total
Accueil	hall d'accueil principal Réception Information orientation	90 m <sup>2</sup>
Culturel Social Educatif	Espace de travail et de recherche ,espace de lecture , espaces des livres , atelier salle de conférences Espace d'évènement	307,9m <sup>2</sup>
Exposition	Galleries d'exposition Stockage pour l'Art	220,5m <sup>2</sup>
Divertissement	Cafeteria, terrasse espace de photographie espace de navigation internet Salle audio visuel	589,0m <sup>2</sup>
Gestion	Administration Bureaux de personnel	52,64m <sup>2</sup>
Locaux technique	Data center télécom salle électrique remise des marchandises	121,3m <sup>2</sup>

<sup>69</sup> <https://anc.masilwide.com/405> consulté le :21 juin 2021

**Tableau 4** Tableau de comparaison des Exemples Thématiques :

Critère de choix	Centre Culturel heydar aliyev 	Centre Georges Pompidou 	Centre d'accueil et de ressources pour les étudiants du Humber université 	Complexe culturel à Ota 
<b>Situation</b>	Baku, Azerbaïdjan	Paris, France	Toronto, Canada	Ota japon
<b>Surface</b>	57000 m <sup>2</sup>	20000 m <sup>2</sup>	4200 m <sup>2</sup>	3152 m <sup>2</sup>
<b>Implantation</b>	La situation comme chaque exemple est dans un milieu urbain près de toute infrastructure qui indique un espace urbain peuplé, suivant le contexte de ce cas.			
<b>Programme</b>	Les exemples partagent plusieurs fonctions et ils diffèrent dans quelques-unes selon la typologie du projet et la localisation. Le programme : accueil, fonctions socio culturel, fonctions de formations, recherche, services exposition, animation, et de détente et loisir			
<b>Système constructive</b>	Se compose principalement de deux systèmes Une structure spatiale métallique Pour créer la forme externe et le béton armé qui forme les murs interne et des panneaux de fibre de verre renforcés de polyester ou de béton.	Une structure métallique apparente composée de poteaux, les gerberettes et les poutres en treillis, tirant avec un plancher en béton armé, Façades vitrées	Un système à ossature métallique apparente, un plancher nervuré l'utilisation des larges prémurs en béton armé, façade en panneaux vitrés  - un Toit vert	Système constructif modulaire (box), plusieurs blocs liés avec 3 terrasses en béton armé et une ossature en acier

# **Chapitre III : Analyse du contexte physique et Projection Urbaine**

## Introduction :

Ce chapitre présente une analyse du contexte physique qui contiendra l'analyse urbaine de la ville d'Ain Temouchent et l'analyse du site d'intervention choisi selon la projection urbaine.

### 14. 1. Approche urbaine :

#### 1.1 Les richesses culturelles en Algérie :

La culture algérienne se caractérise par sa diversité et sa richesse, notamment du fait de ses différentes régions, de l'argent emprunté à d'autres peuples, et de sa diffusion à travers le monde. Chaque région, chaque ville ou oasis constitue un espace culturel spécifique. Kabylie, Aurès, Alger, vallée du Mzab, Gourara, Hoggar, Saoura, Oranie) ; Les premières activités culturelles sur le territoire de l'Algérie ont aujourd'hui des milliers d'années d'histoire, comme le fascinant témoignage du Tassili, y compris tous les beaux bâtiments érigés dans l'histoire du pays, sont maintenant entrés dans l'industrie artisanale. Il est encore très présent, et très riche. L'art de l'Algérie reflète l'histoire passée du pays et ses différentes influences, Des musées consacrés à une grande variété de thèmes, dont le musée national des beaux-arts, de riches bibliothèques, comme la Bibliothèque nationale d'Algérie, et tout un patrimoine immobilier, artisanal et industriel, témoignent du développement de la culture algérienne.<sup>70</sup>

#### 1.2 Présentation de la ville Ain Temouchent :

Ain Témouchent, issue du découpage territorial de 1984, est une Wilaya du Nord-ouest de l'Algérie, située à 520 km de la capitale Alger avec une superficie de 2 376,89 Km<sup>2</sup>. Ain Temouchent se trouve dans l'Ouest algérien elle occupe du point de vue géographique une situation privilégiée en raison de sa proximité par rapport à trois grandes villes à savoir : Oran au nord-est (70km du chef-lieu de wilaya) Sidi Bel Abbès au sud est 60km et Tlemcen au sud-ouest 75km ainsi que sa façade maritime d'une longueur de 80km traversant neuf communes

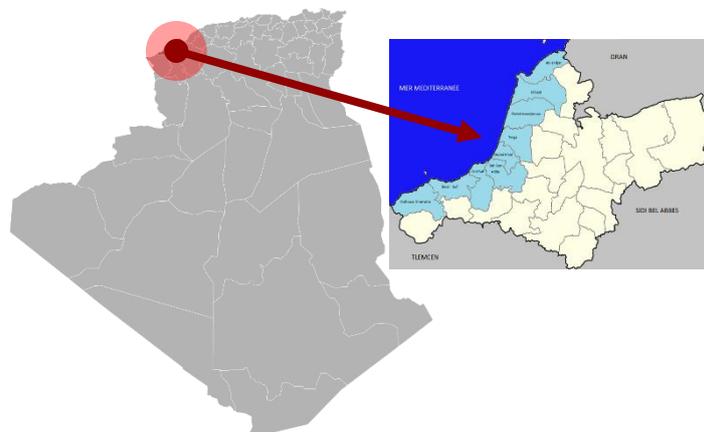


Figure 86 . Carte de situation géographique de la ville de Ain temouchent

Source : Collage fait par l'auteur (Google images)

<sup>70</sup> <https://amb-algerie.fr/culture-et-patrimoine>

### **1.3 L'évolution spatial de la ville d'Ain Temouchent durant l'histoire :**

#### **La période d'avant 1962 :**

Dans cette période il y avait la désignation des quartiers suivants :

- Centre-ville d'une superficie de 129 Ha.
- Hai Moulay Moustapha d'une superficie de 20 Ha.
- Sidi Saïd d'une surface de 20 Ha.

En accompagnant ses quartiers avec la construction des équipements de proximités, d'un lycée, et de l'hôpital.

#### **La période post coloniale (1962-1974) :**

Dans cette période il y avait la désignation des quartiers suivants :

- Les ZHUN d'une surface de 120 Ha.
- La CNEP d'une surface de 20 Ha.

En accompagnant ses quartiers avec la construction des équipements de proximités.

#### **L'extension période de 1974 -2000 des nouvelles**

Elle est caractérisée par une forte consommation du foncier qui s'élevé à 480 Ha répartie comme suit :

- 150 Ha du lotissement EST
- 195 Ha du lotissement OUEST.
- 135 Ha de la zone d'activités et d'équipements de proximité : Lycée, stade....

#### **La période de 2000 à 2016 :**

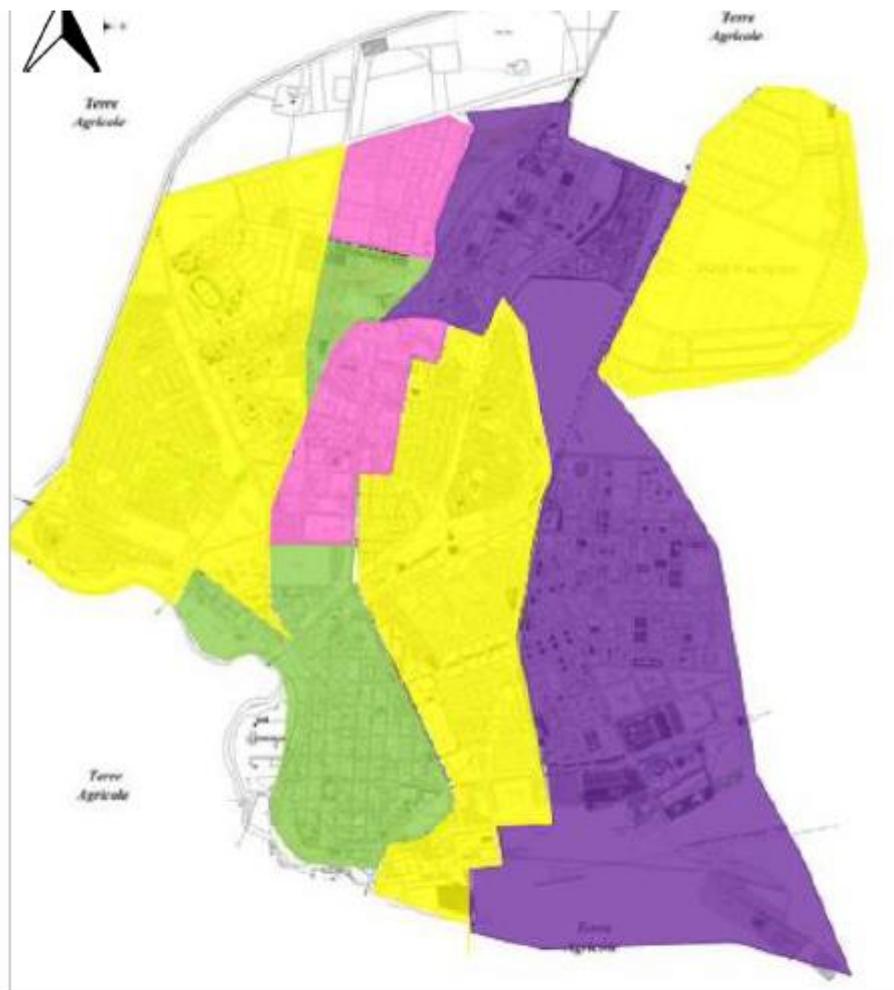
On assiste à un glissement de la centralité initiale vers le Nord avec :

- La réalisation des siges administratifs de la wilaya
- la nouvelle ville AKID OTHMANE de 59 HA au Nord de la ville avec des équipements de proximité.
- Le POS Nord Est d'une superficie de 37,5 Ha y compris l'implantation de la gendarmerie (20HA). La superficie de 17,5 Ha a été effectuée au programme des 1000 logements AADL avec des équipements d'accompagnement.
- Le POS Sud Est II d'une superficie de 136,30 HA

En accompagnant ses quartiers avec la construction d'un pôle universitaire, de l'hôpital □ Benzerdjeb, de trois (03) lycées, et d'un centre de formation professionnel. <sup>71</sup>

---

<sup>71</sup> PDAU Ain Temouchent



**Figure 87.** Carte historique de l'agglomération  
 Source : Mémoire, option : Urbanisme et environnement présenté par :  
 BENMESMOUDI, BENDIMERAD 2016-2017

### 1.4 L'état de fait de la ville de Ain Temouchent :

La figure ci-dessous présente les différents espaces de l'agglomération de Ain Temouchent, dans laquelle on remarque que la plupart de la surface de la ville est bâtie.

La commune de Ain Temouchent présente de nombreux poches libres et terrains libérables cela permet la densification de la ville et la protection des terres agricoles qui l'entourent.

La ville contient plusieurs secteurs réglementaires :

- Les secteurs sur urbanisés : il existe cinq qui sont les différents quartiers de la ville.
- Les secteurs à urbaniser : il existe trois secteurs.
- Les secteurs à urbanisation futur : il existe un seul.

- Les secteurs non urbanisables : sont les différentes terres agricoles de la ville.<sup>72</sup>

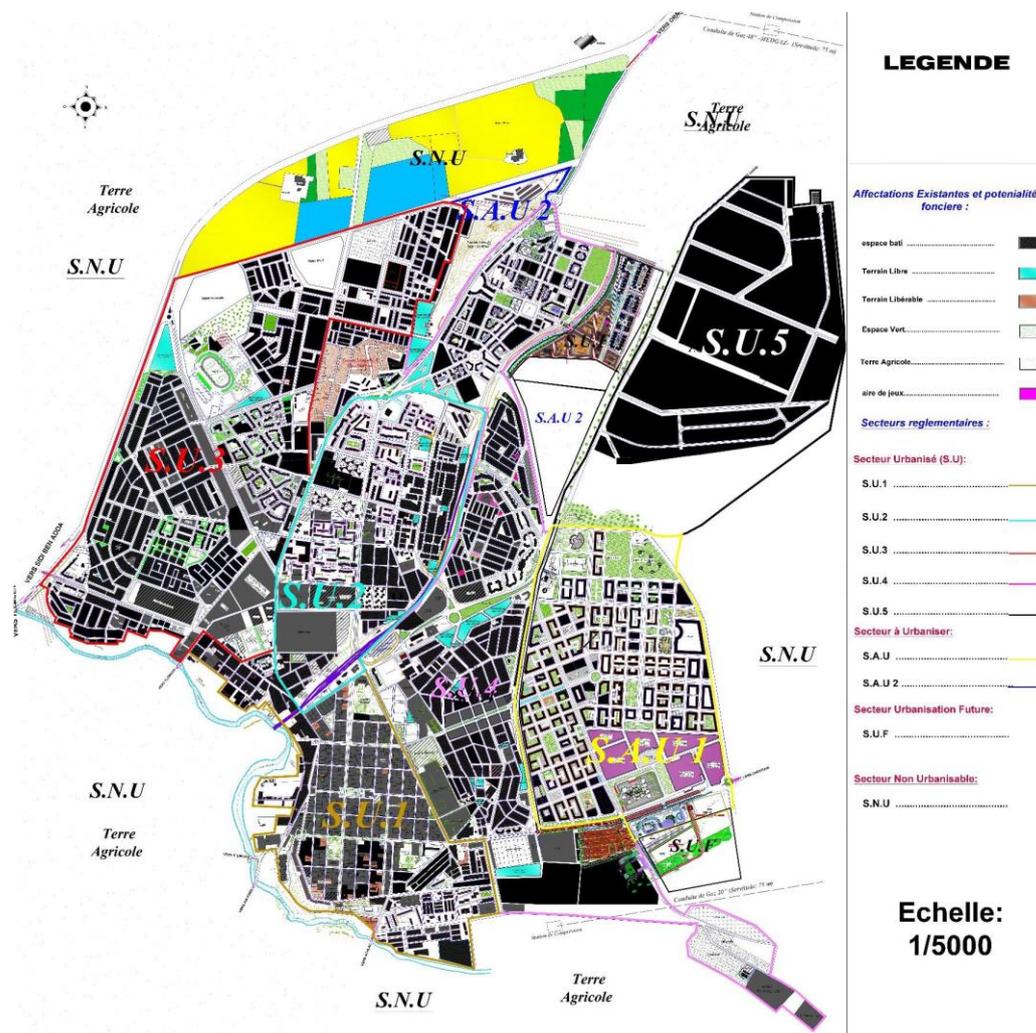


Figure 88. Carte fonctionnelle de la ville de Ain Temouchent

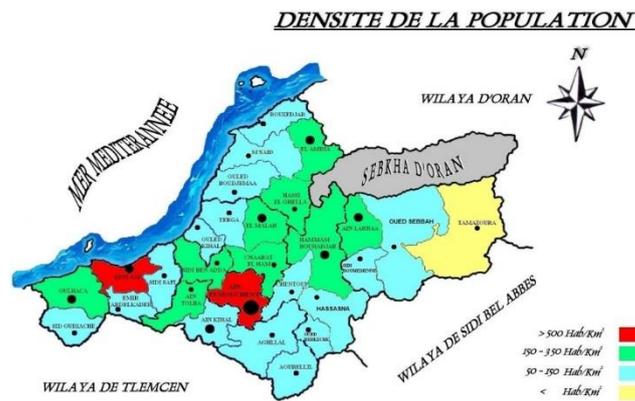
Source : Mémoire, option : Urbanisme et environnement présenté par : BENMESMOUDI, BENDIMERAD 2016-2017

### 1.5 Les Potentialités de la wilaya de Ain Temouchent :

#### ○ Population de la wilaya (2018) :

La population de la wilaya d'Ain Temouchent en 2018 est de **426 762 habitants** ; dont la majorité des jeunes

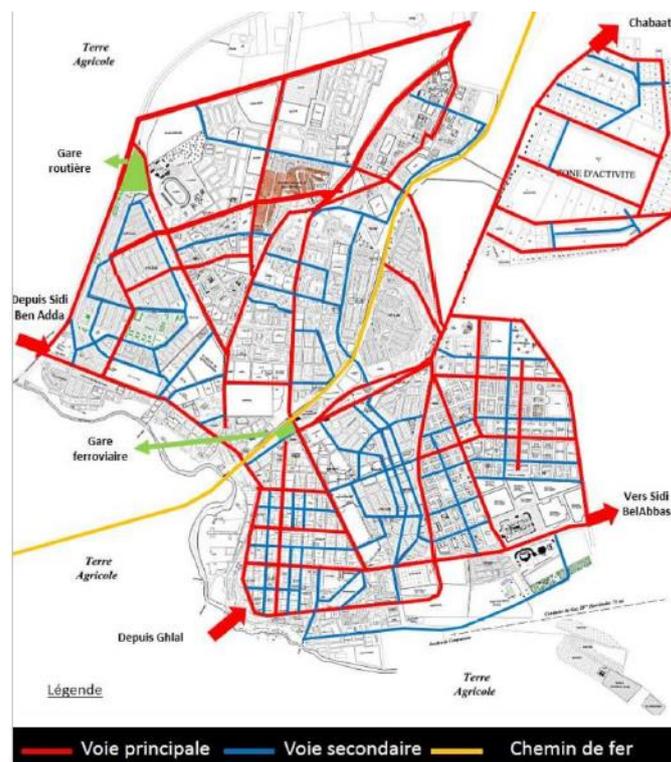
<sup>72</sup> Benmesmoudi, Bendimerad , « un pôle de recherche et de développement pour une meilleure compétitivité territoriale de la ville de ain temouchent » mémoire de master en architecture , option:urbanisme présenté le 02 juillet 2017



**Figure 89.** Carte Densité Population de la wilaya (2018)

Source : <http://www.aniref.dz/index.php/extensions/jevents/24-observatoire-du-foncier-industriel/monographie>

○ Réseau routier :



**Figure 90.** Carte de la trame viaire

Source : Mémoire, option : Urbanisme et environnement présenté par : BENMESMOUDI, BENDIMERAD 2016-2017

Concernant le renforcement du réseau routier de la Wilaya, il a été enregistré durant la période (2000-2018), la réalisation de (108 Km) de routes nationales et (14 Km) de chemins de wilaya, et au titre de la réhabilitationet modernisation, la wilaya a rénové (449,2 Km) de RN, (141,8 Km) de CW et (485,4 Km) de C.C, et ce pour la préservation du réseau et la

sécurité de l'utilisateur, la région est dotée d'une infrastructure routière appréciable qui lui permet de bonnes liaisons intérieure et extérieure.<sup>73</sup>

#### ○ Secteur Agricole

L'agriculture constitue le principal secteur d'activité avec une superficie agricole de 180.184 Ha couvrant plus de 76% de la superficie totale. La superficie occupée par les forêts s'élève à 29.556 Ha soit 12% de la superficie Totale de la wilaya.

#### ○ Secteur Industrie

La wilaya d'Ain Témouchent de par sa position géographique connaît une influence peu importante en investisseurs, en Effet ces derniers sont attirés par les grands centres urbains tels que Oran, Tlemcen et Sidi Belabbes. Le tissu industriel implanté au niveau du territoire de la wilaya, compte (56) fabricants dont (36) actifs dans la production non alimentaire, (20) dans l'agro-alimentaire et une station monobloc de désallement d'eau de mer.

#### Secteur de tourisme

En matière de tourisme, notre wilaya possède d'énormes potentialités naturelles pour un développement touristique.

Des stations estivales et balnéaires, aux nombres de vingt (20) accueillent plus de six (6) millions d'estivants.

26 hôtels totalisant 4 140 lits, dont 18 hôtels classés ; 23 agences touristiques ; 10 Zones d'Expansion Touristiques totalisant une surface de 1 901 Ha ; Sources thermales de Hammam Bouhdjar ; 18 plages surveillées.<sup>74</sup>

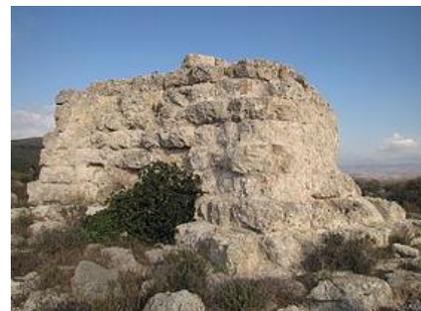
### 1.6 L'état des richesses culturelles de la ville :

La wilaya recèle d'importantes potentialités culturelles, des sites et vestiges historiques importants témoins de l'histoire : Siga la cité antique, ancienne capitale numide du roi Syphax, dont les ruines sont situées au lieu-dit *Takembrit*, commune d'Oulhaça el Gheraba aussi un très large patrimoine colonial le secteur de la culture n'avait pas bénéficié d'un important développement ou investissement.



**Figure 91.** Hôtel et le palais de justice de Ain temouchent (période coloniale)

Source : Google images



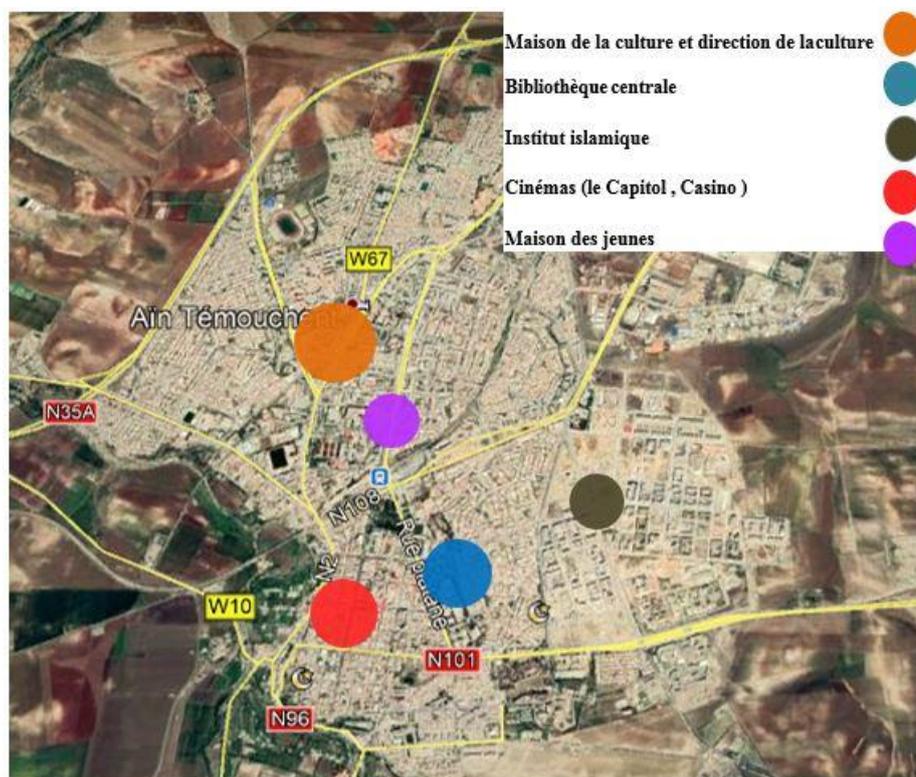
**Figure 92.** Le mausolée masæsyde de l'aguelid Syphax

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/>

<sup>73</sup> <http://www.aniref.dz/index.php/extensions/jevents/24-observatoire-du-foncier-industriel/monographie>

<sup>74</sup> <http://www.aniref.dz/index.php/extensions/jevents/24-observatoire-du-foncier-industriel/monographie>

En effet, Ain Temouchent a toujours conservé une très large de traditions culturelles : musique, théâtre, poésie, danse, défilés, artisanat (laine, cuivre, bijoux ...). L'importance des équipements culturels est de permettre à la grande population de participer aux enjeux économiques et sociaux de la ville. Ces équipements permettront de créer un nouveau lieu de rencontre qui apportera une nouvelle vitalité à la ville. Il existe une grande partie de la population des jeunes et étudiants très active dans la ville mais il n'y en a pas d'infrastructures et équipements pour les accueillir, la ville de Ain temouchent présente plusieurs équipements culturels une seule maison de culture, une bibliothèque centrale, un institut islamique (école coranique), des salles de cinéma en états de rénovation au centre-ville, maison de jeunes mais reste insuffisant aux besoins de la population jeunes.<sup>75</sup>



**Figure 93.** Carte des Équipements culturel existants à Ain Temouchent

Source : Google Earth Traité par l'auteur

### 1.7 Le choix de la ville Ain Temouchent :

Ain Témouchent est une ville de la région du nord-ouest algérien en plein développement qui peut à la fois soulager la concentration sur Oran et ainsi participer à l'équilibre territorial mais aussi de concurrence les trois grandes villes de la région (Oran ; Tlemcen et Sidi Bel Abbès) ; Pour donner à la ville de Ain Temouchent sa place méritée en profitant de toutes

<sup>75</sup> <https://fr.wikipedia.org/wiki/>

ses potentielles et ses atouts, on propose de projeter un centre socio culturel ; une volonté de redynamiser le secteur culturel et donner à la ville sa propre identité historique et culturelle renforcer les activité socioculturelle et remplir le manque dans ce domaine et satisfaire les besoins de la population jeunes de la ville , pour assurer une meilleure compétitivité territoriale de la ville et aussi pour une mixité sociale, crée une nouvelle centralité et une attractivité dans la zone étudier.

- selon le ministère de la culture : « **Schéma Directeur Sectoriel des Biens et services et des Grands Equipements Culturels** » : Ce schéma relate la nécessité de la réalisation, d'ici à l'horizon 2014 d'équipements culturel au niveau de chaque wilaya de densité de population importante (telles Alger, Oran, Sétif, Annaba, Tizi-Ouzou, Bejaia, Tlemcen, Bechar, Ouargla, Constantine, Batna, Mostaganem ) ,la ville est émergente en plein développement qui possède un riche patrimoine historique et culturelle ,position stratégique importante ente les grandes trois wilayas du territoire ouest de l'Algérie , volonté de développe de secteur de la culture et remplir les besoins de la population jeune de la ville <sup>76</sup>

## **15. 2. Projection urbaine :**

### **2.1 Le choix du site :**

La plupart de la surface de la ville est bâtie. Ils existent de nombreux terrains libres cela permet la densification de la ville et la protection des terres agricoles qui l'entoure. L'expression de l'activité et la fonction culturelle dans les villes est appréhendée a travers de l'équipement culturel urbain, aussi ; La réussite d'un projet culturelle est conditionner par le respect de certains exigences lorsque l'implantation d'un édifice culturel dans un tissu urbain pour renforcer l'identité de la ville , le choix du site doit être suivant ce concept décisif et respect le future développement urbain Il doit s'inscrire dans le contexte urbain et sociale de la vile ; J'ai essayé d'extraire des variantes des terrain, puis faire une comparaison. Le meilleur sera choisi poure notre projet.

---

<sup>76</sup> Schéma Directeur Sectoriel des Biens et services et des Grands Equipements Culturels



**Figure 95.** Carte de positionnement des sites choisis

Source : Google Earth Traité par l'auteur

**Tableau 6.** Comparaison entre les deux terrain choisis

Les sites	Terrain 1	Terrain 2
<b>Situation</b>	<p>Le terrain est limité</p> <p>Par : nord : terrain Agricole, sud : gare routière</p> <p>Et stades et habitats individuelles, est : habitats individuelles, ouest : terrain Agricole.</p>	<p>Une bonne situation géographique (une zone très attractive et proche de l'Université). Le terrain est limité par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-nord : habitat collectif et des administrations</li> <li>-sud : habitations individuelles</li> <li>-est : université</li> <li>-ouest : administrations</li> </ul>

<b>Superficie et morphologie du terrain</b>	La parcelle complètement plate d'une superficie de 15He la forme du terrain est Irrégulière	Une grande surface 17 ,000m <sup>2</sup> , une forme trapézoïdale
<b>Accessibilité</b>	Accessible par la Route nationale N35A et la Trémie	Bonne accessibilité le terrain est accessible par 3 voies principales et une trémie
<b>Point de repère et visibilité</b>	Gare routière Stade	Une meilleure visibilité du projet. L'Université, l'hôpital
<b>Avantages</b>	Situation stratégique à Proximité du carrefour qui mène vers : Tlemcen, béni saf, centre-ville, Oran. Répondre aux besoins urgents d'une croissance Démographique importante. Forte lisibilité et visibilité	Situation stratégique : Les projets de la même fonction : le site est loin des équipements culturels. il est dans une nouvelle extension qui regroupe des Equipment administratifs, éducatifs. Accessibilité appropriée Elle est à proximité de centre-ville Alléger la concertation au niveau du centre ville, répondre aux besoins des habitant de la nouvelle ville
<b>Point faibles</b>	- la proximité de l'AutoRoute cw75 est un inconvénient car il cause des nuisances sonores. Aussi Très loin du centre-ville	Nuisance sonore Flux mécanique fort

D'après une analyse des deux terrain le site #02 a été choisi selon des critères présentés dans le tableau et en raison des avantages qui présente : une situation stratégique loin des autres équipements culturels et près à l'Université, il se trouve dans une zone nouvelle cela permet de créer une nouvelle centralité dans la ville.

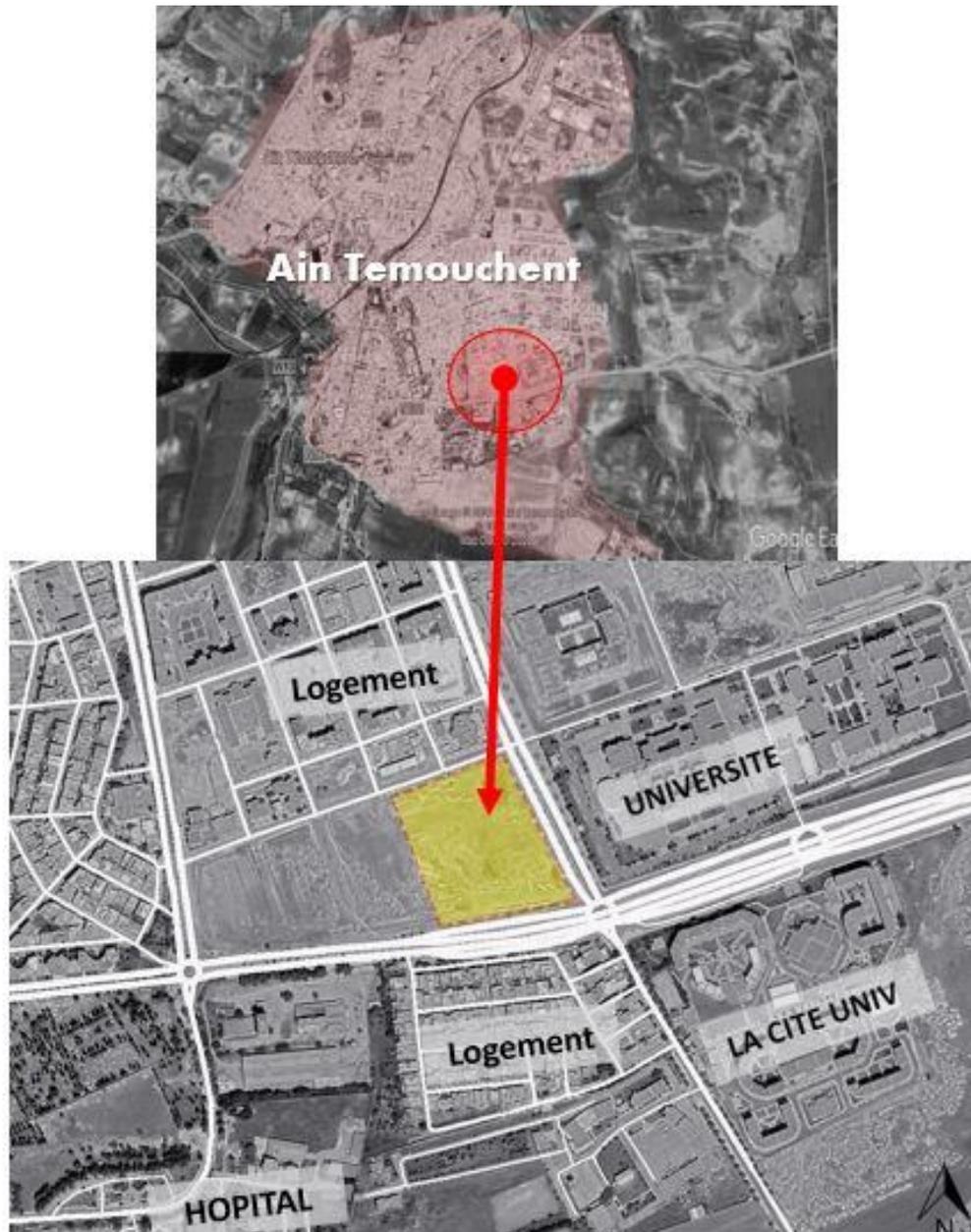
## **2.2 Analyse du site :**

### **a Présentation du site :**

Situé dans la ville d'Ain Temouchent, un terrain d'une surface de 17 000 m<sup>2</sup> à l'extrême sud-est de la ville dans la nouvelle extension

Le plus marquant est que le terrain est positionné près des infrastructures universitaires, l'Université et la cité universitaire qui sont deux pôles et repères importants le secteur est à urbaniser ainsi que le terrain est bien accessible depuis la route N 101, selon la recommandation du PDAU le terrain est réservé à la projection d'Équipement public

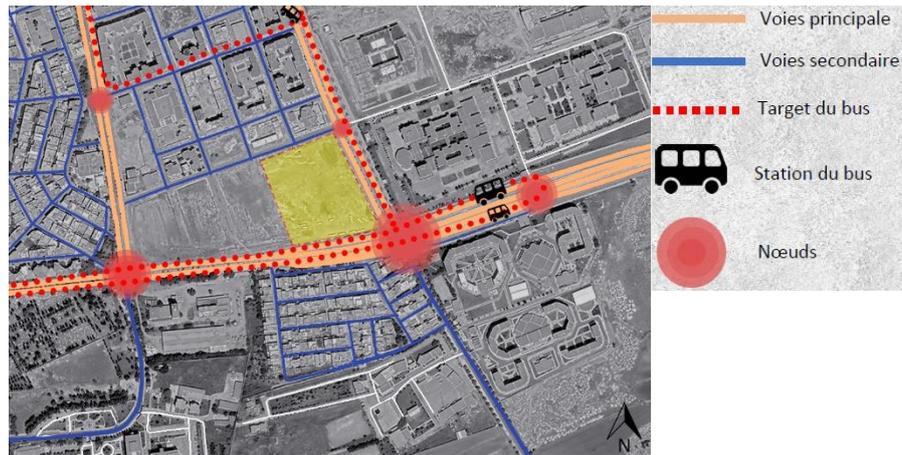
16.



**Figure 96.** Carte de situation géographique de SITE 02  
**Source :** Collage fait et traité par l'auteur (Google Earth)

**b La trame viaire et accessibilité :**

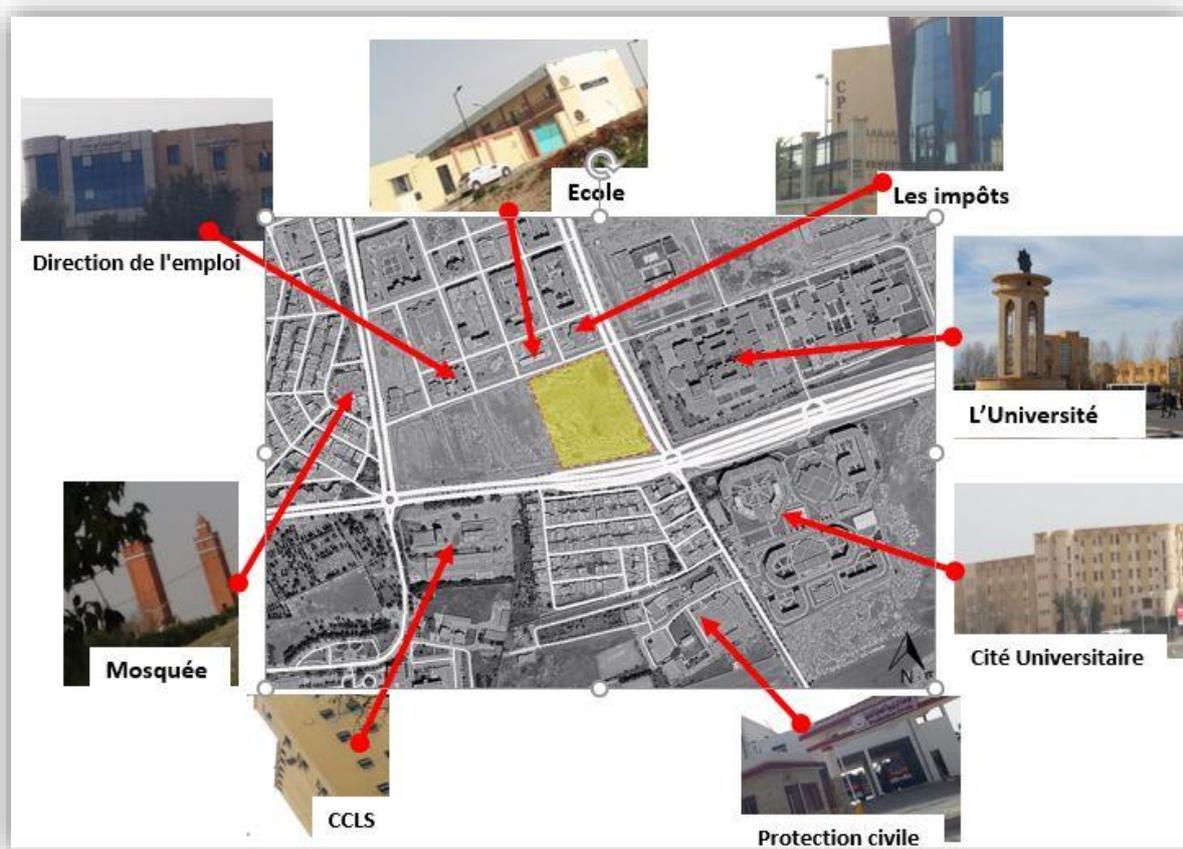
Accessible à partir de la route nationale N101 vers Sidi Belabess et la voie mécanique vers Centre-ville, ainsi que la voie mécanique vers le quartier el Djawhara, il y a une intensité de trafic moyenne autour du site, le site est proche des infrastructures de transport bus, taxi ; le parcours des piétons et leur mouvement global est très intense dans le côté est du site a cause de l'Université et le côté sud sur la voie principale le long du site



**Figure 97.** Carte de La trame viaire et accessibilité autour du site

Source : Google Earth traité par l'auteur

**c L'Environnement immédiat :**



**Figure 98.** L'Environnement immédiat autour du site

Source : Collage fait par l'auteur

**d Intensité des flux piétons :**

Le parcours des piétons et leur mouvement global est très intense dans le côté est du site à cause de l'Université et le côté sud sur la voie principale le long du site (figure 99)

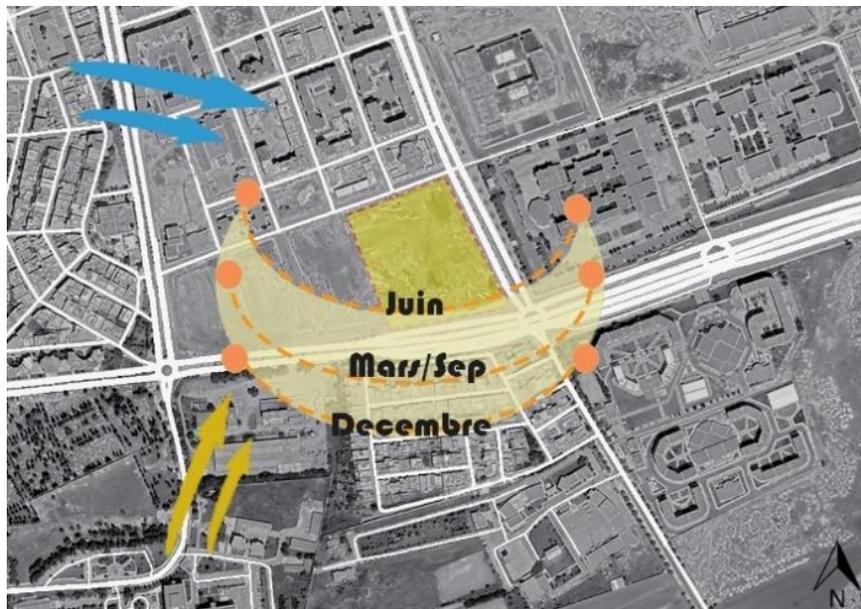


**Figure 99.** Carte de Intensité des flux piétons autour du site

**Source :** Google Earth traité par l'auteur

**e L'Orientation et l'ensoleillement :**

L'orientation du soleil doit être prise en compte lors de la conception pour maximiser l'efficacité énergétique et bioclimatique du bâtiment Le site est bien ensouiller avec des vents dominants dans la période d'hiver Nord-Ouest et d'été sud-ouest ; Les vents d'été doivent être utilisé pour la ventilation et les vents d'hiver doivent être réduit. (Figure 100).



**Figure 100.** Carte de L'Orientation et l'ensoleillement autour du site

**Source :** Google Earth traité par l'auteur

**f Le Bati et le Non Bati :**

La dominance du bâti est de 60 % et non bâti 40%



**Figure 101.** Carte du cadre Bati et Non Bati autour du site

Source : Google Earth traité par l'auteur

### g La Typologie du cadre bâti :

On remarque une dominance de l'habitat collectif et l'habitat individuel La zone d'étude bénéficie d'un niveau d'équipement. On distingue : Les équipements de proximité : les primaires, CEM, mosquée, l'hôpital, l'université, etc.

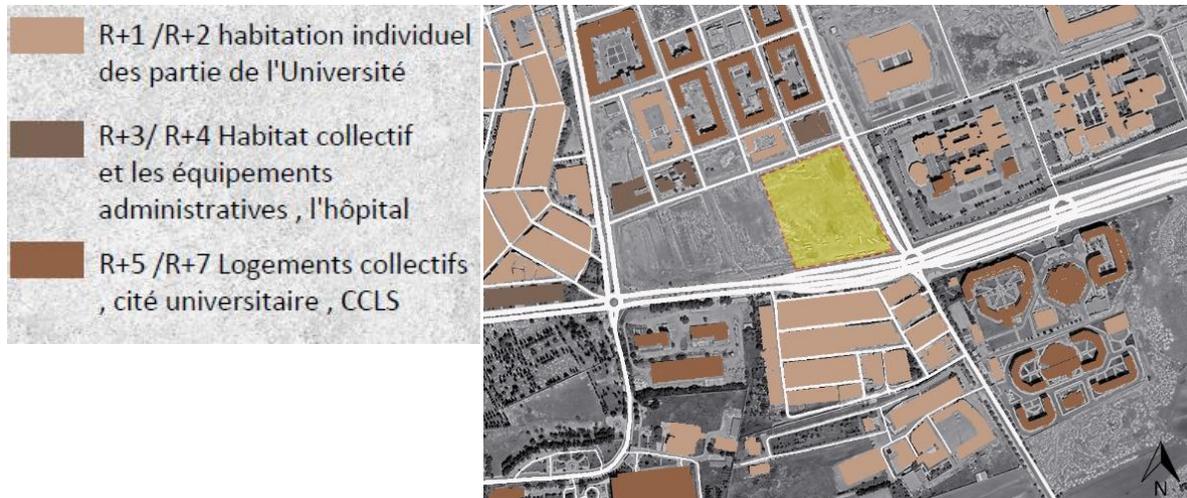


**Figure 102.** Carte de La Typologie du cadre bâti autour du site

Source : Google Earth traité par l'auteur

### **h L'Etat des hauteurs :**

Faible hauteur de bâtiment autour du site, il y a des bâtiments plus hauts que nous devrions considérer pour les points de visibilité



**Figure 103.** Carte d'Etat des hauteurs autour du site

**Source :** Google Earth traité par l'auteur

### **i Les Nuisances Sonores :**

Bruit des véhicules à proximité des voies et les Bruit d'intérieur des quartiers collectifs  
Introduisez une isolation contrôler et réduire les bruits et la pollution atmosphérique due au trafic et les activités humaines (figure 104).



**Figure 104.** Carte des Nuisances Sonores autour du site **Source :**

Google Earth traité par l'auteur

### j L'Aspect visuel et la végétation :

Trois angles les plus importants du site qui représentent des points de visibilité du projet a travers les voies principales On remarque l'absence de la végétation a proximité de la zone d'étude Le Site nécessite plus d'espaces verts et de végétation, surtout le long de la voie et la zone du flux piétons fort pour assurer la réduction de la pollution ; Amélioration bioclimatique, Filtration et purification (figure 104).



Figure 105. Carte d'Aspect visuel et la végétation

Source : Google Earth traité par l'auteur

### k La Morphologie et la Topographie du terrain :

-Le terrain à une forme régulière avec une superficie de 17 000 m<sup>2</sup>, il présente une pente maximale 6m qui s'étend sur l'axe nord –sud une pente de 4m sur l'axe est- ouest



Figure 106. Carte de la Morphologie et la Topographie du terrain

Source : Google Earth traité par l'auteur

### 2.3 Synthèse de l'analyse du site :

D'Après l'analyse du site on constate que le site offre plusieurs avantages par rapport à sa position, il donne une grande visibilité et lisibilité au projet proposer aussi une bonne accessibilité qui va faciliter le transport des éléments préfabriqués. Et cela pour but aussi de renforcer la vocation culturelle la ville d'Ain Temouchent.

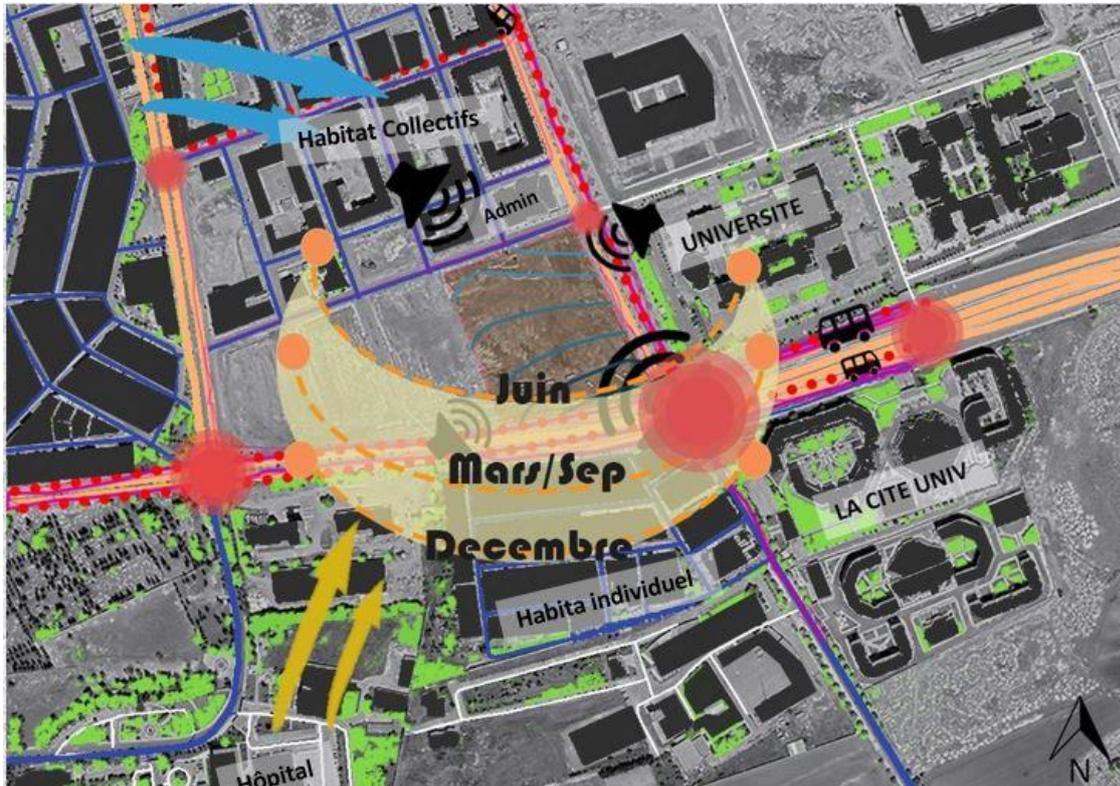


Figure 107. Carte de Synthèse de l'analyse du site

Source : Google Earth traité par l'auteur

### Conclusion :

Ce chapitre a présenté l'analyse du site qui a suivi l'analyse urbaine de la ville. Par conséquent, sur la base de l'analyse finale, la programmation sera basée sur les potentiels et les faiblesses du site, en particulier les besoins de la ville sont plus définis ; tous ces critères aideront au fonctionnement de la programmation de l'architecture dans le prochain chapitre.

**Chapitre IV : Approche architectural (programmation,  
Genèse et Aspect technique du projet)**

## **Introduction :**

Ce chapitre comprendra la phase de programmation , l'adéquation entre les exigences du site et le programme de base, afin d'établir un programme quantitatif et qualitatif, pour définir l'architecture du projet; en terme fonction, activité, surface, capacité d'accueil , etc. toujours en liaison avec le système constructif d'autre part une approche qui consiste à choisir et justifier les différents choix de techniques de construction qui permettent à concrétiser la réflexion architecturale de mon projet . Dans le cas de mon projet, les nouvelles technologies d'industrialisation viennent pour répondre aux besoins de rapidité de réalisation et d'économie enfin un confort adapté aux exigences nécessaires au bon fonctionnement de l'équipement.

### **17. 1. Programmation :**

#### **1.1 Elaboration du programme :**

**Quoi ? :** Centre socioculturel de formation, développement et de rencontre

**Pour qui ? :** Les différents usagers :

Le grand public, Les jeunes et les étudiants, Les artistes, dessinateur, musiciens, La catégorie âgée et les enfants, Administrateurs (directeurs, gestionnaire, comptable, secrétaire, aide administratif.) Personnels de coordination : programmeurs, guides, Personnels d'entretien et de services.

**Pourquoi ? :**

Une vocation socioculturelle pour la ville, Répondre aux besoins de la population jeune de la ville.

**Où ? :** Ain Temouchent.

**Comment ? :** Adopter un système constructif industrialisé, le meilleur choix structurel ; Proposer des solutions architecturales et techniques

#### **1.2 Détermination des fonctions du projet :**

Selon l'analyse des exemples thématiques et leur programme fonctionnel, et aussi l'analyse du contexte phasique et urbain de la ville de Ain temouchent

**Fonction d'accueil :** accueil, notification et orientation des visiteurs et usagers. Fonction de communication et d'expression : constitue la fonction principale du centre et peut accueillir des activités culturelles.

**Fonction de Formation et Apprentissage :** qui a une relation avec les étudiants et la population jeune de la ville, Permettre d'acquérir des connaissances professionnelles et d'enrichir des compétences à travers des activités éducatives (éducation, apprentissage,

observation, test, répétition et imitation et évaluation) dans un espace de travail adapté. L'espace où les individus trouvent par eux même les moyens d'élargir leurs connaissances Acquises dans les différents domaines

**Fonction de l'interaction social et échange culturel :** dédié au grand publique de la région Permet les échanges social, animation, expression, Evènement, conférences, audio-visuel, publication et la découverte des différents domaines culturels.

**Divertissement et loisir :** une fonction avec un rôle attractif pour inviter les gens à utiliser l'équipement elle renforce l'ensemble des fonctions. Elle implique les activités de détente, de sport, de jeux, et de récréation. Elle Augmente la qualité des services proposés sur place.

### 1.3 Organigramme fonctionnel :

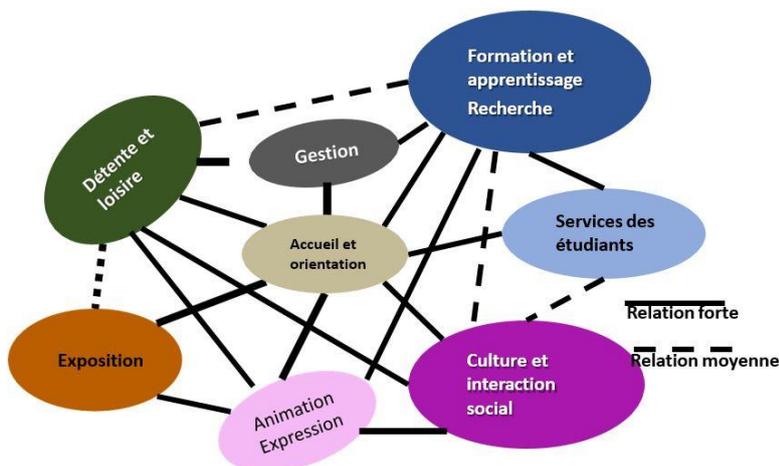


Figure 108. Organigramme fonctionnel

Source : L'auteur

### 1.4 Organigramme spatial :

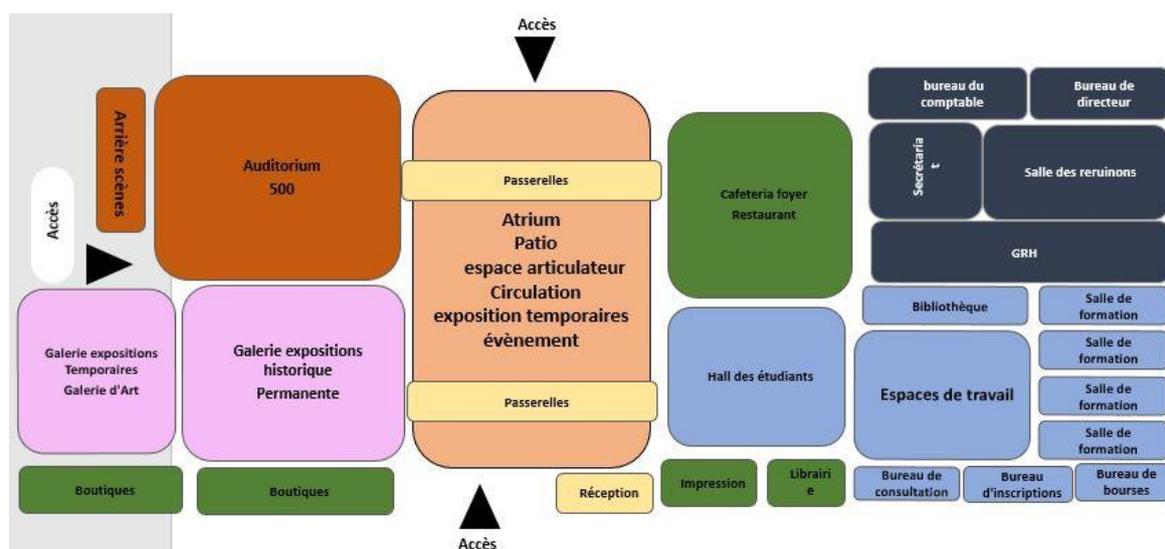


Figure 109. Organigramme spatial

Source : L'auteur

**Tableau 7. Programme Spécifique**

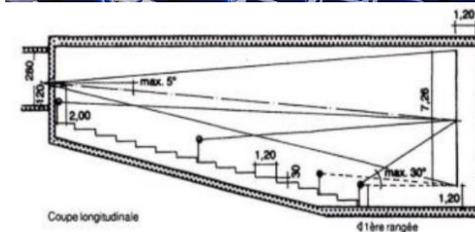
Fonction	Sous fonction	Espace	Surfaces	Exigence/Norme/Système constructif
Accueil	Orientation Information	Hall d'accueil	150 m <sup>2</sup>	300m <sup>2</sup> Double hauteur Ossature en acier
		Réception	20 m <sup>2</sup>	
		Espace d'attente	30 m <sup>2</sup>	
		Salon d'honneur	25 m <sup>2</sup>	
		Sanitaires	30 m <sup>2</sup>	
Gestion et coordination	Administration	Bureau Directeur	20 m <sup>2</sup>	230 m <sup>2</sup> Isolation phonique Panneau sandwich Eclairage et confort thermique Vitrage double couche Protection solaire intérieure et extérieure
		Secrétariat	20 m <sup>2</sup>	
		Bureau de comptable	20 m <sup>2</sup>	
		Archives	15 m <sup>2</sup>	
		Salle de réunions	30 m <sup>2</sup>	



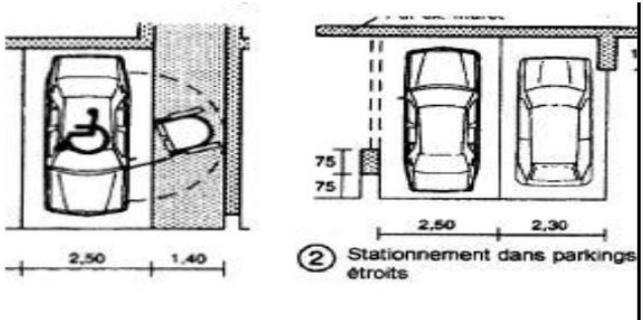
		GRH	20 m <sup>2</sup>		- espaces de travail
		Salle Sécurité, Bureau Télésurveillance	40 m <sup>2</sup>		
		Sanitaires	15 m <sup>2</sup>		
<b>Formation et apprentissage</b>	Formation des étudiants Langues Informatique Artistique Services des étudiants Recherche Documentation Rassemblements Entreprenariat	Hall étudiants	200 m <sup>2</sup>	780 M <sup>2</sup>	- Petits portés - Structure métallique en profilé type I
		Salle de formation	40 m <sup>2</sup>		
		Ateliers	50 *3 m <sup>2</sup>		
		Espaces de travail et études	120 m <sup>2</sup>		
		Bureau d'inscription	25 m <sup>2</sup>		
		Bureau consultations orientations	25 m <sup>2</sup>		
		Bureau de bourses	25 m <sup>2</sup>		
		Bureaux des clubs, association	70 m <sup>2</sup>		



			Stockage	30 m <sup>2</sup>		
			Sanitaires	25 m <sup>2</sup>		
<b>Culture et interaction social</b>	Rencontres et échanges expression Animation Conférences Evènements	et	Hall multifonctionnelle	400 m <sup>2</sup>	1300 m <sup>2</sup>	<p>Des espaces à grandes capacité d'accueil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventilation controlée, Isolation acoustique</li> <li>- Des grandes portée</li> </ul> <p>Utiliser un système mixte d'ossature en acier et de panneau isolé en bois avec des cadre métallique préfabriqué et un plancher collaborant adapter au système de ventilation pour répondre aux exigences techniques</p>
			Salle de spectacle	500 m <sup>2</sup>		
			457 places			
			Scène	100 m <sup>2</sup>		
			Arrière scène			
			Loges, salon d'honneur	300 m <sup>2</sup>		
			Vestiaire, sanitaires			
			Dépôt			
			Régies	40 m <sup>2</sup>		
			Stockage	30 m <sup>2</sup>		
Sanitaires	30 m <sup>2</sup>					



<b>Exposition</b>	Permanent et temporaires	Galerie exposition des carrières et réussite des étudiants	200 m <sup>2</sup>	1400 M <sup>2</sup>	 
	Exposition sur l'historique de la ville	Galerie expositions Historiques	400 m <sup>2</sup>		
	Stockage	Galerie expositions Temporaires	400 m <sup>2</sup>		
		Galerie d'Art	300 m <sup>2</sup>		
		Stockage	30 m <sup>2</sup>		
		Sanitaires	20 m <sup>2</sup>		
<b>Détente et Loisirs</b>	Divertissement	Foyer + Cafeteria	100 m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patio</li> <li>- Mobilier urbain</li> <li>- Aménagement Paysager</li> </ul> 	
	Attraction	Kiosque, magasin	20 *3 m <sup>2</sup>		
	Consommation	Librairie, Impression	25 m <sup>2</sup>		
	Commerces	Garderie d'enfant	40 m <sup>2</sup>		
		Placette, esplanades			

		Aménagement extérieure			
<b>Technique</b>	Locaux	Local électrique	30 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>	CES -CFO, CFA - Normes de la protection incendie - Alimentation en AEP - Système HVAC - Prendre en compte Le passage des gaines et les câbles et les tuyaux - Faux plafond
	Technique	Local Mécanique	60 m <sup>2</sup>		
	Locaux d'entretiens	Local d'eau	40 m <sup>2</sup>		
	Services	Local Data	20 m <sup>2</sup>		
		Local Marchandises	20 m <sup>2</sup>		
		Local d'entretien	50 m <sup>2</sup>		
		Sanitaires	15 m <sup>2</sup>		
<b>Stationnement</b>	Parking	Parking public	70 places	800 m <sup>2</sup>	
		Parking pour personnel	15 places		
		Parking PMR	4		
		Déchargement	1		

## 18. 2. La Genèse du projet :

### 2.1 Principe de design du projet :

Le projet est considéré comme un système qui relie une variété des sous-systèmes. À fin d'organiser les informations générées par l'analyse du site et son environnement et les programmes et les exigences fonctionnelles et spatiales et techniques relatives au type de projet, l'accent sera mis sur la structure préfabriquée hors site et l'enveloppe du bâtiment qui a une relation avec l'aspect bioclimatique ; ensuite les CES en rapport avec la configuration architecturale du bâtiment « **Architecture des systèmes** »

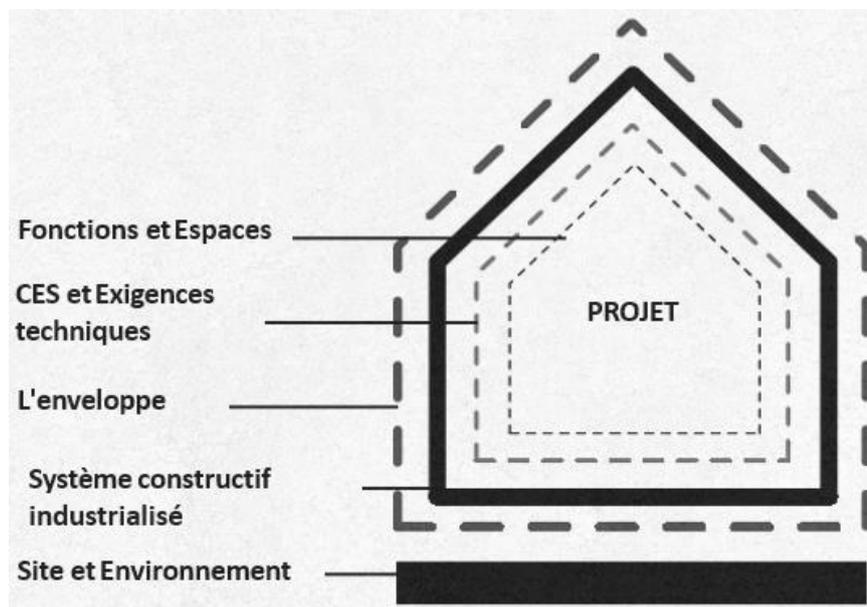


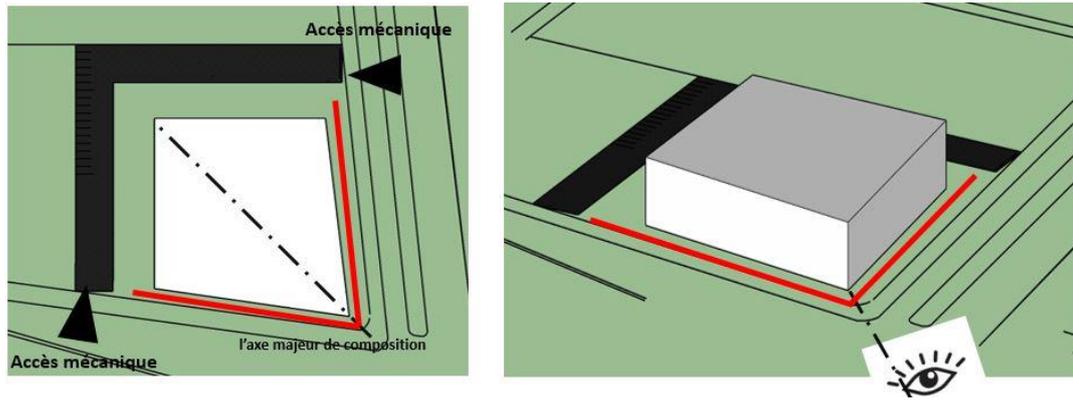
Figure 110. Schéma de principe de design du projet

Source : L'auteur

### 2.2 Evolution de la forme du projet 2d/3d :

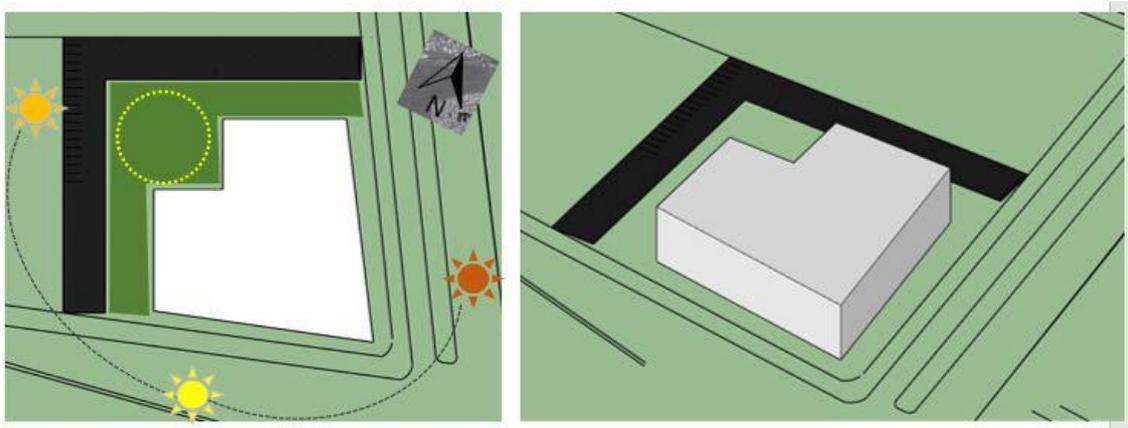
#### Etape 01 :

**Placés 2 Accès mécanique :** Pour des raisons d'accessibilité au projet à partir des voies mécaniques au cotés East est le coté sud pour faciliter l'accessibilité des véhicules., Commencer par Une forme régulière de départ implanter selon L'axe majeur de composition assure une forte visibilité du projet depuis Le point de tension Une forme qui assure la continuité des façades urbaines donnant sur les deux voies principales



### **Etape 02 :**

Une soustraction du volume pour crée une grande placette publique, Un aménagement extérieur comporte des aires de détente situé à l'intérieur du site orienter vers l'Ouest bien ensoleillés pour que la communauté, les étudiants et les visiteurs depuis le parking puissent en profiter



**Figure 112.** Etape 02 de la conception

### **Etape 03 :**

Créer 3 Accès publique 02 principales à partir du côté EST en contact avec l'Université et depuis le parking et l'espace public extérieure un 3ème accès secondaire sur le côté sud du projet pour isoler l'espace muséale , et dans le but rentabiliser le projet en termes d'accueil et améliorer la perméabilité et la circulation intérieure et extérieure

Un espaces centrale multifonctionnelles est immerger qui sert à connecter l'espace public extérieure et intérieure, aussi assure la relation spatial et fonctionnelles entre les 03 blocks bâtis

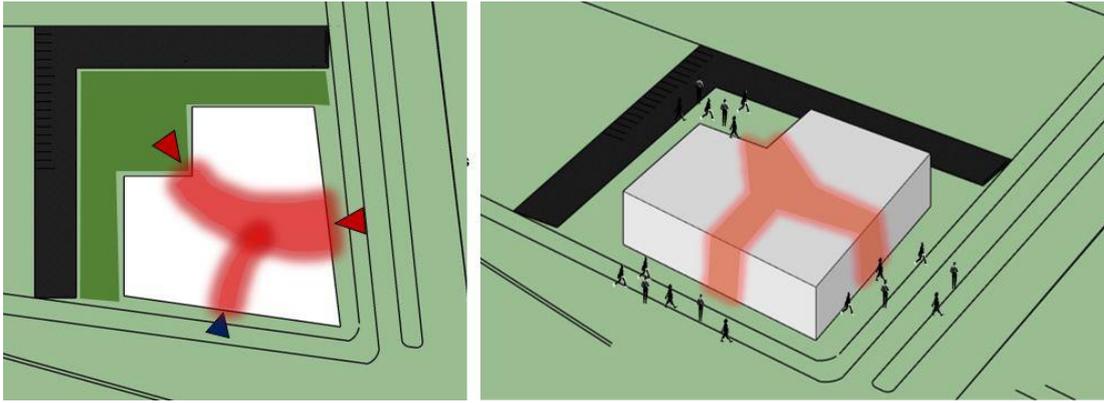


Figure 113. Etape 03 de la conception

#### Etape 04 : Zoning

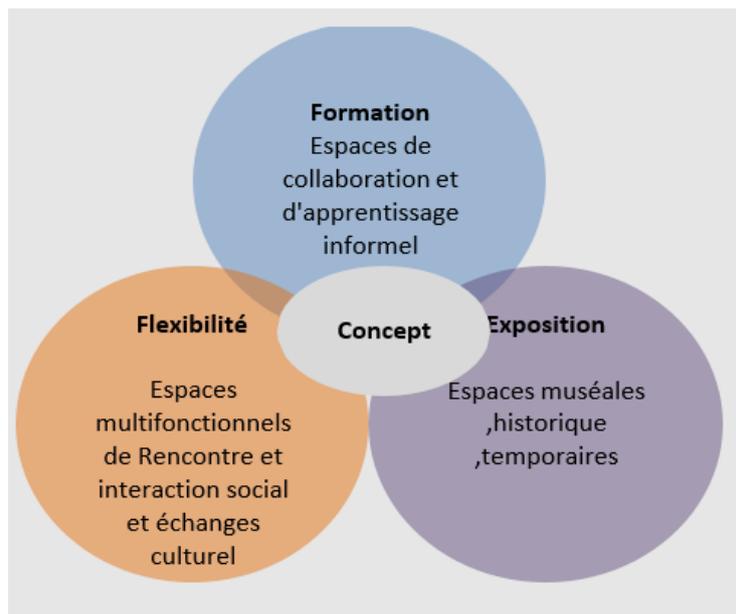
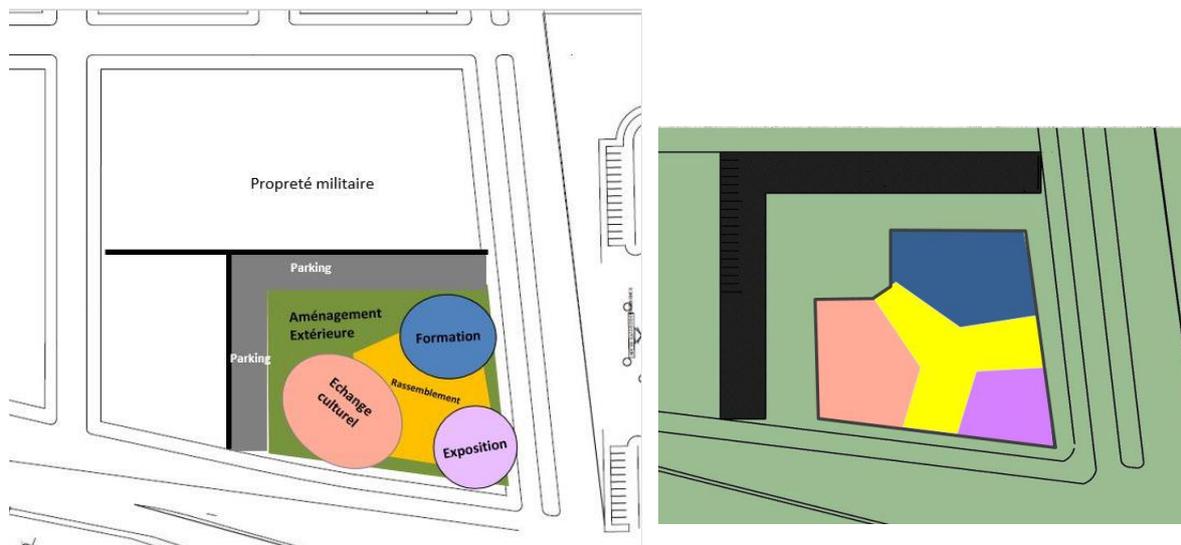


Figure 114. Le principe fonctionnel du projet

Source : l'auteur

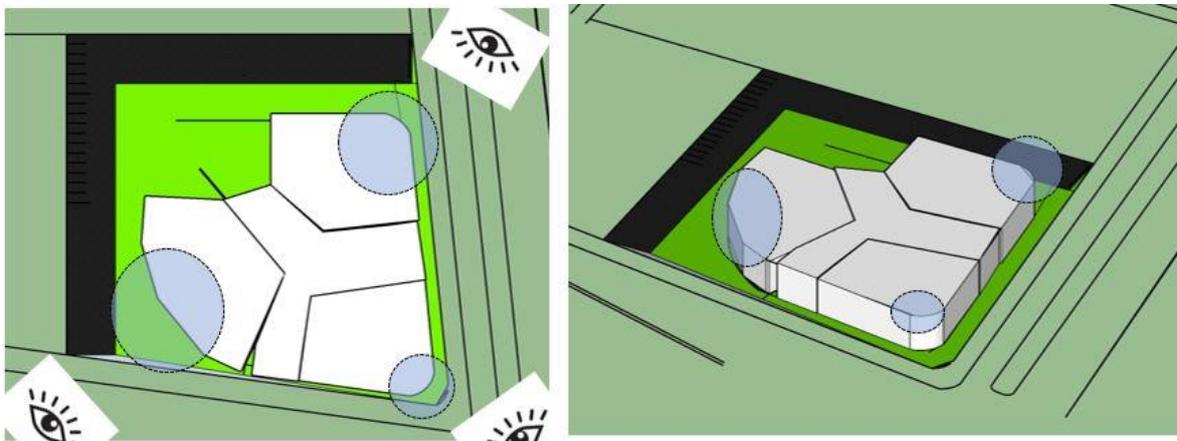
placers les espaces de formation des étudiants et l'administration dans le côté nord le plus calme et moins bruyant du site , et les espaces d'animation de spectacles et d'échanges culturel à côté du parking pour la réception d'un nombre important des visiteur , placer les espaces d'exposition dans l'angle de vue important à cause du gabarit faibles de cette fonction pour assurer un aspect visuel un espace centralisé multifonctionnelle pour que les gens se rassemblent , se rencontrent et échangent leur idée et culture et sert aussi à un espace d'expositions temporaires



**Figure 115.** Le Zoning sur le site

**Etape 05 :**

Façonner et modifier les angles de vision importants du volume en forme radial pour Garantir un aspect visuel à l'échelle humaine



**Figure 116.** Etape 05 de la conception

**Etape 06 :**

**Ajuster les gabarits selon L'injection du programme** Le gabarit de chaque bloc et déterminer par un volume programmatique qu'il est généré par la capacité d'accueil les surfaces et les exigences technique de chaque fonction

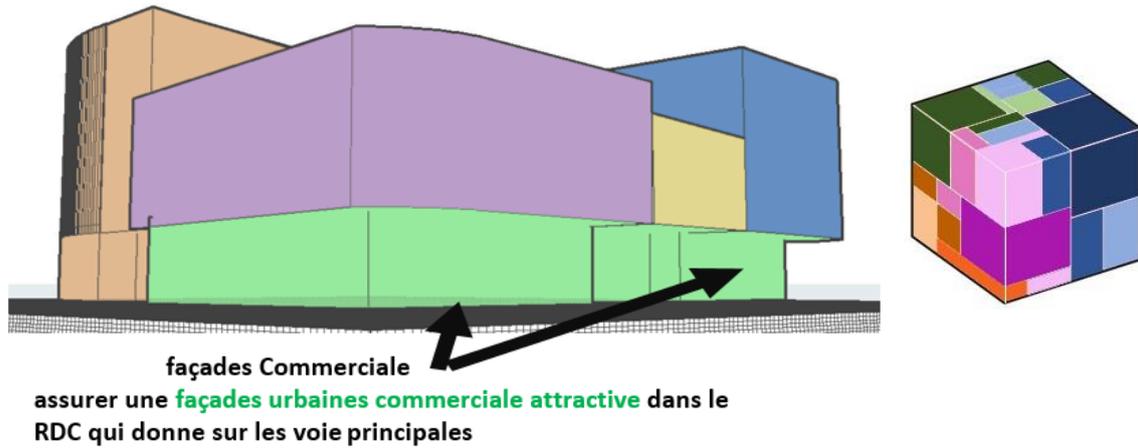


Figure 117. Les gabarits selon Le Volume Programmatique

Créer des recule sur les façades qui donnent sur les voies mécaniques pour marquer les entrées principales

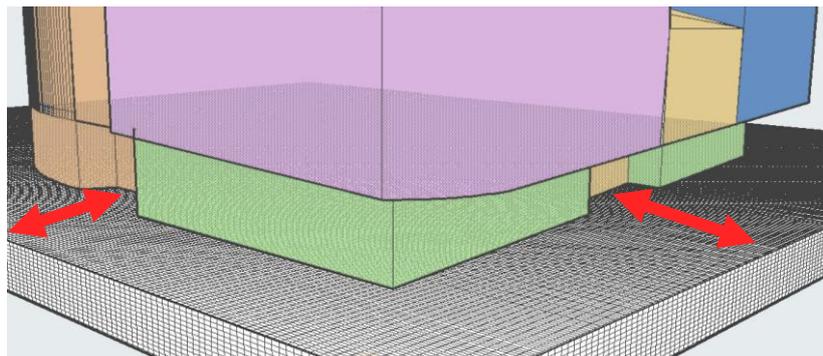


Figure 118. Etape 07 de la conception

**Etape 07:**

La ville de Ain Temouchent est très connue par son grand littorale et sa richesse maritime le but est de créer un effet de mouvement aléatoire, unique en reprenant la forme d'une vague, Un toit ondulé évoque le mouvement marin, dans le but de créer une attraction touristique populaire et un point de repère dans la région.

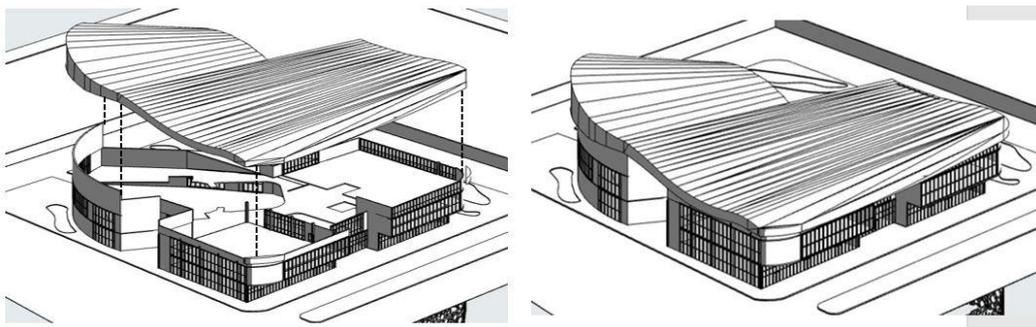
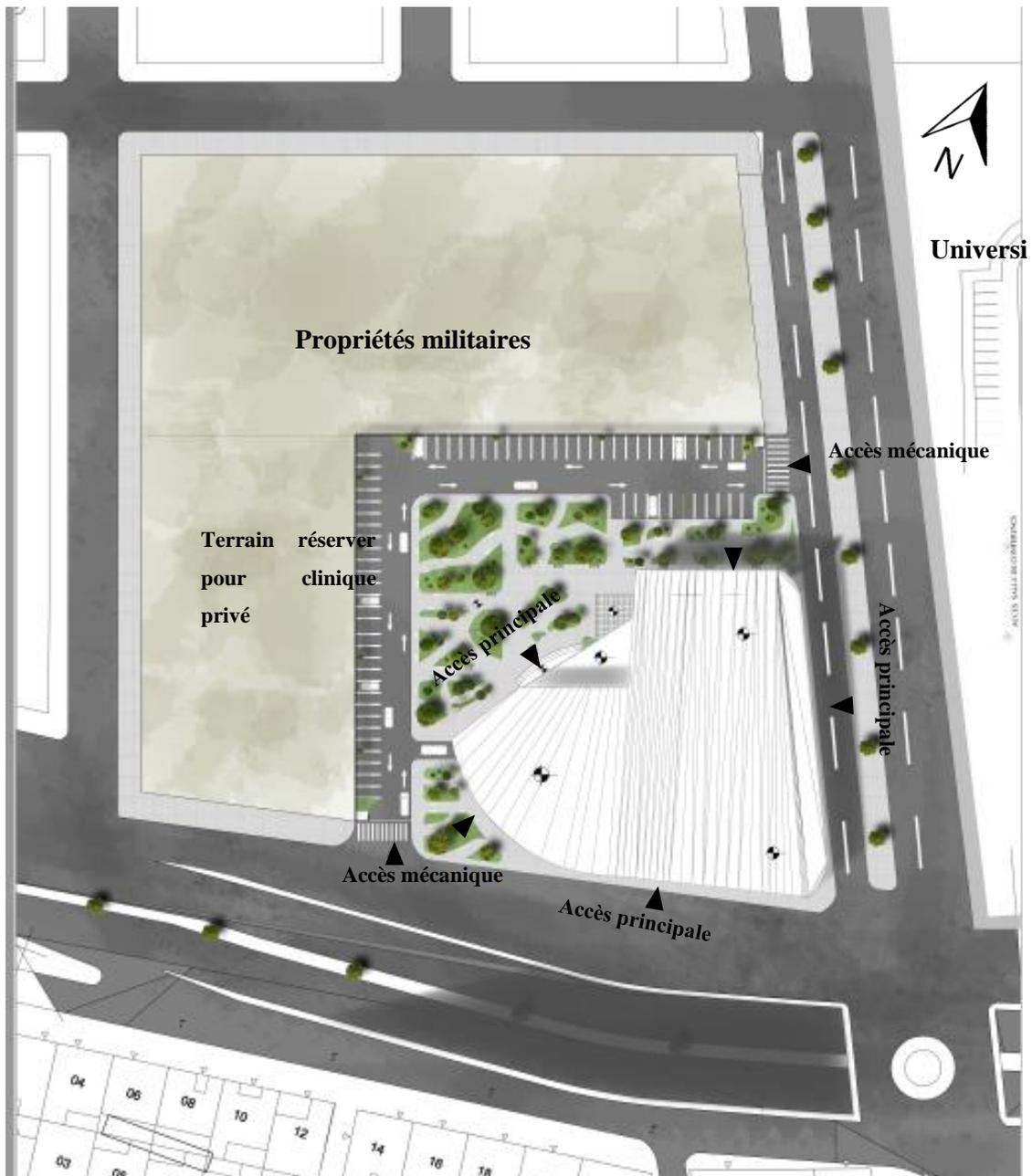


Figure 119. Etape 07 de la conception

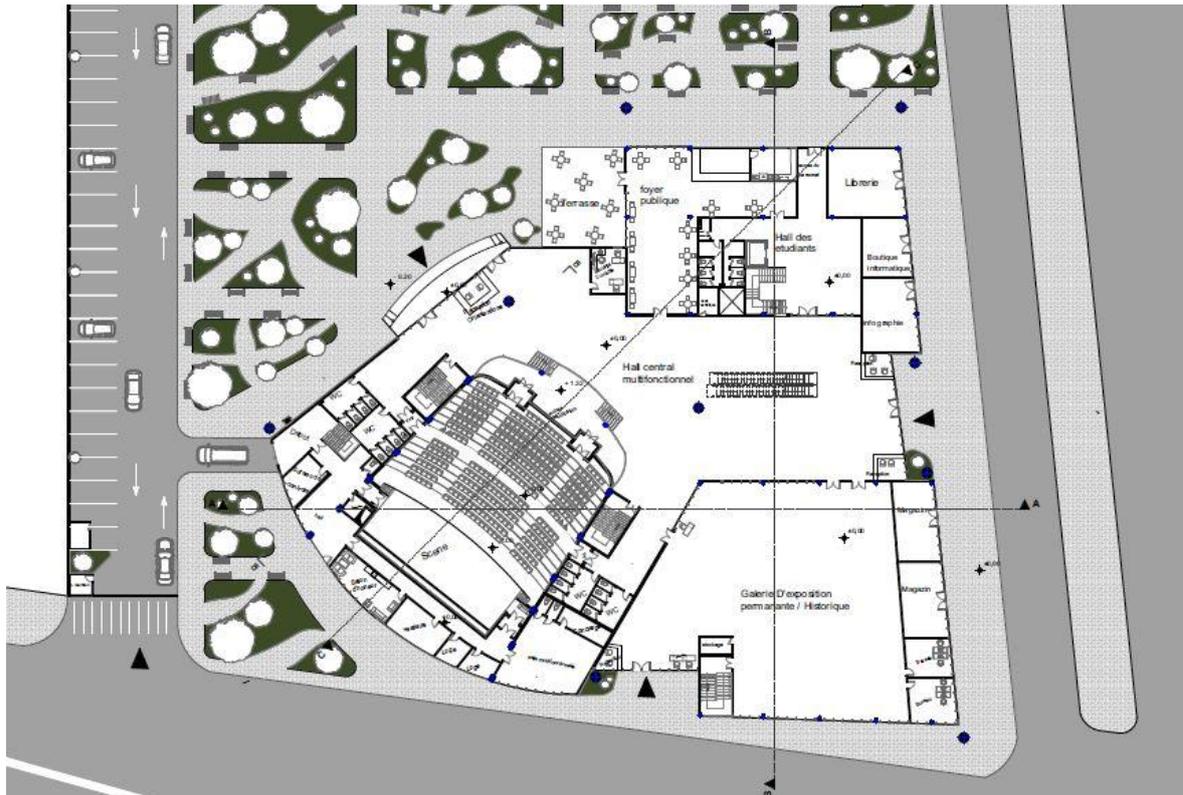
## 2.3 Descriptif des plans :

### Plande De Masse :



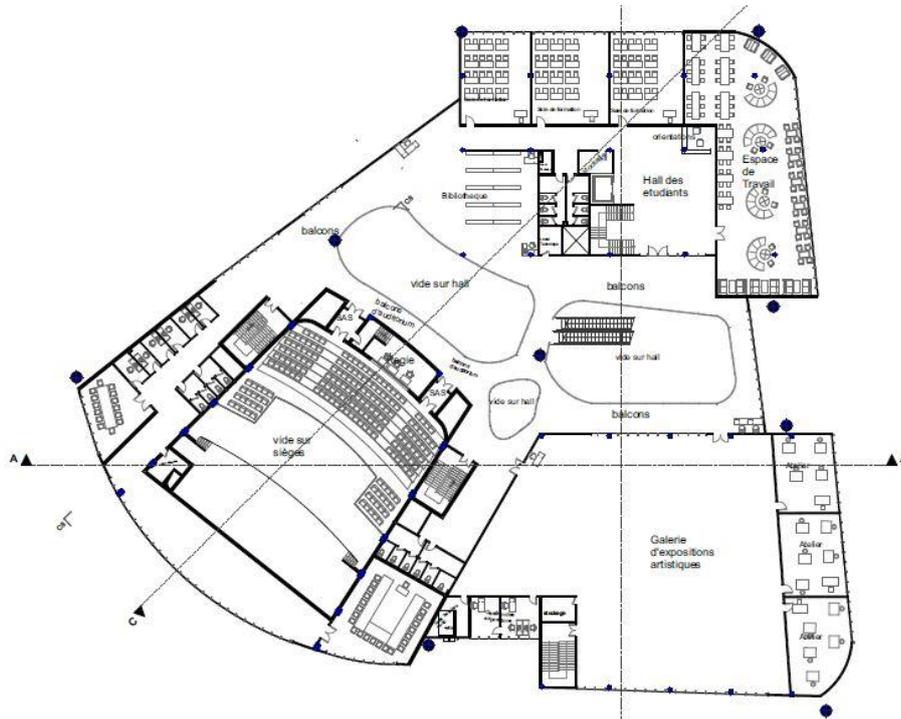
Le Rez De Chaussé du projet est accessible au public à partir de trois accès afin de rentabiliser le projet en termes d'accueil et améliorer la perméabilité et la circulation intérieure et extérieure ; un accès principal côté EST en contact avec l'Université et un accès sur le côté sud qui donne sur la voie à forte circulation piétonne un 3ème accès principale depuis le parking et l'espace public extérieure, deux accès secondaires pour personnel et technique , Il existe deux accès mécaniques qui donnent sur la voie mécanique principale

### Le Rez De Chaussé :



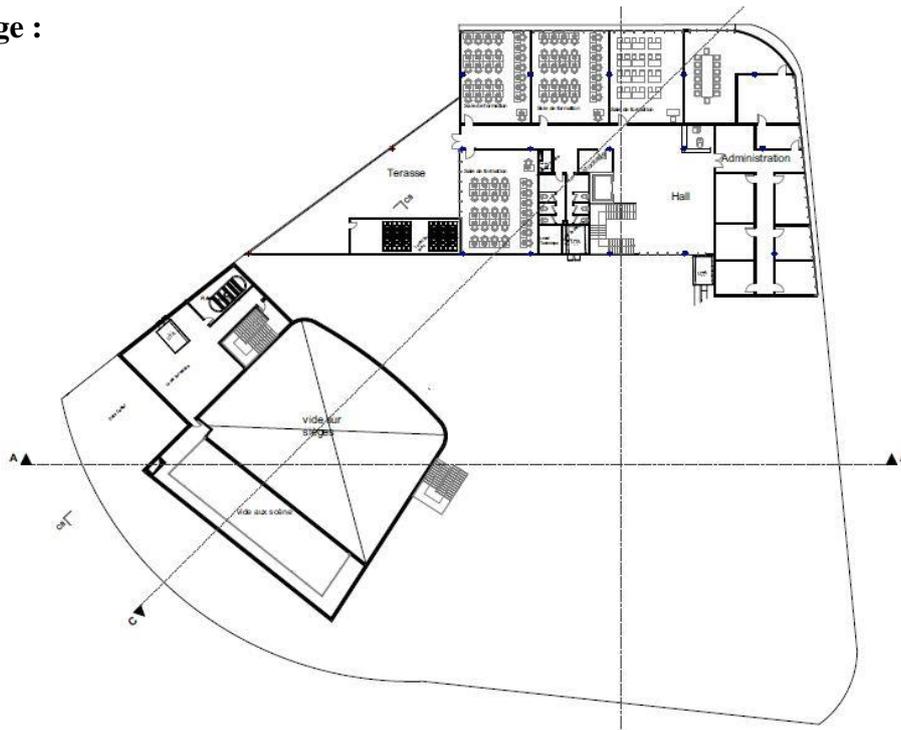
Pour ce qui est de la partie Rez de chaussée : Une façade commerciale attractive renforce le manque d'activités commerciales, une fois accédé au centre, on trouve un large hall d'accueil multifonctionnel accompagné par un coin de réception et de contrôle avec deux escalators pour faciliter la circulation des visiteurs. On trouve Un foyer public comme espace de consommation adjacent à la placette publique ; le RDC contient aussi un Auditorium polyvalent pour des spectacle des conférence, animation des pièces théâtrale aussi la projection audio visuel avec l'espace technique arrière scène et un salon d'honneur, sur le côté sud il ya Une galerie exposition comme un espace muséale pour que les visiteurs puissent mieux connaître l'histoire et la culture de La ville, Chaque bloc avec son propre escalier.

## 1er étage :



Il contient un pôle de formation Destiné aux étudiants des espaces de formation, des salles de formation et un grand espace de travail aussi une petite bibliothèque, Un espace d'entreprenariat, Des salle de réunions et des espaces bureautiques, pour les club, les association et les étudiants, il existe une galerie d'exposition artistique en relation avec des atelier d'Art et d'artisanat, On trouve aussi les accès des balcon d'auditorium ; Tous les espaces de l'étage sont liées avec des passerelles et donnant sur des balcons pour voir ce qui se passe dans le rdc .

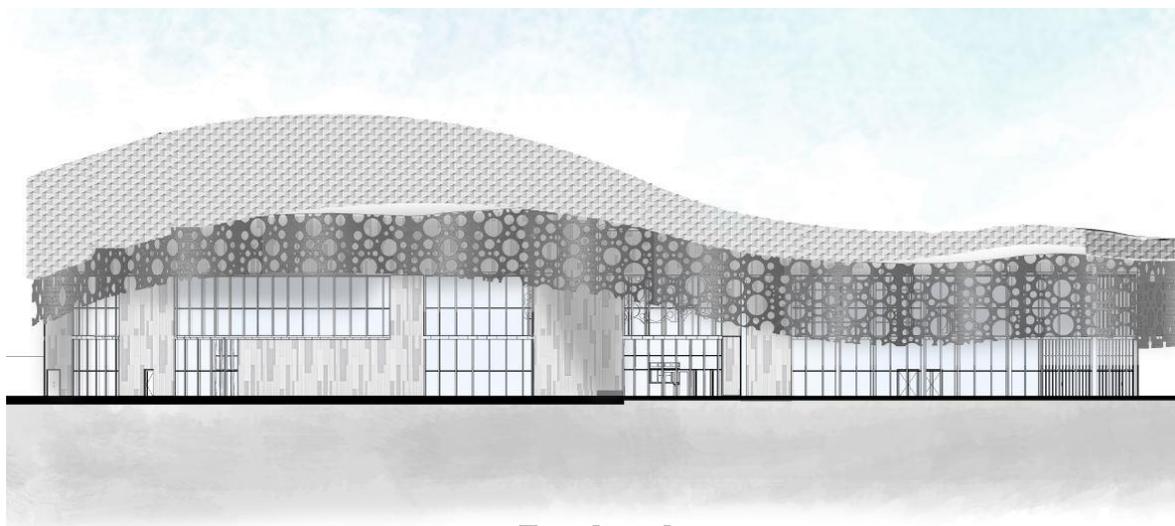
## 2eme étage :



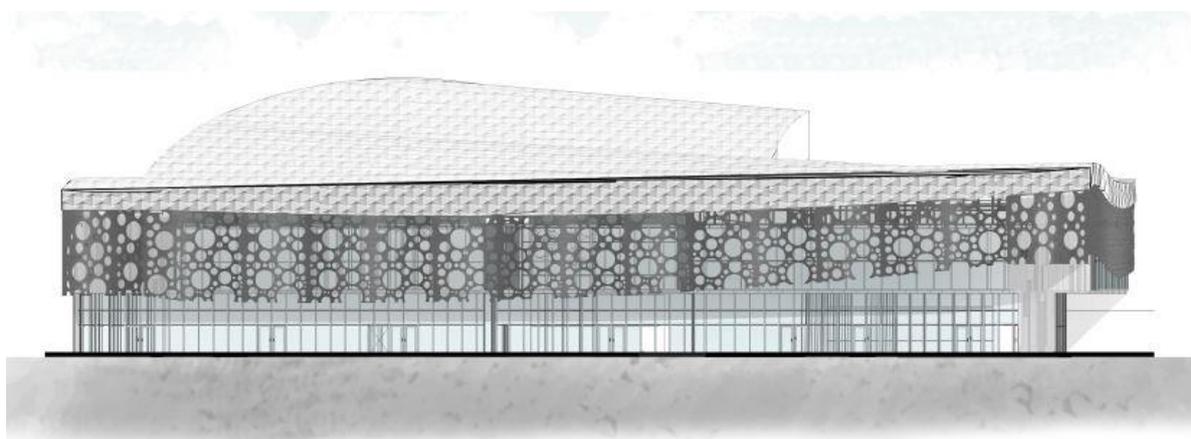
Le 2<sup>ème</sup> étage comporte aussi des salles de formation et des salles cours et on trouve aussi l'administration accompagné avec des bureaux de services des étudiants avec une terrasse pour les moments de pause, et aussi l'espace technique

#### **2.4 Le principe de façades :**

Le principe de façades et d'intégrer un design qui contient des courbures dont le but est de fournir un aspect très mobile et dynamique attirent immédiatement le regard ; la façade contient des éléments alvéolés destinés à protéger l'intérieur de projet du soleil en créant une cavité en double couches, aussi ils sont également utilisés pour un but esthétique et décoratif



**Façade sud**



**Façade est**

## 2.5 Les vues en 3D









### **19. 3. L'Aspect technique et les Technologies utilisées :**

Cette partie inclura la sélection des procédés techniques industrialisés utilisés dans le projet, les systèmes constructifs et les matériaux et technologies impliqués dans la production architecturale, qui permettront de concrétiser le projet d'un état théorique à un état réel.

#### **3.1 Les systèmes constructifs :**

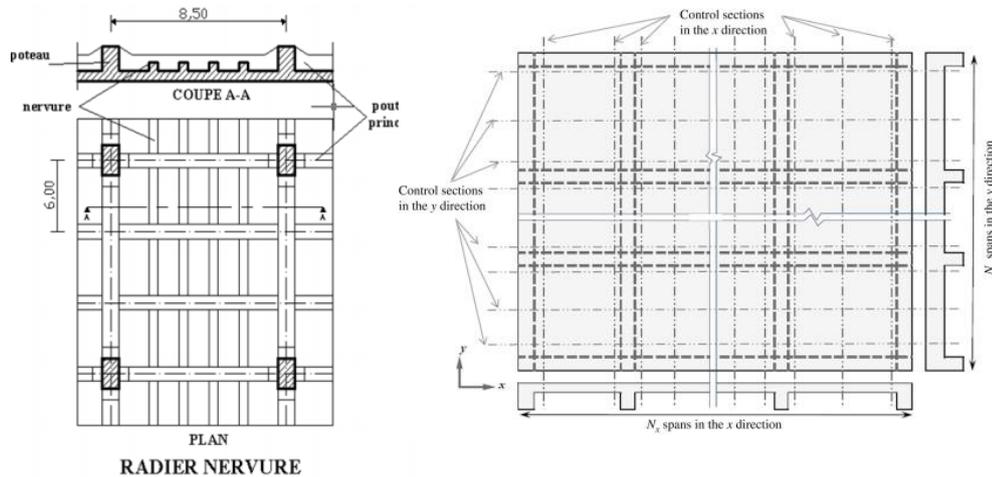
##### **A . L'infrastructure :**

##### **Radier nervurer Préfabriqué :**

Le radier préfabriqué est un radiers nervuré constitué de poutres et de poutrelles croisées fabriquées hors site et, soit sous forme finie, soit avec une coulée supplémentaire de béton. Ils peuvent être fabriqué en béton armé conventionnel ou béton précontraint L'avantage d'avoir des nervures intégrées à la dalle c'est qu'il fallait moins de coffrage ; Le système radier nervurer Préfabriqué en béton est une structure en dalles renforcées conçues pour satisfaire à une gamme importante des charges et de portée dans un bâtiment.<sup>77</sup> Il Peut s'étendre dans une direction (sens unique) ou dans les deux sens (bidirectionnel) d'une baie structurale. Les radier sont principalement constitués de béton, bien que d'autres matériaux tels que des treillis en acier ou des barres d'armature soient également incorporés pour ajouter

<sup>77</sup> <https://build.com.au/ground-level-concrete-slab-subfloor>

de la résistance ; pour améliorer la stabilité, la dalle repose généralement sur une couche de sable de construction et nécessitera un isolant.<sup>78</sup>



**Figure 120.** Radier nervurer Préfabriqué

**Source :** <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/floor-slab>

Le site doit être d'abord gratté, nivelé et décapé dans le sol, en le rendre aussi plat que possible. Ensuite, des coffrages sont mis en place sur les bords de radier pour empêcher le béton de s'étendre. Des tranchées sont creusées sur les bords pour toutes les poutres de raidissement, et du sable de pour recouvrir le site et empêcher l'humidité de s'élever à travers le plancher ; Les composants préfabriqués du radier et sont ensuite mise en place avec un travail de chantier réduit.<sup>79</sup>

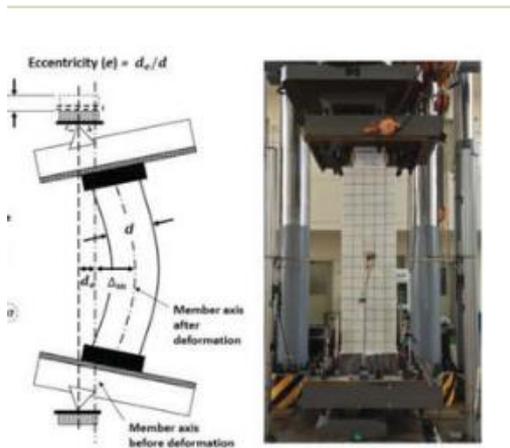
## B. La superstructure

### Les poteaux composites :

L'utilisation des poteaux composites à haute résistance et très demander dans le développement des techniques de construction des bâtiments et surtout pour la structure de longue portée. Afin d'améliorer la capacité structurelle et la rentabilité, l'efficacité et la vitesse de montage le poteau composite préfabriquée en acier et béton (PSRC) a été utilisée, il se compose d'une section métallique en I au centre du poteau, puis les barres longitudinales et les tirants sont placés sur le chantier de construction. Essai structurel est faite en usine, en effectuant une analyse et des tests à l'aide du logiciel numérique les résultats détermine, La charge – déformation les détails du poteau composite préfabriqué (Figure 122)

<sup>78</sup> <https://www.renovate.org.nz/1970s/foundations-and-subfloors> consulté le :04 aout 2021

<sup>79</sup> <file:///C:/Users/sony/Downloads/EXPRESS-Foundations-Install-Guide.pdf>



**Figure 121.** Essai structurel

Source : <https://www.intechopen.com/chapters/61413>

**L'ossature du projet :**

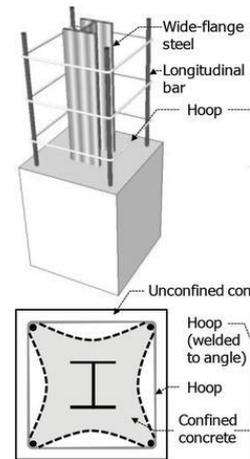
L'ossature du projet le bâtiment est divisé en trois blocs principaux :

**Bloc de formation :**

des portées de 8 m une Structure métallique avec des poutre en âme pleine en I et des Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées un plancher collaborant préfabriquées est formé par la combinaison entre des Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées en béton reposant sur des poutres métallique en âme pleine en I ; les connexions structurelles entre la dalle de plancher intermédiaire et la poutre sont faite par boulonnage .en remplissant les joints entre les éléments de plancher individuels avec du béton, un élément structurel composé est créé ; Les propriétés structurelles de ce plancher sont équivalentes à celles d'une une construction composite .

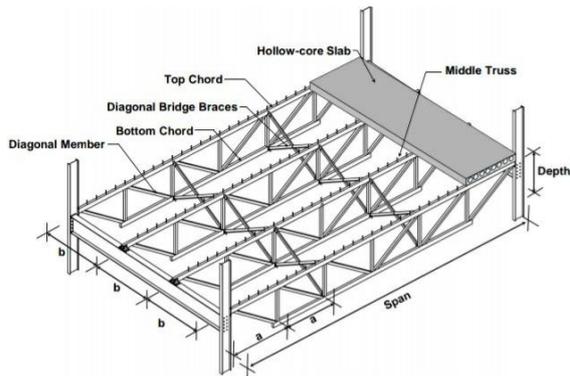
**Bloc d'expositon :**

portées de 25 m une Structure métallique avec des poutre en treillis et des Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées ,le plancher composites utilisent un bardage métallique, qui s'étend entre l'acier secondaire poutres généralement espacées entre 2,5 et 3 m de centre, les Dalles alvéolaires précontrainte préfabriquées en béton reposant sur Le bardage en métal qui agit à la fois comme coffrage perdu pour le béton, éliminant le besoin de fournir étais et comme armature de traction pour la dalle ; L'utilisation des poutres en treillis dans le système de plancher composite structural permettent des portées beaucoup plus longues; Portée maximale pour le plancher fermes est d'environ 30m ; Les fermes sont reliées via des connexions boulonnés.



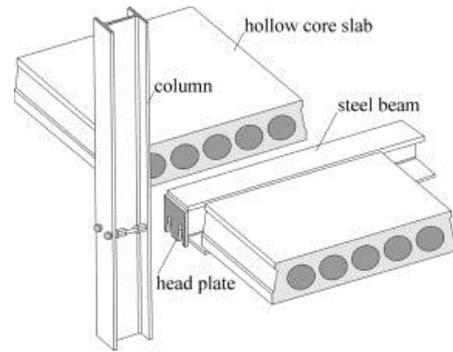
**Figure 122.** le poteau composite préfabriquée en acier et béton (PSRC)

Source : <https://www.intechopen.com/chapters/61413>



**Figure 124.** Structure métallique en treillis et des Dalles précontrainte préfabriquées

Source : <https://www.chegg.com/1-design-brief-hollow-core-floor>



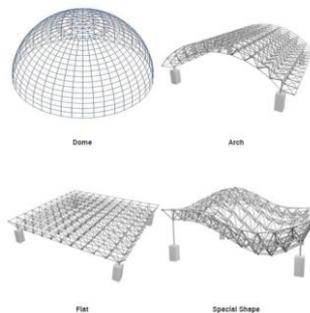
**Figure 123.** Plancher collaborant (dalle alvéolaire en béton préfabriquée)

Source : Engineering Structures, February 2009, Pages 551-559

Ce système de construction est très avantageux dont l'exécution est achevée de façon plus rapide, économique et d'une grande perfection et il est particulièrement recommandé pour les bâtiments à structure métallique dont les dimensions et les portées sont relativement importantes. Les autres espaces le bloc d'auditorium et le grand hall centrale multifonctionnel qui ne contiennent pas d'étage intermédiaire leur structure et assurer par les murs structurants en béton armé et une couverture métallique tridimensionnelle

### Structure tridimensionnelle :

La structure tridimensionnelle est une sorte de structure spatiale. C'est un système qui inclut l'industrialisation générale et la structure métallique ; légère et rigide cette structure et autoportante peut être utilisée pour couvrir de larges zones avec peu de supports intérieurs (figure 126). La structure métallique tridimensionnelle offre d'énormes possibilités géométriques (figure 127) au niveau architectural, ce qui leur permet non seulement de s'adapter à diverses infrastructures, mais reflète également une image esthétique spécifique<sup>80</sup>



**Figure 125.** possibilités géométriques

Source : <https://www.safsteelstructure.com/news/the-scope-of-application-of-space-frame-steel-structure/>



**Figure 126.** Support de la structure tridimensionnelles

Source : <https://hindustanalexlimited.wordpress.com/2019/02/20/types-of-space-frames/>

<sup>80</sup> <https://www.lfspaceframe.com/news/characteristics-of-large-span-space-frame-structures> consulté le :04 aout 2021

### Membrane en PTFE :

L'enveloppe de la structure spatiale est faite avec une membrane de fibre de verre PTFE conçue pour un entretien minimal, cette membrane est tendue sur la structure spatiale métallique pour donner au toit sa silhouette ondulante et créer une texture sur toute sa surface ; ce matériau laisse entrer la lumière naturelle tout en offrant une excellente protection contre le soleil et la pluie.<sup>81</sup>

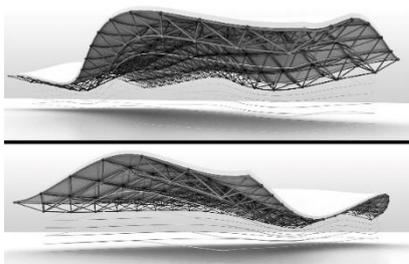


Figure 128. L'enveloppe de la structure spatiale

Source : Google Images



Figure 127 . membrane de fibre de verre PTFE di stade Stade Vélodrome à Marseille

Source :<http://www.scau.com/fr/project/stade-velodrome>

### C. Les Murs :

#### Les panneaux sandwichs :

Les panneaux sandwichs ou panneaux Composites structurels (SIP) sont constitués de deux couches d'un matériau rigide collées de chaque côté d'un noyau léger. La combinaison des composants donne offrent des qualités de résistance des matériaux, d'isolation thermique, de résistance à l'eau, de résistance au feu, d'isolation phonique et d'esthétique architecturale, cependant, ils sont également utilisés pour créer des enveloppes internes isolées, des panneaux de plafond, des cloisons et pour les murs de compartiment résistants au feu, Les cloisons séparative et Les cloisons de distribution humide<sup>82</sup>

#### Les murs structurants préfabriqué en béton :

Les prémurs offrent une solution simple et économique, Ils peuvent être installés très rapidement sur chantier, avec un minimum de finitions. Une section totale monolithique portante est ainsi Les principaux avantages des prémurs dans une construction sont la rapidité de montage et la qualité de finition

Figure 129. cloisons de distribution humide BA 13 Hydrofuge

Source : Google images



#### Les murs-rideaux :

<sup>81</sup> Viginie Pavie , « Couverture du Vélodrome : un complexe métallo-textile » ,Publié le 08/07/2013

<sup>82</sup> [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Sandwich\\_panel](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Sandwich_panel) consulté le :04 aout 2021

Les murs-rideaux peuvent être divisés dans les catégories générales suivantes selon leurs méthodes de fabrication et d'installation : systèmes de cadres et systèmes modulaires Dans le système de cadre, le cadre du mur-rideau et le panneau vitré ou opaque sont installés et reliés. Dans le système unitaire, le mur-rideau est composé de grandes unités, assemblées et vitrées en usine, transportées sur le site et fixé sur le bâtiment. Les montants verticaux et horizontaux des modules s'emboîtent avec les modules adjacents. Les modules sont généralement construits en une couche, mais peuvent contenir plusieurs modules. L'unité typique est 2 m de large.



**Figure 130.** murs rideaux facade vitrée

**Source :** Google Images

#### **D. Second oeuvre**

##### **Les Escaliers :**

L'emploi de dalles en escalier préfabriquées se traduit par un gain de temps important et par une diminution considérable de la main-d'œuvre ainsi que des coûts associés. Les escaliers sont fabriqués dans des différentes épaisseurs et largeurs en fonction des besoins de chaque projet.

##### **L'Escalator :**

Un escalator est un escalier mobile qui transporte les personnes entre les étages d'un bâtiment ou d'une structure. Il se compose de marches électriques connectées séparément sur une piste, qui circulent sur une paire de pistes pour les maintenir à niveau. L'escalator a la capacité de transporter un grand nombre de personnes. Ils peuvent être placés dans le même espace physique que les escaliers. Ils n'ont pas d'intervalles d'attente (sauf si le trafic est très dense). Ils peuvent être utilisés pour guider les gens vers des sorties importantes ou des expositions spéciales. Ils sont résistants aux intempéries et adaptés à une utilisation en extérieur. Les escaliers mécaniques qui ne fonctionnent pas correctement peuvent

fonctionner comme des escaliers ordinaires, tandis que de nombreux autres véhicules deviennent inutiles en cas de panne ou de panne de courant.



**Figure 131.** Escalier préfabriquées en béton

Source : Google Images



**Figure 132.** escalator mécanique

Source : Google Images

### **Les ascenseurs :**

Un ascenseur est un dispositif mobile qui assure le déplacement verticale mecanique de personnes et d'objets sur les différents niveaux d'un bâtiment.



**Figure 133.** Un ascenseurs

## **20. 3.2 Les Technologies utilisées :**

### **a. Le confort acoustique dans l'auditorium :**

L'Auditorium nécessite une étude particulière pour l'acoustique Le but et l'objectif est proposer des systèmes de design architecturaux pour améliorer les performances acoustiques dans notre auditorium, les qualités acoustiques de la salle de spectacle dépend de l'effet d'isolation phonique extérieur, ainsi que la correction acoustique intérieure

### **Le principe de correction acoustique :**

De nombreuses considérations de conception doivent être prises en compte sur la base de différents composants qui contribuent et affectent finalement la performance acoustique globale d'un espace (auditorium).

- **Renforcement du son :**

Un système de sonorisation est utilisé pour accueillir le grand volume où le son est mieux entendu à travers le public, en particulier dans les zones qui ont des ombres sonores. Il peut inclure une combinaison de microphones, d'amplis et de haut-parleurs qui renforcent le volume du son, puis le distribuer à un public plus large.



**Figure 134.** haut parleur JBL mrx 525

Source : Google images

**Les source de bruit et les nuisances sonores :**

L'identification de ces sources sonores que sont le bruit nous permettra des interventions acoustiques pour réduire le bruit par absorption acoustique, diffusion, et d'améliorer les sons de la scène grâce à la réflexion sonore; il existe des bruit externe : circulation routière, les activité extérieure ; des bruit interne : se sont des bruits à haute fréquence tels que le claquement des portes d'entrée, les bavardages humains et les appareils électriques ,les unités de traitement d'air et les conduites

**La diffusion et la réflexion du son :**

La diffusion et la réflexion du son sont importants pour assurer la meilleure production et la meilleure réception du son et l'exclusion des sons indésirables.

Pour éviter un écho, le plafond ne doit pas être parallèle au sol. Au lieu de cela, il devrait être géométriquement conçu pour diriger le son vers l'arrière du hall ou de le diffuser dans tout le hall. Aussi on **Utilise un** plafond suspendu incurvés en fibre de verre qui est comme un **des réflecteurs acoustiques qui permettent d'équilibrer les fréquences et à avoir une bonne réverbération** ; L'absorption acoustique est essentielle. La quantité d'énergie sonore absorbée dépend du type de matériau et son coefficient d'absorption. Un coefficient

d'absorption de 1,0 indique 100 % d'absorption de l'énergie sonore. Par conséquent, plus le coefficient d'absorption est haut, plus le matériau est un absorbeur de bruit efficace pour cela on utilise des panneaux acoustiques en bois MDF



**Figure 135.** panneaux acoustiques en bois MDF

**Source :** <https://www.spigogroup.com/en/acoustic-panels-in-the-auditorium/>



**Figure 136.** plafond incurvé réflecteur

**Source :** Google images

-Fournir des zones tampons (SAS) pour minimiser la réflexion du son

## **b. Les traitements des façades :**

### **Système de bardage perforé en CRC**

La façade du projet a été enveloppée sur les quatre côtés avec un système de bardage unique en (CRC) composite renforcé compact gris préfabriqué léger de haute résistance qui comporte des alvéoles circulaires de différents diamètres. Ces ouvertures circulaires suivent la géométrie de la couverture ondulante à travers les quatre façades et sont conçues pour suivre le mouvement du soleil tout au long de la journée et fournir un ombrage et une ventilation de l'air aux espaces intérieurs.

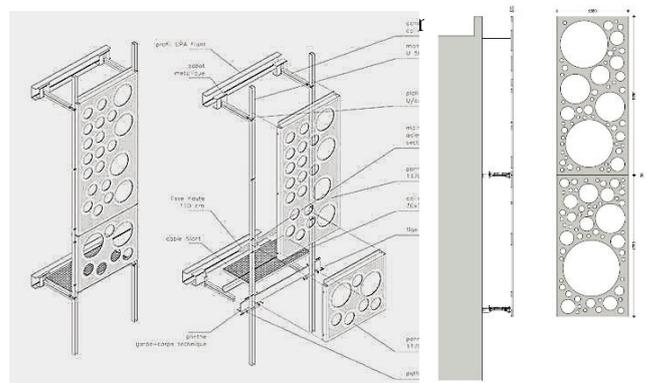
La façade perforée est placée sur des baies vitrées pour assurer la protection contre le réchauffement tout en permettant à la lumière du soleil de pénétrer pendant la journée. Ils protègent de la chaleur pendant l'été en réfléchissant une certaine quantité de rayons solaires, en équilibrant lumière et ventilation,<sup>83</sup>

---

<sup>83</sup> <https://www.floornature.com/architectural-solutions/crc-facade-cf-moller-moeas-sdu-technical-faculty> consulté le :04 aout 2021



**Figure 137.** CF Møller, Faculté d'Ingénierie, Denmark



**Figure 138.** Système de fixation des façades perforé

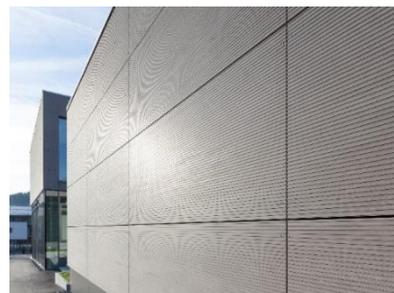
Source : Google Images

### Revêtement mural en Fibre ciment :

Le fibrociment, ou fibrociment renforcé (FRC), est un matériau de construction polyvalent développé par James Hardie au début des années 1980. Le fibrociment est un matériau composite constitué de ciment renforcé de fibres cellulosiques. La fibre de ciment en tant que matériau de revêtement extérieur est utilisé car il est très durable et nécessite peu d'entretien, par rapport à d'autres matériaux de revêtement. Le revêtement en fibre de ciment est très durable car il résiste à l'eau et ne pourrait pas, ne se déforme pas et ne se fissure pas. De plus, c'est un matériau non combustible. Le bardage en fibre de ciment est facile à travailler et à installer, par une seule personne.<sup>84</sup>

**Figure 139.** Revêtement mural en Fibre ciment

Source : <http://www.cutandcarve.com/>



<sup>84</sup> <https://www.jameshardie.co.uk/en/what-is-fibre-cement> consulté le :04 aout 2021

### c. L'air conditionner :

Un refroidisseur industriel à condensation par air (air-cooled chiller) est un système de réfrigération qui refroidit les fluides et fonctionne en tandem avec le système de traitement d'air d'une installation. Un refroidisseur comprend quatre parties principales : un évaporateur, un compresseur, un condenseur et un détendeur. Un refroidisseur à air (air-cooled chiller) fonctionne en absorbant la chaleur de l'eau traitée. Une fois que l'eau du système de traitement d'air est utilisée, elle devient chaude et est renvoyée vers le refroidisseur. La chaleur est transférée loin de l'eau à l'aide de l'évaporateur du refroidisseur. Le réfrigérant liquide s'évapore lorsqu'il se déplace sur le tube de l'évaporateur, créant un gaz à basse pression. Le gaz sort ensuite et se dirige vers les condenseurs à air. Dans le condenseur, il est idéal de placer le refroidisseur à l'extérieur ou dans un grand emplacement intérieur qui ne sera pas affecté par l'excès de chaleur. Au cours de ce processus, le réfrigérant passe d'un liquide à haute pression à un liquide à basse pression. Parce qu'un refroidisseur industriel fonctionne sur un cycle continu, ce liquide à basse pression est ensuite transféré vers l'évaporateur où l'ensemble du cycle se répétera.



**Figure 140.** Un refroidisseur industriel à condensation par air (air-cooled chiller)

**Source :** Google images

Les unités de traitement d'air sont également appelées UTA. Les UTA sont généralement situées à l'intérieur du bâtiment, bien que vous puissiez également les trouver dans les locaux techniques sur le toit et il est de plus en plus courant de trouver des UTA robustes et étanches à l'air libre sur le toit, pour libérer un espace précieux à l'intérieur du bâtiment. Leur but est de distribuer l'air autour de zones définies à l'intérieur du bâtiment.

Parfois, une UTA alimente l'ensemble du bâtiment, mais il est courant dans les bâtiments plus récents d'avoir plusieurs UTA plus petites alimentant différentes parties pour offrir un meilleur environnement intérieur ainsi que des économies d'énergie. Les UTA n'ont

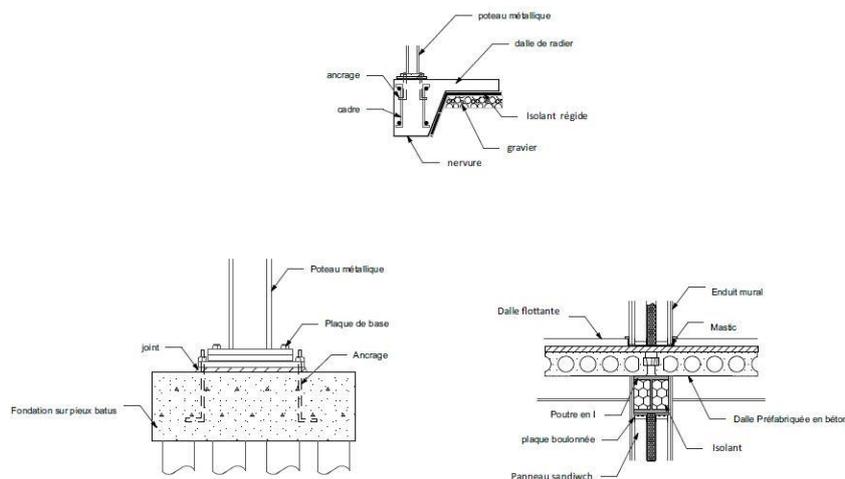
généralement pas leur propre système de refroidissement intégré, au lieu de cela, elles seront connectées à un refroidisseur central à eau ou à air, parfois elles utiliseront une sorte d'unité de climatisation séparée et vous pouvez également les trouver connectées à des réseaux de refroidissements urbains.<sup>85</sup>



**Figure 141.** UTA (Unité de traitement d'air)

Source : Google images

### détails de construction :



**Figure 142.** détails de construction 1/20

Source : L' Auteur

<sup>85</sup> <https://theengineeringmindset.com/> consulté le :04 aout 2021

## **Conclusion générale**

## **Conclusion :**

A travers mon travail, j'ai tenté sur la base d'associer les nouvelles technologies avec l'architecture, Et de dégager un processus qui intègre toutes les parties, en utilisant toute la gamme des capacités dans l'industrie manufacturière et le transférer à l'industrie de la construction pour augmenter la productivité et la qualité. Mais si nous allons vers l'avant il faut trouver un meilleur moyen. La préfabrication à toujours exister elle a connu des succès dans de nombreuses autres domaines et fait maintenant son chemin dans le secteur de la construction. L'industrialisation est une amélioration car elle offre des avantages par la réduction du coût et le temps de construction tout en augmentant la qualité des bâtiments Afin d'accélérer Cette technologie à un rythme plus rapide, l'industrie a besoin de propriétaires, d'architectes, d'ingénieurs et entrepreneurs qui sont prêts à adopter les nouvelles méthodes et système constructif et offrir plus d'opportunités à ce système d'intégrer dans le domaine de la construction du cadre bâti.

D'autre part J'ai conclu l'importance d'un Équipement socio culturelle urbain dans la ville et son rôle dans le développement social et intellectuelle des différent habitants.

Enfin, il est nécessaire de réduire le grand écart présent entre le gouvernement et les chercheurs dans le domaine de construction et l'architecture.

# **Bibliographie**

### **Ouvrages :**

- Quale, John D. Smith, Ryan E. , “Offsite architecture constructing the future” , Routledge 711 Third Avenue, New York, NY en 2017
- Abra Warszawski , Industrialized and Automated Building Systems , E&FN SPON, 2<sup>eme</sup> édition , publié en 1999 à London
- Kim S. Elliott , “Precast Concrete Structures”, Butterworth-Heinemann, Oxford angleterre ,publié en 2002
- Gerald Staib, Andreas Dorrhofer, Markus Rosenthal “Components and Systems Modular Construction Design Structure New Technologies “ , 1er edition , Birkhauser à Berlin , publié en 2008
- Eric Fleming, “Construction Technology An Illustrated Introduction” ,Blackwell , publié en 2005, USA
- Ryan e. smith ,James timberlake, “Prefab Architecture a Guide to Modular Design and Construction”, John Wiley & Sons, Inc. publié en 2010 à Canada
- Neufert. Architect’s Data, Edition 10.

### **Reuves et Articles :**

- Dan Millman ,Industrialized Construction in Academia, Autodesk, 22 mai 2018 , 30 pages
- Thomas Herzog, Werner Lang ,“Facade Construction Manual”, Detail-magazine ,Germany, 37 pages , publié en 2016
- Tom Ravenscroft , China Architecture News , “China Completes Its Wuhan Huoshenshan Hospital For Coronavirus In Nine Days” ,Fevrier 04, 2020
- Petr Franta “Applying Double Skin Façade with ETFE Membrane”, Journal of Civil Engineering and Architecture Prague, Czech Republic en 2019
- Viginie Pavie , « Couverture du Vélodrome : un complexe métallo-textile » ,Publié le 08/07/2013
- Article le-coffrage-devoile le 9 mars 2009

### **Mémoires et Thèse de doctorat :**

- Yvan Delemontey , « *Préfabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)* »,Thèse de doctorat en architecture, faculté d’architecture, Université de Genève.

- Aleyda RESENDIZ-VAZQUEZ « L'industrialisation du bâtimentLe cas de la préfabrication dans la constructionscolaire en France (1951-1973) Thèse de doctorat ; Paris, Centre d'Histoire des Techniques et de l'Environnement, Soutenue le 13 juillet 2010
- Françoise Lucchini , « Les équipements culturels au service de la population des villes » Thèse de doctorat en Géographie ,Soutenue en 1997 à Paris .
- Benmesmoudi, Bendimerad , « un pôle de recherche et de developpement pour une meilleure competitivite territoriale de la ville de ain temouchent » mémoire de master en architecture , option:urbanisme présenté le 02 juillet 2017

**Documents :**

- **PDAU** plan directeur d'aménagement urbain –Ain Temouchent.
- **POS** Sud Plan d'occupation de sol–Ain Temouchent.
- Schéma Directeur Sectoriel des Biens et services et des Grands Equipements Culturels

**Site internet :**

- <https://www.techniques-ingenieur.fr/>
- <https://redshift.autodesk.fr/>
- <https://www.construiracier.fr/>
- <http://www.archdaily.com/>
- <https://www.archiexpo.com/>
- <https://theengineeringmindset.com/>
- <https://fr.wikipedia.org/>
- [archiproducts.com](http://archiproducts.com)
- <https://www.archilist.eu/>
- <http://www.bfgarchitecture.com/>
- <https://seele.com/company7>
- <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Home>
- <https://www.bft-international.com/en/>
- <http://www.centrepompidou.fr>
- <http://www.aniref.dz/>
- <https://studyarchitecture.com/blog/>
- <https://issuu.com/>
- <https://book4yours.blogspot.com/>