

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



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

MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE
OPTION : NOUVELLE TECHNOLOGIE

Thème

La préfabrication du bâtiment, cas d'un centre de loisir scientifique à
Tlemcen

Soutenu le 2021 devant le jury :

Président : Mr. Djedid Abdelkader
Examineur : Mr. Negadi Mansour Ahmed
Examinatrice : Mme. Brixî Samira
Encadreur : Mr. Chiali Abdessamad

Présenter par :Niar sara

Année universitaire 2020/2021

Dédicace

A mon très cher père, en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu le tout puissant te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A ma très chère mère, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, Ta prière et la bénédiction n'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Mes dédicaces vont également à mon grand frère Niar Mohamed Adnane.

A mon cher frère Niar Benamar.

A mon chère frère Niar Hichem.

A mon mari et toute sa famille.

A ma chère amie : Cheikh Soumia.

Mes amies : Fayza, Marwa, Bouchra, Hafsa ,Houda ...

A toute ma famille, et à tous ceux que j'aime, et tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.

Remerciements

« الحمد لله الذي هدانا لهذا و ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله »

Merci Allah de nous avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'à bout du rêve et la volonté et la patience de mener à terme le présent travail.

Tout d'abord, Nous remercions Mr. CHIALI ABDESSAMAD de m'avoir proposé ce sujet de PFE et pour sa bonne volonté d'accepter de nous encadrer.

Si la rédaction d'un mémoire n'est pas une sinécure, il en va de même pour sa lecture approfondie. Je remercie donc chaudement les membres du jury :

Mr. Djedid Abdelkader qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury ; Mr. Negadi Mansour Ahmed et Mme. Brix Samira d'avoir accepté d'être l'examineurs de ce manuscrit.

Nos vifs remerciements s'adressent également à nos enseignants et à nos amis, pour leur présence chaleureuse et leur encouragement.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Résumé :

Industrialisation de construction est un phénomène qui est en train de se généraliser traverse le monde aussi bien dans les pays développés que dans les pays sous-développés, économiquement, conceptuellement...Plus de 80% de construction réalisées chaque année en Europe est avec les techniques industrialisés.

Industrialisation (préfabrication) c'est une révolution dans la manière de construire, les matériaux utilisés, dans procédés mis en œuvre dans les formes nouvelles, et les échelles, elle a modifié les données de l'architecture contemporaine aussi radicalement transformé l'urbanisme contemporaine.

Ma recherche cette année porte sur les bâtiments industriels et divers systèmes préfabriqué et Matériaux prêts à l'emploi et utilisables.

Mon travail durant cette étude consiste à concevoir un centre de loisir scientifique préfabriqué pour étudiants de la ville de Tlemcen qui sera fabriqué en 8 mois.

Mots clés : les techniques industrialisées., les bâtiments industriels, les systèmes préfabriqués, les matériaux, centre de loisirs scientifique, Tlemcen

Abstract:

Industrialization of construction is a phenomenon which is in the process of generalization crosses the world as well in the developed countries as in the underdeveloped countries, economically, conceptually... More than 80 % of construction carried out each year in Europe is with the techniques industrialized.

Industrialization (prefabrication) is a revolution in the way of building, the materials used, in the processes implemented in the new forms, and the scales, it has modified the data of contemporary architecture also radically transformed contemporary urban planning.

My research this year is on industrial buildings and various prefabricated systems and Ready-made and usable materials.

My work during this study consists of designing a prefabricated scientific leisure center for students in the city of Tlemcen which will be manufactured in 8 months.

Keywords: industrialized techniques., Industrial buildings, prefabricated systems, materials, scientific recreation center, Tlemcen

ملخص:

تصنيع البناء هو ظاهرة في طور التعميم تعبر العالم وكذلك في البلدان المتقدمة كما هو الحال في البلدان المتخلفة، اقتصاديًا ومفاهيميًا... أكثر من 80 درجة / درجة من البناء الذي يتم تنفيذه كل عام في أوروبا باستخدام التقنيات الصناعية

التصنيع (التصنيع المسبق) هو ثورة في طريقة البناء، والمواد المستخدمة، في العمليات المنفذة في الأشكال الجديدة، والمقاييس، وقد عدل بيانات الهندسة المعمارية المعاصرة أيضًا بشكل جذري في التخطيط الحضري المعاصر.

بحثي هذا العام حول المباني الصناعية وأنظمة مسبقة الصنع مختلفة ومواد جاهزة وقابلة للاستخدام

يتكون عملي خلال هذه الدراسة من تصميم مركز ترفيهي علمي مسبق الصنع للطلاب في مدينة تلمسان سيتم تصنيعه في غضون 8 أشهر

الكلمات المفتاحية: تقنيات صناعية، مباني صناعية، أنظمة مسبقة الصنع، مواد، مركز ترفيهي علمي، تلمسان

Table des matière

.....	
Dédicace	2
Remerciements	3
Résumé.....	4
Abstract	5
Introduction générale	15
Chapitre I :La préfabrication du bâtiment (Notion générales)	5
I.1.Définition :	6
I.1.1 La Préfabrication :	6
I.1.2Les étapes de la fabrication : 	7
I.2.L'industrialisation :	9
I.2.1.L'architecture industrialisée :	10
I.3. La standardisation :	10
I.3.1.Principe de la standardisation :	11
I.4.La normalisation :	11
I.4.1.Les objectifs de la normalisation :	12
I.5. Historique :	12
I.6.La typologie d'industrialisation :	14
I.6.1.La préfabrication lourde :	15
I.6.2La préfabrication légère :	17
I.7L'influence de l'industrialisation sur la forme architecturale :	17
I.8..Les caractéristiques de la préfabrication :	19
I.8.1Les avantages de la structure industrialisée :	19
I.8.2.Les inconvénients :	19
I.9.Différents types d'installation de préfabrication :	20

I.9.1Atelier Précaire :	20
I.9.2Atelier forain :	20
I.9.3Usine fixe :	21
Conclusion :	22
Chapitre II :	
Les systèmes et les nouvelles techniques de la préfabrication	23
II.1Notions de base :	24
II.1.1 Un bâtiment :	24
II.1.2Structure :	24
II.1.3Composant :	25
II.2Les matériaux de la construction dans le système prés-fabriqué :	25
II.2.1-Acier :	26
II.2.2.Bois :	28
II .2. 3-Béton	29
II.3.Les systèmes structurels :	31
II.3.1.Systèmes à ossatures :	31
II.3.1.1.Systèmes d'ossature en acier :	32
II.3.1.3.Systèmes d'ossature en béton :	38
II.3.2.1.Système des panneaux en acier :	42
II.3.2.2.Système des panneaux en bois :	43
II.3.3.3.Système des panneaux en béton :	46
II.3.3. Systèmes de modules :	49
II.3.3.1.Systèmes de modules en acier :	50
II.3.3.2Syst�emes modulaires en bois :	54
II.3.3.3Syst�emes modulaires en béton:	58
Chapitre III :Approche analytique	63
III.1. Introduction :	61
III.2.Etudes des exemples :	61
III.2.1.Exemple National	61
III.2.1.1 Centre de loisir scientifique de jjel	61
III.2.1.2. Centre de loisir scientifique à Ghardaïa	70

III.2.2. Exemple internationale	74
III.2.2.1 Centre de loisir scientifique de magna ville	74
III.3. Analyse urbaine de la ville de Tlemcen :	82
III.3.1 Introduction	82
III.3.2 Le choix de la ville :	82
III.3.3. Présentation de la ville :	82
III.3.4 Analyse géographique :	82
III.3.5. Analyse climatologique :	84
III.3.7. Situation démographique	84
III.3.8. L'activité commerciale :	85
III.3.9. L'activité agricole :	85
III.3.10. Les infrastructures de base	86
III.3.11. Des différent espace de loisirs existe a la ville de Tlemcen	87
Chapitre IV : Approche programmatique	89
IV.1. Introduction	92
IV.2. Les objectifs de la programmation :	92
IV.3. Qui sont les usagers de projet :	93
IV.4. L'échelle du projet : I V.4.1 Local :	93
I V.4.2 La capacité d'accueil :	93
IV.5. Programme quantitatif et qualitatif :	94
Chapitre V : Approche architecturale	99
V .1. Les choix de site :	101
V.1.1. .Présentation des différents sites :	101
V.1.2. Analyse comparative des trois sites :	105
V.1 .3. Synthèse:	107
V.2. Analyse terrain d'intervention	105
V.2 .1 Présentation de terrain d'intervention	107
V.2.2- Les éléments de repères:	108
V.2.3. Environnement immédiat :	109
V.2.6. Situation du terrain par rapport a la voirie :	110
V.2.7 L'ensoleillement et le vent dominant:	111
V.3. La genèse du projet:	111

Chapitre VI :Approche technique	118
VI.Introduction :	122
VI.1. Choix de structure :	122
VI.1.1 Infrastructure :	122
VI.2 Superstructure :	124
VI.2.1 système prés fabriqué ossature (poteau ,poutre) :	124
VI.2.1.1.poteaux	125
VI.2.1.2Longrines	125
VI.2.1. .3Pannes T :	126
VI.2.1.4. Poutre I	126
VI.2.1. 5.Dalle de plancher en béton précontraint :	129
VI.3 seconde œuvre	130
VI.3.1.Duo mur (mur à coffrage intégré)	130
Conclusion générale	132
References bibliographies	148

Liste des figures :

Figure1 : Moules pour éléments préfabriquées en béton.....	8
Figure2 : coffrage modulaire.....	8
Figure 3 : Planchers complets de pièces d'habitation.....	14
Figure 4 : Panneaux de façade de hauteur d'un étage.....	14
Figure 5 : : Les poutrelles dimensions.....	14
Figure 6 : Les cloisons des séparations.....	16
Figure 7 : Les panneaux de façades.....	16
Figure 8 : Préfabriquées en béton.....	16
Figure 9 : Les planches.....	16
Figure 11 : emplacement des grues.....	20
Figure 12 : Atelier précaire a l'air libre pied de l'ouvrage édifié.....	20
Figure 13 : Exemple d'aménagement d'une usine.....	27
Figure 14 : Bâtiment assemblé avec des panneaux de construction en acier.....	27
Panneaux, Centre le Corbusier, Zurich (CH)1967, Le Corbusier, Jean Prouvé	
Figure 15 :Projet logement collectif en acier ,béton.....	27
Figure 16 : bâtiment en bois.....	29
Figure 17 : Façade en treillis constituée d'un treillis d'éléments préfabriqués en béton.....	31
Figure 18 :Systèmes de contreventement dans la construction de cadres cadre avec éléments d'angle rigides a b traverses diagonales C plaques murales d noyaux.....	32
Figure 19 : Combinaison d'éléments de contreventement et de façadedans une construction à ossature métallique, maison en Shimgamo, Shimgamo (J) 1994, WaroKishi et associés.....	34
Figure 20 : Cadre en acier à forme libre, Musée Guggenheim,Bilbao (E) 1997, Frank O. Gehrya structure du cadreb enveloppe du bâtiment en panneaux de titane.....	34
Figure 21 :maison temporaire à paris.....	34
Figure 22 :la structure de maison temporaire à paris.....	35
Figure 23 : la structure de maison temporaire à paris.....	35
Figure 24 : maison à Andelsbuch.....	37
Figure 25 : maison à Andelsbuch.....	38
Figure 26 : centre de la maison Fukuoka in japon.....	39
Figure 27 : centre de la maison Fukuoka in japon.....	40

Figure 28 : construction en système panneaux.....	41
Figure 29 : système panneaux en acier.....	42
Figure 30 : système panneaux en bois.....	43
Figure 31 : construction en panneaux bois.....	44
Figure 32 : centre de technologie Munich.....	44
Figure 33 : centre de technologie Munich.....	45
Figure 34 : intérieur du centre de technologie in Munich.....	45
Figure 35 : Détail structurel.....	45
Figure 36 : des panneaux en béton	47
Figure 37 : des panneaux en béton.....	47
Figure 38 : détail structurel.....	48
Figure 39 : panneaux en cours de réalisation.....	48
Figure 40 : détail construction panneaux.....	49
Figure 41 : des panneaux préfabriqués.....	49
Figure 42 : construction système modules préfabriquées.....	50
Figure 43 : système des modules en acier.....	51
Figure 44 : projet bloc de bureaux à Fellbach.....	52
Figure 45 : intérieur projet bloc de bureaux à Fellbach.....	53
figure 46 : intérieur projet bloc de bureaux à Fellbach.....	55
Figure 47 : système modulaire en bois.....	55
Figure 48 : extension d'hôtel à bezau.....	55
Figure 49 : extension hôtel à bezau.....	55
Figure 50 : : intérieur du projet.....	57
Figure 51 : intérieur du projet.....	57
Figure 52 :Blocs de logements et de commerces à Rathenow.....	59
Figure 53 : le cadre structurel du projet	59
Figure 54 :Vue aérienne de jijel avec situation du projet.....	61
Figure 55 :vue aérienne du terrain.....	61
Figure 56 : plan de masse du projet.....	61
Figure 57 :3D du projet avec les accès.....	62
Figure 58 :vue aérienne du terrain du projet et ses, limites.....	62
Figure 59 :Plan de masse du projet.....	63
Figure 60 :Plan de masse du projet.....	63
Figure 61 :Plan de masse du projet.....	63

Figure 62 :vue aérienne du terrain du projet avec orientation,.....	63
Figure 63 :vue aérienne du terrain du projet direction des ventes.....	64
Figure 64 : volumétrie des 04 bloc.....	64
Figure 65 : 3D du projet.....	64
Figure 66 :la façade Nord.....	65
Figure 67 :la façade EST.....	66
Figure 68 :la façade OUEST.....	66
Figure 69 :la façade SUD	66
Figure 70 :Schéma d'organisation des espaces de sous –sol.....	66
Figure 71 :Schéma d'organisation des espaces de RDC.....	67
Figure 72 :Schéma d'organisation des espaces de 1 er étage.....	67
Figure 73 :Le plan de sous-sol.....	68
Figure 74 :Le plan RDC.....	68
Figure 75 :Le plan 1 er étage avec circulation.....	69
Figure 76 :3D du projet.....	69
Figure 77 :Le CLS de Ghardaïa.....	70
Figure 78 :Vue aérienne du projet.....	70
Figure 79 :Vue aérienne du projet.....	71
Figure 80 : Vue aérienne du projet.....	71
Figure 81 :la volumétrie.....	72
Figure 82 : Les photos du projet	72
Figure 83 : La façade principale.....	72
Figure 84 : Les photos du projet.....	72
Figure 85 : Plan du RDC.....	72
Figure 86 :Plan du 1er étage.....	73
Figure 87 :Le projet.....	73
Figure 88 : Le projet CLS.....	74
Figure 89 : carte avec la situation de Magnville en France	74
Figure 90 :vue aérienne du projet avec les limites.....	75
Figure 91 :La maison.....	75
Figure 92 : Terrain du sport.....	75
Figure 93 : Vue extérieure du projet.....	75
Figure 94 : Vue aérienne du projet avec les zones.....	76
Figure 95 : Vue aérienne du projet avec l'accessibilité.....	77

Figure 96 : La volumétrie.....	77
Figure 97 : Patio à l'entrée du bâtiment.....	77
Figure 99 : La façade Sud-Est.....	78
Figure 98 :La façade Nord-Est.....	78
Figure 100 : La façade Sud- Ouest	78
Figure 101 :La façade NORD-OUEST	78
Figure 102 :Plan RDC du bâtiment.....	79
Figure 103 :Schéma d'organisation des espaces,.....	79
Figure 104 :Organigrammes spatiaux.....	79
Figure 105 : Schéma d'organisation des espaces.....	80
Figure 106 : Image d'un Un panneau.....	80
Figure 107 : Vue intérieure de la structure en bois.....	80
Figure 108 : Vue extérieure des panneaux OSB.....	82
Figure 109 :Situation de Tlemcen	82
Figure110 : perspective d'évolution de la population du Groupement 2004-20 05 Groupement de Tlemcen 1997.....	84
Figure111 :Occupation du sol dans la commune	86
Figure 112 : situation des différents espaces de loisirs	87
Figure 113 :Schéma : les usagers de la maternité.....	101
Figure 114 :Schéma des différents sites.....	101
Figure115 : situation des différents terrains.....	102
Figure 116 : La situation du terrain d'intervention.....	107
Figure117 : les éléments de repères.....	108
Figure 118 :vue aérienne du site avec voisinage.....	108
Figure 119 : forme et délimitation du terrain.....	109
Figure120 :Accessibilité du site.....	110
Figure 121 : L'ensoleillement du terrain.....	111
Figure122 : L'accessibilité au terrain.....	111
Figure 123 : L'axe majeur d'implantation	111
Figure 124 :Principe d'implantation.....	112
Figure125 : zoning	112
Figure 126 : l'organisation fonctionnelle dans le RDC.....	113
Figure 127 : l'organisation fonctionnelle dans le 1 er étage.....	113
Figure128 : source d'inspiration.....	114

Figure 129 : étape 1 l'Évolution volumétrique.....	115
Figure 131 : étape 3 l'Évolution volumétrique.....	116
Figure 132 : étape 4 l'Évolution volumétrique	117
Figure 133 : semelle isolés préfabriqué	122
Figure 134 :longrines de redressement préfabriquées	124
Figure 135 : poteaux prés fabriqué.....	125
Figure136 :le montage du poteau préfabriqué et fondation préfabriqué.....	128
Figure 137 : poteau –fondation préfabriqué.....	128
Figure138 : le montage de la structure ossature préfabriqué.....	128
Figure 139 : assemblages des fondations avec poteaux préfabriqué.....	129
Figure140 :Dalle en béton précontraint.....	130
Figure141 :Dalle en béton précontraint.....	130
Figure 142 : DUO Mur (mur à coffrage intégré)	131

Liste des tableaux :

Tableau 1 : les données climatiques de la ville de Tlemcen	83
Tableau2 : le programme centre de loisirs scientifique.....	98
Tableau 3 : Analyse comparative des trois sites.....	106

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale :

C'est le principe de base de cette étude qu'une amélioration radicale de la productivité et de la qualité dans la construction ne peut être atteinte que par une industrialisation et une automatisation intensive du processus de construction. Les innovations récentes dans le processus de construction doivent être considérées dans le contexte général de la technologie progrès de la société humaine au fil du temps. À cet égard, on identifie trois « vagues » technologiques majeures qui a fait progresser la société humaine sur une période de dix millénaires du niveau le plus primitif à son présent Etat. Bien qu'initialement axées sur les processus de production technologiques, ces vagues ont été accompagnées de changements sociaux et économiques profonds. La première vague, l'instauration de la civilisation agricole. L'un des principaux résultats de cette la révolution a été l'érection de bâtiments permanents en bois, pierre, briques, terre et autres matériaux indigènes pour une population qui vivait autrefois dans des tentes ou des grottes. Construire comme un artisanat distinctif, et plus tard comme plusieurs métiers spécialisés, ont également émergé de ce développement.

La deuxième vague, la civilisation industrielle, résulte du développement de machines propulsées par l'énergie artificielle - d'abord par la vapeur et plus tard par l'électricité et le pétrole. La révolution industrielle, qui a commencé au début du 18e siècle. Elle a également permis l'introduction de processus efficaces et bien contrôlés pour la production de divers nouveaux matériaux et produits. Une grande production de produits standardisés. La révolution industrielle a affecté le secteur du bâtiment de plusieurs manières. Peut-être ses effets les plus important sont été l'introduction de l'acier de construction et du béton armé comme principaux matériaux de construction dans la seconde la moitié du 19e siècle, et plus tard, au 20e siècle, l'industrialisation des travaux sur un chantier, tirer le meilleur parti des équipements de manutention mécanisés et du grand bâtiment préfabriqué Composants. Le potentiel de l'industrialisation sur site n'a été réalisée que dans une mesure limitée. La troisième vague, la révolution de l'information, qui a débuté dans la seconde moitié du XXe siècle, attire de l'utilisation d'ordinateurs pour stocker, traiter et transmettre des

Introduction générale

informations et pour un contrôle automatisé des procédés industrialisés. Le contrôle informatisé rend la production plus efficace en termes d'utilisation des matériaux.

➤ **La problématique :**

La préfabrication du bâtiment a été créée par les ingénieurs de génie civil au 19^{ème} siècle, plus précisément après la 2^{ème} guerre mondiale, dans les pays européens. Elle est la solution idéale pour reconstruire les pays dévastés, et la crise de logement d'un côté et optimiser écologiquement et économiquement la construction du bâtiment de l'autre. Les ingénieurs ont donné l'importance au côté pratique plus qu'esthétique.

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

En Algérie, la préfabrication a été utilisée après l'indépendance comme seul moyen pour résoudre le problème de l'habitat. Cette époque la seule chose qui a été bâtie sont des immeubles préfabriqués pour loger, des milliers d'Algériens qui ont perdu leur maison pendant la guerre, donc l'urbanisme et le côté esthétique ont été négligés. Les villes algériennes sont devenues des jungles de béton après les années 80, les autorités commencent à donner l'importance à l'urbanisme, l'image des villes pour ces raisons, nous devons arrêter la construction traditionnelle écrasante dans notre pays. De nombreuses années sont perdues pendant la réalisation du projet, d'énormes sommes d'argent sont gaspillées, le retard terrible de l'exécution, le manque de finition et de précision

La situation actuelle en Algérie nécessite l'appel aux nouvelles techniques et technologies industrielles pour répondre à une demande en matière de bâtiment tout en assurant une qualité urbaine, architecturale, sociale et économique pour un lieu de vie confortable et agréable.

Alors les questions qui se posent :

Introduction générale

- **La préfabrication du bâtiment peut-elle être considérée comme une solution efficace pour la réalisation de bâtiments avec une réduction de prix et de temps ?**
- **Quelle sont les nouveaux systèmes constructifs qu'on peut l'utiliser dans le bâtiment industriel pour un centre de loisir scientifique à Tlemcen ?**

- **Motivation Du Choix du Thème :**

La nécessité de trouver des nouvelles méthodes et technique pour Améliorer l'aspect architecturale et environnementale.

La rapidité de la réalisation du bâtiment avec un bon coup, finition et précision donc la préfabrication du bâtiment en Algérie et devenu une obligation pas un choix pour des raison suivant :

- Le besoin de réaliser rapidement le bâtiment.
- La réduction de prix et du temps.
- Une résistance structurelle très élever.
- Améliorer le côté esthétique, on laisse la création et la liberté architecturale.

- **Hypothèse :**

Pour répondre aux questions de la recherche de problématique :

Grâce à la diversité des matériaux et techniques de construction innovants peuvent utiliser, la préfabrication du bâtiment considère comme l'une des solutions la plus efficace pour la réalisation du bâtiment rapidement, économiquement avec très haute qualité architecturale et environnementale.

- **Objectifs :**

Introduction générale

L'objectif principale de notre recherche est : le retour à l'application de préfabrication du bâtiment en Algérie avec l'utilisation des nouvelles techniques et technologies. Cette recherche vise à :

- Donner une idée générale et globale sur de la préfabrication du bâtiment.
- Donner une vision sur les systèmes constructifs préfabriqués.
- Découvrez les nouvelles techniques de la préfabrication du bâtiment pouvant être appliquées en Algérie.
- Connaître les différents matériaux, techniques, types et domaines d'utilisation qui l'on peut utiliser pour développer la construction.

➤ Généralités sur l'option :

« La nouvelle technologie en architecture » :

Définition : l'architecture Est l'art majeur de concevoir et de bâtir des édifices, en respectant des règles de construction empiriques ou scientifiques, ainsi que des concepts esthétiques, classiques ou Nouveaux, de forme et d'agencement d'espace, en y incluant les aspects sociaux et environnementaux liés à la fonction de l'édifice et à son intégration dans son environnement, quelle que soit cette fonction :

1. **Définition la technologie** « La technologie est l'application de la connaissance aux buts de la vie humaine, ou de changer et manipuler l'environnement de l'homme.

» Le mot technologie est employé pour dénoter les sens suivants :

L'utilisation des outils et matériels issus de l'application de la technologie.

L'application du savoir pour créer les outils et pour faciliter la vie.

Les techniques, les méthodes, les procédures et les compétences utilisées pour augmenter la productivité, rendre les systèmes d'organisation plus efficaces et la vie plus aisée.

La manipulation des sources de l'énergie pour rendre la vie plus aisée.

A partir de ces définitions on peut constater que la nouvelle technologie en architecture basés sur des éléments techniques et fonctionnels de la conception, tout en utilisant des nouveaux matériaux, techniques et méthodes de constructions innovantes.

Chapitre I : La préfabrication du bâtiment

I.1.Définition :

I.1.1 La Préfabrication :

Préfabrication : « Se dit d'un élément ou d'un ensemble d'éléments standardisés, fabriqués à l'avance et destinés à être assemblés sur place. »

Les différents usages du mot « préfabrication » contiennent en eux-mêmes des renseignements relatifs à l'évolution de la technique dans un contexte donné. Ce qui est une qualité à une époque, ne l'est plus à une autre. La préfabrication reste, selon les moments, une caractéristique qui peut, par exemple, dans une période comme celle de la préfabrication « fermée », donner l'agrégation à la construction publique, notamment celle du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) ; dans une autre, comme celle de l'industrialisation dite « ouverte », on ne parle plus de « préfabrication », mais d'« un jeu », de « système » ou tout simplement de « construction ».

La préfabrication est une solution technique qui consiste à fabriquer à l'avance des produits (éléments de construction) généralement en grand nombre répétitif soit en usine ou sur chantier pour être montés sur place par la suite. Exemple : poutrelles, prédalles, panneaux ...

Le concept de préfabrication s'est d'autre part vu concrétiser via différents matériaux et techniques qui chacun au travers de leurs particularités ont aussi participé à sa diversification.

L'application des nouvelles technologies de l'industrie à l'architecture, l'architecture usinée, semble perpétuer la logique selon laquelle les constructeurs ont toujours bâti au meilleur des possibilités techniques de leur temps. Si leurs techniques évoluaient, les matériaux de la pierre, du bois et de la brique ont été des millénaires durant à la base de la construction. De ce fait, leur valeur et la beauté de leurs formes consacrées sont particulièrement ancrées dans les esprits, et l'évolution vers de nouvelles formes pour de nouveaux matériaux ne sera admise que dans la longueur. Pourtant on se doit

de respecter la contexture de l'architecture, c'est à dire la cohérence entre sa matière et sa forme, qui lorsqu'elle est bien comprise procure une émotion architecturale plus profonde que la forme seule.¹

I.1.2 Les étapes de la fabrication :

Il contient 4 étapes qui sont :

1- La fabrication :

- Préparation du coffrage ou du moule.
- Ferrailage.
- Coulage du béton.
- Décoffrage.

2- La manutention et le stockage :

- Manutention des éléments de la zone de fabrication vers la zone de stockage.

3- La mise en œuvre :

- Manutention des éléments de la zone de stockage pour la mise en place.
- Mise en place des différents éléments préfabriqués.

4- L'assurance de la qualité pour les éléments préfabriqués.²

¹HADDOUCHE Karima « *l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente* » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle, Centre Universitaire de Souk-Ahras. P20-21

²Règles générales relatives aux éléments préfabriqués chapitre 2.p 1



Figure1 : Moules pour éléments préfabriquées en béton

<https://www.moldtechsl.es/media/k2/attachments/88>



Figure2 : coffrage modulaire

https://www.moldtechsl.es/media/k2/attachments/882_FR_CatalogueGeneralPoduits_1.pdf

I.2.L'industrialisation :

L'industrialisation de la construction est un phénomène qui est en train de se généraliser à travers le monde, aussi bien dans les pays développés que dans les pays sous-développés. « Économiquement triomphante, conceptuellement honteuse », « nécessité subie », les formules à l'emporte-pièce ne manquent pas depuis vingt ans pour qualifier cette transformation intervenue dans l'art de construire et maintenant d'habiter.³

L'industrialisation de la construction (qui ne se réduit pas à son aspect le plus connu du grand public : la préfabrication) doit être regardée à bien des égards comme une sorte de révolution dans la manière de construire, dans les matériaux utilisés, dans les procédés mis en œuvre, dans les formes nouvelles engendrées, dans les rythmes et les échelles. Si elle a modifié les données de l'architecture contemporaine (on l'a accusée d'avoir purement et simplement détruit l'architecture) elle a aussi radicalement transformé l'urbanisme contemporain. Il est impossible dans un tel cadre d'étudier toutes les incidences de l'industrialisation sur l'art d'organiser l'espace urbain. Seules les mutations jugées les plus importantes seront évoquées.⁴

³Philippe et al(P88) « *Mines Revue des Ingénieurs* », Ingénierie et Innovation VINCI Construction France. N°483 (Janvier/Février 2016). P30

⁴JEAN, Olivier Simonetti, « *l'industrialisation de la construction et la production du bâtis (Ire partie)* », LENOROIS.N° 95. 24e ANNÉE (JUILLET-SEPTEMBRE 1977). p.341.

I.2.1. L'architecture industrialisée :

D'après les travaux du Centre de Ressources et d'Informations Techniques (CRIT) créé par l'École d'Architecture de Nancy en partenariat avec l'École d'Architecture de Strasbourg dont nous avons extrait l'historique suivant. La préoccupation de la préfabrication en architecture est largement née avec l'acier, au 19^{-ème} siècle. Elle est rendue possible par la standardisation, c'est-à-dire par la fabrication en série d'éléments métalliques (colonnes en fonte, profilés laminés, etc.). Le Crystal Palace marque cette mutation, puisqu'il sera la première manifestation importante de standardisation, passant de la construction artisanale à la construction industrielle. La standardisation a permis un abaissement des coûts de réalisation ainsi qu'une rapidité d'exécution (6mois). Tous les éléments composant l'ouvrage sont fabriqués en atelier, avec peu d'éléments différents, et sont ensuite montés sur chantier.⁵

I.3. La standardisation :

La standardisation est un procédé qui consiste à ramener un produit à une norme. La norme crée ainsi un modèle à suivre dans le processus de production. La standardisation est très présente dans la production industrielle, et particulièrement en architecture. La standardisation des éléments qui constituent un édifice est un moyen de rationaliser une production et permet une production de masse nécessaire dans un contexte de reconstruction d'urgence. La standardisation a comme qualité principale une diminution des coûts et du temps de production. Il est plus facile et plus rentable pour l'industrie de produire un grand nombre de fois le même élément plutôt que de s'attacher à produire chaque élément de manière unique.⁶

⁵HADDOUCHE Karima« *l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente* » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle, Centre Universitaire de Souk-Ahras.p22

⁶Réquisitionner la notion de standard en architecture. P4

I.3.1. Principe de la standardisation :

L'idée de standardisation, à la base, consiste à décomposer les activités, les besoins, et même l'esprit des gens, puis à les analyser et à les quantifier, dans le but de trouver mathématiquement une moyenne, permettant l'élaboration des solutions spatiales réunies en quelques types. La notion de « standard » repose sur les grands principes de l'architecture fonctionnaliste où, à chaque niveau d'intervention sur le cadre bâti, correspond un ensemble de besoins, parfaitement délimités donc « standard diables ». La création de normes-la normalisation -principalement des dimensions, associées aux types.⁷

I.4.La normalisation :

La normalisation est toute activité où on fixe à l'avance les dimensions, les caractéristiques et les méthodes par le biais desquelles on détermine le degré de conformité d'un produit aux spécifications préétablies.

Elle permet également de garantir l'uniformité de fabrication, de mesures et d'essais dans divers secteurs de l'activité économique et de simplifier l'activité humaine. La norme intéresse au plus près la vie quotidienne.

⁷L'industrialisation du bâtiment -le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973).p63

I.4.1. Les objectifs de la normalisation :

- Faire des économies en supprimant les problèmes de répétition, afin d'assurer plus de compétitivité sur les marchés.
- Garantir un plus haut niveau de qualité.
- Assurer la sécurité et la santé des hommes tout en protégeant leurs intérêts.
- Fournir les données techniques indispensables à l'élaboration des stratégies industrielles et commerciales et à l'assurance de la comptabilité et l'interchangeabilité des biens et services.
- Protéger l'environnement.

I.5. Historique :

La préfabrication se généralise dès **1850**. En Angleterre, les maîtres de forge construisent des maisons métalliques pour les expédier aux immigrants d'Amérique et d'Australie. L'ingénieur romand transporte à la Martinique un hôpital militaire complet, en pièces détachées, prototype qui sera suivi d'autres commandes. La préfabrication était d'ailleurs très poussée puisque l'hôpital comprenait une ossature porteuse en fer forgé et un remplissage par panneaux de tôle mince, le montage se faisant entièrement à sec. Aux Etats-Unis, en **1867**, la ville de Cheyenne est construite en 3 mois, avec en moyenne 3000 maisons arrivant de Chicago. Cette préoccupation se poursuit au **20ème** siècle. Walter Gropius présente à l'exposition du Werkbund de Stuttgart une maison individuelle préfabriquée, à ossature métallique légère, montée à sec Jean Prouvé propose plus tard des maisons préfabriquées avec une structure à portique central et des remplissages en panneaux préfabriqués en bois ou en acier. Par ailleurs, aux États-Unis, dès **1935**, les fabricants d'acier procèdent aux essais de préfabrication industrielle. En **1937**, la firme Le Tourneau et Hobart usine des maisons d'un et deux étages, livrées prêtes à être habitées. Cette avancée dans la réalisation des maisons préfabriquées a conduit à une rapidité de construction stupéfiante des gratte-ciels, dans le montage des façades en particulier.⁸Avec la dévastation causée par la première guerre mondiale, l'idée de produire des résidences préfabriquées est

⁸AZIZI, B, SEKHANE, H. *La préfabrication du bâtiment comme élément de développement durable*. Thèse de master académique, Université Mohamed Seddik Benyahia-Jijel- Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Architecture, Jijel, 2015-2016. P18-19

devenue de plus en plus acceptable. Cette popularité est en grande partie attribuable à la théorisation des grands architectes de ce temps, tel le Corbusier, qui prophétisa la diffusion de la « **machine house** » et également, Walter Gropius, qui dans sa collaboration avec Meyer conçut « **les composantes** », un système de résidences standardisées.

En **1923** plusieurs constructions résidentielles américaines ont représenté dans le même sens, une des avancées les plus actives, accueillant d'innombrables projets expérimentaux qui visaient le développement du thème de la maison conçue comme un bloc de plusieurs parties assemblées être contrant avec beaucoup de succès la sympathie du public. Ces prototypes vont de maison en « **kits** » offerts dans quelques catalogues spéciaux et produits par la société Aladin a la première moitié du dernier siècle , en passant par les modèles résidentiels faits à partir de pièces standardisées créées dans les années trente par la « **général house corporation** » jusqu'aux prototypes de la « **House of tomorrow** » et la « **Crystal house** », tous deux présentés dans le cadre de l'exposition internationale « **Century of Progress exhibition** » à Chicago en **1933** ces nouvelles construction allaient permettre à la préfabrication d'envahir le marché de la construction la demande du gouvernement français, prouvé conçoit en **1950** un arrangement résidentiel (la maison alba en est un exemple) destiné à la fabrication en série, étudiant quatorze variations de deux typologies différentes, basées sur un squelette de métal pouvant être assemblé sans échafaudage satisfaisant aux exigences requises de l'époque. Les acheteurs des vingt-cinq exemples construits dans la ville de Meudon étaient pour la plupart des membres des classes supérieures, plutôt que de la classe moyenne pour laquelle les prototypes avaient été conçus. Par la suite, richard Rogers, qui dans les années **60** et les années **70** devint le porte –parole d'une nouvelle tendance dans la sphère de recherche sur les modules résidentiels, crée des modèle fonctionnels, attirants et faciles d'entretien, mais par-dessus tout porte, une attention particulière l'économie d'énergie. Son programme futuriste « **zip Up** » présente alors une architecture durable que les acheteurs peuvent voir et choisir parmi les nombreuses composantes à être assemblées, créant ainsi des résidences entièrement personnalisées. En partant de ce concept, Rogers a ensuite développé l'idée de « **l'habitation autonome** »

suspendue sur des tiges réglables et fonctionnant comme un petit écosystème les demandes en énergie.⁹

I.6. La typologie d'industrialisation :

Dans les faits, les qualificatifs de préfabrication, lourde ou légère, dénotent principalement deux caractères : le poids donné par les matériaux et les Dimensions. Pour la préfabrication lourde, le béton est le matériau le plus utilisé Dans les premières années d'après-guerre.

Il est le symbole de ce type de Préfabrication. Par opposition, la préfabrication légère est représentée par le Secteur métallique, principalement l'acier et plus tard l'aluminium.¹⁰



Figure 3 : Planchers complets de pièces d'habitation

Source : www.uploads.gedimat.fr



Figure 4 : Panneaux de façade de hauteur d'un étage

Source : www.uploads.gedimat.fr



Figure 5 : Les poutrelles dimensions

Source : french. Light weight wallpanel

⁹PASCAL, Gobeil. *Vers une préfabrication « architecture » de l'habitation individuelle*. Thèse de Magister, école d'architecture université, Laval ,2007. P10-12

¹⁰L'industrialisation du bâtiment : le cas de la Préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973). P44

I.6.1. La préfabrication lourde :

La préfabrication lourde c'est la préfabrication des éléments de grande dimension qui a pris naissance à l'occasion dès l'élément de la construction des bâtiments. Elle a débuté au sol, au pied même de l'ouvrage, avec des installations rustiques de moulage. Mais le développement et à édifier, avec des installations rustique de moulage. Mais le développement et la mécanisation ont conduit progressivement à s'installer sous abri fixe couvert. Elle supprime les ossatures, en créant des éléments porteurs superposés les uns aux autres .¹⁵Elle consiste à fabriquer en usine ou en atelier ou sur chantier, des éléments d'ouvrages dont la masse est très importante, de l'ordre de 2 à 10 tonnes. Dans la plupart des cas, sous forme d'ouvrages entièrement terminés, par l'intégration, dans un même élément, de diverses fonctions (y compris les enduits, les parements et les canalisations).¹¹La préfabrication lourde classique désigne en fait un type bien précis de l'industrialisation lourde qui se pratiquait dans les années **1950** en comparaison avec la préfabrication lourde qui se pratiquait, à partir des années **1970**, dans le cadre de l'industrialisation ouverte (construction par composants compatibles).

La différence entre les deux types c'est que le premier procède par un découpage du projet d'architecture ou d'un modèle de bâtiment en ses éléments ; cers derniers sont ensuite fabriqués en grande série, selon la taille de l'opération. Dans le deuxième type, les éléments sont fabriqués indépendamment du projet. La préfabrication lourde utilise deux catégories de procédés :—la première est basée sur des moyens traditionnels évolués (produits de construction livrés sur chantier, usage du coffrage outil glissant ou tunnel, etc...). La seconde catégorie utilise plutôt des moyens industrialisés. Ces procédés consistent à fabriquer tous les éléments du gros œuvre, notamment les panneaux porteurs de 6 à 10 tonnes aux dimensions d'une pièce (mur de façade, de refond). Elle est utilisée pour des murs entiers, des cloisons, façade de la hauteur d'étage, des planchers, panneau de mur aveugle, les poutres....¹²

¹¹HADDOUCHE Karima « *l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente* » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle, Centre Universitaire de Souk-Ahras.p29

¹²KADI, S, MOKHEFI, S. la Préfabrication dans l'Habitat Individuel Rural » Cas d'étude : « Village communautaire » à -DAR BENTATA- GHAZAOUET-TLEMEN, Université ABOU BEKRBELKAID -TLEMEN- Faculté de la Technologie Département d'Architecture, Tlemcen, 2016-2017.p47



Figure 6 : Les cloisons des séparations
Source : www.french.lightwei



Figure 8 : Préfabriquées en béton



Figure 7 : Les panneaux de façades
Source : www.febe.be/fr.



Figure 9 : Les planches
Source :
<http://www.pyreneesprefa.fr>

I.6.2 La préfabrication légère :

La préfabrication légère utilisant des technologies évoluées et des matériaux légers et nobles serait la vraie industrialisation. Par opposition à la préfabrication lourde, la préfabrication légère fait appel à des éléments dont le poids est de l'ordre de quelques centaines de kilogrammes, donc à de nouveaux matériaux autres que le béton ordinaire assurant la légèreté des éléments tel l'acier, l'aluminium, le verre, les plastiques, le bois et ses dérivés, les bétons légers, etc. La préfabrication légère peut être illustrée par deux exemples : les éléments incorporent à une ossature porteuse (ou éléments légers de remplissage) et la maison individuelle légère. La préfabrication légère est utilisée pour éléments d'ossature tels que poutrelles, panneaux de façades, pré – dalles de petites dimensions, cloisons de séparation.¹³

I.7 L'influence de l'industrialisation sur la forme architecturale :

Des solutions logistiques aux systèmes d'exploration combinatoire, la préfabrication a fortement modifié la production architecturale du **XXe** siècle à nos jours. Mais le foisonnement, dès les prémices de cette révolution, des systèmes standardisés, des méthodes de préfabrication et des chaînes industrielles de production nous invite à nous questionner sur l'état de cette uniformité supposée comme conséquence du standard, uniformité tolérée puisque presque subie pendant un temps par les architectes du contexte économique très restrictif de l'après-guerre. En effet, si cette multiplicité des formes et procédés établit une nouvelle liberté de manipulation de l'architecture – tant pour l'architecte que pour l'utilisateur, en orientant la conception vers une logique dépersonnalisation d'un édifice constitué de composants compatibles.¹⁴

En façade, la structure constitue une grille sur laquelle sont accrochés les lourds panneaux préfabriqués. Le réalisme économique a souvent eu raison des velléités combinatoires et modulaires que les défenseurs de ce procédé avançaient. "La crainte de l'uniformité n'est pas justifiée, dans la mesure où l'adoption d'une même modulation

¹³KADI, S, MOKHEFI, S. la Préfabrication dans l'Habitat Individuel Rural »
Cas d'étude : « Village communautaire » à -DAR BENTATA- GHAZAOUET-TLEMEN, Université ABOU BEKR BELKAID -TLEMEN- Faculté de la Technologie Département d'Architecture, Tlemcen, 2016-2017.p47.

¹⁴Préfabrication et combinatoires Emergence des processus de personnalisation de masse dans les expérimentations architecturales d'après-guerre.

pour la structure et les panneaux de façades permet justement d'atteindre à une richesse de combinaisons et d'expressions très remarquables, à partir d'un nombre raisonnable d'éléments de base". En réalité, le nombre raisonnable d'éléments de base est souvent fixé à deux ou trois, et les problèmes d'assemblage, de raccord et de joint mettent un frein puissant à cette volonté de composition. Les façades n'ont plus alors le rôle représentatif qu'elles assuraient traditionnellement. Elles sont planes, dessinées par le joint creux, et ne créent pas, à l'intérieur ou à l'extérieur, d'espaces de transition. Elles assurent uniquement un rôle de clôture et ne représentent que le système constructif mis en œuvre. Les halls d'entrée et les circulations verticales sont réduits à leur plus simple expression, dans une logique fonctionnelle. Les rez de chaussées ne sont plus le lieu de contact entre le bâtiment et la rue, et sont dédiés, en un lointain écho des pilotis "modernes", aux locaux communs, garages à vélos et aux caves. Du toit terrasse ne subsiste que la trace formelle et il n'est jamais accessible. On est bien loin des prototypes du mouvement moderne, et le dialogue de Le Corbusier avec **Henry Frugès** à propos du lotissement de Pessac prend alors une saveur toute particulière. En effet, malgré l'emploi d'un même module entraînant une unité formelle répétitive, l'ensemble présente un caractère varié et jamais monotone. En urbanisme, les bâtiments sont implantés selon des critères d'ensoleillement, mais aussi en fonction des contraintes d'accès et d'approvisionnement en matériaux, ainsi que dans un souci de rentabilisation maximale des grues. La rue n'existe plus, les bâtiments sont simplement desservis par des voies internes qui se transforment en parkings au pied des immeubles et parfois en impasse. Il en résulte des quartiers complètement déconnectés des autres quartiers de la ville. De plus, en France, la plupart des grands ensembles. Ont été conçus non pas comme des villes nouvelles à l'exemple d'autres pays (Angleterre, Allemagne, Scandinavie) mais comme des quartiers nouveaux, dépendants de la ville existante. Leur implantation sur des 27 terrains agricoles éloignés des centres, décidée à un niveau national, a été quelquefois imposée aux mairies. Il en résulte une coupure importante, renforcée par le manque d'équipements et les lacunes des transports en communs.¹⁵

¹⁵HADDOUCHE Karima « *l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente* » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle, Centre Universitaire de Souk-Ahras.p31.

I.8. Les caractéristiques de la préfabrication :

I.8.1 Les avantages de la structure industrialisée :

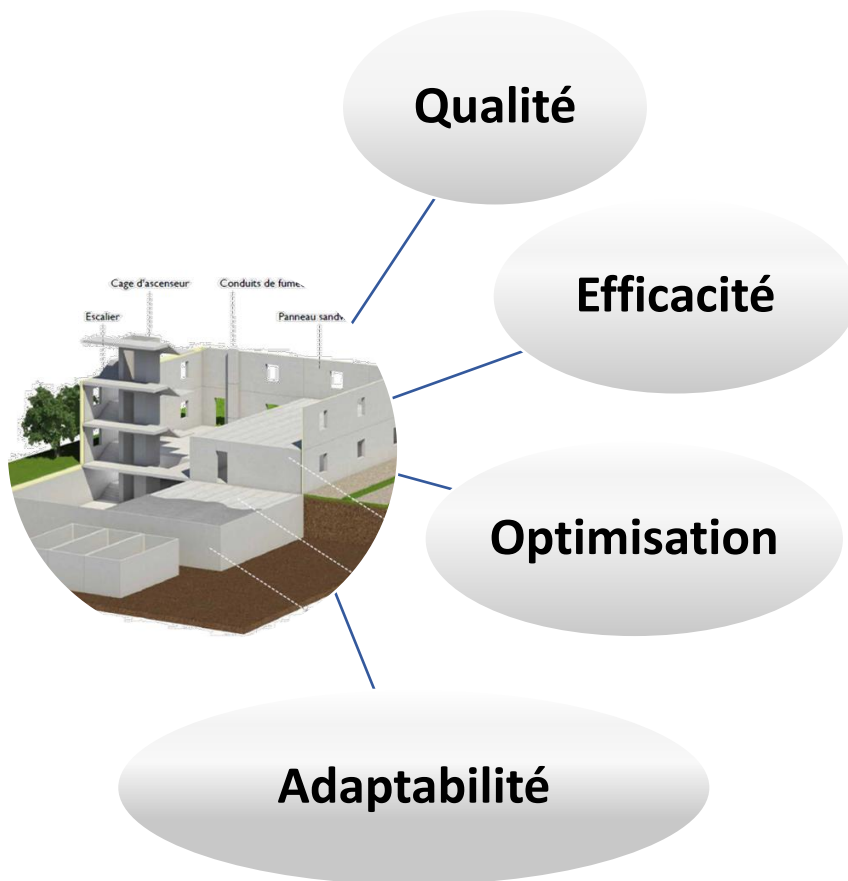


Figure 10 : Les avantages de la structure industrialisée

I.8.2. Les inconvénients :

La préfabrication c'est génial, c'est super, mais il existe tout de même quelques inconvénients à celle-ci. Dans un premier temps, on préfabrique de plus en plus d'éléments complexes, mais cela implique une manipulation soignée de ces éléments et leur acheminement vers le chantier n'est pas toujours évident. Pour de grosses pièces, il faudra parfois organiser des convois exceptionnels et utiliser des

gros camions qui polluent. Par ailleurs, lors de l'assemblage d'éléments préfabriqués, il se peut que certains joints posent problème et que des fuites apparaissent. Pour des pièces en béton par exemple, la précision n'est pas toujours exceptionnelle.¹⁶

I.9. Différents types d'installation de préfabrication :

Il existe deux types :

I.9.1 Atelier Précaire :

Il s'agit d'un atelier de préfabrication destiné à disparaître après l'achèvement de l'ouvrage pour lequel il est installé. Des produits préfabriqués de formes simples sont généralement Spécifique aux bâtiments construire. La préfabrication se fait alors le souvent au pied même de l'ouvrage. Les moules sont généralement en bois destinés à être détruits à la fin de la préfabrication.



Figure 12 : Atelier précaire a l'air libre pied de l'ouvrage édifié



Figure 11 : emplacement des grues
Source : www.dgileblog.com

I.9.2 Atelier forain :

Les moules utilisés dans un tel atelier seront réemployés ultérieurement sur un autre site, la distance entre les deux emplacements étant telle qu'il est plus économique de déplacer les moules que de transport les métalliques conçus pour être rapidement déplacés et chauffés à la vapeur sous bache. L'amélioration des conditions de personnel de travail consiste à installer des hangars mobiles légers permettant de mettre le personnel à l'abri des intempéries au moment de la fabrication et de protéger

¹⁶HADDOUCHE Karima « *l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente* » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle, Centre Universitaire de Souk-Ahras.P33

les éléments en cours de durcissement de la pluie et de la température excessive. Les hangars peuvent être mobiles sur des galets pour permettre la manutention et le déplacement des éléments préfabriqués par les grues.

I.9.3 Usine fixe :

Une usine de préfabrication est destinée à fonctionner pendant une longue durée pour alimenter plusieurs chantiers situés dans un rayon maximal variant de 100 à 150 km. La rentabilité, la qualité du produit, la vitesse de réalisation sont en fonction de la gestion de production de l'usine de la bonne organisation de la chaîne de travail.

Conclusion :

Nous avons pu ramasser un nombre important d'informations utiles et préalables à toute investigation détaillée sur la définition, l'historique et la démarche de l'apparition de cette technique.

Les techniques et les matériaux de construction ont varié au cours des dernières périodes. On peut résumer le concept de préfabriqué (en combinant les avantages de la structure dure et l'économie de la structure en béton traditionnelle).

Chapitre II : Les systèmes et les nouvelles techniques de la préfabrication

II.1 Notions de base :

II.1.1 Un bâtiment :

Est un ouvrage d'un seul tenant composé de corps de bâtiments couvrant des espaces habitables lorsqu'il est d'une taille importante.¹⁷

Un bâtiment est un produit généralement unique (situation, contextes, usages, ...), qui n'est pas la somme des parties mais avant tout un assemblage constituant des systèmes cohérents ayant des interactions avec les systèmes existants (naturels globaux et locaux, culturels, patrimoniaux, infrastructures type VRD, transports en commun, la composition, mixité, sociale, etc.). L'architecture se développe dans un cadre si riche de contraintes que les techniques nécessaires à sa réalisation deviennent, comme tout autre art, langage et expression. Ces contraintes dérivent du fait que l'homme construit pour des besoins fonctionnels, même si ce n'est pas la seule motivation. Habiter, se déplacer, communiquer sont des activités qui requièrent des supports construits. La ville, la ligne de transport ou de communication nécessitent des structures adéquates pour fonctionner. Si on regarde en détail chaque édifice, on voit qu'il est muni d'une structure expressément conçue pour répondre aux besoins fonctionnels qui sont à son origine.¹⁸

II.1.2 Structure :

Une structure décrit d'une manière générale, la façon dont les éléments participants d'un système sont organisés entre eux. C'est un assemblage d'éléments structuraux, c'est-à-dire porteurs, qui assure l'intégrité d'une construction et le maintien des éléments non structuraux (équipements, garnissage...).

Un élément est dit structural s'il a pour fonction de participer au drainage des charges mécaniques apportées par les éléments supportés. Ils sont classés selon les critères des : La Stabilité, la résistance, la rigidité...¹⁹

¹⁷NOTIONS SUR LE BATIMENT. PDF

¹⁸AZIZI, B, SEKHANE, H. La préfabrication du bâtiment comme élément de développement durable. Mémoire de master académique, Université Mohamed Sedik Ben Yahia-Jijel- Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'architecture, Jijel, 2015-2016. P31

¹⁹ACHIR, K, MEZIANE, M. Vers une industrialisation contemporaine du logement en Algérie (ORAN) Thèse de master académique, Université ABOU BEKR BELKAID -TLEMEN- Faculté de la Technologie Département d'Architecture, Tlemcen, 2016-2017.p 2

II.1.3 Composant :

Élément standard utilisé dans la construction de produits industriels de série tels que machines, véhicules, circuits électriques et électroniques, appareils électroménagers, portes, fenêtres, etc. (En électronique, on distingue les composants passifs et les composants actifs.).²⁰

II.2 Les matériaux de la construction dans le système prés-fabriqués :

Les architectes contemporains ont à leur disposition une énorme variété de matériaux de construction pour l'édification de bâtiments, allant du conventionnel au préfabriqué. Les produits fabriqués industriellement, par exemple les éléments en béton préfabriqué, les produits à base de bois et les tôles d'acier profilées, sont de plus en plus populaires en raison de leur qualité élevée et constante et de leur économie de production. Les propriétés des matériaux et le comportement structurel des éléments de construction décident de leur utilisation. Que ce soit pour l'enveloppe du bâtiment, les façades de l'aménagement intérieur, le verre, le plastique et l'aluminium sont généralement utilisés pour l'enveloppe du bâtiment et conviennent moins comme éléments structurels.

Dans les systèmes de construction, le verre, le plastique et l'aluminium sont généralement utilisés pour l'enveloppe du bâtiment et conviennent moins comme éléments structurels. Outre le verre flotté, le verre profilé et les briques de verre peuvent également être utilisés pour les systèmes de façade. Les éléments de construction en plastique sont généralement disponibles sous forme de panneaux, de coques et de coussins pneumatiques les métaux tels que le plomb, le bronze et le cuivre peuvent être traités avec une grande précision et un niveau élevé de préfabrication aujourd'hui. Les tôles de métaux semi-précieux conviennent également pour les panneaux préfabriqués utilisés dans la construction de façades. En plus des profilés de construction en acier, les profilés en aluminium sont également utilisés comme éléments de construction dans l'érection de structures porteuses. Par rapport

²⁰Dictionnaires français LAROUSSE.

aux éléments en acier de poids équivalent, l'aluminium est une fois et demie plus résistante, mais il est aussi plus fragile et généralement plus cher à fabriquer.²¹

Dans les systèmes de construction à base d'éléments, les produits préfabriqués utilisés pour les constructions porteuses sont généralement en acier, en bois ou en béton.²²

II.2.1-Acier :

"...le temps est probablement proche où un nouveau système de principes architecturaux sera développé, complètement adapté à la construction en fer." John Ruskin, (1819-1900)²³

Depuis le début du 19ème siècle, quand l'acier a pu être fabriqué en quantités énormes, la construction avec ce matériau a été grandement influencée par la préfabrication. Aucun autre matériau de construction n'a affecté les méthodes possibles de déconstruction et l'apparence des bâtiments aussi radicalement que l'acier, halles, les gares et les entrepôts en sont des exemples typiques.

Le concept de production en série a été repris et développé en particulier par les architectes du modernisme. L'acier est un matériau élastique doté d'une grande t'ensile et une grande résistance à la compression.

Les bâtiments les éléments de construction fabriqués dans ce matériau peuvent être chargés jusqu'à ce que l'on appelle la limite d'élasticité. Lorsque cette limite est dépassée, le matériau se comporte de manière plastique, c'est-à-dire que ce n'est qu'à partir de ce point que déformations du matériau ne sont plus réversibles.

L'acier de construction possède une qualité de matériau constante, ce qui constitue un avantage pour le dimensionnement des constructions. En raison de son excellent comportement structurel, l'acier permet de réaliser des constructions de grande portée, les constructions en acier sont particulièrement bien adaptées aux systèmes

²¹Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Burkhouse, 2008. pp. 50. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

²²Herzog, Thomas. *Facade Manual.* s.l.: Munich, 2004. p. 28.

²³Ruskin, John. *Seven lamps of Architecture.* London: s.n., 1849

de construction modulaire. Permet de les démonter facilement, démontables. Technique au sein des systèmes qui facilite un montage rapide.

En plus des constructions en acier, qui sont généralement basées sur des grilles conventionnelles, aujourd'hui, avec l'aide de la technologie informatique la plus moderne, l'acier peut être utilisé pour la construction de bâtiments. Les technologies informatiques les plus modernes, des systèmes de construction en acier peuvent être conçus qui permettent de réaliser des constructions à géométries complexes. Les possibilités du matériau acier en termes d'innovation et d'économie sont n'ont pas encore été épuisées. L'acier de construction peut être travaillé facilement et de différentes manières et il est un et constitue aujourd'hui un élément important du con industriel d'aujourd'hui, avec de grands avantages économiques et écologiques. Bien que la fabrication de l'acier nécessite une grande beaucoup d'énergie, ce matériau peut être recyclé.²⁴



Figure 15 : Projet logement collectif en acier, béton



Figure 14 : Bâtiment assemblé avec des panneaux de construction en acier Panneaux, Centre le Corbusier, Zurich (CH)1967, Le Corbusier, Jean Prouvé

²⁴-Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp. 51. 3764386568 (ISBN13 : 9783764386566)

II.2.2. Bois :

"Le bois n'est qu'un mot d'une syllabe, mais derrière lui se cache un monde de beauté et d'émerveillement caché". Theodor Heuss, (1884-1963) ²⁵

La construction en bois est devenue de plus en plus populaire au cours des dernières années.

Après l'acier et le béton, le bois est le troisième groupe de matériaux le plus utilisé dans l'industrie du bâtiment. Ce ne sont pas seulement les aspects écologiques mais aussi une prise de conscience des qualités de ce matériau de construction naturel et disponible localement, qui a conduit à une l'industrie du bois. Outre traditionnelles du bois, l'industrie développe de nouveaux systèmes, en collaboration avec les universités des recherches, sont recherche sur l'amélioration et l'optimisation des matériaux de construction en bois. Par rapport à l'acier, le bois se distingue par une grande solidité pour un faible poids et une grande résistance à la transmission thermique ; il peut être utilisé pour systèmes structurels, l'aménagement intérieur et les façades. En plus du bois massif, les techniques industrielles de stratification et de pression permettent de fabriquer de nombreux matériaux de construction à partir de fibres et de copeaux de bois. Ils peuvent également être produits par des processus de recyclage simples utilisant de déchets. Éléments semi-finissons la forme de panneaux de bois lamellé-collé contreplaqué ou de Panneaux de fibres, sont faciles à travailler et offrent donc une grande liberté de conception les techniques modernes et traditionnelles de construction en bois peuvent être divisées en deux catégories : les constructions à ossature et les constructions solides. La construction moderne en bois utilise également les principes des systèmes d'ossature, et des systèmes de modules de pièces. Les éléments d'ossature en bois et les panneaux muraux massifs constituent le plus grand du marché de la construction en bois.

²⁵Spring, Anselm et abois. *Le cinquième élément 3*. s.l. : Munich, 1999. p. 14.

Ces éléments structurels et plans en bois peuvent être utilisés de diverses manières pour construire des dalles de sol, des murs et des toits. Dalles de plancher, de murs et de toits. Ils sont disponibles à un haut niveau de qualité, presque sur demande et répondent à toutes les exigences de la physique du bâtiment. Les éléments de murs en bois massif sont fabriqués automatiquement et sous forme de grands panneaux et de modules, peuvent être rapidement assemblés sur site.²⁶



Figure 16 : bâtiment en bois

Source : https://www.google.com/search?sxsrf=AOaemvLJZmVpYuV-0V6TNaS9Ywdl5r7F2g:1630284744920&source=univ&tbm=isch&q=batiment+en+bois&sa=X&ved=2ahUKEwjMxun4w9fyAhXj7OAKHfjIDLYQjJkEegQICRAC&biw=1536&bih=754#imgrc=l bO2Paoo0Y1ZKM&imgdii=w98IPecKq_6GFM

II .2. 3-Béton

"Il n'est pas facile de voir dans ce conglomérat une haute propriété esthétique, parce que, en Lui-même, il est amalgame agrégat, composé...Le résultat net est, au mieux, une pierre artificielle, au pire, un tas de sable pétrifié... au pire. Sûrement, ici pour l'esprit créatif, c'est la tentation de sauver un matériau si honnête de la dégradation. Parce qu'ici, dans un conglomérat nommé "béton", nous trouvons un matériau plastique, qui n'a pas encore trouvé de moyen d'expression qui lui permette de prendre une forme plastique".

Frank Lloyd Wright (1867-1959)²⁷

²⁶**Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib.** *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp. 51-52. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

²⁷**Kind-Barkauskas, Friedbert et al.** *Concrete Con-struction Manual.* s.l.: Munich/Cologne/Dusseldorf, 1995. p. 27

En comparaison avec la pierre, l'acier et le bois, le béton n'est pas un matériau homogène, mais un mélange hétérogène de ciment, eau, granulats, additifs et agents. Les variations du type et de la quantité de ces constituants déterminent les propriétés de ce matériau. Le béton est largement utilisé dans l'industrie du bâtiment en raison de sa grande capacité de charge la variété et la diversité des formes qu'il peut prendre

En particulier en association avec l'acier, tous les principes de construction de l'ossature en passant par le panneau et jusqu'au modulaire. Ces méthodes de construction sont généralement combinées, par exemple le système structurel d'un bâtiment peut être réalisé comme une structure en béton qui est ensuite remplie d'éléments préfabriqués en bois. Grâce à la disponibilité du béton et de l'acier, le béton armé est un matériau de construction économique qui peut être produit avec des techniques de prérempli d'éléments préfabriqués en bois. Grâce à la disponibilité du béton et de l'acier, le béton armé est un matériau de construction économique qui peut être produit avec des techniques de production simples. Le béton armé est particulièrement adapté à la production en série d'éléments préfabriqués. Les éléments en béton préfabriqués, contrairement aux éléments en béton coulé sur place, Les éléments en béton préfabriqués sont fabriqués dans des coffrages plats ou verticaux construits en acier ou en plastique, ce qui permet d'obtenir des surfaces de béton de qualité peuvent être réalisées. Dans les coffrages plats le béton est coulé la surface supérieure est lissée manuellement.

Les éléments de construction préfabriqués en béton peuvent être utilisés à tous les stades de la construction, de l'enveloppe du bâtiment au revêtement de la façade. Pour la construction de la façade, les options peuvent être divisées en panneaux ou double couche et en éléments sandwichs. La fabrication en série permet de produire des éléments spécialisés, par exemple des escaliers, de manière économique. Grâce aux techniques de production les plus modernes, et des projets de construction divers. La

taille des éléments est toutefois définie par les limites des techniques de production et la difficulté de transporter de grands éléments.²⁸



Figure 17 : Façade en treillis constituée d'un treillis d'éléments préfabriqués en béton. Eléments en béton préfabriqués, Wageningen (NL) 2006, Rafael Vinoy

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

II.3. Les systèmes structurels :

II.3.1. Systèmes à ossatures :

Les systèmes d'ossatures sont composés d'éléments de construction linéaires tels que les colonnes et les poutres. Combinés avec des éléments de contre ventement, ils constituent une construction essentiellement stable, capable de résister aux charges les charges verticales et horizontales. Sur bâtiments où le système porteur est conçu comme une irame, les éléments porteurs sont structurellement et fonctionnellement clairement séparés des éléments non porteurs de l'enveloppe extérieure et de l'aménagement intérieur D'une manière générale, lors de la planification des il est important que la structure porteuse et les jonctions soient structure porteuse et les jonctions soient en harmonie avec les systèmes d'aménagement et des systèmes de façade, car ni les murs extérieurs ni les murs

²⁸Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp. 51-52. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

intérieurs ne sont porteurs. Les poutres sont soumises à contraintes de flexion car elles supportent les charges des dalles de plancher et la construction du toit. Les colonnes reprennent les charges verticales des poutres et les transferts aux fondations. Lors de la conception d'une structure à ossature, la disposition des colonnes doit être harmonisée avec la disposition en plan. La flexibilité de l'immeuble est possible dans le cadre d'une grille de colonnes. Les éléments de contreventement reprennent, par exemple les forces horizontales dues aux charges de vent, et stabilisent le cadre.

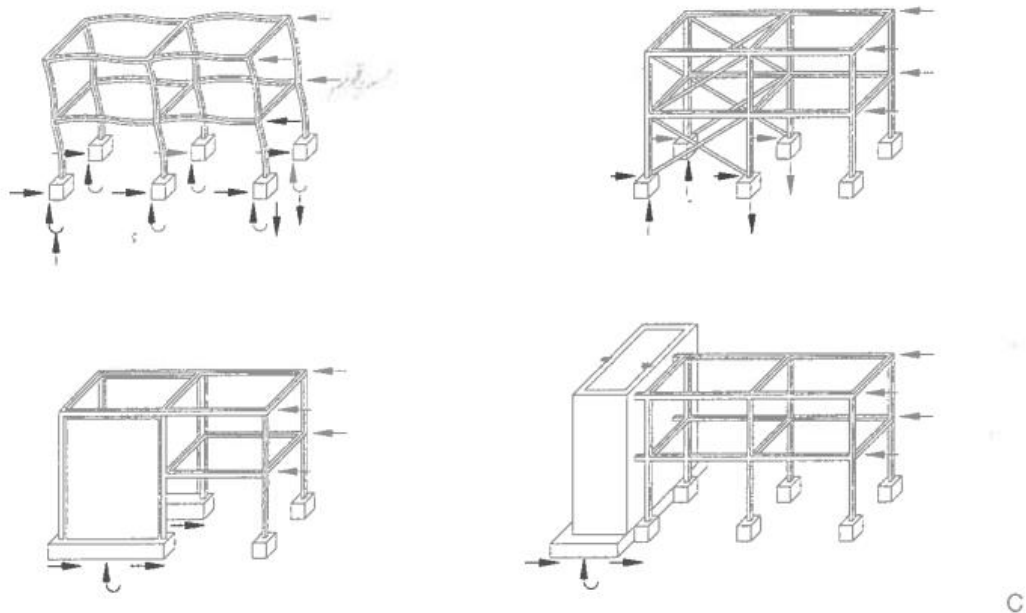


Figure 18 : Systèmes de contreventement dans la construction de cadres cadre avec éléments d'angle rigides a b traverses diagonales C plaques murales d noyaux.

source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

II.3.1.1. Systèmes d'ossature en acier :

Les cadres en acier ont été utilisés comme principe de construction pour une grande variété de formes de bâtiments depuis le développement de la construction métallique moderne. Colonnes et poutres en profilés d'acier créent un cadre de membres linéaires d'un poids linéaire d'un poids minimal, qui présente une élévation et permet de grandes portées entre les colonnes. Cela signifie que de très longues portées sont possibles avec peu d'éléments de construction, mais les plus économiques se situent entre 6 et 18 m. L'unité standard internationale pour la dimension des éléments de construction en acier est le millimètre. Pendant le travail de conception, l'espacement entre les colonnes et les poutres est déterminé au moyen d'une grille structurelle. Le site l'utilisation généralisée des ordinateurs permet aux concepteurs d'abandonner les grilles orthogonales et permet de créer des cadres de presque toutes les formes possibles (photo 2). Forme imaginable. Dans les systèmes de construction à ossature, les charges sont transférées aux fondations par l'intermédiaire de poutres et des colonnes. Les éléments de contreventement assurent la stabilité de l'horizon de la construction horizontalement et verticalement. Les éléments qui constituent le système structurel peuvent être des profilés en acier laminés, des profilés en acier creux ou des éléments composites. Les contreventements horizontaux horizontale est assurée par les dalles de plancher ou les poutres horizontales, et la structure en acier peut être contreventée verticalement par des joints d'angle rigides, poutrelles ou plaques murales pleines. Dans un système de construction à ossature, tous les éléments porteurs sont préfabriqués et transportés sur le site de construction. Grâce à une installation appropriée, les éléments de construction peuvent être levés directement du véhicule de transport jusqu'à l'endroit du bâtiment l'endroit où ils sont nécessaires. Pour garantir un montage simple et efficace²⁹

²⁹**13-Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib.** *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp. 55. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

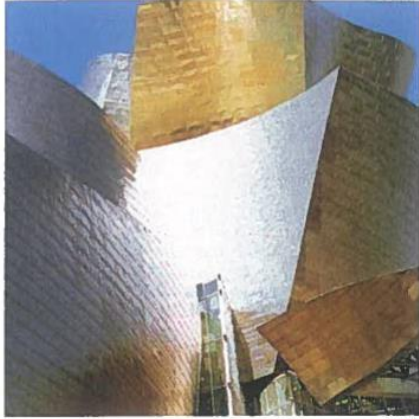


Figure 19 : Combinaison d'éléments de contreventement et de façade dans une construction à ossature métallique, maison en Shimgamo, Shimgamo (J) 1994, WaroKishi et associés

Source: livre *Components and Systems: Modular*



Figure 20: Cadre en acier à forme libre, Musée Guggenheim, Bilbao (E) 1997, Frank O. Gehrya structure du cadre enveloppe du bâtiment en panneaux de titane

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Exemple : Maison temporaire à Paris :



Figure 21: maison temporaire à paris

Source: Livre: *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

- **Architectes** : Hamonic + Masson, Paris Gaelle Hamonic, Jean-Christophe Masson Julien Gouiric
- **Fonction** : maison unifamiliale acier
- **Construction** : en acier
- **Système** : construction du cadre
- **Surface du site** : 450 m²
- **Surface brute de plancher** : 180m²
- **Volume intérieur total** : 493m²
- **Coût total de la construction** : 288.000 € (brut)
- **Date de construction** : 2003
- **Période de construction** : 5 mois³⁰

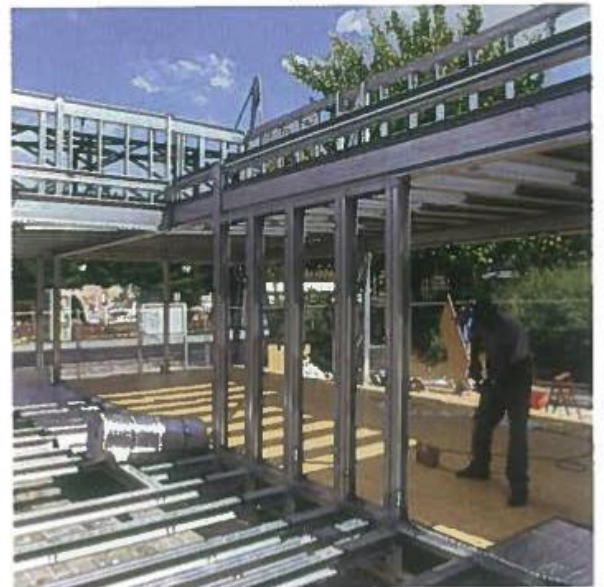
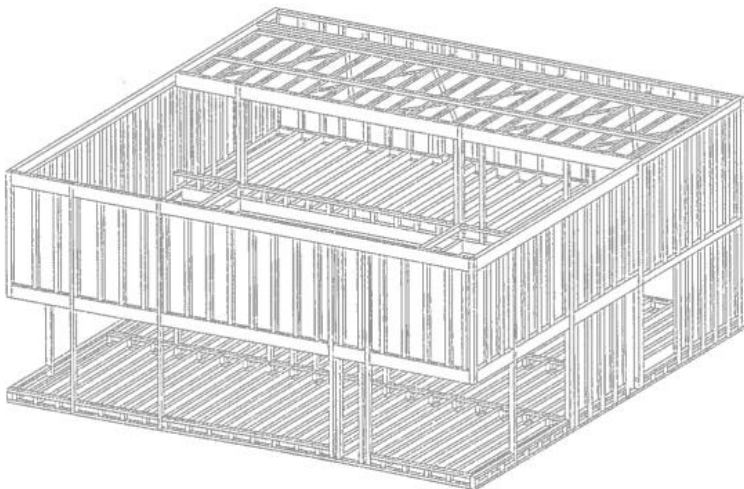


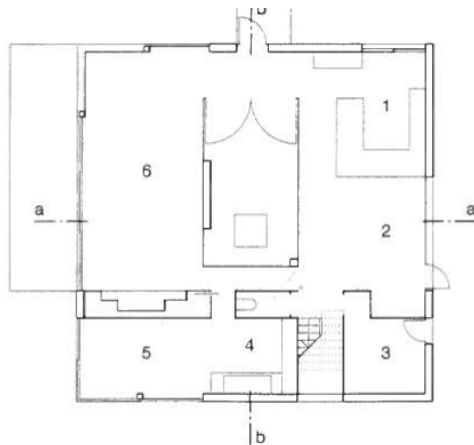
Figure 22 : la structure de maison temporaire à paris

Source: Livre: *Components and Systems: Modular Building*

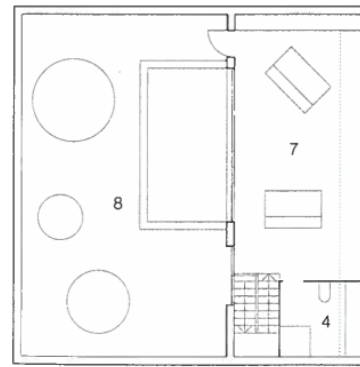
Figure 23 : la structure de maison temporaire à paris

Source: Livre: *Components and Systems: Modular Building*

³⁰Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp. 72. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).



Plan R.D.C



Plan 1er étage

axonometric of
steel frame
sections • floor plans
scale 1:250

- 1 kitchen
- 2 dining
- 3 guest room
- 4 bathroom
- 5 bedroom
- 6 living room
- 7 nursery
- 8 roof garden

II.3.1.2. Systèmes à ossature bois

Les systèmes de construction à ossature bois sont un développement des constructions à ossature traditionnelle. Les charpentes en bois sont composées de colonnes et de poutres. Le raidissement est assuré par des membrures diagonales de tension ou de compression, des panneaux muraux reliés à l'ossature ou des noyaux solides qui s'étendent sur toute la hauteur du bâtiment. La différence entre structures de trame en bois et les autres systèmes de construction en bois est que la structure porteuse est indépendante des éléments qui enferment l'espace. Les éléments utilisés pour les structures modernes en bois.

Les méthodes de construction à ossature sont généralement massives ou en bois lamellé-collé de haute qualité, généralement appelés bois de construction. Ce bois est divisé en trois classes différentes en fonction de leur capacité de charge, les défauts naturels et de la largeur des cercles de croissance annuels. Ces classifications sont définies dans normes industrielles, par exemple la norme allemande no. DIN 4074. Le planificateur décide quelle qualité de bois doit être utilisée pour une construction. La section transversale des éléments en bois utilisés dépend de la résistance à la charge et de protection contre l'incendie. La section transversale peut être optimisées en fonction des charges et des portées souhaitées Les connexions en bois fabriquées à la main sont de plus en plus remplacés par des méthodes d'ingénierie. Les connexions sont généralement réalisées avec de goussets et de plaques d'ancrage ou de chevilles d'acier. Les systèmes à ossature bois conviennent à une grande variété de types de bâtiments ; des grands halls aux bâtiments bas de plain-pied. D'un seul étage. Il existe

de très nombreuses méthodes de construction, qui diffèrent par la façon dont les colonnes et les poutres sont fabriquées, ainsi que par la manière dont elles sont utilisées.³¹

EXEMPLE : Maison à Andelsbuch (Autriche) :

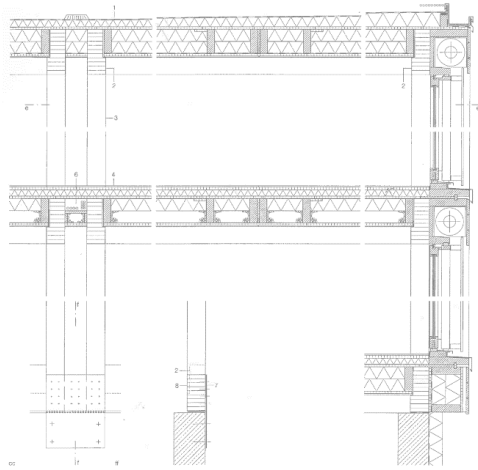


Figure 24: Maison à Andelsbuch

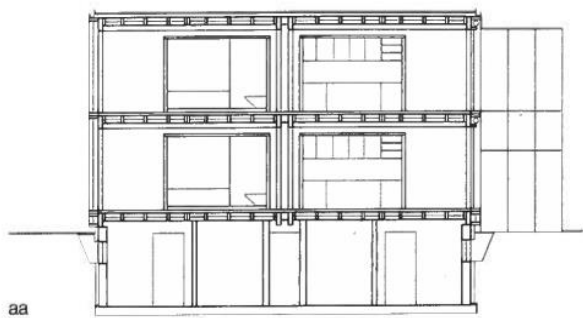
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*

- **Architectes :** Oskar Leo Kaufmann et Johannes Kaufmann
- **Fonction :** maison
- **Construction :** bois
- **Système :** construction en cadre/panneau
- **Hauteur intérieure du plafond :** 3,1 m
- **Surface du site :** 1500 m²
- **Surface brute au sol :** 200m²
- **Volume intérieur total :** 650 m³
- **Coût total de la construction :** 450 000 € (brut)
- **Date de construction :** La durée de la construction :6mois

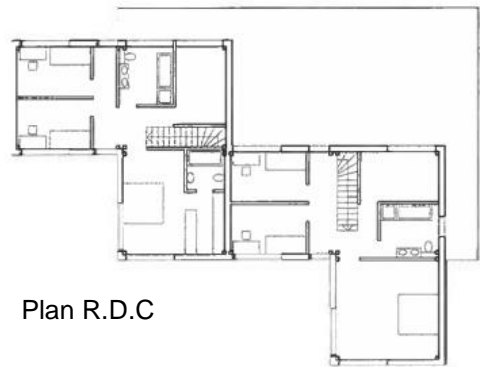
³¹Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.61-62. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).



Le détail structurel



Coupe aa



Plan R.D.C



Plan 1^{er} étage

II.3.1.3. Systèmes d'ossature en béton :

Les cadres fabriqués en éléments préfabriqués en béton armé sont en raison de leurs charges permanentes plus importantes, ne conviennent que pour bâtiments à nombre limité d'étages. Les éléments de construction utilisés sont colonnes, poutres, murs et dalles intermédiaires dalles de plancher intermédiaires. Dans ces systèmes, les charges sont transférées par les colonnes, les poutres et les dalles de plancher. Les colonnes transfèrent les verticales des poutres, des dalles de plancher et de la toiture

et le toit aux fondations. Le contreventement vertical est assuré par les murs, les noyaux ou les colonnes à extrémité fixe.³²

Exemple : Centre de la mode à Fukuoka (japon)



Figure 26 : centre de la maison Fukuoka in japon

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

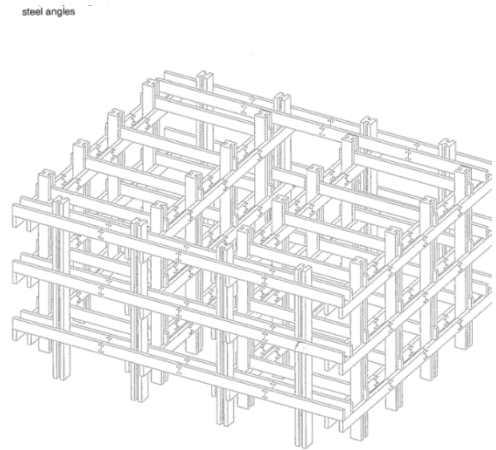
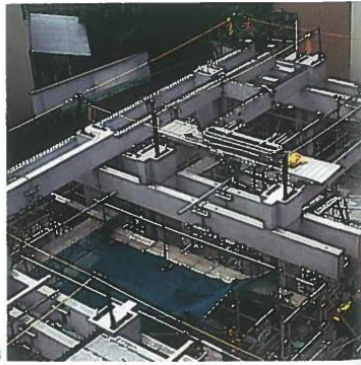
Équipe du projet détails de construction :

- **Architects:** Takamatsu and Associates, Kyoto Kim Kihong
- **Fonction :** éducation
- Construction : béton armé
- **Système :** construction à ossature

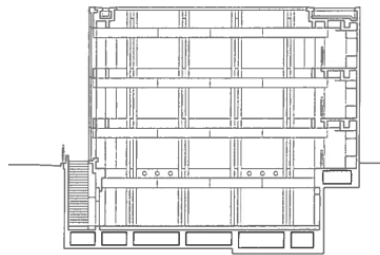
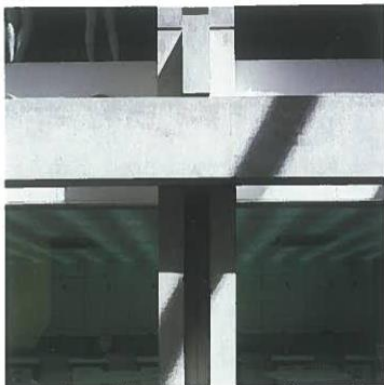
³²

Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp. 68-70. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

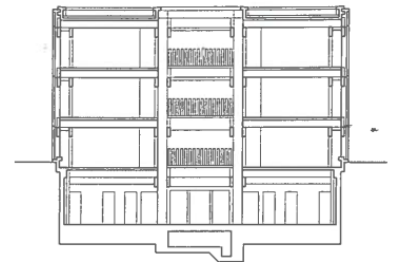
- Hauteur intérieure du plafond : 2,5-2,6 m
- Surface du site : 478 m²
- Surface brute de plancher : 1,308 m²
- Volume intérieur total : 3.400 m
- Coût total de la construction : 2,3 millions d'euros (brut)
- Date de construction : 2002
- Période de construction : 10 mois³³



Cadre de la structure en béton



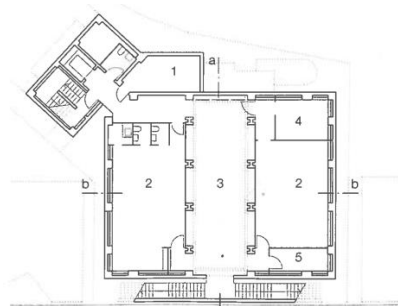
Coupe aa



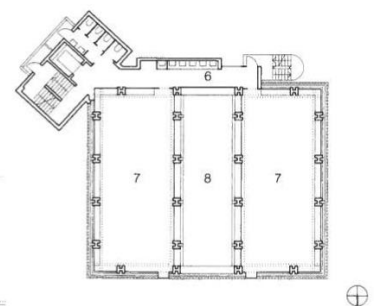
coupe bb

Figure 27 : centre de la maison Fukuoka in japon

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New*



Plans RDC



plan 1 étage

³³Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.100. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

III.3.2. Systèmes de panneaux

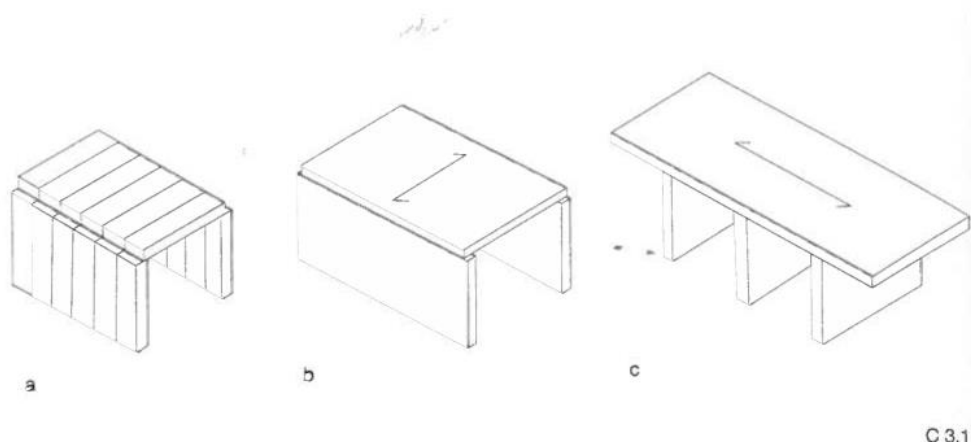


Figure 28 : construction en système panneaux

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Dans les constructions en panneaux, les systèmes structurels sont constitués d'éléments de murs et de dalles planes qui forment en même temps une charpente. D'une dalle, qui forment simultanément un espace fermé. Les panneaux peuvent être construits en acier, en bois, en béton ou en maçonnerie. Le site petits panneaux étroits que les grands panneaux de la taille d'une pièce sont des éléments autoportants. Les méthodes de construction des panneaux sont différenciées selon trois principes de construction de petits panneaux Aujourd'hui, la construction en petits panneaux n'est dans les bâtiments de faible hauteur à plusieurs étages. Dans ce système, les murs sont construits de panneaux étroits de la hauteur d'un étage, des entre lesquels des éléments de dalles minces. Les éléments de mur et de dalle sont construits dans des largeurs de 60 à 120 cm. Les panneaux de petit format permettent des processus de que les panneaux de plus grand format., mais le nombre de joints est Cependant, le nombre de joints est nettement plus élevé et doit être Il faut donc en tenir compte lors de la planification. Bien que les petits éléments soient plus faciles à assembler plus facilement en utilisant un équipement de levage plus simple, ils demandent plus de temps pour le montage. Construction de grands panneaux Le système structurel d'une construction à grands panneaux se compose de dalles de plancher soutenues par un système de levage. Panneaux consiste en des dalles de plancher soutenues sur les quatre côtés par les murs longitudinaux et murs et transversaux situés en dessous est limitée à 6 m, il est possible de la soutenir sur deux axes seulement, c'est-à-dire dans le sens longitudinal ou transversal. Si la dalle est soutenue dans le sens transversale par les murs longitudinaux, les murs transversaux non porteurs ne que des éléments de contreventement et de cloisonnement.³⁴

³⁴Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.111. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

II.3.2.1. Système des panneaux en acier :

Méthodes de construction en panneaux d'acier : la construction en ossature est le principe de base utilisé pour construire avec des panneaux d'acier. Les différences, cependant sont les suivantes les charges sont transférées par les colonnes l'ossature de la construction à ossature bois, alors qu'avec le bardage, l'ossature métallique fait office de plaque. Les cadres et les traverses en acier sont fabriqués en usine et les panneaux sont livrés sur le chantier soit sous forme d'ossature, soit avec le bardage, en fonction du niveau de préfabrication. Construction d'une charpente en teck.

Dans cette forme de construction, les éléments de panneaux porteurs sont construits en profilés d'acier laminés à froid comme éléments de construction bruts pour les murs, les dalles et les toits (Figure 29).

Les avantages de cette méthode de construction sont le faible poids et la grande capacité de charge des éléments de construction. Les cadres métalliques sont construites à partir de profilés verticaux (montants), disposés à des intervalles de 40 à 80 cm, qui sont reliés par le haut et en bas par des profilés en U. Les raccords sont soit soudés, soit collés, soit vissés.

La construction doit sa stabilité au bardage double face en matériaux divers. On obtient un mur qui agit comme un panneau ou une dalle et transfère toutes les charges appliquées aux éléments de construction adjacents.³⁵

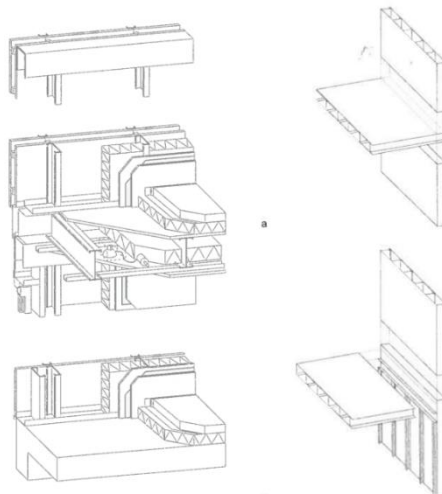


Figure 29 : système panneaux en acier

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New*

³⁵Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.114. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

II.3.2.2. Système des panneaux en bois :

Les systèmes de construction en panneaux de bois sont subdivisés en construction de panneaux, la construction en ossature, la construction en blocs et la construction avec des modules en bois. Les éléments utilisés dans la construction en panneaux de bois sont généralement constitués de bois massif ou de matériaux de construction en bois transformé avec des nervures transversales de raidissement. Généralement les panneaux fixés avec des joints à rainure et languette avec des joints à rainure et languette, des joints à feuillure, des goupilles, des chevilles en bois dur ou en acier, ou clouées avec des plaques d'acier perforées (Figure 30). Les jonctions d'angle sont fixées soit par vis ou des boulons. Des profilés d'étanchéité ou des bandes d'étanchéité sont nécessaires pour protéger les joints contre la pénétration de l'humidité. Le choix des véhicules de transport et de levage dépend des dimensions des éléments et de leur poids qui en résulte. Les grands panneaux sont souvent utilisés dans la construction de logements, où ils sont employés dans hauteur de pièce ou de bâtiment. Le bois pour les murs extérieurs peut mesurer jusqu'à 14,5 m de long. Les éléments de dalles peuvent avoir jusqu'à 2,5 m de largeur et 10 m de portée. Les petits panneaux sont également de grande taille mais avec des largeurs de 60 à 125 cm. Les dimensions des éléments de dalles correspondent à celles des grands panneaux. En raison du poids minimal de ces éléments des équipements de levage simples peuvent être utilisés. Les petits et grands panneaux ont une épaisseur comprise entre 60 et 120 mm. La construction en panneaux de bois se divise en deux catégories : construction avec des panneaux en bois et les unités de construction en bois massif³⁶

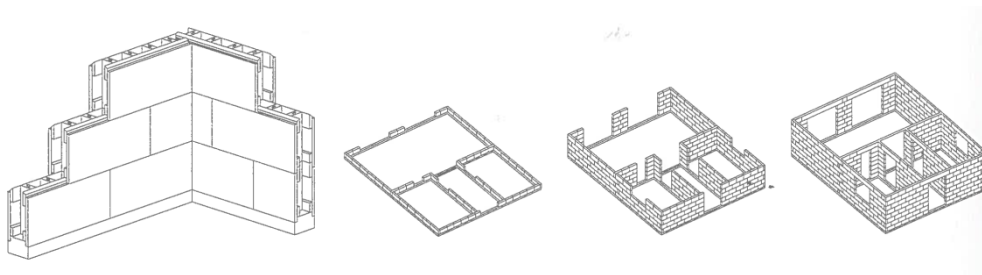


Figure 30 : système panneaux en bois

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

³⁶Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.114. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

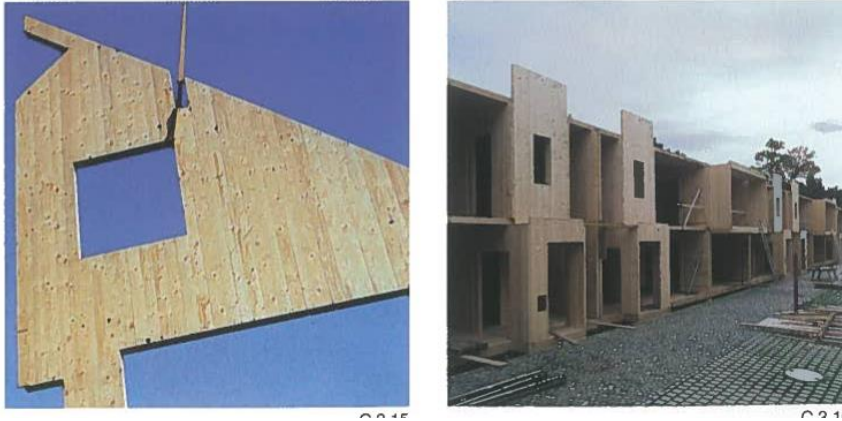


Figure 31 : construction en panneaux bois

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Exemple : centre de technologie à Munich (Allemagne) :



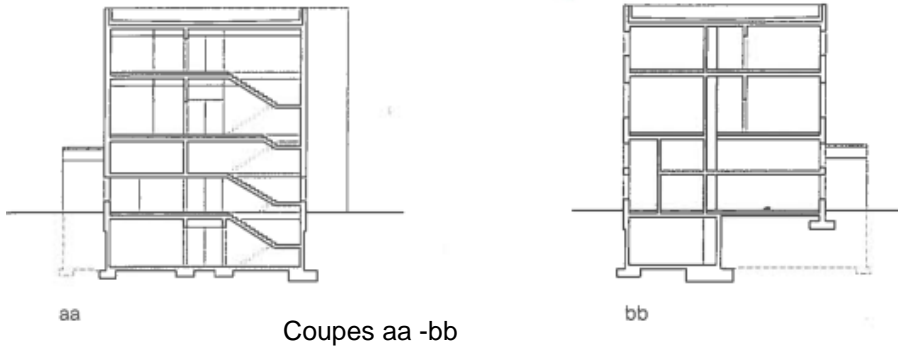
Figure 32 : centre de technologie Munich

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

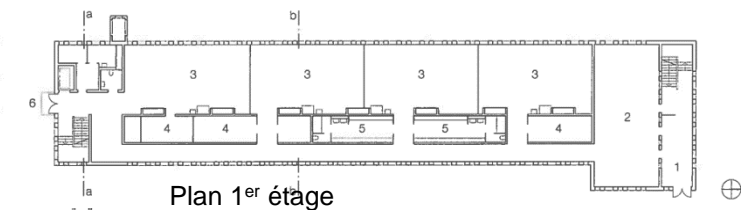
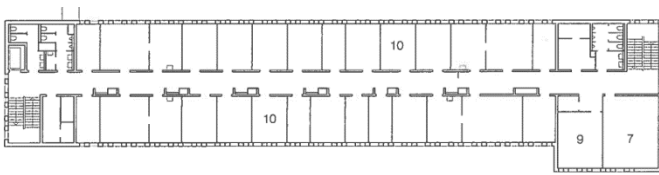
Architectes : Hild et K, Munich Matthias Haber, Sandra Räder

- Ingénieurs en structure : Herrschmann Ingénieurs, Munich
- Utilisation : recherche
- Construction : béton armé
- Système : construction en panneaux
- Surface brute de plancher : 3100 m²
- Hauteur intérieure du plafond : 4,2 m
- Volume intérieur total : 12.400 m³

- Coût total de la construction : 6,7 Mio E (brut)
- Date de construction : 2004



Coupes aa -bb



Plan 2 -ème étage

Figure 33 : les différents plans de centre de technologie in Munich
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*



Figure 34 : intérieur du centre de technologie in Munich
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*



- vertical section
 horizontale section
 niveau: 1.00
1. structural construction
 2. 100 mm aluminum sheathing, powder coated
 3. 100 mm thermal insulation
 4. 100 mm reinforced concrete slabs
 5. 100 mm reinforced concrete slabs
 6. 100 mm reinforced concrete slabs
 7. 100 mm reinforced concrete slabs
 8. 100 mm reinforced concrete slabs
 9. 100 mm reinforced concrete slabs
 10. 100 mm reinforced concrete slabs
 11. 100 mm reinforced concrete slabs
 12. 100 mm reinforced concrete slabs
 13. 100 mm reinforced concrete slabs
 14. 100 mm reinforced concrete slabs
 15. 100 mm reinforced concrete slabs
 16. 100 mm reinforced concrete slabs
 17. 100 mm reinforced concrete slabs
 18. 100 mm reinforced concrete slabs
 19. 100 mm reinforced concrete slabs
 20. 100 mm reinforced concrete slabs

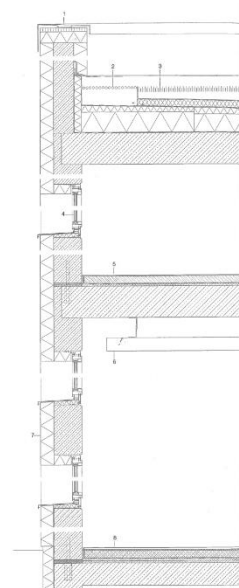


Figure 35: Detail structural
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

³⁷Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.144. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

II.3.3.3. Système des panneaux en béton :

Méthodes de construction en panneaux de béton La forme la plus fréquemment utilisée de système de construction en panneaux est le panneau préfabriqué en béton armé (figure36). Bien que la construction de logements à plusieurs étages utilise des techniques de construction en de petits et grands panneaux, la construction à parois transversales est la méthode la plus couramment utilisée. Les murs porteurs, qui sont transversalement à la longueur du bâtiment (murs transversaux), peuvent servir simultanément d'éléments de séparation entre deux unités d'habitation. Une planification flexible est possible entre les murs transversaux. Ces éléments porteurs sont suffisamment denses pour répondre aux exigences en matière d'isolation acoustique et de protection contre le feu. Un système porteur économique est réalisé lorsque les dalles de plancher et de plafond sont directement sur les parois transversales en tant qu'éléments continus. Les méthodes de construction en petits panneaux sont techniques couramment utilisées pour les habitations de faible hauteur. Les petites tailles des unités de construction unités de construction permettent une grande variété. Les panneaux muraux peuvent être préfabriqués en usine à hauteur de pièce et jusqu'à 6 m de long. Usine à hauteur de pièce et jusqu'à 6 m de long. avec des fenêtres, des portes et des gaines de service déjà installés. L'assemblage sur site est effectué étage par étage.³⁸

³⁸Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.119-120. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566).

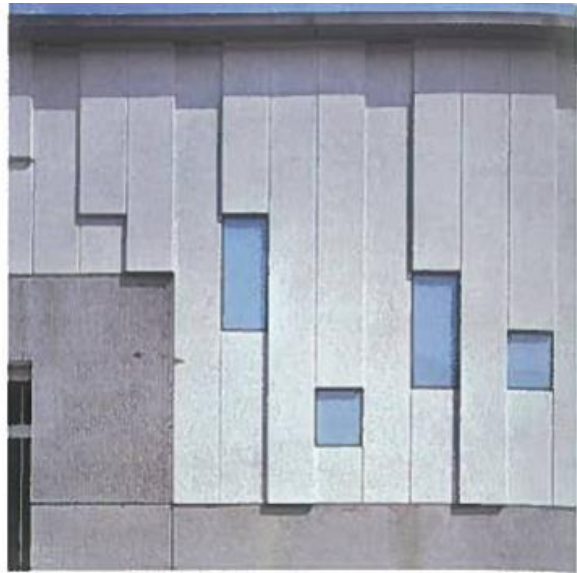


Figure 36 : des panneaux en béton

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Exemple : Agence de publicité à Munich (Allemagne)

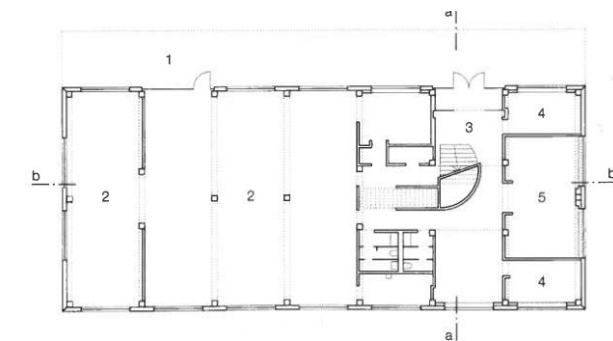


Figure37 : Agence de publicité Munich

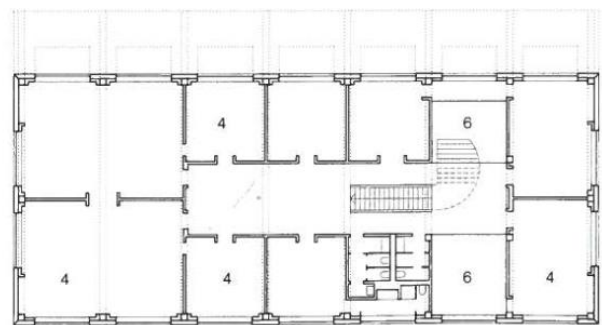
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

- **Architectes:** Amann & Gittel Architekten Munich Ingrid Amann
, Rainer Gittel Christian Hartranft,
Christopher von der Howen, Thomas Thalhofer
- Ingénieurs en structures** : Dorrer Bau AG, Neunburgv.
Wald Walter Werbung GmbH, Munich

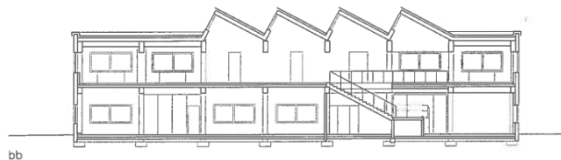
- **Usage** : bureaux
- **Construction** : béton
- **Système** : construction en panneaux
- **Interne hauteur du plafond** : 3.0 m
- **Surface du site** : 1500 m²
- **Surface brute de plancher** : 1060 m²
- **Volume intérieur total** : 5300 m
- **Coût total de la construction** : 1,3 million d'euros (brut)
- **Date de construction** : 2002³⁹



Plan R.D.C



Plan 1^{er} étage



Coupe bb



Figure 39 : panneaux en cours de réalisation
Source: *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction.*

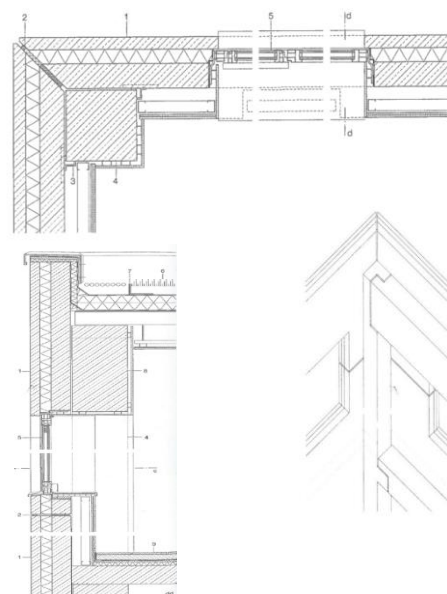


Figure 38: detail structural

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*

³⁹Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.148-. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)



Figure 40 : détail construction panneaux
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*

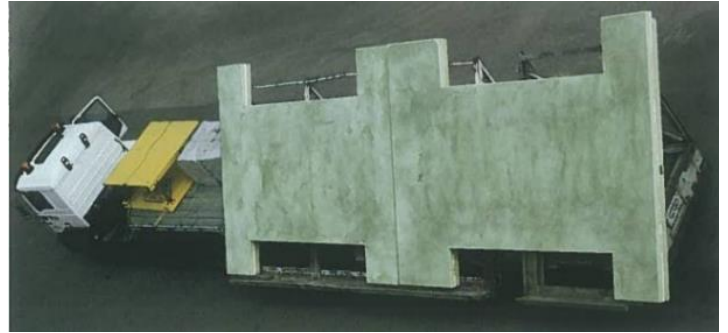


Figure 41 : des panneaux préfabriqués
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*

II.3.3. Systèmes de modules :

Les modules room sont des unités de construction modulaires qui peuvent être interconnectés sur le site pour former un bâtiment et, selon le concept de construction, ils sont soit porteurs, soit non porteurs. Aujourd'hui, le système de support de la charge pour les modules de la pièce modules est généralement en acier, en bois ou en béton. Les dimensions sont déterminées par les moyens de transport disponibles. Le site niveau élevé de préfabrication permet un montage rapide l'assemblage rapide des bâtiments sur le site. Dans les années 1960 et 1970, la conception architecturale visionnaire et utopique était dominée par des bâtiments basés sur des modules de pièce standardisés, le plus souvent en plastique. Le site principes de ces constructions étaient des systèmes de construction modulaires fermés qui pouvaient être simplement interconnectés de sorte que d'ajouter ou de retirer des unités selon les souhaitées. La flexibilité de ce système de construction associé au plastique progressif et nouveau des matériaux, était considéré comme l'industrie de la construction et représentait la vision d'une architecture mobile et temporaire, populaire à l'époque.⁴⁰

⁴⁰Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp159. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

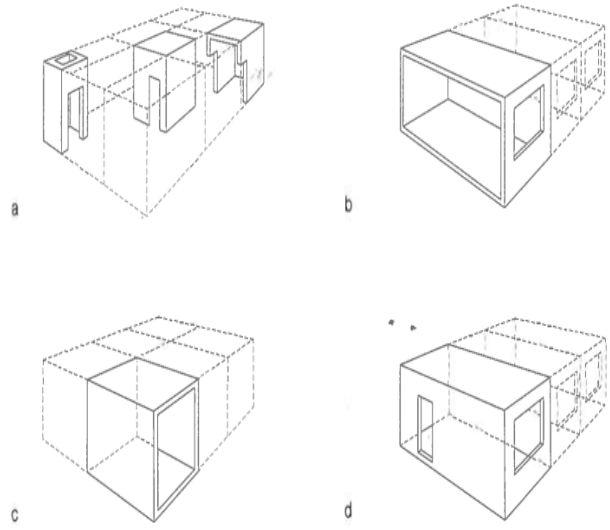


Figure 42 : construction système modules préfabriquées

II.3.3.1. Systèmes de modules en acier :

Les systèmes de modules de salles en acier conviennent pour les projets de construction permanents comme des solutions provisoires lors de travaux d'extension et de rénovation de bâtiments, ou des structures pour les salons pour les foires commerciales. En fonction du type d'élément, il est d'empiler des modules d'espace jusqu'à six étages. Les dimensions habituelles des modules dépendent de la fonction du bâtiment et des possibilités de transport. Les dimensions standard de sont de 3x8m, bien qu'une dimension maximale de 6 x 20 m est possible. Les modules en acier. Les modules de chambre en acier mesurent généralement de 3,2 à 3,7 m de hauteur. Les modules de chambre en acier sont préfabriqués dans usines spécialisées et transportés sur le chantier de construction ou de montage. La construction primaire est constituée de cadres soudés ou boulonnés et de profilés en acier ou de creux qui forment une structure tridimensionnelle.⁴¹

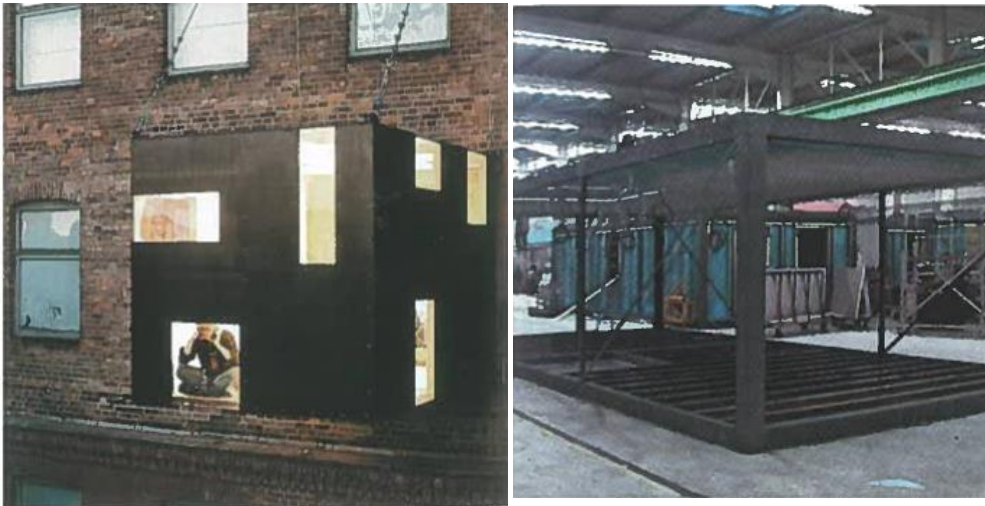


Figure 43 : système des modules en acier

⁴¹Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.160. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

Exemple : projet Bloc de bureaux à Fellbach (Allemagne) :

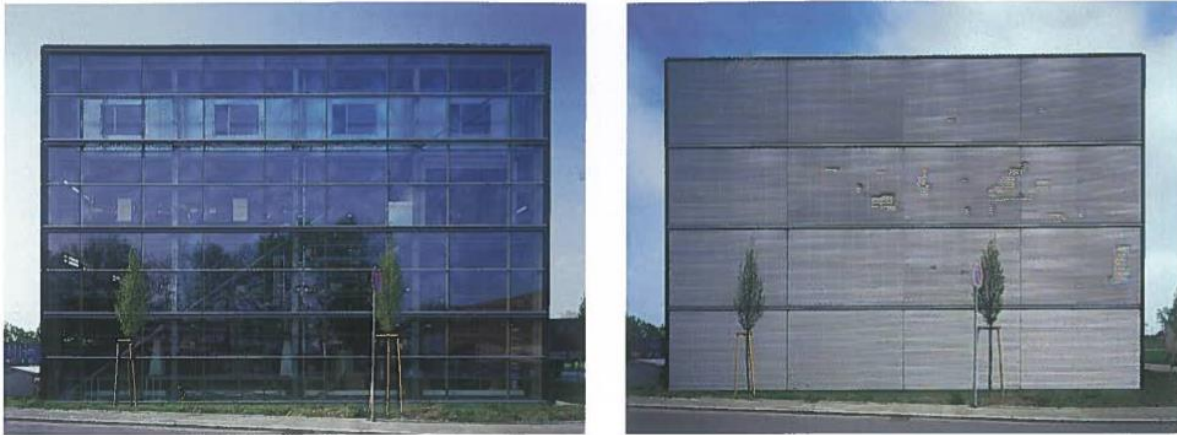


Figure 44 : projet bloc de bureaux à Fellbach

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction,*

- **Architects:** Dollmann+ Partner, Stuttgart Stefan Rappold, Arno Freudenberge
- **Avec les ingénieurs en structure :** Heinz Klpp, Stuttgart IMT-Nagler GmbH, Fellbach
- **Utilisation :** bureau
- **Construction :** acier
- **Système :** construction de cellules de pièces
- **Hauteur de plafond interne** 3,5m
- **Surface du site :** 1660 m
- **Surface brute de l'étage :** 1717 m²
- **Volume intérieur total :** 6414 m
- **Coût total de la construction :** 1,9 Mio. (Brut)
- **Date de construction :** 1998
- **Durée de la construction :** 8 mois⁴²

⁴²Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.182. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

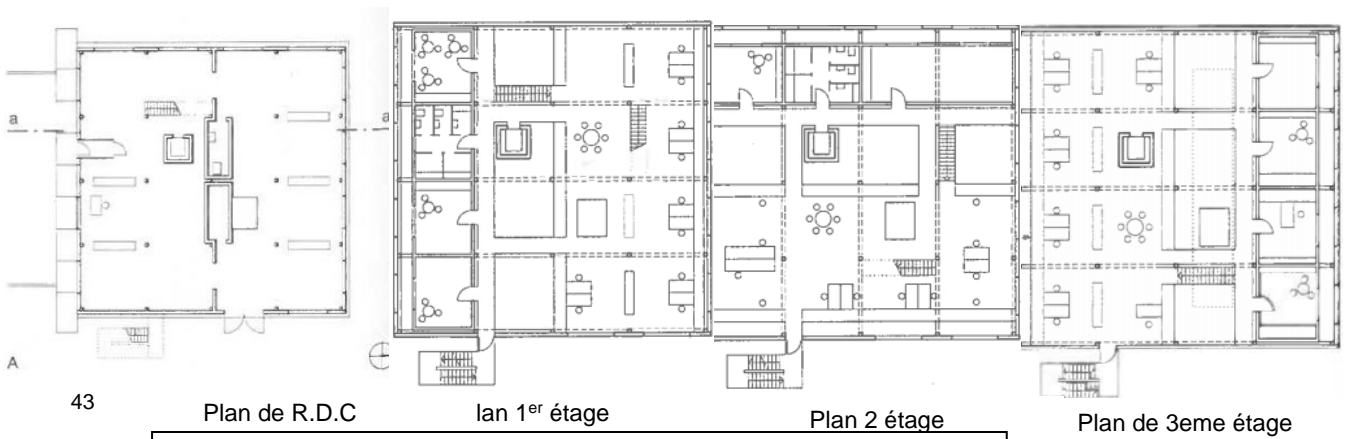
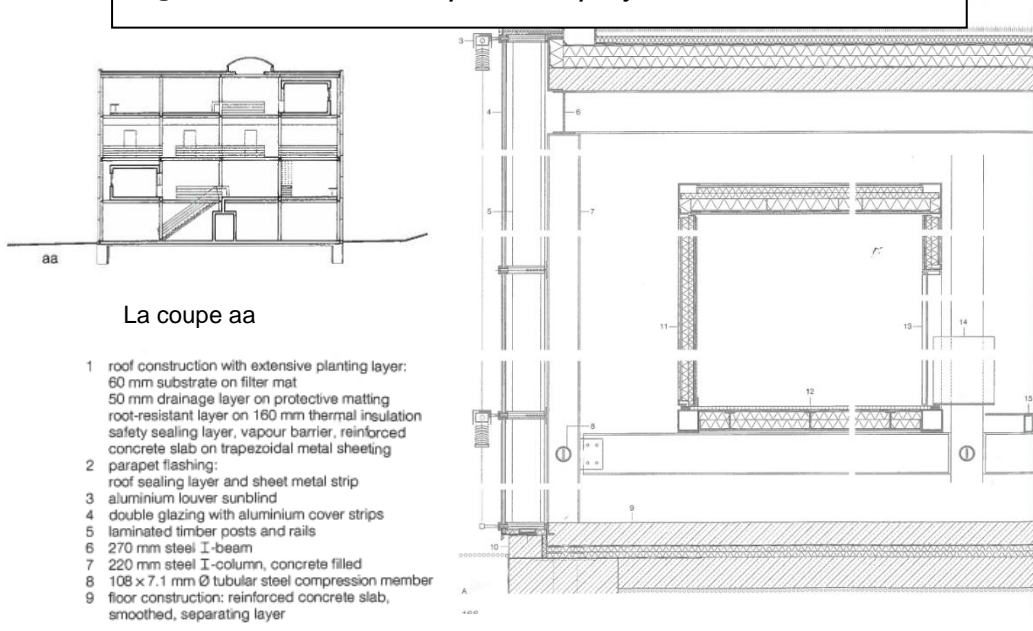


Figure 46 : les différents plans du projet



La coupe aa

- 1 roof construction with extensive planting layer:
60 mm substrate on filter mat
50 mm drainage layer on protective matting
root-resistant layer on 160 mm thermal insulation
safety sealing layer, vapour barrier, reinforced
concrete slab on trapezoidal metal sheeting
- 2 parapet flashing:
roof sealing layer and sheet metal strip
- 3 aluminium louver sunblind
- 4 double glazing with aluminium cover strips
- 5 laminated timber posts and rails
- 6 270 mm steel I-beam
- 7 220 mm steel I-column, concrete filled
- 8 108 x 7.1 mm Ø tubular steel compression member
- 9 floor construction: reinforced concrete slab,
smoothed, separating layer

Le détail d'une partie de module acier

- 10 2x 50 mm compression-resistant
thermal insulation slabs, waterproof membrane
- 11 exposed concrete plinth
- 11 container wall construction:
galvanized trapezoidal steel sheeting
60 + 40 mm mineral wool slabs between
galvanised steel studding
polyethylene vapour barrier
- 12 12 mm Aleppo pine plywood, primed
- 12 black linoleum on composite wood board
- 13 door with sheet-steel lining and frame
- 14 8 mm steel plate
- 15 walkway: 8 mm sheet steel on
120 x 60 x 5 mm steel RHS



Figure 45 : intérieur projet bloc de bureaux à Fellbach
Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

⁴³Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.185. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

II.3.3.2 Systèmes modulaires en bois :

Systèmes modulaires en bois peuvent être également utilisés, en fonction de la fonction souhaitée, pour des conditions temporaires ou permanentes. En règle générale, les systèmes modulaires en bois sont constitués de panneaux muraux verticaux et de panneaux de toit horizontaux qui sont combinés pour former un ensemble. Selon les principes de l'agencement modulaire. Ils peuvent être construits non seulement sous forme cubique, mais aussi avec pignons ou toits en pente. Les systèmes modulaires de pièces en bois sont particulièrement adaptés aux petits projets de construction et à la construction de logements en raison de la facilité avec laquelle les demandes individuelles et les techniques de production modernes (figure). Les fabricants proposent des modules de pièces préfabriqués, complets avec toutes les installations et les aménagements intérieurs, qui peuvent être livrés à l'entreprise de construction sur les chantiers. En raison de leur faible poids, les modules en bois sont préfabriqués dans des menuiseries spécialisées, charpenterie spécialisée et peuvent être facilement transportés sur de plus grandes distances que les modules en béton comparables. Les dimensions des modules en bois dépendent des restrictions du transport routier et sont généralement de l'ordre de 3 m de largeur par 8 m de longueur et 3,2 m de hauteur ; les dimensions maxi sont de 6 x 20 x 3,7 m. Les modules de construction en bois sont soit constitués d'une charpente en bois ou d'éléments de mur en bois massif. En fonction de la méthode de construction choisie, une structure porteuse tridimensionnelle en éléments bois stratifié est d'abord érigée. Les espaces entre les poteaux sont ensuite remplis de matériau isolant pour répondre aux exigences de protection thermique et acoustique.⁴⁴

⁴⁴Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.162. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

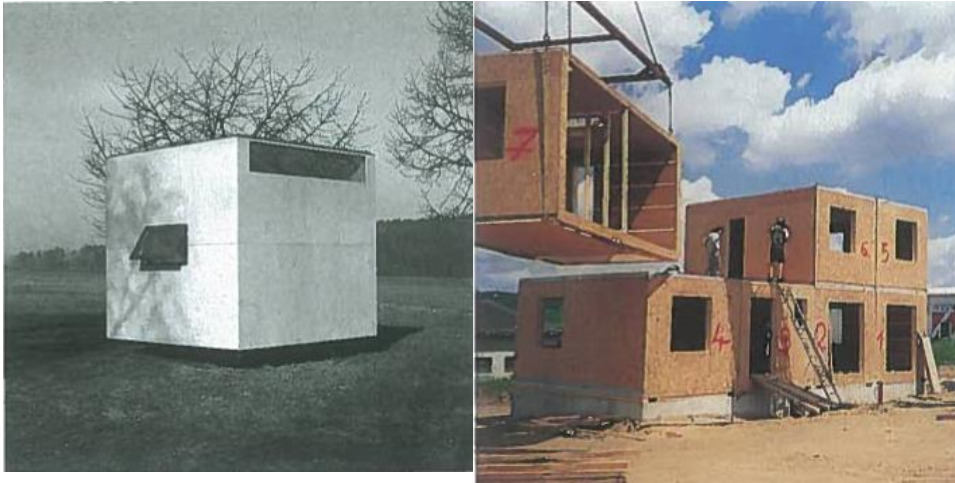


Figure 47 : système modulaire en bois

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Exemple : extension d'hôtel à bezau (L'Autriche)



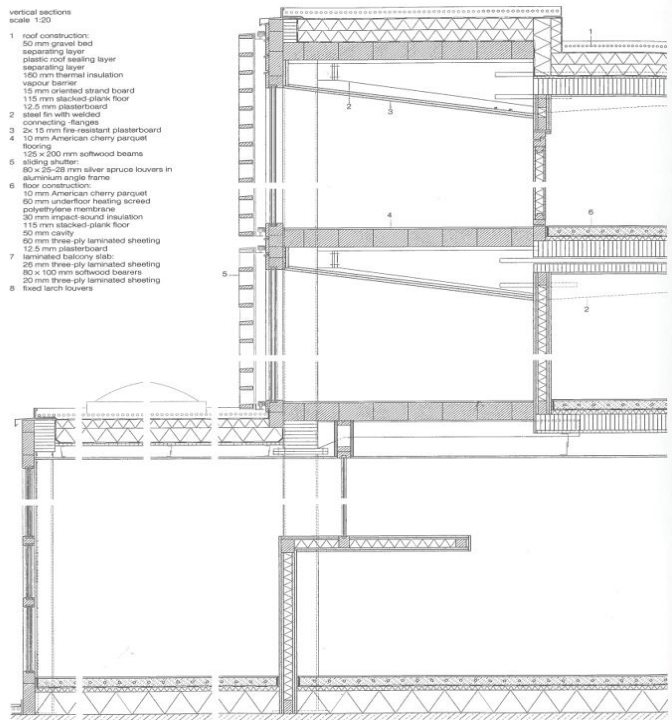
Figure 48 : extension d'hôtel à bezau

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Équipe de projet bulding détails :

- **Architectes** : Kaufmann 96, Dornbim
- **Ingénieurs structurels** : Merz/Kaufmann& Partners, Dornbim
- **Utilisation** : hôtel
- **Construction** : bois
- **Système** : construction de cellules de chambre
- **Hauteur de plafond intérieure** : 2,5 m
- **Surface du site** : 12.000m²
- **Surface brute de plancher** : 420 m²
- **Volume interne total** : 1200 m³
- **Coût total de la construction** : 840 000 € (brut)
- **Date de construction** : 1998
- **Période de construction** : 5 semaines⁴⁵

⁴⁵ **Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib.** *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.183. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)



Le détail structurel du projet

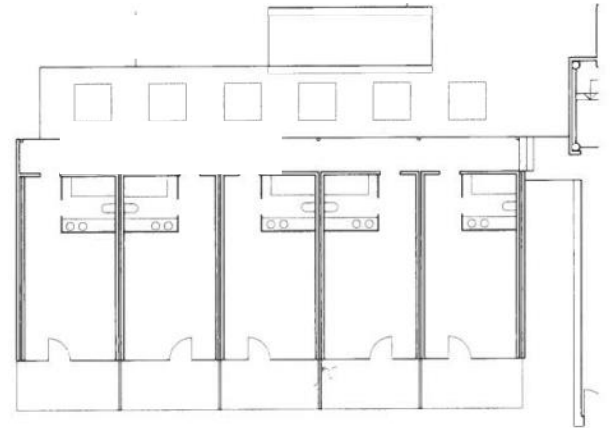
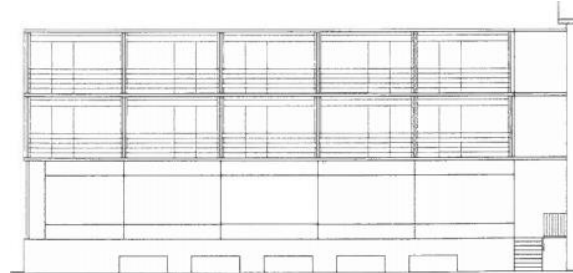


Figure 50 : les plans du projet

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*



La façade du projet



Figure 51 : intérieur du projet

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

II.3.3.3 Systèmes modulaires en béton :

Systèmes de modules de locaux en béton les modules de construction en béton peuvent être construits en béton normal ou léger. Tous les murs, dalles et planchers remplissent fonctions structurelles et doivent être dimensionnés et renforcés en conséquence. La fabrication est assurée par des entreprises spécialisées. Installations de béton où les modules de béton peuvent être produits sans joints, dans un coffrage métallique verticale acier garantit que les surfaces contiguës, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, sont de la plus haute qualité et peuvent être laissées telles quelles. Le traitement ultérieur des faces intérieur n'est donc pas nécessaire. L'épaisseur minimale des murs est de 5 cm. Afin de répondre aux exigences de résistance au feu, par exemple la résistance allemande de P90-A, l'épaisseur des murs doit être 10 cm. La combinaison de modules en béton sur le site crée automatiquement un mur à double couche – ceci avantageux tant pour les niveaux de protection contre le feu et le bruit.

Les surfaces de plancher sont de qualité similaire et ne nécessitent aucun traitement supplémentaire. La résistance structurelle des modules permet des constructions à plusieurs étages (fig.). Afin d'éviter les éléments doubles dans le plan horizontal, il est possible de fabriquer des modules en forme de U (fig.). Les dimensions des modules en béton sont comparables à celles des modules en bois et en acier. Les dimensions finies des modules en béton doivent être limitées pour que le transport par route soit possible sans autorisation spéciale nécessaire. Les modules pèsent, selon leur type et les dimensions, entre 20 et 70 t. Par conséquent, des engins de levage lourds est nécessaire pour le montage.⁴⁶

Généralement ce système n'est pas utilisé car il est très lourd et transport difficile et dépend de la possibilité des engins de levages pour le montage.

⁴⁶Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo.* Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.163. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)



Figure 52 : système modulaire en béton

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction. New Technolo*

Exemple : Blocs de logements et de commerces à Rathenow (Allemagne)



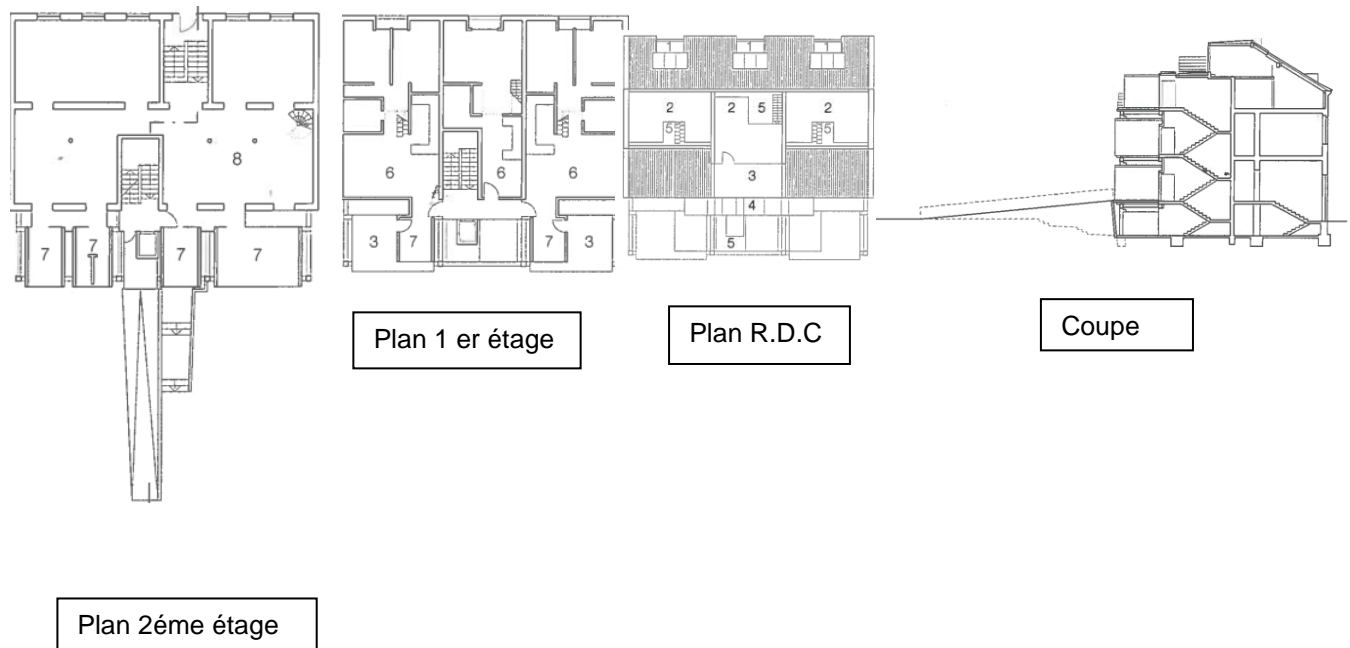
Figure 52 : Blocs de logements et de commerces à Rathenow

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Équipe de projet building détails

- **Architectes** : Klaus Sill avec Jochen Keim, Hambourg Hannes Moser, Marin Marschner
- **Ingénieurs en structure** : Rohwer
- **Usage** : résidentiel/bureautique
- **Construction** : acier/béton armé
- **Système** : construction de cellules de pièces
- **Surface du site** : 1223 m²
- **Surface brute de plancher** : 1058 m²
- **Volume intérieur total** : 3120 m³
- **Hauteur intérieure du plafond** : 2,5/2,3 m
- **Coût total de la construction** : 1 million d'euros (brut)
- **Date de construction** : 1997
- **Durée de la construction** : 14 mois

La structure porteuse est constituée d'une cadre en béton préfabriqué conçu pour supporter logements préfabriqués.⁴⁷



⁴⁷Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technology*. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008. pp.168. 3764386568 (ISBN13: 9783764386566)

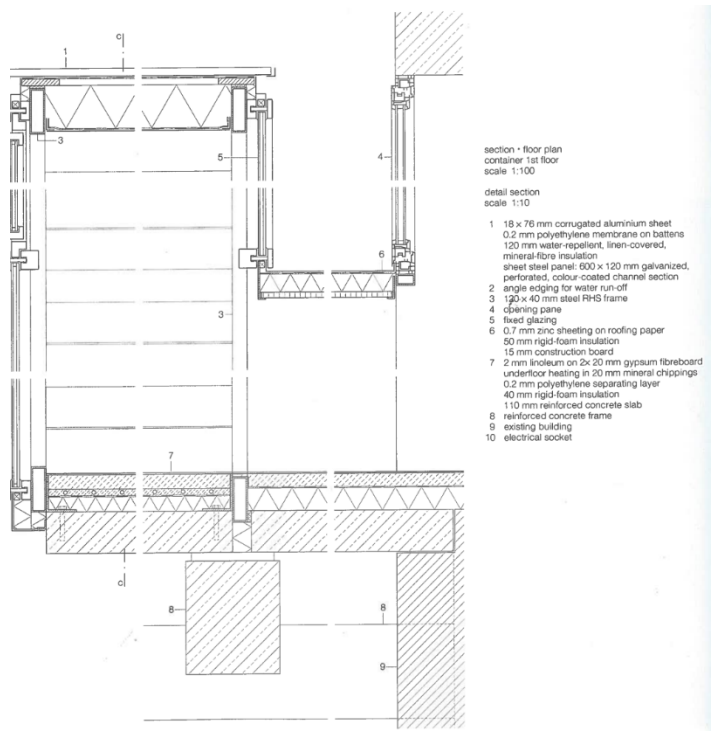


Figure 53 : un fragment de logements et de commerces à Rathenow

Source: livre *Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo*

Conclusion :

✓ Le système modulaire :

- Les dimensions finies des modules doivent être limitées pour que le transport par route soit possible sans autorisation spéciale nécessaire.
- Des engins de levage lourds est nécessaire pour le montage.
- Coute très chère en Algérie (bois et acier).
- Façade rythmique, pas de créations.

✓ Le système panneau :

- Les dimensions finies doivent être limitées pour que le transport Par rote soit possible.
- Façade rythmique, pas de créations.
- Des engins de levage lourds est nécessaire pour le montage
- Coute très chère en Algérie (bois ; acier)

✓ Le système ossature :

- Le plus utilisée en Algérie.
- Possibilité de transport
- Donne la possibilité de création dans le traitement de la façade

➤ Le choix de matériaux :

	Le plus économique en Algérie	Le plus disponible	Disponibilité de main d'ouvres	Le plus dominant en Algérie
Le bois				
L'acier		✗		
Le béton armé	✗	✗	✗	✗

Donc d'après mes recherche le système le plus adoptée en Algérie c'est le système ossature et le matériau le plus fiable pour les utilisée le béton armé.

Chapitre III : Approche analytique

III.1. Introduction :

L'analyse des exemples est moyenne pour mieux comprendre les différents aspects du projet, organisationnelle ou architectural ainsi à travers l'aspect analytique et critique nous pouvons sortir avec des idées et des informations qui nous seront utiles dans notre conception 0

III.2. Etudes des exemples :

III.2.1. Exemple National

III.2.1.1 Centre de loisir scientifique de Jijel⁴⁸



Figure 54 : Vue aérienne de Jijel avec situation du projet

La source : google earth

1.Situation et accessibilité :



Figure 55 : vue aérienne du terrain

Source : Google earth

La route
reliant Ouled
Aïssa et
RN43.



Figure 56 : plan de masse du

⁴⁸ABID Ziane, ZADEM Zakaria, « Conception d'un Centre de Loisirs Scientifique Ecologique à Ghardaïa dans un climat chaud et aride Cas d'étude : confort visuel et confort thermique dans les bureaux », Mémoire projet de fin d'étude en vue de l'obtention Du diplôme Master en Architecture, Faculté de génie civile et Université AMAR TELIDJI LAGHOUAT, 2016/2017

Le projet est implanté sur un terrain de 0647m² de forme quasi- rectangulaire orienté de Nord au Sud Situé à la wilaya de Jijel au côté Est de Bourme

- Le projet se situe dans un milieu urbain donc il est facile à accéder

- ❖ **L'accessibilité** :Le projet est accessible par la route reliant Ouled Aissa et RN43



Figure 57 :3D du projet avec les accès

projet

Nord : complexe sportif

Est : terrain vide

Ouest : la route reliant Ouled Aissa et RN43

Sud : terrain vide

Environnement immédiat :

Le projet est entouré de différents équipements sportifs et de jeunesse ce qui complète sa fonction, étant donné qu'il est destiné aux jeunes

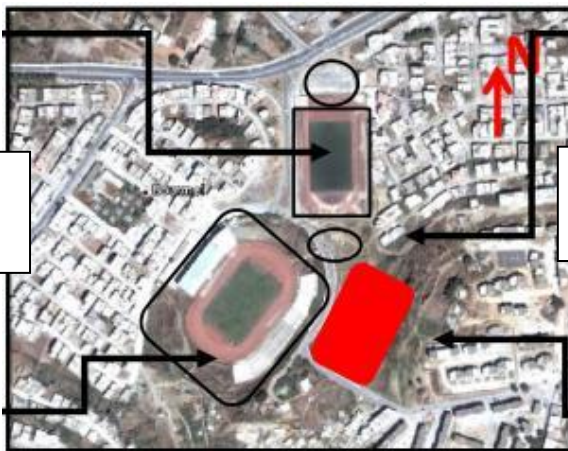


Figure 58 : vue aérienne du terrain du projet et ses limites,

Source : Google earth



Photo du Stade Rouibah
Source: www.google.com



Vue aérienne du terrain du projet et ses limites,



Complexe sportif
Source : www.google.com



Photo du terrain de foot
Source : www.google.com



Photo du Stade Rouibah
Source : www.google.com

❖ Etude plan de masse :

Le projet compose de 3 niveaux est implanté sur un terrain en pente
Un espace vert +logement de fonction +cour +jet d'eau

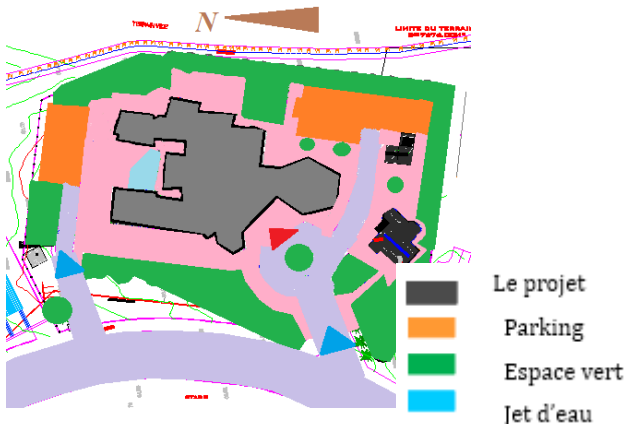


Figure 59 : Plan de masse du projet

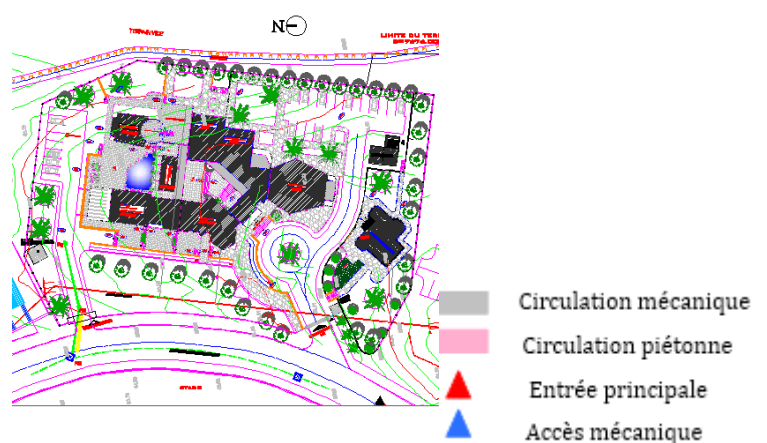


Figure 60 : Plan de masse du projet

❖ L'orientation :

Le centre de loisir scientifique a été allongé du nord-est au sud-ouest, suivant la forme du terrain. (Pour mieux exploiter le terrain)



Figure 61 : Plan de masse du projet vue aérienne du terrain du projet avec orientation,
Source : auteure



Figure 62 : vue aérienne du terrain du projet avec orientation,

Source : auteure

❖ Exposition aux vents :

Le centre de loisir scientifique est exposé :



Aux vents dominants « nord-est » en été et les vents violents « nord-ouest » en hiver, et grâce au jeu de volumes du projet, la vitesse des vents sera ralentie .

❖ La volumétrie :

Le projet représente d'une forme ferme, composé de (05) volumes majeurs qui s'ouvrent vers L'intérieur (cour intérieure ou patio), observant Presque la même hauteur caractérise le bâtiment Le concepteur a utilisé au niveau du plan des Formes géométriques variées, apparente au niveau du volume par un jeu de volume très riche.



Figure 65 : 3D du projet

Source : dossier d'architecture du projet

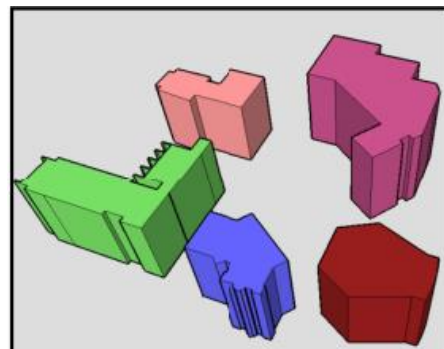


Figure 64 : volumétrie des 04 bloc
Source : auteure

❖ La façade :

- La façade nord :

- Les façades sont caractérisées par l'horizontalité et on voit que chaque façade n'est pas alignée grâce aux décrochements, au niveau de plan et du volume, qui jouent le rôle des brises soleil. Dans cette façade on remarque un équilibre entre le plein.

- La façade Est :

- On remarque l'utilisation des baies vitrées de dimension variable L'utilisation des éléments horizontaux et des éléments verticaux ayant la fonction décorative parce qu'au Nord on n'a pas besoin des brises soleil.



Figure 66 :la façade Nord

Source : dossier d'architecture du projet



Figure 67 :la façade EST

Source : dossier d'architecture du projet

La façade Ouest :

- L'utilisation de grandes baies vitrées pour assurer l'éclairage
- L'entrée principale est traitée d'une manière interactive et très sobre. On remarque un équilibre entre le plein et le vide



Figure 68 :la façade OUEST

Source : dossier d'architecture du projet

La façade Sud :

- Dans cette façade le pourcentage du plein est plus dominant.



Figure 69 :la façade SUD

Source : dossier d'architecture du projet

❖ Organigramme spatiale de sous-sol :

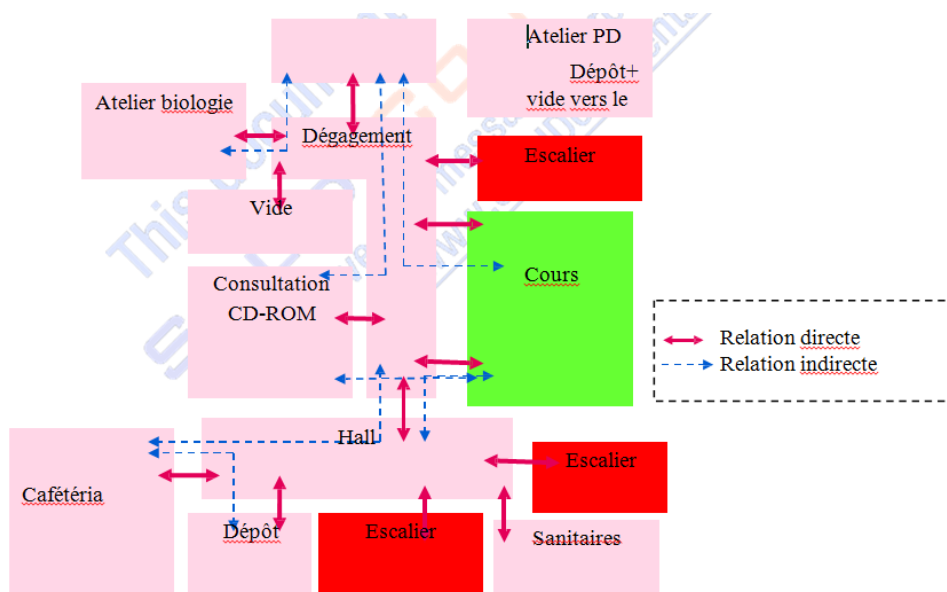


Figure 70 : Schéma d'organisation des espaces de sous-sol

Source : Auteure

❖ Organigramme spatiale de RDC :

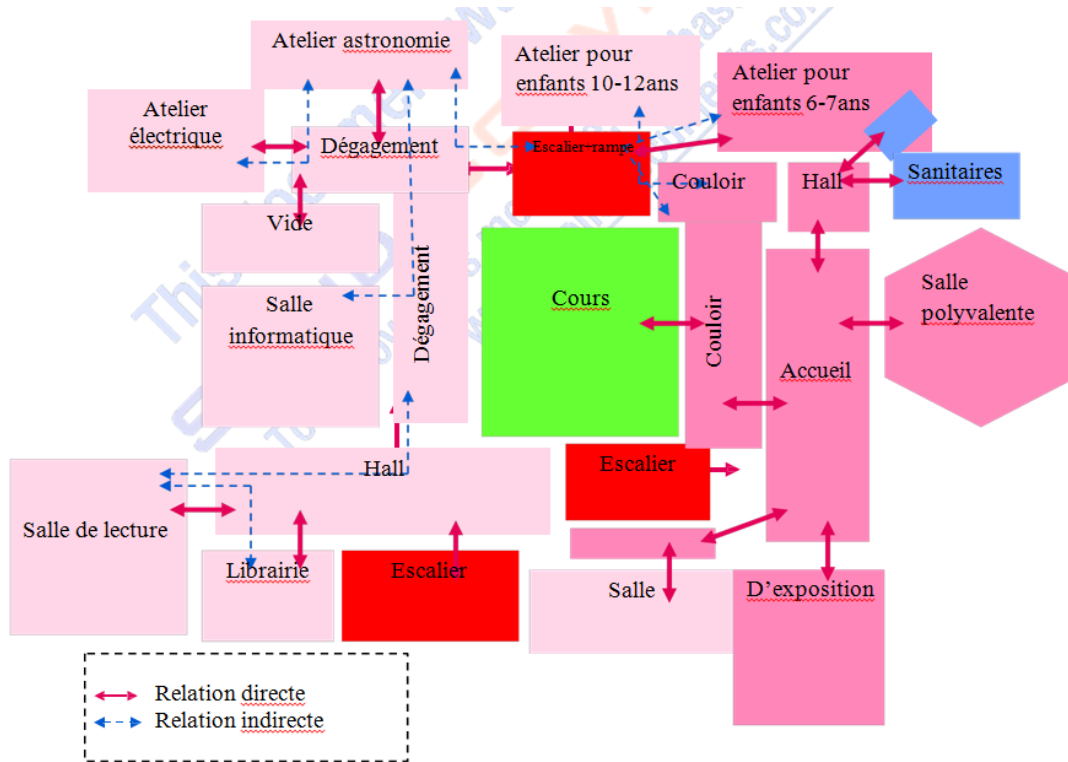


Figure 71 : Schéma d'organisation des espaces de RDC

Source : Auteure

❖ Organigramme spatiale de 1 er Etage :

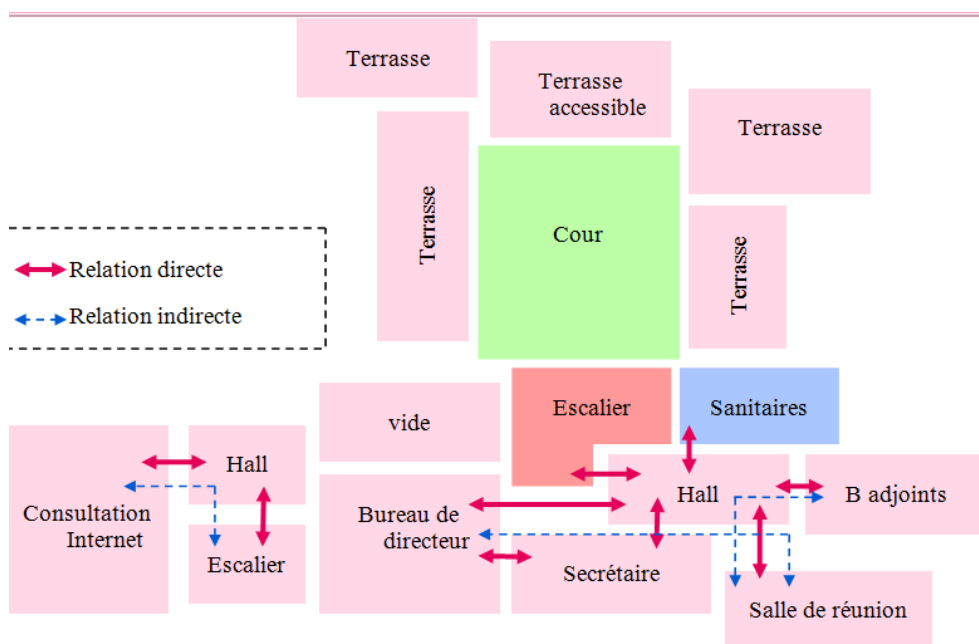


Figure 72 : Schéma d'organisation des espaces de 1 er étage

❖ **Présentation des plans**

- Sous-Sol :

1. Atelier biologie
2. Atelier petits débrouillards
3. Dépôt
4. Cours
5. Consultation CD-ROM
6. Sanitaires
7. Dépôt
8. Cafétéria

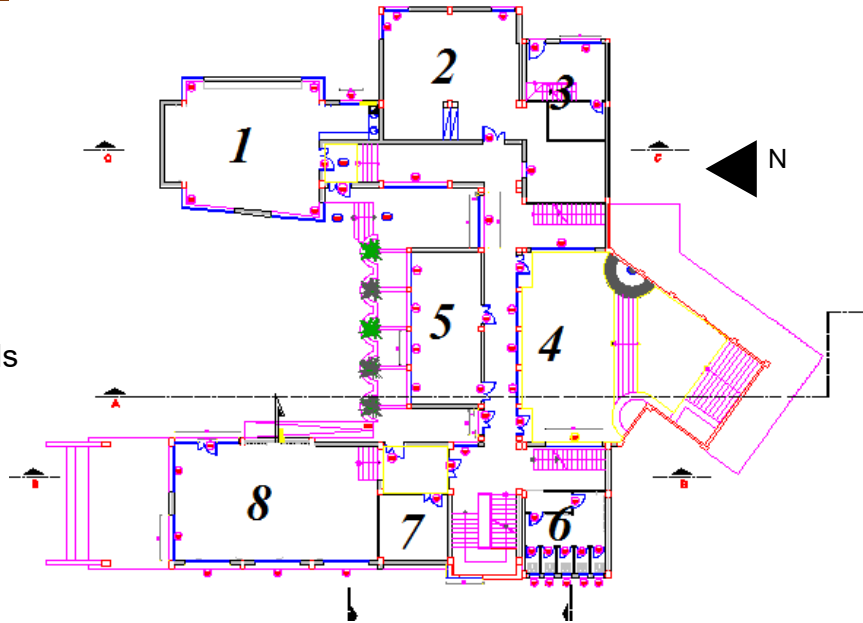


Figure 73 :Le plan de sous-sol

Source : dossier d'architecture du projet

-Le RDC :

- 1. Atelier électrique
- 2. Atelier astronomie
- 3. Atelier pour enfants 10-12ans
- 4. Atelier pour enfants 6-7ans
- 5. Salle polyvalente
- 6. Accueil
- 7. Salle d'exposition
- 8. Librairie
- 9. Salle de lecture
- 10. Salle informatique
- 11. Cours
- 12. Sanitaires

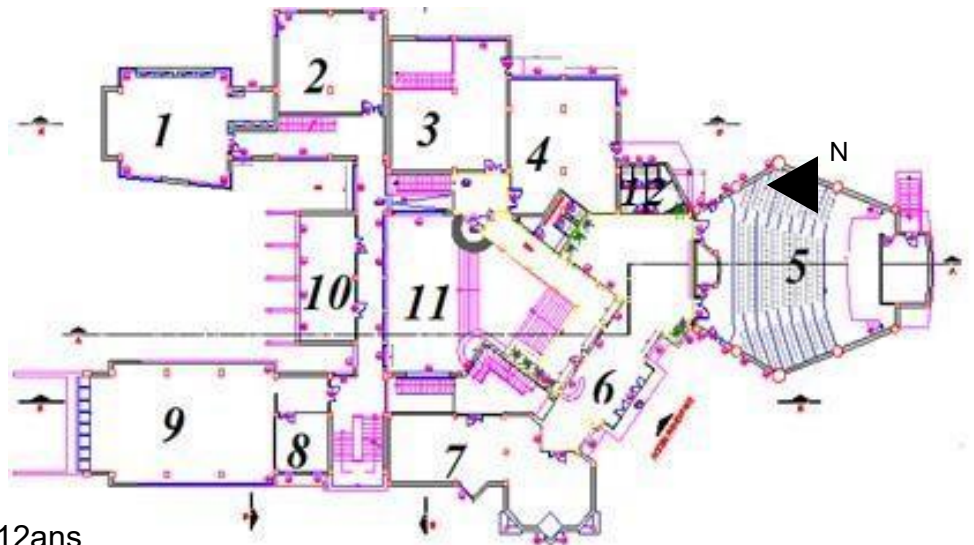


Figure 74 : Le plan RDC

Source : dossier d'architecture du projet

- Le 1er étage :
- 1. Atelier électrique
 - 2. Atelier astronomie
 - 3. Atelier pour enfants 10-12ans
 - 4. Atelier pour enfants 6-7ans
 - 5. Salle polyvalente
 - 6. Accueil

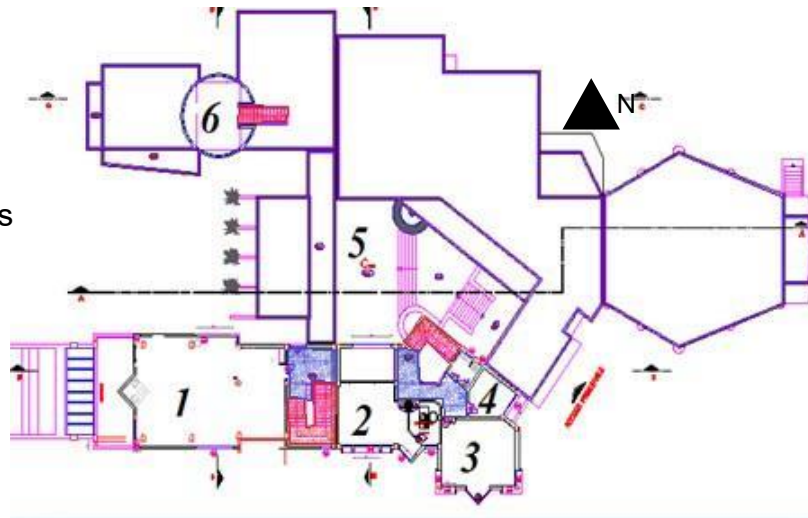


Figure 75 :Le plan 1 er étage avec circulation

Source : dossier d'architecture du projet

❖ **Système constructif et matériaux de construction :**

Le système constructif qui est choisie par l'Architect c'est le système poteaux-poutres dont la section de poteau égale (35.50) cm.

Les matériaux de construction sont varié tell que l'aluminium et le verre pour les portes et les fenêtres, la brique pour la décoration et le béton armé.



Figure 76 :3D du projet

Source : dossier d'architecture du projet

III.2.1.2. Centre de loisir scientifique à Ghardaïa⁴⁹

Le centre de loisirs scientifiques BOUHRAHOA est un projet réalisé au service de la direction de la jeunesse et du sport

❖ Le climat :

qui règne au m'Zab est de type saharien, caractérisé par de faible précipitation, un soleil écrasant et un sol dont la végétation presque est n'existante, les étés y sont torrides, alors que les hivers rigoureux avec des vents froids.

❖ La situation :

Le projet est implanté sur un terrain de 10000 m² de forme presque rectangulaire. Situé à la wilaya Ghardaïa exactement au quartier de Bouhraoa .



Figure 77 :Le CLS de Ghardaïa

Source : auteur



Figure 78 :Vue aérienne du projet

Source : Google earth

⁴⁹ ABID Ziane, ZADEM Zakaria, « Conception d'un Centre de Loisirs Scientifique Ecologique à Ghardaïa dans un climat chaud et aride Cas d'étude : confort visuel et confort thermique dans les bureaux », Mémoire projet de fin d'étude en vue de l'obtention Du diplôme Master en Architecture, Faculté de génie civile et Université AMAR TELIDJI LAGHOUAT, 2016/2017

❖ **Les limites :**

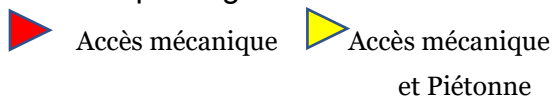
Le projet est limité par

- Ouest** : Direction d'environnement
- Est** : Centre d'artisanat
- Sud- Ouest** : locaux commerciaux

❖ **Etude de plan de masse :**

❖ **L'accessibilité :**

Le projet se compose de **2** niveaux implanté sur un terrain plats Le reste du terrain est : un espace vert+ logement de fonction +parking



Parking : on remarque qu'il Ya un seul parking qui entoure le projet : il n'y a pas une Séparation entre le parking public et le parking de service

❖ **Volume :**

Espace bâti : 1/3 de terrien, en remarque Il n'y a pas d'équilibre entre le bâti et le non bâti

Le projet est accessible par une route (**RN01**)

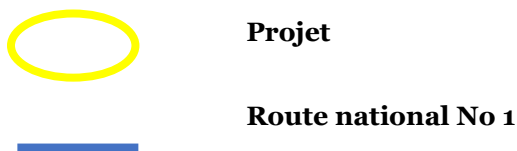


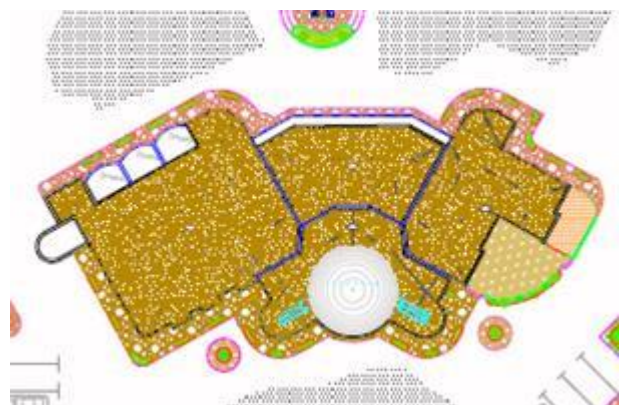
Figure 79 :Vue aérienne du projet

Source : Google earth



Figure 80 : Vue aérienne du projet

Source : Google earth



Le centre de loisir scientifique se présente sous forme d'un mono bloc. La masse se prolonge horizontalement, avec une dégradation du bas vers le haut.

❖ Les façades :



Figure 84 : Les photos du projet
Source : Auteure



Figure 83 : La façade principale

Utilisation des éléments architectonique locale.

Moucharabiehs avec une forme rectangulaire.

Utilisation des peintures avec couleur marron beige.



Figure 82 : Les photos du projet

Source : Auteure

❖ Présentation des plans

Le bâtiment est constitué de deux niveaux R+1

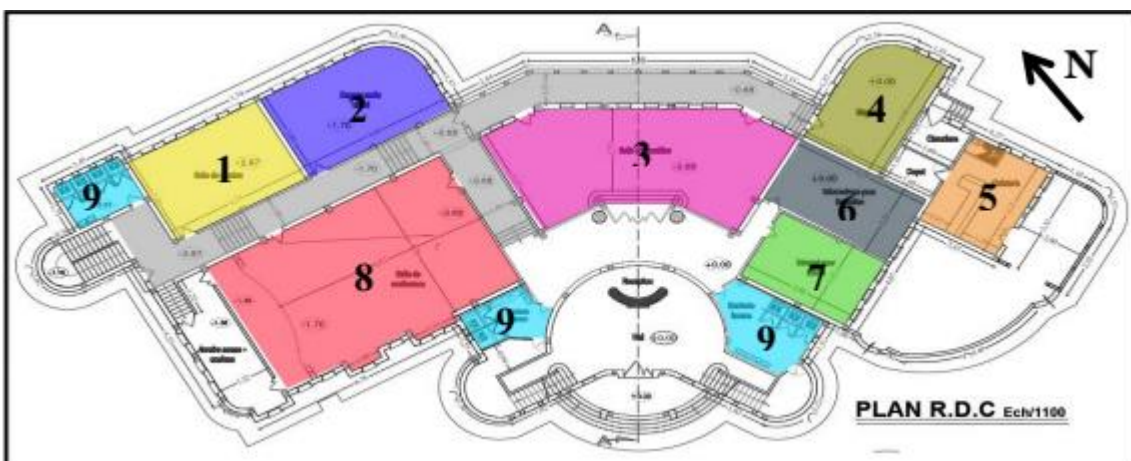


Figure 85 : Plan du RDC

Source : Dossier d'architecture du projet

-RDC :

1- Salle de réunion 2- Espace auto visuelle 3- Salle d'exposition 4- Magazine 5- Cafeteria 6- Informatique pour formation 7- Internet pour adulte 8- Salle de conférence 9-Sanitaires



Figure 86 : Plan du 1er étage

Source : Dossier d'architecture du projet

- 1er Etage :

1-Bureaux 2- Atelier 3- salle d'archive 4- Bibliothèque 5- Astronomie 6- sanitaire 7-Planétarium

❖ **Système constructif et matériaux de construction :**

Le système de construction du projet et le système **poteaux-poutre**

❖ **Présentation du projet :**

Utilisation des peintures couleur marron et beige Ces couleurs sont inspirées par les montagnes environnantes.

Les matériaux de construction sont varié tel que le bois et le verre pour les portes et les fenêtres, la pierre pour la décoration et brique pour les murs.



Figure 87 : Le projet

Source : Auteur

III.2.2. Exemple internationale :

III.2.2.1 Centre de loisir scientifique de magna ville

Magnanville fait partie du secteur sud-ouest de l'agglomération Mantaise. Après une croissance urbaine forte et rapide, la commune a connu une baisse de population, elle a donc mis en chantier un nouveau quartier qui amènera bientôt de nouveaux habitants.

Dans ce contexte, elle a souhaité améliorer ses équipements à destination de la jeunesse. Donc la Commune de Magnanville a programmé un projet de Centre de Loisirs sans Hébergement.



Figure 88 : Le projet CLS

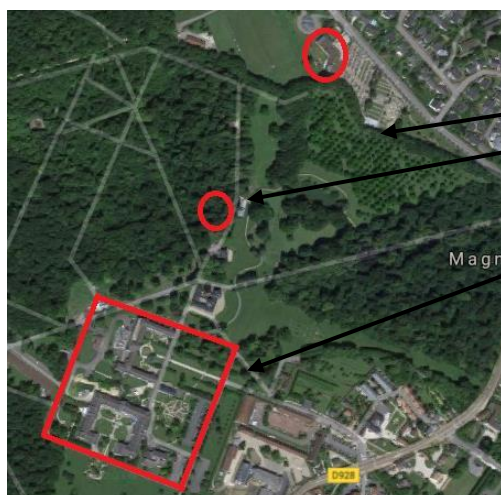
Source : google.com

« La cabane aux loisirs » sur le site des Erables et des salles d'animation sur le site de la Mare Pas loue.

Le projet est conçu par les architectes Nelly Breton et Olivier Fraysse de l'agence Terre-neuve, Accueillant 70 enfants, il a été inauguré en juin 2010

❖ La situation :

Le projet est situé à Magnanville, une commune de France, située dans les Yvelines près de Mantes-la-Jolie à 60 km à l'ouest de Paris.



Le centre de loisirs

La forêt

Le château de
Magnanville



Figure 89 : carte avec la situation de Magnanville en France

Vue aérienne avec la situation

Du CLS de Magnanville, **Source :** Google earth

❖ Les limites :

Le projet est limité par : **N-O** : maison de l'enfance **E** : cimetière **S** : forêt **O** : Stade des Erables.



Figure 90 : vue aérienne du projet avec les limites



Figure 91 : La maison d'enfance







Figure 92 : Terrain du sport



Figure 93 : Vue extérieure du projet

❖ Environnement immédiat :

Le projet se situe sur un axe (Avenue des Erables) sépare deux différentes zones

-  Projet
-  Forêt
-  Habitat
-  L'axe de séparation

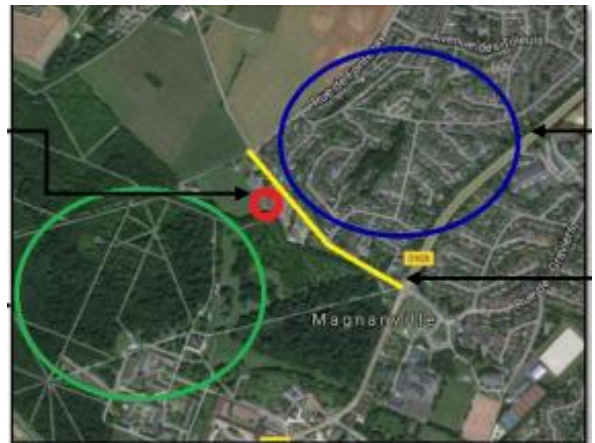


Figure 94 : Vue aérienne du projet avec les zones

chapitre III :Approche analytique

Le site possède plusieurs types d'équipements qui ont une forte relation avec le projet : les équipements éducatifs de voisinage :

- Deux lycées : le lycée Léopold Sédar-Senghor et le lycée agricole Sully (privé)
- Un collège : le collège George Sand
- Trois écoles primaires et maternelles : l'école des Marronniers, l'école des Cytises et l'école des Tilleuls



Le projet



L'école des Cytises



L'école des Tilleuls



L'école des Marronniers



Lycée agricole Sully

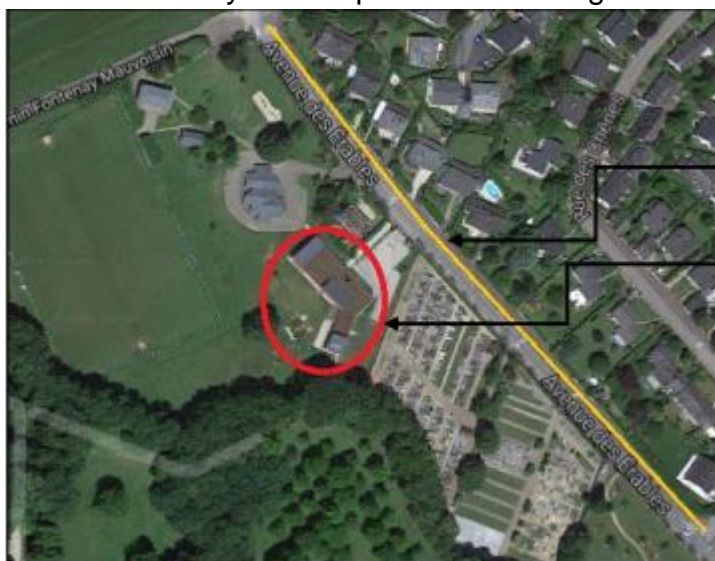


Lycée Léopold Sédar- Senghor



Collège George Sand

L'accessibilité :



Avenue des Erables
Le centre de loisirs
Le projet est bien accessible par une voie secondaire, l'avenue des Erables

Figure 95 : Vue aérienne du projet avec l'accessibilité



Figure 95 : plan de masse
Source : ArchDaily.com

Le volume :

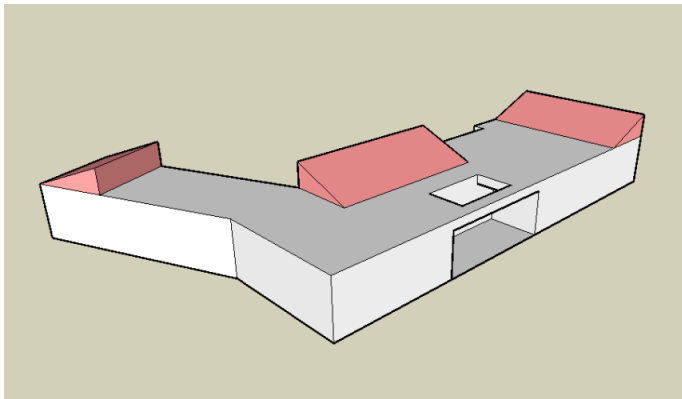


Figure 96 : La volumétrie
Source : ArchDaily.com

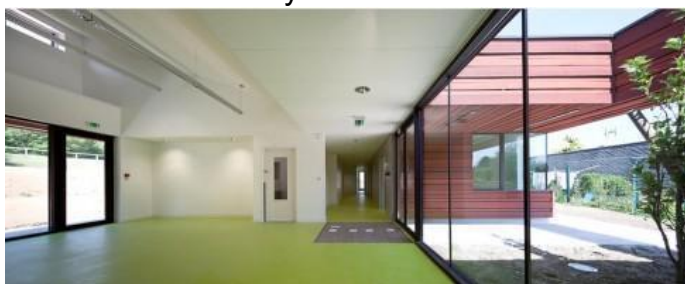


Figure 97 : Patio à l'entrée du bâtiment

Source ArchDaily.com

- La façade :

- **Façade Nord Est (Façade**
- C'est la façade contenant l'accès principale, elle est allongée du NO au SE, caractérisée par l'horizontalité avec des petites fenêtres de forme triangulaire éparpillées sur la façade.

- Projet
- L'espace vert
- Parking
- ▲ L'accès mécanique
- ▲ L'accès piéton

Le bâtiment est composé des deux ailes, un est implanté parallèlement à la voie mécanique, l'autre est implanté perpendiculairement au premier avec une inclinaison suivant la topographie du terrain Le volume de la cabane de loisirs et un volume simple en forme de L avec un seul niveau RDC ce qui donne une petite hauteur au bâtiment qui s'adapte aux habitations individuelles juste à côté. L'existence d'un patio à l'entrée du bâtiment permet de dégager le volume. Les toitures en pente permettent de dégager les grands volumes nécessaires à certaines espaces (hall et salle de jeux).



Figure 98 : La façade Nord-Est

Source : ArchDaily.com

Façade Sud Est : Façade simple avec des inclinaisons des toitures. Contrairement à la façade NE, Les ouvertures de cette façade Sont des grandes portes vitrées Les espaces de cette façade (couloire et salle des animateurs) sont bien éclairés à cause des grandes portes vitrés.



Figure 99 : La façade Sud-Est

Source : ArchDaily.com



Figure 100 : La façade Sud- Ouest

Source : ArchDaily.com

- **Façade Nord-Ouest** : Cette façade est la façade de la salle de jeux, c'est une façade simple de forme rectangulaire, elle est caractérisée par des petites ouvertures et des unes seul grandes baies vitrées qui assure l'éclairage nécessaire pour cet espace.



Figure 101 : La façade NORD-OUEST

Source : ArchDaily.com

❖ **Principe d'organisation des plans** :

Le bâtiment est constitué d'un seul niveau RDC. La transition entre extérieur et intérieur se fait par étape (auvent filant, patio d'accès, etc).

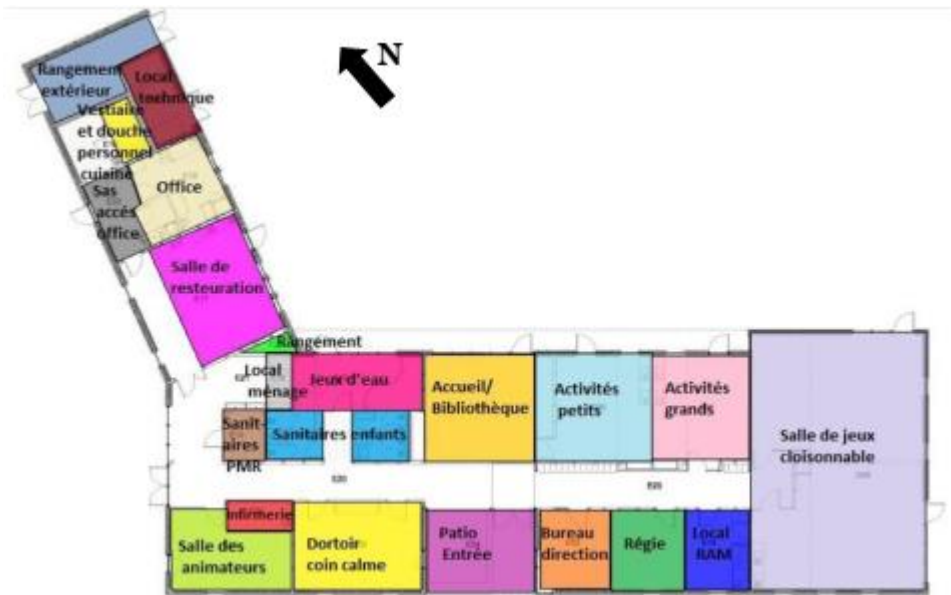


Figure 102 : Plan RDC du bâtiment

Source : ArchDaily.com

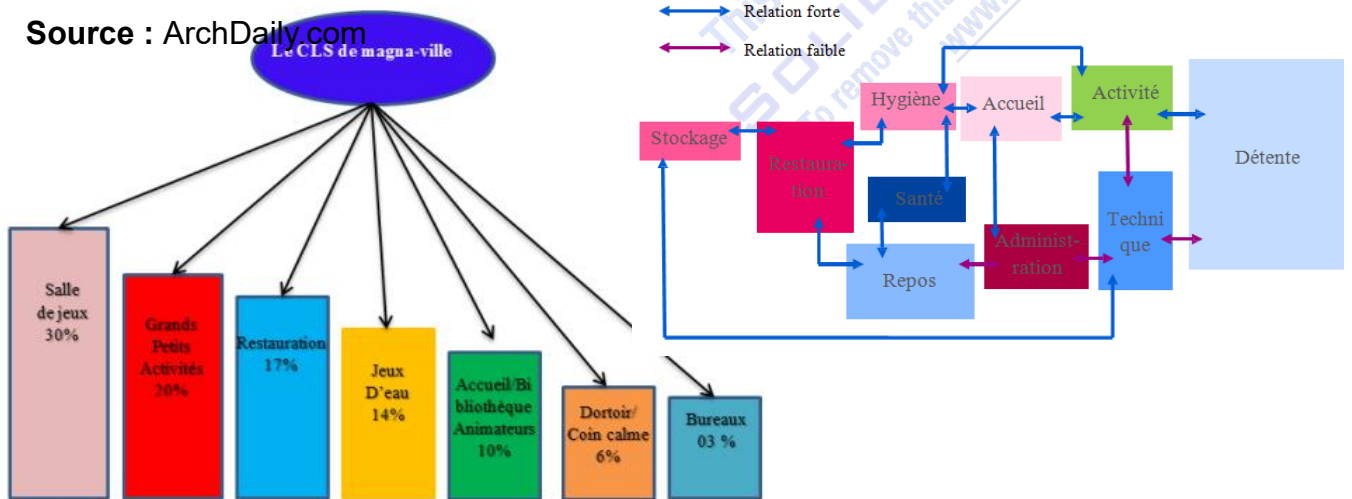


Figure 103 : Schéma d'organisation des espaces,

Source : Auteurs

❖ Principe d'organisation des plans :

✓ Organigramme spatial :

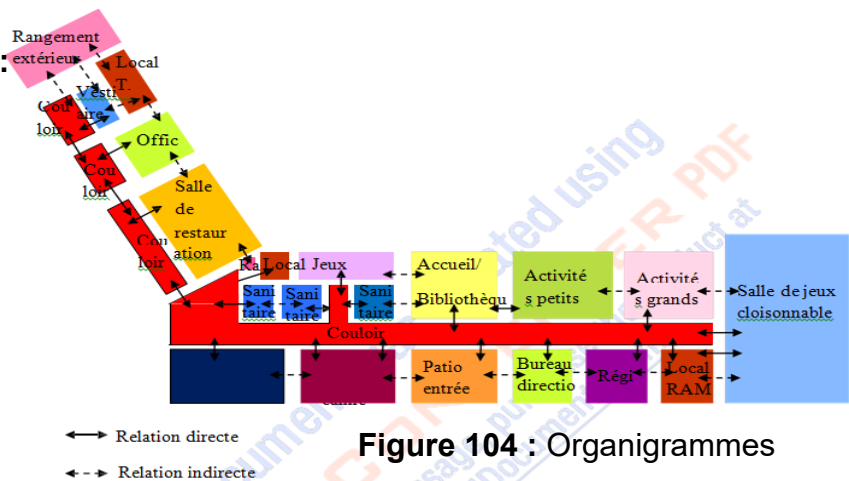


Figure 104 : Organigrammes spatiaux

Source : ArchDaily.com

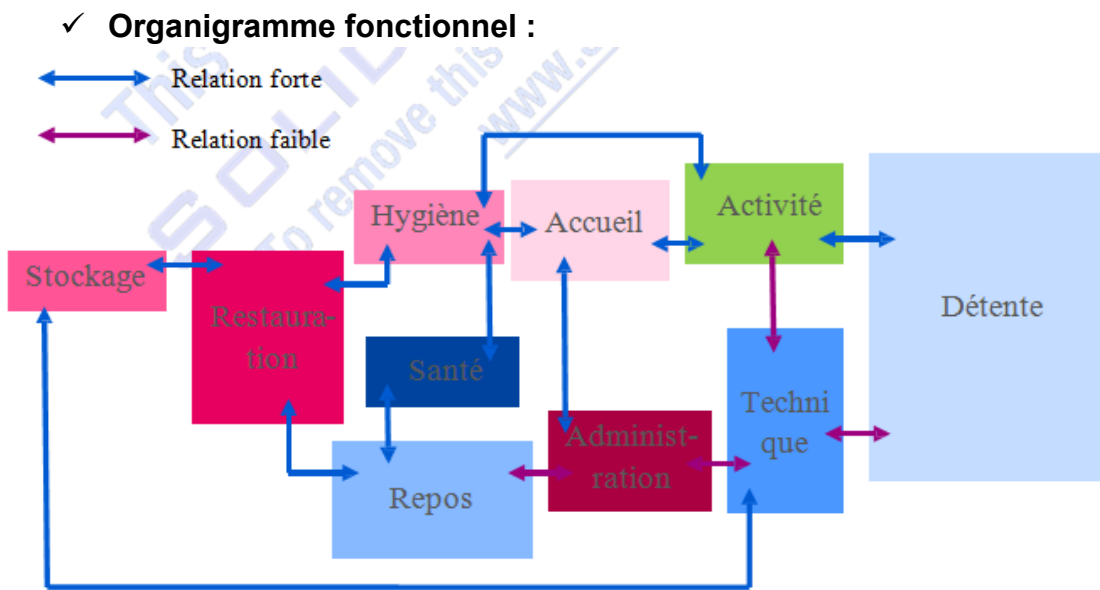


Figure 105 : Schéma d'organisation des espaces

❖ **Systèmes constructifs :** **Source :** ArchDaily.com

La structure utilisée dans ce bâtiment est des panneaux en bois et Panneau ossature bois préfabriqués, cette technique garantie un temps de montage très rapide. Le système de charpente en bois est utilisé pour les toitures en pente. Matériaux renouvelable recyclable.



Figure 106 : Image d'un Un panneau OSB

Source : ArchDaily.com



Figure 107 : Vue intérieure de la structure en bois

Source : ArchDaily.com



Figure 108 : Vue extérieure des panneaux OSB

Source : ArchDaily.com

CONCLUSION

- L'implantation adaptée sera dans un milieu urbain à proximité de transport urbain et les infrastructures d'accompagnement.

- L'accessibilité est assurée par :

- accès principale.

- accès de personnel.

- La circulation sera assurée par :

- Horizontale : couloir ou coursive

- Verticale : escalier ou, ascenseur

- Les fonctions motrices de centre de loisir scientifique (loisir, les ateliers, les laboratoire) sont situées en plein pied.

- le choix de système constructif et les matériaux très important selon les fonctions et localisation du projet

III.3. Analyse urbaine de la ville de Tlemcen :

III.3.1 Introduction

Dans cette phase, on va analyser les différents composants de la ville choisis, tout en justifiant le choix par des arguments et par des supports cartographiques

III.3.2 Le choix de la ville :

La ville de Tlemcen possède des capacités touristiques et culturelles et scientifiques très excellentes. Parmi ces capacités, la présence de centres de recherche scientifique et de l'université, ainsi que la présence d'une grande jeunesse, sont notables. Ce type de projet est nécessaire dans la ville de Tlemcen car il y a un manque de ce type de projet ou de projets similaires.



III.3.3. Présentation de la ville :

Figure 109 : Situation de Tlemcen

Tlemcen se situe au nord-ouest de l'Algérie, bordée au Nord par la mer méditerranéenne, au sud par la wilaya de Naama, à l'ouest par le Maroc et à l'Est par la wilaya de Sidi-Bel-Abbès. Elle représente une position Stratégique (carrefour d'échange) Tunisie, Maroc, l'Europe et l'Afrique .

chapitre III :Approche analytique

	Janvie r	Février	Mar s	Avri l	Mai	Jui n	Juille t	Aou t	Septe mbre	Octobre	Novembre	Décembre
Température Moyenne (°C)	7.1	7.9	10.6	13.2	16.8	21.5	25.2	25.3	21	17.1	11	8.2
Température Moyenne Minimale (°C)	2.5	2.9	5.2	7.4	10.6	14.8	18.3	18.7	15.2	11.7	6.5	3.9
Température Maximale (°C)	13	13.7	16.8	19.5	23.2	28.1	32.2	32.3	27.5	23.5	16.5	13.9
Précipitation (mm)	62	52	59	55	38	11	2	5	23	41	61	45
Humidité (%)	69	69	67	65	61	55	48	50	59	63	67	70
Jours de pluie(jour)	7	6	5	6	4	1	0	1	3	5	6	6
Heures de pluie (H)	7.0	7.6	8.5	9.5	10.6	11.9	12.3	11.5	10.0	9.0	7.4	7.0

Tableau 1 : les données climatiques de la ville de Tlemcen

Source : <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/tlemcen/tlemcen-990323/#climate-table>

III.3.4 Analyse géographique :

Elle comprend 53 communes dont celles de Tlemcen, Mansourah et Chetouane, Ce groupement couvre une superficie de 11220 hectares, il est limité par les communes de : hennaya, beni mister, terny, ain fezza.

III.3.5. Analyse climatologique :

Le climat de Tlemcen est de nature semi-aride caractérisé par :

- Un hiver froid et pluvieux qui s'étale depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de mars.
- Un été très chaud qui s'étale depuis le mois de juin jusqu'au mois de septembre.

Le climat y est chaud et tempéré. L'hiver à Tlemcen se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Csa. La

III.3.6. Situation démographique

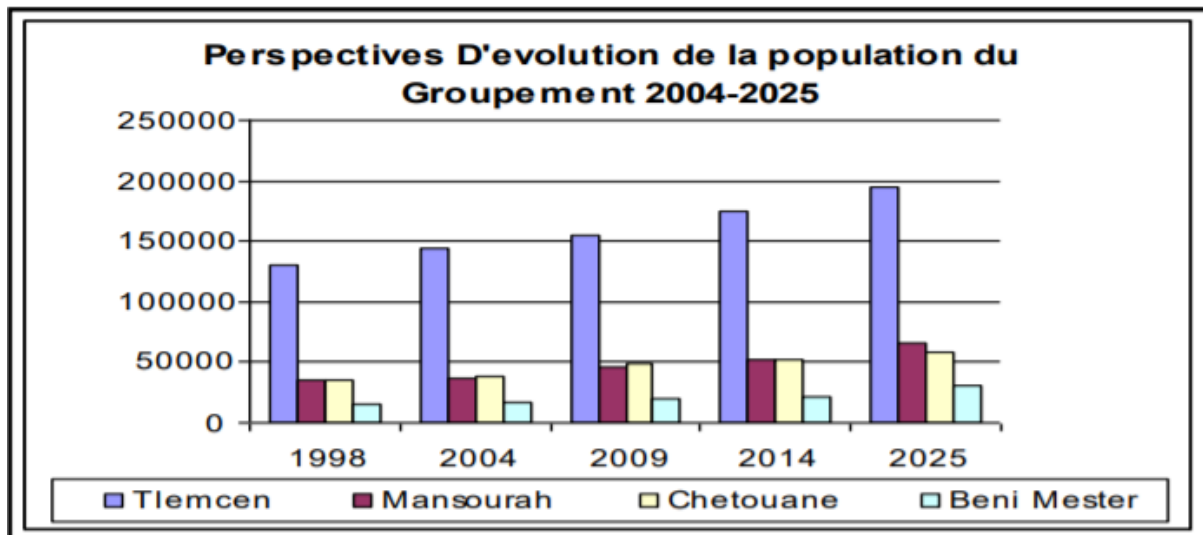


Figure110 : perspective d'évolution de la population du Groupement 2004-2025
Groupement de Tlemcen 1997

La source : Groupement de Tlemcen 1997

III.3.7. L'activité commerciale :

Après la pandémie le covid 2019, malgré la levée du confinement, les activités commerciales sont toujours au ralenti. Presque tous les magasins et négocees sont ouverts depuis plus de deux mois, mais il n'y a toujours pas une vraie reprise ; cela s'explique par une forte baisse de la consommation, eu égard au faible pouvoir d'achat dû à la crise. Certains petits commerçants ont déclaré faillite, et même le commerce informel bat de l'aile. C'est au niveau du marché couvert que l'on observe un net recul de la consommation. Là aussi, les ménagères ne se bousculent pas, depuis la fête de l'Aïd-el-Adha, et pour cause, les prix n'ont pas connu de baisse. ⁵⁰

III.3.8. L'activité agricole :

La superficie agricole utile de la commune occupe un part remarquable de 37% de la surface totale de la commune (9242 Ha). L'état de Tlemcen a récemment connu une expansion des bâtiments urbains au détriment des terres agricoles, ce qui a affecté négativement le développement agricole de l'état. TLEMEN – Le ministre du tourisme et de l'artisanat Abdelkader Ben Messaoud, a estimé, lundi, que Tlemcen est une wilaya touristique de dimension internationale par excellence grâce aux réalisations dont elle a bénéficié .Dans une déclaration à la presse, en Marge de sa visite de travail à Tlemcen, le ministre a ajouté que cette wilaya a acquis cette dimension grâce à ses réalisations, dont la récente ouverture, en ce début de saison estivale, de 7 hôtels en plus de ses monuments et sites archéologiques, historiques et religieux qui reflètent la profondeur historique de l'Algérie. ⁵¹

⁵⁰ <https://www.lesoirdalgerie.com/regions/baisse-de-lactivite-commerciale-48917>

⁵¹ <https://www.aps.dz/regions/76645-tlemcen-est-une-wilaya-touristique-de-dimension-internationale-par-excellence>

III.3.9. Les infrastructures de base

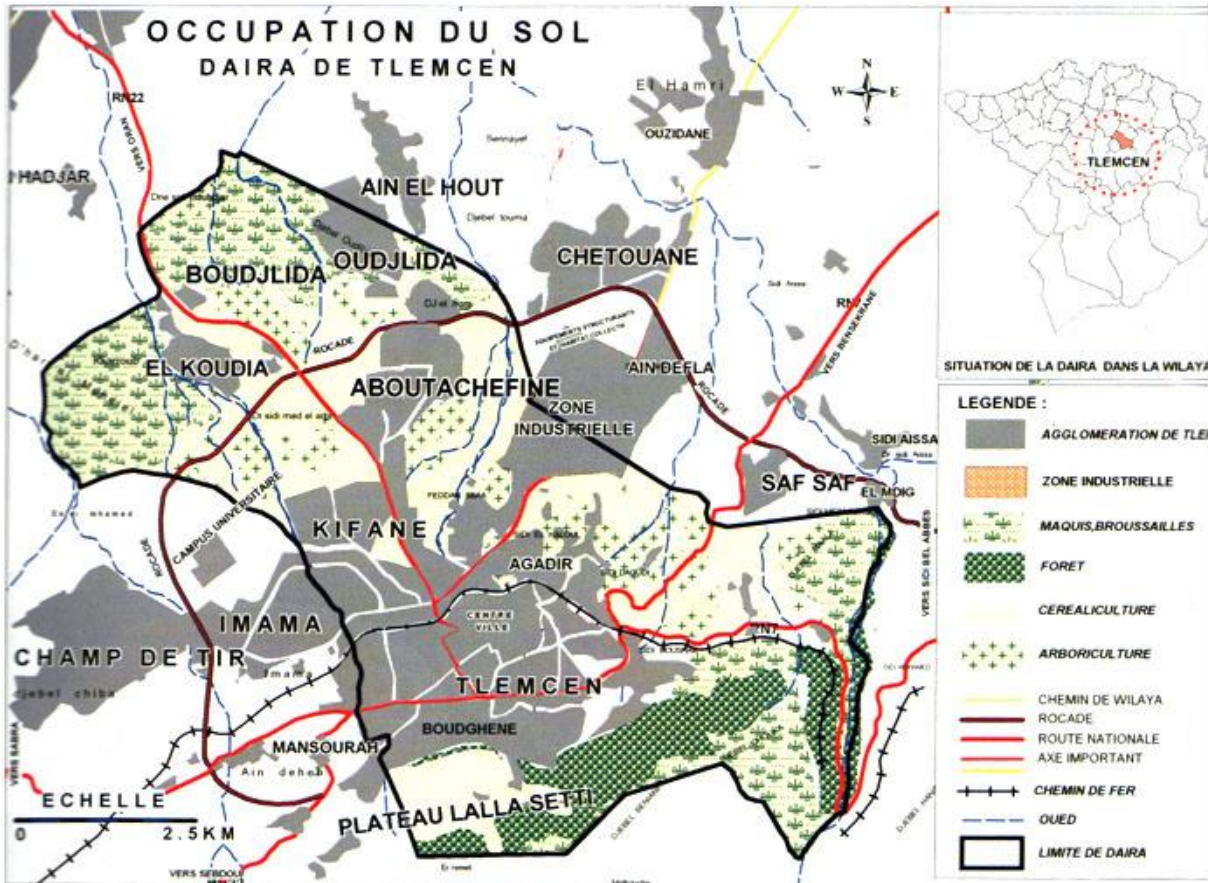


Figure111 : Occupation du sol dans la commune

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

III.3.10. Des différents espaces de loisirs existe à la ville de Tlemcen



Figure 112 : situation des différents espaces de loisirs

Conclusion :

D'après l'analyse urbaine de la ville de Tlemcen on a déterminé les problèmes suivants :

La structure urbaine ne répond plus aux besoins ce qui rend la circulation difficile.

Un manque des espaces public (jardins, placettes, places,).

La majorité des quartiers résidentiels ne répond pas aux vrais sens d'habitat.

Un manque au niveau des équipements, sport, et de loisirs, sanitaires et surtout les centres spécialisé ...

Chapitre IV : Approche programmatique

IV.1. Introduction

La programmation c'est l'étape d'expression des besoins. Elle va du général au particulier et s'attache à identifier les problématiques à prendre en compte, puis à les traiter. Un programme expose :

- les objectifs.
- les principes généraux d'organisation fonctionnelle.
- les exigences fonctionnelles.
- les exigences techniques.

IV.2. Les objectifs de la programmation :

Afin de définir les fonctions, les espaces, les relations fonctionnels et la répartition spatiale des fonctions, il est indispensable de répondre aux les questions suivantes :

- Qui ? : Les usagers de projets
- Quoi ? : Les besoins des usagers
- Comment ? : Le programme

IV.3. Qui sont les usagers de projet :

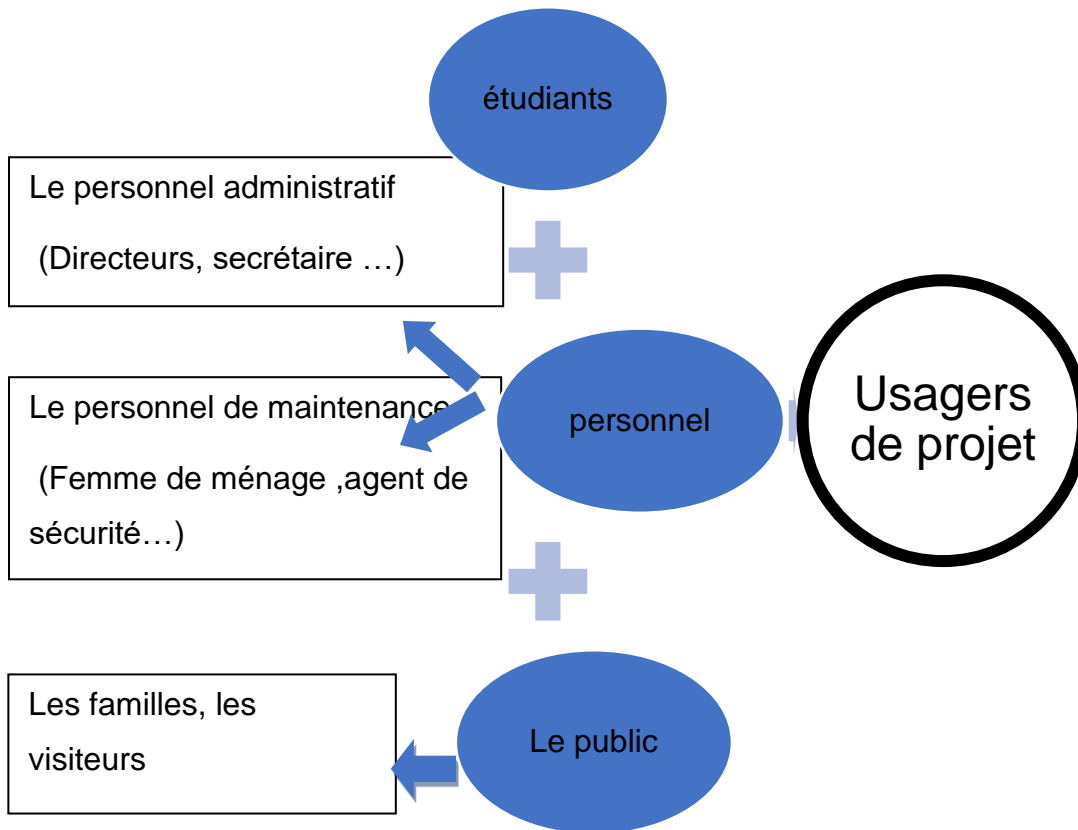


Figure 113 : Schéma : les usagers de la maternité

IV.4. L'échelle du projet :

IV.4.1 Local :

La réalisation d'un projet local répondant aux besoins qualitatifs et quantitatifs de la population locale.

IV.4.2 La capacité d'accueil :

Le nombre étudiants dans la wilaya de Tlemcen 2020-2021 et de 43000 ;⁵²

⁵² <https://www.liberte-algerie.com/lalgerie-profonde/50-000-etudiants-a-lhorizon-2020->

Donc capacité d'accueil de notre projet sera de l'ordre de 500 étudiants.

IV.5. Programme quantitatif et qualitatif :

Après l'analyse des exemples en concluons le programme qualitatif et quantitatif suivant :

Chapitre IV : Approche programmatique

Espace	Sous espaces	Les surfaces m ²	Exigence qualitatif
Accueil		250	<ul style="list-style-type: none"> • Il faut que l'on trouve directement à l'entrée principale • une entrée attirante pour marquer l'accès • éclairage naturel ou artificiel • un espace ouvert placé avec l'espace bruyant
Les ateliers	<ul style="list-style-type: none"> • Le labo de recherche • Ateliers biologiques 	100 150	Les ateliers doivent : <ul style="list-style-type: none"> • Situer dans un endroit fréquent • une grande surface de circulation • l'isolation acoustique
Les sanitaires		12	Circulation d'air important (ventilation naturel)

Chapitre IV :Approche programmatique



La restauration	<ul style="list-style-type: none"> • Cafeteria 	200	
Les sanitaires		12	Ventilation naturel
Loisir culturel	<ul style="list-style-type: none"> • Salle de conférence • Médiathèque • Espace d'exposition 	150 150 200	doit bénéficier de calme • C'est un espace calme qui nécessite d'être isolé par rapport aux espaces bruyants
Loisir ludiques	<ul style="list-style-type: none"> • Salle des jeux adulte • Salle des jeux enfants • Salle des jeux mixte • Espace de lecture 	200 200 300 100	

Chapitre IV : Approche programmatique

Les sanitaires		12	Ventilation naturel
Loisir sportif	<ul style="list-style-type: none"> • Salle de musculation • Salle de fitness 	200	
Commerce	<ul style="list-style-type: none"> • Boutique jouets et cadeaux 	80	
Administration	<ul style="list-style-type: none"> • Bureau directeur • Bureau secrétariat • Bureau adjoint de directeur • Salle de réunion • Bureau 01 • Bureau 02 • Archives • Sanitaires 	70 40 40 60 30 30 40 12	Doit être dans un endroit calme
Locaux technique	<ul style="list-style-type: none"> • Climatisation /électricité • Dépôt matériel/bâche 		Ils doivent avoir une sortie vers l'extérieur et être éloigné du public

Chapitre IV :Approche programmatique

	à eau/dépôt déchet		
Parking	<ul style="list-style-type: none">• 50 places		

Tableau 2 : le programme centre de loisirs scientifique

Chapitre V : Approche architecturale

Chapitre V : Approche architecturale

Chapitre V : Approche architecturale

V.1. Les choix de site :

Les choix de site d'implantation d'un équipement de loisirs est très important pour assurer le confort des patients, leurs accompagnants et ainsi pour le bon fonctionnement de l'établissement. La méthode consiste à sélectionner des sites différents qui ont des opportunités et des potentialités pour répondre aux critères d'implantation d'un équipement de loisirs. Donc, il faut que le terrain d'intervention réponde aux critères suivants :

- le terrain doit être facilement repérable.
- le terrain doit être facilement accessible.
- la superficie de terrain doit être suffisante.
- à proximité de transport urbain.
- la proximité des universitaires et des cités résidentielles.

V.1. 1.. Présentation des différents sites :

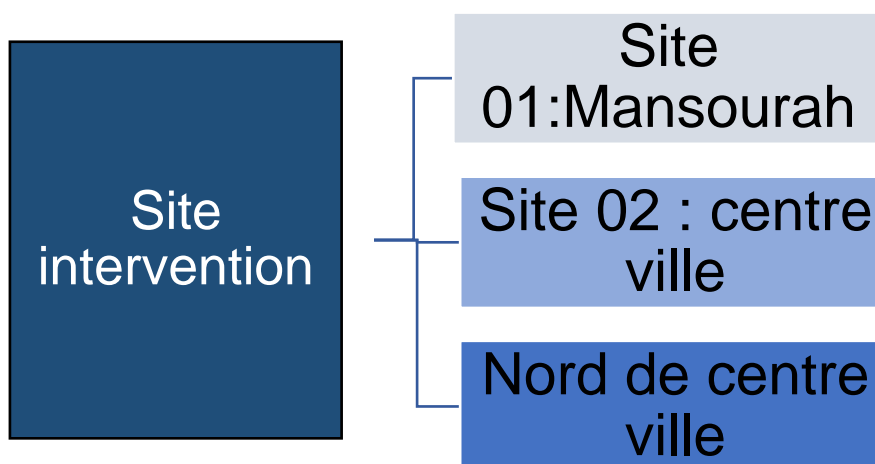


Figure 114 : Schéma des différents sites

Chapitre V : Approche architecturale

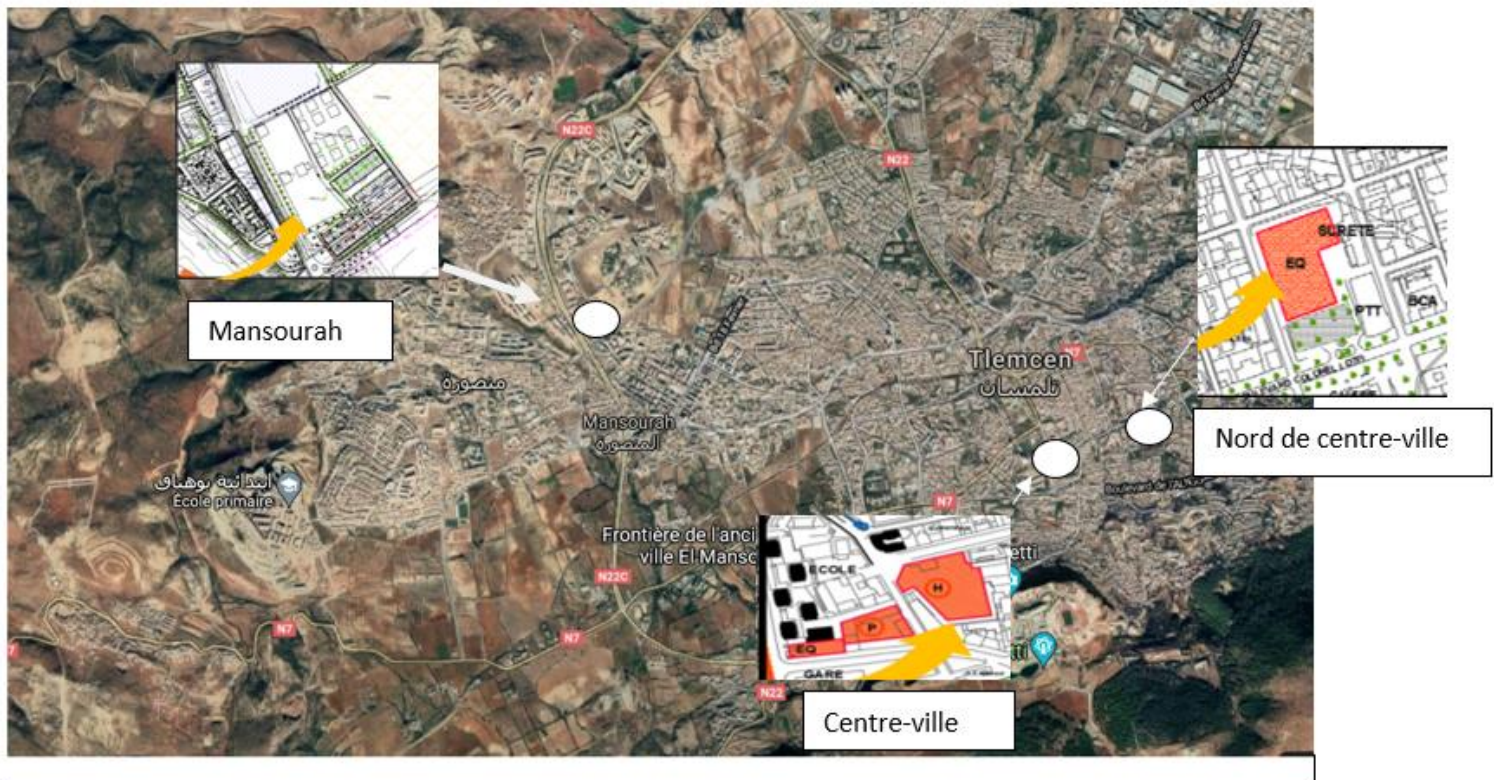


Figure115 : situation des différents terrains

Chapitre V : Approche architecturale

Terrain 01



Situation	À Mansourah à coté de nouveau pôle universitaire
Surface	6000 m ²
Ensoleillement	Tout le terrain exposé au soleil
Visibilité	Excellente
Accessibilité	Existence deux accès mécanique
Avantage	Proximité des équipement (la fac, la cité universitaire...)
Inconvénient	Le terrain situé à la périphérie

Chapitre V : Approche architecturale

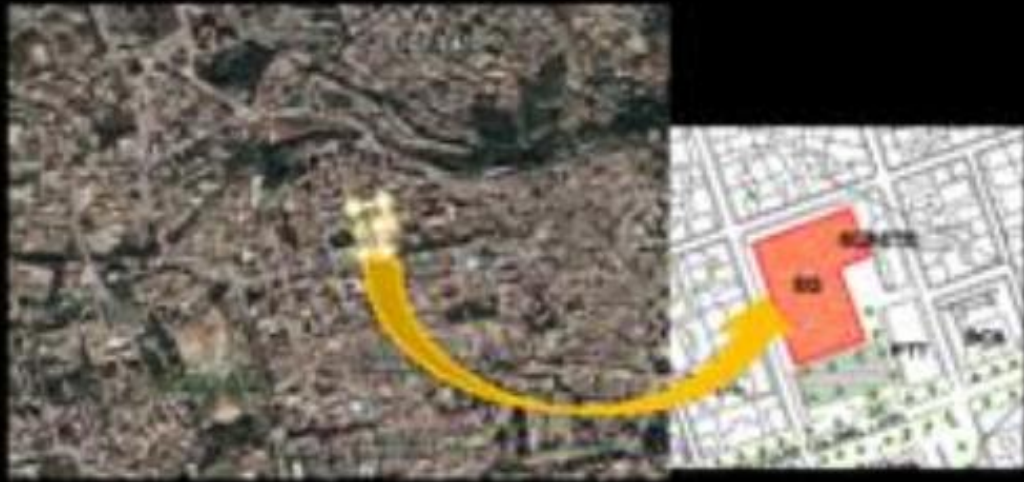
Terrain 02



Situation	Au centre de la ville a côté de l'ancienne gare routière Rhiba
Surface	4600m ²
Ensoleillement	Tout le terrain est exposé au soleil
Visibilité	Moyen
Accessibilité	Existence de deux accès mécanique
Avantage	Situé à proximité de parcours touristique
Inconvénient	La surface elle est petite pour accueillir un équipement comme un musée

Chapitre V : Approche architecturale

Terrain 03



Situation	Au nord de centre - ville de Tlemcen (sur le grand boulevard de colonel Lotfi)
Surface	7800m ²
Ensoleillement	Tout le terrain est exposé au soleil
Visibilité	Excellente
Accessibilité	Existence de deux pitons et un accès mécanique
Avantage	Situé dans une zone historique de la ville avec une surface importante et aussi c'est une zone très fréquentée
Inconvénient	Le terrain est actuellement occupé par des équipement administratifs

V.1.2. Analyse comparative des trois sites :

Chapitre V : Approche architecturale

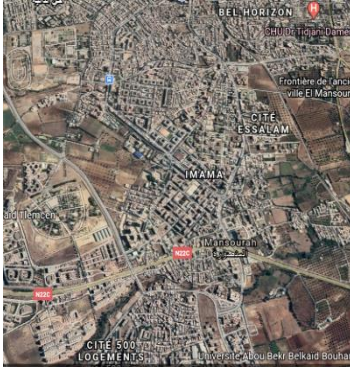


	Terrain 01	Terrain 02	Terrain 03
			
Accessibilité	x xx	x	xx
Visibilité	xxx	xx	xx
Surface	xxx	xx	x
Équipements sportifs et de jeunesse	xx	xxx	xxx
Attractivité	xxx	xxx	xx
Classification	01	02	03

Tableau 3 : Analyse comparative des trois sites

Chapitre V : Approche architecturale

V.1 .3. Synthèse :

D'après la comparaison entre ces trois sites, la décision a été prise pour le site N°1

V.2. Analyse de terrain d'intervention :

V.2 .1 Présentation de terrain d'intervention :

Le terrain se situe dans la périphérie de Tlemcen la commune de Mansourah

Il occupe une superficie :7000m²



Figure 116 : La situation du terrain d'intervention

Chapitre V : Approche architecturale

V.2.2-Les éléments de repères :

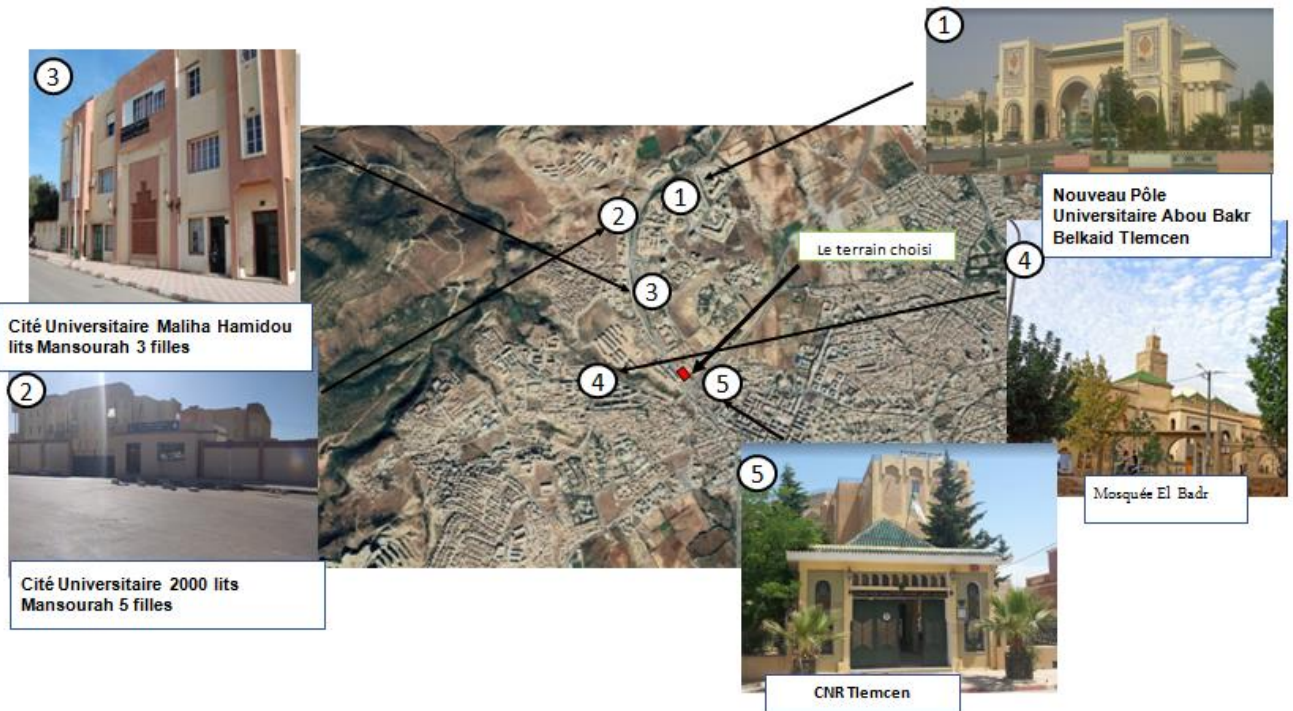


Figure117 : les éléments de repères



Figure 118 : vue aérienne du site avec voisinage

Source : google earth

Chapitre V : Approche architecturale

V.2.3. Environnement immédiat :

Caractéristique de site :

- Topographie de terrain : faible pente (plat) .
- Le terrain occupe une parcelle d'une forme presque rectangulaire.
- Le terrain occupe une superficie égale presque à 7000 m².

La voie principale



La voie secondaire



Figure 119 : forme et délimitation

V.2.4 Forme et délimitation du terrain :

Notre site se délimite par :

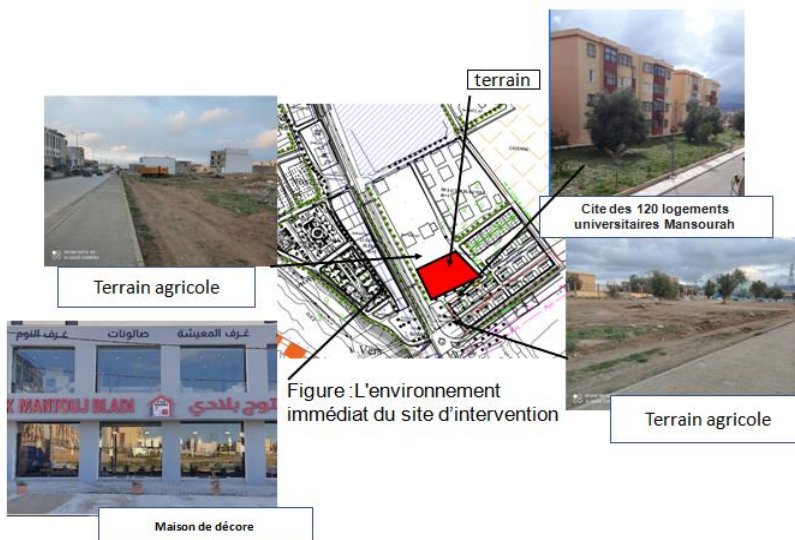
Nord : Cite des 120 logements universitaires Mansourah

Sud : habitations individuelles

Est : 120 logement individuelle + terrain vide

Ouest : terrain vide

-Notre terrain s'étale sur une assiette foncière de 6.000m²



Chapitre V : Approche architecturale

V.2.5 La topographie du terrain :

-La forme du terrain est presque trapèze

V.2.6. Situation du terrain par rapport à la voirie :

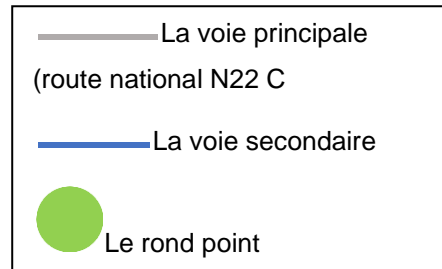
coupe AA-BB



Accessibilité du site, **Source :**
google earth

Figure 120 : Accessibilité du site

Source : google earth



- C'est -à-dire le site a une bonne accessibilité
- Une bonne lisibilité

Chapitre V : Approche architecturale

V.2.7 L'ensoleillement et le vent dominant :

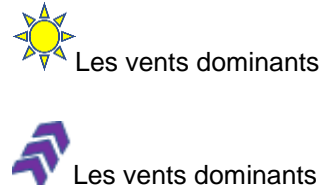


Figure 121 : L'ensoleillement du terrain


- **Synthèse**

Cette analyse permet de comprendre le site d'intervention ainsi la prise des décisions telles que : l'accessibilité de projet.

V.3.La genèse du projet :

Etape 1 : Accessibilité et circulation

Notre terrain est limité par deux voie de 20m la route national N 22 côté sud avec et 6 m côté ouest avec un flux faible, (voie pochetée)

 Flux faible (voie de 20m)

 Flux fort (voie 6m)

Etape 2 : L'axe majeur d'implantation

Positionner l'axe de composition Suivant la percé visuel de la voie principale pour renforcer la visibilité du projet et permettre un bon accueil des visiteurs avec une façade principale.

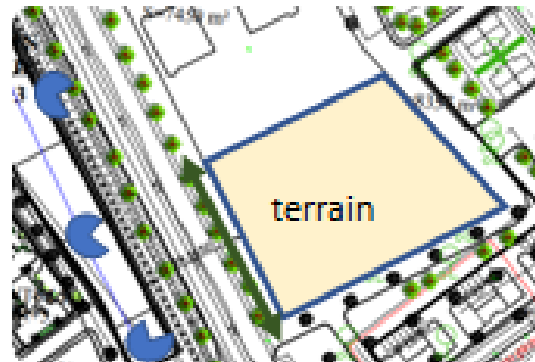


Figure122 : L'accessibilité au terrain

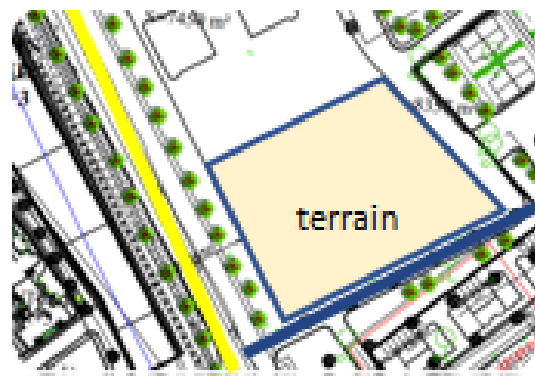


Figure 123 : L'axe majeur d'implantation

Chapitre V : Approche architecturale

Etape 3 : Principes d'implantation

- La masse bâtie du projet est implantée sur la longueur du terrain
- Un parking public dans la voie secondaire côté nord
- on laisse un recule pour aménager le terrain et évité les naissances des véhicules



Figure 124 : Principe d'implantation **Etape 4** : L'organisation spatiale (zoning) :



Figure125 : zoning

Chapitre V : Approche architecturale

Étape 5 : Schéma de principe

1-R.D.C : Le niveau RDC regroupe des diverses activités sportives, administratives....

L'entrée principale de projet mène vers un grand hall d'accueil en double hauteur

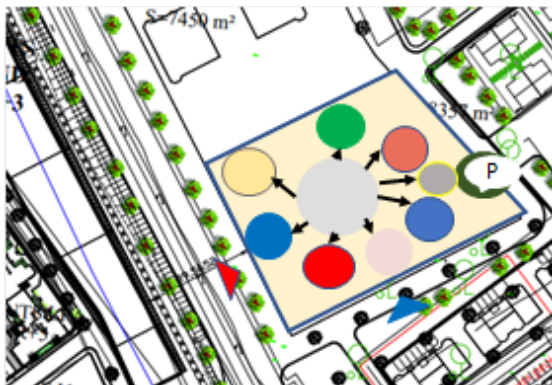


Figure 126 : l'organisation fonctionnelle dans le RDC



2- 1^{er} étage : il regroupe cafétéria, salle de lecture Salle internet.

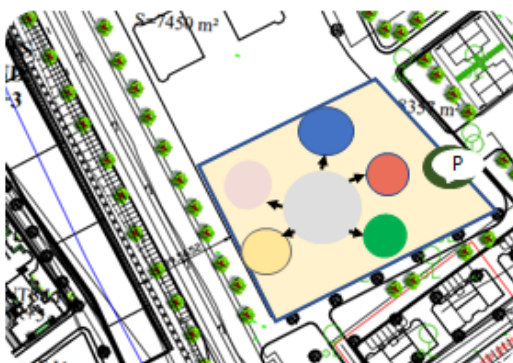
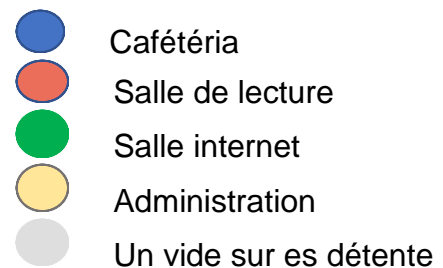


Figure 127 : l'organisation fonctionnelle dans le 1^{er} étage



Chapitre V : Approche architecturale

3-Plan de masse :

Le projet est desservi par deux accès :

Les accès mécaniques :

-Un accès mécanique principal réservé au personnel et public

Les accès piétons : Le projet est accessible par les accès suivants :

- Un accès piéton principal à l'entrée principale du centre de loisir scientifique

-Un accès piéton secondaire personnel

-Un accès qui donne sur les espaces extérieurs de détente

Le style des façades :

-La façade principale on a utilisé le jeu de volume pour éviter la façade rythmique, les couleurs pour une façade dynamique et harmonieuse

-L'entrée principale de bâtiment est marquée par une addition 'un volume centrale pour marquer l'entrée

- **Développement de la forme et la volumétrie :**

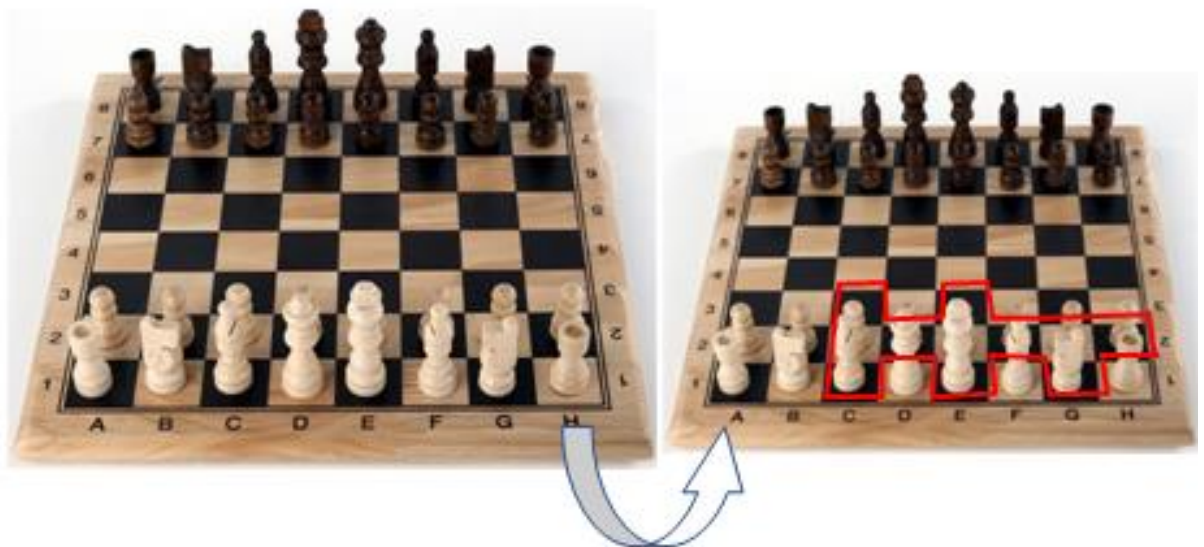


Figure128 : source d'inspiration

Chapitre V : Approche architecturale

Etape 01 :

Toute production architecturale soumise à la dimension géométrique donne des œuvres d'une extrême unité **compositionnelle** et **esthétique**, où **les proportions, l'équilibre l'unité**, le contraste donnent le plaisir de la perception visuelle dans une **harmonie unique**.

La géométrie a eu un grand intérêt, surtout avec le rationalisme en architecture, notamment avec le Mouvement Moderne « **La géométrie est la science de l'espace** ». Le Petit Robert

-la forme L présente le principal volume (union 2 rectangles)

-Il prend une position selon les limite du terrain pour renforcée la percée visuel du projet selon (la ligne de la façade principale)

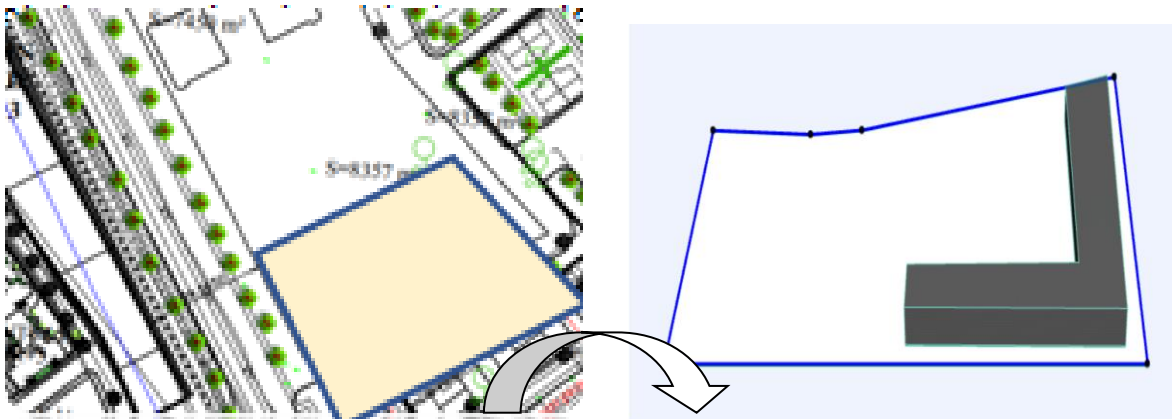


Figure 129 : étape 1 l'Évolution volumétrique

Etape 02 :

Depuis l'antiquité, jusqu'à nos jours, les grands architectes de ce monde ont utilisé le carré pour aboutir à une architecture possédant une unité, des proportions parfaites, **un équilibre et une harmonie**

A la base de toute composition harmonieuse se trouve un carré la division de la forme L en carrés

Chapitre V : Approche architecturale

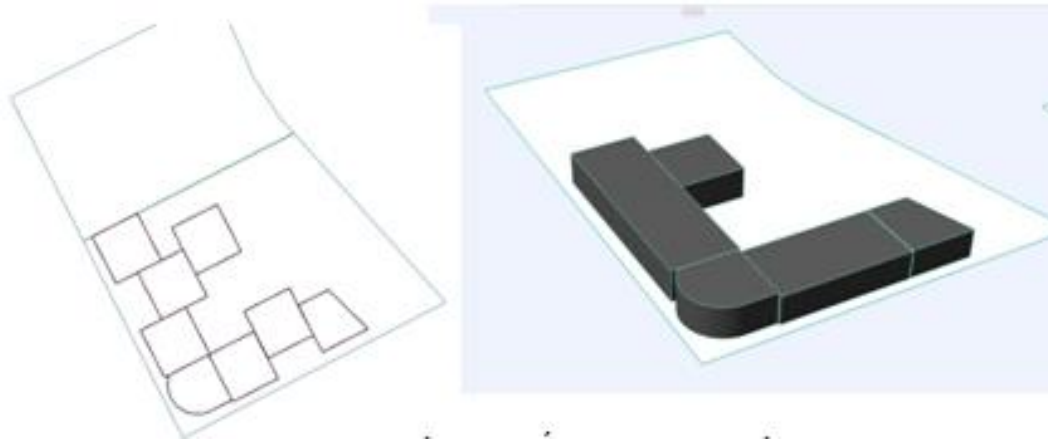


Figure 130 : étape 2 l'Évolution volumétrique

Etape 03 :

la division et l'opposition des volume selon le jeu d'échecs Marqué les volumes des accès pour donner une importance au volumes Un demis cercle au angle principale du projet pour marquer le projet .

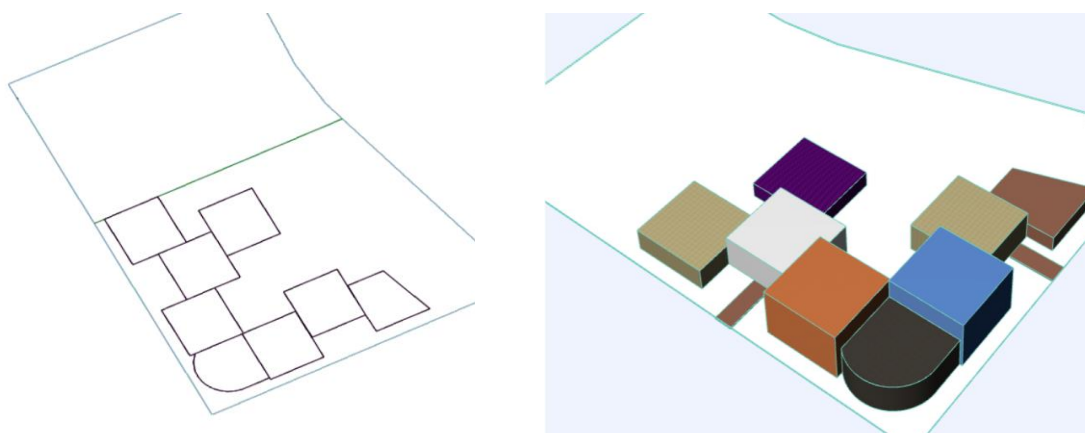


Figure 131 : étape 3 l'Évolution volumétrique

Chapitre V : Approche architecturale

Etape 04 :

-faire un jeu de volume au niveau de la façade.

-faire jouer sur les hauteurs des volumes et du projet

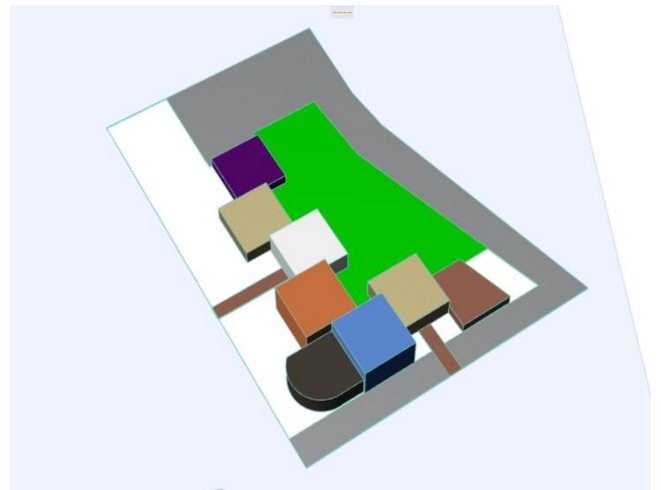
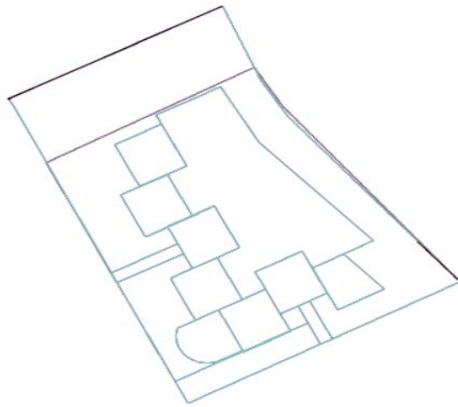


Figure 132 : étape 4 l'Évolution volumétrique

Chapitre VI : Approche technique

Introduction :

Dans ce chapitre, on va traiter le projet dans le côté technique tout en intégrant les nouvelles technologies dans préfabrication et le choix de système structurel, préfabriqué.

Des matériaux de construction, des technologies nouvelles pour assurer le confort des usagers, les principes d'hygiène et la flexibilité de projet.

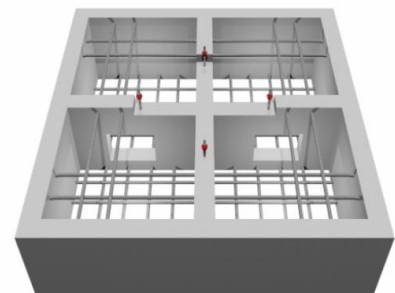
VI.1. Choix de structure :

Le choix est porté sur une ossature prés fabriqué en béton armé (poteaux – poutres) comme système structural de projet grâce à ces avantages ainsi c'est le système le plus adapté pour ce genre des équipements. Parmi les avantages de cette structure :

-une grande la stabilité et résistance. Peu couteux.

-la résistance au feu.

-Mise en œuvre simple.



VI.1.1Infrastructure :

L'infrastructure ; les systèmes fondation doivent

Former un ensemble résistant et rigide.

Figure 133 : semelle isolés préfabriqué

VI.1.1.1. Les fondations :

Pour le système des fondations préfabriqué, on ne peut pas choisir un type précis car il faut une étude préalable sur la résistance du sol, du type d'ouvrage et d'un résultat des calculs des descentes, des charges ainsi qu'un meilleur rapport sécurité/coût. Sachant que notre projet est implanté sur un bon sol, donc on a opté pour des semelles isolées.

A-Fondation de type semelle isolée en béton préfabriquée :

SEMELLE DE FONDATION PRÉFABRIQUÉE SUPERFICIELLE :

La Semelle de Fondation Préfabriquée est un élément en béton armé, constitué d'une cage d'armature englobée à l'intérieur de parois en béton qui servent de coffrage. Les dimensions géométriques et les aires en acier sont déterminés d'après les calculs statiques des charges de portée N , M_x , T_x , M_y , T_y et des pressions admissibles sur le sol.

On peut produire la Semelle de Fondation Préfabriquée en différentes dimensions pour répondre à toute exigence du projet ou de la structure⁵³

B-Longrines de redressement préfabriquées :

On a étudié l'élément préfabriqué techniquement pour obtenir un embrayage parfait entre les **Semelles de Fondation Préfabriquées** et les longrines de redressement nécessaires à amortir les contraintes transversales et longitudinales dues aux actions sismiques sur la structure.

Par les armatures saillantes qui sortent verticalement, les longrines de redressement sont unies aux fondations après le montage des poteaux préfabriqués. Les longrines de redressement extérieures à la structure servent aussi de poutres porte-panneaux préfabriqués et seront conséquemment dimensionnées. Pour optimiser la dimension des longrines de redressement, il faudrait peut-être employer de petites semelles qui servent de petites **fondations préfabriquées**. On peut produire les longrines de redressement préfabriquées ou les couler en place sur le chantier.

C-Coulée béton :

⁵³ <https://www.monachinotechnology.com/semelles-de-fondation-prefabriquees.html>

La coulée de béton à l'intérieur des **Semelle de Fondation Préfabriquée** complète l'assemblage poutre-fondation-poteau et peut être exécutée avant le montage des longrines de redressement, après ou même dans deux stades différents. ⁵⁴

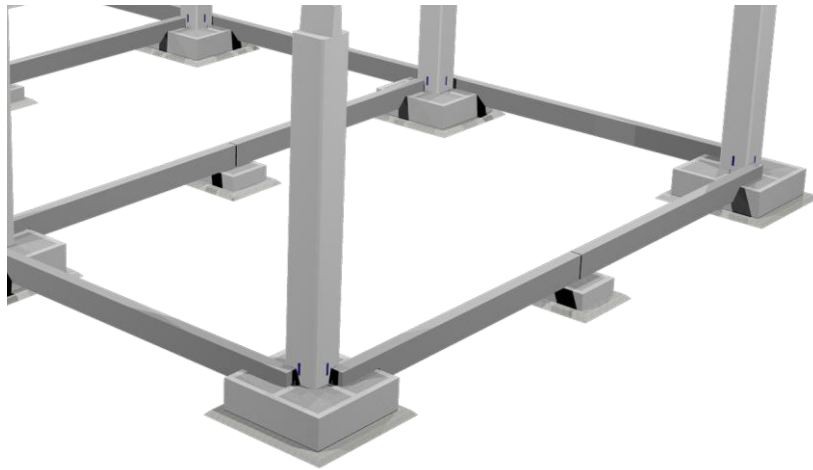


Figure 134 : longrines de redressement préfabriquées

VI.2 Superstructure :

VI.2.1 système préfabriqué ossature (poteau, poutre) :

Des ossatures haute qualité en béton précontraint

Préfabriqués en usine avec un outil industriel complet, les composants de charpente sont des éléments de structure de haute qualité en béton précontraint par fils adhérents ou en béton armé.

Ils sont destinés à la réalisation d'ossatures d'ouvrages par assemblage des éléments entre eux, à d'autres éléments préfabriqués horizontaux ou verticaux, ou encore à des parties coulées en place. Ils constituent ainsi tout ou partie de la structure résistante.

⁵⁴ <https://www.monachinotechnology.com/semelles-de-fondation-prefabriquees.html>

Pour les éléments de structure verticaux, il s'agit de poteaux hauteur d'étage ou multi-niveaux, de potelets de bardage et de prémurs. Pour les éléments horizontaux, ce sont des longrines, des poutres, des pannes .

VI.2.1.1. Poteaux

Les poteaux sont en béton armé, de section carrée ou rectangulaire. Leur hauteur varie de 2 m à 15 m. Ils sont généralement encastrés en pied et transmettent les charges des poutres porteuses aux fondations. Ils peuvent absorber tout ou partie des efforts latéraux et reprendre les charges de ponts roulants. Ils peuvent comporter 1 à 3 corbeaux. Les douilles ou armatures en attente sont positionnées à l'aide de gabarits⁵⁵

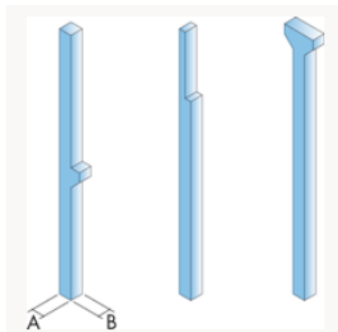


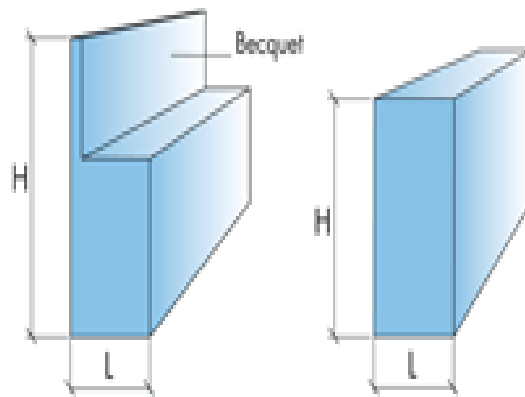
Figure 135 : poteaux prés fabriqué

VI.2.1.2 Longrines :

Les longrines sont des poutres rectangulaires en béton précontraint ou en béton armé, avec ou sans becquet. Le becquet de coffrage de rive facilite l'assemblage avec un plancher et supprime de fait les travaux de coffrage. Associées ou non à un plancher sur vide sanitaire ou à un dallage, les longrines sont destinées au ceinturage de la plate-forme du bâtiment, avec des trames courantes de 6 à 12m.⁵⁶

⁵⁵ <https://www.rector.fr/systemes/charpente-beton>

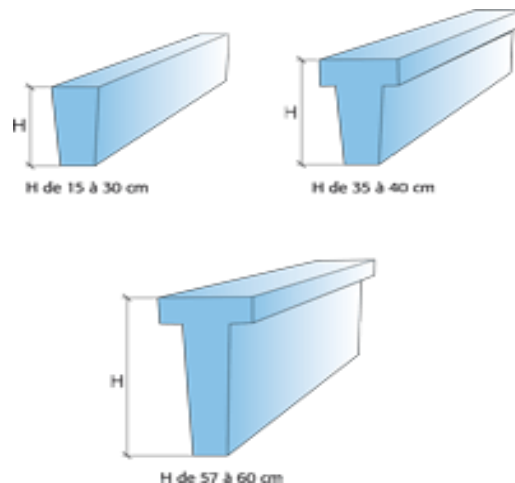
⁵⁶ <https://www.rector.fr/systemes/charpente-beton>



VI.2.1.3 Pannes T :

Les pannes T ont un profil trapézoïdal et sont en béton précontraint. Elles reposent sur les poutres. Elles sont destinées à supporter la couverture généralement

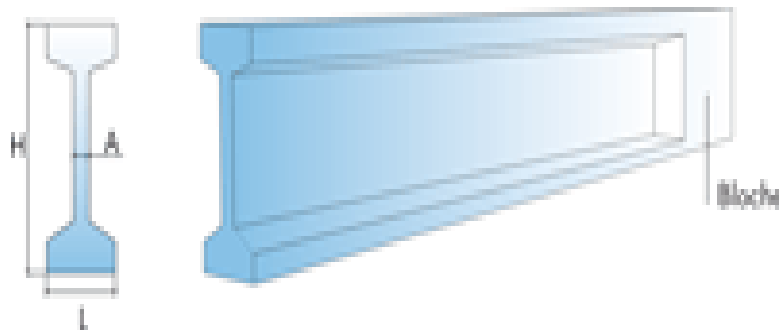
Constituée d'un bac acier avec ou sans isolation Thermique. Un profil métallique est incorporé en partie Supérieure de la panne pour assurer la fixation du bac Acier. Généralement, les pannes sont grugées en extrémité afin de réduire la hauteur d'encombrement du bâtiment. ⁵⁷



VI.2.1.4 .Poutre I :

⁵⁷ <https://www.rector.fr/systemes/charpente-beton>

Les poutres I sont en béton précontraint, avec ou Sans blochet d'about. Elles supportent les pannes et servent à transmettre les efforts sur les poteaux. Elles peuvent être à inertie constante ou variable sur la hauteur.



- **Montage :**

Pendant le stade de montage la Fondation est posée Sur un béton de propreté de sous-fondation, préparé à l'avance (1), auquel on superpose le poteau dont les armatures saillantes de la parties inférieure (2) sont Introduites à l'intérieur de la base préfabriquée (3). Ensuite on procède à ajuster le poteau par des dispositifs Spéciaux (3) et à la coulée du béton à l'intérieur de **la fondation préfabriquée** (4). Une fois le béton a durci, On procède à enlever les dispositifs d'ajustement (5).⁵⁸

Pour monter et ajuster les niveaux du poteau préfabriqué ; On emploi quatre dispositifs d'ajustement qui permettent une installation facile, rapide et précise.

Pendant le stade de production de la Semelle de **Fondation Préfabriquée** on laisse 4 boulons d'ancrage englobés à l'intérieur des parois centraux en béton, lorsque que à l'intérieur du poteau il y a 8 manchons filetés. Les dispositifs d'ajustement sont fixés aux boulons d'ancrage De la fondation par des écrous, lorsque les manchons du poteau sont fixés par des boulons Cette méthode permet non

⁵⁸ <https://www.monachinotechnology.com/semelles-de-fondation-prefabriquees.html>

Chapitre VI : Approche technique

seulement d'ajuster le niveau du poteau préfabriqué avec une précision au millimètre près, mais d'éliminer toute sorte d'étais pendant le stade provisoire. Les quatre connexions seront dimensionnées par rapport au poids et aux contraintes du poteau et ne seront employées que pour monter les éléments qui seront enlevés après le béton coulé à l'intérieur des fondations **préfabriquées** aura durci⁵⁹

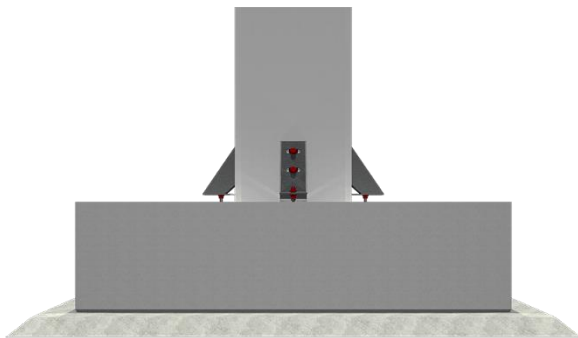


Figure 137 : le boulonnage du poteau avec fondation

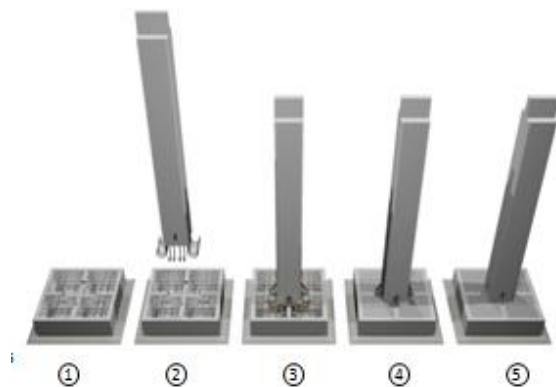


Figure 136 : le montage du poteau préfabriqué et fondation préfabriquée

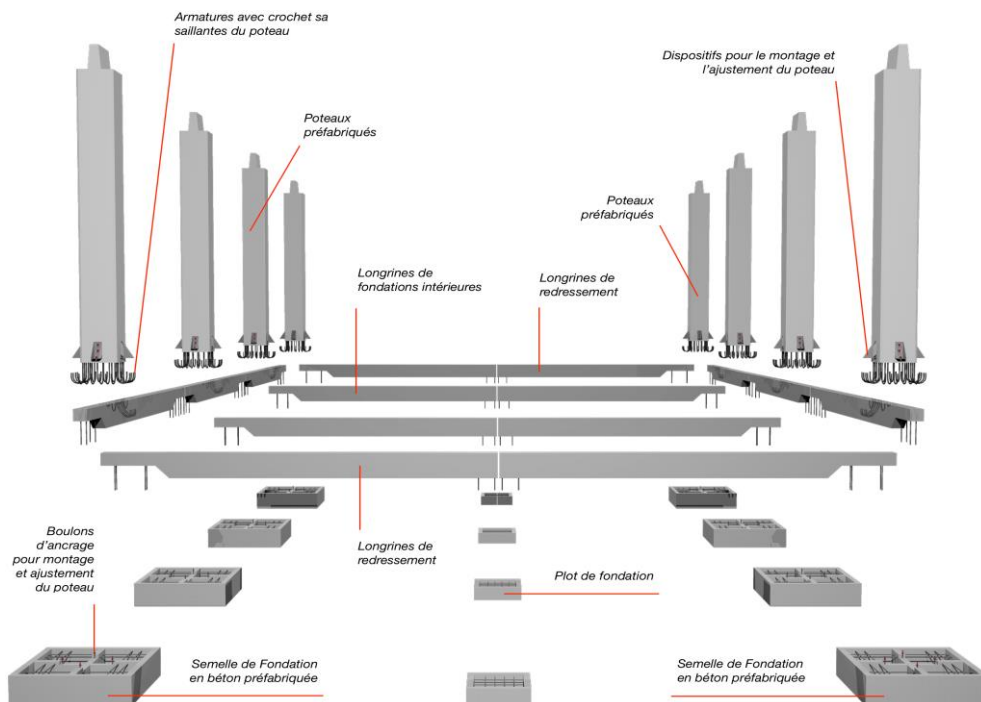


Figure 138 : le montage de la structure ossature préfabriquée

⁵⁹ <https://www.monachinotechnology.com/semelles-de-fondation-prefabriquees.html>

La **Semelle de Fondation Préfabriquée** permettra d'éliminer tous les inconvénients qui arrivent pendant la construction des fondations par les méthodes traditionnelles visant à réduire de moitié le coût pour réaliser la structure de fondation, garantir une plus grande sécurité pour les superposés aux travaux et à une vitesse d'exécution sans précédent différemment des méthodes traditionnelles pour construire des fondations, l'emploi de notre produit n'exige pas l'aide sur le chantier de main-d'œuvre qualifiée et de tous les outils accessoires (coffrages, planches, clous, marteaux, tenailles et ciseaux etc.).⁶⁰



Figure 139 : assemblages des fondations avec poteaux préfabriqué

VI.2.1. 5. Dalle de plancher en béton précontraint :

Les dalles alvéolées sont des éléments superficiels plats en béton précontraint, d'épaisseur constante, allégés au moyen d'alvéoles longitudinales. Elles ont une largeur standard de 1 200 mm et peuvent se fabriquer avec des épaisseurs allant de 160 mm à 1 000 mm, selon les besoins techniques pour lesquels elles ont été conçues. Elle a une haute capacité de charges et de grandes portées. Toutes les

⁶⁰ <https://www.monachinotechnology.com/semelles-de-fondation-prefabriquees.html>

dalles sont dimensionnées de manière à assurer une économie d'utilisation optimale, ainsi qu'une grande facilité de montage.⁶¹



Figure 141 : Dalle en béton précontraint



Figure 140 : Dalle en béton

VI.3 Seconde œuvre :

VI.3.1. Duo mur (mur à coffrage intégré)

Le procédé de mur à coffrage intégré DUO Mur (mur à Coffrage intégré) est destiné à la réalisation de murs, Porteurs ou non porteurs, de sous-sol, de murs intérieurs de refends, de poutres voiles, de murs de façade ou de murs de soutènement.... Ces murs peuvent être associés à des Éléments de structure préfabriqués ou coulés en place, tels que poteaux, poutres, planchers... Les parois verticales, ainsi réalisées associées à des planchers, prédalles ou autres, constituent la structure porteuse du bâtiment. Le Duo Mur est constitué de deux plaques de béton parfaitement lisses, d'une épaisseur minimum de 5 cm, armées de treillis soudés et reliées entre elles par des raidisseurs métalliques, espacés de 60 cm.

⁶¹ <https://www.archiexpo.fr/prod/hormipresa/product-132241-1431875.html>

Cet ensemble sert de coffrage pour le béton coulé sur chantier. Des armatures de liaison ou de continuité peuvent être rajoutées dans le vide du mur avant le coulage du béton. Des armatures de type poteau, longrine, poutre, linteau, encadrement d'ouverture peuvent être incorporées aux panneaux ou rapportées sur chantier.

LE Duo mur est utilisable en zone sismique. Des huisseries, menuiseries, gaines, boîtiers, faux-joints ou tout autre équipement peuvent être incorporés aux panneaux ou rapportés en œuvre. Les murs peuvent recevoir une isolation thermique par l'intérieur ou par l'extérieur ⁶²



Figure 142 : DUO Mur (mur à coffrage intégré)

⁶² <https://www.archiexpo.fr/prod/seac/product-59282-816674.html>

Conclusion générale

Conclusion Générale

Conclusion :

Dans ce mémoire on a essayé d'exposer et de mener une réflexion sur les bâtiments industriels, les différents systèmes préfabriqués, et les matériaux qu'on peut l'utiliser on a cité plusieurs exemples des ouvrages.

Le bâtiment préfabriqué assure une qualité urbaine, architecturale, sociale et économique.

Notre cas d'étude c'est de réaliser un centre de loisirs scientifique avec le choix des systèmes préfabriqué et matériaux, dans la wilaya de Tlemcen Algérie.



Dossier graphique





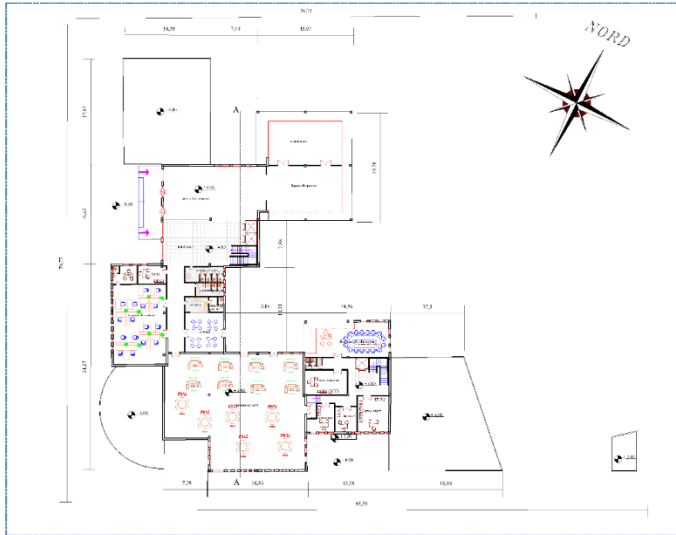
Dossier graphique



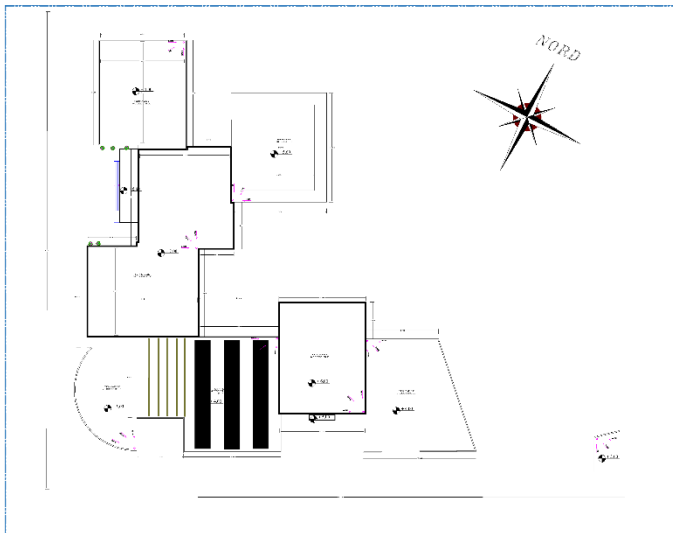
PLAN DE MASSE



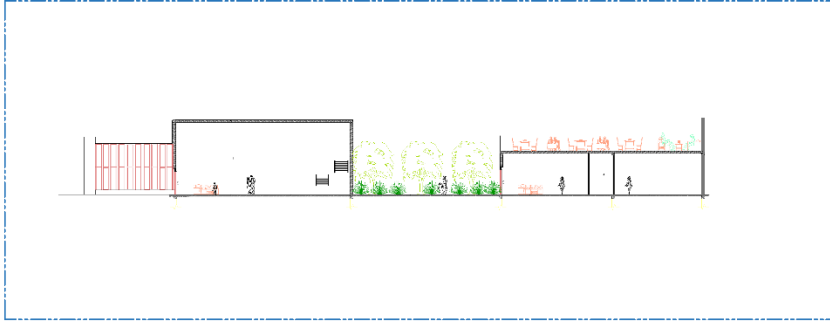
PLAN R.D.C



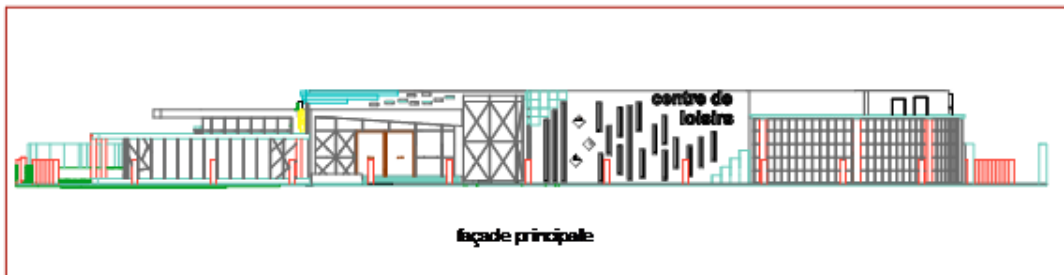
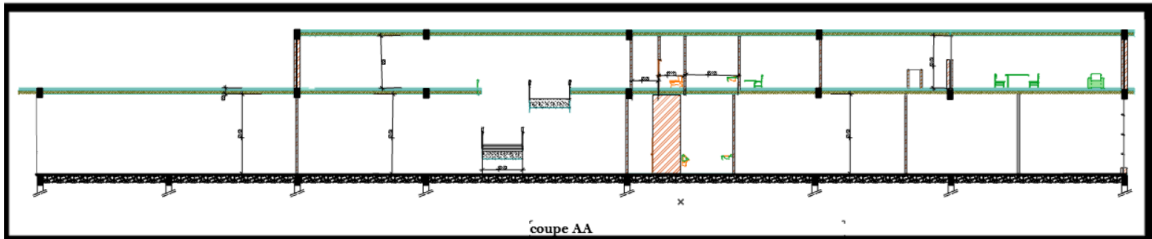
PLAN ETAGE



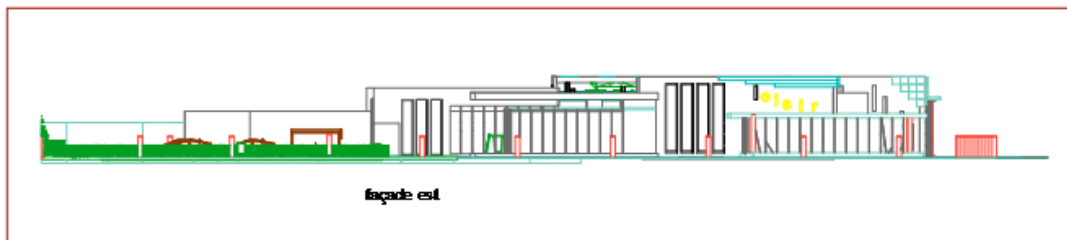
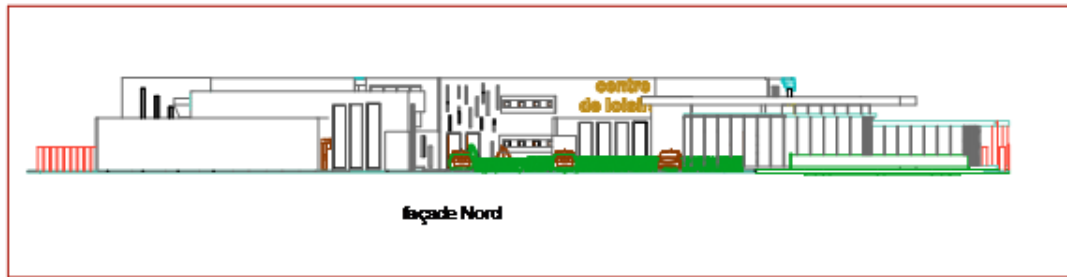
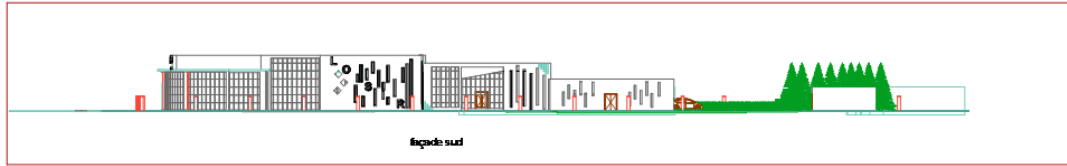
PLAN TOITURE

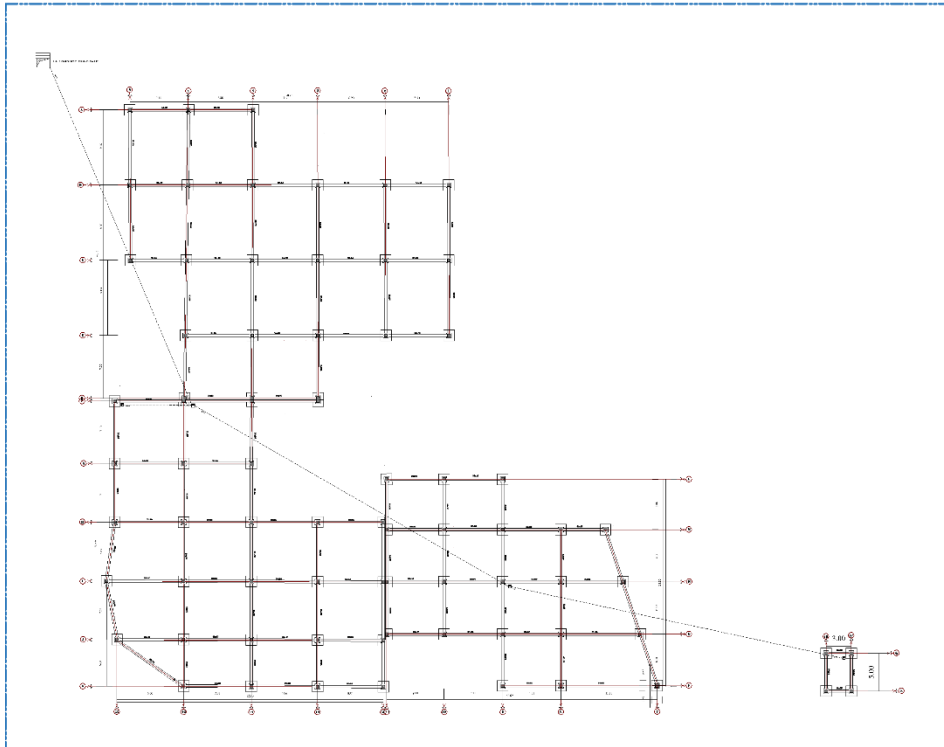


coupe AA

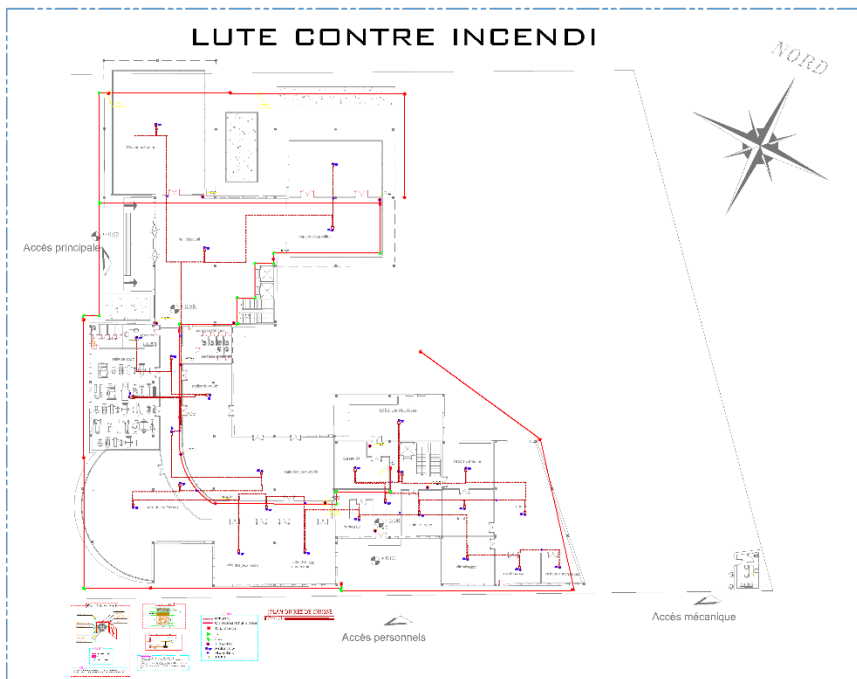


Dossier graphique

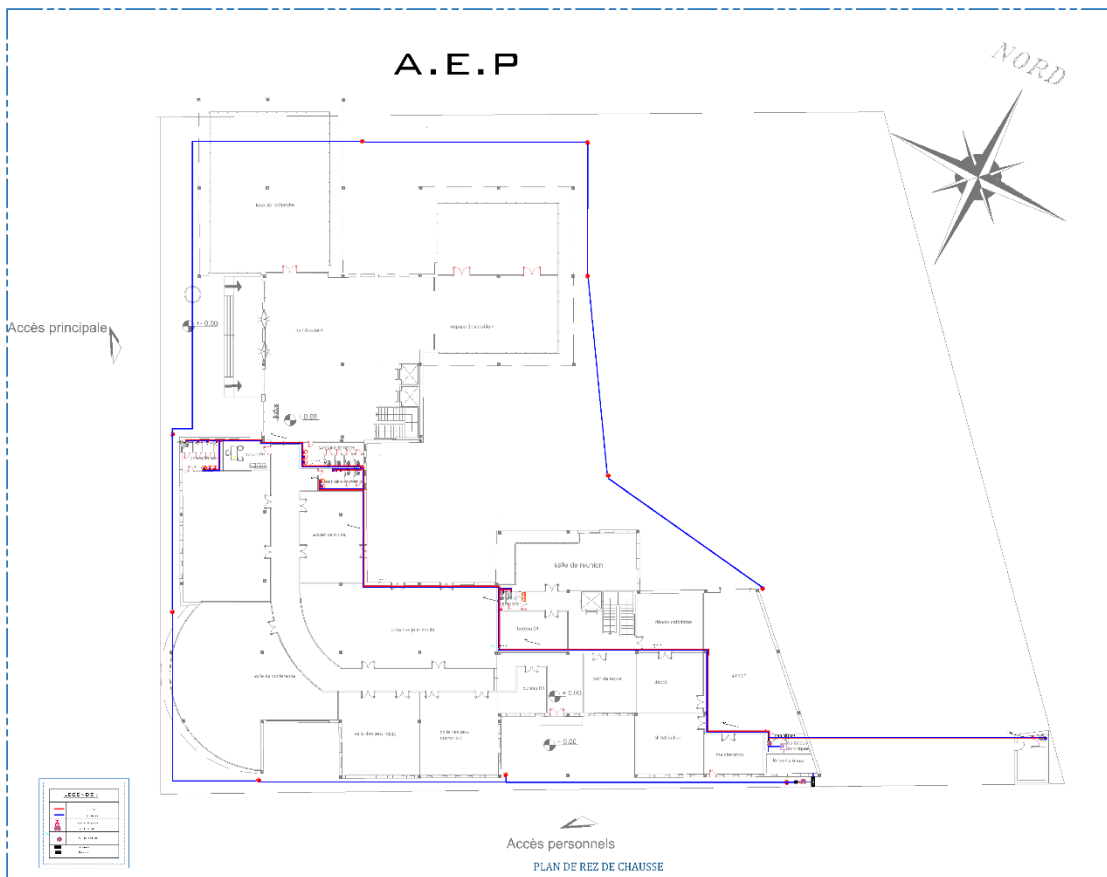
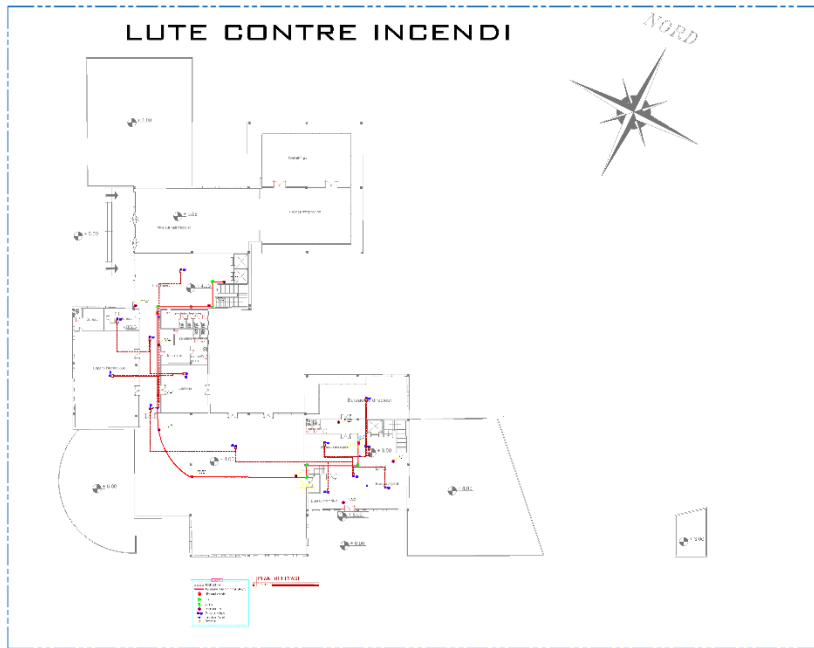




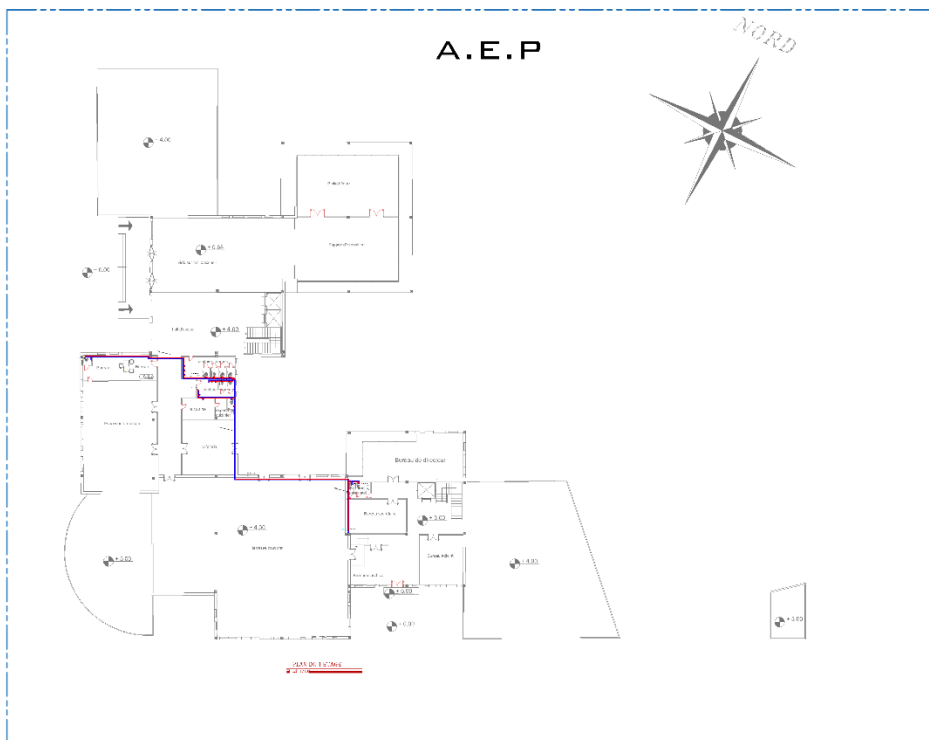
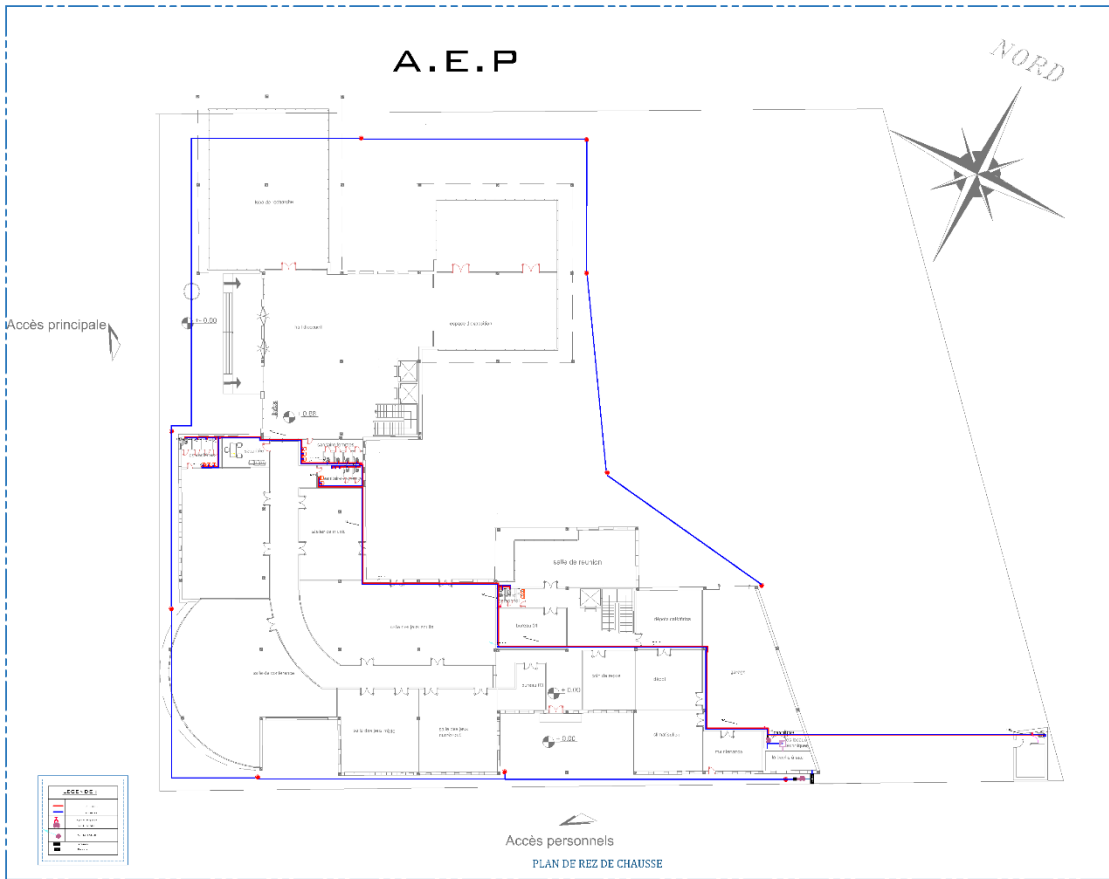
PLAN DE FONDATION



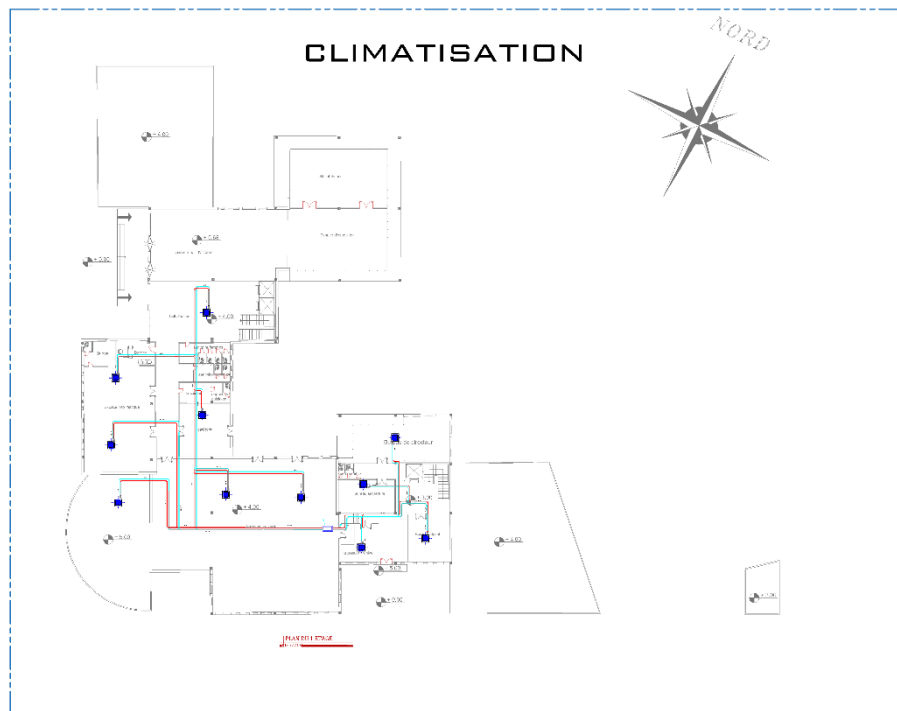
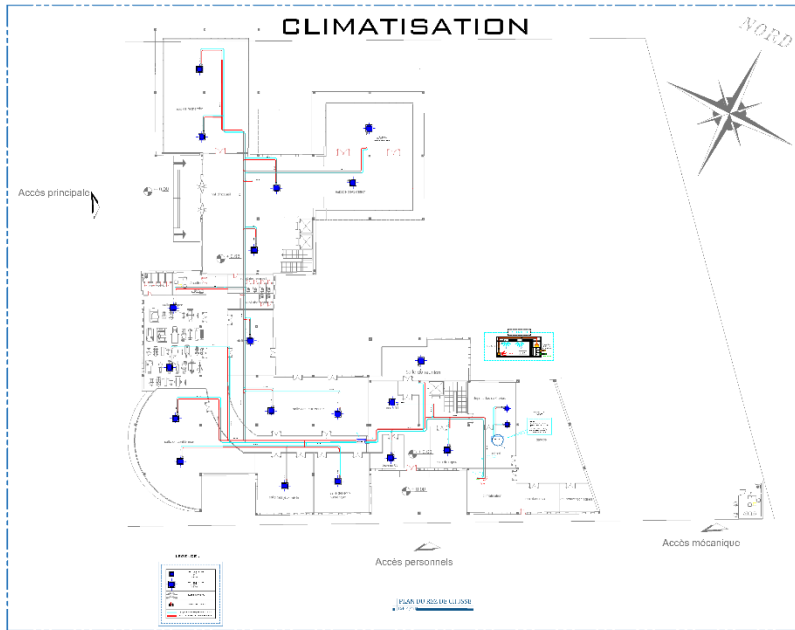
Dossier graphique



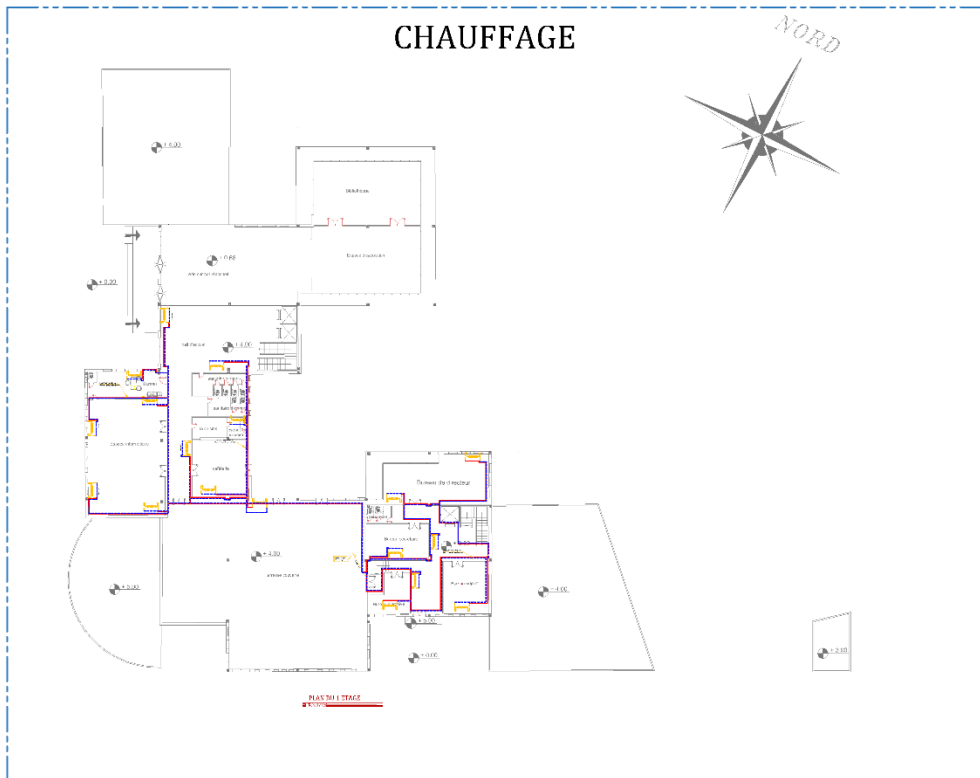
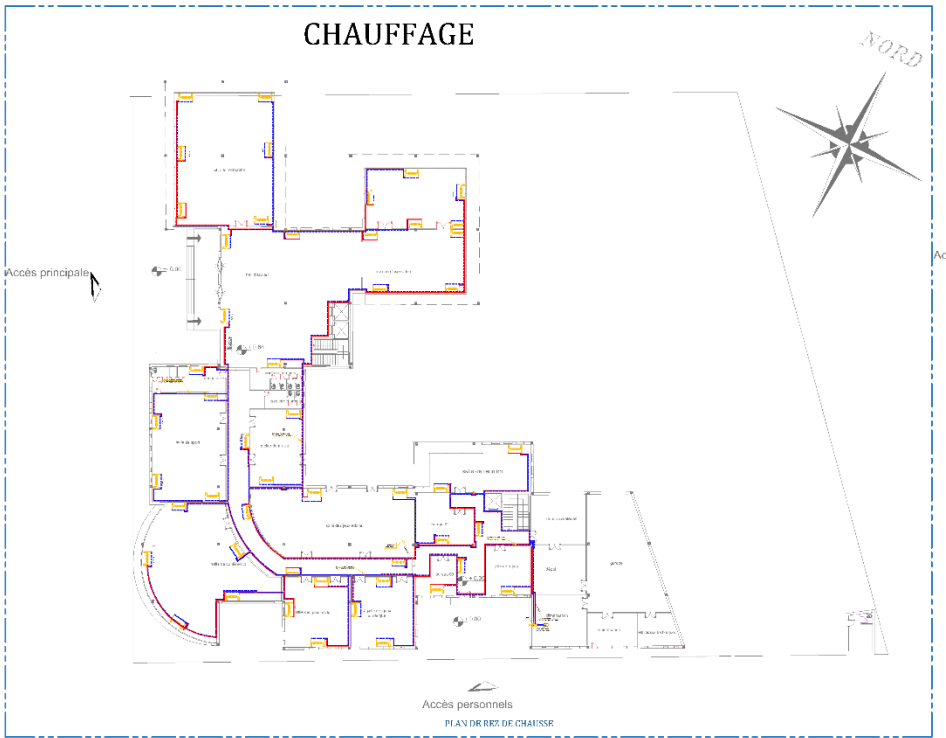
Dossier graphique



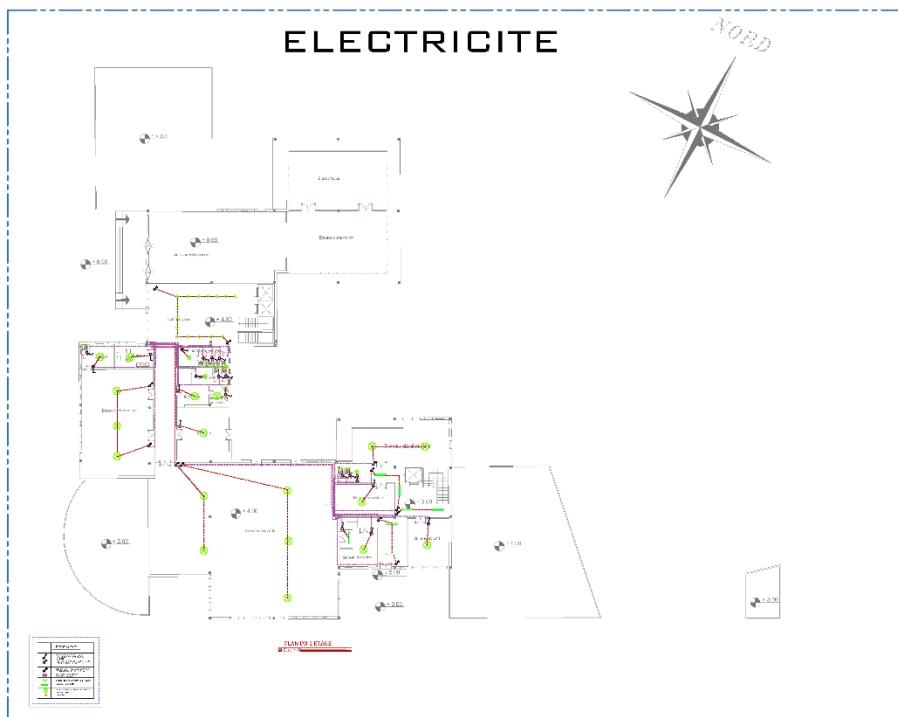
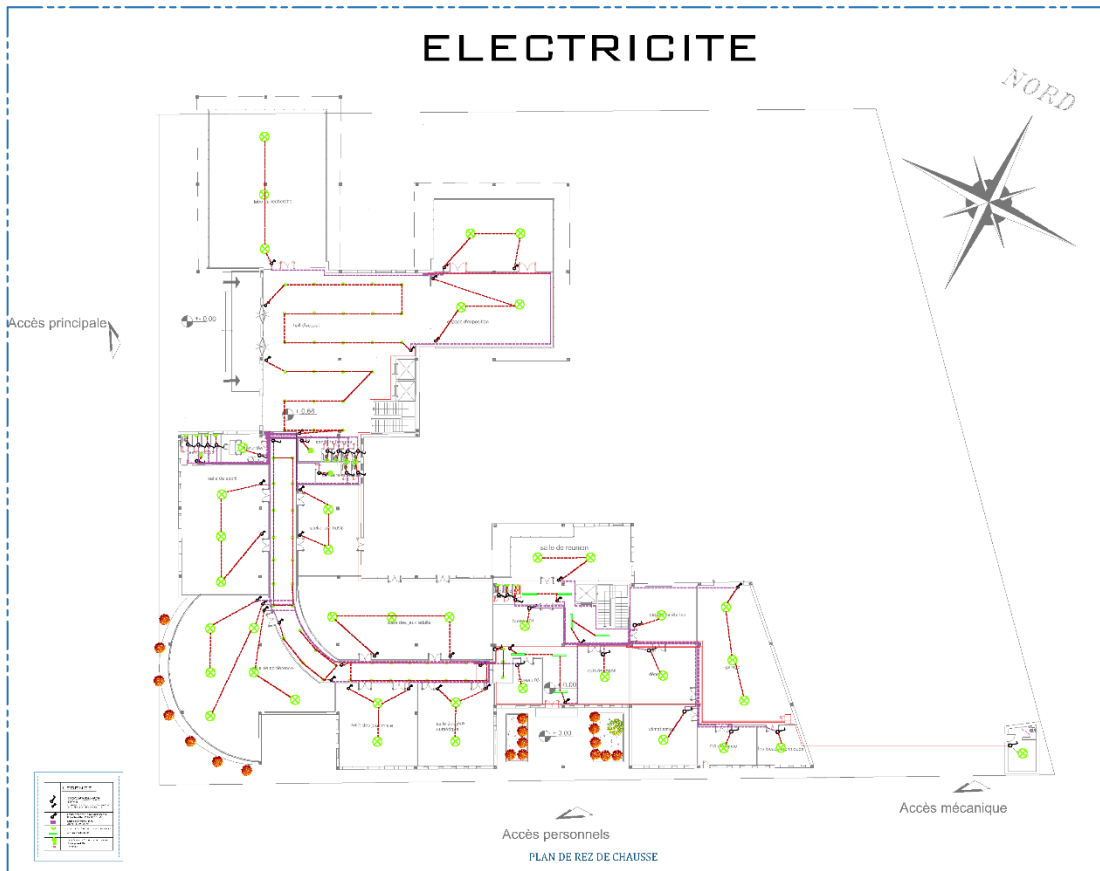
Dossier graphique



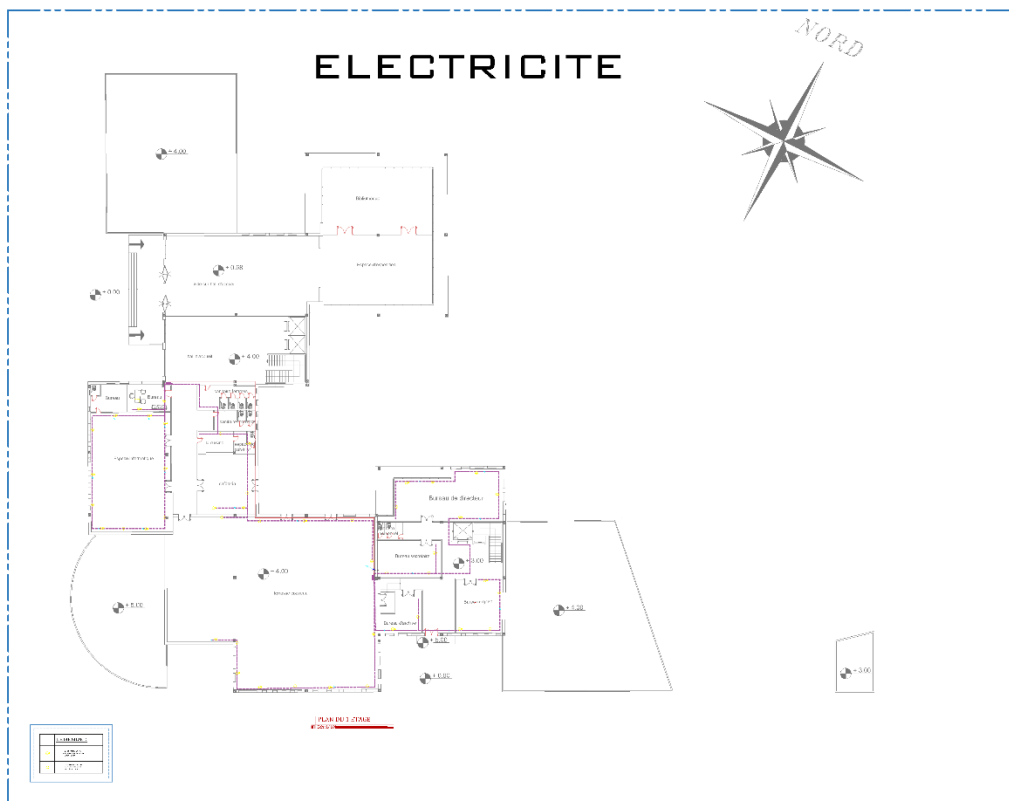
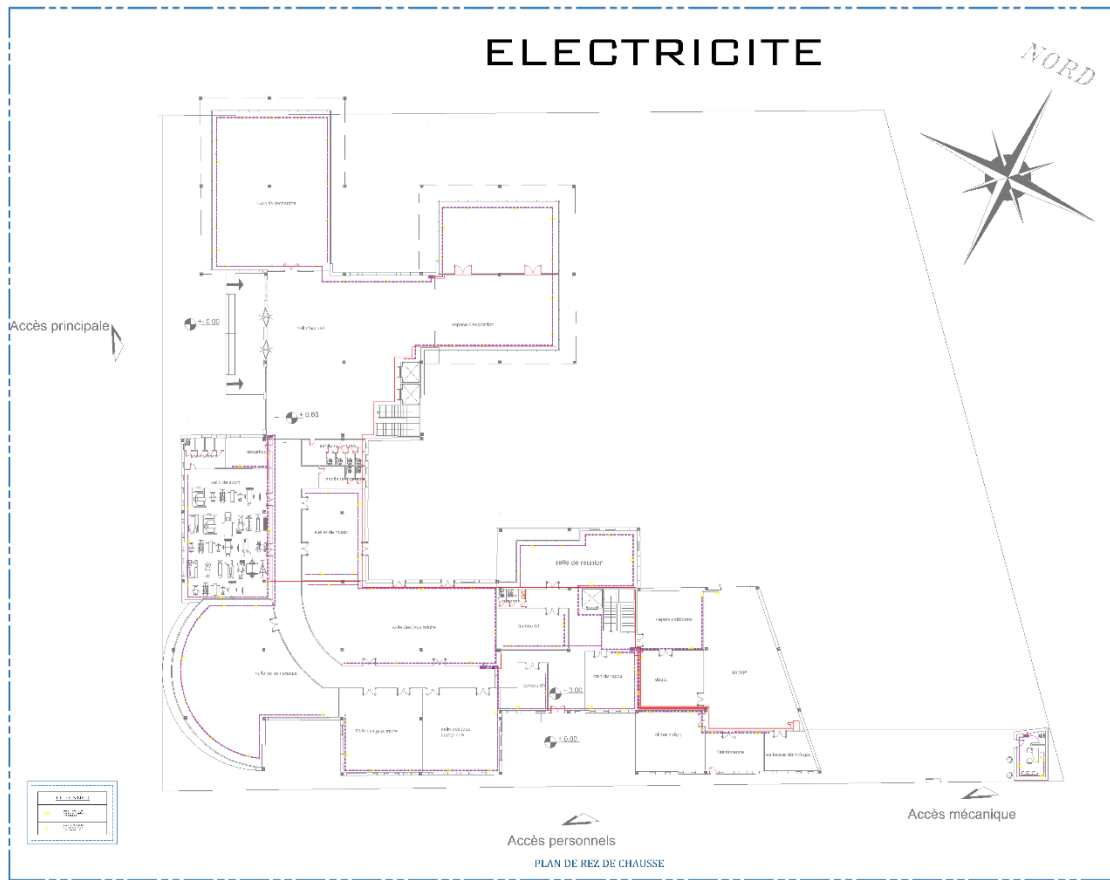
Dossier graphique



Dossier graphique



Dossier graphique



Références bibliographies

Références bibliographies

1. ABID Ziane, ZADEM Zakaria, « Conception d'un Centre de Loisirs Scientifique Ecologique à Ghardaïa dans un climat chaud et aride Cas d'étude : confort visuel et confort thermique dans les bureaux », Mémoire projet de fin d'étude en vue de l'obtention Du diplôme Master en Architecture, Faculté de génie civile et Université AMAR TELIDJI LAGHOUAT, 2016/2017
2. ACHIR, K, MEZIANE, M. Vers une industrialisation contemporaine du logement en Algérie (ORAN) Thèse de masteracadémique, Université ABOU BEKR BELKAID -TLEMEN- Faculté de la Technologie Département d'Architecture, Tlemcen,
3. Andreas Dörrhöfer, Markus Rosenthal, Gerald Staib. Components and Systems: Modular Building: Design, Construction, New Technolo. Columbia, MD, U.S.A: Birkhauser, 2008.
4. AZIZI, B, SEKHANE, H. La préfabrication du bâtiment comme élément de développement durable. Thèse de masteracadémique, Université Mohamed Seddik Benyahia- Jijel- Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Architecture, Jijel, 2015-2016.
5. Dictionnaire universel ROBERT
6. Dictionnaire français LAROUSSE.
7. HADDOUCHE Karima « l'apport de l'élément préfabriqué dans la façade intelligente » mémoire de Magistère en Génie Civil option C.C.I : Construction Civile et Industrielle, Centre Universitaire de Souk-Ahras.
8. Herzog, Thomas. Facade Manual. s.l.: Munich, 2004
9. <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/tlemcen/tlemcen-990323/#climate-table>

Références bibliographies

10. <https://www.aps.dz/regions/76645-tlemcen-est-une-wilaya-touristique-de-dimension-internationale-par-excellence>
11. <https://www.archiexpo.fr/prod/hormipresa/product-132241-1431875.html>
12. <https://www.archiexpo.fr/prod/seac/product-59282-816674.html>
13. <https://www.lesoirdalgerie.com/regions/baisse-de-lactivite-commerciale-48917>
14. <https://www.liberte-algerie.com/lalgerie-profonde/50-000-etudiants-a-lhorizon-2020-195009/print/1#:~:text=Quatre%20mille%20cinq%20cent%20nouveaux,%3A%20licence%2C%20master%2C%20doctorat.>
15. <https://www.monachinotechnology.com/semelles-de-fondation-prefabriquees.html>
16. <https://www.rector.fr/systemes/charpente-beton>
17. JEAN, Olivier Simonetti, « l'industrialisation de la construction et la production du bâtis (Ire partie) », LENOROIS.N° 95. 24e ANNÉE (JUILLET-SEPTEMBRE 1977).
18. KADI, S, MOKHEFI, S. la Préfabrication dans l'Habitat Individuel Rural » Cas d'étude : « Village communautaire » à -DAR BENTATA-GHAZAOUET-TLEMEN, Université ABOU BEKRBELKAID -TLEMEN- Faculté de la Technologie Département d'Architecture, Tlemcen, 2016-2017
19. Kind-Barkauskas, Friedbert et al. Concrete Construction Manual. s.l.: Munich/Cologne/Dusseldorf, 1995.
20. L'industrialisation du bâtiment : le cas de la Préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973)
21. L'industrialisation du bâtiment : le cas de la Préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973).
22. L'industrialisation du bâtiment -le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973).

Références bibliographies

23. Notion de préfabrication dans la construction chapitre 1.
24. NOTIONS SUR LE BATIMENT. pdf
25. PASCAL, Gobeil. Vers une préfabrication « architecture » de l'habitation individuelle. Thèse de Magister, école d'architecture université, Laval ,2007.
26. Philippe et al(P88) « Mines Revue des Ingénieurs », Ingénierie et Innovation VINCI Construction France. N°483
Préfabrication et combinatoires Emergence des processus de personnalisation de masse dans les expérimentations architecturales d'après-guerre.
27. Règles générales relatives aux éléments préfabriqués chapitre 2
28. Réquisitionner la notion de standard en architecture.
29. Ruskin, John. Seven lamps of Architecture. London: s.n., 1849
30. Spring, Anselm et al. Bois. Le cinquième élément 3. s.l. : Munich, 1999. .