



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem faculté des sciences et technologie
Département d'Architecture



MEMOIRE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADIMIQUE

Domaine : Architecture, Urbanisme et métiers de la ville

Filière : Architecture

Thème

VERTICALITE ET IDENTITE

Conception d'une extension architecturale Sur une base de style Arabaisance

Présenter par :

- **AZREUG Aicha**
- **BENMEHDI Abdellah**
- **SAID Nadia**

Members de Jury	Grade	Qualité
M ^f Taibi Sofiane	MCA	Examineur
M ^f Djeradi Mustapha Aneur	MCA	Encadrant
M ^{me} Mebarki Imene	MAB	Examinatrice
M ^{me} Ben Kartaba Fatima	Architecte	Examinatrice

Année universitaire : 2024/2025

Sommaire

MEMOIRE FIN D'ETUDE DEMASTERACADIMIQUE	0
I. Introduction.....	1
1.1. Présentation du sujet et de la problématique.....	1
1.2. Objectifs du mémoire	2
1.3. Pertinence du sujet (enjeux patrimoniaux, pédagogiques et urbains).....	2
II. Connaissance du site et de son contexte	5
2.1. Historique du site de l'ITA	5
2.2. Méthodologie de travail.....	8
III. Arabaisance	9
3.1. Définition :.....	9
IV. l'extension :	10
4. 1. Définition :.....	10
4.2. L'objectif d'une extension :.....	10
4.3. Les critères de choix de types d'extension :.....	10
v. L'extension verticale :.....	10
5.1. Définition :.....	10
5.2. Les objectifs de l'extension verticale :	11
5.3. Inconvénients :.....	11
5.4. Les différents types d'extension verticale :	11
VI. La morphologie de la Surélévation.....	13
6.1. Définition :.....	14
6.2. Choix de La morphologie de la surélévation :.....	14
6.3. Différentes morphologies possibles en surélévation et leurs rôles dans le dialogue entre existant et ajout :.....	14
6.4. L'instauration du dialogue architectural :.....	15
6.5. Surélever pour répondre à des enjeux urbains et environnementaux :	18
6.6. Systèmes constructifs en surélévation :	20
VII.LETUDE DE FAISABILITE De la surélévation	20
7.1. Définition :.....	20
7.2. Les étapes pour réaliser une extension :	21
7.3. Les matériaux construction :.....	21
7.4. Les techniques de construction :.....	23
7.5. Critère de choix des matériaux de l'extension :.....	23
VIII.CONSTRUCTIONMETALLIQUE.....	25
8.1. Définition :.....	25
8.2. Domaines d'applications :.....	27
8.3. Classification de la charpente :.....	27
8.4. Avantages et Inconvénient :.....	30
8.5. Les fermes :	31
8.6. Les pannes :.....	32

8.7. Les poteaux :.....	34
8.8. Pieds de Poteaux :.....	35
8.9. Types et moyens d'ancrage des Poteaux :.....	36
8.10. Les éléments de stabilité ou contreventements :.....	37
8.11. Bardages :.....	40
8.12. Toitures (Couvertures) :.....	42
8.13. Façades :.....	42
8.14. Les plancher.....	42
8.15. Assemblage :.....	45
8.16. Techniques d'assemblage :.....	Erreur ! Signet non défini.
IX. Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.
9.1. Bilan de la démarche	Erreur ! Signet non défini.
9.2. Apports du projet pour le site et ses usagers.....	Erreur ! Signet non défini.
9.3. Perspectives d'évolution ou de duplication à d'autres cas similaires.....	Erreur ! Signet non défini.
X. Annexes.....	52
10.1. Documents graphiques complémentaires	Erreur ! Signet non défini.
XI. Bibliographie :.....	52

Table de figures

Figure 1 : mobilité de département d'architecture source : d'auteur ; 2025	2	
Figure 2: l'école nationale de saint Etienne.....	3	
Figure 3:lecole nationale supérieure d'architecture de paris-Belleville.....	3	
Figure 4:Musée de beaux-arts de Montréal.....	4	
Figure 5:carte de situation de l'I.T.A.....	5	
Figure 6:développement historique de l'I.T.A.	5	
Figure 7:carte de développement chronologique de l'I.T.A.	6	
Figure 8:les singes de Arabaisance.	9	
Figure 9:extension par surélévation.	12	
Figure 10:extension par excavation.	12	
Figure 11: Aménagement des combles.	12	
Figure 12:Laboratoire Damesalen à Copenhague.....	15	
Figure 13:Yeh Uda Halevi à Tel-Aviv.....	15	
Figure 14:palais de wiesbadaner.....	17	
Figure 15:lhotel de ville de Kufstein.....	17	
Figure 16:.....	17	
Figure 17:les éléments de la structure métallique.....	26	
Figure 18:profiles du commerce IPE	Figure 19: profiles du commerce UAP.....	27
Figure 20: profiles du commerce HEB	28	
Figure 21:structure métallique en RPS	28	
Figure 22:pont en treillis.....	29	
Figure 23:structure tubulaire.....	30	
Figure 24:partie gauche d'une ferme triangulaire.....	31	
Figure 25:ferme a versants brise	31	
Figure 26: fermes spéciales.....	32	
Figure 27: types de section des profiles pour les pannes	33	
Figure 28: assemblage d'une panne sur une ferme	33	
Figure 29:section en I et H.....	34	
Figure 30:section en caisson et pleine.....	34	
Figure 31: section en profiles creux.....	35	
Figure 32: poteaux composes.....	35	
Figure 33:types de liaisons poteaux avec fondation	35	
Figure 34:disposition des tiges d'encrages	36	
Figure 35: les type des tiges d'encrage	36	
Figure 37:la platine d'extrémité.....	36	
Figure 38:contreventement en X.....	37	
Figure 39:les éléments de croix de saint André	37	
Figure 40:.....	Erreur ! Signet non défini.	
Figure 41:les cas possibles de contreventement X.....	Erreur ! Signet non défini.	
Figure 42: palée triangulaire	38	
Figure 43: contreventement en K.....	38	
Figure 44: contreventement a bar excentre	39	
Figure 45:ossature avec triangulation a barre centrées	39	
Figure 46:les éléments d'un bardage double peau	40	
Figure 47:bardage simple peau.	41	
Figure 48:bardage double peau	41	
Figure 49:bardage panneau sandwich	41	
Figure 50:les éléments de la toiture	42	
Figure 51: les type des façades dans une structure métallique	42	

Figure 52: les éléments d'une dalle sur coffrage perdu	43
Figure 53:types de dalle sur coffrage simple	44
Figure 54:les éléments d'un plancher mix	44
Figure 55: les types des planchers mix	44
Figure 56:les différents types d'assemblages.....	45
Figure 57:assemblage par appui simple	Erreur ! Signet non défini.
Figure 58:assemblage poutre-poutre	Erreur ! Signet non défini.
Figure 59:assemblage Pouteau -fondation	Erreur ! Signet non défini.
Figure 60: le rivetage	Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau 1:etat de lieux d'université I.T.A	7
Tableau 2:reCAPITULATIF des surélévation a structure métallique	20
Tableau 3:element constituant de charpente métallique.....	26
Tableau 4:classification des boulons.....	Erreur ! Signet non défini.

Liste des abréviations

I.T.A : Faculté de Science de Nature et la Vie

IPE : Profil en forme de **I** Européen

UAP : Profil en Ailes parallèle ; forme de **U**

HEA :**H** Européen type **A** : ailes larges et légères

PRS : Profile Reconstitue Souder

IPE : Profil en **I** Européen

IPN : Profil en **I** Normaliser

UPN : Profil en **U** Normaliser

Remerciements

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude, notre reconnaissance et nos sincères remerciements à Allah, le plus puissant, clément et Miséricordieux, qui nous a accordé la force, le courage et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude sincère envers notre directeur de recherche, le Dr. Djeradi Ameer Mustapha, pour son encadrement inestimable et en particulier pour sa disponibilité constante ainsi que ses précieux conseils, qui ont rendu ce travail possible.

Nos remerciements vont également à tous nos enseignants qui nous ont accompagnés tout au long de notre parcours scolaire, contribuant ainsi à l'enrichissement de nos connaissances et de notre savoir.

Nous n'oublions pas les membres du jury, M. Taïbi , Mme Ben Kartaba ,Mme Mebareki, qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers tous ceux qui nous ont apporté leur soutien, que ce soit de près ou de loin, dans la réalisation de ce projet de fin d'études.

Un immense merci va également à nos familles, qui ont été Pilier tout au long de ce parcours. Leur amour, leur soutien Inconditionnel Et leurs encouragements constants ont été notre Source D'inspiration Et de motivation. Leur présence à nos Côtés nous a Donné la force nécessaire pour persévérer et Surmonter les obstacles

المخلص

تعالج هذه الأطروحة مشكلة عدم الاستقرار في قسم الهندسة المعمارية بمستغانم؛ والتي تخضع لتحركات متكررة تضر بجودة التدريس ورفاهية الطلاب. وأمام هذه الملاحظة؛ يهدف المشروع المقترح إلى إنشاء امتداد معماري دائم وحديث؛ مبنية على استراتيجية التكامل في سياق تاريخي وتراثي. I.T.A. على موقع جامعة

يتم تنظيم التفكير المعماري حول العمودية. استجابة لتشبع الامتداد الأفقي للموقع. الهدف هو تصميم امتداد مرتفع يحترم التراث المبني الحالي مع تقديم هوية معاصرة واضحة. يدمج المشروع مبادئ التخفيض؛ النمط المعماري يرث من العصر الاستعماري. بينما نوجههم بالخيارات الحديثة مثل التباين؛ الاستمرارية؛ أو حتى الشفافية

تم إجراء دراسة جدوى متعمقة. المتعلقة ب:

القدرة الهيكلية للمباني القائمة على تحمل الزيادة في الارتفاع؛

حلول التعزيز الفني.

استخدام المواد خفيفة الوزن مثل الخشب؛ الألومنيوم أو الصلب.

تصنيف الإنشاءات المعدنية (الأعمدة، الكمرات، الدعامات، الكسوة، إلخ).

وبالتالي يقدم المشروع المعماري حلاً مستداماً. وظيفية ورمزية. المدعى عليه

لتلبية احتياجات القسم الذي يسعى إلى الاستقرار والهوية؛ من خلال بنية معدنية عمودية تتكيف مع قيود الموقع.

Résumé

Ce mémoire explore la problématique de l'instabilité de département d'architecture de Mostaganem ; qui subit des déménagements fréquents nuisant à la qualité de l'enseignement et au bien-être des étudiants. Face à ce constat ; le projet propose vise la création d'une extension architecturale permanente et moderne sur le site de l'université de I.T.A ; en s'appuyant sur une stratégie d'intégration dans un contexte historique et patrimonial.

La réflexion architecturale s'organise autour de la verticalisation ; en réponse à la saturation de l'extension horizontale du site. L'objectif est de concevoir une extension en hauteur qui respecte le patrimoine bâti existant tout en introduisant une identité contemporaine claire. Le projet intègre les principes de l'arabaisance ; style architectural hérité de l'époque coloniale ; tout en les confrontant avec des choix modernes tels que le contraste ; la continuité ; ou encore la transparence

Une étude de faisabilité approfondie a été menée ; portant sur :

La capacité structurelle des bâtiments existants à supporter une surélévation ;

Les solutions techniques de renforcement ;

L'usage de matériaux légers comme le bois ; l'aluminium ou l'acier ;

La typologie des constructions métalliques (poteaux ; poutre ; contreventement ; bardage ; etc.).

Le projet architectural propose ainsi une solution durable ; fonctionnelle et symbolique ; répondant aux besoins d'un département en quête de stabilité et identité ; à travers une architecture métallique verticale adaptée aux contraintes du site.

Abstract

This dissertation explores the problem of the instability of the architecture department of Mostaganem; which undergoes frequent moves harming the quality of teaching and the well-being of students. Faced with this observation; the proposed project aims to create a permanent and modern architectural extension on the site of the University of I.T.A; based on a strategy of integration in a historical and heritage context.

Architectural thinking is organized around verticalization; in response to the saturation of the horizontal extension of the site. The objective is to design a height extension that respects the existing built heritage while introducing a clear contemporary identity. The project integrates the principles of abatement; architectural style inherits from the colonial era; while confronting them with modern choices such as contrast; continuity; or even transparency

An in-depth feasibility study was carried out; relating to:

The structural capacity of existing buildings to support an increase in height;

Technical reinforcement solutions;

The use of lightweight materials such as wood; aluminum or steel;

The typology of metal constructions (posts; beam; bracing; cladding; etc.).

The architectural project thus offers a sustainable solution; functional and symbolic; respondent

To the needs of a department seeking stability and identity; through a vertical metal architecture adapted to the constraints of the site.

I. Introduction

1.1. Présentation du sujet et de la problématique

L'architecture n'est pas une discipline abstraite, mais une science spatiale qui façonne l'expérience humaine dans l'environnement bâti. Elle engage à la fois la pensée, le regard et le corps dans une compréhension sensible et intellectuelle de l'espace. Elle s'enseigne dans des lieux concrets, souvent chargés de symboles, où chaque élément architectural devient prétexte à questionnement, à interprétation, voire à projection. Son apprentissage se construit dans l'interaction constante entre théorie, maquette, lumière, volume, matière et mémoire. Ces éléments forment un langage que l'étudiant apprend à décoder, manipuler et réinventer.

Le lieu d'apprentissage devient ainsi un véritable laboratoire d'expériences. Pour l'étudiant en architecture, le bâtiment dans lequel il se forme n'est pas un simple abri : il est son premier terrain d'étude, un objet d'analyse et un support d'inspiration. Il est à la fois cadre de transmission du savoir et expression du savoir lui-même.

Il devient un outil pédagogique vivant, confrontant l'étudiant à des réalités constructives, historiques, esthétiques et contextuelles.

C'est précisément dans cette logique que s'inscrit la pensée de l'architecte américain [Louis Sullivan](#). Il a affirmé que la forme et l'apparence extérieure d'un bâtiment doivent découler de sa fonction et de son organisation intérieure. Cette idée est devenue un principe fondamental du fonctionnalisme en architecture au début du 20e siècle.

Louis Sullivan écrivait notamment :

« C'est la loi omniprésente de toutes choses organiques et inorganiques... que la forme suit toujours la fonction. C'est la loi. »

C'est la loi qui gouverne toutes choses, que la forme suit toujours la fonction.

Ce principe signifie que la forme d'un bâtiment doit être exclusivement l'expression de son usage, ce qui implique que chaque élément architectural reflète la fonction qu'il remplit. Par exemple, une école doit ressembler à une école, une église doit exprimer sa vocation, etc... La qualité du cadre d'enseignement devient aujourd'hui un enjeu pédagogique majeur, notamment dans une discipline comme l'architecture, où l'espace constitue à la fois un objet d'étude, un outil de travail et une source d'inspiration. Lorsqu'il est inadapté, l'environnement d'apprentissage peut limiter la créativité, restreindre les conditions de travail et réduire les possibilités d'expérimentation, pourtant essentielles à la formation des futurs architectes.

C'est pourquoi le lieu d'apprentissage doit être à la hauteur de la discipline qu'il accueille, capable d'incarner les principes qu'il enseigne et de stimuler la sensibilité spatiale des étudiants.

1.2. Objectifs du mémoire

C'est dans ce contexte que s'inscrit tout intérêt de ce travail de recherche : il vise à répondre à une problématique profondément marquée par une instabilité structurelle et organisationnelle au sein du département d'architecture cette situation persistante depuis plusieurs années ; se manifeste à travers des dysfonctionnements récurrents ; tant au niveau des infrastructures que dans la gestion académique et pédagogique. Elle engendre in climat d'incertitude qui impacte de manière significative la qualité de l'enseignement dispense ; tout en affectant la motivation ; l'implication et parfois même l'avenir académique des étudiants.

Face à ce constat préoccupant ; ce mémoire s'est donné pour objectif de réfléchir à une solution durable ; en proposant une implantation architecturale prene et cohérent avec les speseficite et les exigences propres à la filière d'architecture. Il s'agit de concevoir un espace adapte ; stimulant et fonctionnel ; capable de répondre aux besoins actuels tout en anticipant les évolutions futures de l'enseignement de l'architecture une telle démarche s'inscrit dans une volonté plus large de revalorisation du département ; en le dotant non seulement d'un cadre physique adéquat ; mais aussi d'un environnement propice à l'épanouissement intellectuel ; créatif professionnel des étudiants et des enseignants.

1.3. Pertinence du sujet (enjeux patrimoniaux, pédagogiques et urbains).

Depuis 2002, le département d'architecture de Mostaganem connaît une instabilité persistante, marquée par des déménagements successifs. Cette situation a entravé le développement normal de ses activités pédagogiques et empêché l'ancrage d'un environnement d'apprentissage stable. L'absence de Locaux fixes a souvent compromis l'installation durable des équipements, perturbé l'organisation des enseignements



Figure 1 : mobilité de département d'architecture source : d'auteure ; 2025

L'instabilité répétée des lieux d'enseignement du département d'architecture, les conditions parfois précaires, a mis en lumière une problématique structurelle majeure : l'absence d'un cadre d'apprentissage stable et adapté. Cette situation affecte directement la qualité de la formation dispensée, tant sur le plan pédagogique que psychologique. Or, l'architecture est une discipline singulière, qui repose non seulement sur l'acquisition de connaissances théoriques, mais aussi sur une immersion sensorielle et spatiale. Elle nécessite un environnement physique stimulant, à même de nourrir l'imaginaire, de favoriser l'expérimentation et de développer la sensibilité aux volumes, à la

lumière, aux matériaux et à la relation au contexte. Dans ce sens, le lieu d'enseignement devient un outil de formation à part entière, un support vivant du savoir qu'il transmet.

Face à cette réalité, la démarche entreprise vise à ancrer définitivement l'école d'architecture dans un site durable, cohérent avec les exigences de la discipline. Le projet ne se limite donc pas à une simple réponse fonctionnelle, mais s'inscrit dans une volonté plus profonde : offrir un cadre symboliquement fort, historiquement enraciné et spatialement riche, en résonance avec les valeurs de l'architecture. Le processus de sélection du site a ainsi fait l'objet d'une analyse fine, tenant compte de plusieurs critères : accessibilité, potentiel d'extension, qualité du bâti existant, valeur patrimoniale, et compatibilité avec une pédagogie architecturale active.

Cette analyse a été nourrie par l'étude de plusieurs exemples nationaux et internationaux, illustrant des démarches similaires de reconversion ou d'extension d'écoles d'architecture dans des structures existantes



Figure 2: l'école nationale de saint Etienne.

A été installée dans une ancienne rubanerie industrielle, soigneusement réhabilitée pour offrir un cadre d'enseignement contemporain. Le choix de ce site s'est fondé sur sa valeur patrimoniale, mais aussi sur l'opportunité pédagogique qu'il représente : permettre aux étudiants de côtoyer, étudier et s'approprier un lieu porteur de mémoire. Située à proximité du centre-ville, l'école bénéficie également d'une accessibilité optimale pour la communauté universitaire.



Figure 3: lecole nationale supérieure d'architecture de paris-Belleville.

Occupe une ancienne usine transformée. Ce projet illustre une volonté de réinvestir le patrimoine industriel en milieu urbain dense, en y intégrant des espaces adaptés aux besoins contemporains de la

Pédagogie architecturale. Ce choix permet d'offrir aux étudiants un support concret d'analyse, tout en valorisant l'environnement urbain et en assurant une bonne intégration au tissu existant.



Figure 4: Musée de beaux-arts de Montréal.

Bien qu'institution muséale, révèle une approche de continuité architecturale appliquée à un site patrimonial. L'extension contemporaine, en dialogue formel avec le bâtiment néoclassique d'origine, illustre la capacité d'un projet à respecter le cadre existant tout en introduisant des fonctions nouvelles. Ce type d'intervention constitue une référence précieuse pour les étudiants en architecture, confrontés à la question de l'intégration du neuf dans l'ancien.

Ces différents projets partagent une même philosophie : faire du lieu d'enseignement un espace expérimental, vivant et ancré dans la réalité architecturale. Ils démontrent qu'un bâtiment ancien, bien choisi, peut devenir un support actif de formation, stimulant la réflexion des étudiants tout en incarnant les valeurs fondamentales de la discipline.

Parmi les sites envisagés, celui de l'I.T. A s'est imposé comme la solution la plus pertinente. Ancien, mais porteur d'une mémoire constructive et typologique, il offre une base solide pour accueillir une extension contemporaine tout en dialoguant harmonieusement avec le bâti existant. Ce choix n'est pas par hasard, mais celui d'une réflexion fondée sur une

Compréhension fine de la nature de la filière et des besoins spécifiques des étudiants en architecture.

Le site I.T.A représenté ainsi une opportunité de réconcilier fonction, identité et projet pédagogique, dans une logique d'intégration intelligente du nouveau dans l'ancien.

Un autre axe majeur de ce site réside dans sa localisation stratégique : situé à proximité immédiate du centre-ville et bien desservi par les transports, il garantit un accès facile pour les étudiants, les enseignants.

II. Connaissance du site et de son contexte

2.1. Historique du site de l'ITA

Présentation de I.T.A (Faculté de Science de Nature et la Vie)

Notre site se situe au Nord-Ouest de la ville de Mostaganem à un peu plus de 1km avec une surface de 24 hectares. Le site a une situation géographique stratégique et intéressante en étant face à la mer et proche du centre-ville, il se délimite :

- Au Nord-Ouest par le port
- Au Sud-Est par le centre-ville
- Au Nord par l'Oued d'Ain Sefra
- Au Sud par le quartier PEPINIERE.

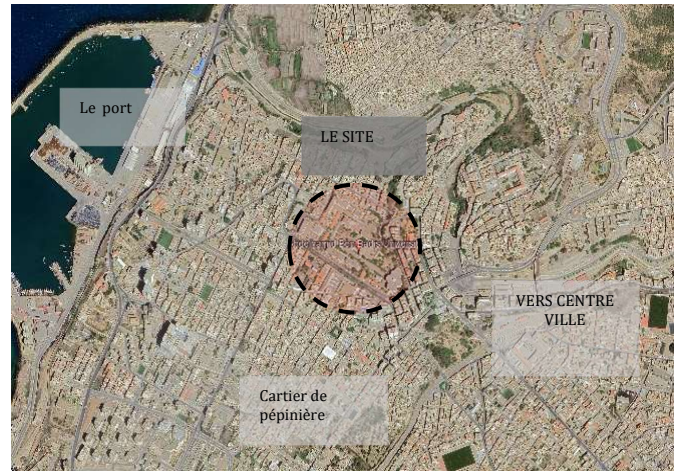
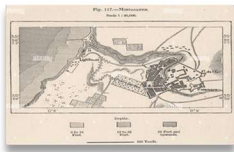


Figure 5: carte de situation de l'I.T.A.

2.1.1. Origine militaire et transformation en université



Le site I.T.A était un jardin public pour les colons.



Devenue une cavalière au profit de la caserne coloniale.



Convertit à une caserne militaire française qui remplace ancienne caserne coloniale



Extension de la caserne en occupant les deux îlots vierges.



L'université de l'ITA été construite.

Figure 6: développement historique de l'I.T.A.

2.1.2. Chronologie des transformations

Le site de I.T.A née de l'accumulation de phases constructives distinctes, Chaque période de construction y a laissé une empreinte particulière, contribuant à une identité composite, riche en lectures stylistiques. On y retrouve d'abord une première phase marquée par l'implantation des casernes, des hangars et de quatre blocs initiaux, aux proportions simples, héritées d'un vocabulaire militaire fonctionnel. Vient ensuite une deuxième période, avec l'ajout de l'ancienne bibliothèque, qui introduit des éléments plus soignés dans les détails : arcades, chaînes d'angle, menuiseries à petits carreaux, encadrements en pierre, révélant une influence coloniale française à tendance néoclassique.

La troisième étape est marquée par la construction de la nouvelle bibliothèque, qui amorce une transition vers une architecture plus rationnelle, aux lignes plus contemporaines. Enfin, les extensions récentes blocs similaires aux anciens, amphithéâtres cherchent à reproduire le langage architectura

Existant, sans toujours atteindre le même degré d'harmonie. Cette stratification du site reflète une évolution des usages, des normes et des modes constructifs, mais elle génère également une richesse.

Spatiale et historique précieuse. Le site devient ainsi un palimpseste architectural, une superposition de couches temporelles qui offre un cadre d'étude unique et stimulant pour une école d'architecture.



Figure 7: carte de développement chronologique de l'I.T.A.

Première période : la construction des casernes et les 4 blocs et 9 hangars




Deuxième période : la construction de l'ancienne bibliothèque

Troisième période : la construction de nouvelle bibliothèque

Quatrième période : la construction des Blocs similaire aux anciens blocs et des amphis

2.1.3. Valeur patrimoniale et architecturale :

État des lieux :

Le bâtiment	Style /Epoque	Etat
Département et salles des 	Style colonial	Récemment rénové
Département agronomie 	Style colonial	Ferme pour restauration
Dépit biologie et dépit SC mer et aquaculture 	Style colonial	Récemment rénové
Atelier d'art	Style colonial	Mauvaise état




		
CEIL	Style colonial	Moyen état
		
Bibliothèque	Style moderne	Moyen état
		

Tableau 1:etat de lieux d'université I.T.A

Une observation attentive du site de l'I.T. A révèle que plusieurs bâtiments présentent aujourd'hui un état de dégradation avancé, qui limite considérablement leur efficacité fonctionnelle et leur valeur d'usage. Les signes d'usure sont visibles aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur : façades fissurées, enduits dégradés, menuiseries détériorées, infiltrations d'eau, et installations techniques obsolètes. Ces défaillances compromettent non seulement le confort d'usage quotidien, mais aussi la sécurité des usagers et la durabilité des structures concernées.

Parmi les constructions les plus récentes du site de l'I.T. A, la nouvelle bibliothèque se distingue par son langage architectural résolument moderne, qui tranche nettement avec l'identité historique du site. Si cette volonté de rupture peut être perçue comme une tentative

D'affirmation de la contemporanéité, elle soulève néanmoins plusieurs interrogations quant à sa pertinence dans un contexte aussi chargé de mémoire. Le bâtiment se caractérise par des volumes plus massifs, une façade lisse et peu expressive, ainsi qu'une composition relativement fermée sur son environnement immédiat. Cette approche, bien qu'en accord avec certaines logiques fonctionnelles, semble négliger les codes architecturaux du site : rythmes des ouvertures, articulation avec les espaces extérieurs, matérialité, et rapport au sol.

En s'éloignant des repères esthétiques et typologiques du lieu, la bibliothèque perd une occasion d'entrer en dialogue avec le bâti existant. Elle apparaît davantage comme un objet autonome que comme une composante intégrée d'un ensemble cohérent. Cette posture, qui sacrifie la continuité au

profit d'une modernité affirmée, peut être perçue comme une faiblesse conceptuelle, notamment dans un cadre d'enseignement où la question de l'intégration contextuelle constitue un enjeu pédagogique central. Ce constat renforce la nécessité, pour toute future intervention, de repenser le rapport entre architecture contemporaine et héritage bâti, non pas dans une logique d'imitation, mais dans une démarche d'harmonie critique et de respect du lieu.

Par ailleurs, le site connaît une saturation au sol de plus en plus marquée. Les extensions successives ont été réalisées de manière horizontale, occupant progressivement l'ensemble de la parcelle disponible. Cette densification, opérée sans véritable vision d'ensemble, limite aujourd'hui toute possibilité d'implantation de nouveaux bâtiments sans compromettre les rares vides restants, pourtant essentiels à la respiration du campus et à la qualité des espaces extérieurs. Face à cette contrainte physique et fonctionnelle, une question centrale émerge.

« Quel mode d'extension serait le plus approprié au site de l'I.T. A pour accueillir de nouvelles fonctions, tout en préservant son identité architecturale, sa valeur patrimoniale et en répondant aux contraintes spatiales existantes ? »

2.2. Méthodologie de travail

Pour ce faire nous avons fait recourir à la méthode typologique qui consiste à analyser des caractères spécifiques des composants d'un ensemble ou d'un phénomène, afin de les décrire et d'établir une classification. Dans notre cas, c'est l'étude des types d'édifices et leur classification selon plusieurs critères (dimensions, fonctions, distributions, systèmes constructif et esthétique).

La recherche typologique interprète les objets dont elle se saisit. Elle est par conséquent une herméneutique. Elle décrypte, en les codifiant, les objets architecturaux pour les regrouper selon des classes hypothétiques. Curieusement, la recherche typologique a pour but de retrouver les « types générateurs » (abstraits) de séries de formes qui, elles-mêmes, se présentent comme des « modèles » concrets. Ainsi les objets de son étude sont des « modèles » concrets, les seuls visitables, alors que les finalités qu'elle poursuit sont des « types » abstraits, instables si ce n'est à travers quelques modèles plus cohérents que les autres : les archétypes. Toute la difficulté de la recherche typologique est de traduire à travers la permanence de certains modèles une antériorité primaire qui les domine et qui en est comme la « matrice », pour reprendre la définition quatrièmement.

III. Arabaisance

Les villes d'Algérie ont subi des phénomènes très spécifiques de déstructuration de leurs cadres spatiaux durant la colonisation au début du XIX siècle. Si la première période de la colonisation française se caractérisait par l'emploi du style néo-classique, interprétant ainsi la force du style du vainqueur. Le style adopté dans la seconde période semble être celui de la réconciliation avec les populations indigènes. C'est le style néo-mauresque, ou le style « protecteur ». Le style néo-mauresque se présente comme une tentative de réinterprétation des valeurs du patrimoine architectural et urbain traditionnel dans les constructions coloniales, une manière d'arabiser le cadre bâti. Les architectes français ont puisé largement dans le vocabulaire maghrébin. En Algérie, on compte un nombre important de bâtiments arabisés et qui répondent à des besoins moderne, tels que : la grande poste d'Alger, la gare de Bône, l'hôtel Cirta Constantine ; pour des fonctions qui n'existaient pas dans la ville traditionnelle.

Ce métissage entre deux cultures et deux architectures contradictoires a donné naissance un style très raffiné.

3.1. Définition :

Il s'agissait d'un style « pittoresque » se concentrant sur une ornementation figurative de modèles de façades classiques. Les signes de l'Arabaisance se limitaient à une simple reproduction à l'identique de quelques éléments spécifiques de l'architecture vernaculaire (coupes, tuiles, arcs, moucharabihs, minarets...).

3.2. Quatre lignes d'arabaisance :

On peut distinguer quatre orientations principales de d'arabaisance:

- La reproduction de modèle français avec des touches "Orientals".
- La construction de bâtiments publics massifs pour montrer la puissance de la France.
- La restauration de monuments historiques pour préserver leur attrait touristique.
- La tentative d'organiser la vie des populations indigènes à travers la conception de logements.



Coupes



Arcs



Mochrie's



Minarets

Figure 8: les signes de Arabaisance.

3.3. Objectifs de d'arabaisance :

- Donner un caractère "oriental" à la présence française.

- Renforcer l'idée d'une "France protectrice" qui respecte les traditions locales.
- Influencer les populations locales et gagner leur soutien.
- Organiser et contrôler les populations indigènes.
- Exploiter les ressources de la région.

IV. l'extension :

L'extension d'un bâtiment permet d'agrandir son intérieur et gagner ou restructurer son espace sans déménager. Avant de se lancer dans un agrandissement de maison, il est important de connaître les quelques règles incontournables.

4.1. Définition :

L'extension d'un bâtiment est l'agrandissement de la surface existante d'un bâtiment. L'extension projetée peut consister en une extension horizontale ou verticale voire les deux.

4.2. L'objectif d'une extension :

On opte généralement pour une extension ou un agrandissement d'un bâtiment pour les raisons suivantes : Créer de nouvelles pièces, Agrandir les pièces de vie, Moderniser le style de la maison, Donner plus de valeur à votre bien.

4.3. Les critères de choix de types d'extension :

Il existe plusieurs types d'extension d'un bâtiment, votre choix devra idéalement prendre en compte l'ensemble des contraintes liées à la propriété :

- L'emprise au sol disponible et son orientation,
- La nature du terrain,
- La structure du bâtiment actuel,
- Les règles d'urbanisme en vigueur.

Dans notre cas on va opter sur l'extension verticale

- La structure du bâtiment actuel,
- L'emprise au sol disponible (saturation de terrain).

V. L'extension verticale :

5.1. Définition :

L'extension verticale désigne les travaux visant à agrandir la surface d'une construction en la surélevant. C'est une solution très pratique, notamment lorsque vous n'avez pas assez d'espace sur votre terrain pour effectuer une extension horizontale.

Selon les caractéristiques techniques de votre bien immobilier, les travaux d'extension verticale peuvent comprendre :

- La construction d'un nouvel étage (le toit est enlevé et de nouvelles pièces sont créées)
- L'aménagement et l'agrandissement des combles.

Dans les deux cas, l'extension vous permet de gagner de l'espace supplémentaire. Mais elle permet également à votre bâtiment de prendre de la valeur

5.2. Les objectifs de l'extension verticale :

Économie d'espace au sol :

La surélévation est une excellente solution pour augmenter la surface habitable sans empiéter sur l'espace extérieur. Elle est donc particulièrement pertinente pour les maisons situées sur des terrains de petite taille ou dans des zones denses où l'espace au sol est précieux.

Conservation de l'aspect extérieur et du jardin :

En allant vers le haut plutôt que vers l'extérieur, vous préservez l'espace extérieur disponible pour les jardins, terrasses ou aires de jeux. De plus, une surélévation bien conçue peut améliorer l'aspect esthétique de votre bâtiment augmentant potentiellement sa valeur sur le marché immobilier.

5.3. Inconvénients :

Complexité des travaux L'un des principaux inconvénients de la surélévation est la complexité des travaux. Ajouter un étage à une maison nécessite des modifications structurelles importantes et souvent l'intervention d'un architecte. Cela peut augmenter les coûts et allonger la durée des travaux.

Contraintes d'urbanisme :

Les projets de surélévation peuvent être limités par les restrictions d'urbanisme locales. En fonction du PLU de votre commune, il peut exister des restrictions quant à la hauteur maximale des constructions, ce qui peut limiter la possibilité de surélever votre maison. Il est donc essentiel de vérifier les réglementations locales avant de commencer un tel projet.

Perturbations durant les travaux :

Contrairement à l'extension horizontale qui se déroule en grande partie à l'extérieur de la maison, la surélévation peut être plus perturbante pour les occupants de la maison, car les travaux peuvent nécessiter de déplacer temporairement certains espaces de vie pendant la durée de la construction.

5.4. Les différents types d'extension verticale :

5.4.1. Extension par surélévation :

Notamment lorsque la surface du terrain est limitée, l'extension par surélévation, ou extension verticale, consiste à ajouter un ou plusieurs étages à l'habitation existante. La faisabilité d'une telle extension doit être soigneusement étudiée



Figure 9: extension par surélévation.

5.4.2. Extension par excavation :

L'extension par excavation, ou aménagement de sous-sol, consiste à creuser dans les fondations d'une maison pour gagner plusieurs dizaines de centimètres, de façon à rendre le sous-sol habitable.



Figure 10: extension par excavation.

5.4.3. Aménagement des combles :

Aménager ses combles est le plus simple à mettre en place et le moins onéreux pour gagner des mètres carrés.

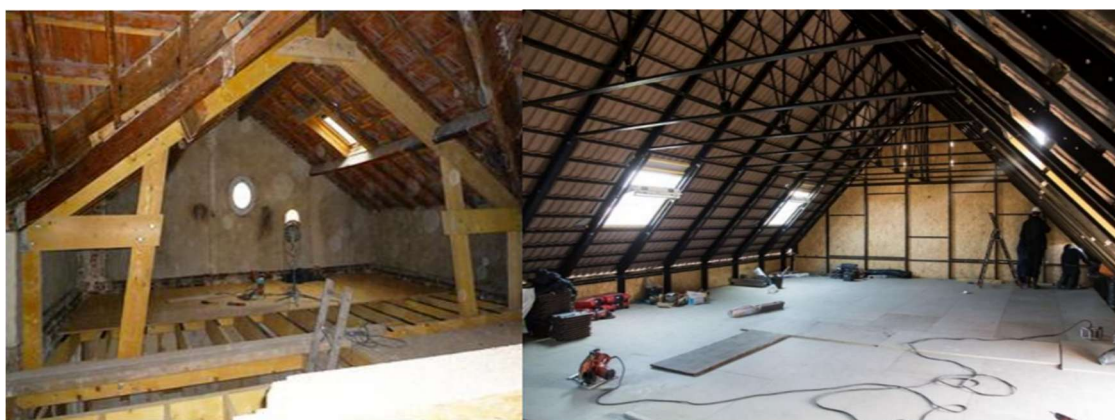


Figure 11: Aménagement des combles.

5.4.3. Règlements :

Les réglementations à respecter en Agrandissement de maison Quel que soit le type d'extension de maison que vous souhaitez réaliser, votre projet devra se conformer aux règles d'urbanisme en vigueur, et devra faire l'objet d'une autorisation administrative

Règles d'urbanisme Si l'extension est située dans une zone couverte par un plan local d'urbanisme (PLU), certaines restrictions peuvent être imposées à votre projet concernant :

- L'emprise au sol disponible pour l'extension
- L'abattage de certains arbres
- La possibilité de réaliser certains types d'extension
- La surface, la hauteur ou le volume du bâtiment
- Les matériaux à utiliser
- L'esthétique de l'agrandissement

Voisinage : règles de distance et droit de passage La réalisation d'une extension impliquant généralement la création d'ouvertures (fenêtres, velux, baie vitrée...), l'extrémité de celles-ci doit être située à une certaine distance de la limite du terrain voisin Par ailleurs, l'extension de maison ne doit pas gêner ou empêcher l'accès de vos voisins à la voie publique.

Autorisation administrative : permis de construire ou déclaration préalable Un permis de construire est exigé pour les agrandissements [Art 41 du décret exécutif 15-19 du 25 janvier 2015 fixant les modalités d'instruction et de délivrance des actes d'urbanisme.](#)

- Comportant des opérations de restauration immobilière.
- Touchant à des immeubles ayant pour titre "monument historique".
- Comportant des travaux qui modifient la structure d'un bâtiment tout en changeant sa destination. Et ce, quelle que soit la surface de l'extension.

Aménagement des combles, extension plain-pied, surélévation de la toiture... Les solutions ne manquent pas pour agrandir votre maison, mais l'exercice est restreint par des règles strictes d'urbanisme. Lorsque l'aménagement de combles est impossible extension par surélévation est privilégiée ou que ce dernier n'offre pas de volume suffisamment confortable. On va alors rehausser la toiture pour obtenir une hauteur sous toit suffisante pour aménager l'espace nécessaire.

VI. La morphologie de la Surélévation

Face aux enjeux de lutte contre l'étalement urbain, de rénovation thermique du parc bâti, de mixité sociale, de détente de la pression foncière et de valorisation du patrimoine architectural,

la surélévation est perçue comme une solution ayant fait ses preuves à l'échelle du bâti, désormais exploitable à l'échelle de la métropole. Ainsi, cet ouvrage traite successivement :

- Du potentiel de la surélévation des villes, à travers l'étude de trois métropoles européennes : Paris, Genève et Barcelone ;
- De la mise en œuvre à grande échelle d'une typologie liée à l'existant ;
- Des types d'approches morphologiques et esthétiques de l'ajout par rapport à l'existant ;
- Des choix de matériaux de construction en surélévation, au regard des enjeux environnementaux, et des coûts liés à un projet ;

De retours sur expérience à travers plusieurs exemples de surélévation en autopromotion, en copropriété, en réhabilitation, en tertiaire, logement social, maison de ville... Il s'adresse aussi bien aux architectes, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, ingénieurs de bureaux d'études, promoteurs, soucieux de trouver l'inspiration qu'aux bailleurs et syndics de copropriété et universitaires en quête de réponses aux multiples problématiques qui se posent.

6.1. Définition :

Est une technique de construction qui permet d'aménager un espace habitable sous le toit de votre habitation ou de lui ajouter un étage, sans modifier son emprise au sol. Cette solution d'extension de maison est généralement privilégiée lorsque l'aménagement de combles est impossible ou que ce dernier n'offre pas de volume suffisamment confortable. On va alors rehausser la toiture pour obtenir une hauteur sous toit suffisante pour aménager un espace de vie. Ce type de travaux permet également d'améliorer l'isolation thermique et phonique du bâtiment.

6.2. Choix de La morphologie de la surélévation :

Le choix de la volumétrie de l'ajout exprime la relation, le dialogue voulu par l'architecte entre l'édifice existant et la surélévation. L'alignement ou le débord, conjugué en plusieurs types morphologiques, importe beaucoup sur la perception du projet.

6.3. Différentes morphologies possibles en surélévation et leurs rôles dans le dialogue entre existant et ajout :

6.3.1. Continuité volumique :

Le choix morphologique de surélever en continuité volumique de l'existant est le plus fréquent. Si ce choix affirme le statut de l'ajout et lui donne une existence et un statut égal à celui de l'édifice rehaussé, il met ce dernier en valeur par l'adoption stricte de son emprise bâtie. Dans le cas de la surélévation des laboratoires Damesalen à Copenhague, le dialogue

architectural naît de la dualité entre une mise en valeur de l'ancien par alignement et par la transparence du volume créé en toiture, et l'affirmation de la contemporanéité de l'ajout par une finition techniciste et un joint creux bordé d'acier



Figure 12: Laboratoire Damesalen à Copenhague

6.3.2. Le joint creux :

Le joint creux marque un détachement des deux volumes, voire l'indépendance de l'ajout tout en symbolisant aussi une certaine continuité, un respect de l'existant, dans la mesure où le volume s'inscrit à l'aplomb de l'existant. Dans le cas de Yeh Uda Halevi à Tel-Aviv, la profondeur du creux dramatise l'effet de flottement du volume de la surélévation, dont la sobriété et la contemporanéité mettent en valeur l'édifice ancien en attirant sur lui les regards.



Figure 13: Yeh Uda Halevi à Tel-Aviv

6.4. L'instauration du dialogue architectural :

Certains paramètres du contexte limitent les possibilités et orientent l'architecture de la surélévation, comme nous l'avons vu. Ce qui paraît être un choix de conception est parfois une

contrainte : le gabarit constructif, la position de l'édifice dans son contexte urbain, les critères d'acceptabilité des projets par les instances publiques locales, notamment les instances de défense du patrimoine, ou encore le programme et la volonté du maître d'ouvrage. Mais, en considérant uniquement les surélévations par leurs architectures, guidées ou non par la contrainte ou le programme, il est possible de constater différentes postures au prisme du degré de continuité entre existant et ajout, pour observer comment le dialogue architectural peut s'instaurer à travers la continuité. Ce spectre de la continuité va du pastiche (continuité absolue) à la déconnexion (absence totale de continuité), en passant par toutes les nuances :

La continuité ;

Le contraste ;

La confrontation.

Sont à retenir les trois nuances centrales en écartant le pastiche et l'objet déconnecté qui, par définition, ne créent pas de dialogue architectural entre existant et ajout.

6.4.1 La continuité :

Les surélévations contemporaines qui adoptent une posture architecturale, en continuité avec l'existant, le mettent en valeur par le lien étroit avec les multiples références à la partie ancienne. Les tonalités et les gammes chromatiques sont proches, l'ajout est généralement à l'aplomb des façades existantes ou en léger retrait, un jeu se crée entre les ouvertures existantes et nouvelles. La surélévation reprend directement des éléments de la modénature existante, se réfère à la régularité du matériau de façade de l'édifice ou encore se joue d'un léger décalage, dans le but de créer une architecture dialoguant pour créer une continuité entre existant et ajout. D'une grande finesse, cette posture architecturale est souvent

Engage de forte acceptabilité, car la surélévation s'intègre parfaitement à l'édifice existant, ne perturbe pas l'harmonie urbanistique de la rue et met l'ancien à l'honneur en s'y référant. Si elle adopte des éléments de l'existant, par mimétisme, cette posture architecturale est cependant loin du pastiche et crée un subtil contraste pour affirmer la contemporanéité de l'ajout, afin de mieux respecter la mémoire de l'édifice et garantir la lisibilité de l'intervention. Les exemples suivants montrent que les édifices existants ont souvent une valeur esthétique propre, qui permet au projet de « s'accrocher » sur un certain nombre d'éléments de référence et de s'en faire l'écho. Dans le cas du Palais Wiesbadaner, la surélévation est assez peu visible par la proximité de teinte avec l'édifice ancien. Les baies ne sont pourtant pas alignées et sont les seules à apporter une modénature à cet ajout lisse et très sobre, qui met en valeur l'ornementation de l'édifice (figure 14). La continuité peut aussi s'exercer en concevant l'ajout pour qu'il soit identifié comme le toit de l'édifice. Une toiture certes très contemporaine pour l'hôtel de ville de Kufstein, mais dont le relief dialogue parfaitement avec la sobriété et le lissé de la façade

(figure15). La grande proximité de teinte assure la continuité visuelle et permet au pliage d'être le seul élément d'un contraste subtil et réussi. À Londres, le zinc de l'ajout lui confère le statut de toit et fait oublier sa verticalité. L'alignement et la reprise des encadrements des baies sont suffisants à créer la continuité nécessaire pour faire dialoguer les deux parties et permettre à l'ajout d'affirmer sa contemporanéité dans le jeu des joints debout du zinc (figure16).



Figure 14: palais de wiesbadaner



Figure 15: l'hotel de ville de Kufstein



Figure 16: Dialoguer par le zinc : Continuité et affirmation contemporaine

6.4.2. Le contraste :

Par ce choix de posture architecturale, le dialogue entre existant et ajout se crée par contraste, sans que l'ajout ne fasse référence dans ses matériaux, alignement de baies ou couleurs, à

l'existant. Nul besoin ici de reprendre des éléments de modénature ou de composition de la partie existante pour créer un dialogue architectural qui soit bénéfique aux deux parties du projet. Pour autant, ce contraste ne va pas jusqu'à se situer en totale rupture avec l'édifice ancien, qui a guidé les choix de conception de la surélévation.

6.5. Surélever pour répondre à des enjeux urbains et environnementaux :

La surélévation répond à deux problématiques urbaines contemporaines : la densification intramuros en vue de lutter contre l'artificialisation des sols, et la rénovation du parc bâti, en vue de la réduction des déperditions thermiques. En cela, elle a de facto un intérêt pour l'enjeu environnemental, sous-jacent à ces deux problématiques urbaines. Elle ne saurait donc être une réponse cohérente qu'en proposant aussi les solutions les plus environnementales à sa mise en œuvre. Si le choix des matériaux structurels adaptés à la surélévation peut se faire parmi tous les matériaux, il semble que les matériaux biosourcés l'emportent à tous égards : du point de vue architectural, rares sont les résolutions formelles nécessitant absolument l'emploi de matériaux tels que le métal ou le béton en structure de la surélévation. Au contraire, la variété des systèmes constructifs bois ou mixtes bois-acier permet une grande liberté formelle

1. tout en permettant d'intégrer un maximum de matériaux biosourcés en remplissage ou en complément des structures porteuses. Dans « Continuer en acier, l'architecture de la surélévation »

2. Patric Fischli conclut l'ouvrage collectif par un article sur les nouvelles potentialités de la structure acier. Hormis les moyens d'intégrer l'acier au BIM, il encourage surtout son « hybridation » avec le bois, notamment pour sa résistance à la compression. D'un point de vue structurel, le bois est ainsi reconnu nécessaire par les partisans de l'acier. La mixité de matériaux est aussi mise en œuvre par les constructeurs bois, qui ont besoin des propriétés de résistance à la traction de l'acier, notamment dans le cas de la préfabrication tridimensionnelle, lorsqu'il s'agit de lever les modules pour les déposer en haut des toits. La comparaison des matériaux en termes de « performance environnementale » porte sur différents critères : leur énergie grise

3. leur empreinte carbone et leur capacité à être recyclé ou réemployé. En ne prenant en compte que le matériau utilisé en structure :

L'énergie grise nécessaire à la production du bois de construction est bien plus faible que celle de l'acier : à volume égal, l'énergie grise de l'acier est 86 fois plus élevée que celle du bois, celle du béton est trois fois plus élevée

4. et à masse égale, l'énergie grise du bois est presque égale à celle du béton, mais plus de 16 fois inférieure que celle de l'acier

5. Les comparaisons entre matériaux sont faites à masse égale ou à volume égal, bien que les différents matériaux employés selon différentes techniques constructives varient en masse et en volume. Cependant, les chiffres permettent une première comparaison qui d'une part, se confirme lorsqu'on compare le bois à l'acier, car ces derniers sont souvent mis en œuvre dans les mêmes proportions de masse et d'autre part, s'accroissent encore lorsque l'on compare un système constructif comme l'ossature-bois avec isolation paille ou carton, et le système constructif de mur banché en béton armé ;

La comparaison de l'empreinte carbone liée à la production industrielle des matériaux de construction bois, acier et béton, est là encore un argument massif en faveur du bois structurel. Directement indexées sur l'énergie grise, les émissions de CO₂ des matériaux sont de l'ordre de 350 kg de CO₂ pour 1 000 kWh d'énergie grise. Le ratio est donc similaire à celui des énergies grises. La production d'une tonne de bois de construction rejettera 250 kg de dioxyde de carbone, tandis qu'une tonne d'acier en rejettera plus de 4 tonnes

6. la capacité de réemploi ou recyclage du bois est forte, bien que similaire à celle de l'acier. En revanche, le béton est un matériau quasiment impossible à réemployer et dont le recyclage est limité et très énergivore. Bien que plus performant face aux enjeux environnementaux, le bois nécessite cependant d'autres matériaux pour pallier certaines limites, comme l'explique Dominique Gauzin-Mül. Le : « La vraie écologie consiste à employer la bonne quantité du bon matériau au bon endroit »

7. On ne saurait donc se passer entièrement d'aucun matériau. L'acier est utile pour réduire les épaisseurs et accroître les portées et la maçonnerie pour rendre étanche, tandis que le bois réduit l'empreinte carbone de la construction, qu'il s'agisse de surélévation ou de construction neuve. L'acier est le principal concurrent du bois dans le cas de la surélévation pour sa capacité à être préfabriqué et la légèreté de ses structures. Il est aussi un matériau économique et facile à mettre en œuvre, ce qui achève de convaincre de nombreux maîtres d'œuvre. Le bois répond cependant à la plupart des situations tout comme l'acier, d'autant plus lorsque les deux matériaux sont employés conjointement. L'acier permet une économie de matériaux en étant employé pour ses propriétés mécaniques, notamment lorsqu'il est utilisé en ossature fine, en tirants ou encore dans des éléments d'assemblage, en complément de matériaux biosourcés pour le remplissage et le contreventement. Mais son emploi dans la totalité de la structure demeure un choix peu soutenable, d'un point de vue environnemental, face aux possibilités qu'offrent les structures bois, ou la mixité bois/acier.

Cet aspect est pris en compte par les collectivités dans leurs objectifs de rénovation thermique et énergétique, en vue d'éviter les émissions carbone issues des déperditions thermiques. Mais les pouvoirs publics se heurtent à la limitation légale d'imposer des matériaux de construction. Leur rôle de neutralité vis-à-vis du marché privé ainsi que les différences de capacité de production d'une filière à l'autre les empêchent de privilégier un matériau de construction plutôt qu'un autre. Cependant, cette limitation a été contournée par la mise en place de limites d'impact (concernant les émissions carbone) et d'objectifs de résultats (concernant l'énergie). Le label E+C-, expérimenté à partir de 2015 puis intégré à la réglementation thermique 2020 (RE2020) vise la production de bâtiments à énergie positive et neutres en carbone. Il encourage l'emploi de matériaux biosourcés, seuls capteurs de carbone.

6.6. Systèmes constructifs en surélévation :



Tableau 2: récapitulatif des surélévations à structure métallique

VII. LETUDE DE FAISABILITE De la surélévation

Lorsque l'on souhaite profiter d'une surface habitable plus grande sans déménager, l'extension se présente comme une option attrayante. Cependant, tous les terrains ou bâtis ne sont pas toujours adaptés à ce type de projet. Alors, comment savoir si votre projet d'agrandissement est viable ? L'étude de faisabilité vient à votre rescousse, en éclairant les zones d'ombre par une analyse approfondie, et trace le chemin vers une conception d'agrandissement réalisable !

7.1. Définition :

L'étude de faisabilité est une étape d'analyse qui détermine si votre projet d'extension est réalisable. Est important d'évaluer la faisabilité du projet. Cela implique l'examen des contraintes techniques, telles que la structure existante de la maison, le sol et l'espace

disponible. Il faut également prendre en compte différents points sont à prendre en considération avant de voir les planètes s'aligner pour la réalisation de votre projet : la technique, le règlementaire et les lois, le dimensionnement des besoins, le budget...

7.2. Les étapes pour réaliser une extension :

Pour toute nouvelle construction, il est important de :

Vérifier la solidité des structures :

Renforcement de la structure existante avant de commencer une surélévation, il est souvent nécessaire de renforcer la structure existante de la maison pour s'assurer qu'elle peut supporter le poids supplémentaire. Cela peut impliquer l'ajout de poutres, de colonnes ou de fondations supplémentaires

Respecter du PLU de votre commune :

Certaines zones sont protégées par un plan local d'urbanisme. Prenez contact avec votre mairie pour vous assurer de respecter les règles qu'ils pourraient vous imposer et éviter d'entrer en conflit avec les normes en vigueur.

L'obtention des bonnes autorisations :

N'oubliez pas de vous demander « quelle autorisation pour rehausser un mur » avant d'engager les travaux, car toute construction de ce type nécessite au moins l'obtention d'une déclaration préalable aux travaux, sinon un permis de construire.

Estimation des coûts de construction

7.3. Les matériaux construction :

Lorsqu'il s'agit de surélévations de maison, le choix du matériau de construction est essentiel pour assurer la stabilité de la structure existante et la réussite du projet. Voici les matériaux les plus couramment utilisés :

Un large éventail de matériaux de construction sont disponibles pour une extension de maison. Chaque matériau possède ses propres caractéristiques, avantages et inconvénients, et il est donc important d'examiner chaque option attentivement :

Bois :

Le bois est un matériau naturel qui apporte chaleur et caractère à n'importe quelle extension de maison. En tant que matériau écologique et durable, le bois est une option attrayante pour les propriétaires soucieux de l'environnement. Il offre une excellente isolation thermique et acoustique, ce qui peut contribuer à améliorer le confort de votre maison. En plus de son esthétique indéniable, le bois est également apprécié pour sa capacité à s'harmoniser avec tout

type d'environnement, que ce soit dans un contexte rural ou urbain. De plus, le bois offre une certaine flexibilité en termes de conception, permettant des formes et des designs personnalisés.

Béton :

Le béton est un matériau solide et durable qui convient particulièrement aux extensions de grande taille. Il résiste bien aux intempéries et aux variations de température, et offre une grande liberté de conception, avec la possibilité de créer des formes uniques et des finitions personnalisées. Le béton peut également être teinté ou texturé pour améliorer son esthétisme. Toutefois, le béton peut nécessiter plus de temps et d'expertise pour sa mise en œuvre et peut être plus coûteux que d'autres matériaux.

Acier :

L'acier est un matériau moderne et résistant qui convient parfaitement à une extension de maison contemporaine. Sa résistance et sa durabilité en font un excellent choix pour les structures exigeantes, et sa flexibilité permet des designs innovants et audacieux. L'acier peut être peint ou revêtu pour améliorer son esthétisme et sa résistance à la corrosion. Cependant, l'acier peut être plus cher que d'autres matériaux et nécessite un entretien régulier pour préserver sa durabilité.

Briques :

Les briques sont un choix traditionnel pour les extensions de maison. Elles offrent une bonne isolation thermique et acoustique et présentent un aspect esthétiquement plaisant. Les briques sont disponibles en différentes couleurs et textures, ce qui offre de nombreuses possibilités de design. Combinées avec d'autres matériaux, comme le bois ou l'acier, elles peuvent créer une extension unique et attrayante.

Bardage :

Le bardage est une option de revêtement extérieur qui offre une grande variété de styles, de couleurs et de textures. Il peut être fabriqué à partir de différents matériaux, tels que le PVC, le composite PVC ou l'aluminium. Le PVC est léger et facile à entretenir, tandis que le composite PVC combine les avantages du PVC avec ceux d'autres matériaux, comme le bois, pour offrir une meilleure isolation thermique et un aspect plus raffiné. L'aluminium, quant à lui, est extrêmement résistant à la corrosion et a une longue durée de vie, mais il est plus coûteux. Le choix du type de bardage dépendra de vos préférences en termes de style, de performances et de budget.

7.4. Les techniques de construction :

Le choix de la technique de construction dépend du matériau choisi, du type d'extension et du budget. Il existe plusieurs techniques de construction couramment utilisées pour les extensions de maison :

Maçonnerie traditionnelle :

La maçonnerie traditionnelle est une technique de construction robuste et durable, idéale pour les extensions en béton ou en briques. Cette technique nécessite des compétences spécialisées et peut nécessiter plus de temps et d'effort que d'autres méthodes. Cependant, elle offre une solidité et une durabilité incomparables, ce qui peut être particulièrement bénéfique pour les grandes extensions ou les extensions qui doivent supporter un poids supplémentaire.

Ossature bois :

L'ossature bois est une technique de construction couramment utilisée pour les extensions en bois. Elle est rapide à mettre en œuvre et offre une grande flexibilité en termes de conception et d'aménagement. Avec cette méthode, l'extension est construite autour d'une ossature en bois, qui est ensuite recouverte de panneaux ou de bardages. Cette méthode peut offrir d'excellents niveaux d'isolation et peut être réalisée avec un minimum de perturbations sur le site.

Construction modulaire :

La construction modulaire est une technique moderne et efficace qui implique la fabrication de sections ou de modules d'une extension hors site, qui sont ensuite assemblés sur place. Cette méthode peut permettre une réalisation rapide de l'extension et minimiser les perturbations sur le site. De plus, la construction modulaire peut offrir des niveaux élevés de précision et de qualité, car les modules sont fabriqués dans un environnement contrôlé.

7.5. Critère de choix des matériaux de l'extension :

Il existe de nombreux matériaux : brique, bois, parpaing, verre, acier, béton cellulaire, etc. Chacun pourra trouver le matériau qui sera le plus approprié en fonction du style de sa maison et de son budget travaux.

L'aspect moderne et design de l'acier :

Vient s'ajouter à ses qualités de solidité et de longévité. Le matériau acier arrive en premier parmi le classement des matériaux les plus adaptés à la construction d'une extension de maison.

L'acier galvanisé est impeccable pour vos structures sur-mesure, pour élaborer des extensions de grandes dimensions et construire des toitures plates. Il peut être assorti à d'autres matériaux comme le parpaing ou le béton.

_Résistant et durable, il pourra résister à l'abrasion et à certains climats (humidité, vent marin). Il est assez solide pour résister à une tempête ou un incendie, tout en demandant assez peu d'entretien.

Un petit bémol toutefois : l'isolation, qu'elle soit thermique ou phonique, n'est pas au rendez-vous avec ce type de matériau et il ne faut pas hésiter à ajouter une isolation supplémentaire et penser à la comptabiliser dans son budget travaux.

Côté prix de l'acier : est moi couteux

Le bois : esthétique et écologique :

Le bois est un matériau naturel qui séduit toujours pour son côté chaleureux et très esthétique. Il ne représente qu'une très faible empreinte carbone ce qui valorise ce matériau et le rend particulièrement écologique. Le bois a également un fort potentiel isolant (thermique et acoustique). C'est un matériau à la fois solide et léger qui est parfait pour la construction d'une extension de maison pour un style rustique, mais aussi pour contraster avec des matériaux design. Le bois s'accorde bien avec tous les styles de maison.

Le bois permet également de créer des formes et des design multiples pour apporter une touche particulièrement esthétique à votre extension de maison. Il propose un choix de finitions (brut, vernis ou peint) et un choix d'essences permettant de s'adapter à tous les budgets.

Pour votre extension de maison, le bois va représenter un budget assez abordable puisqu'il faut compter environ entre 850 euros du mètre carré et 1 550 euros/m². A ceci, il faudra néanmoins ajouter le coût de certains traitements, puisque le bois est un matériau naturel et qu'il doit être traité pour lutter contre les insectes, les champignons ou l'humidité.

Le béton cellulaire, facile et rapide :

L'un des meilleurs matériaux pour construire une extension de maison est le béton cellulaire. Ce matériau constitué d'un mélange de chaux, de poudre d'aluminium, de sable, d'eau et d'air est présenté sous forme de blocs prêts à l'emploi. En plus, ce matériau résiste au feu et est imputrescible. En construction, il va apporter une bonne isolation thermique et acoustique pour vos murs. On va l'utiliser notamment pour les surélévations.

Il faut cependant veiller à entretenir votre extension car les blocs de béton cellulaire s'avèrent fragiles et peuvent se fissurer avec le temps.

La brique, facile à monter et solide :

Pour une extension de maison, la brique s'avère être un matériau incontournable. Solide et facile à monter, ce matériau demande peu d'entretien et convient à tous les budgets. La brique est également parfaite pour ses propriétés qui lui permettent d'absorber l'humidité.

Avec ses bonnes capacités d'inertie, elle peut retenir la chaleur.

On distinguera bien la brique creuse classique de la brique alvéolaire mono mur, composée en partie de terre cuite et offrant de bonnes capacités d'isolation grâce à sa structure plus épaisse.

Cependant, il faut dans les deux cas, ajouter une isolation par l'extérieur pour des performances optimales et faire appel à la compétence d'un professionnel pour l'installation de votre extension en briques, afin d'éviter les ponts thermiques.

Le parpaing, facile à monter :

Parfaitement résistant au feu et aux intempéries, le parpaing résiste également aux catastrophes naturelles. On l'utilise souvent dans le cas des extensions latérales (exemple : construction d'un garage).

Il est constitué de ciment, de gravier et de sable et s'avère plus solide que le bois. Comme il est lourd, il faut prévoir la mise en place de fondations solides pour assurer sa stabilité et ne pas hésiter à se faire conseiller par des professionnels.

Cependant, ce n'est pas un bon isolant et si vous choisissez le parpaing pour votre extension de maison, vous devrez ajouter obligatoirement un doublage isolant.

Le verre, parfait pour une véranda :

Le verre est idéal pour faire entrer le plus de luminosité possible au cœur d'une véranda. Cette extension valorise particulièrement une maison et permet d'agrandir une surface habitable

Tout en profitant d'un maximum de lumière. Il donne beaucoup de personnalité à toutes vos structures.

Parfait pour un style moderne, comme pour de l'ancien, le verre offrira en outre une isolation par l'intérieur (choisir un vitrage avec de bonnes qualités d'isolation). Attention toutefois de le manipuler avec prudence lors de son installation car le verre reste un matériau fragile. Un professionnel est forcément habitué à manipuler ce type de matériau avec les précautions d'usage.

IIX.CONSTRUCTIONMETALLIQUE

8.1. Définition :

Une structure en charpente métallique est un assemblage d'éléments métalliques sous forme de profilés commerciaux ou de profilés reconstitués soudés (PRS), servant à la construction d'une ossature métallique suivant une forme et une utilisation bien déterminée. La figure 1 représente les principaux éléments d'une charpente métallique.

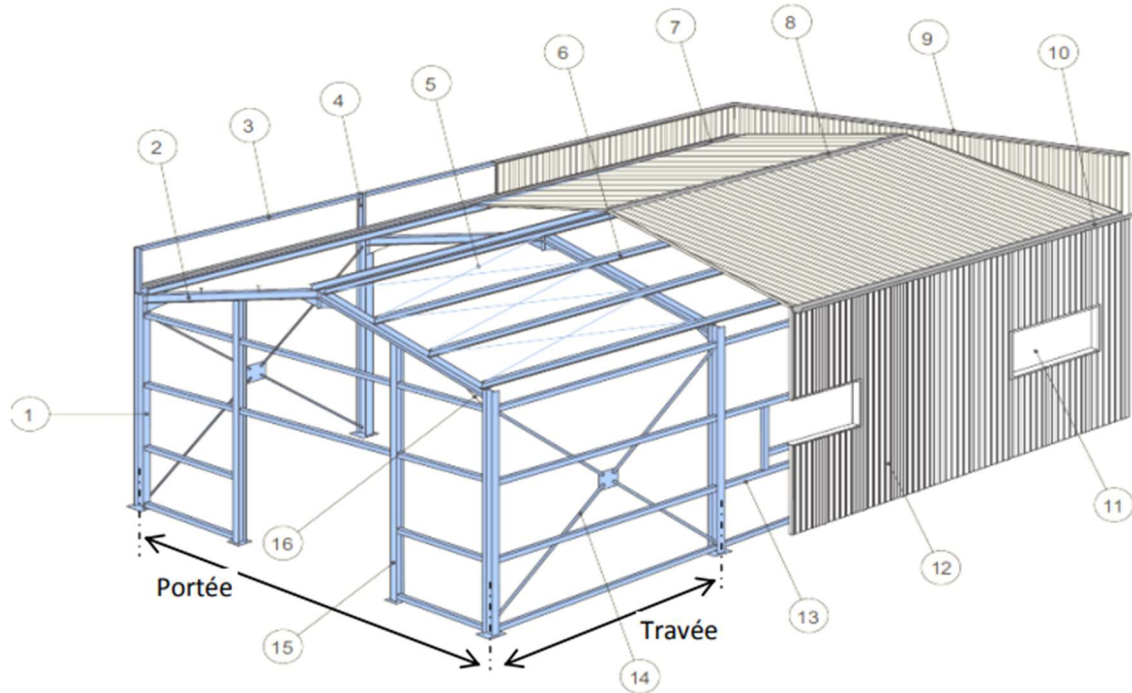


Figure 17: les éléments de la structure métallique

1	Poteau (HEA ou IPE)
2	Ferme ou traverse (HEA ou IPE)
3	Lisse filante
4	Baionnette
5	Diagonale de versant
6	Panne (IPE ou IPN)
7	Chéneau en tôle pliée
8	Faitière métallique
9	Couvertine métallique
10	Gouttière 1/2 ronde
11	Chassis vitrée
12	Bardage métallique à ondes verticales
13	Lisse de bardage
14	Croix de stabilité
15	Potelet de pignon (HEA ou IPE)
16	Jarret

Tableau 3: element constituant de charpente métallique

8.2. Domaines d'applications :

Les principales motivations qui nécessitent l'utilisation d'une construction en charpente métallique, sont :

- L'utilisation d'un matériaux résistant et ductile tel que l'acier avec ces bonnes propriétés mécaniques,
- Facilité d'usage dans le secteur industriel et du BTP dans la construction des squelettes d'ossatures,
- Courts délais de réalisation des différents types de structure. Ainsi, les grands domaines d'applications des structures en charpentes métalliques sont très vastes et variés. Ils trouvent leurs mises en œuvre dans la majorité des disciplines suivantes :

8.3. Classification de la charpente :

Les aciers ont les meilleures caractéristiques mécaniques en matière de résistance et facilité de mise en œuvre, de ce fait ils offrent un choix multiple dans leurs usages. En effet, on peut citer quatre types de structures qui peuvent englobés les besoins d'un point de vue structurale et architecturale

8.3.1. Charpente en profilés de commerce :

Dans le commerce, il ya plusieurs profilés standards qui répondent au choix de formes et de dimensions obtenues après étude et détermination des contraintes selon un cahier de charges préétablit d'avance par le maître de l'ouvrage. On trouve les profilés suivants :

IPE, UAP et HEA : Ils sont utilisés pour la charpente à charges d'exploitation légères, comme pannes sablières...etc.



Figure 18:profilés du commerce IPE

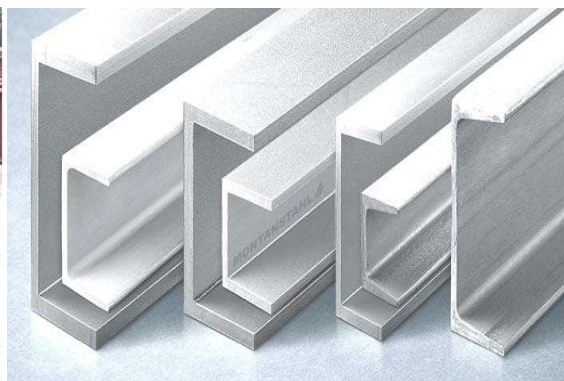


Figure 19: profilés du commerce UAP

HEB : Ils sont employés pour les charges lourdes, comme planchers de reprise, poutres de roulement



Figure 20: profiles du commerce HEB

8.3.2. Charpente en profilés reconstitués soudés [PRS] :

Les charpentes en PRS constituent des structures légères et très résistantes ayant une architecture bien pensée et des possibilités architecturales innovantes. Les profilés reconstitués soudés (PRS) sont des profilés dont la forme a été conçue de sorte à optimiser ses performances vis-à-vis des sollicitations (Figure 14). Les PRS présentent les avantages :

De résistance : optimisation du profilé par rapport aux sollicitations,

Architecturaux : libération d'espace, grande portée possible, plus esthétique que les poutres treillis,

Economiques : gain de masse, diminution du nombre d'assemblage.

Par contre en matière d'inconvénients, le recours aux PRS entraîne des surcoûts par rapport à une structure classique et cela en :

Etude : le dimensionnement d'une pièce unique en fonction de charges propres est plus long que pour un cas classique,

Fourniture : la fabrication de la pièce étant unique, ce qui fait augmenter le temps de fourniture de la pièce. Ce surcoût peut être très variable selon le type de PRS,

Fabrication : assemblage et usinage parfois complexe.



Figure 21: structure métallique en PRS

8.3.3. Charpente en treillis :

Les treillis sont très largement utilisés en construction des structures en charpente métallique. Ce sont des structures dont les pièces sont assemblées de façon à former des triangles. Ce dernier, a été pris comme base de ces constructions parce qu'il est la seule entité indéformable du point de vue géométrique (Figure 22). L'utilisation de treillis a pour objectif de minimiser le poids de la structure et maximiser la rigidité. Ils se retrouvent comme fermes de toitures, ossatures de ponts, de grues, de ponts roulants et de pylônes, ...etc.

On fait appel à ce mode de réalisation dans le but essentiel d'alléger l'ensemble d'une construction tout en assurant une plus grande stabilité. Cependant, les structures en treillis entraînent des surcoûts principalement en :

Fourniture : (selon les profilés utilisés pour le treillis),

Fabrication : En atelier les treillis sont soudés, ce qui augmente considérablement le temps de fabrication,

Montage : Profilés pré assemblés, nécessitant souvent plusieurs équipes de montage et moyens de levage.



Figure 22: pont en treillis

8.3.4. Charpente en éléments tubulaires :

Les structures tubulaires sont composées de profilés en rond creux (Figure 23). Pour avoir un bon appui des montants, les poteaux sont munis de raidisseurs. Ce genre de construction est choisie pour des raisons architecturales mais le surcoût de sa réalisation en fourniture, fabrication et montage la rend délicate et onéreuse.



Figure 23: structure tubulaire

8.4. Avantages et Inconvénient :

Une structure en charpente métallique présente les avantages suivants :

- La qualité de résistance et de ténacité de l'acier par rapport à son poids rend la structure plus légère même si elle est volumineuse,
- L'acier possède une structure interne homogène et uniforme cela implique constance des propriétés mécaniques dans toute la structure,
- L'élasticité de l'acier offre à la structure un bon tenu aux charges dynamiques,
- La possibilité de standardisation des pièces de la charpente métallique vue leurs ressemblances et des changements possibles,
 - Un large éventail d'application en matière de forme géométrique implique plusieurs choix et désirs architecturaux (besoins d'esthétiques),
 - Une meilleure durabilité avec les moyens existant de protection (revêtement, peinture).
 - La facilité de montage et de démontage de la structure,
 - La rapidité de la mise en œuvre,
 - La récupération et la réutilisation des éléments de la structure après démontage.
- Par contre l'inconvénient majeur est la mauvaise résistance à la corrosion d'une structure en acier y compris leur :
 - Mauvaise résistance au feu.
 - En plus, de La résonance élevée qui implique une
 - Faible isolation acoustique.
 - Une structure en acier représente, aussi, une faible isolation thermique due aux effets des dilatations non négligeables et à une conductivité thermique élevée.
- Description des éléments de la charpente métallique :

8.5. Les fermes :

8.5.1. Définition :

La ferme. Est l'élément principal du comble, elle possède une forme triangulaire préfabriquée en profilés, renforcée intérieurement par des montants et des diagonales (éléments barres), assemblés dans des points appelés nœuds (Figure 24). Ces barres (montants et diagonales) sont sollicitées seulement à la traction et/ou à la compression.

Dans une charpente métallique, la ferme, est posée sur des murs porteurs, sur des poteaux, ou sur les pannes sablières par l'intermédiaire de goussets.

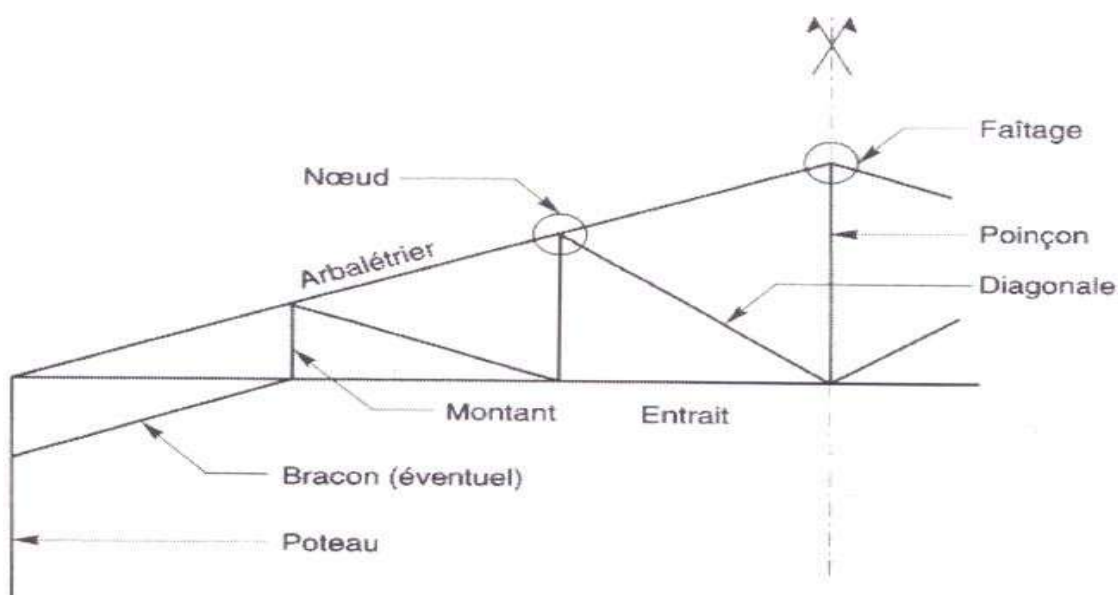


Figure 24: partie gauche d'une ferme triangulaire

On trouve deux sortes de fermes :

Fermes classiques : comme la ferme triangulaire, trapézoïdal et la ferme à versants brisés (Figure 25)

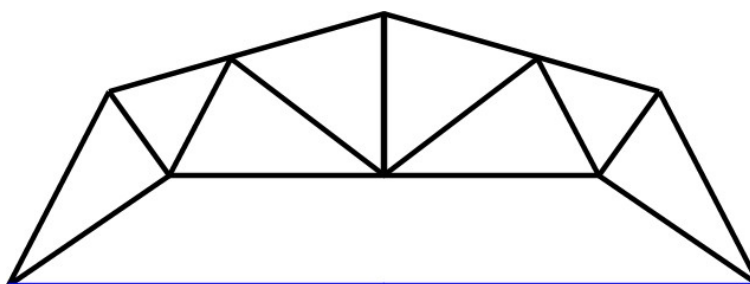


Figure 25: ferme à versants brisés

Fermes spéciales : comme la ferme Anglaise, la ferme Belge, la ferme Américaine, la ferme Poloncau et la ferme Shed ...etc. (Figure 26)

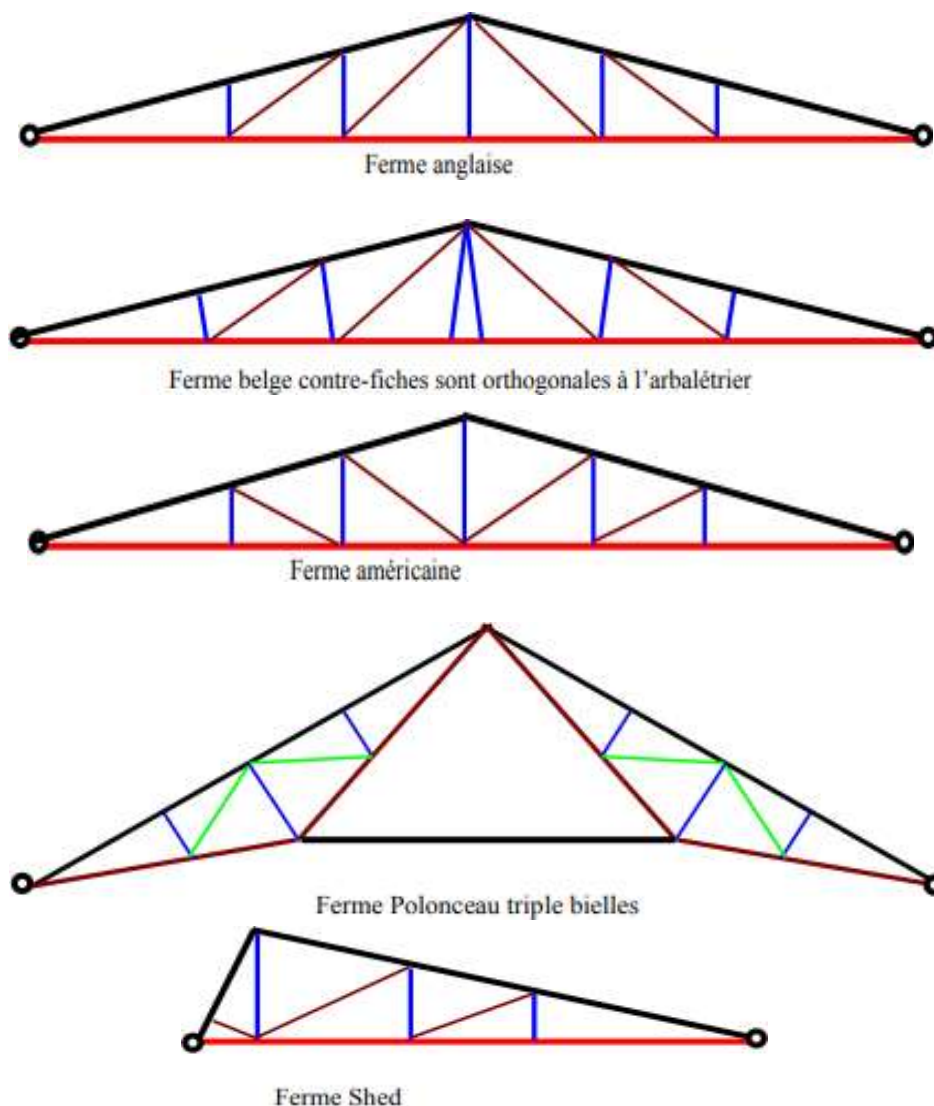


Figure 26: fermes spéciales

8.6. Les pannes :

8.6.1. Description :

Dans une construction en charpente métallique, l'élément panne fait partie de la toiture, il représente le deuxième élément principal du comble après les fermes.

La panne se présente comme étant une structure métallique unidimensionnelle, ayant la configuration d'une poutre droite à section constante normalisée. Cette poutre est appuyée sur des traverses(fermes), sa fonction principale est de supporter les charges propres et les charges d'exploitations de la structure.

Elles sont destinées à transmettre les charges et surcharges qui s'appliquent sur la couverture (toiture ou plancher), aux appuis (traverses ou fermes). Elles font partie de la famille des produits longs laminés à chaud et sont réalisées en série de profilé IPE, IPN, UAP et UPN comme le montre la figure 27.

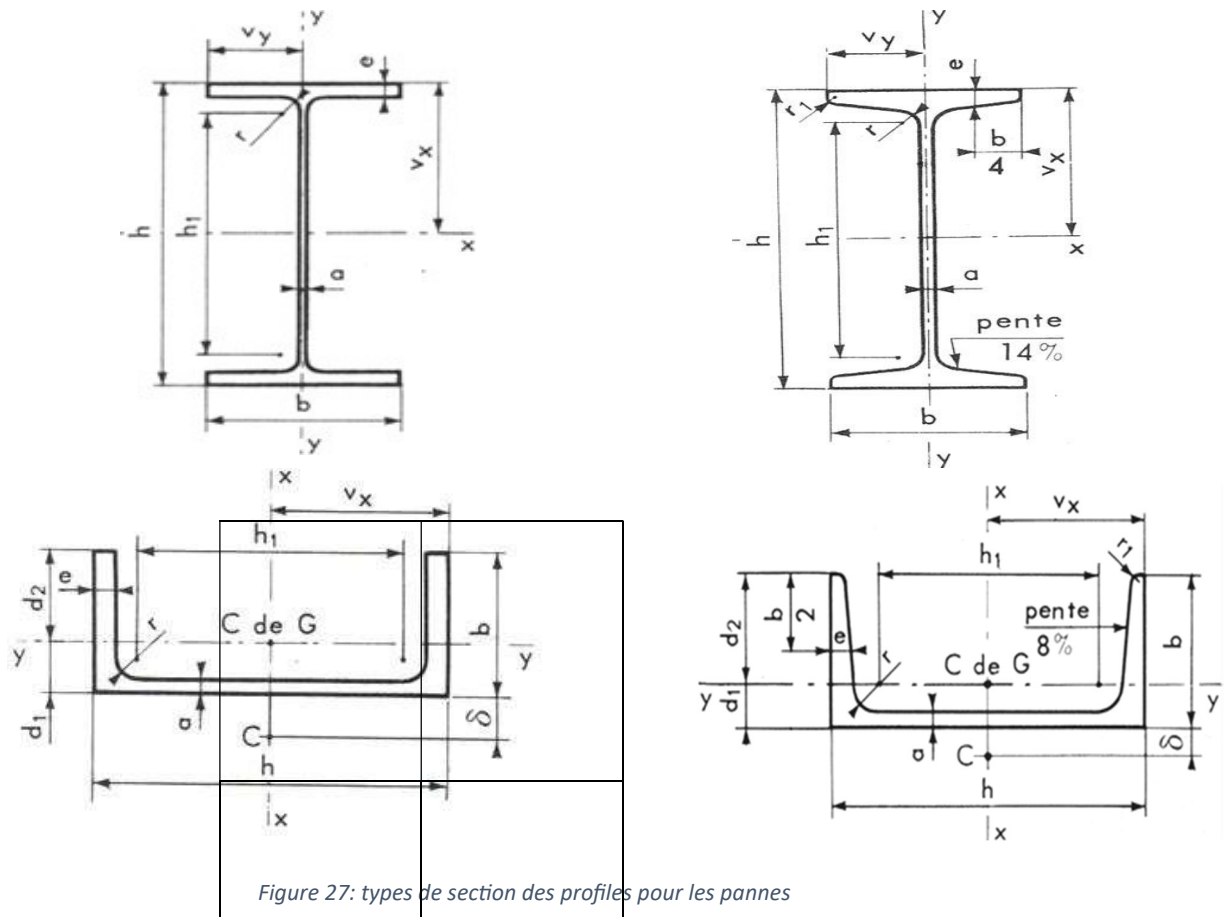


Figure 27: types de section des profiles pour les pannes

a) Profilé IE, b) Profilé IPN, c) Profilé UAP, d) Profilé UPN

8.6.2. Pose et fixation d'une panne :

La pose et la fixation des éléments pannes sur les traverses (fermes) dans les structures en charpente métallique servent à la formation des liaisons (jonctions) d'assemblages. Ces jonctions ont un double rôle, d'un côté permettre la construction spéciale de la structure et en outre, assurer la stabilité de l'ensemble.

Les pannes sont assemblées aux fermes par l'intermédiaire d'échantignoles (Figure 28). Soit par boulonnage ou par soudage (liaison indémontable). Cette liaison assure une bonne transmission et répartition des efforts au niveau du comble.

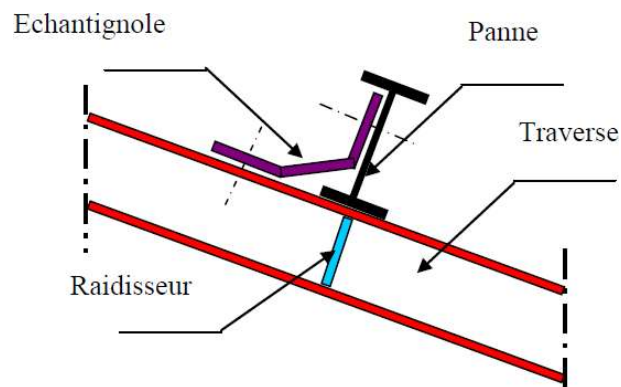


Figure 28: assemblage d'une panne sur une ferme

8.7. Les poteaux :

Les poteaux sont des éléments de charpente utilisés en construction métallique comme supports d'ossatures. Ils travaillent donc essentiellement en compression et ils sont contraint au flambement pour des portées importantes.

8.7.1 Types de Poteaux :

8.7.1.1 Sections en I et H (laminés à chaud) :

C'est la forme la plus courante et la plus économique. Convient particulièrement bien au raccordement de poutres dans les deux directions. (Figure 24).

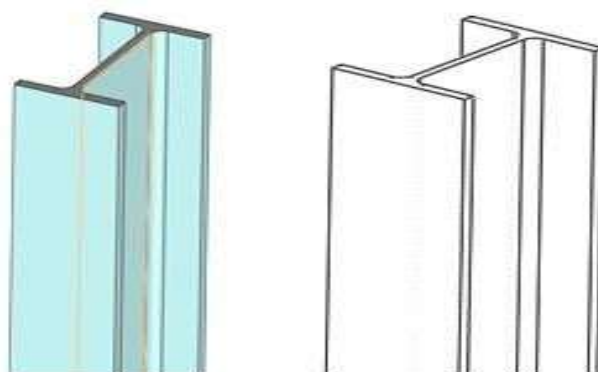


Figure 29: section en I et H

8.7.1.2. Sections caissonnées et sections pleines en acier :

Convient pour des poteaux avec fortes charges, section de dimensions réduites. En raison de la surface extérieure lisse, de préférence sans enrobage (Figure 30).

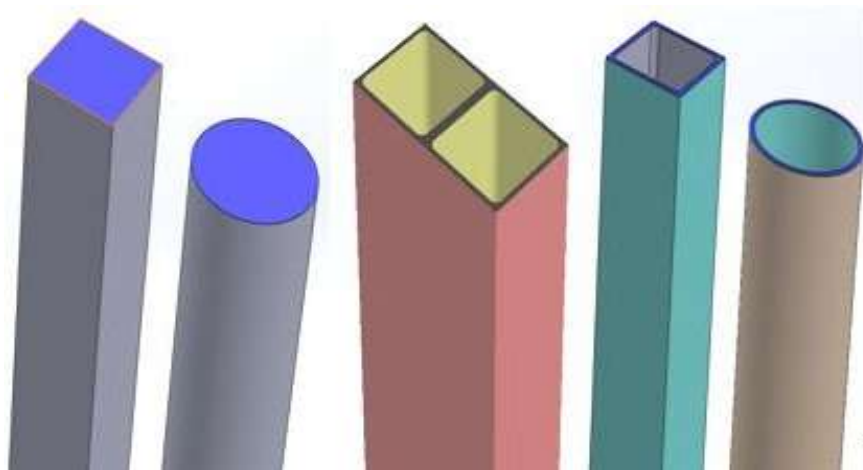


Figure 30: section en caisson et pleine

8.7.1.3. Profilés creux :

Les caractéristiques mécaniques des profilés de dimensions extérieures identiques peuvent être graduées par la variation de l'épaisseur des parois. Le remplissage en béton augmente la résistance mécanique et la résistance au feu. (Figure 31).

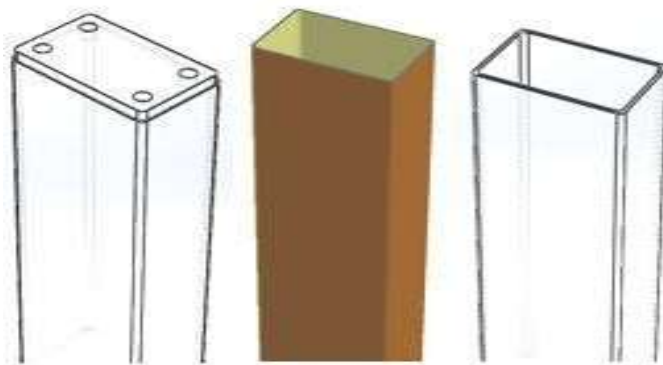


Figure 31: section en profils creux

8.7.1.4. Les poteaux composés :

Les poteaux composés sont formés de plusieurs profilés ceux-ci sont assemblés ; soit par des cornières en treilles (en V ou en N), soit par des fers plats. On peut aller jusqu'à 30m de portée avec ce type de poteau. Ils prennent différentes formes en plan, suivant la disposition des membrures. (Figure 32).

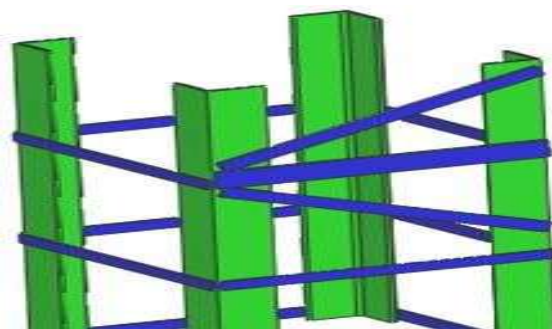


Figure 32: poteaux composes

8.8. Pieds de Poteaux :

Les pieds de poteaux forment la Partie inférieure du poteau reliée à la fondation. Ils peuvent être articulés, encastrés ou simplement appuyés (Figure 33). Leur rôle est de répartir les charges supportées sur la surface de la fondation. La liaison des poteaux aux fondations doit être rigide afin de résister aux différents efforts appliqués et par conséquent assuré l'encrage et la stabilité de l'ouvrage.

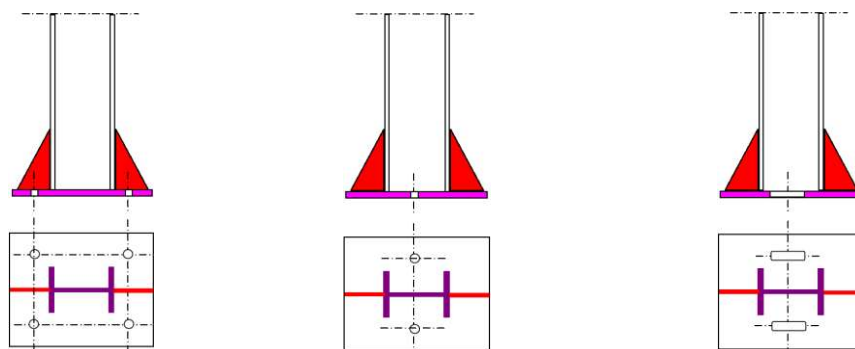


Figure 33: types de liaisons poteaux avec fondation

8.9. Types et moyens d'ancrage des Poteaux :

Les poteaux sont ancrés à la fondation (sol) par boulonnage et par l'intermédiaire de tiges d'encrages qui sont disposées dans l'alvéole d'ancrage de différentes façons (Figure 34)

Figure 34: disposition des tiges d'encrages

Les Tiges d'ancrages c'est des barres en acier haute résistance, travaillant à la traction. Elles sont de formes droites ou courbées à leurs extrémités (Figure 35) pour s'accrocher a une barre horizontale appelée la clé d'ancrage qui est encastrée dans le béton de la fondation.

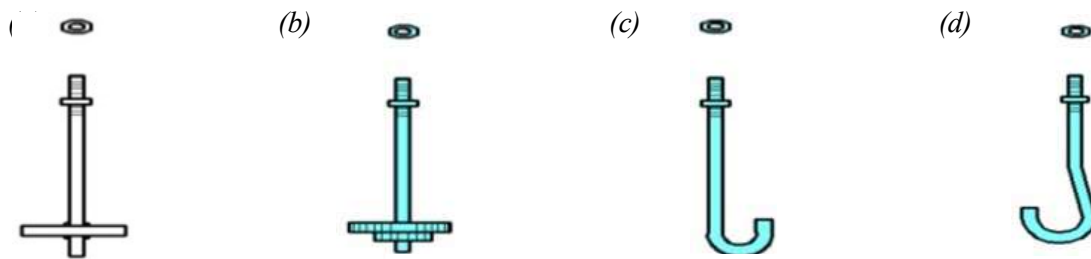


Figure 35: les type des tiges d'encrage

) Tige à tête de Marteau, b) Tige à tête circulaire, c) Tige à tête courbé, d) Tige à tête contre courbé
La platine d'extrémité (Figure 36) ; C'est un plat d'acier rectangulaire soudé à l'extrémité du profilé de poteau et dont l'épaisseur ne peut excédée de beaucoup l'épaisseur de l'âme du poteau.

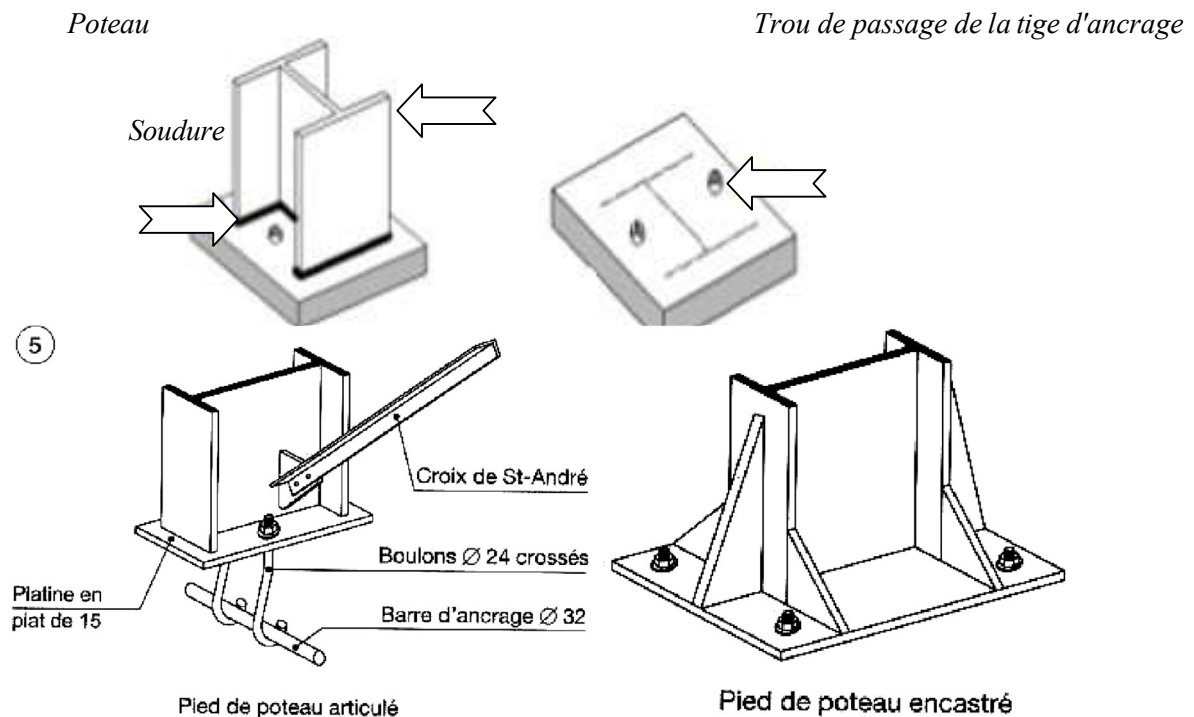


Figure 36: la platine d'extrémité

8.10. Les éléments de stabilité ou contreventements :

8.10.1 Définition :

On entend par contreventement, tout dispositif assurant la stabilité d'une ossature vis-à-vis des efforts horizontaux (vent, ponts roulants, poussée des terres, ...) et par extension ceux assurant la stabilité transversale (flambement, déversement) de certaines parties de l'ouvrage.

8.10.2. Type des contreventements :

8.10.2.1 Contreventement en X (croix de Saint André) :

Appelée ainsi car ce saint fut sacrifié sur une croix en forme de X, la tête en bas. Élément structurel métallique en forme de croix, soudé à une structure métallique, dont le rôle est de lui offrir une meilleure résistance et une meilleure fixation. Dans ce type de palée, on admet que la résistance aux forces horizontales est assurée uniquement par les diagonales tendues, les diagonales comprimées étant négligées. Ce système de contreventement est caractérisé par des sections réduites des diagonales qui peuvent ne pas se situer sur une même travée. Ce système de contreventement n'intervient efficacement dans la dissipation d'énergie qu'en cas de sollicitation en traction des diagonales

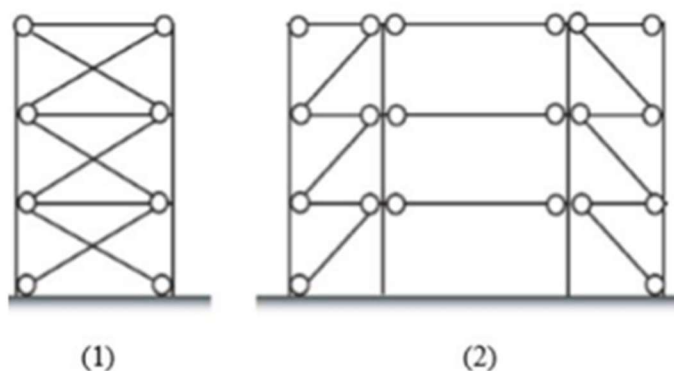


Figure 37: contreventement en X

1. diagonale : câble ou ronds plein filets ou extrémités

2. Montaux horizontale : profils creux circulaires aux carres

3. assemblage sur ossature

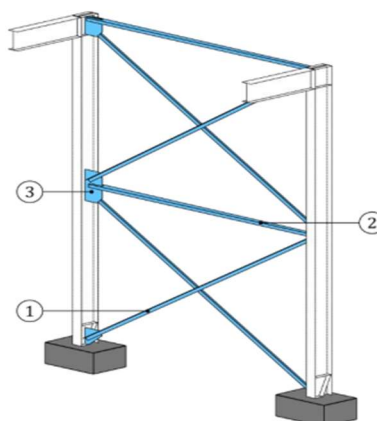


Figure 38: les éléments de croix de saint André

8.10.2.3. Treillis en V (palée triangulée) :

Dans ce cas, la résistance aux forces horizontales est assurée simultanément par les diagonales tendue et comprimée ce qui leur confère des sections plus importantes que celles du contreventement en croix de Saint André. Le point d'intersection de ces diagonales est situé sur une barre horizontale qui doit être continue. La configuration imposée par ce système de triangulation favorise l'apparition rapide de rotules plastiques à des endroits peu souhaités

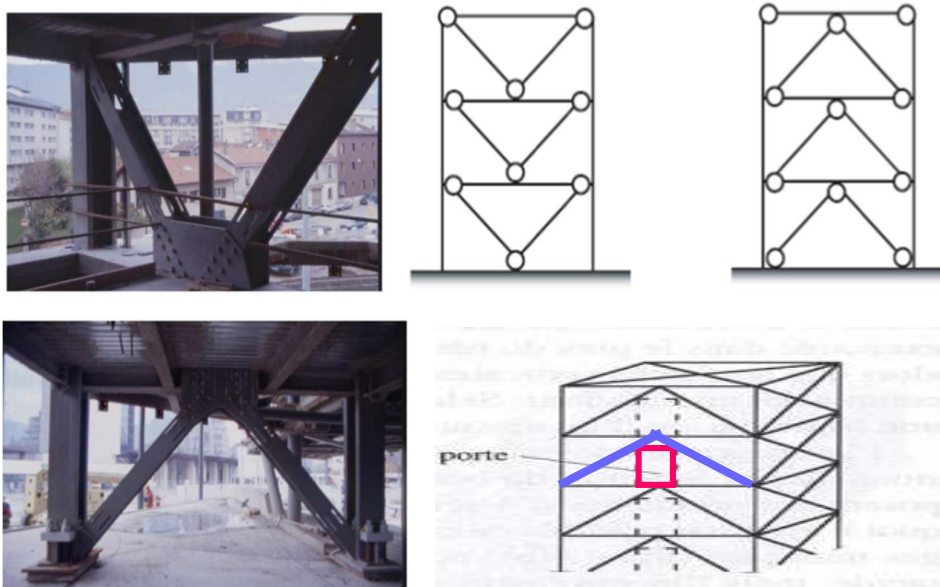


Figure 39: palée triangulaire

8.10.2.4. Contreventement en K :

Dans ce système de contreventement, le point d'intersection des diagonales est situé sur l'axe des poteaux. Un tel système ne peut être considéré comme dissipatif parce qu'il exigerait la contribution d'éléments nécessaires à la stabilité d'ensemble au mécanisme plastique. Les contreventements en K sont à éviter surtout dans les zones sismiques vu que l'intersection des barres de contreventement se situe au niveau des poteaux et non des poutres provoquant ainsi la création de rotules plastiques dans ce dernier, ce qui constitue un risque d'effondrement de la structure

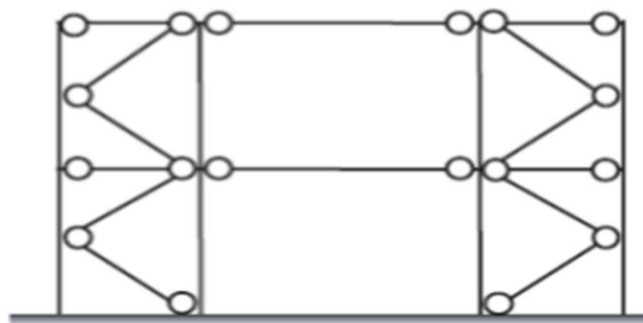


Figure 40: contreventement en K

8.10.3. Ossatures avec triangulation à barres excentrées :

Dans ce type de structure, l'intersection des barres de contreventement peut se localiser à n'importe quel point de la poutre selon la configuration adoptée. La dissipation de l'énergie sismique se fait principalement par plastification des barres tendues mais peut se faire par formation, dans des tronçons sismiques, d'une rotule plastique travaillant soit en flexion cyclique, soit en cisaillement cyclique. Il convient donc d'utiliser des configurations permettant de garantir que tous les tronçons d'excentrement seront actifs.

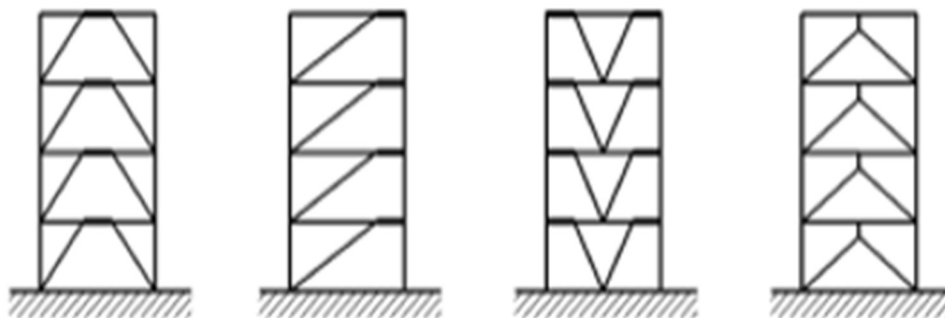


Figure 41: contreventement à bar excentre

8.10.4. Ossatures avec triangulation à barres centrées :

Ce sont des structures pour lesquelles l'intersection des barres du système de contreventement coïncide avec le milieu des éléments porteurs et ou avec la jonction poteaux poutres. La dissipation de l'énergie sismique se fait essentiellement par plastification en traction de ces barres à condition que le phénomène de flambement de ces dernières soit vérifié dans le cas de la compression. Il convient donc que les zones dissipatives soient principalement situées dans les barres tendues

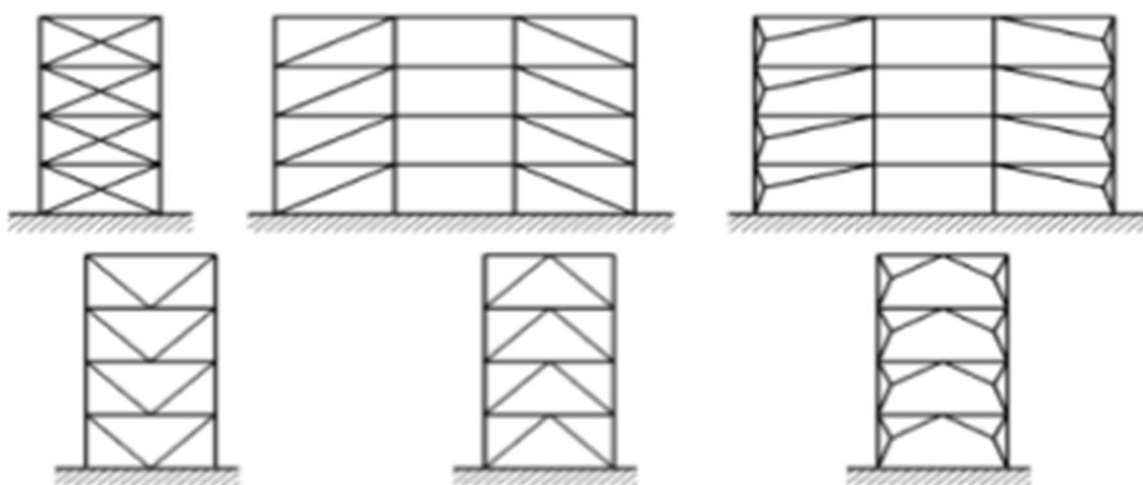
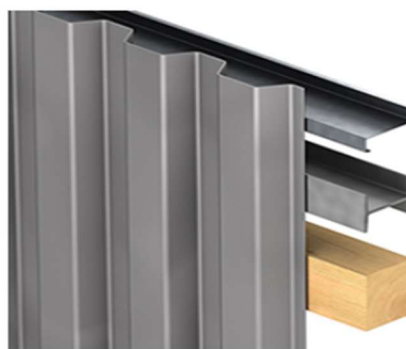


Figure 42: ossature avec triangulation à barre centrées

8.11. Bardages :

8.11.1 Définition :

Les bardages dans une charpente constituent la couche superficielle du bâtiment, généralement composée de métal ou de matériaux composites. Ils la fois la résistance mécanique, l'étanchéité, l'isolation thermique, acoustique et enfin l'esthétique. En métalliques on distingue deux types de bardage :



métallique
extérieure
de bois, de
assurent à
l'isolation
matériaux

Bardage simple peau : Il s'agit d'une simple paroi en tôle, composée de plaques profilées ou ondulées, en acier ou en aluminium, dont les nervures peuvent être disposées verticalement, obliquement ou horizontalement.

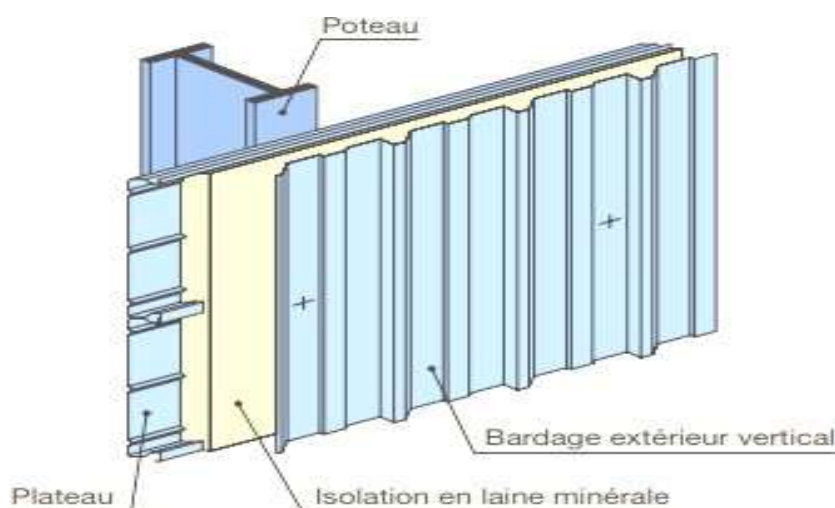


Figure 43: les éléments d'un bardage double peau

Bardage double peau : Une telle façade est composée de deux parements en tôle profilée, généralement de grande longueur, disposés de part et d'autre d'un matériau isolant

8.11.2. Type de bardage :

8.11.2.1. Bardage simple panneau :

Le bardage simple peau est constitué d'une paroi unique. Généralement composé de profils nervurés galvanisés, plastifiés ou prés laqués, il est souvent considéré comme une solution économique car moins coûteux. Le choix d'un bardage simple peau est donc idéal pour un bâtiment sans besoin supplémentaire d'isolation.

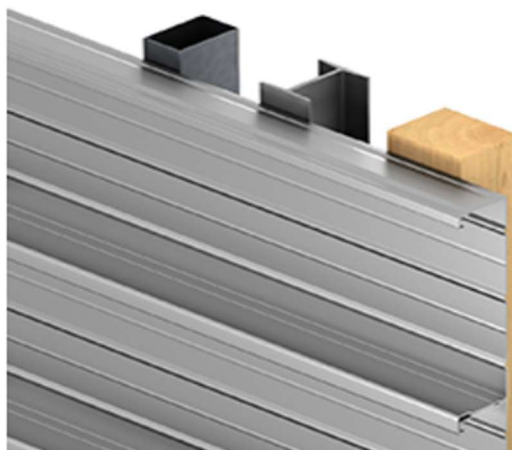
Par exemple, il s'utilise régulièrement pour des constructions de type entrepôts ou hangars. De plus, sa pose est également beaucoup plus simple puisqu'il vient directement se fixer sur l'ossature secondaire de votre construction.

Figure 44: bardage simple peau.

8.11.2.2. Bardage double panneau :

Contrairement au bardage simple peau qui n'assure pas l'isolation, le bardage double peau permet de lutter contre cet inconvénient. En effet, le bardage double peau améliore l'isolation du bâtiment par l'extérieur notamment grâce à la réduction des ponts thermiques.

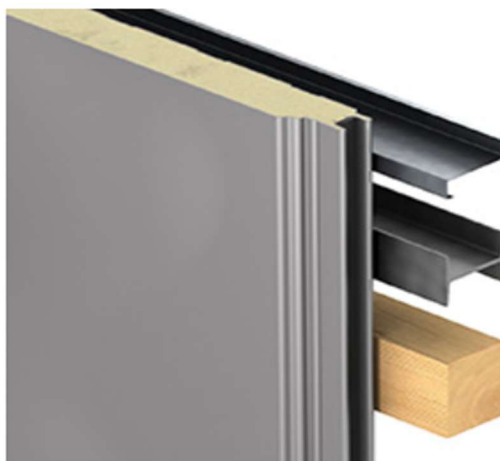
Le bardage double peau se compose d'un parement intérieur type plateau, d'un isolant thermique constitué d'une laine minérale et, d'un parement extérieur composé de profils nervurés recouvrant l'ensemble. Le parement extérieur peut d'ailleurs se poser de manière horizontale (avec écarteurs) ou verticale.

*Figure 45: bardage double peau*

8.11.2.3. Bardage par panneau sandwich :

Les panneaux sandwich sont constitués de plusieurs couches assemblées entre elles. On retrouvera donc un parement intérieur, puis, un isolant thermique au centre et, un parement extérieur. Afin de gagner du temps, les panneaux sandwich sont une solution parfaite.

En effet, le principe même du panneau sandwich est le préassemblé / montage en usine pour n'avoir qu'un bloc unique à poser sur le chantier. Les panneaux intérieurs et extérieurs sont le plus souvent en tôle d'acier traité.

*Figure 46: bardage panneau sandwich*

8.12. Toitures (Couvertures) :

L'acier est très fréquemment utilisé comme toitures. Il peut servir de support d'étanchéité aux toitures plates ou à faibles pentes, permettant un net gain de poids par rapport à une dalle en béton armé. Les couvertures équipant la grande majorité des bâtiments métalliques sont de deux types :

Couverture simple en tôles ondulées. (Figure 48 a)

Couverture en bacs d'acier nervurés. (Figure 48 b)

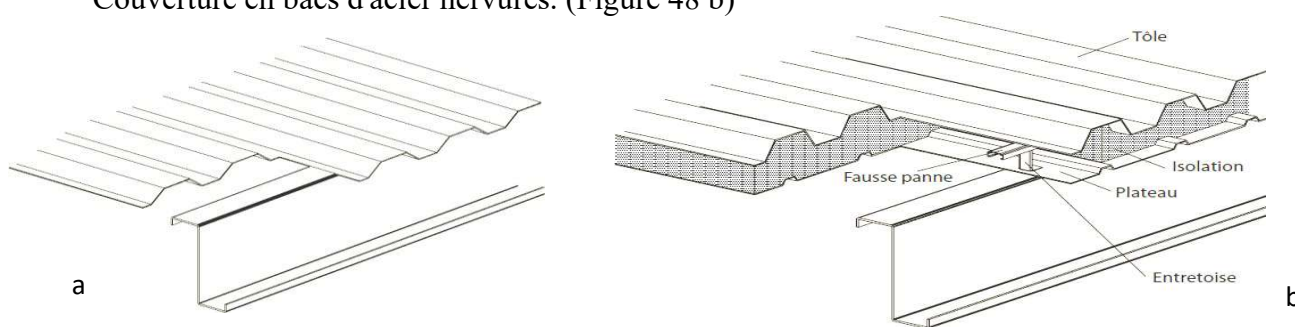


Figure 47: les éléments de la toiture

a) Couverture simple ; b) couverture en bac d'acier

8.13. Façades :

La façade métallique est une construction métallique permettant d'habiller un bâtiment. La façade métallique est le plus souvent réalisée pour des bâtiments industriels mais commence à se développer auprès des particuliers grâce à des progrès architecturaux et design.

b. Les façades lourdes

c. Les façades en verres

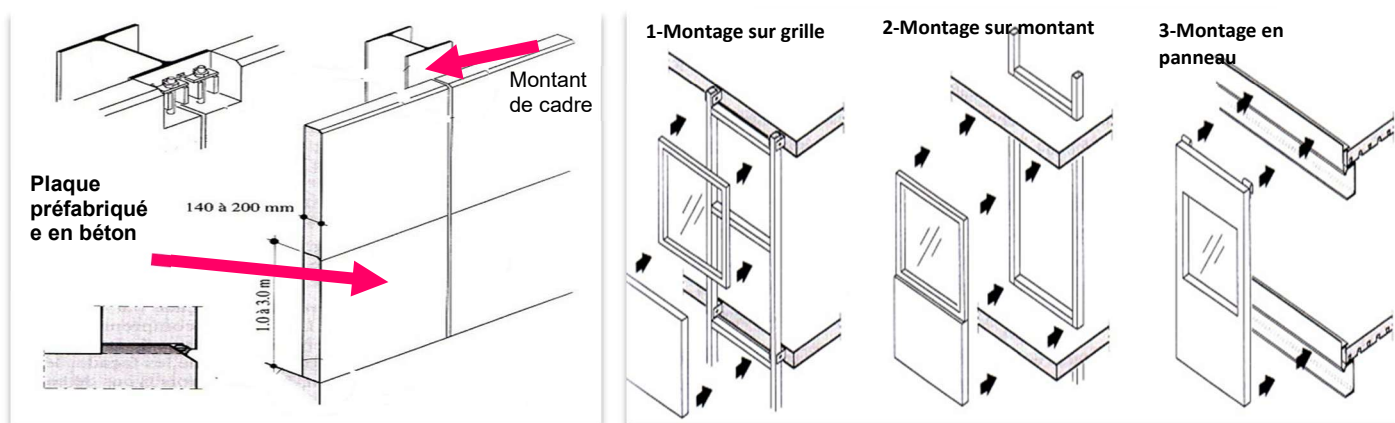


Figure 48: les type des façades dans une structure métallique

8.14. Les plancher

Des solutions de plancher rapides et légères pour votre projet. Notre gamme de bac acier est conçue pour supporter le poids du béton et les charges de construction pendant la phase de construction. Contrairement au système de plancher collaborant, le bac acier ne collabore pas à un niveau de résistance avec le béton une fois celui-ci pris.

8.14.1. Dalle sur coffrage perdu :

Le système de coffrage perdu est constitué d'un bac nervuré en acier galvanisé qui sert de coffrage pour une dalle en béton exécutée sur place. La fonction principale du bac acier nervuré est de supporter les charges d'exécution et de coulage du béton, en évitant le besoin d'étaie.

Contrairement à la solution de plancher collaborant, dans la solution de coffrage perdu, les profilés ne comportent pas d'incrustations et ne collaborent pas par la suite avec la dalle en béton. En raison de ce manque d'apport de la tôle, l'utilisation de renforts/armatures de positifs dans la dalle est obligatoire, en utilisant une barre dans chaque nervure du bac. Grâce à cette solution, il est possible de réaliser des dalles légères, avec un poids propre inférieur à 2 kN/m², grâce à une procédure d'exécution agile et simple.

Les principaux avantages du coffrage perdu sont :

Polyvalence : s'adapte à tout type d'installation, offrant une flexibilité dans la conception architecturale.

Rapport résistance/poids : offre une plus grande résistance avec un poids propre inférieur, ce qui permet de réduire le poids total de la structure.

Rapidité d'installation : L'élimination des étaieements permet le bétonnage de plus d'un étage simultanément, réduisant considérablement le temps d'exécution.

Réduction des coûts : Une réduction des coûts de main-d'œuvre est obtenue en évitant les étaieements et en matériaux, en utilisant un plus petit volume de béton. Cela implique une réduction du poids de la structure et des déchets.

En plus des principaux avantages, le coffrage perdu offre des avantages supplémentaires, tels que la simplicité du processus de construction, la facilité de stockage et de nettoyage sur site, sa fonction de coffrage fournissant une plate-forme de travail sûre et sa contribution au contreventement structurel. Améliorant ainsi sa fonctionnalité et son efficacité dans la construction

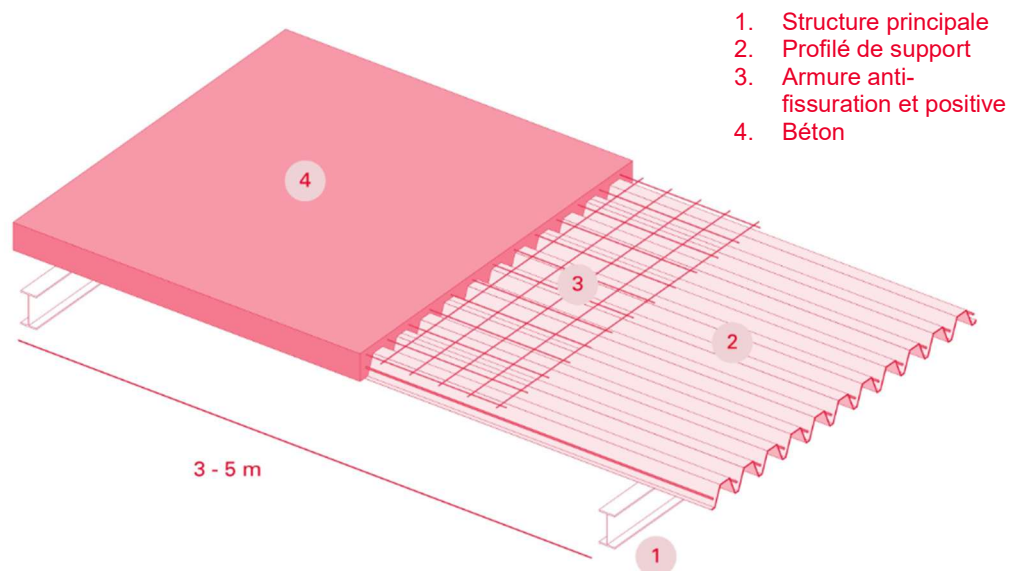


Figure 49: les éléments d'une dalle sur coffrage perdu

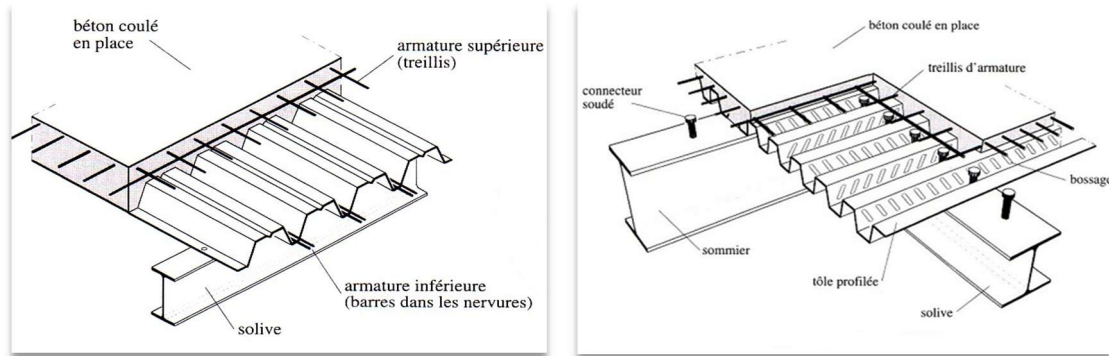


Figure 50: types de dalle sur coffrage simple

8.14.2. Plancher mixte avec connecteur :

Le plancher mixte est obtenu en associant une poutrelle en I en acier avec dalle en béton armé. La poutre mixte comporte trois composants ;

- une dalle en béton armé, se présentant habituellement sous la forme d'une semelle en béton armé à la partie supérieure de la section mixte.
- Une poutrelle en acier
- Une tôle nervurée
- Connecteurs ;

La connexion acier-béton est généralement assurée par des goujons.

N.B : il est indispensable que le béton et l'acier soient solidaires dans leur travail.

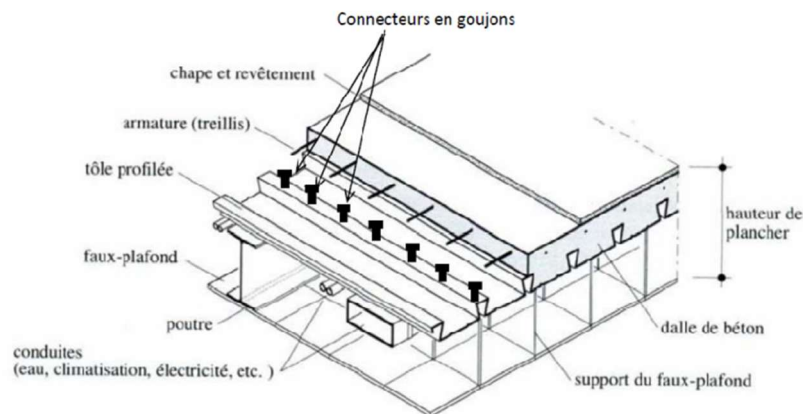


Figure 51: les éléments d'un plancher mix

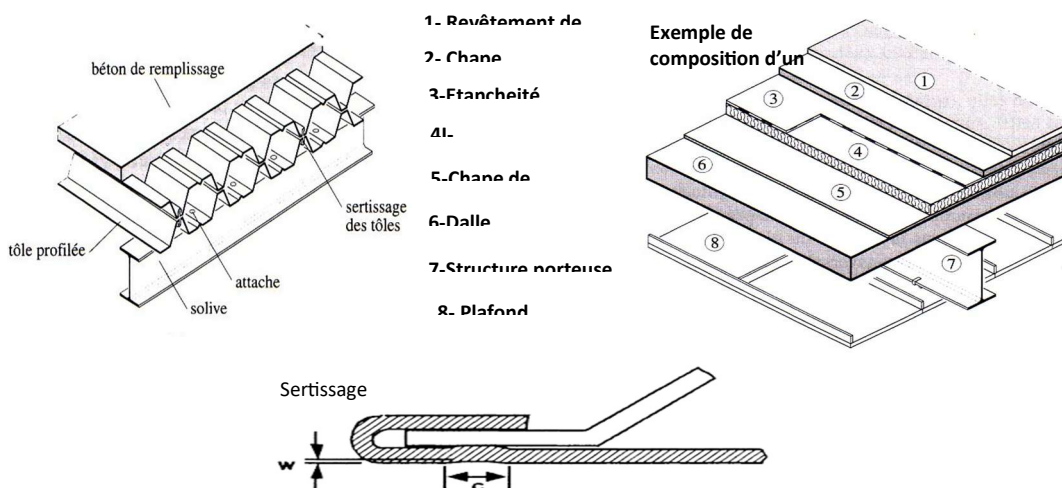


Figure 52: les types des planchers mix

8.15. Assemblage :

La caractéristique essentielle des constructions métalliques est d'être composées d'un ensemble d'éléments barres (poteaux- poutres) constitués de profilés laminés ou soudés souvent en forme de (I ou de H) qu'il faut assembler entre eux pour constituer l'ossature. Les liaisons entre ces différents éléments représentent ce qu'on appelle communément les assemblages. Ces derniers constituent des composants spécifiques à la construction métallique, ils jouent un rôle très important, on peut les définir comme organes de liaison qui permettent de réunir et de solidariser plusieurs éléments entre eux, en assurant la transmission et la répartition des diverses sollicitations entre les éléments assemblés, sans

Générer d'efforts parasites. Un assemblage mal conçu, mal calculé ou mal réalisé peut conduire à l'effondrement de la structure. De ce fait la conception et le calcul des assemblages est d'une importance capitale.

8.15.1. Différentes formes d'assemblage :

Dans les ossatures des bâtiments métalliques, les éléments structuraux sont reliés par des assemblages. Suivant la nature des éléments assemblés, on distingue (Figure 54) entre autres

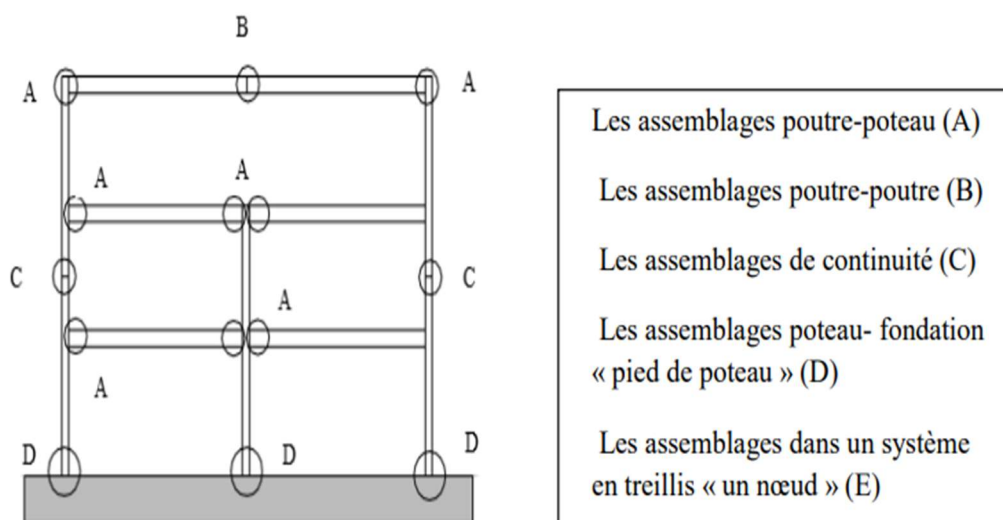


Figure 53: les différents types d'assemblages

IX. Description du projet

Notre projet de fin d'étude porte sur la conception d'un département d'architecture implanté au cœur de la ville de Mostaganem ; dans le site historique LI.T.A. ce site est riche en patrimoine architecturale.

Actuellement présente un visage dégradé dévalorisé par la présence de bâtiments en ruine ; notamment deux anciens hangars en mauvais état ; et une bibliothèque au style moderne inadapté ; mal intégrée ; qui rompt brutalement avec l'harmonie l'identité du lieu. Par sa masse son langage architecturale et sa position dominante dès l'entrée du site. Ce contraste mal maîtrisé entre le bâti ancien et l'intervention moderne nuit à la lecture du site et à sa valeur historique.

C'est dans ce cadre que le projet est né pour répondre à un double besoin : il s'agit d'apporter une réponse concrète à un besoin structurel et institutionnel ; en dotant la ville d'un pôle de formation en architecture à la hauteur de ses ambitions culturelles ; tout en restaurant la cohérence harmonie visuelle et symbolique du site. L'intervention vise à reprendre la maîtrise de la séquence d'entrée ; à recomposer la lecture spatiale du lieu ; et à réaffirmer la valeur patrimoniale de LITA à travers une démarche architecturale contemporaine mais respectueuse. L'enjeu dépasse donc la seule réponse fonctionnelle : il est également culturel ; identitaire et urbain ; plaçant le projet à l'intersection entre préservation ; innovation et mise en valeur du patrimoine.

9.1 Concept architectural et stratégie d'intégration

Le concept architectural du projet repose sur une démarche équilibrée entre intégration et contraste maîtrisé. Il s'inspire notamment de l'approche adoptée pour le Centre Pompidou à Paris, qui assume pleinement sa modernité tout en s'inscrivant dans un contexte patrimonial riche. L'objectif n'est pas de dissimuler ou d'atténuer la présence des constructions anciennes, mais au contraire d'instaurer un dialogue respectueux et stimulant entre l'architecture contemporaine et le patrimoine existant.

Cette intégration se veut douce, mais clairement affirmée, permettant à la nouvelle intervention de trouver naturellement sa place dans le tissu urbain tout en revendiquant sa propre identité. Le projet cherche ainsi à générer un effet de surprise visuelle, en créant une tension constructive entre deux langages architecturaux distincts. La légèreté et la transparence de la structure contemporaine — composée principalement de métal et de verre — viennent contraster avec la matérialité massive, pleine et minérale des bâtiments historiques environnants. Ce contraste volontaire devient le moteur d'une mise en valeur réciproque : l'ancien magnifie le nouveau, tandis que le nouveau révèle autrement la beauté du patrimoine existant.

Le choix de travailler avec les deux hangars existants comme point de départ permet à la fois de conserver la mémoire du lieu et de minimiser l'impact au sol. Leur structure de base est préservée, mais les toitures en pente sont retirées pour permettre une extension verticale en hauteur. Cette extension, réalisée en structure métallique, vient s'inscrire dans les gabarits existants tout en apportant une lecture contemporaine du volume. Le langage architectural se veut simple, lisible et respectueux, avec des lignes épurées, des matériaux réfléchis et un traitement homogène des façades. Cette nouvelle surélévation respecte la trame et l'alignement des anciens bâtiments, tout en affirmant une écriture contemporaine.

9.2. Composition volumétrique

Le projet s'appuie sur une composition claire et structurée. Deux volumes verticaux implantés sur les anciens hangars reprennent le rythme et l'alignement du bâti existant, tout en affirmant une nouvelle écriture formelle. L'utilisation du métal en façade, associé à des permet de jouer avec la matière, la lumière et les ombres. Ce choix participe à créer une identité contemporaine forte, tout en respectant la verticalité sobre et fonctionnelle des hangars d'origine en pierre.

Entre ces deux volumes, une placette d'entrée couverte a été aménagée au rez-de-chaussée. Cette placette, protégée par une structure vitrée légère, joue un rôle central dans le projet : elle est à la fois lieu d'accueil, espace de transition, et point de rencontre entre les usagers. Elle offre une respiration entre les masses bâties et crée un lien direct entre l'extérieur et les circulations intérieures. À travers l'ensemble du bâtiment, l'usage du vitrage permet de renforcer la transparence et la fluidité visuelle, deux notions essentielles dans un lieu dédié à la formation architecturale.

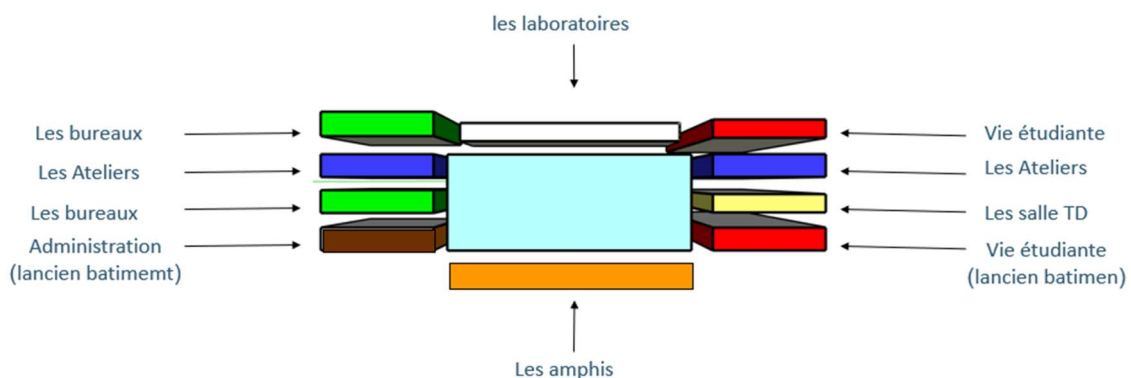


Figure 54: programme du projet source ; auteur

9.3.1. 3. Technique :

Cela inclut l'évaluation de la capacité de la structure actuelle à supporter les charges supplémentaires. Pour réussir une surélévation lorsque le bâtiment existant est ancien, plusieurs solutions techniques peuvent être mises en œuvre :

a) Capacité des murs porteurs

Le projet se développe sur un site ancien dont la structure existante repose sur des murs porteurs en maçonnerie d'une épaisseur moyenne de 80 cm.

Ces murs ont été initialement conçus pour supporter un seul niveau. Après une évaluation structurelle, il est possible d'ajouter un unique étage supplémentaire, à condition que celui-ci soit réalisé en parois légères, afin de limiter les charges verticales transmises à la maçonnerie existante. L'étage ajouté est donc construit avec une ossature métallique légère, de type M90, habillée d'un bardage extérieur et doublée intérieurement pour assurer l'isolation thermique et acoustique.

- 1-Montant de cadre
- 2-revêtement intérieur.
- 3-revetémnt extérieur (tôle profilée)
- 4-fixation par boulon ou clous
- 5-liaison par boulons ou rivets
- 6-Isolation
- 7- joint thermique

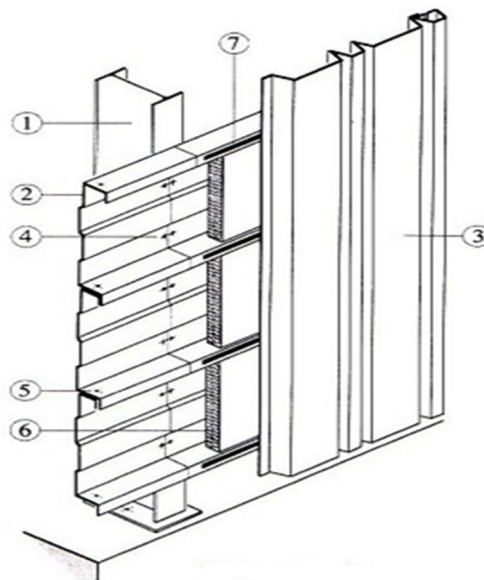


Figure 55: bardage avec isolation

L'assemblage entre les nouvelles structures métalliques et la maçonnerie

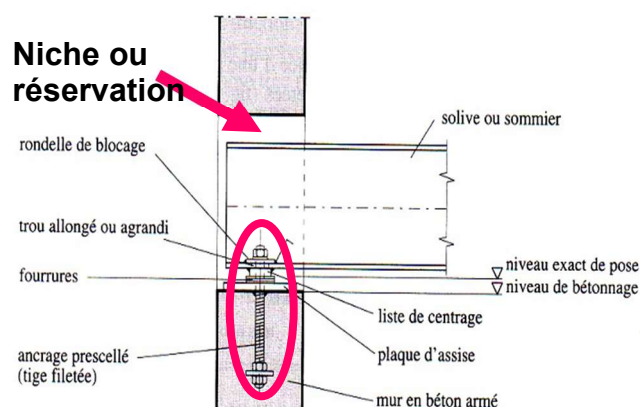


Figure 56: mur porteur-bardage

b) Cadre poutre externe :

Une structure porteuse indépendante en acier est implantée autour du volume ancien. Cette ossature est constituée de piliers ronds en acier plein. Formant un cadre rigide et autoportant. Ces éléments sont fondés sur des semelles isolées extérieures, évitant toute surcharge sur la Maçonnerie existante.

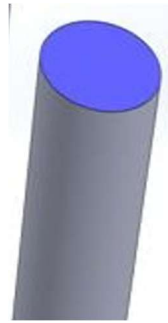


Figure 58:poteau rond plein

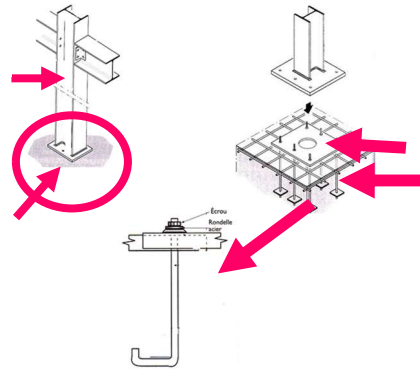


Figure 57:assemblage poteau-fondation

9.3.2. Les plancher

Les étages portés par ce cadre externe sont construits avec des planchers métalliques collaborant.

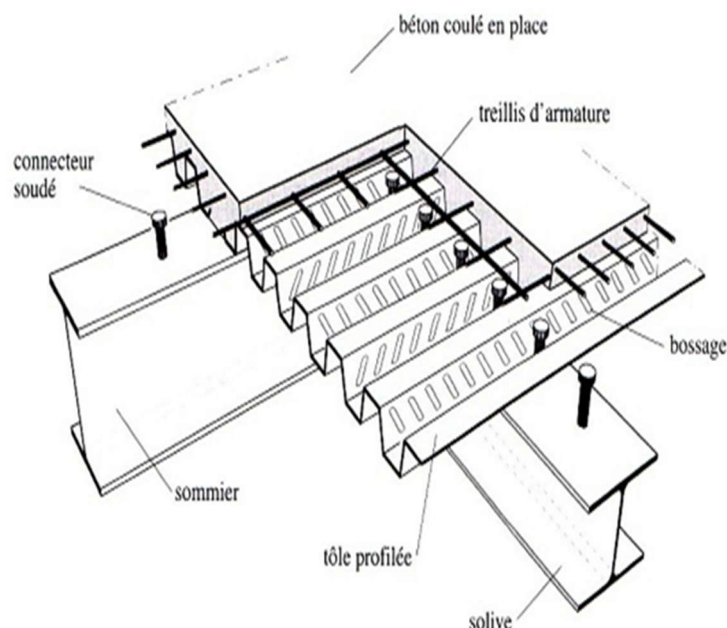


Figure 59:plancher mixte

9.3.3. Les façades

Des façades en verre sont prévues sur les volumes nouveaux. Ces façades vitrées, traitées en double ou triple vitrage selon l'exposition, permettent de maximiser l'apport en lumière naturelle tout en assurant des performances thermiques élevées. Elles créent également un contraste volontaire avec la masse minérale des murs anciens, mettant en valeur l'intervention architecturale contemporaine.

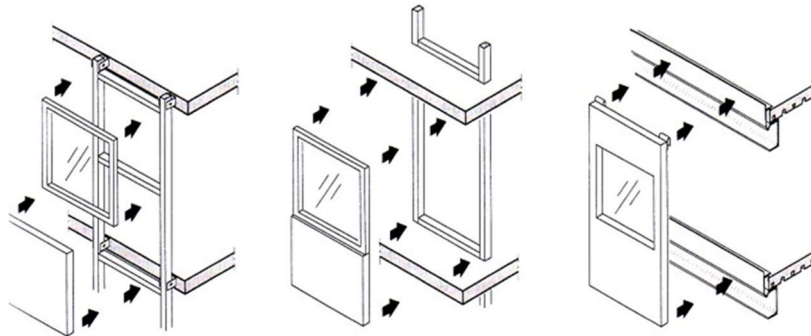


Figure 60 : façade en verre

Ces surfaces sont protégées par des brise-soleils orientables motorisés, capables de s'ouvrir ou se fermer automatiquement ou manuellement en fonction de l'ensoleillement. Ce système dynamique permet de réguler la chaleur en été, de maximiser les apports solaires en hiver, et de réduire considérablement les besoins en climatisation et en éclairage artificiel, tout en améliorant l'esthétique et la performance environnementale du bâtiment.

9.3.3.1. La façade comme interface dynamique

Cette architecture en mouvement produit une variété d'ambiances et de lectures formelles : selon l'inclinaison des lames, elle révèle ou dissimule, capte la lumière ou projette des ombres, et offre ainsi une multiplicité de visages au bâtiment. Vue de l'extérieur, elle engage un dialogue subtil entre transparence et opacité, entre technicité et légèreté, renforçant le langage contemporain de l'intervention tout en s'adaptant aux contraintes climatiques. Vue de l'intérieur, elle participe à la qualité de l'espace, modulant la lumière naturelle, cadrant les vues, et offrant à l'utilisateur un contrôle sensible de son environnement.

Par cette approche, le projet affirme une posture contemporaine : celle d'une architecture réactive, intelligente et poétique, où la façade devient le support d'une expérience sensorielle et d'une expression architecturale évolutive, en résonance avec les usages et le contexte.

X. Conclusion

Ce projet représente une réelle opportunité de revalorisation du site de L'Itat. Il redonne vie à des structures abandonnées, les transforme en pôles dynamiques et fonctionnels, et réorganise la perception globale du site. En masquant la bibliothèque désaccordée et en la rendant secondaire face à un nouveau volume cohérent et structuré, le projet répare la lecture visuelle du lieu. Le département d'architecture devient ainsi le repère principal, sans jamais écraser ni effacer le patrimoine existant.

En proposant une architecture équilibrée, à la fois affirmée et respectueuse, le projet crée un dialogue enrichissant entre passé et présent. Il démontre que le contemporain, lorsqu'il est bien pensé, peut s'intégrer harmonieusement dans un site historique, et même lui redonner sens. L'Itat, grâce à cette intervention, devient plus qu'un site restauré : il devient un lieu de transmission, d'innovation et de mémoire, un modèle de régénération urbaine respectueuse et ambitieuse.

XI. Bibliographie :

*Au cours de cette recherche, j'ai eu recours à l'assistance de l'intelligence artificielle pour rédiger les paragraphes nécessitant un style personnel et une expression professionnelle, Dans le but d'améliorer la **qualité de la rédaction** et d'utiliser des **termes plus précis** et adaptés au domaine. Cela a contribué à élever le **niveau des textes** afin de répondre aux **normes académiques et professionnelles requises**.*

Louis Sullivan : the Tall office building Artistically Considered publie en 1986

<https://www.acfas.ca/node/46937>

<https://calenda.org/203465?lang=en>

<file:///C:/Users/TechnoShop/Pictures/Saved%20Pictures/KourBoutheina.pdf>

<file:///C:/Users/TechnoShop/Pictures/Saved%20Pictures/KourBoutheina.pdf>

<file:///C:/Users/TechnoShop/Downloads/tdm-surelevation-1.pdf>

<file:///C:/Users/TechnoShop/Downloads/Guide-intervention-du-patrimoine.pdf>

<https://blog.archibien.com/comment-etudier-la-faisabilite-dune-extension-de-maison/>

<https://www.entreprise-bat.com/extension-verticale-dune-construction-comment-reussir-votre-projet/>

<https://www.deceuninck.fr/fr-fr/blog/bardage-fr/de-l-idee-a-la-realite-les-etapes-essentielles-pour-une-extension-de-maison-reussie>

<https://kadran.com/valoriser/maison/surelevation/>

<https://www.archionline.com/actualites/quels-materiaux-choisir-extension-maison/>

http://dspace.univ-tiaret.dz/bitstream/123456789/11944/9/5_Contentu%20Chapitre1.pdf

<file:///C:/Users/TechnoShop/Downloads/487358239-Chapitre-3-Portiques.pdf>

<https://www.google.com/search?q=Croix+de+SAINT+ANDRE>

<https://catalogue-construction-metallique.com/wp-content/uploads/2018/08/CroixSaintAndreCompositionP-1.pdf>

L'extension de gamme verticale : Clarification du concept

file:///C:/Users/TechnoShop/Pictures/Saved%20Pictures/chapitre_1_les_contreventements.pdf

<https://www.construiracier.fr/technique/solutions-constructives/structures/assemblages/>

https://gc.univbatna2.dz/sites/default/files/deptgc/files/sm_chapitre_1_rappel_sur_les_assemblagespd

<https://fr.sfs.com/applications/fixations-vis-couverture-et-bardage/bardage/simple-peau>

<https://www.muller-rost.com/glossaire-charpente-metallique/facade-metallique/>

http://moodle.univ-dbkm.dz/pluginfile.php/86085/mod_resource/content/1/6-Cha.pitre%2004.pdf.

<https://unt.univ-cotedazur.fr/uoh/espaces-publics-places/approfondissement-theorique-lanalyse-typo-morphologique/>.

XII. Annexes

12.1. Les plans d'aménagement

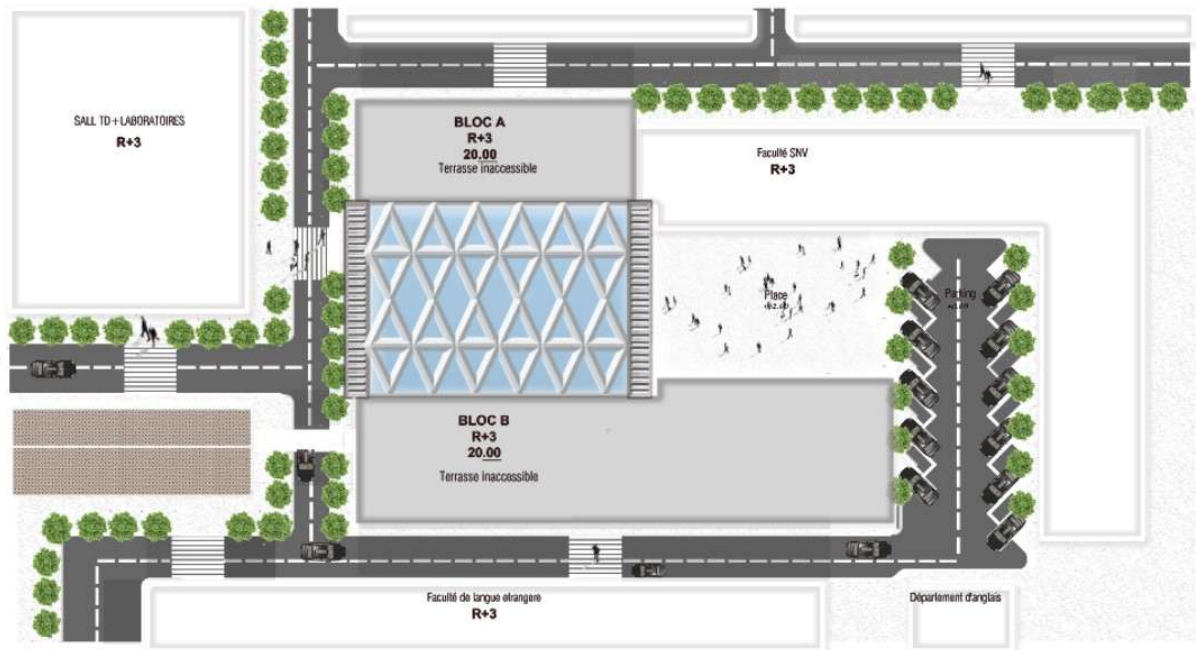


Figure 61: plan de masse ECH1/500

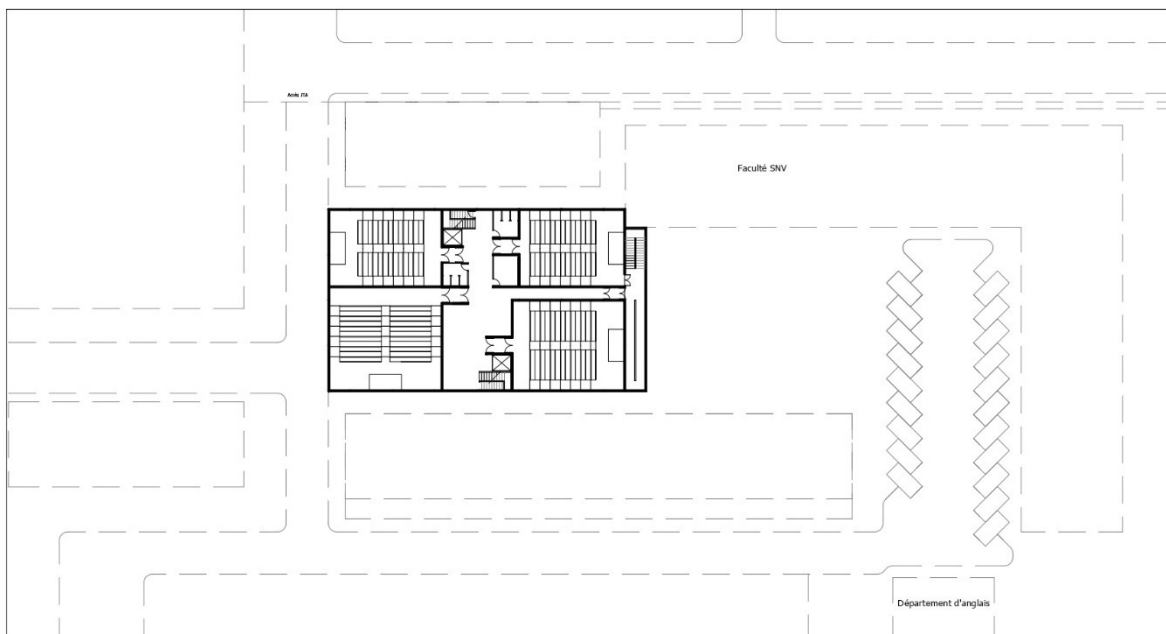


Figure 62: plan sous-sol niv -04 ECH 1/200

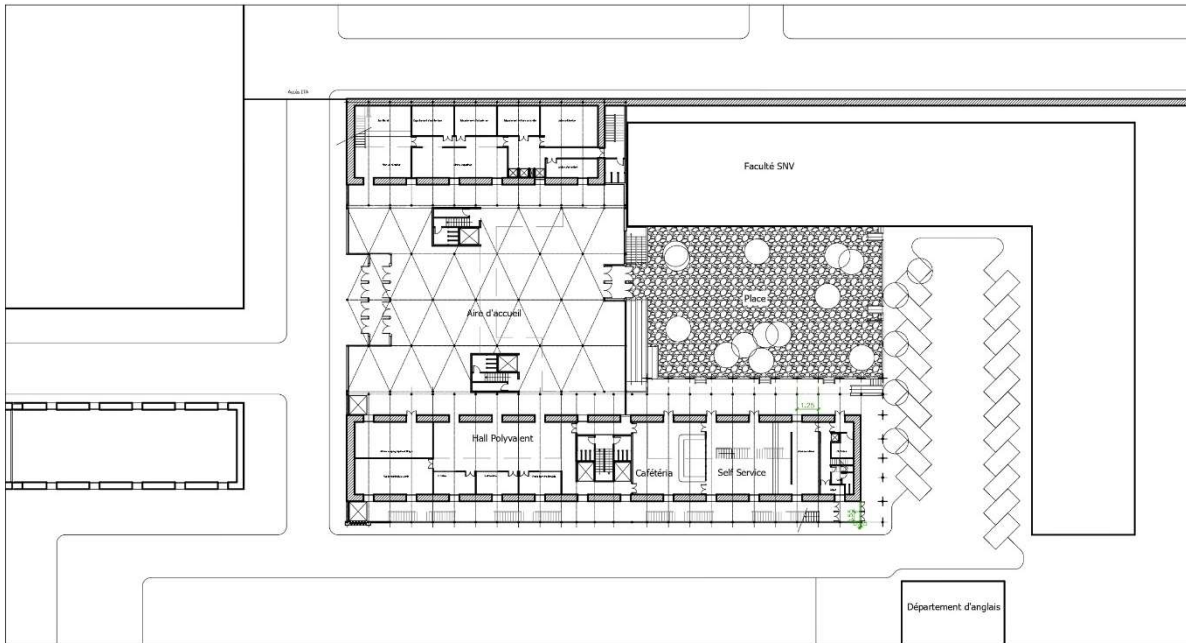


Figure 63: plan RDC niv 0.00 ECH1/200

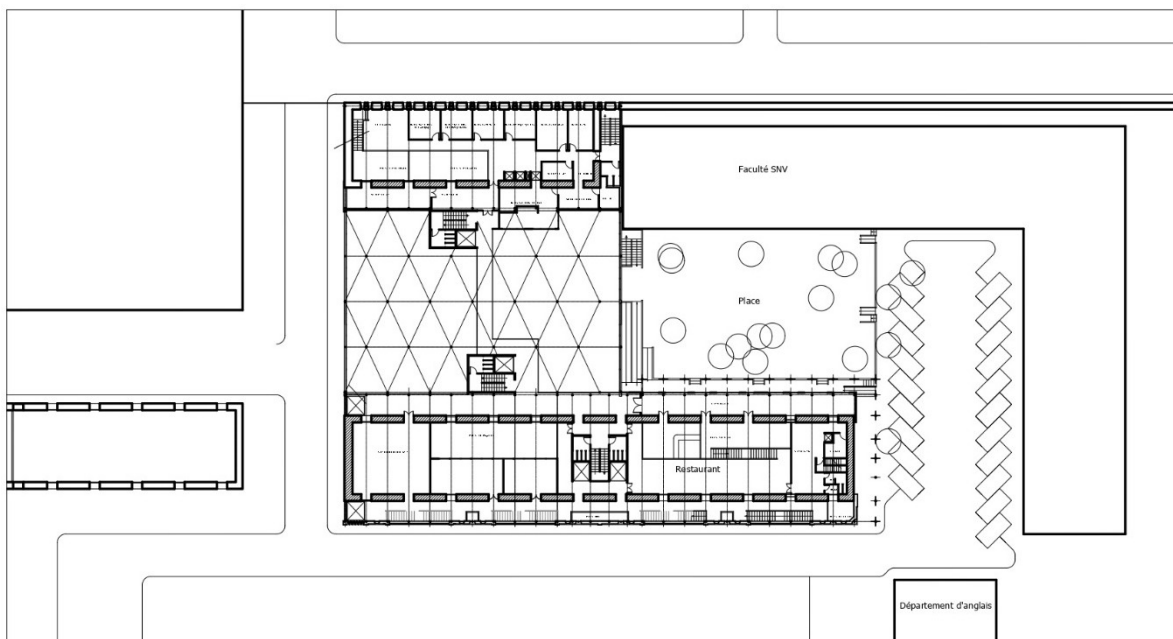


Figure 64: plan Mezzanine1C niv 3.80 ECH1/200

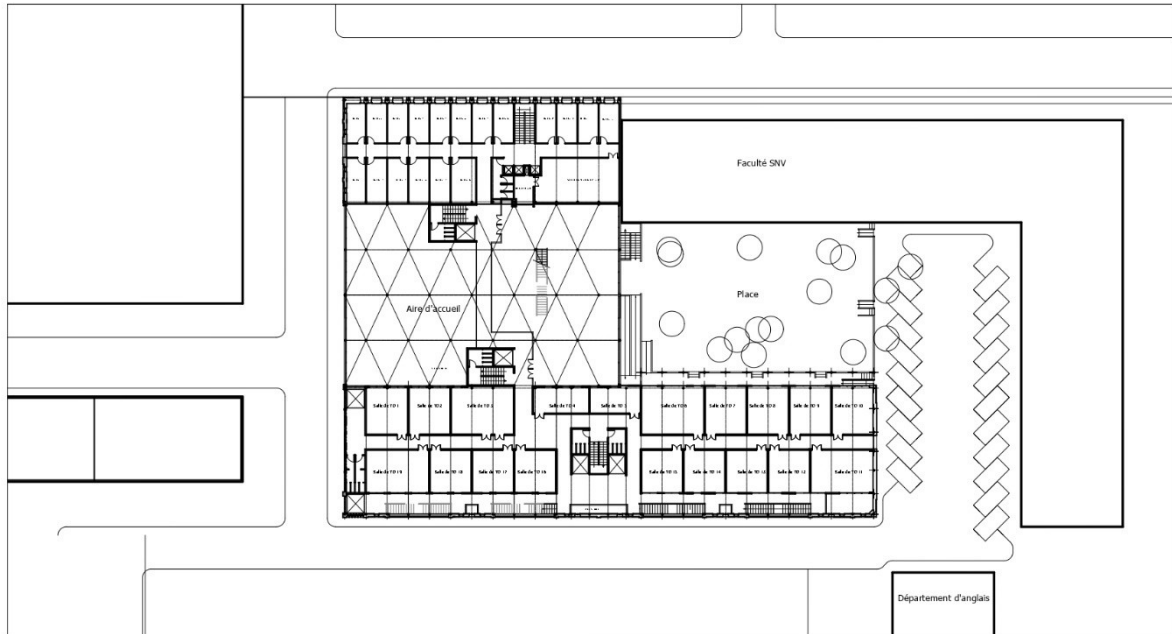


Figure 65: plan R+1niv+08.00 ECH1/200

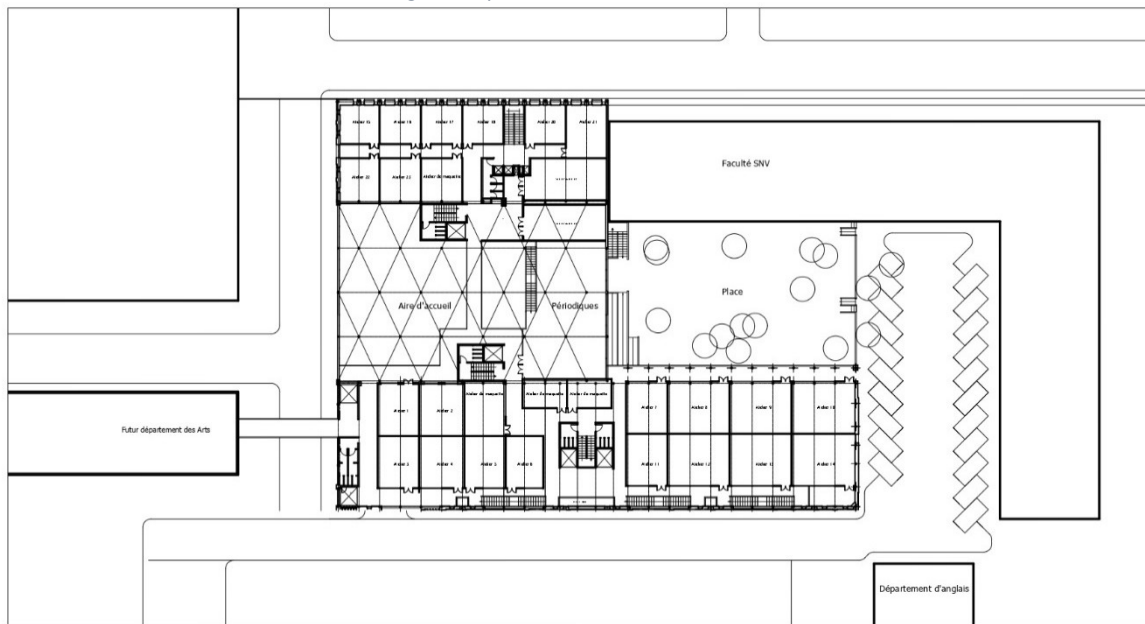


Figure 66: plan R+2 niv +12.00 ECH1/200

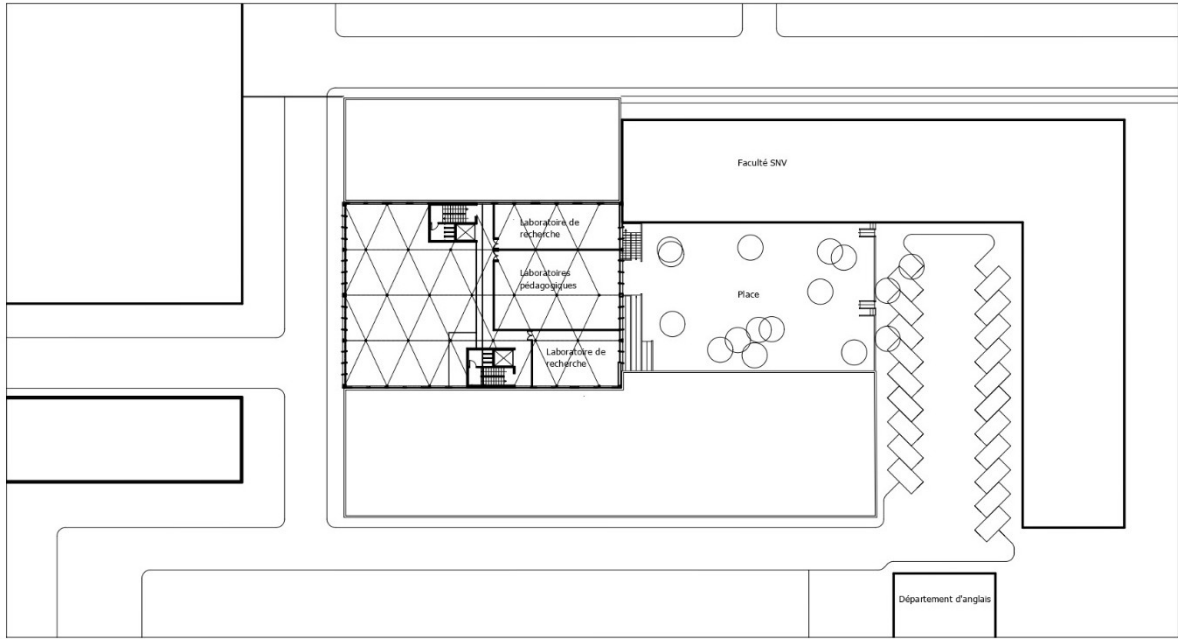


Figure 67: plan R+3 niv +16.00 ECH1/200

12.2. Table des matières

I. Introduction.....	1
1.1. Présentation du sujet et de la problématique.....	1
1.2. Objectifs du mémoire	2
1.3. Pertinence du sujet (enjeux patrimoniaux, pédagogiques et urbains).....	2
II. Connaissance du site et de son contexte	5
2.1. Historique du site de l'ITA	5
2.1.2. Chronologie des transformations.....	5
2.1.3. Valeur patrimoniale et architecturale :.....	6
État des lieux :	6
2.2. Méthodologie de travail.....	8
III. Arabaisance	9
3.1. Définition :.....	9
IV. L'extension :	10
4. 1. Définition :.....	10
4.2. L'objectif d'une extension :	10
4.3. Les critères de choix de types d'extension :	10
v. L'extension verticale :.....	10
5.1. Définition :.....	10
5.2. Les objectifs de l'extension verticale :	11
5.3. Inconvénients :.....	11
5.4. Les différents types d'extension verticale :	11
5.4.1. Extension par surélévation :	11
5.4.2. Extension par excavation :.....	12
5.4.3. Règlementations :	13
VI. La morphologie de la Surélévation.....	13
6.1. Définition :.....	14
6.2. Choix de La morphologie de la surélévation :.....	14
6.3. Différentes morphologies possibles en surélévation et leurs rôles dans le dialogue entre existant et ajout :.....	14
6.3.1. Continuité volumique :	14
6.3.2. Le joint creux :.....	15
6.4. L'instauration du dialogue architectural :	15
6.4.1 La continuité :.....	16
6.4.2. Le contraste :	17
6.5. Surélever pour répondre à des enjeux urbains et environnementaux :	18
6.6. Systèmes constructifs en surélévation :	20
VII. LETUDE DE FAISABILITE De la surélévation	20
7.1. Définition :.....	20
7.2. Les étapes pour réaliser une extension :	21
7.3. Les matériaux construction :.....	21
7.4. Les techniques de construction :	23

7.5. Critère de choix des matériaux de l'extension :.....	23
VIII.CONSTRUCTIONMETALLIQUE.....	25
8.1. Définition :.....	25
8.2. Domaines d'applications :.....	27
8.3. Classification de la charpente :.....	27
8.3.1. Charpente en profilés de commerce :	27
8.3.2. Charpente en profilés reconstitués soudés [PRS] :	28
8.3.3. Charpente en treillis :.....	29
8.3.4. Charpente en éléments tubulaires :.....	29
8.4. Avantages et Inconvénient :.....	30
8.5. Les fermes :	31
8.5.1. Définition :.....	31
8.6. Les pannes :	32
8.6.1. Description :	32
8.6.2. Pose et fixation d'une panne :	33
8.7. Les poteaux :.....	34
8.7.1Types de Poteaux :.....	34
8.8. Pieds de Poteaux :.....	35
8.9. Types et moyens d'ancrage des Poteaux :	36
8.10. Les éléments de stabilité ou contreventements :	37
8.10.1Définition :.....	37
8.10.2. Type des contreventements :.....	37
8.10.3. Ossatures avec triangulation à barres excentrées :.....	39
8.10.4. Ossatures avec triangulation à barres centrées :	39
8.11. Bardages :	40
8.11.1Définition :.....	40
8.11.2. Type de bardage :.....	40
8.12. Toitures (Couvertures) :.....	42
8.13. Façades :	42
8.14. Les plancher.....	42
8.14.1. Dalle sur coffrage perdu :	43
8.14.2. Plancher mixte avec connecteur :	44
8.15. Assemblage :.....	45

8.15.1. Différentes formes d'assemblage :	45
8.15.2. Les assemblages poutre-poteau :	Erreur ! Signet non défini.
8.15.3. Les assemblages poutre-poutre :	Erreur ! Signet non défini.
8.16. Techniques d'assemblage :	Erreur ! Signet non défini.
8.16.1. Le rivetage :	Erreur ! Signet non défini.
8.16.2. Le boulonnage :	Erreur ! Signet non défini.
8.16.3. Le soudage :	Erreur ! Signet non défini.
IX. Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
9.1. Bilan de la démarche	Erreur ! Signet non défini.
9.2. Apports du projet pour le site et ses usagers.....	Erreur ! Signet non défini.
9.3. Perspectives d'évolution ou de duplication à d'autres cas similaires.....	Erreur ! Signet non défini.
X. Annexes	52
10.1. Documents graphiques complémentaires	Erreur ! Signet non défini.
XI. Bibliographie :	52