

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Mohamed Chérif Messaadia – Souk Ahras
Institut des Sciences et de Technologie

Génie Civil
Option : constructions civils et industrielles

Mémoire de Magister

Thème :

**Gare routière,
Démarche conceptuelle vers un système constructif ouvert**

KHALFI Kamel

Jury

1-Mr Sid Madani	MC	C.U. Souk-Ahras	Président
2-KABAB Ahmed	MC/A	.U. Souk-Ahras	Rapporteur
3-Mr ROUILLI Ahmed	MC/A	U. Tebessa	Membre
4-Mr NOUAOURIA Mohamed S	MC/A	U. Guelma	Membre

Directeur de recherche : D^r A.KABAB
U. Souk-Ahras

-Juin 2012-

-Résumé :

Notre sujet de recherche qui consiste à la proposition d'un système constructif industrialisé pour les gares routières nous a imposé de d'organiser notre travail en trois chapitres

Le premier volet de la recherche consiste à une approche sur le secteur du transport en Algérie dont l'utilité est d'avoir une idée claire sur la place du secteur de transport dans l'économie algérienne et les avantages dont il jouit ce secteur. et les horizons du développement de ces équipements de transport et de mettre la lumière sur le nombre important de gares routières dont l'Algérie a besoin de réaliser afin de proposer un système constructif capable de réaliser ce nombre important de ces équipements

Le deuxième volet de recherche est une approche programmatique et dimensionnelle sur les gares routières et l'unification des dimensions (coordination modulaire des différents espaces) cette coordination modulaire va contribuer à la création du système constructif industrialisé

Le troisième volet est une approche conceptuelle d'un système constructif par composants modulaires

Les dimensions et l'implantation de chaque composants est conditionné par la trame avec un module base m, dont les composantes sont montés sur chantier

-ملخص:

ان عملية البحث من اجل الحصول او تطوير نظام بنائي صناعي خاص بالمنشآت النقل يفرض علينا القاء النظر على المحاور التالية:

-المحور الاول للبحث يتعلق بالقطاع المراد دراسته قطاع النقل في الجزائر حيث ان الهدف من دراسة هذا المحور هي اخذ فكرة واضحة عن الامكانيات المادية التي تزخر بها الجزائر و المكانة التي تحتلها قطاع النقل في اقتصاد الوطن من خلال هذه الدراسة تم التطرق الى مكانة القطاع في تطور اي بلد و النقص الكبير للمحطات النقل المغطات و هذا مما دفعنا الى دراسة نظام البناء المقترح من اجل استغلاله في بناء محطات النقل.

-المحور الثاني من الدراسة يشمل عمليات القياس لمختلف الاجزاء المكونة محطة النقل و في الاخير القيام بعمليات التنسيق البعدي و القياسي من اجل الحصول على القاسم المشترك الاصغر .

اما المحور الثالث من الدراسة يخص تصميم النظام البنائي المقترح من خلال المعطيات السابقة

ان قياسات و اماكن تركيب كل مركب يتعلق بالشبكة الرئيسية والقاسم المشترك الاصغر

كل المركبات يمكن تركيبهم في الورشة و عملية تفكيكهم لا تستدعي تهديم اي جزء من الاجزاء.

-INTRODUCTION GENERALE :

Les ressorts du développement économique sont nombreux et aucun ne suffit à lui seul à provoquer cette amélioration des conditions de vie que recherchent les individus et les peuples de toutes les parties du monde. Les progrès de l'éducation et de la santé publique, la découverte et l'exploitation des ressources naturelles, une industrialisation plus poussée, une organisation et une administration plus efficaces, l'empressement à accepter des idées nouvelles, tels sont quelques-uns des éléments qui favorisent le développement et porte la promesse d'une vie meilleure

Partant de cette grande diversité de facteurs et de leur interaction évidente, d'où l'activité de transport des personnes et des biens, revêtent une importance particulière car la mobilité a une action contagieuse qui permet d'atteindre plus facilement les autres objectifs, en effet les transports conditionnent à peu près tous les aspects du progrès économique et social, ils jouent un rôle essentiel dans la mise en valeur des terres, dans la commercialisation des produits agricoles et industriels, dans l'accès aux richesses forestières et minières, ils constituent un facteur capital pour le développement de l'industrie et des activités scolaires et sanitaires et pour l'échange des idées.

La nécessité d'évaluer avec précision la contribution des transports à la croissance économique résulte du volume même des investissements qu'ils réclament, dans les budgets de développement nationaux, ce poste vient généralement au premier ou au deuxième rang et il absorbe 20 à 40 % des ressources consacrées au progrès économique et social. Cette importance apparaît bien dans les programmes d'aide économique : les transports en bénéficient du tiers des prêts consentis par la Banque Internationale pour la Construction et le Développement et du cinquième de l'aide apportée par les États-Unis aux projets de développement,

L'influence des transports sur la croissance économique, les moyens de surmonter les difficultés résultant de leur insuffisance et la manière dont leur amélioration peut servir les progrès économiques, sociaux et culturels

Une demande conséquente en équipement d'accueil et d'exploitation de tout un réseau de communication dont il faut dès à présent prévoir la réalisation rapide et fonctionnelle

Tout projet de gare routière devrait reposer sur les principes suivantes : une flexibilité maximum pour satisfaire un trafic en perpétuelle croissance, une transparence accrue pour intégrer l'environnement et le paysage à l'intérieur de l'ouvrage, une originalité de composition car toute gare est l'ouverture immédiate sur la région à visiter.

I. Motivation du choix de sujet :

Vue le contexte économique algériens et le développement important dans le secteur du transport Nous avons choisi ce thème pour les raisons suivantes :

- Une demande importante de construire vite et rapide vue les nouveaux données économiques
- Un manque important dans l'industrialisation du bâtiment en Algérie et surtout dans le secteur du transport
- Utilisation de systèmes constructifs traditionnels en béton armée, structure poteau poutre, dont les délais de réalisations sont importants
- Rationalisation de la construction des gares routières à travers le pays
- Profiter des opportunités offertes par les marchés locales et internationales
- Il permet de créer des liens entre les utilisateurs qui viennent de région différente ou d'autres pays
- Originalité du thème il s'agit d'un thème qui n'a pas été abordé, vue que c'est un thème d'actualité la raison pour la quel nous avons essayé d'aborder ce sujets pour offrir des documents utiles et proposer des axes de recherches en relation avec le contexte et économique, et de rapprochée l'université des décideurs

Ce thème permettra au pays de rentrer avec force dans la course de développement, et d'améliorer le niveau de vie des citoyens

a-Problématique :

À l'horizon 2020, il est difficile d'anticiper l'émergence de véritables alternatives à la construction traditionnelle, d'autant que le secteur du bâtiment a déjà intégré une certaine dose d'industrialisation en adoptant des composants préfabriqués en atelier. C'est donc plutôt sur le front de l'organisation que l'on peut prévoir des évolutions auxquelles les nouvelles technologies de la communication pourraient contribuer, « Les méthodes de bâtir dites traditionnelles ne pouvant satisfaire aux besoins très importants et urgents de la reconstruction, il est devenu indispensable d'appliquer au Bâtiment les méthodes de l'industrie »¹

Face au succès incontestable des modèles « lowcost » dans de nombreux secteurs de l'industrie, certains professionnels relancent le débat sur l'industrialisation du bâtiment. La standardisation des procédés constructifs, pourvoyeuse d'économies d'échelle, Le secteur du bâtiment traverse actuellement une époque charnière. Sur le plan purement technique, les innovations récentes en matière de matériaux et de procédés constructifs semblent suivre le long chemin des innovations incrémentales qui a toujours caractérisé et fait évoluer le secteur dans les pays développés.

En Algérie, la demande est toujours très importantes, face au manque important de ces équipements d'accueils « gare routière », vue les investissements colossales dans le secteur du transport notre problématique ce résume :

- **comment trouver un système constructif adéquat qui aidera à la production des éléments compatibles et interchangeables pour notre gare routière ?**
- quelle est la démarche à suivre pour la conception de ce système constructif modulable**
- Sous quelle base ce système constructif doit être conçu?**
- **Quel sont le produit et le procédé visés à travers l'utilisation d'un système de construction ?**

¹ Aleyda RESENDIZ-VAZQUEZ, Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en Histoire des Techniques et de l'Environnement, **L'industrialisation du bâtiment Le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973)**

b-Hypothèses :

1– Le PRODUIT visé : une qualité architecturale, économique et des temps de réalisation réduit

2– Le PROCÉDÉ visé : le recours aux stratégies et technologies de la construction pré usinée et industrialisée.

3-Pour peu que l'on en comprenne les mécanismes, l'industrialisation est en mesure de rendre l'architecture de qualité accessible au plus grand nombre, car elle tire justement son pouvoir de la quantité.

c-Méthodologie :

L'axe de recherche que nous aurons à développer concernera à cet effet la conception d'un appareil ou système constructif de production relatif à une gare routière, système qui sera industrialisé et ouvert par recours à des composants

L'approche privilégiée devra s'appuyer sur un travail élémentaire de programmation et de coordination dimensionnelle pour s'assurer de la bonne continuité des fonctions essentielle de notre ouvrage : sécurité, incendie, confort thermique et acoustique, étanchéité

Notre mémoire se compose de trois parties:

Dans la première partie nous expliquons la logique de production dans le secteur transport à partir de l'analyse des notions et des concepts de la préfabrication et de l'industrialisation du bâtiment.

Dans la seconde partie nous aborderons une approche méthodologique de la conception d'un système constructif industrialisé, dont nous allons présenter l'aspect programmatique afin de matérialiser les éléments que nous avons projetés dans la conception du projet et chercher une trame adéquate au dimensionnement qui aidera à la mise en place d'un catalogue.

Enfin dans la troisième partie nous passons de la conception à la réalisation. En faisant appel aux types d'assemblage et processus de montage des différents éléments de l'équipement sur chantier.

La jonction de ces trois parties, donne lieu aux conclusions qui confirment, pour l'essentiel, que l'industrialisation dans la construction des équipements culturels est une porte ouverte pour les Architectes et les Ingénieurs

d-Approche des concepts utilisés :

A-Un système : est un ensemble d'éléments interagissant entre eux selon certains principes ou règles.

Un système est déterminé par :

la nature de ses éléments constitutifs ,les interactions entre ces derniers,sa frontière, c'est-à-dire le critère d'appartenance au système (déterminant si une entité appartient au système ou fait au contraire partie de son environnement)².

B-Sous-système : ou module est un système participant à un système de rang supérieur.

Un système peut être ouvert ou fermé dans tel ou tel domaine, selon qu'il interagit ou non directement avec son environnement.

En grec ancien, sustēma signifie « organisation, ensemble ». Ce mot provient du verbe: « établir avec »), qui signifie « mettre en rapport, instituer, établir ».selon dictionnaire Wikipedia.

C-Système constructif : On appelle système constructif un ensemble de composants de construction permettant de réaliser une part significative des tâches de construction et conçu dans le respect de règles dimensionnelles et d'assemblage entre ces composants.

D-Systèmes constructifs fermes :

Les premiers systèmes constructifs ont essentiellement été des expériences isolées, œuvre d'un constructeur-concepteur particulièrement inventif, voire génial.

Un tel agent (groupe ou individu) produit, pour un type de construction ou pour son marché, un nombre fini de types de composants constructifs. Chaque type de composants est défini par sa fonction et il y a généralement un nombre limité de types de composants par fonction, voire un seul type, pour des questions de taille de séries. Faute de coordination entre constructeurs quant au module et aux assemblages, il n'est pas possible de remplacer, au sein d'un système constructif, un type de composants produit par un constructeur, par le type de composant répondant à la même fonction, mais appartenant à un autre système constructif et produit par un autre constructeur. Ce nombre fini de types de composants est donc souvent figé ; on a défini ce genre d'industrialisation de la construction par le terme "industrialisation fermée".

E-système constructif industrialisé : est dit ouvert lors qu'il est constitué de types de composants produits par des fabricants différents, dont un ou plusieurs types peuvent remplir la même fonction, et dont l'ensemble remplit l'essentiel des fonctions d'un bâtiment.

F-La préfabrication : est. à comprendre comme un transfert rétroactif, du chantier à l'usine, du temps de travail nécessaire à produire un bâtiment. Ce transfert correspond à une tendance à minimiser la part du temps de travail sur le chantier et à y transporter les éléments constructifs aussi finis que possible, c'est-à-dire dans un état où ils ne nécessitent plus que leur montage et quelques finitions. Dès le moment où l'on pouvait partir le bâtiment en parties réaliser.

² Site internet Wikipedia

G-le transport :

Transport, nom masculin

Sens 1 : Action de transporter quelque chose ou quelqu'un d'un lieu à un autre.

Synonyme acheminement ; **Anglais** transport, transportation

Sens 2 : Moyen de transporter des ou des marchandises. **Ex** Des moyens transports.

Synonyme : voiture **Anglais** : transport

Sens 3 : Émotion forte [**Littéraire**].

- D'après MICHEL SHESTER : le transport st le résultat d'une nécessité de plus en plus élargie de transporter la production agricole et industrielle d'un site de création d'un de consommation Résultat pour les individus d'une nécessité de déplacer leur personne physique d'un bien à un autre D'après Larousse :le transport en générale est le déplacement de personne ou de bien d'un endroit a l'autre ,il prend plusieurs forme selon les moyens utilisés

Le transport est l'action de déplacer ou de porter d'un bien vers un autre

De ces définitions que nous avons citées on définit le transport comme et comme étant l'ensemble des dispositions mise en place pour assurer le déplacement des personnes et du bien matériel d'un bien à un autre et on le qualifie comme un système composé de sous-système correspondant au différent mode

H-Une gare routière : de voyageurs est une structure de correspondance entre plusieurs lignes de transports en commun voyageant par la route (autocars, autobus ou trolleybus). Des réseaux de différentes envergures peuvent s'y rencontrer (urbain / suburbain, régional ou interrégional). Une gare routière se différencie d'un simple arrêt de bus par sa taille, et par les infrastructures qu'elle présente : elle propose généralement des services aux passagers, tels que des lieux d'attente, des commerces (presse, tabac, boissons, petite restauration), des guichets vendant des titres de transport, des toilettes, etc. Lorsque la gare routière donne une correspondance avec un mode ferré de transport en commun (train, métro, tramway), elle est qualifiée de pôle d'échanges ou *pôle intermodal*. Dans certains cas, notamment lorsqu'une telle structure est en fin de ligne, elle peut être couplée avec un dépôt.

1^{ERE} PARTIE : APPROCHES DU SECTEUR TRANSPORT:

-Introduction :

Les problèmes du transport, d'urbanisme et de l'environnement sont devenus une des principales préoccupations de notre société, en dépit d'une méconnaissance totale des principes régissant ces disciplines,

Pour répondre aux besoins de déplacements, les réseaux de transport public doivent évoluer, ce qui nécessite des études de plus en plus approfondies, ainsi le développement des équipements de ce secteur et le choix de leur implantation

Ces équipements doivent être réalisés tout en tenant compte des procédés de construction afin de gagner un maximum de temps et d'argent, ce qui nous mène à la préfabrication.

I. Chapitre 01 : Analyse du secteur du transport

A. Les modes de transport :

-Classification :

Les modes de transport sont généralement classifiés selon les voies de communication utilisées. Ce sont les transports terrestres (routiers et ferroviaires ou guidés), les transports maritimes, les transports par voies d'eau (fleuves et canaux), les transports aérospatiaux (aériens et spatiaux), individuels ou collectifs.

Pour transporter d'un point à un autre (ou pour déplacer, s'il s'agit d'un déplacement simple), il est souvent nécessaire de combiner ces différents modes de transport. Il s'agit alors de transport multimodal, ou intermodal, ou plurimodal, ou combiné.

-Transports terrestres :

✓ Transport routier

Le transport (et le déplacement) routiers qui s'effectuaient à pied, puis à la traction animale ont pris leur essor, avec l'invention du moteur, réduisant le temps de transport, à moindre fatigue³.

Dans les pays occidentaux, il est effectué à l'aide des véhicules automobiles de tourisme ou industriels : voitures, camionnettes (véhicule industriel de moins de 3,5 tonnes de P.T.A.C., selon la législation française), camions et remorques. Dans de nombreux autres pays, le transport routier s'effectue toujours à grande échelle par des moyens humains (bicyclettes, ..) et à traction animale.

³ Source ; <http://www.techno-science.net/%3Fonglet%3Dglossaire%26definition%3D818>

Pour faire face à l'extension de la demande, et si le pays en a les ressources, le réseau routier est étendu et modernisé. Le réseau et les infrastructures peuvent même être spécialisés : aménagement de pistes cyclables, de couloirs d'autobus (voies réservées, construction de parkings sécurisés pour les camions).

Le développement de ce mode de transport, lorsqu'il est motorisé, explique en grande partie l'internationalisation des échanges au niveau des continents, donc par la route, à grande échelle.

Cependant, les gaz d'échappements ont des effets néfastes sur la santé et l'environnement, et ils contribuent à l'effet de serre. Les populations et les pouvoirs publics de nombreux états tendent par conséquent à faire réduire ces émissions, par des moyens politiques, en rédigeant, par exemple, des protocoles internationaux (Protocole de Kyoto) et en tentant de les faire appliquer. D'autres organisations s'intéressent aussi au développement et à la gestion du transport routier

✓ **Transport ferroviaire :**

Le transport ferroviaire s'effectue sur des voies ferrées, et comprend, par conséquent, le train, le métro et le tramway. C'est le seul moyen de transport (avec certains navires à propulsion nucléaire) qui utilise à ce jour, l'électricité massivement, comme source d'énergie. Il présente par conséquent de nombreux avantages, sur les autres modes de transport :

1. Le transport par voies ferrées est souvent plus rapide que par la route (système de guidage et absence d'obstacles).
2. Il est relativement peu coûteux, car la puissance développée par des moteurs électriques relativement légers permet le transport de charges importantes, parce que l'énergie n'a pas besoin d'être stockée, parce qu'elle est bon marché si elle est produite par des installations nucléaires.
3. Il est non polluant, toujours si l'énergie est produite par des centrales nucléaires, et peut-être bientôt en grandes quantités, pas les systèmes géothermique, éoliens, marée-moteurs ou solaires.

Le transport ferroviaire de marchandises ou de personnes nécessite la mise en œuvre d'infrastructures de transferts, pour acheminer et transborder les personnes jusqu'à leur train, et la marchandise ou la remorque et le camion, jusque sa plate-forme, et pour effectuer ensuite l'opération inverse. Les infrastructures sont constituées de gares de voyageurs, de gares de triage, de chantiers de transports combinés (portiques, grues).

✓ **Autres transports terrestres guidés :**

Il s'agit des modes de transports qui mettent en œuvre des véhicules guidés par un moyen mécanique ou électronique, comme le téléphérique, la télécabine, le train monorail et l'aérotrain, le train à sustentation magnétique, les remontées mécaniques, principalement pour le transport de personnes, le funiculaire et le train à crémaillère.

Il ne faut pas oublier, pour les transports de marchandises, les systèmes de filoguidée utilisés principalement dans les entrepôts, pour diriger les chariots préparateurs ou élévateurs.

-Transport par voies navigables (fluvial et par canaux) :

Le transport par eau (fleuves, voies navigables, canaux) revêt plusieurs avantages :

1. Il est très économique car peu coûteux en énergie,
2. Il est donc peu polluant
3. Il permet aussi de transporter des tonnages très importants à moindre coût

Cependant, il est relativement lent et nécessite que l'entreprise qui utilise ce mode de transport produise un stock qui sera conservé sur le bateau, jusqu'à son acheminement.

Il nécessite de mettre en œuvre des voies navigables et seuls les pays par l'hydrographie peuvent en bénéficier largement. Les infrastructures sont constituées de ports fluviaux, d'écluses ...

Son utilisation pour transporter des personnes est principalement réservée au tourisme, pour certains pays. D'autres pays ou certaines villes, plus maritimes ou insulaires, combinent le transport par voies maritimes, par fleuves et canaux (Venise) et les autres modes de transport de personnes, plus massivement.

-Transport maritime :

Le transport maritime a été le moyen de découvrir et d'explorer les continents nouveaux (Découverte des Amériques, exploration des pôles) à partir desquels se sont développés ou intensifiés de nouveaux commerces (y compris le commerce d'esclaves) avec l'ancien continent, comme les routes continentales l'avaient déjà fait.

Le transport maritime a bien gardé sa vocation commerciale, car sur les longues distances, il reste, pour des charges importantes, le plus économique, parfois le seul disponible. Il participe aujourd'hui aux transports de carburants (pétroliers), gaz (méthaniers), de containers de déménagement et de

marchandises. Le percement des canaux (canal de Panama, canal de Suez) a favorisé ce développement, en raccourcissant les distances. D'autres considèrent déjà que la fonte de la calotte glaciaire des pôles, sous l'effet de serre, permettra prochainement d'ouvrir de nouvelles voies maritimes sécurisées.

Pour ce qui est des échanges à courte distance (cabotage), il se pratique intensément sur toutes les mers intérieures, et relie les continents, contribuant à l'entretien ou au développement de cultures communes, comme la Méditerranée. Ces cultures pélagiques sont basées sur une histoire ancienne et commune et sur des échanges commerciaux privilégiés. N'oublions pas, dans ce chapitre, Marseille et son célèbre traversier, toujours en activité, évoqué par Marcel Pagnol ni *La Sardine*, qui en avait obstrué l'entrée, en sombrant, le Vieux port ...

Pour ce qui est des transports de voyageurs, si la vocation première du transport maritime était de transporter des troupes, des missionnaires, des émigrants en vue de la colonisation d'autres contrées, il s'est ensuite développé comme moyen d'agrément (croisières) ; pour de nombreux pays, il a toujours été et reste un moyen de communication fortement usité, sur des traversées courtes (de quelques minutes à quelques jours). Il participe aussi à de nombreuses missions scientifiques.

-Transport aérospatial :

✓ **Transport aérien**

Dernier mode de transport apparu au cours du XX^e siècle, d'abord réservé à une élite, il s'est rapidement démocratisé, monopolisant les liaisons transcontinentales et éliminant les derniers paquebots transatlantiques. Dépendant à l'origine de la Marine, il en a conservé le vocabulaire (celui de la **navigation** aérienne). Il est ensuite devenu véritablement un transport de masse avec l'apparition des avions gros porteurs et les compagnies aériennes à bas prix.

Sa suprématie est contestée par les trains à grande vitesse sur les trajets de moins de trois heures. Il commence à rencontrer des limites à cause de l'encombrement du ciel, des nuisances sonores de plus en plus mal acceptées par les riverains des aéroports, par son coût énergétique important, enfin par son influence sur la dégradation de la couche d'ozone et l'effet de serre, Il s'adresse principalement aux voyageurs, mais le transport de fret aérien se développe de plus en plus avec la mise en service d'avions cargos spécialisés. Des alternatives plus économiques à l'avion ont été utilisées, ont disparu, et sont de nouveau à l'étude, comme le ballon dirigeable.

Les réseaux de transport aériens s'appuient sur des aéroports et des héliports...

Le transport aérien est observé, contrôlé ou animé par des organisations comme :

L'Organisation de l'aviation civile internationale (O.A.C.I.)

✓ **Transport spatial :**

Dernier né du siècle dernier, il met en œuvre des véhicules dérivés d'armes de guerre (missiles), mises au point par les ingénieurs allemands et américains. Il s'est ensuite rapidement développé, sous sa forme actuelle, dans le contexte historique de la guerre froide, mettant en compétition américains et soviétiques, pour des raisons de notoriété (premiers spoutniks) et stratégiques (observation des infrastructures ennemies, port de charges militarisées).

Des raisons commerciales et politiques ont amené l'Europe à débiter un programme spatial (port et mise en orbite de satellites de communications, d'observations) comme les autres puissances spatiales ; les américains et les russes ont commencé, de leur côté, à construire des stations spatiales à des fins scientifiques (aussi).

Le transport spatial en est à ses balbutiements. Dans l'avenir, parmi les nombreuses missions qui lui seront attribuées, figurera la conquête des espaces intergalactiques et des exo planètes, susceptibles d'accueillir une partie de l'humanité, ou de participer à son développement, voire à lui servir de lieu de repli.

Enfin, certains phénomènes aérospatiaux observés ou rapportés et non compris en l'état, pourraient, c'est une hypothèse, être liés à des transports d'origine exogènes (phénomènes spatiaux non expliqués, ou objets volants non identifiés).

Certains organismes sont en charge et s'intéressent au transport spatial :

1. Agence spatiale européenne
2. N.A.S.A

-Transport multimodal :

Le transport multimodal, ou transport intermodal, ou transport combiné, consiste à assurer un transport en empruntant successivement différents modes de transport. Il concerne surtout les marchandises.

Le vocabulaire le concernant n'est pas totalement stabilisé. En effet, on peut trouver sur le site de la Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe ^[10] un document qui liste les définitions qui servent aux travaux des trois organisations intergouvernementales qui ont établi cette compilation : Union Européenne (U.E.), Conférence Européenne des Ministres des Transports (C.E.M.T.), et Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe (C.E.E.-O.N.U.).

Dans ce document, le **transport combiné** est défini comme un "transport intermodal dont les parcours principaux, en Europe, s'effectuent par rail, voies navigables ou mer et dont les parcours initiaux et / ou terminaux, par route, sont les plus courts possible." A son tour, le **transport intermodal** est défini comme "l'acheminement d'une marchandise utilisant deux modes de transport ou plus mais dans la même unité de chargement ou le même véhicule routier, et sans empotage ni dépotage", qui se distingue du **transport multimodal** ("acheminement d'une marchandise empruntant deux modes de transport différents ou plus."⁴) Les personnes qui se réfèrent à ce document peuvent préférer réserver le qualificatif "**plurimodal**" aux déplacements de personnes utilisant successivement au moins deux modes de transport pour le même déplacement.

Le transport multimodal s'est développé surtout de la nécessité d'assurer la continuation terrestre du fret maritime en simplifiant les manutentions portuaires. C'est du transport maritime qu'est née la standardisation du conteneur.

Le transport combiné terrestre concerne surtout le transport combiné rail-route, qui fait appel en plus des conteneurs à des caisses mobiles et aux plateaux de transport de semi-remorques. Une variante, exploitée ponctuellement est la "route roulante" ou "autoroute ferroviaire" qui consiste à transporter sur des trains des ensembles routiers complets (tracteur + remorque + chauffeur) à l'exemple du *Shuttle* d'Eurotunnel. Même s'il présente de nombreux avantages économiques et environnementaux, les nombreux conflits de travail, en France, perturbent très fortement son développement, alors que d'autres pays voisins (Suisse, Autriche) l'ont très bien intégré.

B. Critères de Choix du mode de transport :

Dans le cadre d'un transport ou d'un déplacement "combiné", les parties terminales des itinéraires empruntés utilisent généralement des moyens individuels de transport, dispersés (présence de nombreux véhicules proches du point d'expédition) et relativement lents, alors que les parties médianes des itinéraires recourent aux moyens collectifs (véhicules de plus grande capacité). L'objectif de cette organisation est de réduire le coût du transport, en le massifiant. La première partie de l'itinéraire n'a pour objet que de rejoindre le moyen de transport en commun de personnes ou public de marchandises ; la dernière partie de l'itinéraire a pour objet de rejoindre la destination finale.

Les moyens de transport utilisés pour la partie médiane de l'itinéraire peuvent être lents (transports par voies d'eau) et souvent moins coûteux, car *économés* en énergie, ou plus rapides (transport routier, ferroviaire et aérien). Le choix peut être effectué en fonction de la disponibilité du moyen de transport, de ses qualités (capacité, rapidité, sécurité, conformité aux réglementations applicables aux marchandises, au

⁴ Source : Site internet Wikipédia

commerce ...), et de son coût, par exemples. Pour le transport de marchandises dangereuses ou sensibles, la notion de sûreté est aussi prise en compte.

1. **Types du transport routier :**

➤ **Transport régulier :**

Il est caractérisé par un trajet et arrêt bien déterminés

➤ **Transport spécial :**

Il contient le transport ;

- des taxis
- le transport sanitaire
- le transport des cadavres
- transport par câble...etc.

➤ **Transport occasionnel :**

Il contient le transport des équipes sportives, les excursions

II. Chapitre 02 : Planification et programmation dans le secteur en Algérie:

A. Le secteur du transport en Algérie :

Au cours des dernières années, le gouvernement algérien a mené de profondes réformes pour améliorer les systèmes de transport:

- nécessités de développement du pays,
- cohérence avec ses engagements internationaux (UE, OMC),
- mise en place d'un système de transport intégrée efficace, caractérisé par la sécurité et la sûreté, dans la région méditerranéenne et l'accroissement du commerce intra-régional,

« Les pouvoirs publics algériens ont adopté le principe de prendre les mesures nécessaires pour améliorer la gouvernance et la gestion des réseaux de transport en s'inspirant des meilleures pratiques internationales »⁵.

Nouveau rôle de l'État

Le développement du secteur des transports s'est appuyé, au cours de la décennie 1990, sur les principaux axes qui ont sous-tendu le processus de réformes structurelles:

- désengagement de l'État de la sphère économique (État gérant → État garant),
- libéralisation et démonopolisation des activités économiques et commerciales,
- participation accrue du privé à ces activités.

Mesures prise depuis 1987

- adaptation du dispositif juridique encadrant et organisant les activités de transport,
- ouverture des activités de transport, terrestres aérien et maritime à l'initiative du capital privé national et/ou étranger,
- recherche de nouvelles formules de financement des infrastructures de transport à travers notamment le régime de la concession.

Cadre institutionnel central des transports

Les transports sont régis par une multitude de textes (plus de 150 textes pris depuis l'indépendance) et les compétences sur ce secteur sont réparties entre plusieurs institutions.

L'État au niveau central est représenté par les ministères,

- des Transports,
- des travaux publics,
- de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement,
- chargé de l'urbanisme (Habitat),
- de l'Intérieur et des Collectivités Locales,

⁵ Source :La Gouvernance des systèmes productifs dans le secteur des transports en Algérie, M. Abdeladim BENALLEGUE, Expert en économie des transports

➤ des Finances et du Commerce

Institutions auprès du Ministère des Transports

- un Conseil National des Transports terrestres (avis d'ordre technique, financier, économique ou social relatif au développement, à l'organisation et au fonctionnement des transports terrestres).
- un comité technique interministériel de transport des matières dangereuses (établissement et mise à jour des listes de produits, définition des règles applicables pour leur conditionnement et leur transport).

B. Un secteur en pleine transformation grâce au programme

d'investissements publics :

Après le Plan Complémentaire de Soutien à la Croissance (PCSC) qui a consacré plus de 40 Mds USD (soit plus de 20% du programme) au secteur des transports et au développement de ses infrastructures (rail, routes, autoroutes, ports, aéroports,...), les autorités gouvernementales ont dévoilé un nouveau plan quinquennal pour la période allant de 2010 à 2014 qui permettra de poursuivre cet effort avec la même intensité. En effet, 15% du nouveau programme (42 Milliards de dollars) sera consacré aux travaux publics (routes, ports, aéroports), et 13% (38 milliards de dollars) seront alloués aux transports (ferroviaires, transports urbains, extension de ports, etc.).

❖ Les transports ferroviaires :

Le ministère des Transports (MT) a prévu une enveloppe de l'ordre de 35 Mds USD pour le développement des transports ferroviaires et urbains sur la période 2010-2014.

L'Agence Nationale pour l'étude et le Suivi de la Réalisation des Infrastructures Ferroviaires (ANESRIF) gère un programme de réalisation de 6000 km de voies ferrées nouvelles et de modernisation du réseau existant :

- la modernisation de la rocade Nord qui traverse le pays d'est en ouest sur 1500 km,
- la mise à niveau ou la création de liaisons nouvelles sous forme de pénétrantes à partir de la rocade Nord,
- l'aménagement du réseau de la banlieue algéroise (construction d'une nouvelle Gare Centrale Grandes Lignes, d'une Gare Centrale Lignes de Banlieues à Alger, d'une liaison avec l'aéroport, dédoublement de certains tronçons de voie et aménagement de divers faisceaux et dépôts), ainsi que son extension jusqu'à Tizi Ouzou à l'Est (50 km), Bouinan au Sud et Zeralda à l'Ouest (23 km),
- la poursuite de la réalisation de la Rocade des Hauts Plateaux lancée à la fin des années 80 et dont les travaux ont été ralentis durant les années 90.
- la réalisation des boucles Sud-ouest et Sud-est afin de désenclaver les grandes villes du Sahara.

Parallèlement au développement du réseau ferroviaire, la SNTF (exploitant du réseau) a entamé, en 2005, avec le concours financier de l'État, un plan de modernisation de son matériel d'exploitation : acquisition de 17 autorails diesel pour le trafic régional auprès de l'espagnol CAF dont la livraison s'est échelonnée entre 2007 et novembre 2008, achat de 64 rames électriques auprès du suisse STAEDLER destinées aux trains de la banlieue algéroise qui seront livrées entre 2008 et 2010, mise en service entre 2006 et 2008 de 40 locomotives diesel électriques fabriquées par le canadien EMD. Dans le cadre de sa politique d'électrification, l'opérateur prévoit aussi d'acquérir des locomotives et des rames électriques qui devraient servir notamment sur les grandes lignes.

❖ **Les transports urbains :**

Le ministère des Transports a lancé plusieurs grands projets en vue de doter les grandes villes du pays de systèmes de transports en commun à même de répondre aux besoins des populations. Outre le métro et le tramway d'Alger, la construction des tramways d'Oran et de Constantine est engagée. Le Ministère des Transports a délégué à l'EMA la maîtrise d'ouvrage pour le développement des tramways et transports par câble dans les grandes villes d'Algérie. Alger, Oran et Constantine devraient être dotées chacune d'une ligne de tramway à l'horizon 2010-2011. Des études en vue de doter 11 autres agglomérations (Sétif, Annaba, Mostaganem, Sidi Bel Abbès, Ouargla, Batna, etc.) de tramways sont en cours. Dans les zones à relief accidenté, des systèmes de transport par câble ont été prévus. Des établissements publics de transport urbain ont aussi été créés et dotés d'autobus modernes dans une dizaine de villes. Dix autres seront fonctionnels au cours de l'année 2010, et les 27 derniers seront progressivement mis en place au cours du quinquennat.

Après avoir relancé en 2003 les travaux de génie civil du métro d'Alger, l'EMA a chargé en 2006 un groupement mené par SIEMENS France, associant VINCI et l'espagnol CAF, a été chargé début 2006 de livrer le matériel roulant, les équipements et les aménagements intérieurs des stations de la phase 1 de la ligne 1 dont l'exploitation devrait être ouverte au public en 2011. La RATP a été choisie en août 2007 par l'EMA pour assurer l'exploitation et la maintenance de cette infrastructure. La réalisation du génie civil de la phase 2 (5 km, 7 stations) a été attribuée par l'EMA, en novembre 2007, au groupement constitué notamment de DIWYDAG (Allemagne) et de l'algérien COSIDER. Le programme 2010-2014 prévoit la livraison du métro d'Alger et de ses extensions, ainsi que le lancement des études pour la réalisation de celui d'Oran.

❖ **Les infrastructures maritimes :**

Le ministère des Transports réalise de gros aménagements dans les ports de Djendjen (350 km à l'Est d'Alger) et en lance d'autres à Oran. Ces travaux devraient permettre l'accostage de porte-conteneurs de type Panamax dans ces deux ports. Ces deux projets devraient coûter plus de 150 MEUR chacun. Le programme 2010-2014 prévoit par ailleurs la réalisation de 8 nouveaux ports de plaisance et de pêche.

La sécurité maritime et le contrôle du trafic font aussi l'objet d'actions de développement. L'Office National de Signalisation Maritime a entamé en 2006 un programme de modernisation des phares et balises maritimes.

❖ **Infrastructures aéroportuaires :**

Les infrastructures aéroportuaires nationales comprennent 53 plates-formes dont 12 aéroports de classe internationale. Le programme quinquennal 2010-2014 comporte une quinzaine de projets de réhabilitation, renforcement ou d'extension de pistes, qui seront sous la tutelle du Ministère des Travaux Publics.

L'Établissement National de Navigation Aérienne –ENNA - a lancé un projet de système de contrôle du trafic aérien pour la moitié Sud du pays. L'ENNA a confié en février 2008 à l'espagnol SENER-GOP les études de nouveaux blocs techniques et tours de contrôle pour les aéroports d'Alger, Oran, Constantine, Tamanrasset et Ghardaïa. Leurs réalisations devraient se faire au cours du présent quinquennat.

Le développement des partenariats public/privé

« Le ministère des Transports compte développer les partenariats public-privé pour améliorer la qualité des services de transport. La RATP a été retenue pour exploiter le métro d'Alger. ADP est chargé depuis 2006 de gérer l'aéroport d'Alger. Les terminaux conteneurs des ports de Djendjen et d'Alger sont exploités par Dubaï Ports World en partenariat avec les entreprises portuaires publiques de Djendjen et d'Alger »⁶

C. Organisation du Secteur :

1. Le ministère des Transports et l'État contrôlent les principaux acteurs :

Le ministère des transports (MT) assure la coordination, l'organisation et la réglementation des transports et de la météorologie. Il est aussi en charge de la réalisation et de la gestion des infrastructures de transports ferroviaires et urbains (métro, tramway, téléphériques, gares routières et ferroviaires, réseau ferré etc...), des équipements d'exploitation des ports et aéroports (gares maritimes, aérogares, tours de contrôle, systèmes de contrôle du trafic aérien, etc...). Il dispose de services déconcentrés dans les wilayas : les Directions des Transports. A l'exception des transports urbains et ferroviaires, la construction des infrastructures de transports se fait généralement sous l'autorité du ministère des Travaux Publics et de ses démembrés. Sont placés sous la tutelle du MT plusieurs établissements publics :

-l'Office National de la Météorologie (ONM) ;

⁶ Source. ; Ubifrance et les Missions Economiques 2010 , fiche synthese :le secteur des transport en Algerie

-la Société Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF) : exploitation et maintenance du réseau ferré, l'Agence Nationale pour l'Étude et la Réalisation des Investissements Ferroviaires (ANESRIF): maîtrise d'ouvrage des projets d'infrastructures ferroviaires;

-les Établissements de Gestion des Structures Aéroportuaires (EGSA) au nombre de 3;

-des établissements de transports urbains dans les principales villes du pays (ETUSA à Alger, ETO à Oran, ETC à Constantine,...)

-des instituts de formation spécialisée (marine marchande, transports terrestres, météorologie, transports ferroviaires, ...) au nombre de 5

-l'Établissement National de Navigation Aérienne (ENNA) : sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien Algérien .l'Établissement National de Contrôle Technique Automobile (ENACTA). , Le MT a dénombré 72.411 entreprises de transport routier de marchandises et 51.972 opérateurs de transport routier de voyageurs. La plupart d'entre eux sont des TPE qui ne disposent que d'un ou deux véhicules. Pour le transport aérien il n'existe que deux compagnies publiques exploitant des lignes régulières : Air Algérie et Tassili Airlines (filiale du groupe pétrolier Sonatrach). Deux autres petites entreprises privées assurent des services de taxi aérien.

Pour le secteur maritime le pavillon algérien comporte plusieurs compagnies publiques : ENTMV, SNTM HYPROC (filiale de SONATRACH), le groupe CNAN et ses filiales dont certaines ont été partiellement privatisées en 2007. Un armateur issu du premier groupe privé algérien CEVITAL exploite aussi un cargo. Les onze ports de commerce et les ports de pêche du pays sont exploités par des entreprises publiques contrôlées par la holding publique SGP SOGEPOR

2. Analyse critique :

Le transport terrestre est l'un des moyens de transport le plus usuel en Algérie. Que ce soit pour les voyageurs ou pour les marchandises, pas moins de 85% empruntent quotidiennement la route. Mais dans quelles conditions ?

Ces derniers, regroupés dans leur majorité dans des syndicats autonomes, tentent de s'organiser mais en vain. Les raisons, à les entendre parler, sont diverses. Pour les animateurs de l'Union nationale des transporteurs (UNAT), de nombreux problèmes sont rencontrés à l'exemple du manque d'infrastructures routières, de l'absence à l'accès aux véhicules neufs avec des facilités bancaires ou encore de l'absence d'une politique claire du secteur. Le président de l'UNAT, affirme que « la politique des transports est très loin de la réalité du terrain. Car le transport doit être regroupé dans des entreprises et non artisanal. Donc, c'est la création d'entreprises de grande envergure qui doit s'imposer dans le transport terrestre ». Revenant sur le développement du secteur, le président de l'UNAT rappellera qu'« en 1988, il y avait 90% d'entreprises étatiques et 10% de privé. Actuellement, c'est le contraire mais, malheureusement, il n'y a pas d'entreprises qui gèrent le secteur mais plutôt de nombreux opérateurs.

La coordination intermodale opérationnelle n'est pas à l'ordre du jour depuis l'abandon de la planification impérative où la priorité était, par exemple, donnée au chemin de fer pour les transports intérieurs de tous les produits, partout où existe le réseau ferroviaire. Le choix modal d'investissement relève souvent de l'acte politique

D. Processus d'élaboration d'une décision d'implantation :

1. Outil de planification

- *Au niveau national*

- Côté technique

Il y a un plan de transport national qui annonce que chaque ligne de transport inter-Wilaya et commune est identifiée par un code, ce plan est approuvé chaque année au niveau du ministère du transport.

Pour ajouter une nouvelle ligne de transport il faut l'inscrire dans le plan de transport national.

- Coté juridique

Il y a des arrêtés ministériels et des décrets exécutifs ;

- ✓ *Les arrêtés ministériels*

Par exemple l'arrête ministériel N° 8.8.93 est concernée par l'exploitation des services de transport par Taxi, et elle est modifiée ainsi le 8.2001.

- ✓ *Les décrets exécutifs*

Par exemple le décret N° 04.415 qui est concerné par les conditions d'accès de l'exploitation des services de transport en régulier.

- *Au niveau du Wilaya*

Même chose qu'au niveau national on a un côté technique et un autre qui est juridique.

- Côté technique

- Plan de transport de la Wilaya

Il approuvé chaque année au niveau de l'APW

- Plan de circulation

Qui est pour but ;

- d'améliorer les conditions d'accès à la ville.

- Minimiser le coût et le temps de déplacement et ainsi les accidents.

Ce dernier est nécessaire pour l'établissement et la préparation d'un plan de transport.

- Plan de transport urbain

Il est approuvé au niveau de l'APC

2. Organigramme d'élaboration d'un plan de transport :

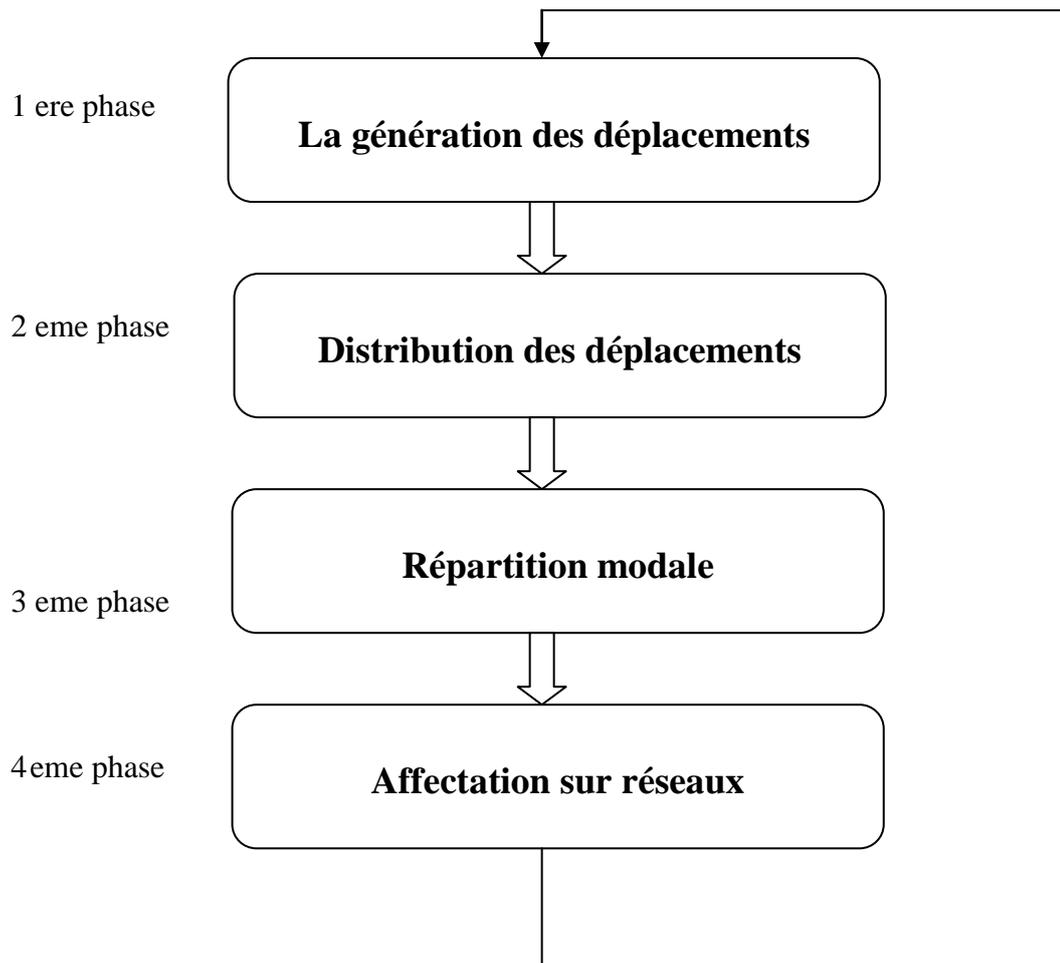


Figure 1 : Organigramme d'élaboration d'un plan de transport

3. Recensements des équipements existants et programmés au niveau de la wilaya de souk ahras :

Les équipements existants dans la wilaya de Souk Ahras sont des parkings à ciel ouvert.

Mais il y a gares routières qui sont programmés dans notre wilaya, ces gares routières sont de trois types ;

- Une gare routière de type A à la commune de Souk Ahras en cours de construction
- Une gare routière de type B à la commune de M'daourouche.
- Une gare routière de type C à la commune d'Oum L'Adaim

4. Analyse critique du secteur étudié au niveau de chef-lieu de la wilaya :

Quelques problèmes ont été remarqués concernant le terrain de la projection d'une gare routière classe A tel que :

- Surface insuffisante
- Milieu urbain, près d'une école primaire
- Problème d'accès

III. Chapitre 03: Analyse d'exemples de gares routières

A. Exemples fonctionnels

1. La gare routière d'Annaba

1) Présentation du projet :

a. Aperçue historique sur la ville d'Annaba :

-La ville d'Annaba est située à l'est d'Algérie d'une surface de 1411.98m²

*Nombre d'habitent de la commune de Annaba est de 265 099 habitent

*Surface de la commune 5115.00m²

*Elle est entourée par : La méditerrané au nord, Wilaya de GUELMA au sud, Wilaya de EL TAREF à l'est, Wilaya de SKIKDA à l'ouest.

b. Présentation de la gare routière :

-La gare routière d'Annaba, construite en 1987 pour satisfaire le besoin de transport interurbain (entre wilaya) des voyageurs , d'une capacité de 200 bus. Aujourd'hui, insuffisante et moins fonctionnelle nous nous permettons de l'analyser comme suite :



Figure 2 : Situation de la ville d'Annaba



Figure 3 : vue aeriennne de la gare routièrre de Annaba



Figure 4 : vue sur facade de la gare routièrre de Annaba

c. Situation du projet:

-La gare routière se trouve a l'entrée

De la ville d'Annaba entoures par :

- au nord par le Rond -point de Sidi Brahim
- à l'ouest par Ecole secondaire et l'avenue Boulaid qui mène vers El Hattab
- à l'est par Avenue ANP qui mène vers la gare ferroviaire et l'École de police



Figure 5 : Situation de gare routière d'Annaba

2) Analyse spatiale et fonctionnelle :

a-Programme officiel de la gare routière :

	La composante	Définition	Surface
COMMERCE	Magasin de journaux	Pour satisfaire les besoin des voyageurs	10m2
	Agence pharmaceutique		30m2
	Agence d'assurance		30m2
	Banque		50m2
	Restaurant		30m2
	Cafeteria		30m2
Sas d'accès aux quais			S=7a10m (P Q) (GQ)S=15 à 20%
Téléphone			Une cabine pour 500 VOYAGEURE
Infirmierie			5 à 10 m²
Local administratif			25 m²
Bureau de gardien			12à15 m²
Vestiaire de personnel			2 m² pour bus
Installation des sanitaires			2à3 m²
Chaufferie			10 m²
Poste de police			10 m²

b-Organigramme fonctionnelle :

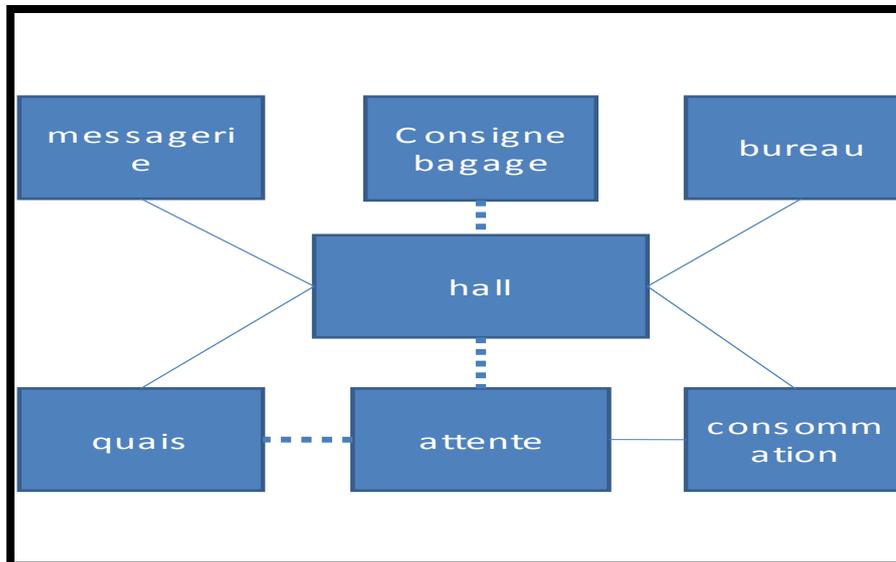


Figure 6 : Organigramme fonctionnelle de la gare routière

c-Accessibilité au bâtiment :

- En peut accéder au bâtiment à partir de deux rompes qui mènent à l'intérieure du Bâtiment

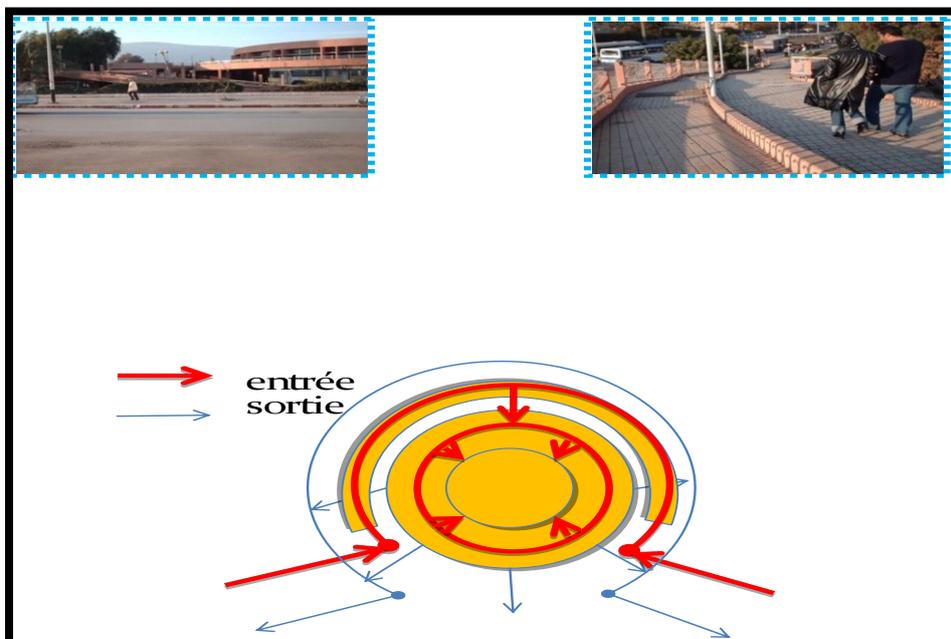


Figure 7 : schéma de circulation

d-Analyse des activités :

- **Caractère commercial** : tel que: kiosque, taxiphone, restaurant, cafeteria

- **Les services** : l'APC, Aire Algérie, bureau de chemin de fer, Infirmierie , PTT et les guichets

e- Étude des matériaux :

-le béton armé pour le système porteur et la maçonnerie pour les cloisons.

-le verre et l'aluminium pour les ouvertures (porte et fenêtre).

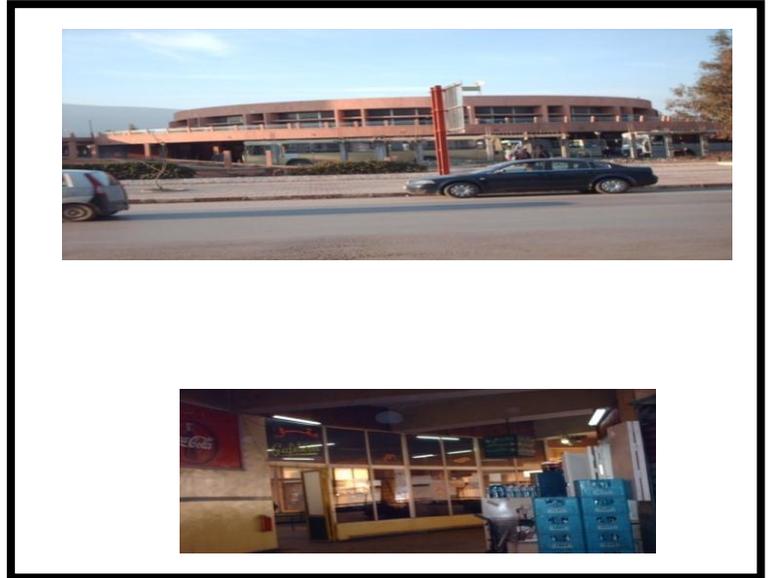


Figure 9 : vues intérieure et extérieur sur la gare routière Annaba



Figure 8 : vues intérieures sur la gare routière Annaba

3) Analyse de partie architecturale :

a. Analyse volumique :

-Composée de deux cylindres juxtaposés de diamètres différents d'une rompe la partie Sud est.

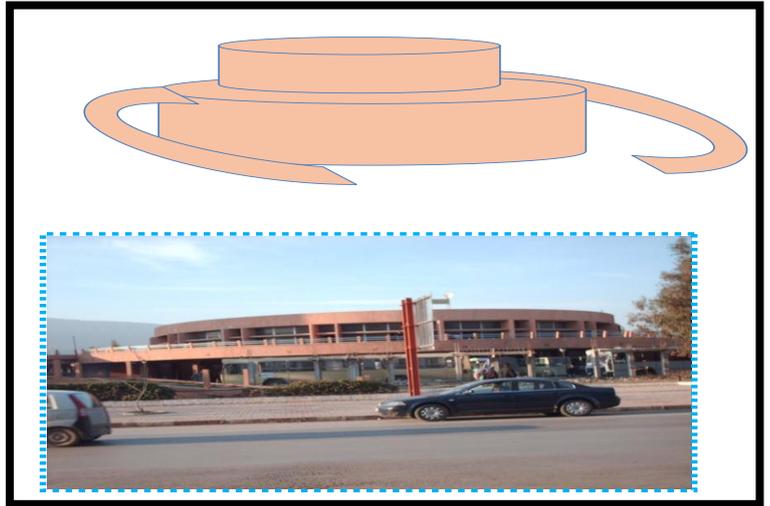


Figure 10 : vues sur l'extérieur intérieur de la gare routière d'Annaba

b-Étude des Façades :

- En remarque qu'il y'a :

*une structure apparente

*la symétrie parfaite

*il y a un jeu de plein et de vide marque cette façade, elle s'étale en horizontalité avec une bande de vitrage alternée par une autre bande en béton, cette répétitivité induit un rythme et équilibre visuel.



Figure 11 : vues sur la façade extérieure de la gare routière

c-Études de circulation :

-la circulation Verticale est présentée par les escaliers et la rompe



Figure 12 : vues d'intérieure sur la gare routière

4) Analyse du système constructif adoptée :

-Structure en portique (poteaux poutre) Sachant que la forme de la bâtisse est circulaire en structure lourde en béton armée, on sens que il y'as une liberté et une maniabilité dans la réalisation des différente composantes du bâtiment (la rampe extérieure ; les escaliers ; le RDC et l'étage l'ossature)

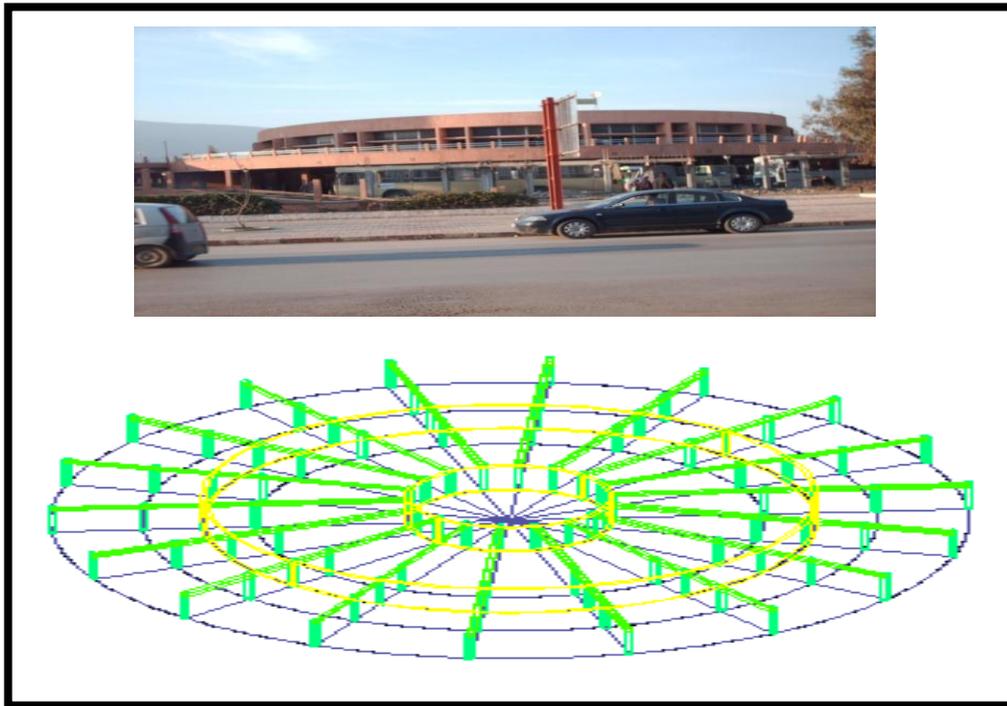


Figure 13 : schéma de la trame structurelle de la gare routière d'Annaba

2. *La gare routière D'Alger*

1-Présentation du projet :

a- Présentation de l'équipement :

-La gare routière d'Alger, dénommée officiellement Gare des grands mutilés de la guerre d'indépendance «KEBAR MAATOUBI », se situe a la zone Caroubier dans la commune de Hussein Dey. Elle est gérée par la SOGRAL (Société de Gestion de la Gare d'Alger).



Figure 14 : vue d'intérieur de la gare routière d'alger

- Elle est desservie par la rocade nord d'Alger.
- Elle compte un trafic annuel de 6 millions de voyageurs.
- La gare routière est équipée d'un commissariat et de restaurant et tabac
- La gare routière du Caroubier assure le transport de 80.000 voyageurs/jour
- Rédaction Radio net - Vendredi, 04 Novembre 2011 16:33
- Un programme spécial a été tracé par la Société de gestion de la gare routière d'Alger (SOGRAL) pour assurer le transport de près de 80.000 voyageurs vers les wilayas du pays à chaque occasion de l'Aïd Al Adha.
- Les wilayas du Sud et de l'Est algérien restent les destinations qui enregistrent la plus grande affluence.
- La wilaya d'Alger a connu une forte urbanisation au cours des décennies qui s'est traduit par l'augmentation des besoins de se déplacer, ces facteurs ont créé le besoin d'avoir des gares.

b.Situation du projet :

-La gare se situe au Nord -Est d'Alger est limitée :

Au nord : autoroute de l'est et la mer méditerranéenne

Est : Show room KIA Motors

Ouest : Caserne

Sud : autoroute de sud

-La gare se situe au point d'intersection d'importants réseaux routiers qui assure une excellente fluidité

1) Analyse fonctionnelle et spatiale :

a. Accessibilité:

Accès mécaniques : (carte) il y a 07 accès :

-**Au nord** : on trouve 04 accès cités de droite à gauche comme suit :

-Un accès pour bus sortant de la gare allant vers d'autres wilayas ou revenant à la gare de l'autre accès pour stationner.

-Accès pour voitures privées sortantes de la gare.

-Accès pour voitures privées ou taxi service entrant aux parkings de la gare.

-Accès pour bus à l'aire de stationnement.

-**Au sud** : on trouve 03 accès cités de droite à gauche comme suit :

-Accès au parking du personnel.

-Accès pour bus entrant à la zone de débarquement.

-Accès pour bus ou taxi service sortant de la gare.

2- accès piétons :

Il n'y a pas d'accès. Le piéton peut accéder partout

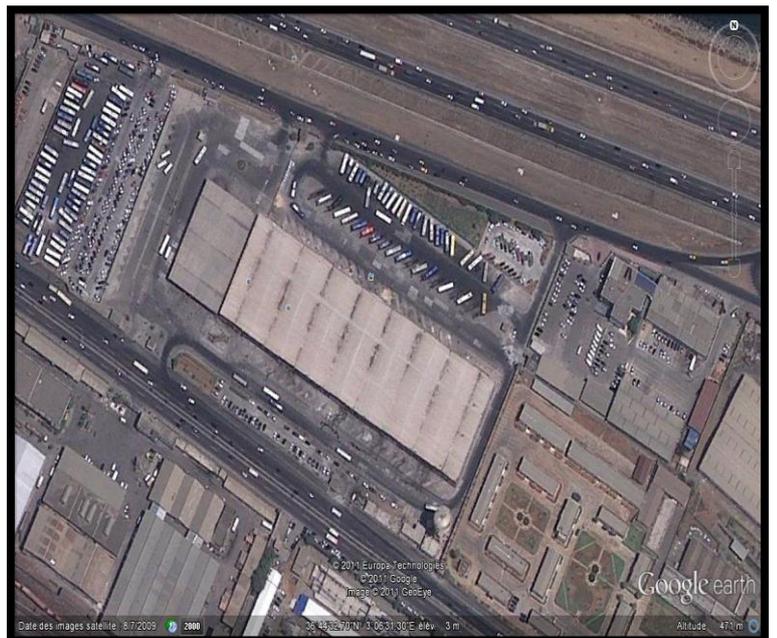


Figure 15 : vue aérienne de la gare routière de la gare routière d'alger

b. Aménagement des parkings et aires de stationnement :

- il ya des parkings pour véhicules privés : au centre de la gare de forme rectangulaire de capacité de 100 véhicules.
- Station taxis et bus : Sert pour le stationnement des véhicules de transport des voyageurs de la gare vers autres endroits.
- Aire de stationnement de bus : concerne les bus de la gare.
- Quais d'embarquement : se trouve à l'est et sud de la gare ,sert pour le stationnement de bus le temps d'embarquement.

c. Étude des accès à la parcelle :

accé principal par l'Autoroute de L'Est et la voie parallèle

-La zone de caroubier s'étale sur une superficie de 22,2ha et elle est située en contre bas des quartiers d' Heussine Dey et Brossette, le périmètre du caroubier tel définit est délimité :

- Au Nord : par la mer
- Au Sud : par le chemin de fer
- A l'Est : par la pénétrante des Ansasser
- A l'Ouest : par oued El Harrach

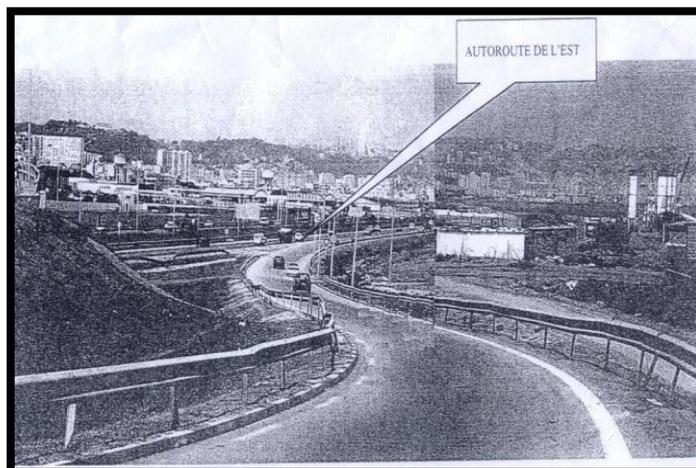


Figure 16 : vue de l'autoroute qui mene de la gare routière d'alger

d. l'organigramme fonctionnel et spatial :

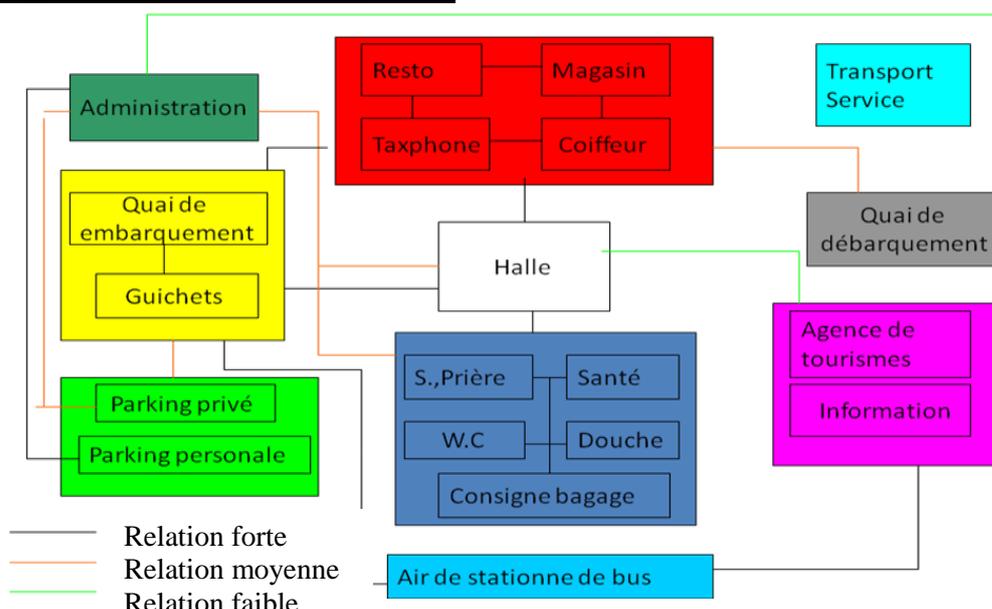


Figure 17 : l'organigramme fonctionnel et spatial

e. **Étude des matériaux :**

-Matériaux de construction :

Murs extérieurs : béton

Cloison : brique

Fenêtres et portes : métallique ou bois

Rythme : même rythme

décoration facade : Façade simple modulé

2) **Analyse architecturale :**

a. **Analyse volumique :**

-la gare est de forme rectangulaire , vue en volume comme un parallélépipède. Composé de de deux niveaux

b. **Etude des façades :**

Auteur /largeur=0.05

-Rapport de couleur : bleue et blanc dominant

-Rapport plein /Vide = 0.35.

-Ouvertures :

-Fenêtres : la façade latérale qui se trouve au sud possède beaucoup de fenêtres en haut pour éclairer le hall et pas de fenêtre en bas. , La façade latérale au nord possède des fenêtres en haut et en bas.

-Portes : on a la grande porte principale à l'extérieur.

-La Forme des portes et des fenêtres : varie entre carrée et rectangulaire complétant la forme du projet.

-couvertures et toiture :

-On à la couverture en métal avec double déclivité qui permet le l'évacuation des eaux pluviales.

-la couverture de l'abri bus et taxi de service a une seule faible déclivité en métal

- Terrasse inaccessibles



Figure 18 : facade extérieur de la gare routière d'alger



Figure 19 : café de la gare routière d'alger



Figure 20 : la gare routière d'alger vue de l'intérieur

-Étude du mobilier :

Mobilier adéquat, hauteur importante sous plafond ce qui donne une sensation de liberté

c. Analyse des activités :

*service : taxiphone, restaurant, douches, toilettes, salle de prière, boutiques.

*sécurité : police, consigne bagages



Figure 21 : guichet de la gare routière d'alger



Figure 22 : café de la gare routière d'alger

*informations : guichets, bureaux d'information, agence touristique....

*transport : inter-wilaya et urbain

*stationnement : parkings et aires de stationnement de bus.

-Donc il ya une Hiérarchisation des espaces

B. Exemple livresque :

La gare routière Clermont Ferrant

1) Présentation du projet :

a. Histoire du bâtiment :

-Dix-neuf années furent nécessaires pour doter Clermont-Ferrand d'une gare routière. Lancé en 1942, le projet connut quelques vicissitudes. Le choix de son emplacement tout d'abord : la SNCF proposait une parcelle près de la gare ferroviaire tandis que l'administration des Ponts et Chaussées privilégiait un terrain proche du centre-ville.



Figure 23 : vue sur la gare routière

-Au début de 1953, afin de réduire le coût du projet, on opta pour un nouvel emplacement un peu à l'est du premier site. Ce dernier allait désormais faire l'objet d'un ambitieux programme d'urbanisme, exécuté de 1955 à 1973 selon les plans de Valentin Vigneron

Dès lors, les projets qui se succédèrent pour la gare routière (sur son site actuel, entre le boulevard François-Mitterrand et les rues Léo-Lagrange et Abbé- de- l'Épée), bien que signés Labour dette et Vigneron, furent très probablement dessinés par Vigneron. L'architecte parisien et son associé Roger Boileau, qui menaient par ailleurs des chantiers importants

-L'édification de la gare commença en juin 1957 et s'acheva en mars 1961.

-Coût prévisionnel de la construction (en 1957) :
159 millions de francs

-Surface intérieure du bâtiment:4 000 m²

- façade nord, boulevard



Figure 24 : vue de face de la la gare routière

b. État actuel du bâtiment:

-Usage : gare routière (hall d'accueil, guichet, bureaux, atelier, quais d'embarquement, auvents-passerelles de protection et de chargement), brasserie, commerces

-État du bâtiment :

-bon état général ; l'ossature en béton armé, les façades et de nombreux espaces intérieurs conservent leurs dispositions initiales ; décors du buffet et du restaurant détruits.

-Résumé des restaurations et des autres travaux conduits, avec les dates correspondantes:

1974 : réaménagements de quelques espaces au rez-de-chaussée afin d'installer des commerces.

1977 : début de la destruction des décors du restaurant puis du buffet

1995 : aménagement du hall avec ajout de petits magasins.

2001 : réfection des façades nord et est.

2005 : la gare routière de Clermont-Ferrand est aujourd'hui toujours en activité puisqu'elle accueille 23 000 départs d'autocars par an ; ses activités principale et annexe permettent d'équilibrer son budget d'exploitation ; la brasserie et les commerces sont toujours en activité.



Figure 27 : Détail de la deuxième travée ouest, façade nord



Figure 26 : Détail de l'avant-corps, façade nord



Figure 25 : Angle nord-est

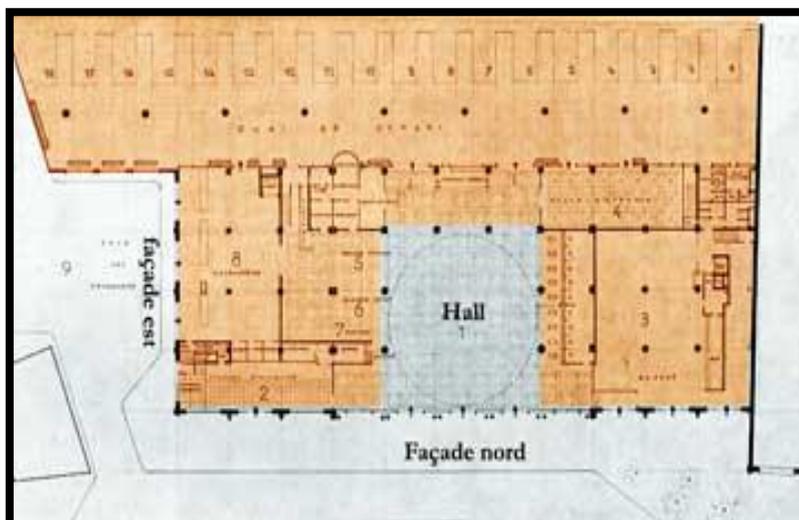


Figure 28 : Shema RDC

c-Projet de destruction:

-La gare routière de Clermont-Ferrand est menacée d'une prochaine quasi-destruction par un projet de Bibliothèque communautaire et interuniversitaire commandité par Clermont Communauté (Communauté d'agglomération clermontoise). Les travaux pourraient débuter en mars 2006.

Selon la maquette de la nouvelle bibliothèque dévoilée le 31 mars 2005, seules les façades nord, trois travées de la façade et le hall d'accueil de la gare routière seront préservés. Cette très importante mutilation n'est que la conséquence du cahier des charges élaboré par les commanditaires : ceux-ci n'ont vu dans la gare routière qu'un site utilisable, une belle façade et un hall monumental. Si le projet de bibliothèque était exécuté, l'essentiel du bâtiment érigé par Valentin Vigneron serait donc détruit, et en particulier les auvents-passerelles de la façade sud qui sont les éléments les plus significatifs de l'architecture des gares routières érigées dans les années 1945-1965.



Figure 29 : Schéma des parties menacées de destruction

2) Analyse spatiale et fonctionnelle :

a. Description du bâtiment :

- La gare routière de Clermont-Ferrand se situe à proximité immédiate du centre-ville. Desservie par un boulevard et deux rues, elle fait partie d'un ensemble de bâtiments conçus par Valentin Vigneron de 1953 à 1974. Appelé « Îlot des Salins » en référence à la place Gambetta dite « des Salins » qui s'étend à l'ouest du site, cet ensemble comprend aujourd'hui la gare routière, la Maison de la Culture, les Caisses de crédit agricole mutuelle et de mutualité sociale agricole, enfin le siège social du Crédit agricole Centre France. Cette composition urbaine homogène, bien mise en valeur par les grands espaces dégagés qui l'entourent, constitue l'un des paysages essentiels du centre-ville de Clermont-Ferrand.

Analyse spatiale :

- L'exemple de Clermont-Ferrand permet de détailler le programme caractéristique d'une grande gare routière : l'édifice offrait des espaces d'accueil pour le public (hall des pas perdus, buffet, restaurant, salle d'attente, guichets, dépôt et retrait des bagages, consigne, office de tourisme, sanitaires) et des espaces réservés aux professionnels (contrôle du trafic, messageries pour les marchandises, bureaux, etc.). L'accès aux 18 quais d'arrivée et de départ, les circulations des voyageurs, les panneaux de signalisation, répondaient aux impératifs de fonctionnalité, de lisibilité et de sécurité. Les mouvements des autobus (50 000 par an à l'origine) firent l'objet d'une soigneuse planification. Le traitement du flux des bagages et des colis était remarquable : les dépôts, l'enregistrement et le retrait s'effectuaient à un guichet ouvrant sur une salle au rez-de-chaussée, à l'est du hall d'accueil. Un monte-charge (et, dans l'autre sens, un toboggan), acheminait les bagages à l'étage. Là, une large galerie desservait les 9 auvents-passerelles qui permettaient de charger (ou de décharger) les bagages sur la galerie de toit des autobus. La double fonction des auvents (abri et manutention) déterminait leur forme en puissant porte-à-faux. Cette caractéristique et la présence d'un auvent supérieur qui protégeait les auvents-passerelles sont spécifiques au programme des gares routières des années 1935-1960. Les auvents-passerelles se distinguent ainsi totalement des auvents de protection contre les intempéries que l'on trouve couramment le long des quais des gares ferroviaires, d'autant qu'à Clermont-Ferrand, la disposition « en alvéoles à 90° » des quais privilégie la fonction de terminus de la gare routière.

Par ailleurs, la gare routière de Clermont-Ferrand se distingue par le traitement exemplaire de son insertion urbaine. En organisant l'arrivée et le départ des autocars par les rues secondaires, l'architecte réussit à supprimer les nuisances qu'aurait pu apporter ce trafic sur le boulevard desservant la façade nord de la gare. Soucieux de donner une continuité urbaine à l'édifice et à la cour d'évolution des autocars, l'architecte ferma cette dernière à l'aide d'une haute clôture en béton armé rythmée par des poteaux et ajourée de claustras. Il réemploya également des éléments identiques (entraxe, hauteur de l'entablement, colonnades, ossature de béton armé apparente, panneaux de lave émaillée, etc.) pour l'ensemble des immeubles de l'îlot des Salins



Figure 30 : galerie d'accès aux quais



Figure 31- salle d'enregistrement des bagages



Figure 32- salle des messageries

b. -Étude des accès à la parcelle :

-La gare routière est implantée sur une parcelle de forme trapézoïdale couvrant environ 7 500 m², limitée au nord par le boulevard François-Mitterrand, à l'est par la rue Léo-Lagrange, au sud par la rue Abbé-de-l'Épée, à l'ouest par les salles de spectacles de la Maison de la Culture.

-Le bâtiment prend place dans le tiers nord de la parcelle, la cour d'évolution des autocars occupe les deux tiers restants (5 200 m²). Cette cour permet également de desservir la porte d'accès des décors de la Maison de la Culture.

3) Analyse architecturale :

a. Implantation :

-Le choix du site de l'implantation de la gare routière se fonda sur son immédiate proximité avec le centre-ville de Clermont-Ferrand et ses commerces. L'avis de la SNCF, qui préférait un terrain à proximité de la gare ferroviaire de Clermont-Ferrand, fut ignoré. Le choix effectué à Clermont-Ferrand est symptomatique d'une politique menée en France dès le début des années 1930, politique qui visait à privilégier le transport routier et à lui conférer une autonomie par rapport à son grand concurrent



Figure 33 -Plan implantation, 1960

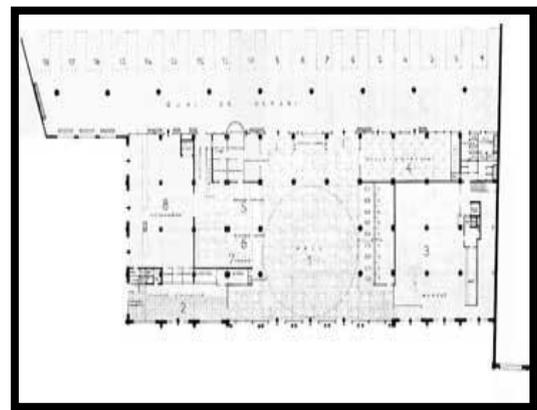


Figure 34 -plan de RDC

b. Étude architecturale :

- Par ses qualités, ses dimensions et ses proportions, la gare routière et les immeubles voisins constituent un geste architectural unique à Clermont-Ferrand (et en Auvergne) pour le XX^e siècle. Cet ensemble est l'une des œuvres majeures de Valentin Vigneron, architecte d'envergure régionale qui, par le nombre et la valeur de ses créations, a sa place dans l'histoire de l'architecture française du XX^e siècle dès lors que cette histoire s'intéresse aux productions de la province. Plusieurs de ses œuvres ont déjà fait l'objet de mesures de protection au titre des Monuments historiques. En revanche, aucun édifice civil des années 1950-1975 n'est protégé en Auvergne au titre des Monuments historiques.

La gare routière s'affirme comme le monument le plus intéressant de l'architecture publique à Clermont-Ferrand au cours des années 1945-1975. Le bâtiment est l'un des rares édifices clermontois à avoir fait l'objet d'une publication dans une revue spécialisée nationale (L'architecture française, 1960) avant même son ouverture. L'ensemble de l'îlot des Salins est une reprise directe des typologies de la seconde Reconstruction française. Par son échelle et son développement, il appartient au domaine de l'architecture réservée aux grandes villes, registre assez rare en France.

c. Étude des façades:

- Le corps de bâtiment principal de la gare routière s'élève selon un plan rectangulaire augmenté à l'est d'un corps de bâtiment secondaire de plan également rectangulaire (environ 85 m x 37,50 m au total). Orienté est-ouest, le corps de bâtiment principal possède deux longues façades, l'une au nord ouvrant sur le boulevard Mitterrand, l'autre au sud ouvrant sur la cour des autocars, et à l'est une façade latérale ouvrant sur l'ancienne cour des messageries.

- L'édifice comprend deux niveaux principaux (rez-de-chaussée et étage), sauf à l'ouest où il compte un second étage en retrait et un sous-sol. Le rez-de-chaussée abrite un grand hall placé selon l'axe de symétrie longitudinal du corps de bâtiment principal et, à l'est, des espaces d'accueil et des ateliers, à l'ouest une brasserie, au sud une galerie de circulation et les quais d'embarquement.

Le 1^{er} étage comporte des bureaux et des salles de restauration, le second étage des appartements de fonction.

d. Appréciation artistique et esthétique :

-La gare routière de Clermont-Ferrand reprend la plupart des éléments caractéristiques du Classicisme structurel révélés par les études de Joseph Abram. L'ossature de béton armé constitue l'essentiel de l'architecture par son organisation presque symétrique, ses proportions, son rythme et son réseau orthogonal en trois dimensions. Elle hiérarchise les éléments qui la constituent, des colonnes de l'ordre colossal jusqu'aux claustras. La construction est mise en représentation : l'apparence de chaque élément met en valeur sa fonction au sein de l'ossature en exprimant le jeu des forces en présence.

La qualité des matériaux, le traitement du béton partout laissé visible, le souci du détail, etc., sont caractéristiques de l'école du Classicisme structurel. Vigneron apporta toutefois des éléments originaux, telles les dalles en lave émaillée aux couleurs assez vives ou les bagues de cuivre faisant le lien entre les supports verticaux principaux et l'entablement.

Dès les premières esquisses, Valentin Vigneron a cherché à créer un édifice dense, au plan régulier. Il se conformait ainsi au thème de « l'Abri souverain » théorisé par Perret, pour lequel la mission de l'architecte était de concevoir « un vaisseau, un portique, un abri souverain capable de recevoir dans son unité la diversité des organismes nécessaires à la fonction ». La gare routière de Clermont-Ferrand démontre que Vigneron avait bien compris toute la portée de la pensée de Perret. Il cita même l'un des édifices les plus raffinés de Perret, le musée des Travaux publics et son dispositif de double ossature indépendante, en introduisant la figure de l'ordre colossal protégeant un ordre secondaire, tant en façade nord (colonnes et piliers en retrait) qu'en façade sud (auvent supérieur et auvents-passerelles). Par la continuité de l'ossature, Vigneron réussit à trouver une expression architecturale homogène qui unit la vocation monumentale de la façade nord et la vocation plus fonctionnelle de la façade sud. Homogénéité illustre la modernité du concept de structure élaboré par Perret.

4) Analyse du système constructif adoptée :

a. Le système constructif :

-L'édifice possède une ossature en béton armé apparent organisée selon une trame régulière de points porteurs (5,90 m d'entraxe d'est en ouest, de 5,65 m à 6,75 m à du nord au sud). La façade sud présente 18 quais d'embarquement (dispositif « à alvéoles » ou « en peigne à 90° ») dotés de 9 auvents-passerelles qui étaient à l'origine destinés au chargement des bagages et des colis sur le toit des autocars. Un auvent supérieur protège les quais et les auvents-passerelles. L'entraxe des poteaux soutenant les auvents-passerelles mesure 9,20 m. des toitures-terrasses couvrent l'ensemble du bâtiment, à l'exception du hall central dominé par un dôme surbaissé éclairé par un lanternon.

- La façade nord du corps de bâtiment principal comporte 11 travées dotées de colonnes tronconiques dont le diamètre de la base est plus étroit que celui du sommet (hauteur 7,70 m, diamètre à la base 50 cm, au sommet 70 cm).

Un avant-corps de 5 travées reçoit des colonnes jumelées. Les colonnes forment un ordre colossal et portent directement – avec les piliers placés aux angles – l'entablement.

Les façades nord et ouest des bâtiments de l'îlot des Salins reprennent ce module. Tous les éléments porteurs sont mis en relief par rapport aux éléments portés qui restent en retrait. Un « ordre secondaire », protégé par l'ordre colossal, soutient la partie avant de la dalle de plancher du 1^{er} étage. Au sud, les auvents-passerelles en porte-à-faux sont le prolongement de la dalle de plancher du 1^{er} étage : avec l'auvent supérieur qui les protège, ils réaffirment au sud le concept d'ordre principal et

D'ordre secondaire déjà exposé au nord.

-Toutes les parties apparentes du béton armé ont fait l'objet d'un traitement de surface soigné : choix du calibre et de la couleur des granulats mis en valeur par un bouchardage, béton de granito revêtant les facettes des colonnes, arêtes lissées, dessin étudié des empreintes des coffrages en bois, etc. Les éléments de remplissage de l'ossature de béton armé des façades se composent de dalles de pierre de Volvic (andésite) émaillée, de vastes baies et de claustras. Des bagues de cuivre placés en haut des colonnes et des piliers évoquent le thème du chapiteau ; des petits carrés métalliques de la même matière cuivrée masquent avec élégance les trous de clés laissés par les coffrages de l'entablement.

b. Les matériaux de construction :

- L'architecte a largement utilisé le verre : de nombreuses cloisons sont constituées de pavés de verre et de très vastes baies ouvertes vers l'extérieur donnaient une grande transparence à l'architecture. À l'extérieur comme à l'intérieur, l'ossature de béton armé rythme les espaces.

-La hauteur et le volume des salles allient fluidité et monumentalité. La séquence offerte par le vaste hall d'accueil, la galerie de circulation et les quais d'embarquement affirme fortement l'idée de franchissement d'un seuil, celui de la porte monumentale de la ville. Les revêtements des sols sont très soignés, notamment des granitos de différentes couleurs soulignés par des liserés de grès. Le sol du hall principal est constitué de dalles de comblanchien et de granitos selon un dessin abstrait géométrique alternat cercles et carrés.

Un programme décoratif important, toujours soumis à l'architecture, a été mis en œuvre, en particulier dans le hall des pas perdus. Si les décors du buffet et du restaurant ont disparu, certaines pièces conservent encore leurs dispositions d'origine (boiseries et panneaux de verre teinté et sablé) et leur mobilier, dessinés par l'architecte. L'artiste décorateur André Jacob avait conçu les décors du buffet et du restaurant (sur le thème de la forêt). Il donna également le dessin de motifs qui ornent les dalles de lave émaillée revêtant les façades. Un peintre-sculpteur, Jean Monier, créa pour le hall d'accueil un bas-relief en béton peint et sculpté. Il exécuta également des « fresques » (béton teinté dans la masse et gravé) dans les écoinçons et le lanternon de la coupole surbaissée couvrant le hall. Toutes les œuvres qui précèdent sont toujours en place et en excellent état.

C. Synthèse et programmation

Programme retenue pour notre Gare routière type « A »

-La Partie Bâtie

A- Administration :

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Bureau chef de gare	1
2	Bureau chef de quai.	1
3	Secrétariat	1
4	Bureau chef de sécurité	1
5	Bureau contrôle et surveillance	1
6	Bureau d'exploitation	1
7	Salle d'attente	1
8	Sanitaire	2
9	Circulation	
	S/Total	

B- Service personnel

1/ Services voiries

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	District voie	1
2	Matérielle de nettoyage	1
3	Vestiaires (2 douches+4WC)	1
4	Circulation	
	S/Total	

2/ centre d'accueil

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Salle de prière	1
2	Restauration et Cafétéria pâtisserie	1
3	Circulation	
	S/Total	

3/Unité de Soins

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Salle de soins	1
2	pharmacie	1
3	Circulation	
	S/Total	

4/ Hébergement

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Chambres	4
2	Douche +Sanitaire	1
	Circulation	
	S/Total	

5/Locaux techniques

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Chaufferie	1
2	Groupe électrogène	1
3	Entretien	1
4	Circulation	
	S/Total	

C-Service public :

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Salle d'embarquement	5
2	Sanitaires	2
3	Guichets	5
4	Circulation	
	S/Total	

D/Service Socio Commercial

N°	Désignation des espaces	Nombre
1	Taxiphone	1
2	Tabacs et journaux	1
3	Parfumerie	1
4	Artisan	1
5	Assurances et banques	1
6	Magasin de dépôt	1
7	Circulation	
	S/Total	

-Conclusion :

Grâce aux programmes d'investissements publics pour les quinquennats 2005-2009 et 2010-2014 totalisant 460 Mds USD consacrés à 70% aux infrastructures, le secteur des transports en Algérie est en pleine transformation. Il est, avec les secteurs de l'eau et de l'énergie, l'un des premiers à s'ouvrir aux partenariats public-privé. Les besoins de transport des 35 millions d'habitants que compte l'Algérie restent encore mal pris en charge et les efforts des autorités ont pour objectif d'améliorer la situation rapidement. Dans ce contexte, ce secteur constitue un domaine où les opportunités d'affaires et de partenariat sont intéressantes, d'où la légitimité de notre intervention sur le transport terrestre et qui consistera déterminer en premier lieu un programme (les activités) à partir d'une analyse de plusieurs exemples fonctionnels et livresques comme résultante de la première partie de notre mémoire en suite proposer un système constructive ouvert afin de produire ces infrastructures « gare routière » au niveau de la wilaya de Souk Aras dont le manque est très important ⁷.

⁷ Source des données : Ubifrance et les Missions Economiques 2010 , fiche synthese :le secteur des transport en Algerie

I. Chapitre 01 : Construction et préfabrication à travers le monde

A. Histoire de préfabrication dans le monde

1.L'industrialisation du bâtiment après la guerre 1939-1945 :

Pour comprendre l'histoire de l'industrialisation du bâtiment au cours du demi-siècle écoulé, il est indispensable d'avoir une idée claire de ce qu'est l'industrie et de ce qu'est la construction.

L'industrie fonctionne dans une logique de produit⁸ L'industriel conçoit et fabrique des produits en fonction de ce qu'il sait et de ce qu'il anticipe du marché. Il vend ce qu'il a produit, d'où l'importance de la fonction commerciale. Il fabrique selon un processus continu et intégré dont il maîtrise la totalité. Il produit en usine fixe, ce qui lui permet d'utiliser des machines servies par une main d'œuvre spécialisée mais non qualifiée (au sens de maîtrise d'un métier) grâce auxquelles il peut atteindre le niveau de production, la qualité, les délais, les prix lui permettant d'être compétitif. Cette fixité et cette pérennité de l'unité de production facilitent les études de détail du processus de fabrication, l'organisation des tâches, le contrôle de la qualité. L'utilisation de machines permet le recours à une large gamme de matériaux.

La construction est toute différente. Elle fonctionne dans une logique de projet Chaque projet est conçu par un architecte en fonction du programme et du terrain de son client. Programme et terrain sont spécifiques à chaque client, donc à chaque projet. La production ne précède pas, mais elle suit la commande, elle s'effectue au coup par coup, sans Certitude de continuité. Le processus est éclaté. Les entreprises sont consultées pour réaliser le projet sur le terrain et les travaux sont confiés à l'une d'entre elles. Il peut y avoir plusieurs entreprises si les travaux sont décomposés en lots. Architecte et entrepreneur n'ont pas de lien permanent. L'unité de production finale, le chantier, est toujours nouvelle et éphémère, elle est soumise aux intempéries et aléas divers.

Le débat sur l'industrialisation du bâtiment n'a pas débuté après la deuxième guerre mondiale. Il est plus ancien. Il s'est beaucoup développé après la première guerre de 1914-1918, sous l'influence de quelques pionniers, constructeurs et architectes, impressionnés par les résultats atteints dans l'industrie, par exemple automobile et aéronautique, contrastant avec ceux obtenus par les techniques traditionnelles du bâtiment et influencés par certains modes de construction pratiqués aux États Unis : maisons constituées d'assemblage de trois ou quatre volumes fabriqués en usine, mobile-home, notamment. Citons les plus connus de ces pionniers :

- Walter Gropius, architecte, qui fonda le Bauhaus en Allemagne en 1919,

⁸ Source : Aleyda RESENDIZ-VAZQUEZ, Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en Histoire des Techniques et de l'Environnement, **L'industrialisation du bâtiment Le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973)**

- Voisin, constructeur d'aéroplanes,
- les constructeurs Henri Sauvage et Jean Prouvé,
- les architectes Le Corbusier, Marcel Lods qui fut président de la « Société des Architectes Pré fabricateurs », Beaudoin, Auguste Perret, Bodiensky.

Les thèmes des débats étaient ceux de la norme, du module, des éléments standards, de la maison en série, de la préfabrication partielle (utilisation d'éléments fabriqués en usine) ou intégrale (bâtiments formés d'assemblage, si possible à sec, d'éléments fabriqués en usine), du recours à des matériaux « modernes » comme la tôle d'acier pliée ou l'aluminium.

Le discours, en particulier celui de Le Corbusier (cf. ses articles dans la revue « L'Esprit Nouveau ») en réaction contre la conception classique de l'architecture et militant pour l'industrialisation du bâtiment, était souvent vive et empreint d'idéologie. Il y eut des réalisations, mais en petit nombre et certaines fabrications n'allèrent guère au-delà du prototype.

En 1945, à la fin de la seconde guerre mondiale, la situation du bâtiment en France était désastreuse. Le parc existant, déjà très insuffisant car on avait très peu construit avant la guerre, était beaucoup détruit.

- Le prix du mètre carré construit était très élevé par rapport aux revenus des français.
- Les matériaux et le matériel manquaient.
- La main d'œuvre qualifiée était dramatiquement insuffisante en nombre.
- Les techniques de construction habituelle (la maçonnerie de pierres ou de briques) avaient une productivité faible.

Il fallait d'abord remettre sur pieds les industries de base (charbon, acier, ciments et autres matériaux de construction, électricité) et reconstruire. L'idée fut généralement admise, notamment sous l'influence des précurseurs évoqués ci-dessus, que seule l'industrialisation et en particulier le report de la production en usine (préfabrication) pourrait résoudre l'immense problème qui se posait, à savoir : construire beaucoup, vite, à un moindre coût et sans disposer de la main d'œuvre qualifiée nécessaire. L'État qui était resté en dehors des expériences d'avant-guerre fut obligé de s'impliquer en accordant des financements pour la reconstruction, en développant le Mouvement HLM, en favorisant par des concours et des chantiers expérimentaux la mise au point de nouveaux modes de construction, en encourageant la recherche et la normalisation.

Citons quelques opérations ou programmes qui ont marqué l'époque 1945-1960 :

- 1944-1946 : reconstruction d'Orléans avec l'architecte Pol Abraham, utilisant des éléments de plancher, de bloc-eau, de bloc-baies sélectionnés dans le cadre d'un concours organisé par l'État. On parla de « traditionnel évolué ».
- 1945-1950 : reconstruction du Havre par l'architecte Auguste Perret, appliquant également des éléments sélectionnés.
- 1946-1947 : Chantier expérimental de Noisy-le-Sec, qui permit la réalisation de maisons Individuelles en préfabrication intégrale.

- 1950 : Concours conception-réalisation pour 800 logements, quai Rotterdam à Strasbourg.
- 1952 : Attribution d'un marché de 4.000 logements au procédé Camus de construction par grands panneaux de béton, qui permit la construction de la première usine de préfabrication à Montesson près de Paris.
- 1952 : Création du « Secteur Industrialisé » par le Ministre de la Reconstruction, Claudius Petit, portant sur 12.000 logements par an environ par opérations de 1.000 logements, associant des bureaux d'études afin d'avoir un projet d'exécution très détaillé pour consulter les entreprises, et utilisant des éléments sélectionnés par concours (meubles-évier, portes-planes etc.). Ce secteur dura jusqu'en 1957.
- 1956-1957 : Opération « Économie de Main d'œuvre » qui permit de sélectionner une vingtaine de procédés de préfabrication. Elle porta sur 12 000 logements environ, répartis en opérations de 300 logements et plus.
- Opération LOGECO permettant d'obtenir une aide financière à condition d'utiliser des « plans types homologués » par l'Administration, pour la construction de maison individuelle ou petit collectif. Ces opérations empruntèrent au processus industriel l'une ou l'autre, voire plusieurs, de ses caractéristiques : report plus ou moins important de la production en usine, développement de la phase des études, intégration des acteurs (par exemple : conception-réalisation), volume important de la commande permettant l'amortissement des investissements et la continuité de la production.

L'époque fut très riche et très fructueuse puisque le volume annuel de logements construits passa de 46.000 en 1951 à 270.000 en 1957.

Outre Camus déjà cité, plusieurs procédés de préfabrication, utilisant principalement le béton, connurent le succès. Ils émanaient d'un bureau d'études (BET) ou d'une entreprise de gros œuvre : Coignet, Tracoba, Fiorio, Baretts, Foulquier, Costamagna, Balency et Schuhl.

En raison de la taille et du poids des éléments préfabriqués, on a pu parler de « préfabrication lourdes » . Ces éléments incorporaient souvent des éléments de second œuvre.

En concurrence avec les procédés de préfabrication une autre technique se développa, mettant à profit la possibilité de mouler le béton en place. Ce fut la technique des coffrages-outils métalliques dont certains eurent de très grandes dimensions : tables, banches, tunnels. Elle consistait en quelque sorte à amener les machines sur le chantier.

Comme en matière de préfabrication, le processus était intégré, dominé par un entrepreneur de Grosœuvre ou un bureau d'études techniques. Il y avait en général incorporation d'éléments du second œuvre au moment du coulage du béton.

Au cours des années qui suivirent, on exploita et développa les méthodes mises au point pendant cette première période.

L'État accrut le volume de ses aides au logement et favorisa le recours aux méthodes qui viennent d'être évoquées. Une politique active d'immigration permit de faire venir une main-d'œuvre non qualifiée mais capable de s'adapter aux nouvelles techniques.

En 1958 deux mesures furent prises qui favorisèrent l'utilisation des méthodes d'industrialisation.

- La création des Zones à Urbaniser en Priorité (ZUP), visant à regrouper les logements à Construire, de façon à limiter les dépenses d'équipements publics. Toute opération d'au moins 100 logements devait être implantée dans une ZUP.

Les ZUP favorisèrent le développement d'un urbanisme de grands « plans de masse » très Géométriques avec des « tours et des barres » qu'on a appelé « urbanisme de chemin de grue » Très favorable évidemment à l'utilisation des procédés de préfabrication ou de grands coffrages outils. Les principaux architectes de l'époque furent chargés de ces opérations, apportant leur caution à cette forme d'urbanisme inspiré par la Charte d'Athènes (1933) et le courant de l'Architecture Moderne dont Le Corbusier fut un ardent représentant.

La possibilité de passer de gré à gré, après avis d'une Commission Nationale, des marchés portant sur trois années qu'on a appelé « marchés triennaux », avec garantie de financement de l'État pour les 2ème et 3ème années. Chaque opération devait en principe comporter au moins 500 logements. Le « secteur triennal » concerna un volume croissant de logements qui atteignit 58.000 en 1966. La politique ainsi menée fut efficace en termes de nombre de logements puisque celui-ci atteignit 360.000 en 1964.

La fin des années 60 (1968-1969) marqua une inflexion dans la politique de l'État car les besoins en logements étaient devenus globalement moins pressants et surtout inégalement répartis, et le nombre des grandes opérations diminuait au profit d'opérations plus petites, plus intégrées dans le tissu urbain donc plus diversifiées. Ne pouvant plus obtenir l'intégration et la continuité du processus de construction sur le même site par de grandes opérations, on les rechercha par deux moyens :

- Le groupement des commandes,
- L'utilisation de « modèles

Des instructions furent adressées aux préfets en 1968 pour qu'ils incitent les maîtres d'ouvrage sociaux à fusionner ou, à défaut, à se grouper afin d'offrir aux entreprises des marchés d'une importance suffisante. En 1969 un seuil de 200 logements fut imposé aux marchés HLM pour bénéficier de l'aide de l'État (500 en Région Parisienne).

Le principe des marchés triennaux évolua vers la notion de marchés pluriannuels à tranches annuelles optionnelles (ou à tranche unique) permettant aux maîtres d'ouvrage de mieux profiter des gains de productivité.

L'utilisation des modèles fut vivement encouragée : un modèle est un projet-type établi par une équipe architecte-entrepreneur et agréé par l'État. Sur la base d'un modèle, un maître d'ouvrage peut monter son opération et traiter de gré à gré avec l'entrepreneur.

Recours à un modèle et groupement des commandes furent associés dans une opération qui fit parler d'elle à l'époque : les 15.000 logements. Il s'agit d'un concours lancé en 1968 par l'État pour sélectionner un modèle et lui assurer un marché de 15.000 logements en 3 ans par groupement de nombreux maîtres d'ouvrage de toutes les régions de France. Le lauréat fut le projet d'un groupement

d'entreprises coordonnées par l'entreprise Stribick et les architectes Carrot et Delfante. Pour inciter les constructeurs (promoteurs, architectes, entrepreneurs) à se comporter en industriels, et pour répondre à une attente du marché, l'État lança en 1969 le « Concours International de la maison individuelle » auprès de groupements associant aménageurs, promoteurs, architectes, entrepreneurs pour sélectionner des opérations de maisons individuelles groupées (250 au minimum). Ce programme s'acheva en 1975 avec 70.000 logements au total en 330 opérations. On y pratiqua une industrialisation très partielle. Les années 60 furent marquées dans les secteurs autres que celui du logement, notamment les constructions scolaires et à un moindre degré les constructions sanitaires et sociales, par une politique d'industrialisation fondée sur l'utilisation de projets types (modèles) et le groupement des commandes entre les mains de l'État, par délégation des communes.

Au début des années 70 le rejet des formes d'urbanisme représentées par les grands ensembles avec leurs « tours » et leurs « barres » s'exprima avec de plus en plus de force.

La création du Plan Construction fut l'occasion de souligner l'importance de l'innovation et de la qualité, notamment architecturale. De même fut affirmée la volonté d'une décentralisation des actions de l'État au profit des collectivités locales. Les marchés pluriannuels furent peu à peu abandonnés et la politique des modèles fut réorientée vers la qualité et la diversité architecturales. Les « modèles innovation » agréés au plan national donnèrent l'exemple de changements importants dans l'architecture du logement : rupture avec les formes simples, développement de terrasses, flexibilité par l'utilisation de structures poteaux-poutres. La règle du seuil des 200 logements fut supprimée.

L'État continua à jouer un rôle moteur à travers la politique des modèles à laquelle il consacra des crédits réservés. Il créa une dynamique en organisant, nationalement et régionalement, des « Campagnes annuelles » d'agrément des modèles comme le faisait l'Éducation Nationale, puis en lançant en 1976 les « marchés-cadres » permettant de grouper des maîtres d'ouvrage pour l'utilisation d'un même modèle. Signalons qu'en 1973, le nombre de logements mis en chantier dépassa 550.000. Mais peu à peu sous l'influence des organisations professionnelles d'architectes, de la loi sur l'architecture (1977), de la création de la Mission Interministérielle pour la qualité des constructions publiques (1977), des collectivités locales ayant repris l'initiative, la politique des modèles fut de plus en plus critiquée. Elle fut abandonnée en matière de constructions scolaires. En matière de logements elle fut progressivement remplacée à partir de la fin de 1977, par une politique visant à développer l'utilisation de « composants » dans la construction.

Un composant était défini comme suit :

« Le composant est un élément du bâtiment fabriqué en atelier indépendamment d'un projet particulier et intégré à l'ouvrage sans avoir à subir de mise en forme ni de façonnage sur le chantier. »⁹

⁹ Source : Ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du territoire, du Tourisme et de la Mer Conférence du 14 juin 2002, L'épopée de l'industrialisation du bâtiment après la guerre 1939-1945, Pierre CHEMILLIER

L'idée était de rechercher la production de masse et la continuité au niveau des composants puisqu'on ne pouvait plus les obtenir au niveau des bâtiments eux-mêmes. On visait l'industrialisation par les composants. En s'inspirant de la politique des modèles, l'État organisa des concours de sélection de « systèmes constructifs », sortes de « mécanos » permettant de concevoir et de réaliser des projets divers

Grâce à la combinatoire des composants du système. Il aida à l'utilisation des systèmes constructifs par ses financements réservés et en reprenant la procédure des « marchés cadres » appliquée aux modèles.

Les systèmes constructifs ont surtout mobilisé les architectes, les bureaux d'étude et les entreprises de gros œuvre, comme les modèles et n'ont donc, à cet égard, pas représenté de changement significatif. L'État encouragea aussi les « composants autonomes », indépendants d'un système et susceptibles de ce fait d'avoir un marché plus large. Une association fût créée par les organisations professionnelles pour coordonner les initiatives en faveur des composants : l'Association Construction et Composants (ACC). Des règles et conventions de compatibilité furent élaborées et diffusées pour permettre de construire en associant des composants de provenances différentes (règles de coordination dimensionnelle et de joints), reprenant l'idée d'« industrialisation ouverte » dont il avait été largement débattu au sein du Plan Construction dès le début des années 70.

-Au cours des années 80, la politique en faveur des composants autonomes fut de plus en plus affirmée.

. Elle se manifesta en 1983 par le lancement de l'action « Produits Industriels et Productivité » (PIP) visant à promouvoir la fabrication et la vente de composants dans un marché « ouvert ». Cette action marqua un tournant car elle mobilisa directement les industriels, fabricants de composants. Elle encouragea la signature de « conventions programmes de fournitures » entre eux et les maîtres d'ouvrage, une adaptation des procédures de dévolution des travaux permettant aux entreprises, notamment les PME, de répondre aux appels d'offres en utilisant des composants (consultation sur avant-projet performance), la constitution de « catalogues » de composants comportant chacun son « logiciel » d'utilisation.

L'administration centrale définit les principes et chargea les administrations régionales (dans des régions pilotes) de les mettre en œuvre en concertation avec les professions. L'État accorda quelques aides financières incitatives, notamment pour les études de logiciels, mais manifestement il prenait un net recul par rapport à l'industrialisation du bâtiment. L'orientation des entreprises, notamment les PME, vers une activité de pose suscita de fortes réserves de la part de la Fédération du Bâtiment à l'égard de la politique PIP. Celle-ci eut un impact très limité. Vers la fin des années 80 la politique technique de l'État s'orienta vers de nouveaux thèmes, dans une grande diversité, et le débat sur l'industrialisation s'estompa jusqu'à disparaître.

-Ce rapide panorama conduit à la conclusion que si l'on a appliqué avec succès au cours des 50 années écoulées certaines des caractéristiques du processus industriel de production, on n'a pas pour autant « industrialisé » le bâtiment.

B. Systèmes de construction en préfabrication

1) Introduction :

Tout matériau de construction ou système de construction dispose de caractéristiques spécifiques et de champs d'application optimaux déterminants pour l'élaboration du plan et pour le choix des paramètres conceptuels tels que la longueur des portées, les systèmes de stabilité, les liaisons, les finitions, etc. Les constructions en acier de par leur masse plus faible, par exemple, permettront, en règle générale, de plus grandes portées que des constructions en béton coulé en place. Elles nécessiteront, d'autre part, en matière de robustesse, de résistance au feu et d'isolation thermique, l'utilisation de matériaux complémentaires. Le béton préfabriqué dispose également de caractéristiques qui lui sont propres, tant en comparaison avec l'acier, le bois ou les constructions en maçonnerie, mais aussi avec le béton coulé en place. En théorie, par exemple, toutes les liaisons entre les éléments préfabriqués pourraient être exécutées de telle sorte que la construction préfabriquée propose le même comportement monolithique que celui d'une construction coulée en place. Il s'agit toutefois d'une approche erronée, non seulement techniquement, mais aussi au niveau du coût et de la durée de vie.

Si l'on veut disposer de la totalité des avantages du béton préfabriqué, la construction doit dès le début être conçue selon une philosophie conceptuelle spécifique : grandes portées, concept de stabilité adapté, détails simples, finition de surface intégrée, etc. Les concepteurs devraient, dès les premières étapes de leur projet, analyser les possibilités, les avantages et les limites du béton préfabriqué, mais devraient également prendre connaissance des détails spécifiques, de la production, du transport, du montage et de la finition, avant d'élaborer le projet en béton préfabriqué de façon définitive.

2) Systèmes de construction :

Au premier abord, l'industrie de la préfabrication peut donner l'impression qu'il existe une quantité de systèmes et de solutions techniques pour les immeubles en béton préfabriqué. Ils appartiennent toutefois tous à un nombre restreint de systèmes constructifs de base, dont les principes de conception se ressemblent plus ou moins. Les systèmes de structures portantes en béton préfabriqué les plus courantes sont :

A- Les systèmes pour portiques et ossatures :

sont faits de poutres et de colonnes de différentes formes et dimensions, liaisonnées entre elles afin de constituer l'ossature du bâtiment. Un portique est composé de minimum deux colonnes encastrées dans la fondation et servant de support aux poutres de toiture.

L'ossature d'un bâtiment est composée de plusieurs portiques placés à distance égale et portant les revêtements des murs et la toiture.

Les constructions par ossature sont composées de colonnes pouvant couvrir un ou plusieurs étages et , servant d'appui pour les poutres de plancher ou de toiture. Il n'est pas recommandé pour des constructions r préfabriquées d'établir des liaisons encastées entre les colonnes et les poutres

A partir d'environ quatre étages l'encastrement des colonnes dans la fondation ne suffisent généralement plus à garantir la stabilité horizontale du bâtiment, ce qui nécessite la présence de noyaux rigides. Le choix de l'utilisation d'un système à ossature dans un projet repose sur un certain nombre de données relatives au type de projet, la trame du bâtiment, la capacité de grue disponible, l'importance du projet, le système de façade utilisé, la résistance au feu requise, etc.

a. Type de projet Les constructions par portiques et ossatures ;sont particulièrement indiquées pour des bâtiments nécessitant une grande flexibilité, c'est-à-dire une capacité d'extension aisée, une adaptation de l'aménagement intérieur aux besoins des utilisateurs, une redéfinition de la fonction du bâtiment, etc. Les constructions par ossatures sont normalement indépendantes des sous-systèmes complémentaires tels que les équipements électriques, les canalisations, les cloisons, etc. Les bâtiments peuvent donc être adaptés aux modifications d'utilisation, nouvelles fonctions, nouveautés techniques. De plus, les constructions par ossature permettent de plus grandes portées, et, par conséquent, des espaces ouverts sans parois intermédiaires. L'espace intérieur peut, en cas de besoin, être subdivisé à l'aide de cloisons non portantes, qui peuvent à tout instant être retirées ou remplacées.

b. Trame et charges :

Il est évident que la trame et les charges jouent un rôle dans le choix du système de construction du bâtiment. Pour de grands espaces ouverts au niveau du sol, les constructions par portiques constituent quasi la seule

solution possible. La charge de la toiture sera déterminante pour la définition de la portée maximale Pour cette raison, des recouvrements de toiture légers sont souvent choisis.

Lorsqu'il est question d'un seul étage intermédiaire, par exemple pour le stockage de marchandises ou pour l'aménagement de bureaux dans un hall industriel, le choix se portera également sur une construction à portiques. Les colonnes de portiques existantes pourront alors être utilisées pour l'appui des poutres de plancher sur une console. Il suffit d'ajouter seulement quelques colonnes intermédiaires et leurs poutres de plancher à l'intérieur du bâtiment. Pour des bâtiments de plusieurs étages, le choix du système portant dépendra de sa fonction, et de l'importance des charges. Plus les charges et/ou la trame sont grandes, plus les exigences posées au système portant ne le sont. En règle générale, les poutres et les colonnes peuvent facilement être adaptées aux dimensions et armatures imposées. De plus, une distinction est faite entre poutre pour toiture et pour plancher. Pour les premières, la portée est déterminante, pour les secondes, c'est souvent la hauteur de la construction, et ceci afin de réduire au maximum la hauteur de construction totale.

c. La capacité de grue maximale :

La masse propre d'une colonne ou d'une poutre de toiture peut varier de quasi 1 tonne à 20 tonnes et exceptionnellement même 30 tonnes. Les grands éléments sont toutefois presque exclusivement utilisés pour des projets importants dont le montage peut être fait à l'aide d'une grue mobile. Actuellement, le marché propose des grues à très grande capacité, ce qui fait que ce paramètre n'est plus déterminant dans le choix du système constructif.

d. Le système de façade utilisé :

Lorsque la façade est composée d'éléments de revêtement, il faut prévoir une construction par ossature pour y accrocher les éléments. Celle-ci peut être en béton préfabriqué ou un autre matériau. Pour les revêtements de façade préfabriqués, il est souvent indiqué d'utiliser également une ossature préfabriquée. En effet, ceci permet de centraliser l'organisation de la mise en œuvre. De plus, la conception de l'ossature donne une plus grande liberté à l'architecte en matière de choix et de conception du revêtement de façade.

e. La résistance au feu requise :

Les colonnes préfabriquées en béton armé et précontraint ont normalement une résistance au feu de minimum 2 heures. Pour les poutres, la forme et les dimensions jouent un rôle primordial. Les poutres élancées de toiture et les pannes ont généralement une résistance au feu d'une heure, tandis que les poutres de plancher résistent 2 heures voire plus. Il suffit d'adapter l'enrobage de l'armature principale aux exigences posées. Pour des informations détaillées sur les systèmes à portiques et à ossatures,

B-Construction par panneaux :

Les parois en panneaux préfabriqués sont en règle générale réalisées en béton armé. La hauteur correspond à la hauteur d'étage du bâtiment, et la longueur est généralement située entre 6 et 14 m. L'épaisseur standard varie entre 80 mm pour les panneaux non portants, à 150 à 200 mm pour les panneaux portants et jusqu'à 300 mm pour des applications spéciales.

Les panneaux préfabriqués sont utilisés comme murs intérieurs et extérieurs pour bâtiments, cages d'ascenseur et d'escalier, etc. Les constructions par panneaux sont généralement utilisées pour des immeubles résidentiels.

Les panneaux préfabriqués peuvent être portants ou avoir uniquement une fonction de séparation. La surface des éléments est lisse, de part et d'autre, et prête à être peinte ou tapissée. Autres avantages : temps de construction réduit, isolation acoustique et résistance au feu. Les derniers développements en matière de constructions par panneaux prévoient uniquement des murs portants au périmètre du bâtiment, avec des planchers allant d'une façade à l'autre. La stabilité du système est garantie par l'« effet tube » de l'ensemble de la paroi extérieure. Le but est de créer de grands espaces ouverts entre les murs extérieurs. L'aménagement intérieur est réalisé à l'aide de cloisons légères. Cela permet d'apporter des changements intérieurs sans devoir démolir la structure.

a. Le type de projet :

Les constructions par panneaux constituent un choix plutôt évident lorsque la construction est composée de nombreux murs extérieurs et intérieurs. La méthode utilisée peut en effet être vue comme une forme industrialisée de murs coulés en place ou maçonnés.

b. La masse des éléments :

La masse d'un panneau préfabriqué en béton varie entre 2 à 3 t à plus de 10 t et exceptionnellement elle peut même atteindre 20 t, en fonction de la longueur et de l'épaisseur des éléments. La longueur choisie dépend du projet. Il existe également des solutions en béton léger. La masse des éléments n'est par conséquent pas déterminante dans le choix du système de construction.

c. La finition :

Comme déjà mentionné précédemment, les panneaux préfabriqués sont lisses des deux côtés, prêts à être peints ou tapissés. Le temps de construction s'en retrouve ainsi fort raccourci, ce qui peut être déterminant dans le choix du système.

d. L'isolation acoustique :

Grâce à leur masse importante, les murs en béton disposent d'une excellente isolation contre les bruits aériens. En augmentant l'épaisseur, l'isolation peut être facilement adaptée à des exigences spécifiques. Dans la plupart des cas, des murs massifs d'une épaisseur de 150 mm offrent une isolation acoustique suffisante pour la majorité des projets.

e. La résistance au feu :

Les murs en béton ont une résistance au feu de 2 à 6 heures en fonction de l'épaisseur et de la charge. D'ailleurs, ils sont couramment utilisés comme murs pare-feu.

C-Systèmes à cellules :

Les cellules préfabriquées sont parfois utilisées pour des parties de bâtiments, telles que, par exemple, des salles de bain, des blocs de cuisine, des box de garage, etc. Ces systèmes ont l'avantage de permettre une construction rapide et une industrialisation de la production, puisque la finition et l'équipement des cellules peuvent entièrement se faire en usine. Toutefois, le système n'a jamais été utilisé à grande échelle en raison de la masse importante des cellules, des problèmes de transport dus à leur grand gabarit et en raison du manque de flexibilité dans l'aménagement des projets. Le choix d'un système à cellules peut être justifié dans les cas suivants :

a. Importance de la série :

Les cellules requièrent des moules complexes qui doivent être amortis sur une grande série, à moins que le pré fabricant ne dispose de moules standards. Il faut compter sur un minimum d'une cinquantaine de cellules par projet pour que le pré fabricant en envisage la production.

b. Temps de construction réduit : La finition et l'équipement de salles de bains par exemple, demandent beaucoup de temps et sont réalisés en fin de processus de construction. Comme les cellules sont entièrement finies et équipées en usine, le système permet une construction plus rapide.

c. Économie :

L'industrialisation du processus de construction devrait engendrer des économies. La finition et l'équipement des cellules préfabriquées sont d'ordinaire confiés à des sociétés spécialisées, même lorsque cela se fait en usine. Le prix sera par conséquent influencé par d'autres facteurs, tels que la grandeur de la série, l'offre et la demande, etc.

D-Constructions de planchers et de toitures :

Les planchers préfabriqués font partie des plus anciens produits préfabriqués. Le marché propose une grande variété de systèmes préfabriqués pour planchers et toitures. Les cinq systèmes les plus utilisés sont les suivants.

1-dalles alvéolées

2-planchers nervurés

3-planchers-dalle massifs

4-planchers composites à pré-dalles

5-planchers composites à poutrelles et entrevous.

-Parmi les principaux avantages des planchers préfabriqués, peuvent être cités une construction rapide, l'absence d'étaieage, une grande diversité de types de planchers, de grandes portées et des coûts moins élevés. Les planchers préfabriqués sont largement utilisés dans toutes sortes de bâtiments, dans des constructions entièrement préfabriquées, mais également en combinaison avec d'autres matériaux, tels que des ossatures en acier, du béton coulé en place, de la maçonnerie, etc.

Le choix du système de plancher approprié dépend du type de bâtiment et varie d'un pays à l'autre, entre autres en raison des différentes possibilités de transport et de manutention, de la disponibilité sur le marché de certains éléments, des habitudes de construction, etc.

Le choix du type de plancher approprié pour un bâtiment est déterminé par un certain nombre de facteurs, tels que la capacité portante, la disponibilité sur le marché du type de plancher, les possibilités de transport et de manutention, etc. Les paramètres essentiels sont analysés ci-dessous.

a. Portée et capacité portante :

- Les planchers nervurés sont particulièrement adaptés aux grandes portées et aux fortes charges, comme pour des bâtiments industriels, des espaces de stockage, des centres de distribution, etc.

- Les planchers alvéolés sont généralement utilisés pour des grandes portées et des charges moyennes, comme pour des bâtiments administratifs, des appartements, des parkings, etc.

- Les planchers à pré-dalles peuvent être utilisés pour de petites portées et des charges modérées comme par exemple dans des maisons, immeubles d'appartements, hôtels, etc.

Les planchers à poutrelles et entrevous sont principalement utilisés pour de petites portées et des charges réduites, surtout dans la construction de logements et la rénovation.

b. Face inférieure des éléments :

La face inférieure des planchers préfabriqués peut être plane ou nervurée, lisse ou rugueuse afin d'être plafonnée et peut être pourvue d'isolation thermique. Les planchers nervurés permettent le placement de tuyaux et de canalisations entre les nervures. Les planchers plans permettent la réalisation de constructions élancées. Ceci concerne spécialement les planchers alvéolés précontraints.

D'autre part, la présence de joints longitudinaux entre les éléments n'est pas toujours acceptée lors des constructions résidentielles. Les planchers à poutrelles et entrevous ont une face inférieure rugueuse et irrégulière et requièrent toujours un plafonnage classique. Enfin, les planchers alvéolés peuvent être livrés avec couche d'isolation thermique sur la partie inférieure. Cette solution est généralement appliquée pour des planchers au-dessus d'un vide sanitaire.

c. Masse :

La masse d'un élément de plancher peut aller de moins de 100 kg, par exemple pour des poutrelles de planchers à poutrelles et entrevous, à plusieurs tonnes, par exemple pour de longs éléments de plancher nervurés. Le choix du type approprié peut donc dépendre de la dimension du projet pour une petite maison il n'est pas nécessaire de louer une grue tour onéreuse – et de la capacité de levage disponible sur le marché.

d. Isolation acoustique :

La qualité acoustique est une caractéristique importante des planchers, particulièrement pour les bâtiments résidentiels. L'isolation contre les bruits aériens dépend de la masse par m².

Les planchers en béton répondent aisément aux critères imposés. La situation est différente pour la transmission des bruits de contact, qui nécessite des mesures complémentaires pour l'obtention des valeurs requises, tels que des planchers flottants.

e. Résistance au feu :

Les planchers préfabriqués en béton armé et précontraint offrent généralement une résistance au feu de 60 à 120 minutes voire plus. La résistance au feu de 60 minutes est atteinte par tous les planchers sans mesures complémentaires. Pour des résistances au feu supérieures à 90 minutes, il suffit généralement d'augmenter le recouvrement de béton sur les armatures et au besoin d'adapter l'épaisseur du plancher.

E-Façades en béton :

Les façades décoratives en béton pour bâtiments trouvent leur origine dans la première partie du 20ème siècle, sous l'impulsion de grands architectes tels que Le Corbusier, Gropius, Aalto et bien d'autres. Le béton était alors un nouveau matériau déjà abondamment utilisé dans des constructions portantes ainsi que des ouvrages d'art. La chapelle de Ronchamp en France. Conçue par Le Corbusier est un bel exemple :

des possibilités qu'offrent les façades en béton en matière d'esthétique et d'aspect. Pendant la deuxième partie du siècle dernier, l'industrie de la préfabrication a développé de nouvelles compositions de béton, de nouvelles techniques de coffrage et de nouvelles finitions de surface, qui permettent la production d'éléments de façade de très haute qualité ainsi qu'une large variété de formes, couleurs et textures. Ce système a été appelé le béton architectonique afin de mettre en avant que la malléabilité et la technique de production contribuent substantiellement à l'expression architecturale de la façade.

Les façades en béton peuvent être utilisées pour chaque type de bâtiment. Leur conception peut prendre l'aspect de parois portantes ou d'éléments de revêtement simples. Les façades portantes ont une fonction tant constructive que décorative. Elles portent les charges des planchers et de la construction supérieure. Un autre avantage des façades portantes est qu'elles permettent une protection rapide des intempéries, et par conséquent la poursuite des finitions. Les façades en béton architectonique sont souvent utilisées en combinaison avec des constructions à ossature. La construction intérieure est composée de colonnes et de poutres de plancher Dans les pays scandinaves, mais également aux Pays-Bas et localement en Belgique, la tendance est aux bâtiments administratifs sans colonnes intérieures. Les éléments de planchers alvéolés précontraints, d'une portée de 16 à 18 m, portent de façade à façade. Les éléments de façade non-portants ont uniquement une fonction décorative, et de séparation. Ils sont fixés à la structure du bâtiment, qui peut être en béton préfabriqué, en béton coulé en place ou en acier.

Le choix d'une façade préfabriquée en béton architectonique est entre autres déterminé par les facteurs suivants.

a. Aspect architectural :

La possibilité de couler le béton dans toutes sortes de formes est une des propriétés les plus caractéristiques de ce matériau. En outre, l'architecte dispose de toute une panoplie de couleurs et de textures de surface pour concrétiser ses idées. Les façades en béton architectonique sont par conséquent particulièrement adaptées aux bâtiments ayant un rayonnement architectural ou offrant une référence prestigieuse à l'entreprise ou au propriétaire.

b. Fonction constructive :

Les façades en béton sont capables de porter les charges des planchers ainsi que des façades superposées. Elles peuvent également contribuer à la stabilité horizontale du bâtiment. Les dimensions des éléments relèvent du libre choix et peuvent être adaptées à la modulation interne du bâtiment.

c. Isolation thermique :

Les façades en béton architectonique sont souvent utilisées comme éléments sandwich. L'isolation thermique se situe entre les deux feuilles de béton. La valeur K des éléments dépend de l'épaisseur de l'isolation. Les éléments disposent en outre d'une bonne inertie thermique, ce qui permet d'avoir un agréable climat intérieur en été, et par conséquent de réaliser des économies de climatisation.

d. Isolation acoustique :

Les parois en béton disposent d'une excellente isolation contre les bruits aériens grâce à leur masse importante. La capacité d'isolation est encore bien plus grande pour les éléments sandwich grâce à la stratification de la façade.

e. Construction rapide :

Les façades préfabriquées permettent une construction beaucoup plus rapide en comparaison aux matériaux traditionnels. De plus, la finition intérieure peut commencer plus en amont, car l'espace intérieur peut être protégé plus tôt du climat extérieur.

f. Solution économique

Le système de murs porteurs est une solution économique puisqu'il est ici possible de se passer d'une ossature périphérique destinée à porter les planchers.

g. Durabilité :

Les constructions préfabriquées sont caractérisées par une grande durabilité grâce au grand soin apporté à leur production et un contrôle de qualité approfondi. De plus, elles ne nécessitent pas d'entretien.

3) Application des systèmes préfabriqués :

Le choix et l'utilisation des systèmes de construction susmentionnés sont intimement liés au type de bâtiment, qui, à son tour, dépend de sa destination: habitation, bureau, commerce, industrie, etc. Des directives pour les critères à appliquer lors du choix du système le plus approprié sont repris ci-dessous, par type de bâtiment.

a) Maisons et appartements :

Les maisons et immeubles à appartements préfabriqués sont généralement conçus à l'aide de constructions par panneaux. Certains panneaux sont portants, d'autres n'ont qu'une fonction de compartimentage. Ce système est largement utilisé en Europe. Les façades prennent souvent la forme d'éléments sandwich, avec panneau intérieur portant, une isolation thermique de 50 à 150mm d'épaisseur et un panneau extérieur non portant en béton architectonique. Ce système a l'avantage de permettre une construction rapide, une bonne isolation acoustique, une résistance au feu ainsi qu'une finition de surface lisse, prête à être peinte ou tapissée. Il a l'inconvénient d'offrir une flexibilité réduite en matière d'aménagement du plan ainsi que de rendre toute adaptation à de nouveaux besoins ultérieurs plus difficile. Les constructions par panneaux peuvent grosso modo être réparties en deux catégories :

- système de murs « intégral », dont tous les murs tant intérieurs qu'extérieurs sont en béton préfabriqué.

- système de murs « enveloppe », dont seuls les murs extérieurs ou communs entre les appartements sont portants, tandis que les murs intérieurs sont construits en matériaux traditionnels tels que des blocs de plâtre, de blocs de béton léger ou en systèmes plus ch, en maçonnerie traditionnelle ou en tout autre matériau de façade

- . (a) Système de mur de refend industrialisés. Les façades peuvent être exécutées en éléments sandwi avec façade préfabriquée

- (b) Système enveloppe combiné avec ossature intérieure

Les planchers recouvrent la totalité de la longueur ou de la largeur d'une habitation, avec des portées allant jusqu'à 11 m. Lorsque la distance entre les façades est trop grande, une ossature intérieure est utilisée. D'habitude, les planchers s'orientent dans la direction de la plus grande portée. Pour des constructions par panneaux entièrement préfabriquées, les planchers peuvent porter dans différentes directions; mais idéalement, le choix doit se porter sur un placement parallèle. Les types de plancher suivants sont utilisés. Dans le domaine de la construction d'habitations, les critères les plus importants sont:

- une petite ou moyenne portée (de 4 à 11 m);

- une faible charge utile ($\pm 2 \text{ kN/m}^2$);

- une finition du plafond plane et lisse (éléments lisses ou plafonnage); les joints longitudinaux apparents ne sont pas toujours acceptés; il existe toutefois des techniques de jointage afin d'obtenir une finition parfaitement plane/ une résistance au feu d'une heure, parmi les autres critères pour le choix du type de plancher, il convient de citer la taille de la série des contrats de construction, pouvant aller d'une à plus de 100 habitations, la capacité de levage sur chantier, La présence d'importants évidements dans les planchers, les habitudes de construction, etc.

Le système de plancher le moins industrialisé se révèle être le plancher à poutrelles et entrevous. Les produits utilisés sont légers et faciles à monter. La surface inférieure est rugueuse et doit être plafonnée. La nécessité ou non d'un étayage temporaire des poutres pendant le montage dépend du type utilisé. Tous les aménagements de planchers sont envisageables et bien que la modulation ne soit pas impérative, elle est conseillée. Ce système de plancher est encore largement utilisé en Europe et ailleurs. Il exige toutefois un grand volume de travail et n'a pas sa place dans une optique de préfabrication qui tend vers une industrialisation maximalisée, et par conséquent un volume de travail sur chantier minimalisé. Les petits hourdis creux en béton armé et précontraint sont probablement le type de plancher le plus utilisé dans la construction d'habitations, du moins en Europe. Ce système est déjà plus industrialisé que les planchers à poutrelles et entrevous et peut être monté à l'aide de simples grues. Le plan est de préférence rectangulaire et modulé. La face inférieure des planchers nécessite un plafonnage. Un étayage temporaire pendant le montage n'est pas nécessaire. Les grands prés dalles en béton armé et précontraint sont uniquement utilisées dans de vastes projets de construction d'habitations en raison de la nécessité d'engins de levage importants. Les dalles exigent un étayage temporaire pendant le coulage et le durcissement de la couche de compression en béton. La face inférieure des dalles est lisse et le plan du plancher ne doit pas nécessairement être rectangulaire. Les évidements pour les canalisations, les emplacements des escaliers et autres produits de la sorte sont envisageables là où l'exige le projet. Le système requiert également un grand volume de travail sur chantier et peut être défini comme de la semi-préfabrication. Des éléments de plancher alvéolés précontraints d'une largeur de 1,20 m sont uniquement utilisés dans des pays fort industrialisés disposant d'une grande tradition de préfabrication dans le domaine de la construction d'habitations. Ce produit a comme avantages un montage rapide et sec et de grandes possibilités de portées. Dans le nord de l'Europe, la présence de joints longitudinaux entre les éléments du plafond n'a que peu ou pas d'importance. La finition de la surface se fait souvent à l'aide d'une couche de peinture granulée. Les projets de construction d'immeubles à appartements sont généralement assez importants pour qu'il soit fait appel à des grues plus lourdes, ce qui permet de porter son choix sur des types de planchers plus grands et plus lourds que lors de la construction de maisons. De plus, l'élancement du plancher, la face inférieure lisse et la rapidité de construction jouent un rôle supplémentaire. Dans ce cas, les éléments alvéolés précontraints sont les systèmes de plancher les plus indiqués.

b) Bureaux et immeubles administratifs :

Les immeubles de bureaux nécessitent en principe une grande flexibilité en matière d'utilisation et des possibilités d'adaptation. Pour cette raison, l'espace intérieur doit être entièrement libéré. Les immeubles de bureaux sont généralement conçus sur base d'une construction par ossature avec noyaux de stabilisation. Les façades peuvent être constituées de toutes sortes de matériaux. Les façades

préfabriquées en béton architectonique peuvent être portantes ou non-portantes. Dans le premier cas de figure, une façade-sandwich constitue la solution classique, dans le deuxième, il est fait utilisation d'éléments de revêtement simples., avec ossature préfabriquée et façades en béton architectonique

La tendance actuelle pour la construction des immeubles de bureaux consiste à créer de grands espaces ouverts sans colonnes intérieures, avec des portées de 16 à 18 m. Lorsque la largeur totale du bâtiment est inférieure, les façades sont de préférence utilisées comme éléments portants qui portent les planchers sur toute la largeur. C'est ce qu'on appelle une construction par murs porteurs. Lorsque la largeur du bâtiment est supérieure, il est nécessaire de prévoir des colonnes intérieures. Les noyaux sont composés de parois préfabriquées. Ils portent d'une part les éléments de plancher et d'autre part les escaliers et paliers ou cages d'ascenseur. La préférence va vers les planchers alvéolés précontraints, en raison de leurs grandes possibilités de portées et l'élancement du plancher.

L'épaisseur de construction fortement réduite du plancher, y compris le talon de la poutre de support, est en effet un paramètre important pour les immeubles de bureaux, particulièrement en milieu urbain. Pour de plus petites portées d'environ 6 m, il est parfois fait appel à des prés dalles. Toutefois, il est impératif de prévoir un étayage pendant le bétonnage de la couche de compression.

c) Hôtels, hôpitaux :

Il s'agit généralement de grands projets, ce qui justifie l'utilisation de systèmes de construction industrialisés tels que des constructions préfabriquées par ossature ou par panneaux. Les portées sont généralement importantes et la charge utile avoisine les 5 kN/m². En raison des larges évidements dans les planchers pour permettre entre autres le passage des canalisations, il est préférable d'utiliser des éléments TT. Toutefois, le choix se porte parfois sur des éléments alvéolés précontraints. Les façades sont analogues à celles des immeubles de bureaux.

d) Bâtiments éducatifs :

Les bâtiments éducatifs sont caractérisés par des portées moyennes à grandes, de ± 8 à 12 m pour les écoles et plus de 24 m pour les auditoriums des universités, avec des charges utiles de l'ordre de 3 à 4 kN/m². Les bâtiments scolaires sont conçus soit avec une construction par ossature ou une construction par panneaux, les auditoriums avec une construction par ossature. Les façades sont souvent caractérisées par de grands évidements pour les fenêtres. Elles peuvent être portantes ou non-portantes. Les planchers sont composés de dalles alvéolées précontraintes ou d'éléments TT. Ces derniers ont la préférence en cas de grandes portées. Les planchers pour auditoriums peuvent être conçus comme des planchers à gradins. Pour ce faire, des solutions spécifiques ont été développées, entre autres à base de poutres en gradins. Les planchers pour salles de cinéma sont également conçus en forme de gradins, avec en dessous, parfois, des espaces de parking.

-Bâtiments industriels et espaces de stockage :

Les bâtiments industriels ont généralement de grandes portées et de simples toits et façades. Ces bâtiments sont d'habitude conçus sur base de structures à portiques. La stabilité est obtenue grâce à l'encastrement des colonnes dans les fondations. Des planchers intermédiaires peuvent être installés dans tout le bâtiment ou dans des parties de celui-ci. Une ou plusieurs rangées de colonnes supplémentaires sont disposées dans le hall. Les portées sont comprises entre 8 et 15 m voire plus, et la charge utile se situe d'habitude entre 5 et 15 kN/m² mais peut atteindre 20 kN/m². Les éléments TT précontraints constituent souvent la seule solution en cas de grandes portées et de charges importantes. Les toits peuvent être composés d'éléments préfabriqués, de béton cellulaire ou d'éléments de recouvrement légers tels que des tôles ondulées ou de bac acier. Le choix dépend généralement des conditions climatiques. Dans les régions plus fraîches, les éléments en béton nervurés sont prédominants, en raison de la lourde charge occasionnée par la neige ainsi que des exigences de durabilité. Dans les régions plus clémentes, le toit en béton constitue la meilleure solution, en raison de sa capacité thermique, permettant de garantir en été la fraîcheur de la température intérieure.

Les façades sont réalisées en béton architectonique, en bardage métallique ou synthétique et parfois même en maçonnerie. Les éléments de façade horizontaux sont fixés aux colonnes des portiques, les éléments de façade verticaux à des poutres horizontales à hauteur de la tête de la colonne.

Les éléments de toiture en bâtière forment une alternative aux constructions par portiques. Cette solution permet la réalisation de grands espaces intérieurs, avec des portées libres jusqu'à 24 m et une largeur variable modulée sur 3,40 m. La hauteur intérieure peut atteindre 8 m. Les planchers intermédiaires peuvent être aménagés sur toute la surface ou sur une partie du bâtiment. Les éléments en bâtière sont fabriqués en béton précontraint et sont caractérisés par un faible poids et une grande portée.

Parmi les principaux inconvénients du système en bâtière, il y a le placement des chemins de roulement

pour ponts roulants en raison de l'importante charge excentrée et l'élancement des façades, la difficulté d'extension ou de modification des façades, par exemple par le placement de portes supplémentaires, la production plus complexe des éléments en bâtière, etc. et éléments de toiture en bâtière

e) Bâtiments commerciaux :

Les bâtiments commerciaux exigent normalement de grands espaces sans colonnes. Ils sont généralement

conçus à l'aide de structures à ossature préfabriquée. Mis à part les supermarchés, bon nombre de petits centres commerciaux trouvent aujourd'hui refuge dans des immeubles à appartements ou de bureaux. Ces bâtiments ont dès lors plusieurs fonctions: un parking au sous-sol, un centre commercial au rez-de-chaussée et des appartements aux étages. Le type de construction habituellement choisi est une

combinaison de la construction par ossature pour le parking et le centre commercial et une construction par murs de refend ou par ossature pour les étages. Les façades des bâtiments commerciaux isolés peuvent être constituées de panneaux de revêtement en béton architectonique ou autres matériaux.

g)-Parkings à étages :

Le parking à étages moderne a comme exigences de base de grandes portées libres avec un minimum de colonnes intérieures, une épaisseur de construction réduite, un bel aspect, etc.

D'habitude, il est constitué d'un système à ossature, combiné à des noyaux et des cages d'escalier. Les portées mesurent souvent 16 m et la distance entre les colonnes s'élève à 7,20 m voire 9,60 m. Il existe différents systèmes de conception pour organiser la circulation intérieure. Voici quelques exemples de parkings à étages fréquemment construits ayant des différents plans de circulation.

- Le parking à niveaux de planchers décalés
- Le parking à planchers planes
- Le parking à planchers inclinés et ses variantes
- Une combinaison des types mentionnés

a. Le parking à niveaux de plancher décalés :

Les planchers sont placés horizontalement et sont décalés d'un demi-étage afin de raccourcir les pentes d'accès. Les planchers ont une portée de 15 à 16 m (2 x 4,80 m pour les parkings et 5,40 à 6,40 m pour les bandes de circulation). Ils sont composés d'éléments TT ou de dalles alvéolées précontraintes. La construction préfabriquée est simple et ne requiert qu'un dédoublement des poutres de plancher et des consoles des colonnes au centre du parking. L'utilisateur passe devant toutes les places de parking et se gare sur la première qui est libre. La circulation sortante suit un itinéraire plus court, par exemple en prévoyant un passage supplémentaire entre les planchers.

b. Le parking à planchers planes :

A chaque étage, les planchers sont placés horizontalement et au même niveau. La portée est identique à celle du parking à niveaux de planchers décalés. Il y a plusieurs possibilités pour les rampes d'accès et de sortie: circulation dans un ou deux sens, enroulement vers la gauche ou la droite (montée ou descente), un enroulement par étage ou par deux étages, etc. Le carrousel peut être réalisé avec des éléments préfabriqués. Dans ce cas, ils doivent toutefois être adaptés au projet. Le système à carrousel permet une circulation fluide du trafic entrant et sortant.

c. Le parking à planchers inclinés :

Les planchers sont inclinés et servent au parking des voitures ainsi qu'à la circulation. L'utilisation de la surface du plancher est optimale et le confort routier bon grâce à l'absence de pentes raides. Les portées sont identiques à celles des parkings susmentionnés. L'aspect de la façade est déterminé par des bords non horizontaux., La stabilité générale des parkings à étages est en règle générale assurée par des colonnes

encastrées dans les fondations en combinaison avec des cages d'ascenseur et d'escalier. Pour les parkings souterrains, la réaction horizontale de la pression de l'eau ainsi que du sol est reprise par les planchers préfabriqués. Les façades peuvent être composées de n'importe quel matériau, par exemple d'éléments d'allèges préfabriquées en béton architectonique.

f) **Complexes sportifs :**

Il existe une multitude de bâtiments sportifs, qui chacun ont leurs exigences spécifiques. En raison du temps de construction réduit qui est accordé, la réalisation se fait normalement en béton préfabriqué. Les solutions préfabriquées suivantes sont utilisées.

- Les grands halls sont conçus comme des constructions par portiques. Actuellement, la largeur maximale réalisable d'un hall est de 48 m, mais sera probablement de 50 m dans le futur.

- Les arènes et les tribunes sont d'habitude construites sur base de constructions à ossature, en combinaison avec des murs porteurs. Les planchers sont soit composés de dalles alvéolées précontraintes, soit d'éléments TT.

Le toit en porte-à-faux au-dessus de la tribune peut être composé de poutres précontraintes, ancrées dans les colonnes à l'aide de boulons à haute résistance. La distance entre les portiques est de 6 à 12 m. Les poutres en-dessous du plancher de la tribune ont une face supérieure en gradins. Le plancher en gradins est généralement composé d'éléments préfabriqués spécifiques.

Les stades de football modernes disposent de tribunes particulièrement complexes avec quantité de locaux destinés à des fins diverses, tels que des restaurants, des vestiaires, des salles de réunion, des bureaux, des parkings à étages, etc.

- Il existe des exemples de pistes de patinage dont la dalle de fondation est composée d'éléments de plancher alvéolés sur poutres de fondation.

C. **Avantage de la préfabrication**

1) **Introduction :**

-L'utilisation de béton préfabriqué est communément considérée comme une façon de construire économique, durable, de qualité et polyvalente sur le plan architectural. L'industrie de la préfabrication n'économise pas ses efforts pour répondre aux exigences du monde moderne en matière d'économie, d'efficacité, de performances techniques, de sécurité, de bonnes conditions de travail et de respect de l'environnement.

Dans les années à venir, l'évolution de l'activité de la construction sera indubitablement influencée par les nouveaux développements en informatique, en communication globale, en industrialisation et en automatisation certains d'entre eux sont d'ores et déjà appliqués en préfabrication. Toutefois, beaucoup reste à faire, surtout dans l'amélioration de l'efficacité du processus de construction actuel, de la conception à la finition. La seule manière de faire évoluer la construction traditionnelle à intensité de

main d'œuvre élevée vers une approche moderne, telle qu'elle existe en préfabrication, sera d'industrialiser tout le processus.

La préfabrication des constructions en béton est un processus industrialisé qui offre de grandes perspectives d'avenir. Elle est toutefois souvent considérée, par les non-initiés, comme une variante technique de la mise en œuvre des constructions coulées en place. Dans cette approche, la préfabrication signifie uniquement que des parties de la construction sont préfabriquées dans des usines spécialisées, et qu'elles sont ensuite assemblées sur chantier de telle façon que le concept initial de la construction coulée en place soit respecté. Cette approche est erronée. Tout système de construction a ses particularités qui ont une influence plus ou moins grande sur la disposition constructive, les dimensions des portées, le système de stabilité, etc. Le meilleur résultat possible n'est atteint que lorsque, dès le début de la conception, les exigences spécifiques et particulières du système de construction prévu sont respectées.

2) Opportunités :

La préfabrication comme méthode de construction et le béton comme matériau possèdent plusieurs avantages indéniables.

a-Produits manufacturés :

La seule façon d'industrialiser la construction, est de transférer un maximum d'activités du chantier vers une usine. « Industrialisation » signifie en effet des méthodes de production rationnelles et efficaces, des ouvriers qualifiés, une production en série, un contrôle de qualité, etc. La concurrence et les évolutions sociétales obligent l'industrie de la préfabrication à investir de façon continue et interrompue dans l'amélioration de la productivité et des conditions de travail, par le développement de nouveaux produits, systèmes de construction et méthodes de travail. Il existe déjà un certain nombre d'exemples comme pour le pliage des armatures, les coffrages automatiques, le bétonnage, la finition de la surface du béton frais et durci, etc. d'autres évolutions sont en cours de développement.

b-Utilisation optimale des matières premières :

La préfabrication dispose d'excellentes possibilités en matière d'économie, de performances constructives et de durabilité grâce à la haute résistance du béton et l'utilisation optimale des matières premières. Ce résultat est obtenu notamment grâce aux équipements modernes des usines et aux procédures de travail soigneusement étudiées. Des exemples typiques en sont :

L'utilisation du béton précontraint, la résistance du béton de 2 à 4 fois supérieure à celle du béton coulé en place, l'utilisation en série de coffrages, la réduction des déchets, etc. Grâce à cela, les éléments préfabriqués peuvent être conçus avec une plus grande finesse et ont une grande durabilité et une longue durée de vie.

Les usines de préfabrication utilisent des équipements de dosage et de mélange pilotés par ordinateur. Des adjuvants et des additifs sont ajoutés afin d'obtenir des performances mécaniques

spécifiques. Le coulage et le compactage du béton se font dans des conditions climatiques protégées en utilisant un équipement approprié.

La quantité d'eau de gâchage est réduite à son strict minimum et le compactage ainsi que coulage du béton sont réalisés à l'aide de systèmes contrôlés. La résistance du béton peut ainsi être ajustée avec précision aux applications spécifiques auxquelles il est destiné. Le béton à haute résistance (à résistance sur cylindre de 100 N/ mm² et plus) est utilisé quotidiennement dans la plupart des usines. Son plus grand avantage réside dans son efficacité structurelle améliorée, qui permet la fabrication de produits plus fins ainsi qu'une utilisation optimale des matières premières. Une meilleure résistance au gel et aux agents chimiques constitue un autre aspect positif. Le plus grand avantage est obtenu pour les éléments verticaux, et plus particulièrement pour les colonnes portantes.

La plus grande résistance du béton permet d'augmenter la précontrainte des poutres. Grâce au nombre plus élevé de torons de précontrainte, il est possible d'atteindre une plus grande résistance à la flexion, un moment de ruptures retardées et par conséquent une charge admissible plus élevée. Le béton auto compactant, développement nouveau est très prometteur pour la préfabrication. Là où le béton à haute résistance vise principalement une amélioration des performances du produit (résistance et durabilité), le béton auto compactant y ajoute un impact considérable sur le processus de fabrication. Le béton auto compactant ne doit pas être vibré, ce qui présente de nombreux avantages, tels que la réduction des nuisances sonores pendant le coulage, une pression réduite sur les coffrages, un bétonnage accéléré, un remplissage simplifié des coffrages à grande densité d'armatures ou à sections fines et compliquées, une réduction des bulles d'air à la surface des éléments. De plus, il peut être pompé facilement. L'utilisation de cette nouvelle technologie dans l'industrie de la préfabrication connaît une croissance très rapide et il n'est pas illusoire de penser que dans quelques années, une grande partie de la production quotidienne sera constituée de béton auto compactant. La précontrainte est souvent utilisée en préfabrication. La production industrielle sur de longs bancs de précontrainte n'offre pas uniquement les avantages liés au béton précontraint, mais permet également une production économique en raison de besoins en main d'œuvre réduits et de l'absence de systèmes d'ancrage onéreux utilisés dans la post contrainte.

c-Temps de construction réduit : réduction de moitié par rapport à la construction traditionnelle coulée en place En raison de la lenteur des méthodes de construction traditionnelles, les longs délais de construction sont plus facilement admis. Aujourd'hui, il est toutefois de plus en plus question d'un retour sur investissement rapide. La décision de commencer le chantier est reportée au dernier moment, mais les délais négociés au préalable doivent être respectés.

d-Construction hivernale :

Le chantier s'arrête lorsque la température descend sous -5 °C.

La préfabrication est réalisée indépendamment des conditions climatiques et la production des éléments se fait pendant les mois d'hiver.

e-Qualité :

Le mot qualité a une signification large, avec pour but ultime la fourniture de produits et de services qui répondent aux attentes du client. Cela commence dès la phase de l'étude et de préparation d'un projet et se poursuit lors de la production des éléments et par le respect des délais de livraison et de montage.

La qualité est basée sur 4 pôles:

- les personnes.
- les installations de fabrication et les équipements.
- les matières premières et les procédés de fabrication.
- le contrôle de qualité lors de l'exécution.

Le contrôle de qualité est basé sur un système d'autocontrôle sous la surveillance d'une tierce partie. Le contrôle de la production en usine comprend des procédures, des instructions, des inspections régulières, des tests et l'utilisation des résultats pour le contrôle des équipements, des matières premières et autres matériaux, des processus de production et des produits. Les résultats des inspections sont repris dans des registres mis à la disposition des clients. La plupart des préfabricants ont obtenu le label ISO-9000. En outre, la préfabrication offre des avantages substantiels en matière d'exploitation, de durabilité et d'écologie, en phase avec les tendances du marché de la construction.

f-Possibilités d'une architecture de qualité :

La conception à base de préfabrication ne signifie pas que l'on est obligé de travailler dans un contexte rigide. Presque tous les projets peuvent être réalisés selon les désirs du client ou de l'architecte. Il n'y a aucune incompatibilité entre, d'une part l'élégance et la variété architecturale, et d'autre part une grande efficacité. L'époque où l'industrialisation rimaient avec l'utilisation d'un grand nombre d'éléments identiques est révolue. Au contraire, grâce à un processus de production optimal exécuté par une main d'œuvre qualifiée, il est possible d'obtenir une architecture moderne sans coûts supplémentaires.

g-Efficacité constructive :

Le béton préfabriqué offre d'importantes possibilités pour améliorer l'efficacité des bâtiments. Grâce à l'utilisation du béton précontraint pour les poutres et les planchers, il est possible de réaliser de plus grandes portées ainsi que des produits plus élancés. Pour des bâtiments industriels et commerciaux, des poutres de toiture ayant une portée jusqu'à 48 m deviennent ainsi réalisables. Des immeubles de bureau peuvent être construits avec des portées de plancher jusqu'à 18 m de façade à façade. L'espace intérieur est aménagé à l'aide de parois non portantes ou en espaces paysagers. Dans les parkings, les solutions basées sur des éléments préfabriqués permettent d'accueillir un plus grand nombre de véhicules pour un même volume construit, grâce à une plus grande portée des planchers et des colonnes plus fines.

h-Adaptabilité :

Par le passé et encore aujourd'hui, les bâtiments sont conçus pour une utilisation bien précise – type de bâtiment, surface, hauteur, exigences urbanistiques, etc. – sans que beaucoup d'attention ne soit accordée à sa durée de vie ni à son impact sur l'environnement. Après un certain temps, le bâtiment ne

correspond toutefois plus aux nouvelles exigences et n'est plus adapté à d'éventuelles nouvelles destinations. Il est alors démolit ou éventuellement rénové. chacune de ces deux options est chère, prend beaucoup de temps et aucune n'est respectueuse de l'environnement. A l'avenir, elles deviendront de plus en plus coûteuses et difficiles à réaliser à cause de réglementations strictes et des fortes taxes environnementales en matière de nuisances sonores, poussières, problèmes de circulation et autres inconvénients. En préfabrication, les bâtiments sont conçus de telle façon qu'ils peuvent facilement et rapidement être adaptés aux nouveaux besoins des propriétaires ou des locataires. C'est particulièrement le cas pour les immeubles de bureaux, mais à l'avenir, cette demande deviendra également de plus en plus forte pour les bâtiments résidentiels. Lorsque, par exemple, les propriétaires de maisons ou d'appartements avancent en âge, leurs souhaits en matière de dimensions des pièces ou d'aménagement du bâtiment changent. Des petites pièces doivent alors être transformées en grandes ou vice versa. D'autres propriétaires, par exemple, désirent réaménager un étage entier pour en faire un appartement pour un enfant, ou transforment une partie ou la totalité du bâtiment en bureaux. Le loyer d'un immeuble de bureaux peut, après 50 ans par exemple, être considérablement revu à la hausse si l'on y oppose une nouvelle façade. Le concept des bâtiments adaptables est basé sur une séparation claire et distincte entre l'ossature et les éléments de remplissage. La partie portante regroupe toutes les fonctions majeures telles que le système portant, la circulation principale, les canalisations principales, le positionnement de la façade. L'élément de remplissage comprend l'aménagement intérieur, les cloisons de séparation, les parties non portantes de la façade, etc.

I-Résistance au feu des bâtiments :

Les bâtiments préfabriqués en béton armé ou précontraint ont une résistance au feu normale de 60 à 120 minutes, voire plus. Dans les bâtiments industriels, toutes les composantes présentent une résistance au feu de 60 minutes sans qu'il faille prendre des mesures particulières à cet égard. Pour tout autre bâtiment, une résistance au feu de 90 à 120 minutes est facilement atteinte, en augmentant l'enrobage des armatures.

j-Construction écologique :

Actuellement, une grande importance est accordée à la nécessité de sauvegarder les besoins des générations futures sans pour autant sacrifier ou compromettre ceux de la génération actuelle. Cet objectif ne peut être atteint qu'en s'inscrivant dans le développement durable, pour chacune des activités de notre société. Dans ce contexte, le secteur de la construction occupe une position centrale, car deux des besoins fondamentaux de chaque génération ne sont autres que le logement et la mobilité. Toutefois, ce secteur pèse aujourd'hui encore lourdement sur l'environnement par la consommation d'énergie, les besoins en matières premières, la pollution, les nuisances sonores et les déchets.

L'importance de la construction durable est donc évidente. Il est nécessaire de développer de nouvelles approches pour chaque stade de la durée de vie d'un bâtiment, qui toutes répondent aux besoins croissants de la société et qui, en même temps, préservent l'environnement et les réserves des

sources naturelles. La préfabrication en béton offre bien plus de réponses aux exigences de la construction durable que les autres méthodes de construction. Comparée aux constructions coulées en place, par exemple, la préfabrication permet :

- une diminution jusqu'à 45 % de l'utilisation des matières premières
- une diminution jusqu'à 30 % de la consommation énergétique
- une diminution jusqu'à 40 % des déchets lors de la démolition ultérieure

Concevoir dans un contexte de développement durable ne signifie pas uniquement utiliser des matériaux de construction recyclés, mais également réduire la consommation d'énergie pendant la construction, et développer de nouvelles idées et stratégies de durabilité au cours du cycle de vie complet d'un bâtiment. La préfabrication joue ici un rôle de précurseur.

3) Aptitude des constructions à la préfabrication :

La plupart des bâtiments peuvent être préfabriqués. Des bâtiments basés sur un plan rectangulaire sont évidemment parfaitement adaptés, en raison de la régularité de la maille, la répétition dans les portées, les dimensions des éléments, etc. Dans l'optique d'une construction économique, il est impératif de rechercher dès le stade du projet, la standardisation et la répétition, pas uniquement en cas de préfabrication, mais aussi pour tout autre système de construction. Des plans au sol irréguliers sont pour la plupart également réalisables en éléments préfabriqués, si pas entièrement, au moins partiellement. Il est totalement erroné de penser que la préfabrication n'est pas flexible. Il est tout à fait possible de construire de façon sûre et économique des bâtiments en béton préfabriqué modernes, à partir de n'importe quel plan, et avec d'importantes variations en hauteurs jusqu'à 20 à 40 étages.

4) Principes de conception de base :

Avant de commencer la conception d'un projet, il est nécessaire de bien connaître les possibilités, limitations et avantages de la préfabrication. Y appartiennent entre autres, la disposition générale du plan au sol, le détail des éléments, la production, le transport et le montage, ainsi que les différentes phases du processus de construction. Une organisation minutieuse du projet et des bonnes règles de conception sont d'importance capitale.

Les prés fabricants ainsi que leurs organisations professionnelles doivent fournir au client, à l'architecte, à l'ingénieur, aux installateurs ainsi qu'à toutes les parties concernées par la construction les informations nécessaires relatives à la conception et la mise en œuvre. Ceci permet de s'assurer que tous les intervenants sont familiarisés avec les méthodes spécifiques appliquées dans chaque phase du projet, ce qui permet d'en tirer l'efficacité et les avantages maximaux. C'est particulièrement le cas pour la production et le montage, puisque que les ingénieurs conseils ne sont pas forcément familiarisés avec les méthodes utilisées.

Il est également très important de tenir compte du fait que la préfabrication permet les meilleurs résultats lorsque le projet est conçu comme une construction préfabriquée et non pas comme une adaptation d'une conception traditionnelle coulée en place. Les avantages principaux de la préfabrication sont obtenus lorsque, lors de la conception, les points suivants sont pris en considération:

a. Respectez la philosophie conceptuelle spécifique :

Un des objectifs consiste à expliciter la philosophie conceptuelle Spécifique de la construction préfabriquée, car c'est indispensable pour la réalisation d'une construction optimale et économique.

- Utilisez des systèmes de stabilisation propres à la préfabrication;
- Utilisez de grandes portées;
- Assurez l'intégrité constructive.

b. Utilisez un maximum de solutions standards :

La standardisation est un facteur économique important dans la préfabrication. Elle permet de tirer profit de la répétition et de l'expérience et se traduit par une diminution des coûts, une meilleure qualité, une fiabilité et une mise en œuvre plus rapide. La standardisation peut être appliquée dans les domaines suivants:

- Conception modulaire
- Produits standards
- Normes internes des pré-fabricants concernant les détails et les procédures de travail.

c. Simplifiez les détails :

Un bon projet en béton préfabriqué est caractérisé par des détails simples. Les détails trop compliqués ou vulnérables doivent être évités.

d. Tenez compte des tolérances dimensionnelles :

Des produits en béton préfabriqués présentent inévitablement des différences entre les dimensions spécifiées sur les plans et les dimensions réelles. Ces écarts doivent être connus et pris en compte dans le projet. Les exemples suivants permettent d'éclaircir ce point :

Les écarts dimensionnels peuvent être absorbés dans les liaisons (aussi bien entre les éléments préfabriqués, qu'entre les éléments préfabriqués et les éléments coulés en Place) ,Les matériaux d'appui servent à absorber les irrégularités des surfaces de contact ,Les contreflèches et les écarts entre contreflèches peuvent avoir une influence sur le niveau des couches de finition.

-Les mouvements dus aux retrait, aux changements de température, etc. doivent être rendus possibles.

e. Puissez dans les avantages offerts par l'industrialisation du processus de fabrication :

La production d'éléments en béton préfabriqué doit être basée sur l'industrialisation. Elle est partiellement influencée par la conception, par exemple :

- 1-La précontrainte permet une production sur tables de grande longueur;
- 2-La standardisation des composants et des détails facilite la standardisation de la fabrication.
- 3-Un placement approprié des détails, par exemple des barres d'attente, etc. réduit la durée de travail.
- 4-La limpidité des documents aide à éviter les erreurs;
- 5-Des modifications tardives compliquent le planning de production, induisent des erreurs, etc.

5) Modulation :

La modulation est également un facteur important dans la conception et la mise en œuvre des bâtiments, tant pour la construction que pour la finition. En préfabrication, ceci est encore plus prononcé, surtout dans l'optique de la standardisation et des économies de production et de construction. La modulation est couramment utilisée pour les éléments structurels des bâtiments préfabriqués. Le module de base est habituellement de 30 cm, mais 60 cm et 120 cm sont également des dimensions courantes. Les colonnes intérieures sont placées au centre des axes modulaires de la trame. Les colonnes de coin peuvent être placées contre la ligne de trame, mais cette solution est moins recommandée que la précédente. Dans la première solution, toutes les poutres ont la même longueur et l'espace existant au bord du plancher préfabriqué peut aisément être rempli à l'aide de béton coulé en place ou de plaques de raccord. Le choix de la longueur des éléments de planchers est en principe libre. La modulation est ici recommandée, mais elle n'a aucun impact sur le coût. Par contre, il est possible qu'il y ait des conséquences pour la modulation des éléments de façade dans le sens longitudinal des planchers. Les noyaux centraux ainsi que les cages d'ascenseurs sont placés de telle façon que les axes modulaires positionnés dans la direction des portées de plancher coïncident avec les bords extérieurs des noyaux ou des cages. Pour les éléments de façade, la situation est plus nuancée. La modulation est toujours souhaitée, mais elle ne peut constituer un obstacle à la conception architecturale du bâtiment. La plupart des façades en béton architectonique sont conçues comme des projets uniques, nécessitant à chaque fois la réalisation de nouveaux moules. La nécessité absolue de la modulation de la largeur est donc ici moins vitale. La modulation en fonction de la production industrielle n'est certainement pas obligatoire, mais elle a une influence sur le coût des éléments. Elle doit toujours être vue comme une aide et jamais comme une obligation.

6) Standardisation :

La standardisation des produits et des processus de fabrication est couramment appliquée dans la préfabrication. Les fabricants d'éléments préfabriqués ont standardisés leurs produits en prévoyant une série de sections standards pour chaque type de produit. La standardisation est d'ordinaire limitée aux détails, aux dimensions et à la géométrie des sections, et rarement à la longueur des éléments. Parmi les

produits standards typiques pour bâtiments figurent les colonnes, les poutres, les éléments de plancher et de toiture.

-Les produits standards sont coulés dans des coffrages existants. Le concepteur trouve dans les catalogues des fabricants les informations nécessaires sur la longueur, les dimensions et la capacité portante. Les éléments de mur ont généralement une épaisseur standard, mais en matière de largeur et de longueur, il existe une relative liberté, endéans certaines limites. Les dimensions des évidements pour les fenêtres et les portes sont normalement au choix. La conception des façades est toujours sur mesure. Les éléments de revêtement pour bâtiments utilitaires sont parfois disponibles en dimensions standards. Les prés fabricants produisent également des éléments non-standards. A côté des éléments pour façades en béton architectonique susmentionnés, l'industrie de la préfabrication réalise également, à des fins très spécifiques, des éléments spécialement conçus tels que des escaliers, paliers, balcons, éléments de forme particulière, etc. La standardisation est un facteur économique important dans la préfabrication grâce aux coûts de coffrage réduits, à l'industrialisation de la fabrication qui permet une productivité élevée, à la grande expérience dans l'exécution, etc. La standardisation a également une influence positive sur l'importance de la série, permettant de réduire considérablement le volume de travail par unité produite. La production en série joue du reste également un rôle important dans le coût des produits non-standards. Enfin, la standardisation et la répétition des manipulations aident à éviter les erreurs.

7) Tolérances dimensionnelles :

Il existera toujours des écarts entre les dimensions spécifiées sur les plans et les dimensions réelles des éléments et du bâtiment fini. Les éléments en béton préfabriqués sont d'ordinaire réalisés avec des écarts dimensionnels relativement limités, mais les concepteurs doivent en tenir compte dès le début du projet et en discuter le plus tôt possible avec les prés fabricants.

Les tolérances apparaissent tant en usine que sur chantier. Les tolérances de production en usine comprennent les écarts dimensionnels des éléments, les écarts par rapport à la rectitude et la planéité, le manque de perpendicularité de la section, les écarts de contreflèche pour les éléments précontraints, l'emplacement exact des accessoires, etc.

Les tolérances sur chantier comprennent les écarts relatifs à la disposition des axes de construction et des niveaux. De plus, des écarts dus au placement et à l'alignement des éléments apparaîtront pendant le montage. Des informations relatives aux tolérances acceptables se trouvent dans les documents publiés par les fédérations du béton préfabriqué ou dans les normes de produits nationales et internationales ainsi que dans les catalogues des prés fabricants.

8) Équipements techniques des bâtiments :

Les équipements techniques peuvent partiellement être incorporés dans les éléments préfabriqués, par exemple des tuyaux, des boîtes électriques, des conduits et gaines pour câbles électriques, etc. Les

évacuations pour les eaux de pluie en sont un autre exemple : elles sont incorporées dans les colonnes et les éléments de façade. Les grands conduits pour la ventilation et autres tuyaux trouvent, lors du montage des éléments préfabriqués, leur place entre les gîtes des planchers ou le long des éléments de balustrade proéminents.

Ceci présente des avantages mais aussi des inconvénients. Le principal avantage est qu'il est possible de concevoir des éléments préfabriqués correspondant aux besoins spécifiques des équipements techniques. Les éléments peuvent être pourvus de toutes sortes d'évidements; des fixations peuvent être incorporées dans ces mêmes éléments, et un certain nombre de moyens supplémentaires sont disponibles sur chantier après le montage du bâtiment préfabriqué. La différence principale avec le béton coulé en place réside dans la nécessité de prévoir à l'avance tout ce qui devra être incorporé dans les éléments. Tant l'architecte que l'ingénieur responsable des équipements doivent communiquer leurs exigences au pré fabricant afin de lui permettre de dessiner les plans. Par conséquent, l'étude définitive des équipements techniques doit se faire plus en amont que d'ordinaire, ce qui peut également être considéré comme un avantage. La préfabrication offre également un certain nombre d'avantages pour les équipements techniques. La masse thermique du béton peut, par exemple, être utilisée pour stocker l'énergie thermique dans les planchers alvéolés, ce qui permet de réaliser d'importantes économies de chauffage. Les alvéoles dans les éléments de plancher peuvent être transformées en un labyrinthe pour la

Total des tolérances de Construction.

D. Design et systèmes constructifs:

L'orientation Design et Systèmes Constructifs (DSC) se concentre sur l'interaction entre le concept architectural et sa matérialisation, entre le produit et le procédé : le produit étant une architecture de qualité accessible au plus grand nombre et le procédé émanant des stratégies & technologies de la construction pré-usinée et industrialisée.

Par « système constructif »¹⁰ nous entendons un ensemble intégré où les détails sont réglés de façon à générer des bâtiments distincts et individualisés, au lieu de réinventer la construction chaque fois qu'un bâtiment est planifié comme c'est souvent le cas dans la pratique traditionnelle. Par analogie, les systèmes constructifs sont à l'architecte ce que la « palette des couleurs » est au peintre

Les stratégies & technologies de l'industrialisation permettent d'amortir sur un grand nombre d'unité un procédé capable de simplifier la production et réduire de ce fait les coûts tout en assurant qualité et précision.

De par leur précision, les composants réalisés en usine sont faciles et rapides à installer au chantier; ils le sont tout autant lorsqu'il s'agit d'effectuer des changements de façon à synchroniser le bâtiment avec l'évolution des fonctions dans l'espace et le temps.

Ces changements peuvent aller jusqu'à la reconfiguration complète voire même la relocalisation du bâtiment sans avoir à le démolir en tout ou en partie, conformément à l'agenda du développement durable.

¹⁰Source :- École d'architecture - Université de Montréal

Site internet : www.arc.umontreal.ca/docs/pdf/maitrise/H2012/DSC_H2012.pdf

E. L'industrialisation du bâtiment : un projet technique et politique :

L'industrialisation du bâtiment constitue l'une des préoccupations les plus constantes de la modernité architecturale. On la retrouve de Buckminster Fuller à Jean Prouvé, des pionniers du Bauhaus aux architectes chargés de la réalisation des Grands ensembles dans la France des Trente Glorieuses. L'une de ses caractéristiques est d'associer étroitement projet technique et dimension sociale et politique. Au début des années 1930, cette dimension sociale et politique est évidente chez un Buckminster Fuller qui voit dans la production en masse de logements préfabriqués la seule manière efficace de contribuer à l'avènement d'une société harmonieuse. Elle caractérise également, sous des formes différentes il est vrai, les réflexions des principaux représentants de la modernité architecturale, de Gropius à Le Corbusier. Au sortir de la Seconde guerre mondiale, les idéaux politiques et sociaux dont s'accompagnent les recherches concernant l'industrialisation du bâtiment s'infléchissent, de l'URSS à la France avec l'association qui s'opère entre préfabrication lourde et désir de contribuer à l'avènement d'un homme nouveau.

Les liens entre industrialisation de la production du bâti et problématiques politiques et sociales sont simultanément empreints d'ambiguïté. S'agit-il de promouvoir une approche profondément individualiste de la société, à la façon de Fuller ou encore Wright, ou de contribuer à sa collectivisation ? Au sortir de la Seconde Guerre Mondiale, de nombreux protagonistes de la filière de préfabrication française sont sans doute à la recherche d'un compromis miraculeux qui verrait ces deux approches coïncider.

En quel sens convient-t-il d'autre part de parler de politique à propos des projets d'industrialisation du bâtiment ? Si cette dernière rejoint parfois la politique au sens ordinaire du terme, elle se trouve le plus souvent enrôlée au service de visées technocratiques. Il reste enfin à s'interroger sur les liens entre industrialisation et utopie. Car c'est bien d'un monde meilleur que rêvent les militants de l'industrialisation du bâtiment. Dans quelle mesure ces utopies ont-elles réussi ou échoué ? La question rejoint celle du bilan plus général de la modernité urbanistique et architecturale.

certaines question plus large qui pourrait affecter l'adoption de construction industrialisée système (IBS). Malgré divers avantages économiques et non économiques de l'IBS, son utilisation est pas bien acceptée par les acteurs de la construction. Par conséquent, les divers programmes informatifs tels que séminaires, colloques et des conférences ou peut-être la collaboration avec les universités publiques devraient être conçus d'éclairer le secteur privé ainsi que le secteur public¹¹

¹¹ source : conference L'industrialisation du bâtiment : un projet technique et politique_ site internet :tsam.epfl.ch/files/content/.../JE_Industrialisation_TSAM_abstracts.pdf

II. Chapitre 2 : Organisation fonctionnel et dimensionnement des espaces :

-Introduction :

A travers cette deuxième partie nous nous proposons, d'étudier les principes, les méthodes de la programmation et les procédures, d'élaborer la coordination dimensionnel, pour la préfabrication des éléments et modules, afin de réaliser la structure de la gare routière : ensuite nous allons vers un système constructif qui est notre objectif.

Nous présentons une étude sur les sous systèmes mise en place au niveau du catalogue à travers les modules et les pièces.

1 : Réalité et ambiguïté de la programmation :

Le temps a changé et la société a évolué. Tout est en mouvement, dynamique et en perpétuel changement .De ce fait, le développement de notre civilisation exige des études de programmation de plus en plus poussés, allons de l'emplacement de notre gare routière, par rapport à la construction environnantes, jusque les plus fin détails d'aménagement des guichets et salles d'attentes, dans notre travail , nous allons ulustré un exemple de programation de quelque espace de notre gare routiere

A-Classification de gares routières :

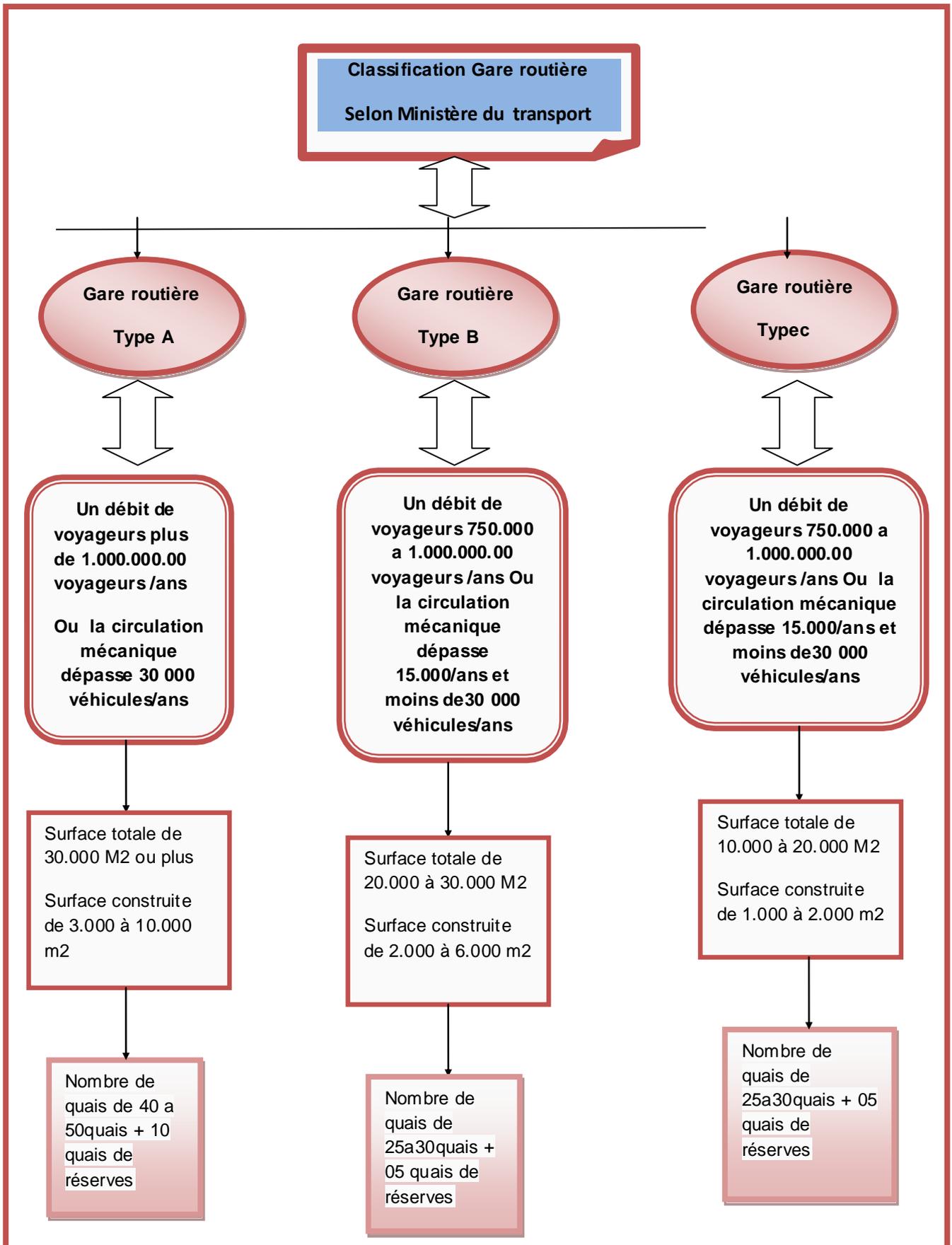


Figure 35 : Classification de gares routières

B-Organigramme spatio-fonctionnel :

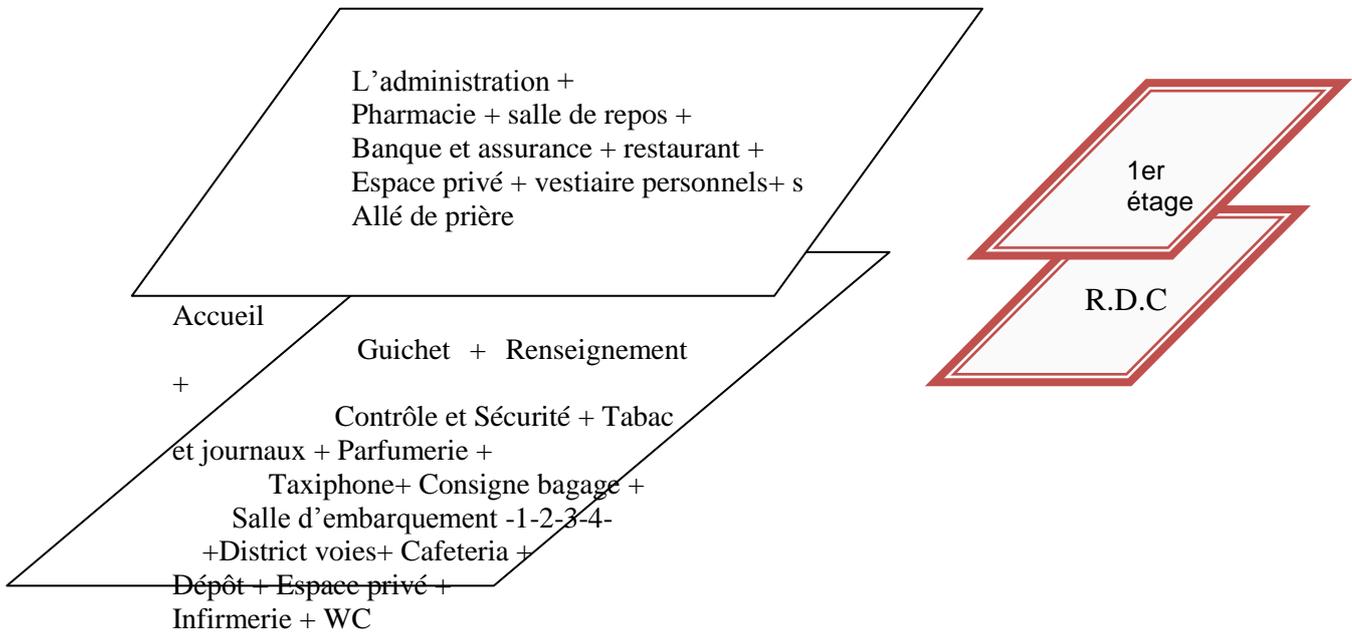


Figure 36 : Organigramme spatio-fonctionnel.

C- Ratios d'implantation des places par mode d'occupation:

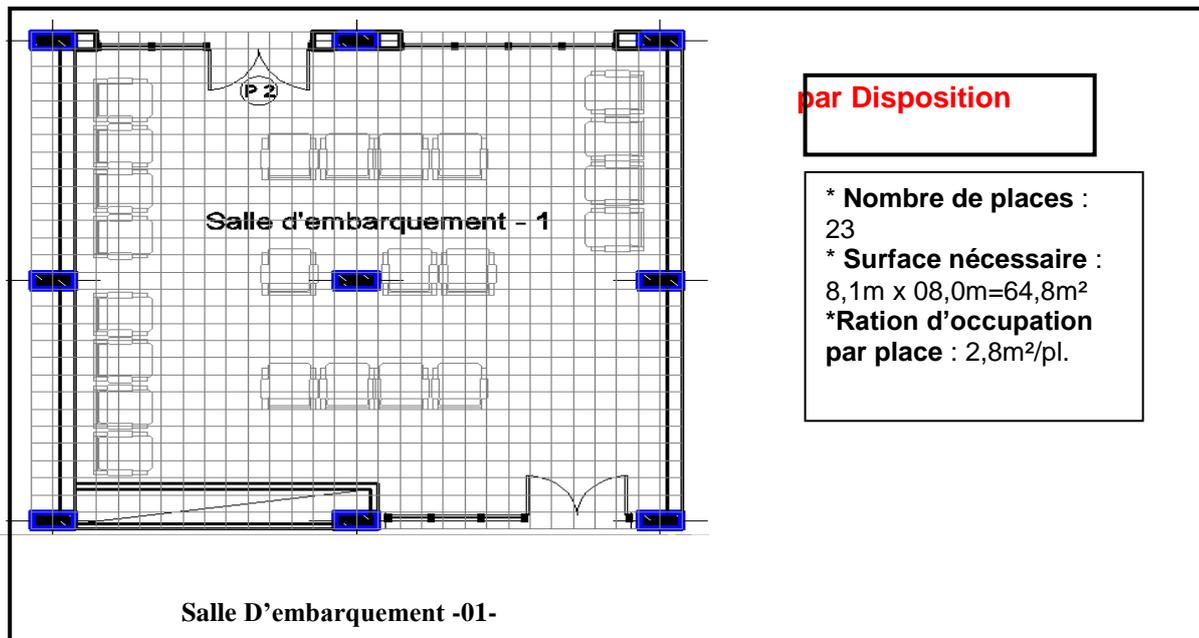


Figure 37 : Mode de la disposition dans la salle D'embarquement -01-

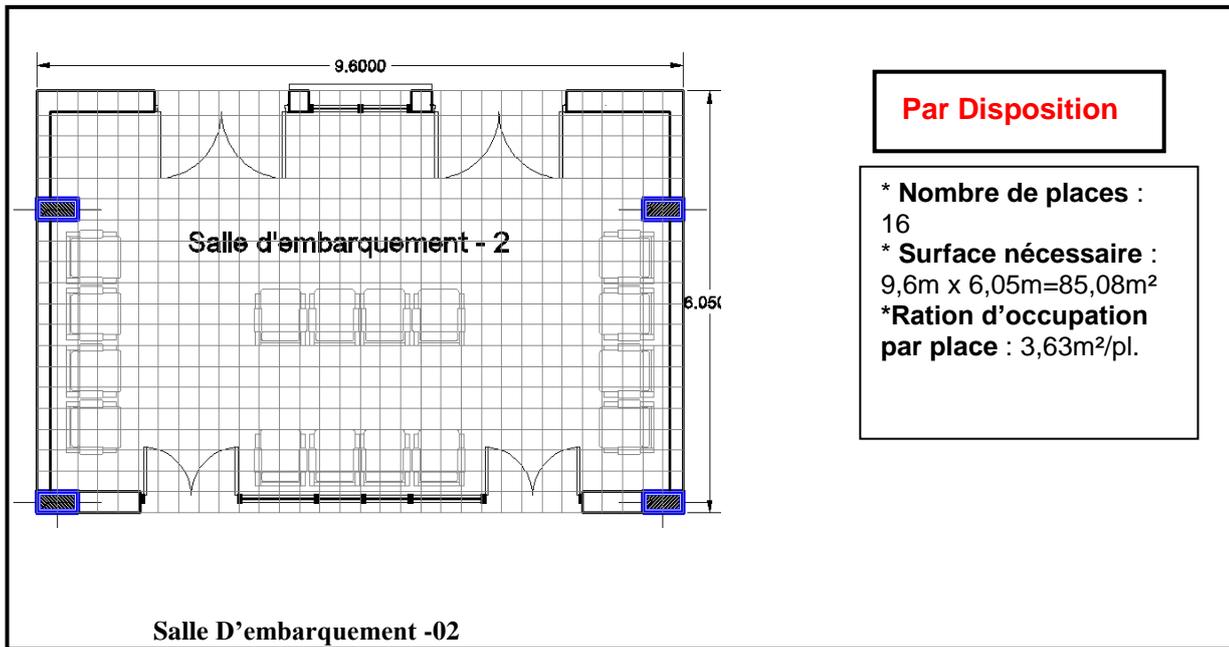


Figure 38 : Mode disposition dans la salle D'embarquement -02-

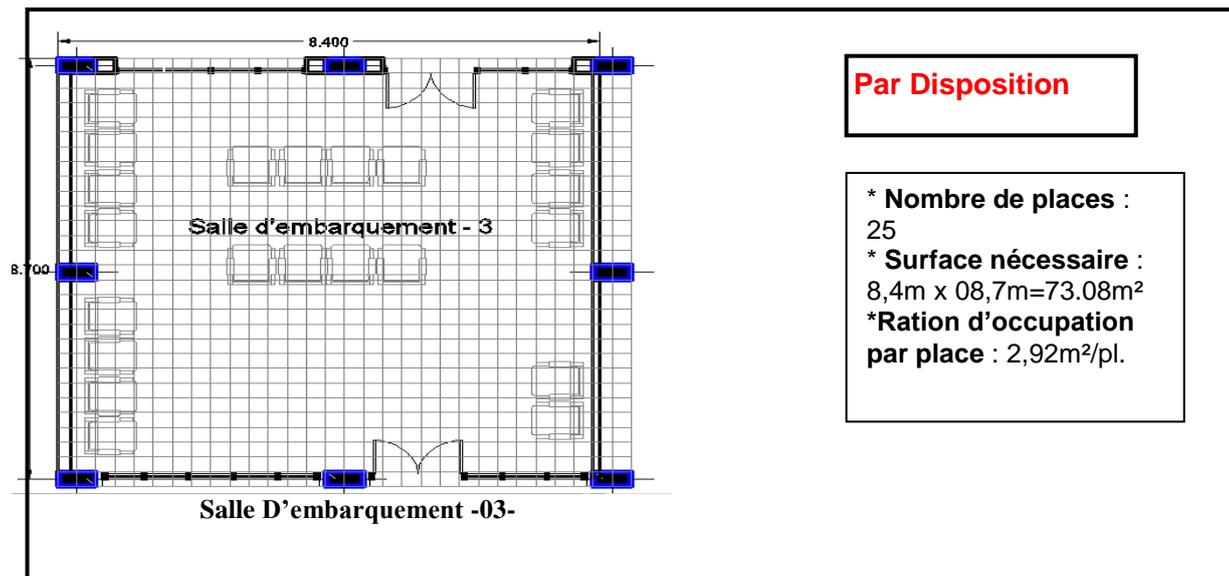


Figure 39 : Mode de la disposition dans la salle D'embarquement -03-

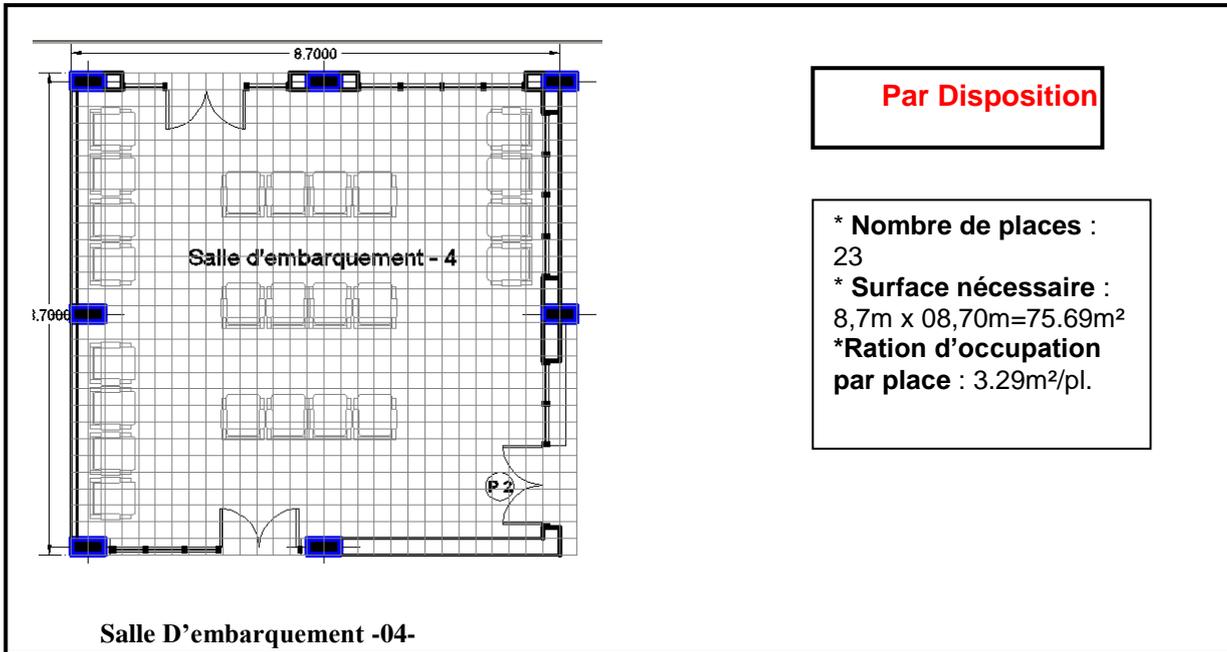


Figure 40 : Mode de la disposition dans la salle D'embarquement -01-

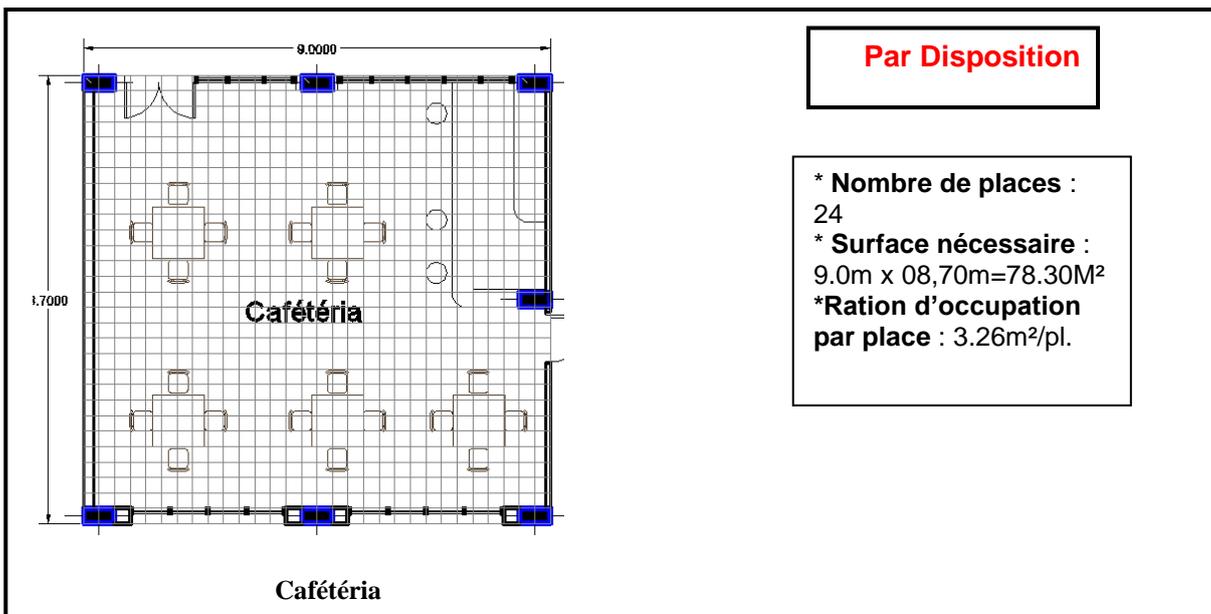


Figure 41 : Mode de la disposition dans la Cafétéria

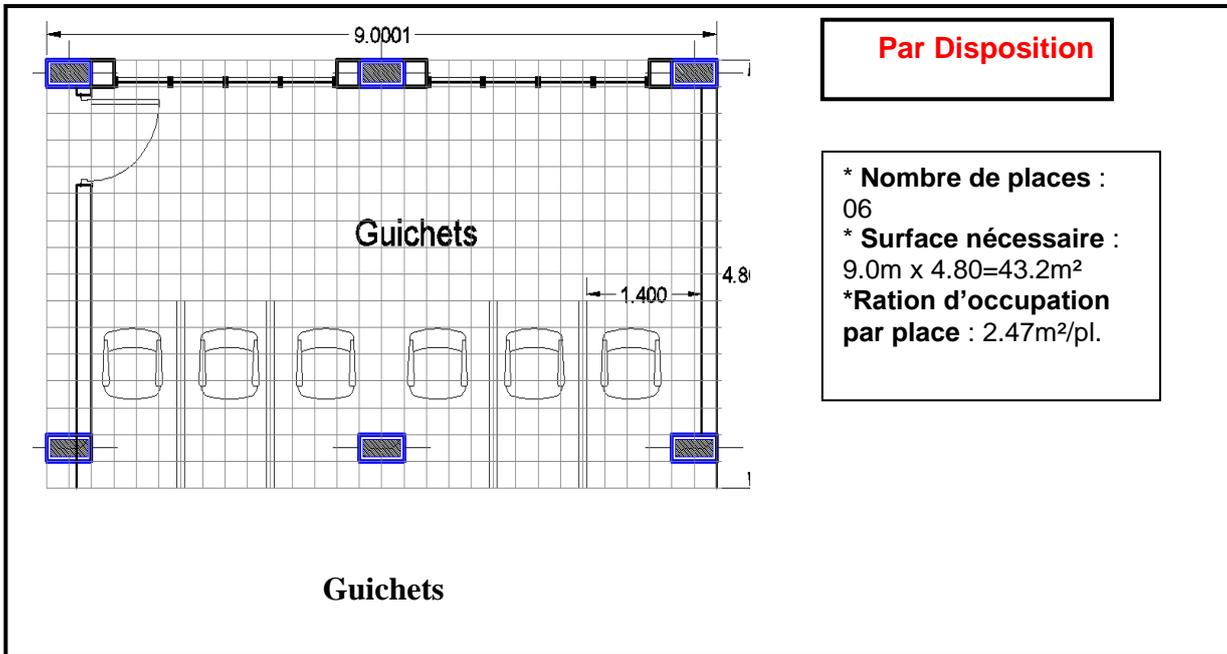


Figure 42 : Mode de la disposition dans les Guichets

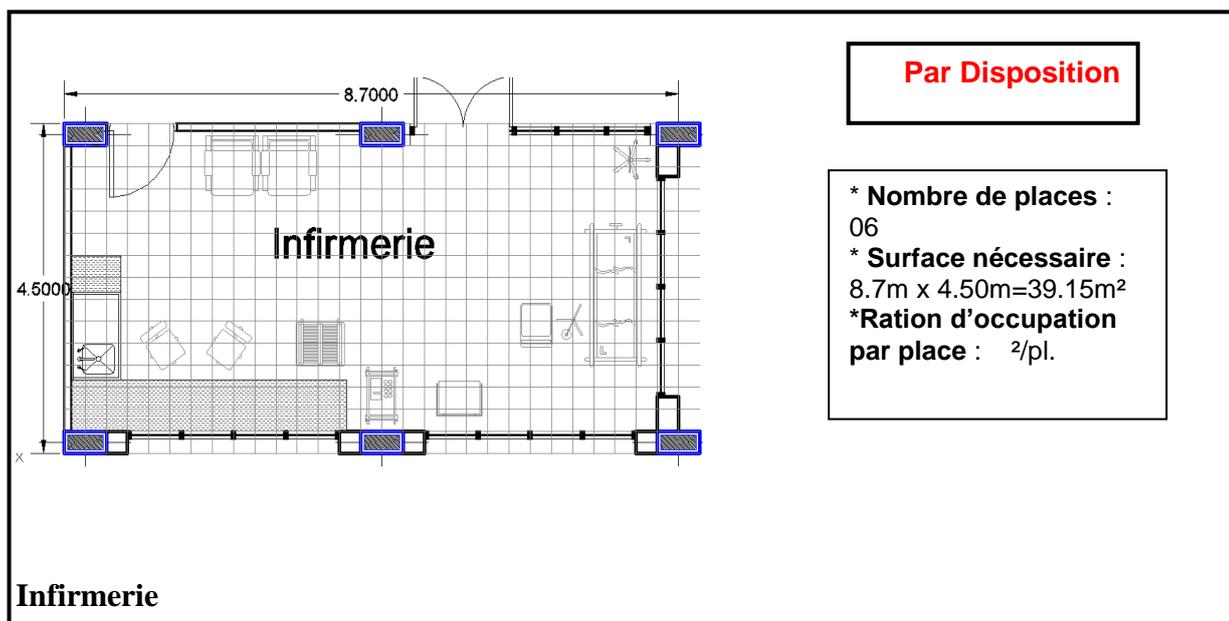


Figure 43 : Mode de la disposition dans l'infirmierie

D- Définition des espaces et leurs fonctions :

-Espace de renseignement :

Son rôle est clair, puisqu'il s'agit à la fois :

- D'orienter le public car il constitue le point de départ du trajet dans l'équipement.
- D'informer les usagers sur les procédures d'accès à l'information, sur la localisation des espaces.

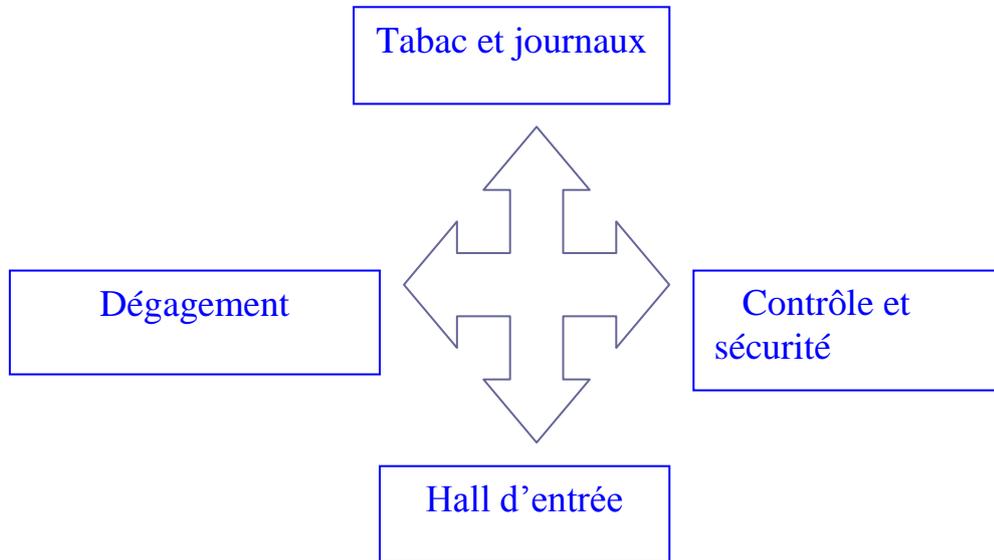


Figure 44 : Organigramme relation fonctionnelle Espace de renseignement.

: Guichet

-Espace ouvert permettant de communiquer Et pour distributeur de billets .

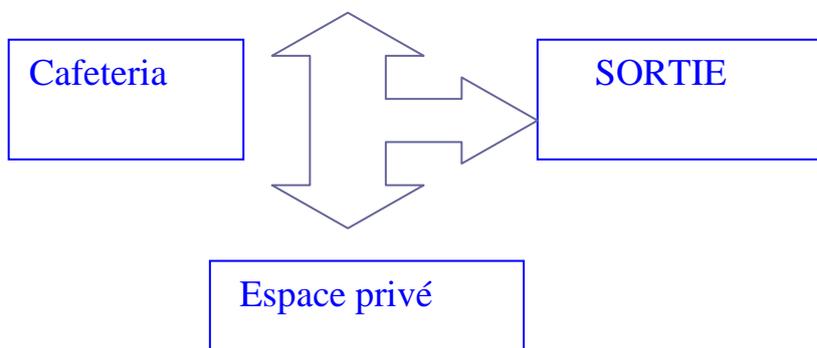


Figure 45 : Organigramme relation fonctionnelle Guichet.

-Cafeteria:

-surface généralement en libre-service, dans lequel on peut se restaurer et se désaltérer.

-lieu où on peut boire et manger

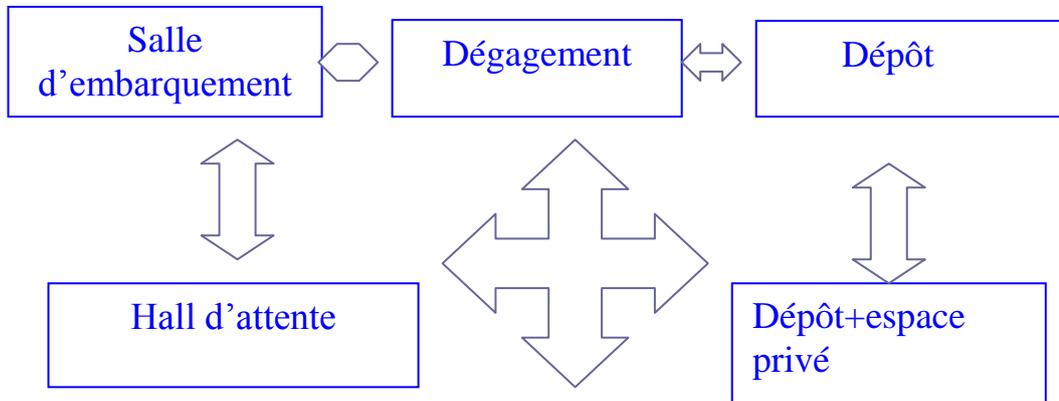


Figure 46 : Organigramme relation fonctionnelles cafeteria.

-dépôt :

-salle de dépôt les matériaux.

-Objet déposé, confié à la garde de quelqu'un.

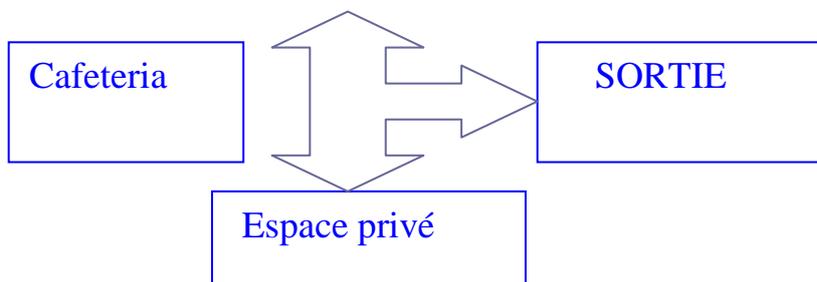


Figure 47 : Organigramme relation fonctionnelles dépôt

-Consigne bagage:

-Mettre les bagages de voyageur à un local sécurisé

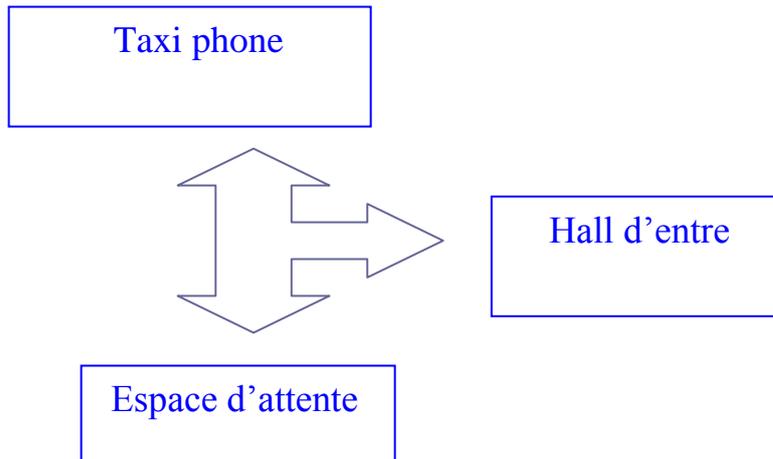


Figure 48 : Organigramme relation fonctionnelles cafeteria.

-Infirmierie :

-C'est un espace de soin

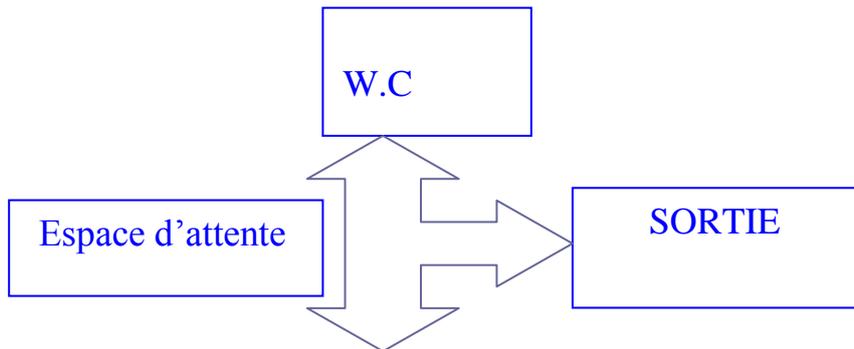


Figure 49 : Organigramme relation fonctionnelle cafeteria.

- Salle d'embarquement :

-Salle où les passagers sont rassemblés en vue de l'embarquement ou retenus pour un bus de correspondance.

Action d'embarquer, le fait de s'embarquer à bord d'un navire. L'embarquement des marchandises, des bagages. L'embarquement des passagers. Quai d'embarquement. Embarquement clandestin. Spécial. Inscription d'un marin sur le rôle d'équipage, d'un passager sur le registre de bord ; durée d'incorporation d'un marin dans l'équipage d'un navire. Titre célèbre : L'Embarquement pour Cythère, tableau d'Antoine Watteau (1717).

- Par ex. Action de charger des objets ou de faire monter des personnes dans un véhicule de transport, notamment aérien. L'embarquement des troupes dans des camions. Les formalités d'embarquement à l'aéroport. Présenter sa carte d'embarquement. Salle d'embarquement.

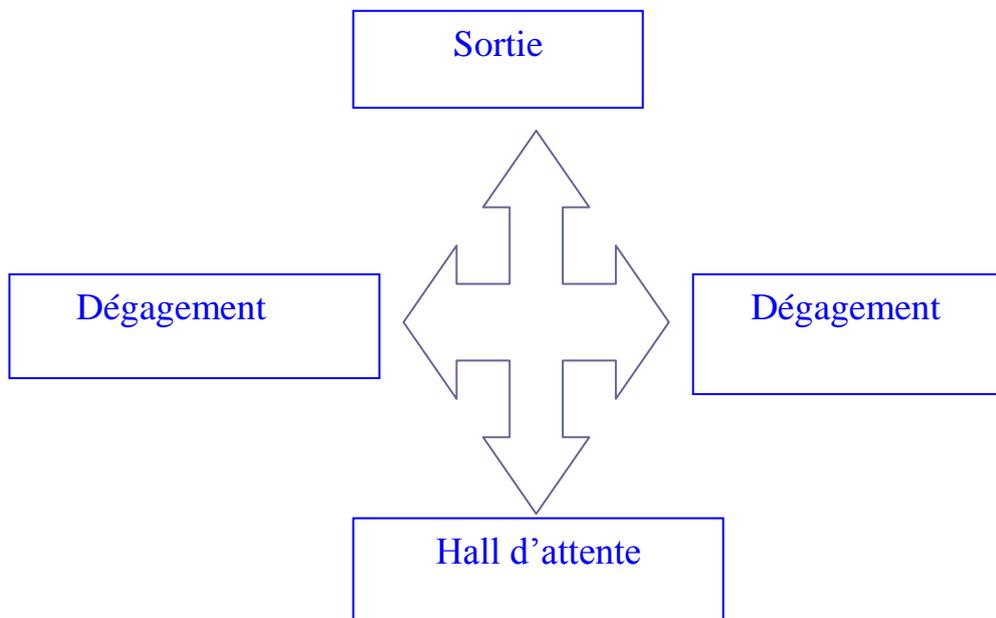


Figure 50 : Organigramme relation fonctionnelle Salle d'embarquement

-Restaurant :

-Un **restaurant** est un local où l'on sert des plats préparés et des boissons à consommer sur place, en échange d'un paiement. Généralement,

. Les restaurants sont parfois le dispositif réservé au service des repas au sein d'une plus grande entité ([hôtel](#), [université](#), [aéroport](#), [gare routière](#)...),

-Est un espace qui fournit des repas en l'échange de paiement

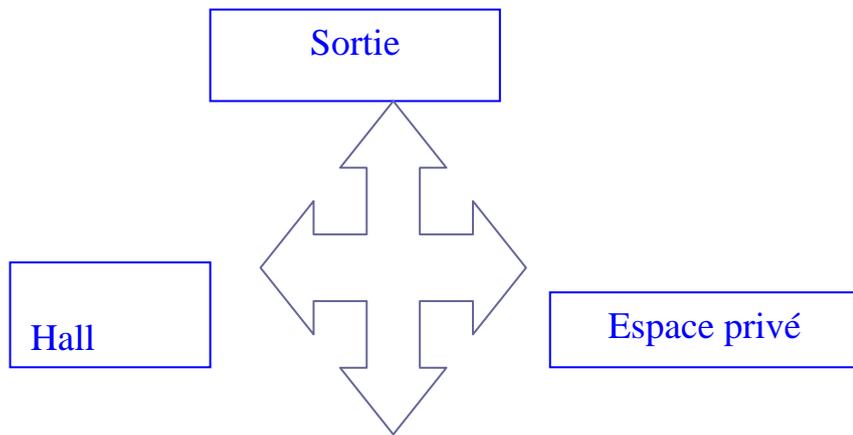


Figure 51 : Organigramme relation fonctionnelle restaurant

-Salle de prière :

-Lieu de prière pendant la Salat

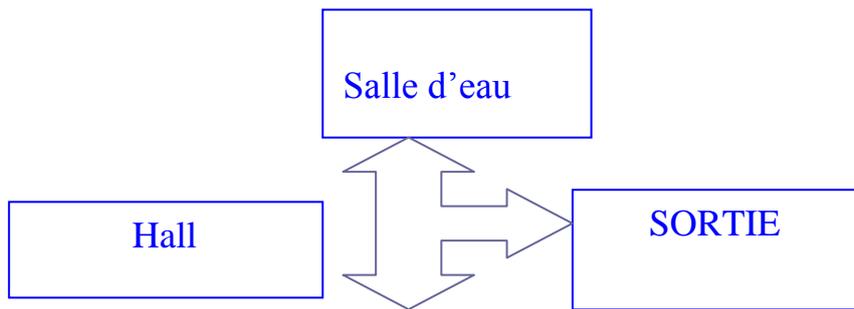


Figure 52 : Organigramme relation fonctionnelle Salle de prière.

-Pharmacie :

-Magasin où l'on vend des médicaments

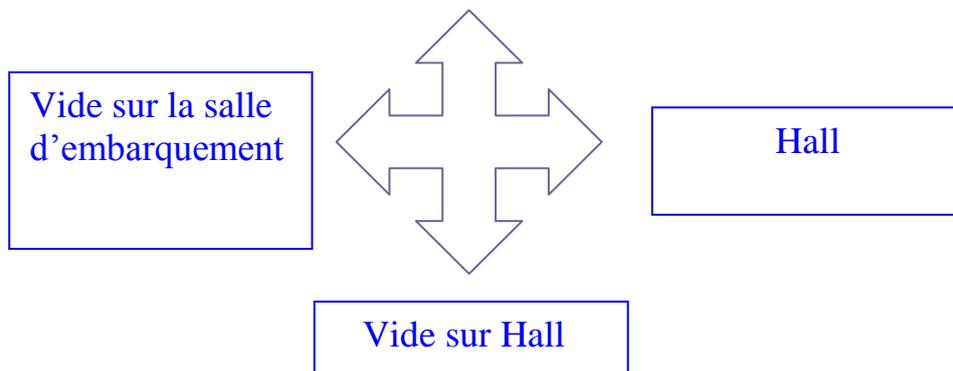


Figure 53 : Organigramme relation fonctionnelle pharmacie

E-Programme surfacique retenu :

1/ La Partie Bâtie :

A- Administration :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Bureau chef de gare	27.00	1	27.00
2	Bureau chef de quai.	27.00	1	27.00
3	Secrétariat	12.00	1	12.00
4	Bureau chef de sécurité	21.00	1	21.00
5	Bureau contrôle et surveillance	21.00	1	21.00
6	Bureau d'exploitation	38.00	1	38.00
7	Salle d'attente	15.00	1	15.00
8	Sanitaire	12.00	2	24.00
9	Circulation	25.95		25.95
	S/Total	198.95		210.95

B- Service personnel

1/ Services voiries :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	District voie	25.00	1	25.00
2	Matérielle de nettoyage	18.00	1	18.00
3	Vestiaires (2 douches+4WC)	30.00	1	30.00
4	Circulation	10.95		10.95
	S/Total	83.95		83.95

2/ centre d'accueil :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Salle de prière	50.00	1	50.00
2	Restauration et Cafétéria pâtisserie	150.00	1	150.00
3	Circulation	30.00		30.00
	S/Total	230.00		230.00

3/Service Socio Commercial :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Taxiphone	16.00	1	16.00
2	Tabacs et journaux	16.00	1	16.00
3	Parfumerie	16.00	1	16.00
4	Artisan	16.00	1	16.00
5	Assurances et banques	16.00	1	16.00
6	Magasin de dépôt	60.00	1	60.00
7	Circulation	21.00		21.00
	S/Total	161.00		161.00

4/Unité de Soins :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Salle de soins	35.00	1	35.00
2	pharmacie	50.00	1	50.00
3	Circulation	12.75		12.75
	S/Total	97.75		97.75

5/ Hébergement :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Chambres	16.00	4	64.00
2	Douche +Sanitaire	36.00	1	36.00
	Circulation	7.80		7.80
	S/Total	59.80		107.80

6/Locaux techniques :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Chaufferie	24.00	1	24.00
2	Group électrogène	21.00	1	21.00
3	Entretien	50.00	1	50.00
4	Circulation	14.25		14.25
	S/Total	109.25		109.25

C-Service public :

N°	Désignation des espaces	Surface M2	Nombre	Surfaces totale M2
1	Salle d'embarquement	50.00	5	250.00
2	Sanitaires	30.00	2	60.00
3	Guichets	40.00	5	200.00
4	Circulation	18.00		18.00
	S/Total	138.00		528.00

D- Tableau récapitulatif :

N°	Désignation des espaces	Surfaces	Totale M2
1	Administration		210.95
2	Service personnel		789.75
3	Service public		528.00
	Total		1 528.70

Tableau 1 : programme surfacique retenu de la gare routière

-Conclusion :

-Depuis les tous petites conceptions, la programmation était la clé de la réussite , une programmation rigoureuse et méthodique est nécessaire pour la détermination des activités, les espaces nécessaires et leur dimensionnement , une modulation de ces espaces nous a permis de proposer des éléments constructifs , que ce soit pour le système constructif et pour ces sous-systèmes , afin de limité et de standardisé ces éléments constructifs au maximum , ce qui a l'un des facteurs de réussite du système constructif a composante préfabriqué

L'organisation du marché et bien d'autres facteurs, conditionnent le succès de l'industrie des composants.

L'industrialisation ouverte illustre parfaitement une phrase célèbre de Paul Valery qui disait : « Si l'état est fort, il nous écrase, s'il est faible, nous périssons»¹².

L'industrialisation ouverte est une grande idée dont la réalisation dépend de l'État qui ne doit ni écraser les maîtres d'ouvrage ni laisser périr les premières entreprises qui mettront en place l'industrie des composants. Pour cela le recours à la création ou bien l'essai de développement d'un système constructif industrialisé ouvert est devenu indispensable.

¹²Source : www.egeablog.net

- 3^{EME} PARTIE: DEVELOPPEMENT D'UN SYSTEME CONSTRUCTIF INDUSTRIALISE

Chapitre : 01 Présentation du système et analyse des composants.

-Introduction :

- La recherche du développement d'un système constructif industrialisé est le résultat des études successives dont la première étape concerne le type d'équipement pour lequel nous allons adopter notre système constructif sachant que chaque équipement possède des caractéristiques qui lui sont spécifiques

La première phase d'étude nous amène obligatoirement vers la réflexion sur le dimensionnement et la programmation surfacique des différents espaces de l'équipement afin d'assurer un fonctionnement idéal de l'équipement, Une unification des dimensions des espaces sur la base d'un module de base et une trame modulé selon les multiples et sous multiples de ce dernier est nécessaire pour les systèmes constructifs industrialisés, Cette trame et ce module vont servir par la suite à la création des différents sous-systèmes (sous système fondation, sous système porteurs horizontaux, sous système porteurs verticaux, partitions enveloppe extérieure et sous-système escaladeurs)

Les différents sous-systèmes doivent avoir la possibilité d'être montés, démontés et inter changés sans recourir à une démolition totale ou partielle est permettent une très grandes maniabilité dans la conception des espaces .

A- Principe constructif : Pour la structure métallique ou béton armée

- Système constructif modulaire à ossatures métalliques modulée à partir d'un module de base de 10cm offre la possibilité des espaces libres pour permettre une configuration architecturale flexibles

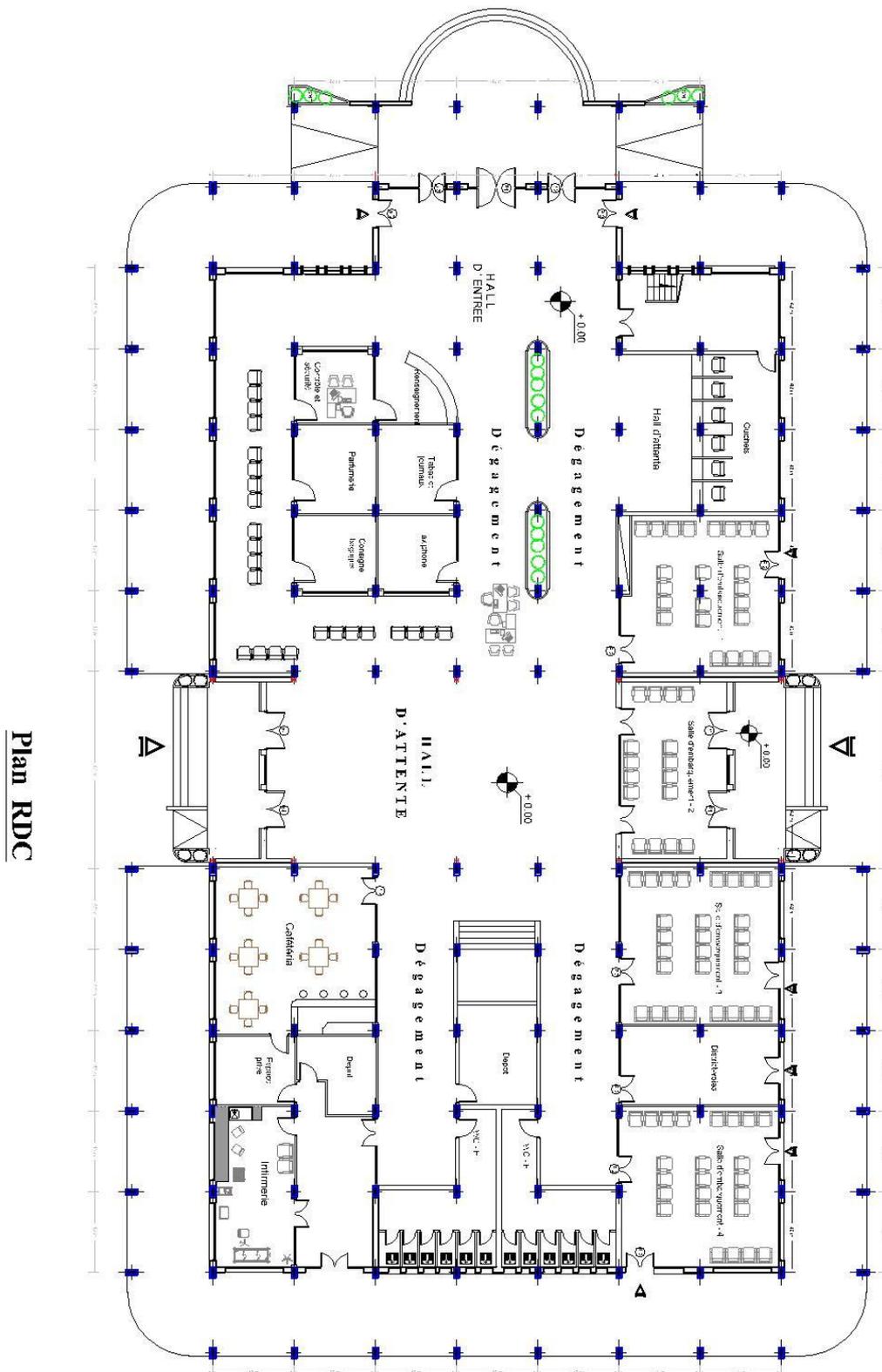
L'ossature est constituée par des profilées métalliques et l'accrochage entre les différents composants se fait à sec (boulonnage).et le meme module sera proposé pour le système en béton armé

La séparation intérieure est légère elle se fait à l'aide des panneaux amovibles pouvant offrir une Large gamme des cloisons qui remplit les fonctions suivantes

- Cloison destinée pour la séparation entre les locaux
- Cloison vitrée pour vitrines intérieures
- Cloisons vitrés avec ouvertures

-Les planchers sont amovibles dimensionnées à partir du module de base

-Le déplacement vertical : le déplacement vertical est assuré par des escaliers incorporés dans des trémies modulées à partir de l'ordre de M



Plan RDC

Figure 54 : Plan RDC Gare routiere

B-Description détaillée des composants du système métallique :

1-Les Fondations :

Les fondations : sont constituées des semelles isolées sous poteaux en béton armé préfabriqué en usine de dimensions (15Mx15M), ces dimensions sont modulés dont les dimensions sont les multiples de M, selon le calcul des descentes des charges et la capacité portante des sols.

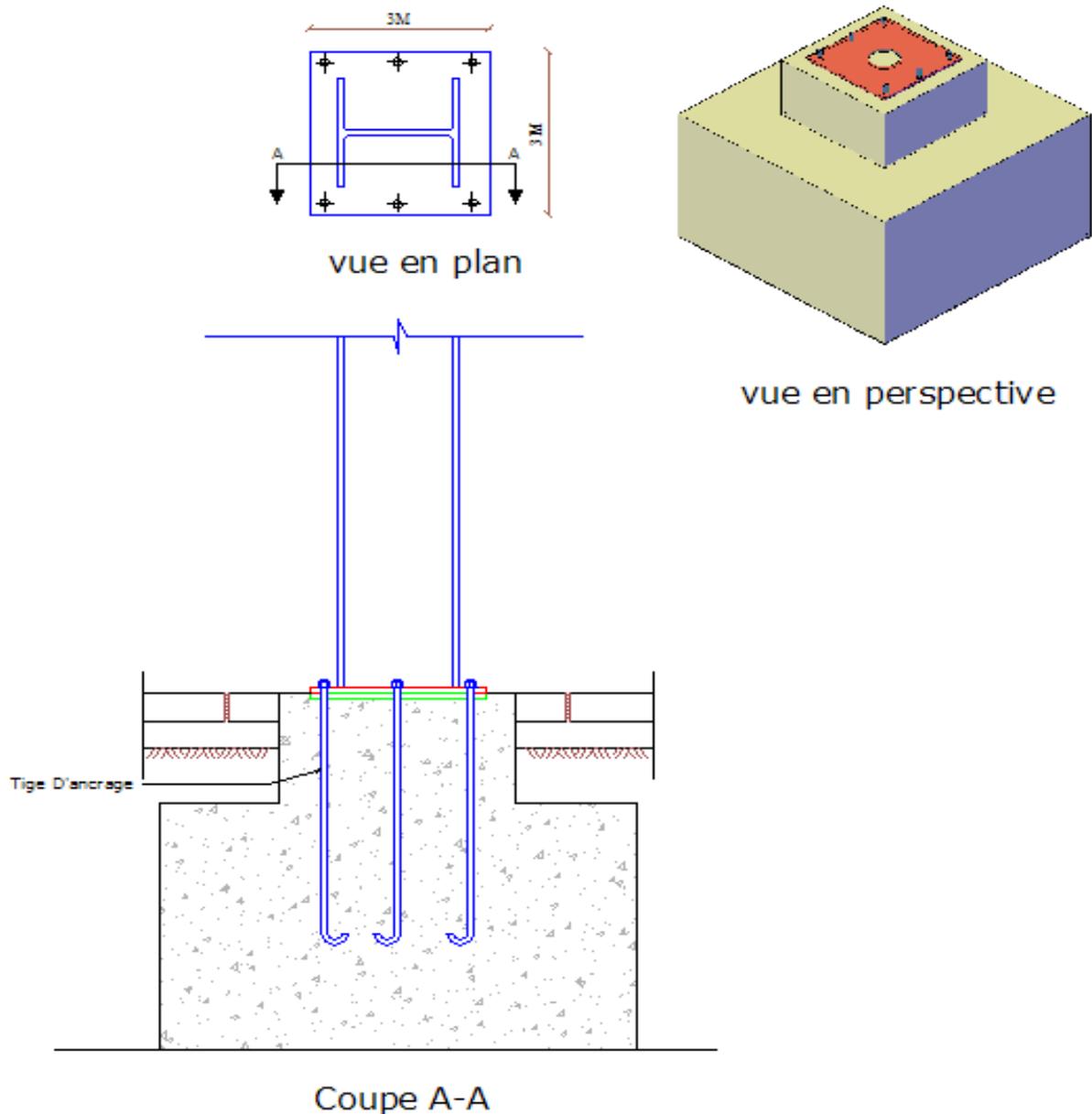


Figure 55 : semelle en béton armé

2 : Les porteurs verticaux :

a-Les poteaux : il s'agit des poteaux métallique pouvant permettre des petites et grandes portée; de section H en profilé (2M x 2M) et de hauteur de 45M.

On distingue :

- Poteau central.
- Poteau d'angle.
- Poteau de rive.

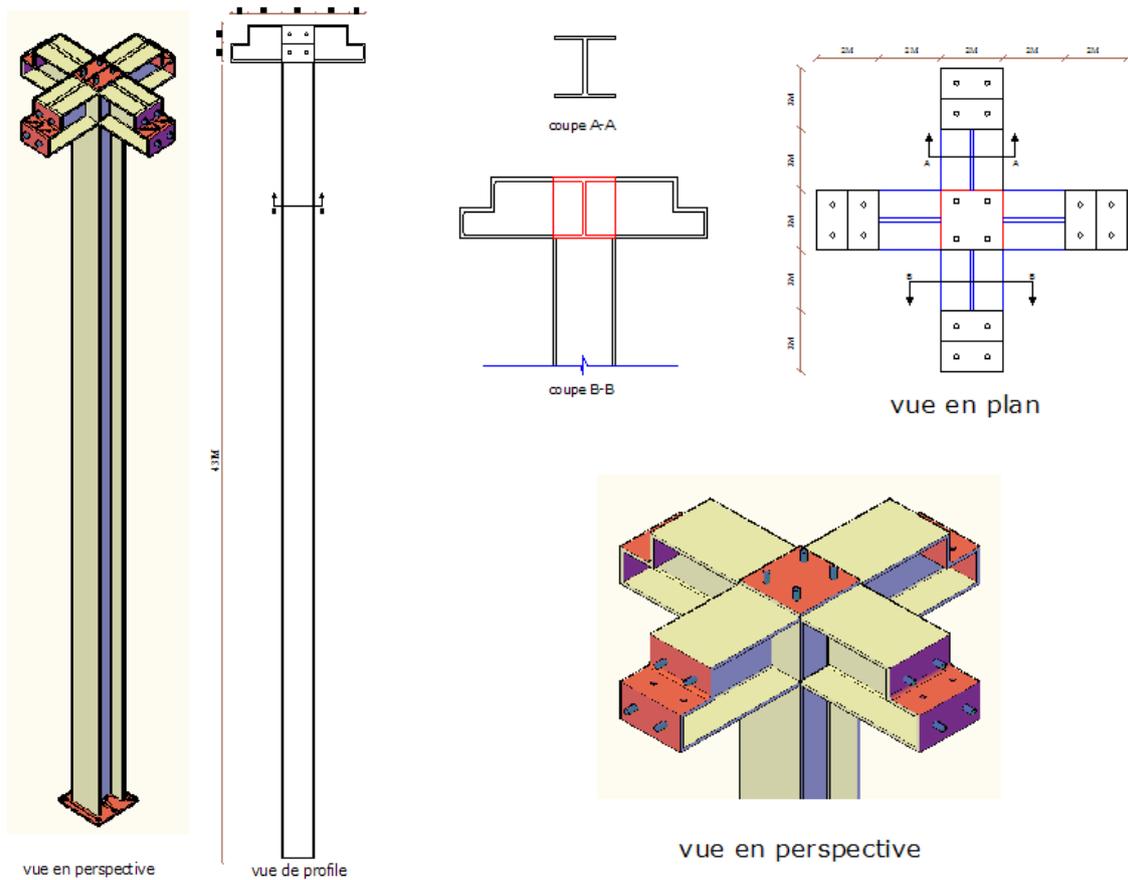


Figure 56 : poteau en acier central

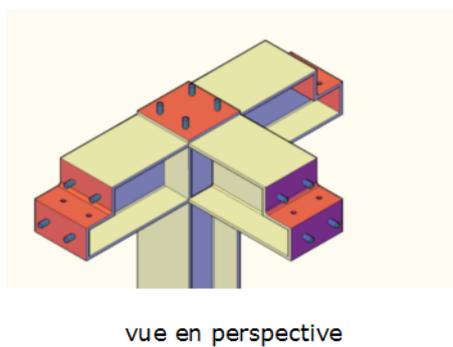
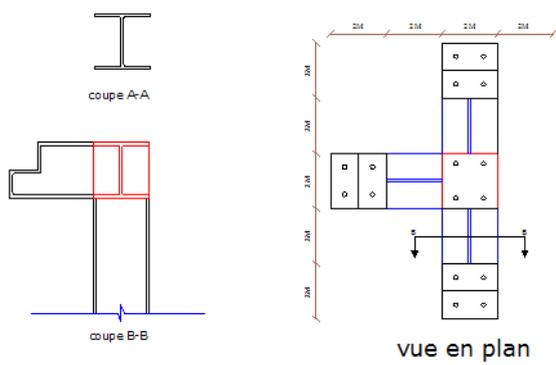
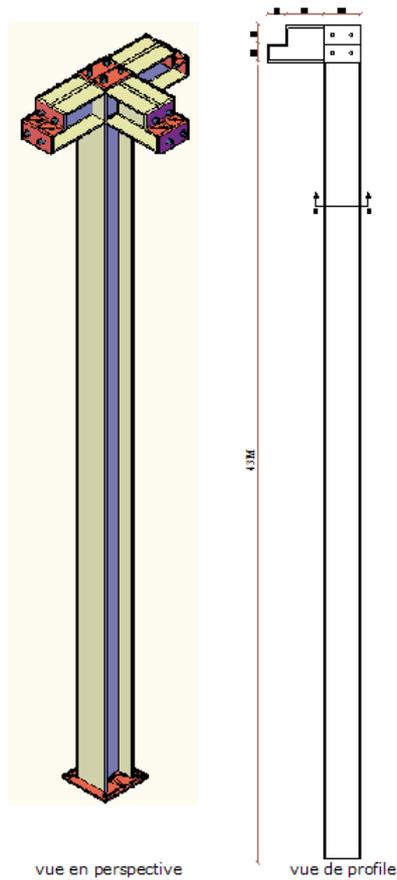


Figure 57 : poteau en acier de rive

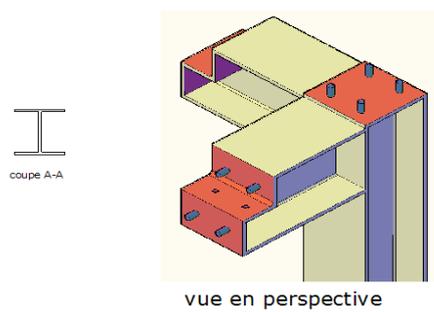
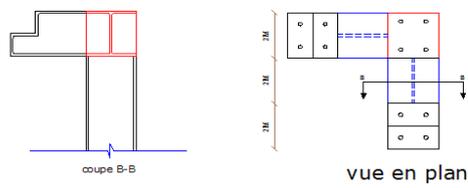
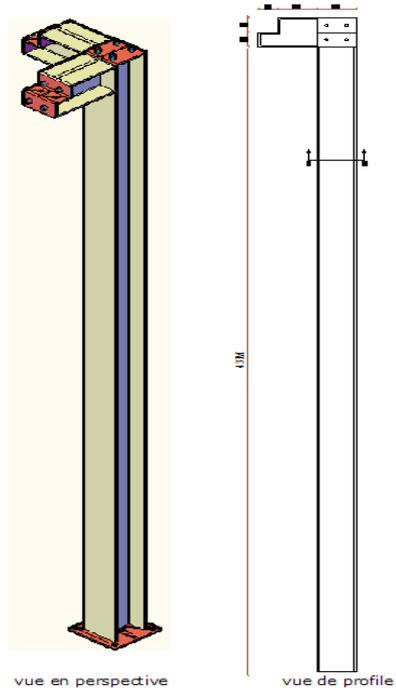
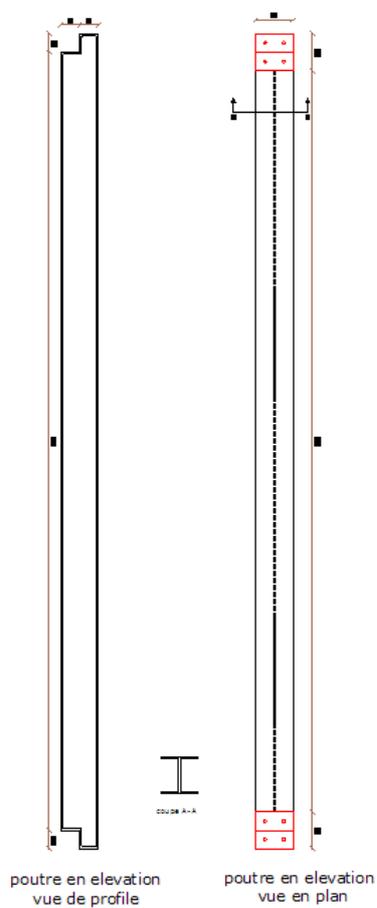


Figure 58: poteau en acier pour angle

3 : Les porteurs Horizontaux :

A- les poutres : ces la structure horizontale, en métal de dimension 2m*2m*90m.



Poutre
Vue 3D

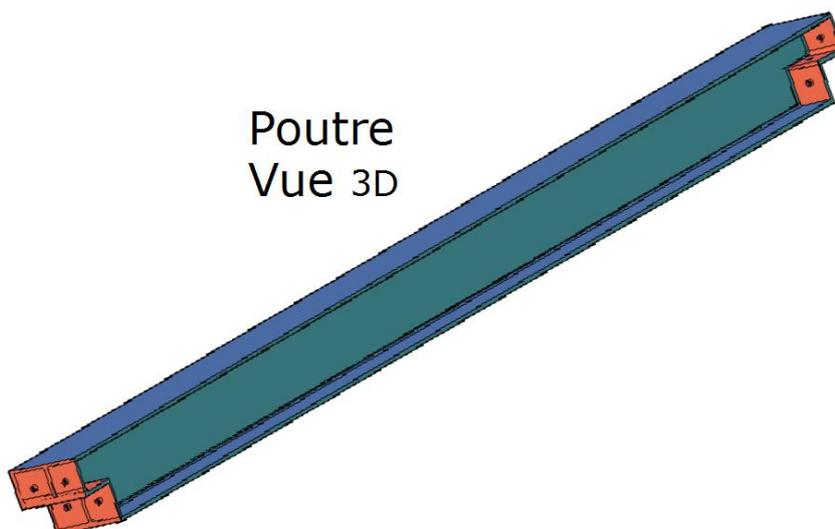


Figure 59: poutre en acier

B--Les dalles : elles sont composées de portions des dalles de dimensions 8Mx42M et d'épaisseur M/2 la surface haute est revêtu par des matériaux étanche dont l'aspect ne nécessitera pas la pose du carrelage ils sont rainurés aux extrémités pour permettre la jonction entre eux et empêcher d'éventuels déplacements horizontaux ils reposent sur les poutrelles.

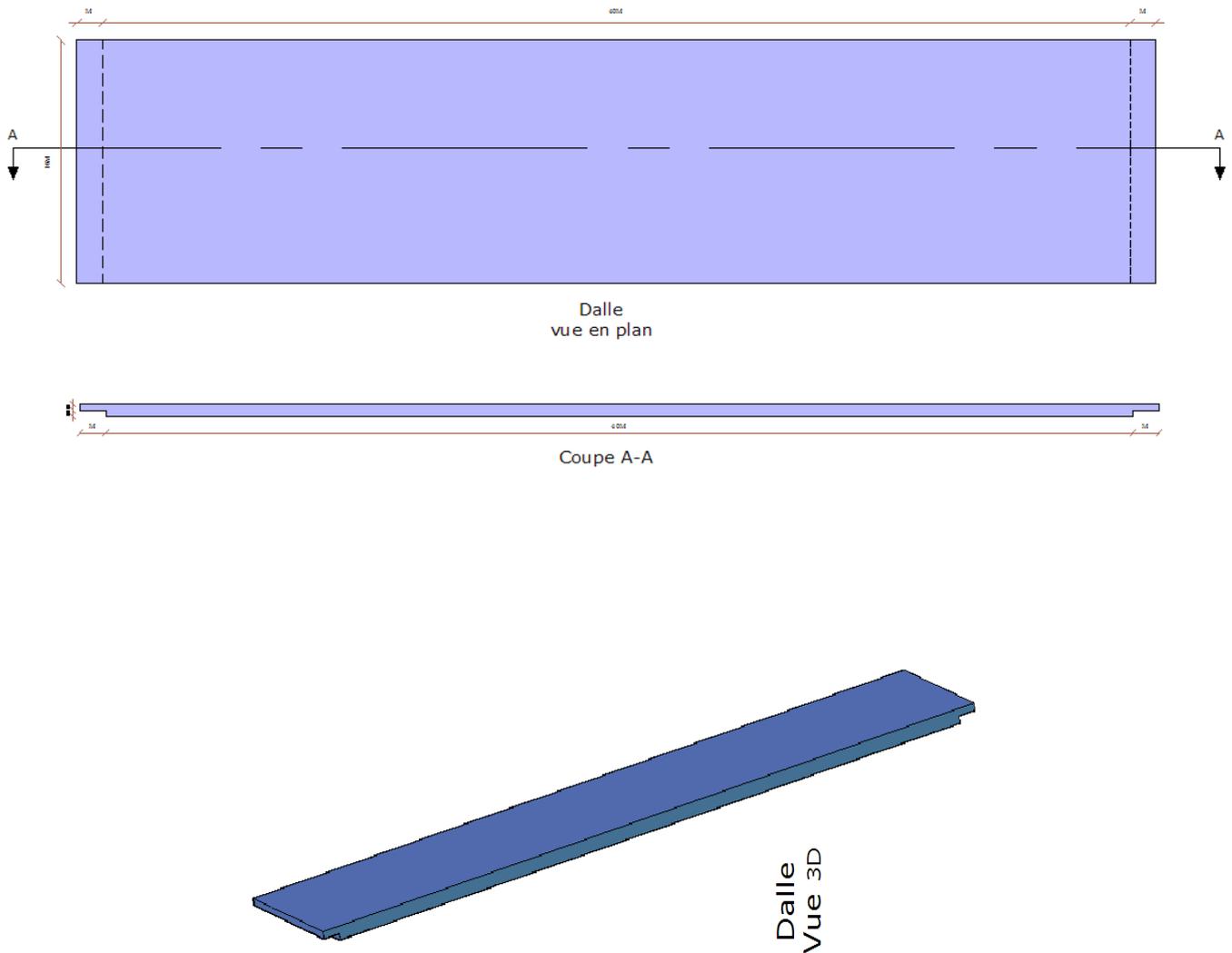


Figure 60 : dalle en acier

4- : Sous système Partition : Cloison à ossature aluminium, épaisseur M Composée de lisses, montants poteaux divers Chaque élément peut être démonté, inter changé sans dégradation des modules adjacents. Les lisses hautes et basses sont identiques.

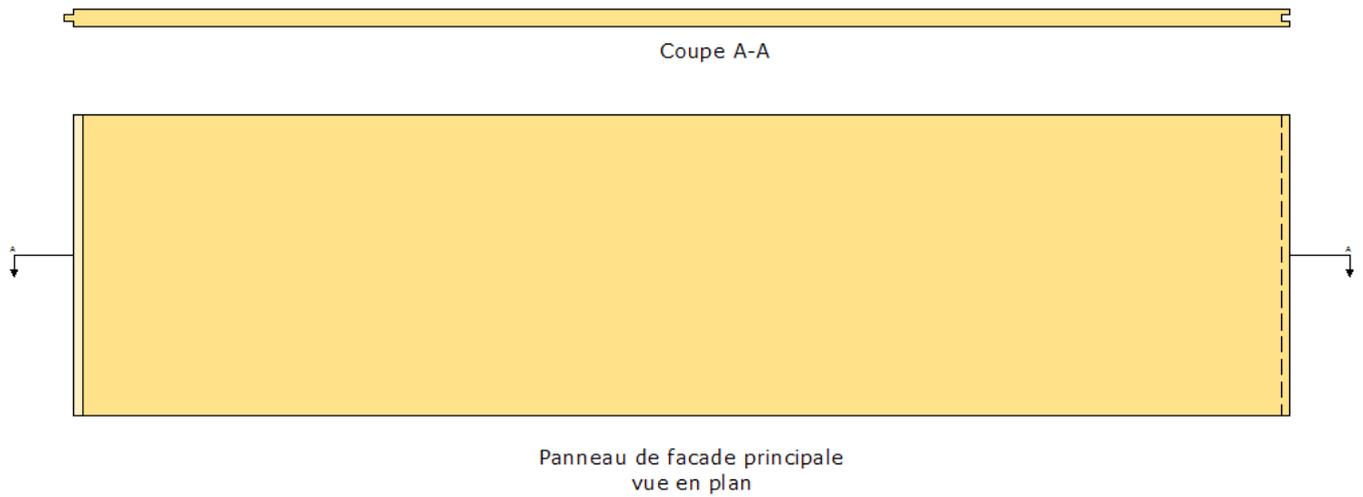


Figure 61 : panneau de facade

C-Description détaillée des composants du système béton armé :

1-Les Fondations :

Les fondations : sont constituées des semelles isolées ou jumelé sous poteaux en béton armé préfabriqué en usine de dimensions de semelles de (9Mx7.5M), en forme de fut d'encrage ,ces dimensions sont modulés dont les dimensions sont les multiples de M, selon le calcul des descentes des charges et la capacité portante des sols.

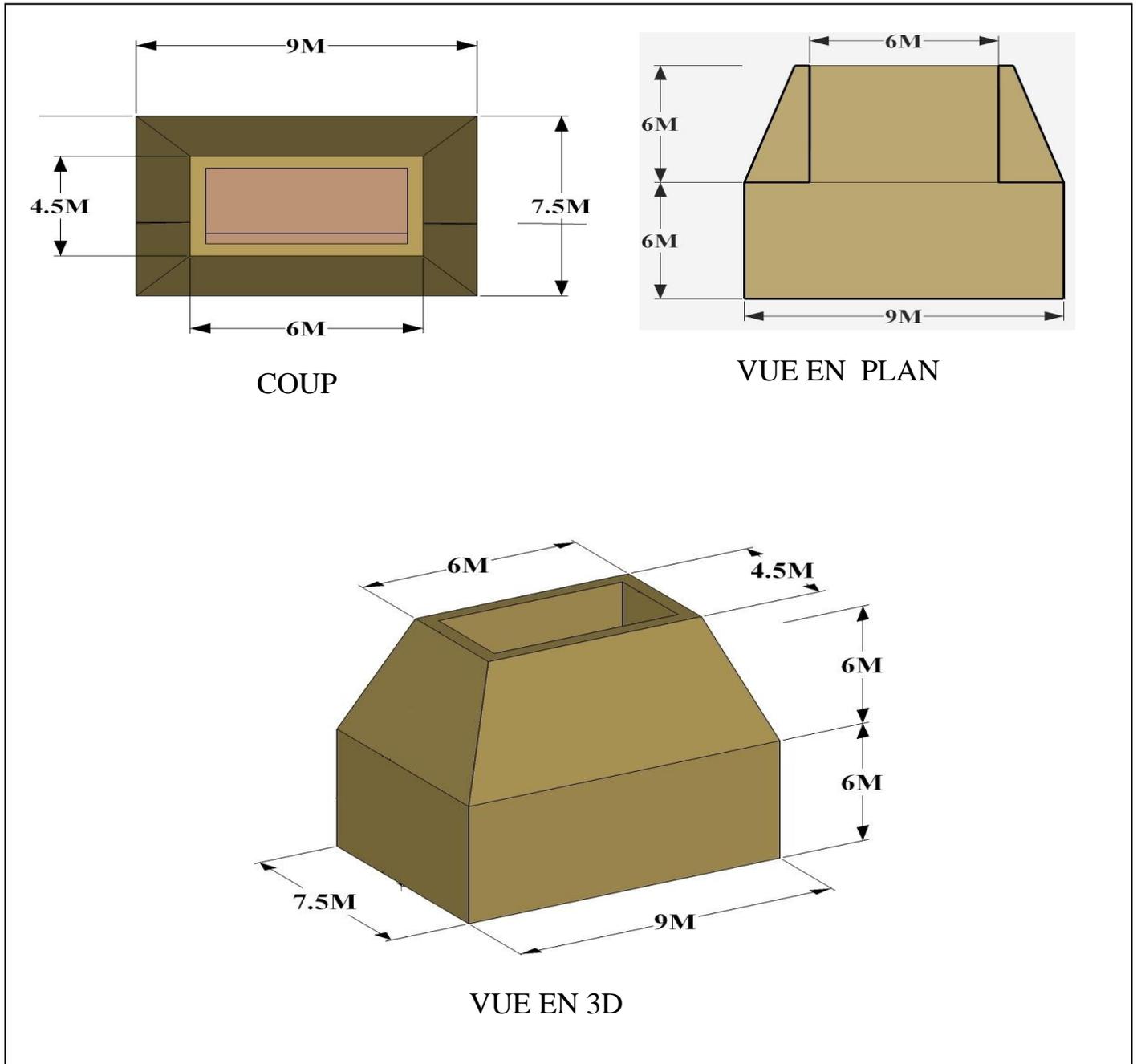
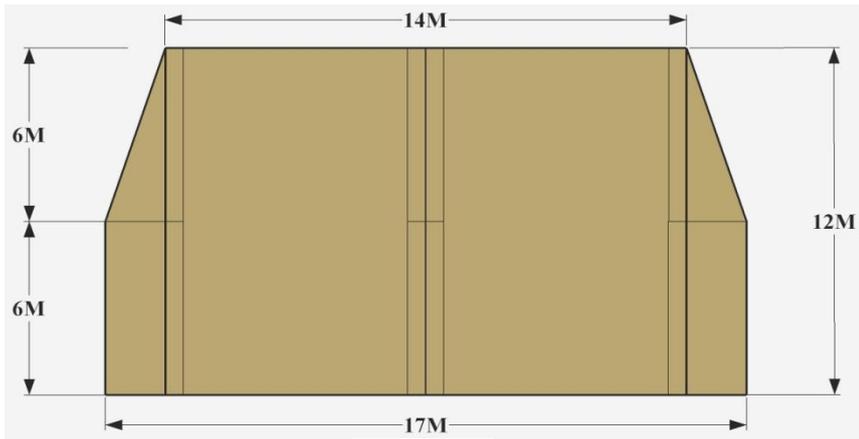
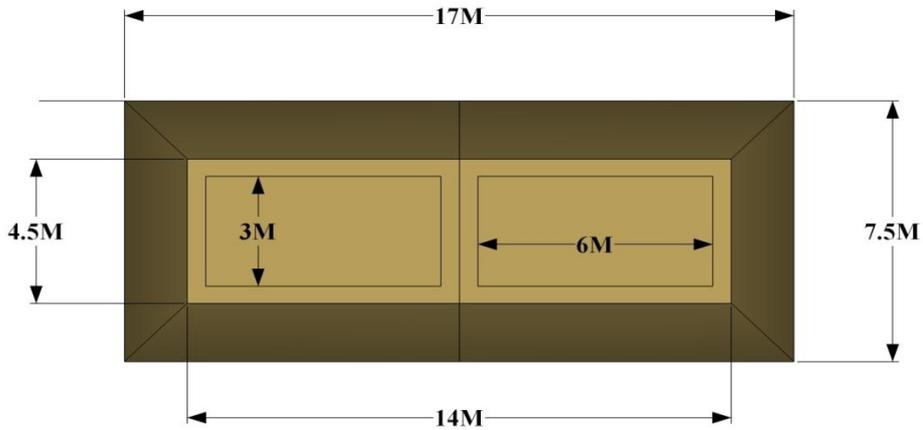


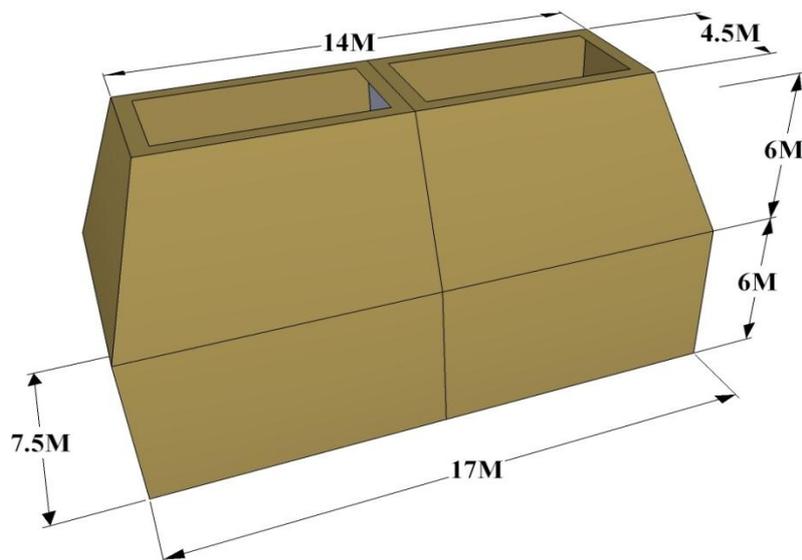
Figure 62 : Semelle en béton armé.



COUP



VUE EN PLAN



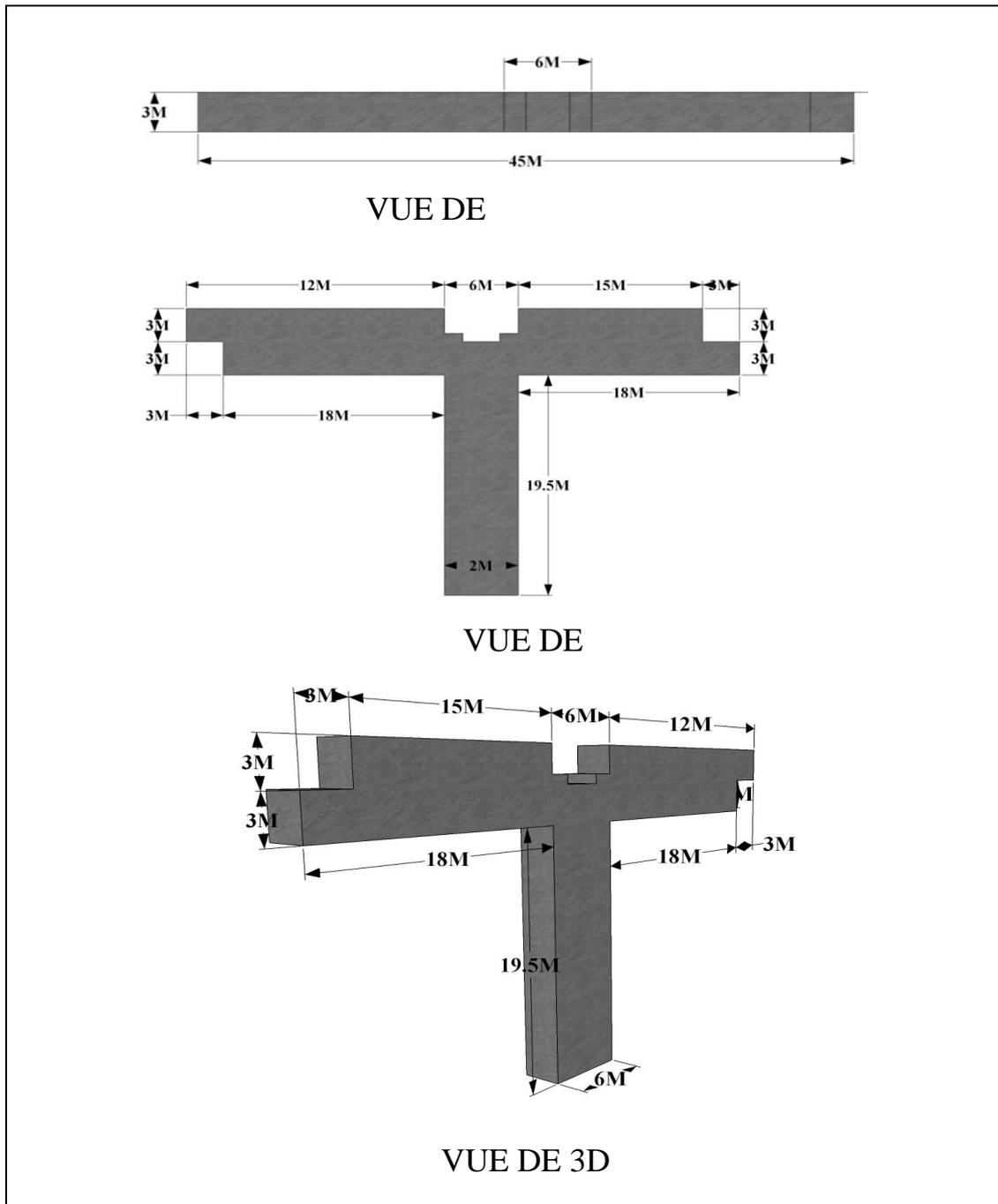
VUE EN
3D

Figure 63 : Semelle jumelé en béton armé.

2 : Les elements verticaux :

a-Les amorces poteaux : il s'agit des amorces poteaux en beton armé ; de forme de T de hauteur variable selon la nature du sol , hateut multiple de M , de section 3M x6M , On distingue :

- Amorce -Poteau central.
- Amorce -Poteau d'angle.
- Amorce -Poteau de rive.



**Figure 64 : Amorce poteau centrale
en béton**

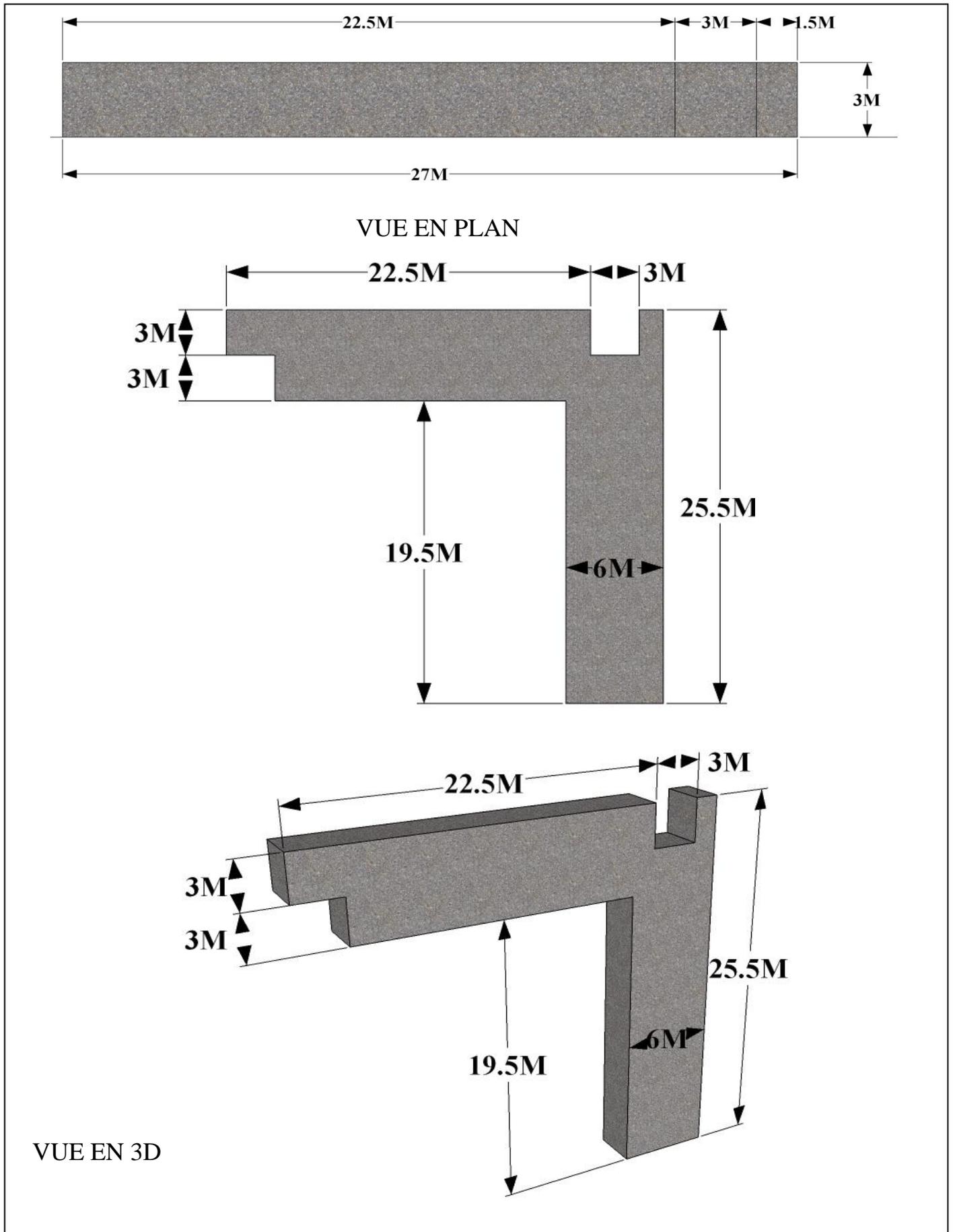
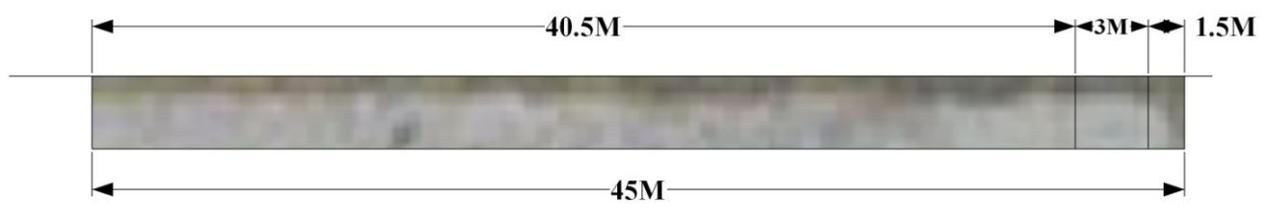
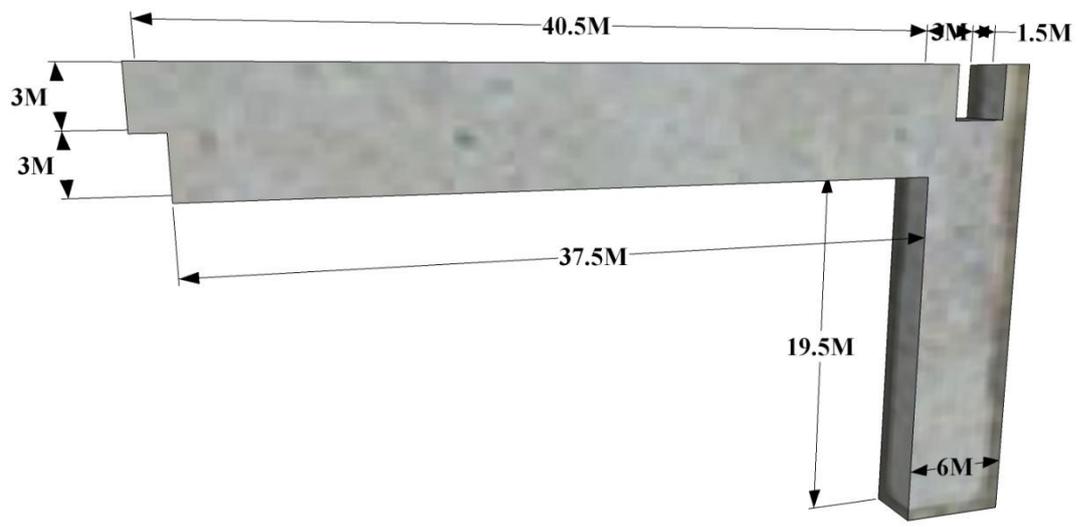
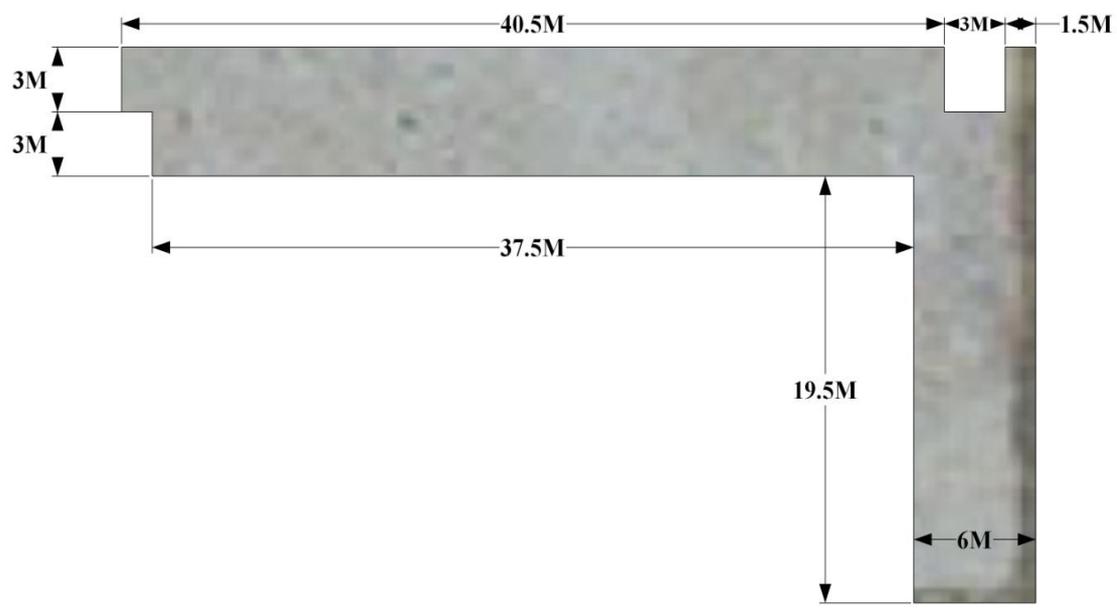


Figure 65 : Amorce poteau de rive 01 en beton



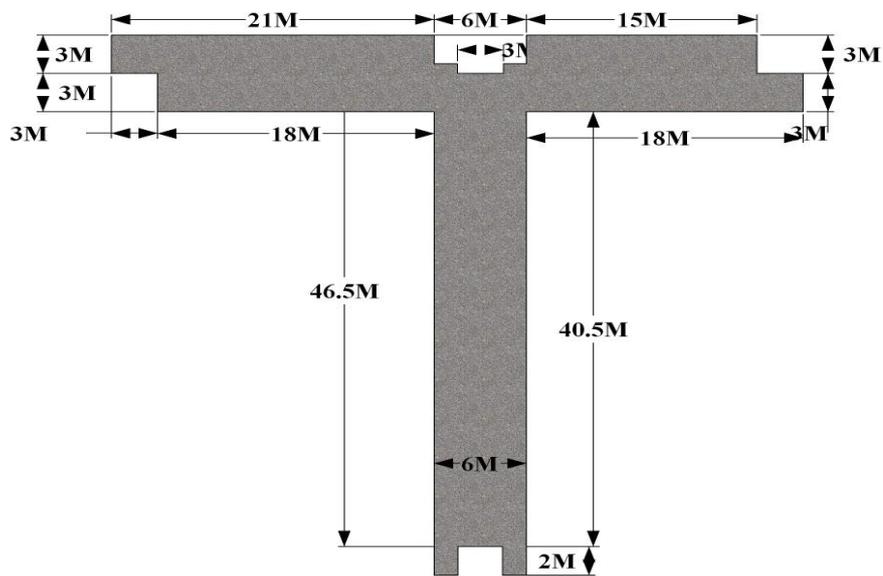
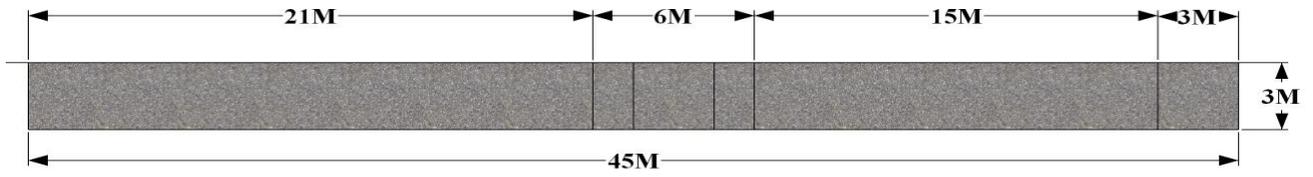
VUE EN PLAN



VUE EN 3D

Figure 66: Amorce longrine de rive02 enbéton

VUE EN PLAN



VUE DE FACE

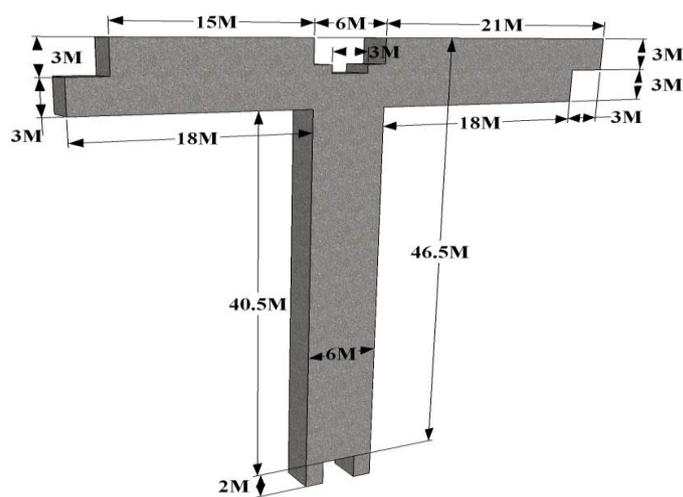


Figure 67: Element poteau en béton

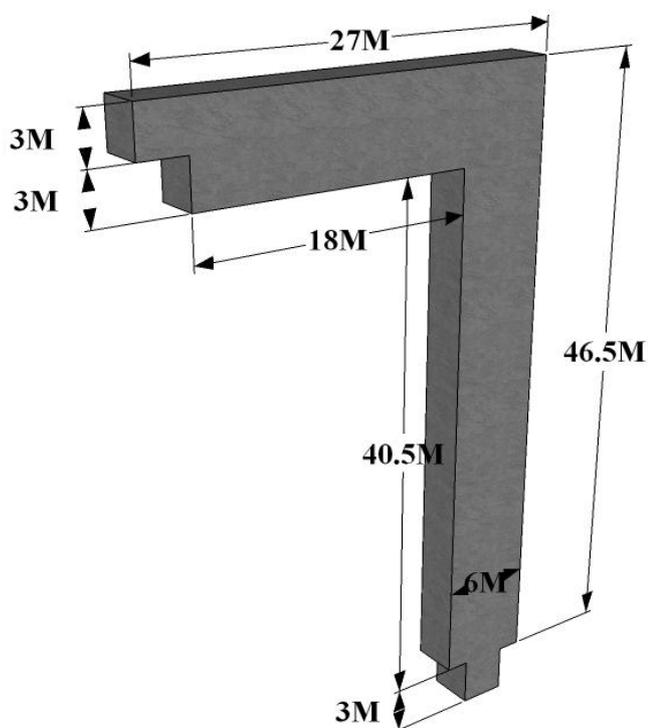
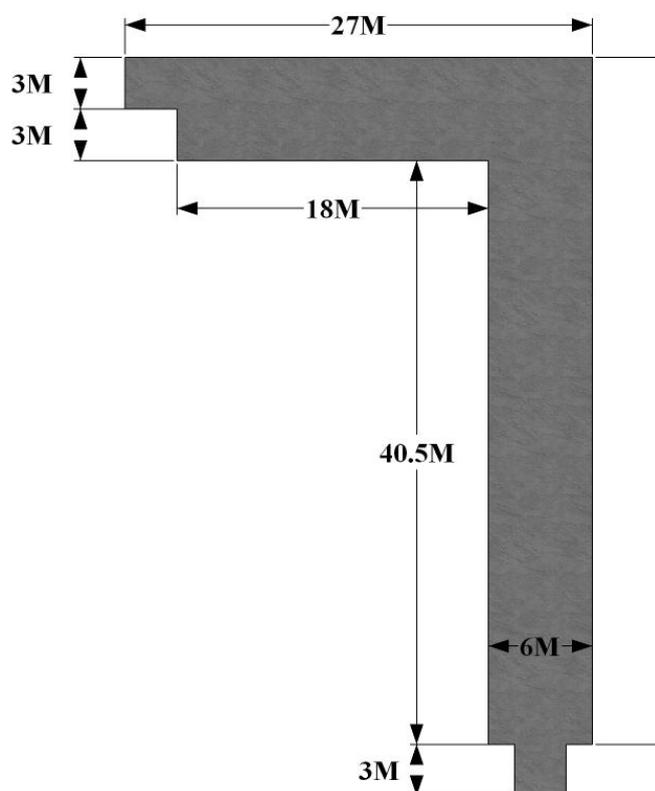
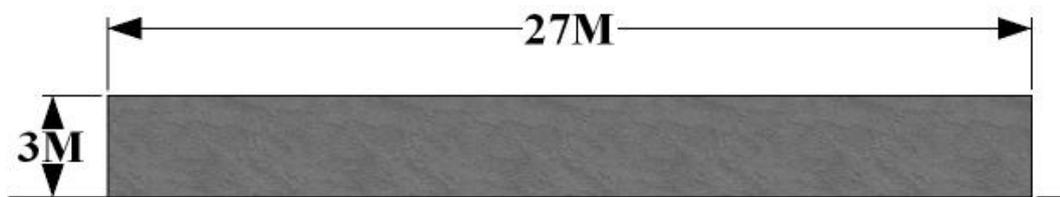
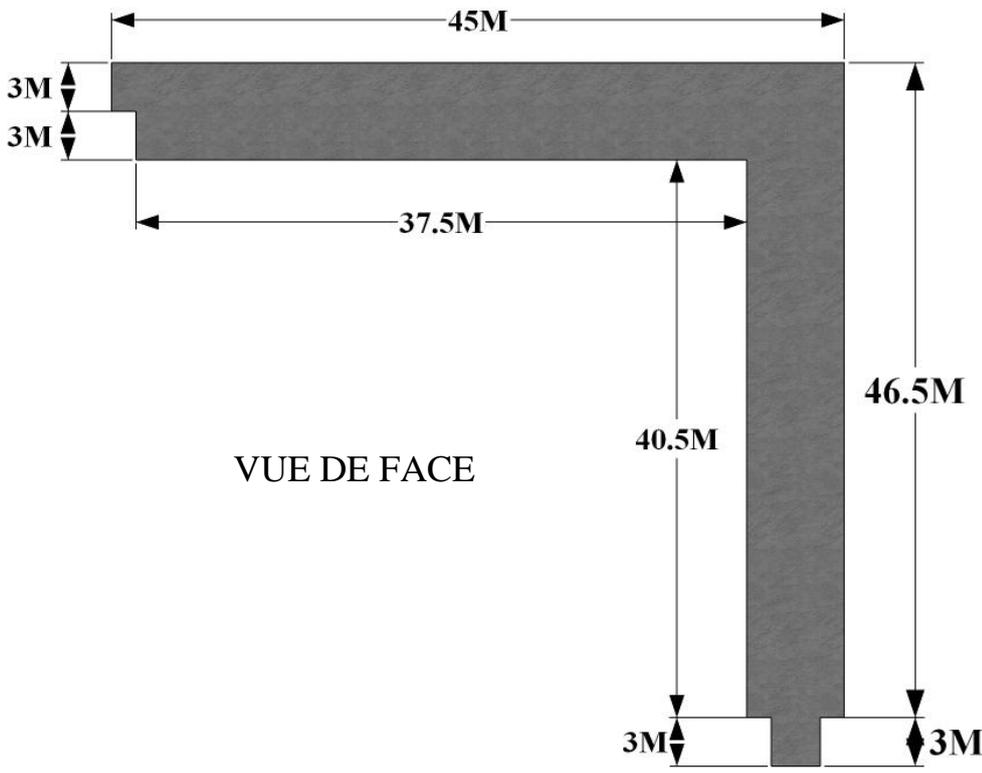


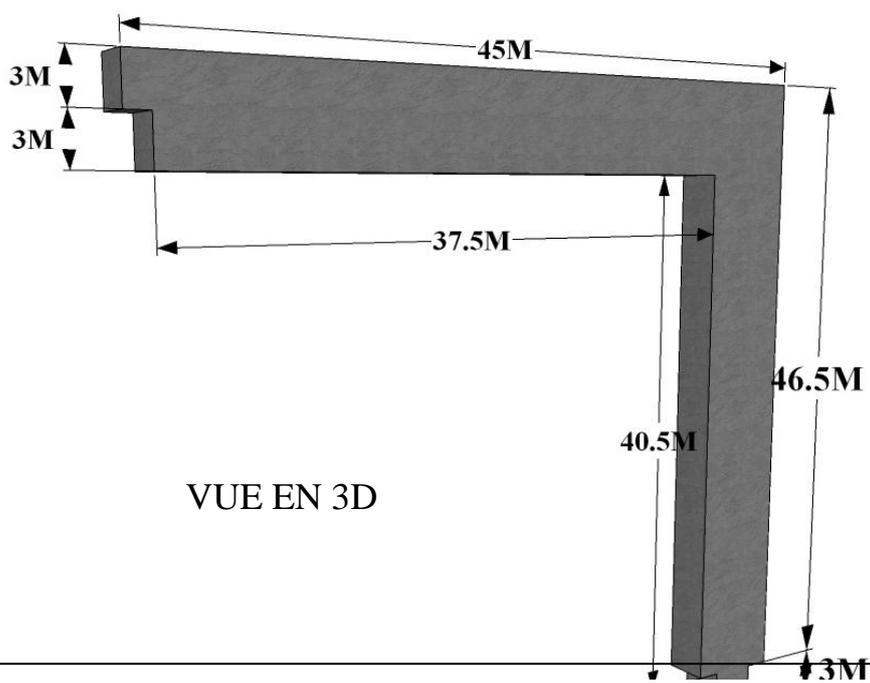
Figure 68 : Element poteau de rive en beton



VUE EN PLAN



VUE DE FACE



VUE EN 3D

Figure 69: Element poteau de rive en beton

3 : les éléments Horizontaux : c'est des longrines et des poutres en béton armé de retombé 2M et de longueur 42M

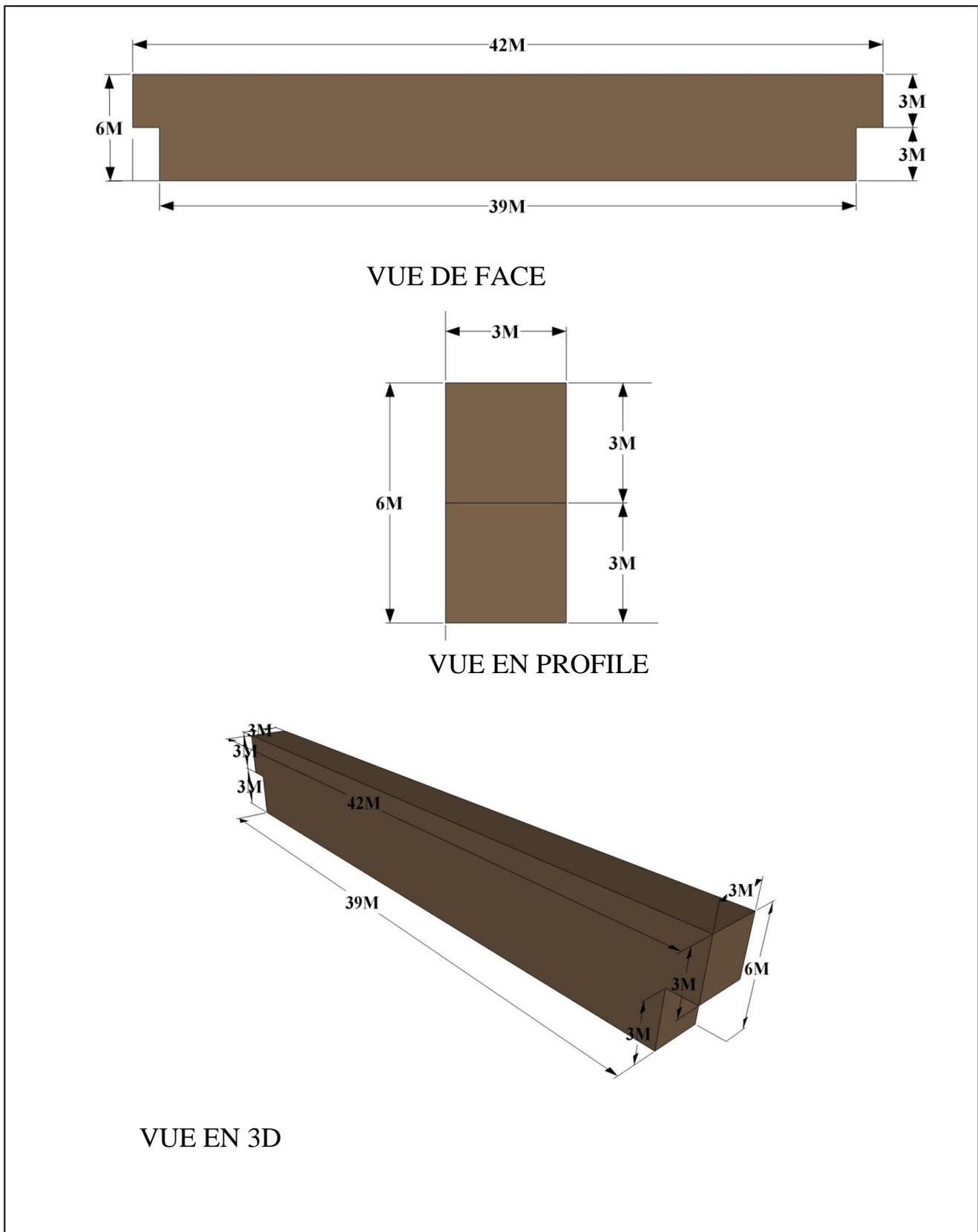


Figure 70 : Longrine en béton armé

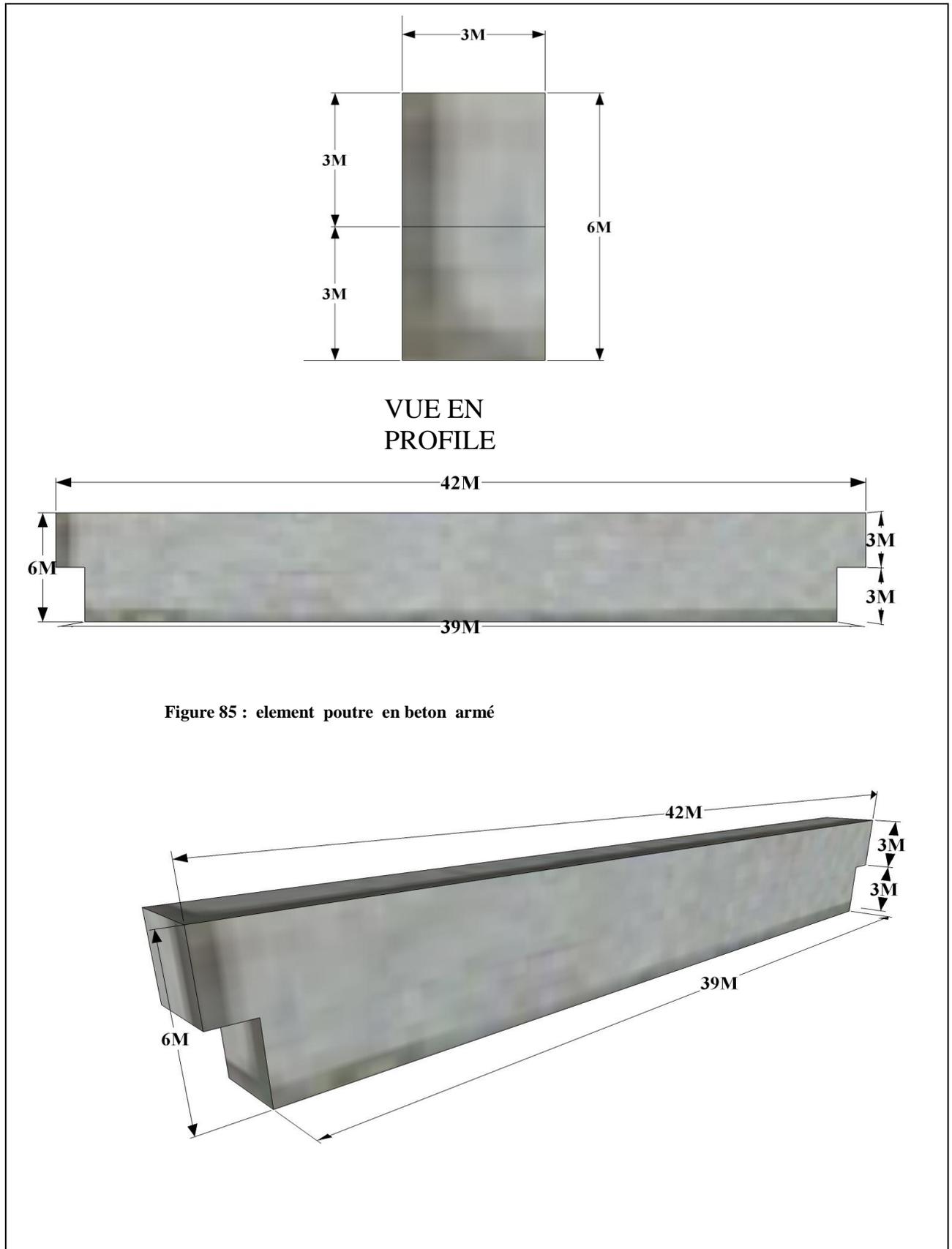
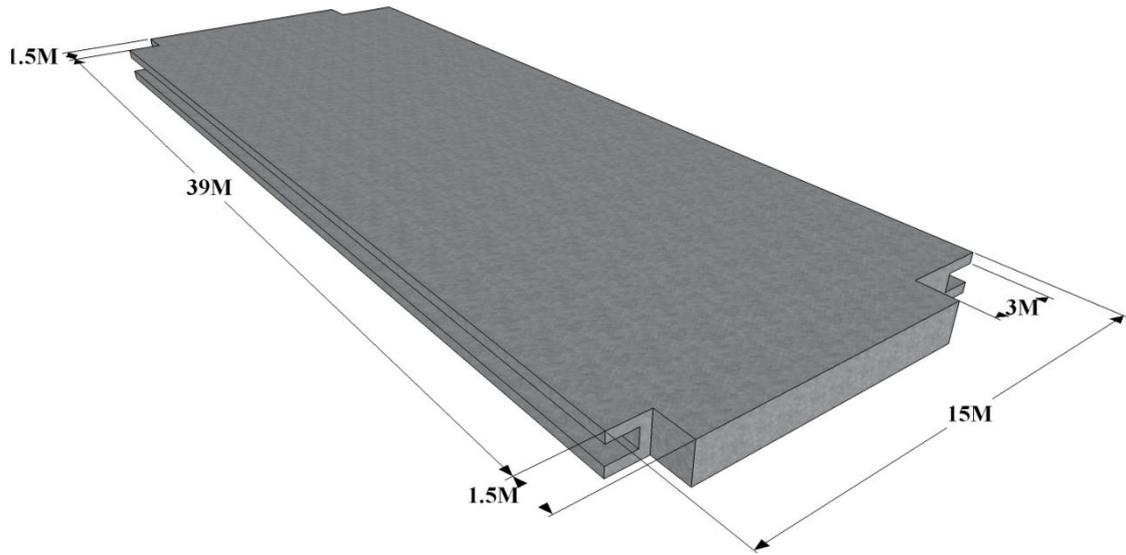
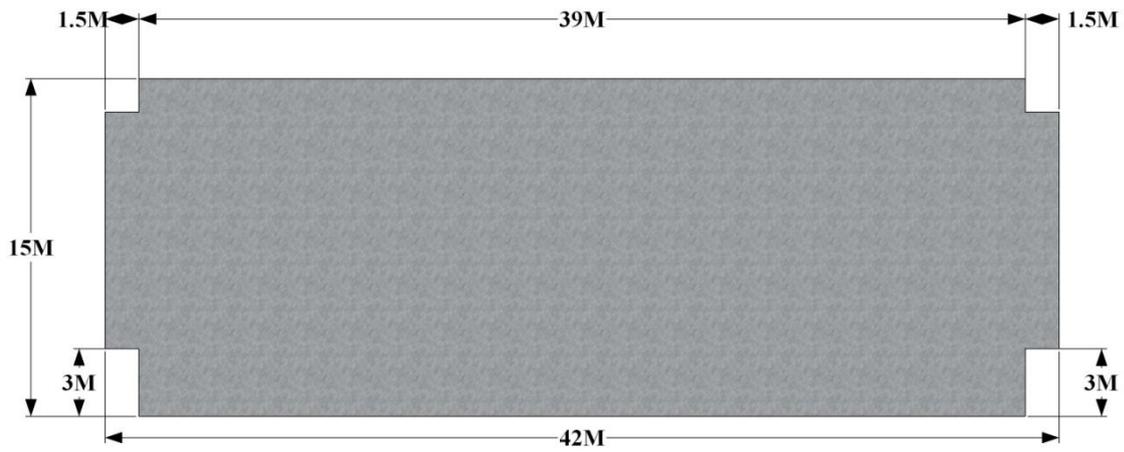


Figure 71: Element poutre en beton armé



VUE EN 3D

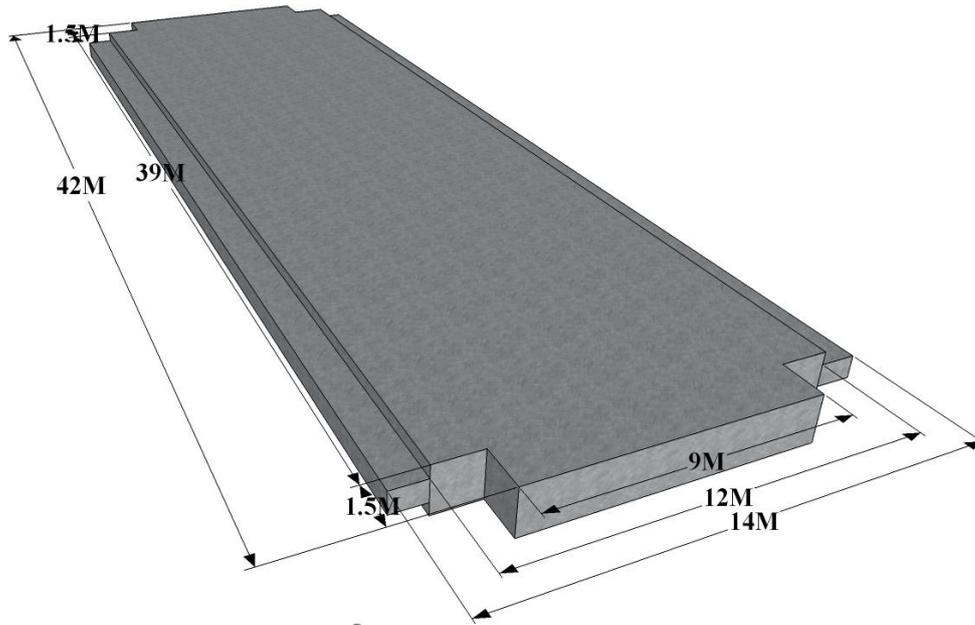


VUE EN PLAN

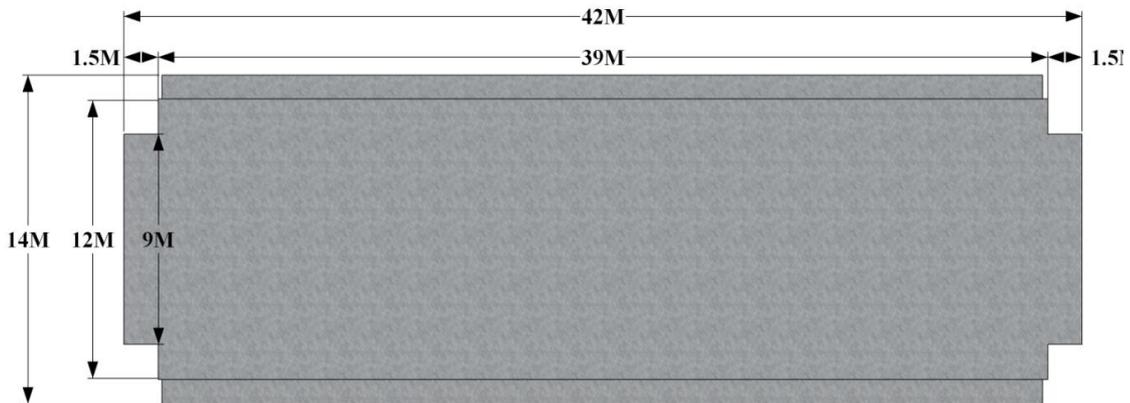


COUPE

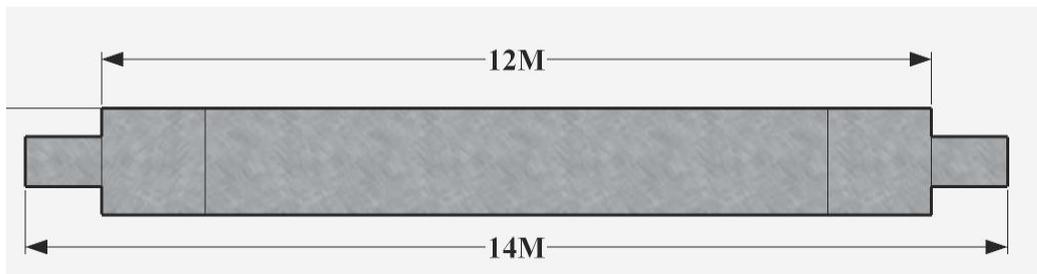
Figure 72 : Dalle 2 en béton



VUE EN 3D

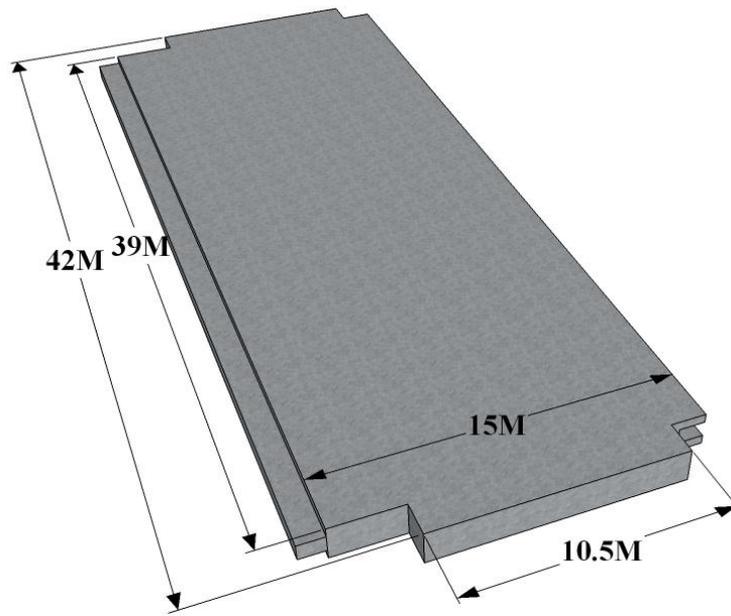


VUE EN PLAN

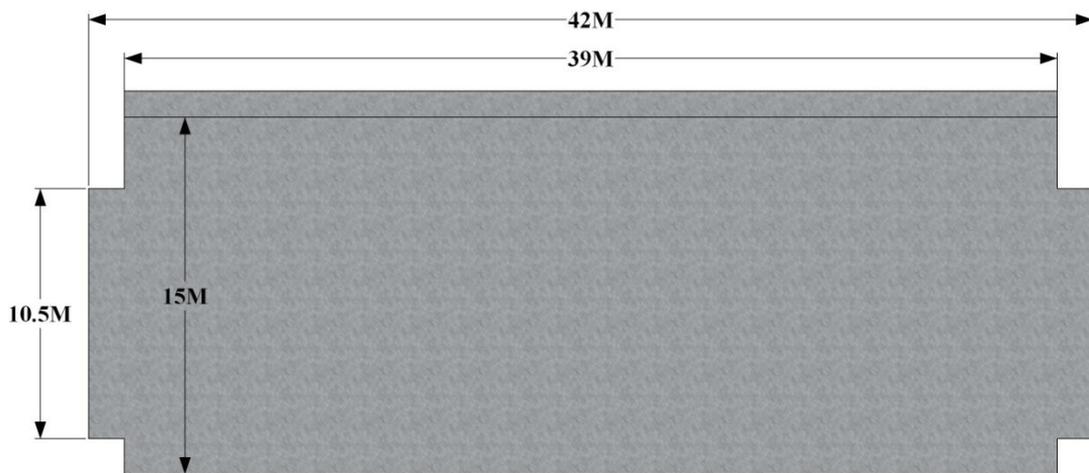


COUPE

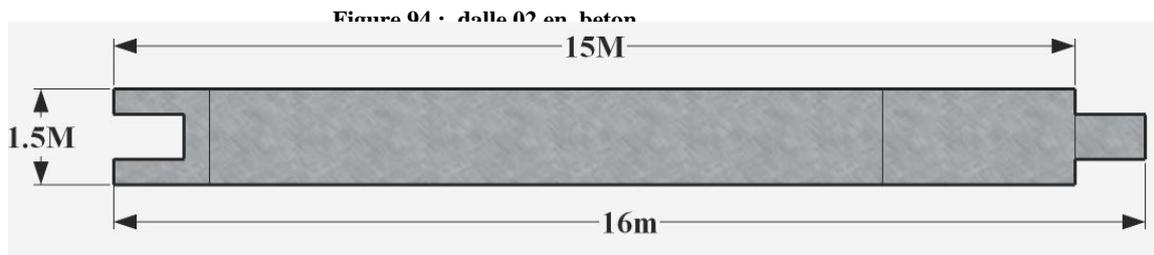
Figure 73: Dalle 2 en béton



VUE EN 3D



VUE EN PLAN



COUPE

Figure 74 : Dalle 03 en beton

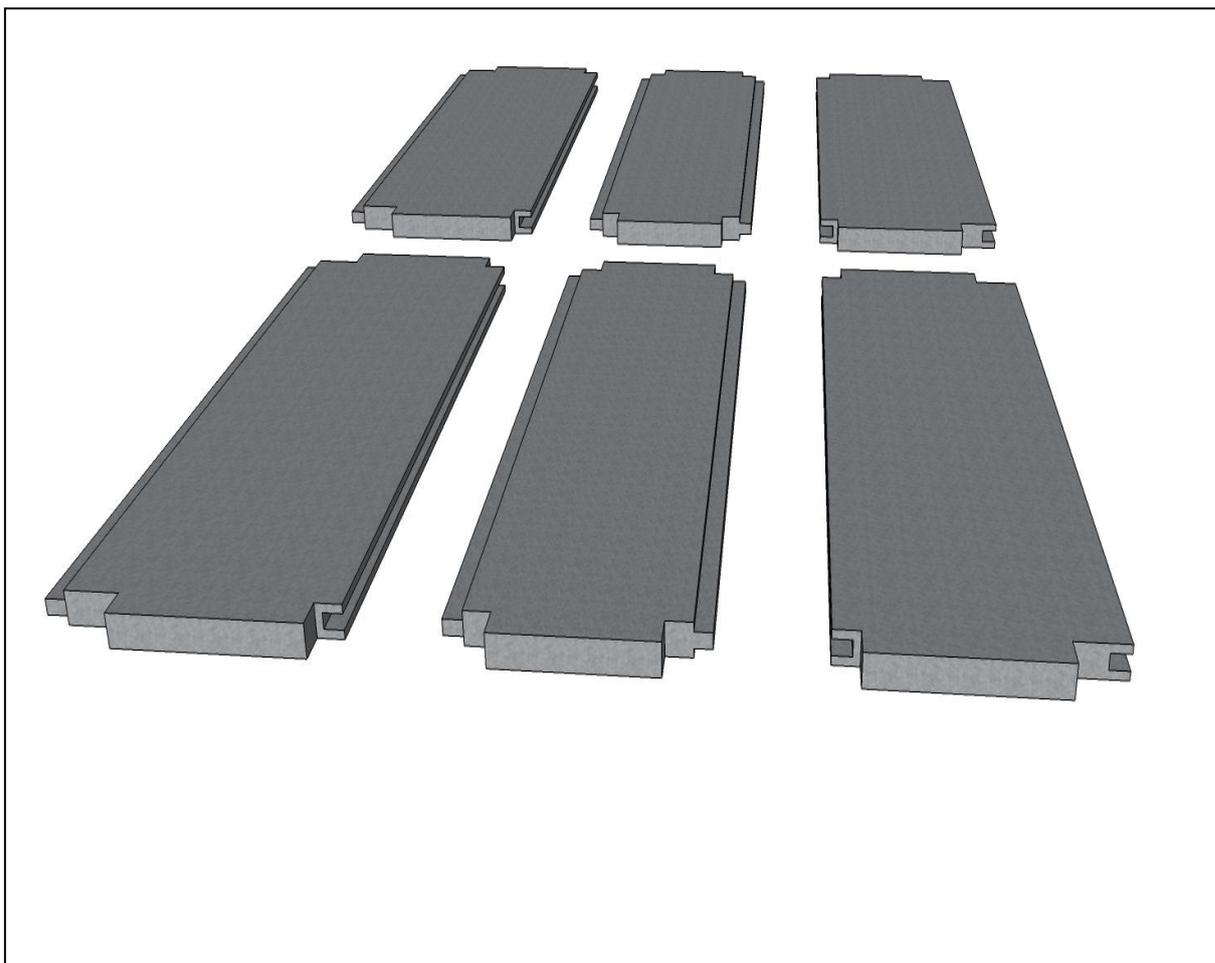


Figure 75: Dalle exemple de montage

4: Sous système enveloppe : il s'agit d'une façade portée en panneaux modulaires les mêmes panneaux sont utilisés pour cloisons intérieures la seule différence c'est l'habillage extérieur et le matériaux

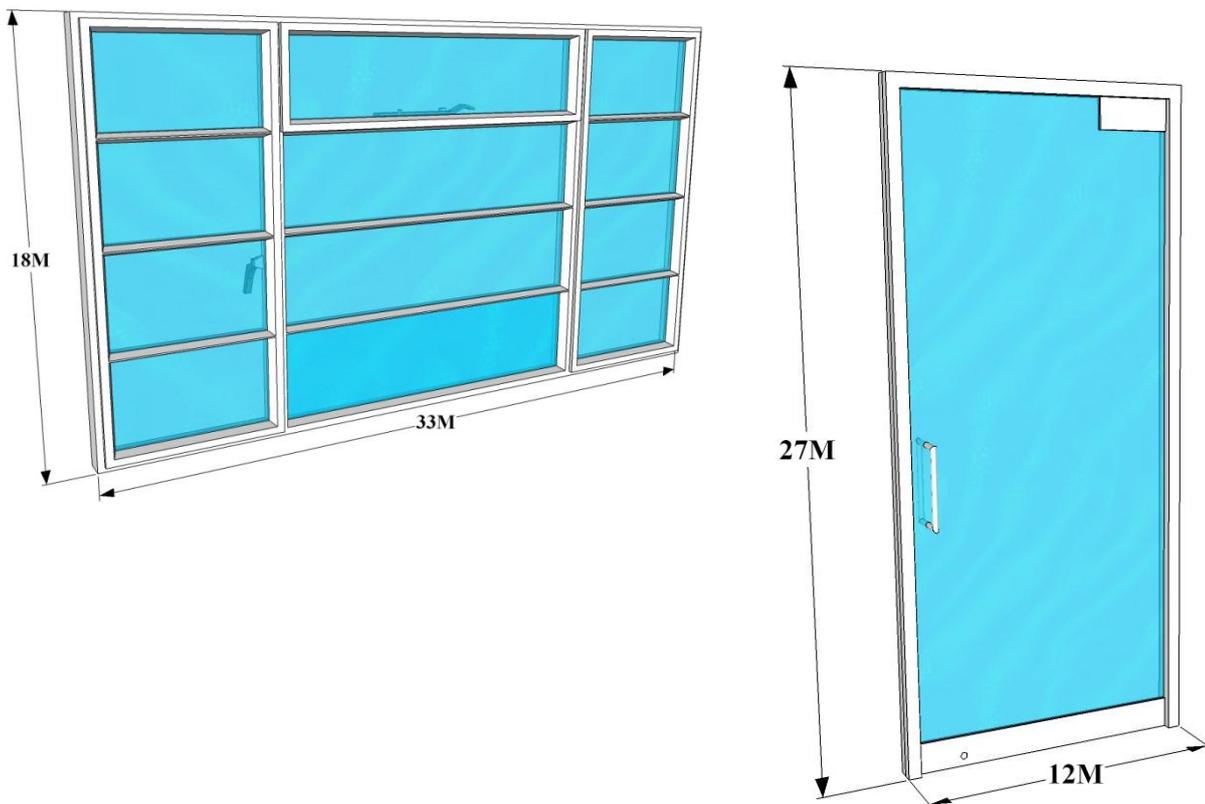
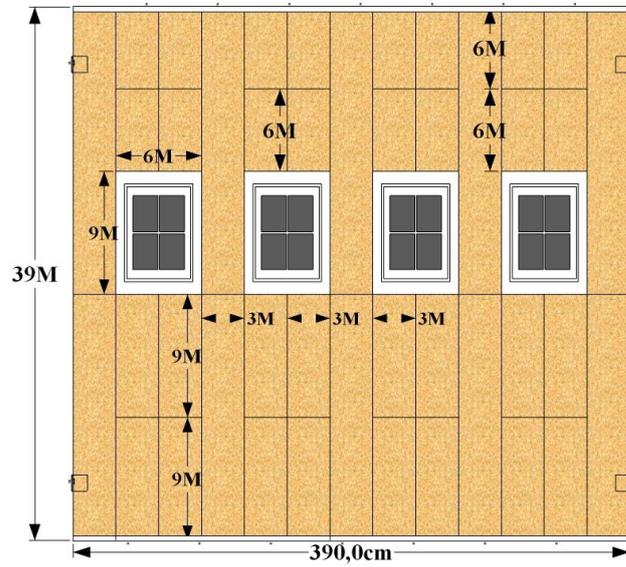


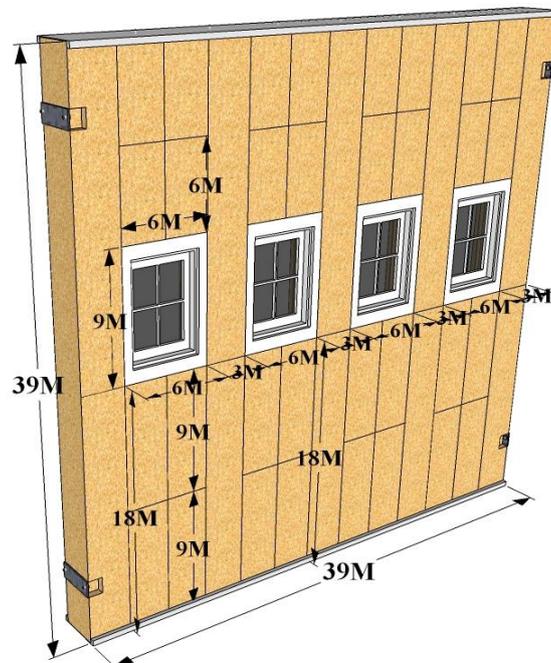
Figure 76 : Sous système enveloppe extérieure

Différents types des cloisonnements:

a-selon les configurations : Selon la configuration architecturale il existe différents types des cloisons amovibles dont la différence réside au niveau de la fixation au poteau et les ouvertures



VUE DE FACE

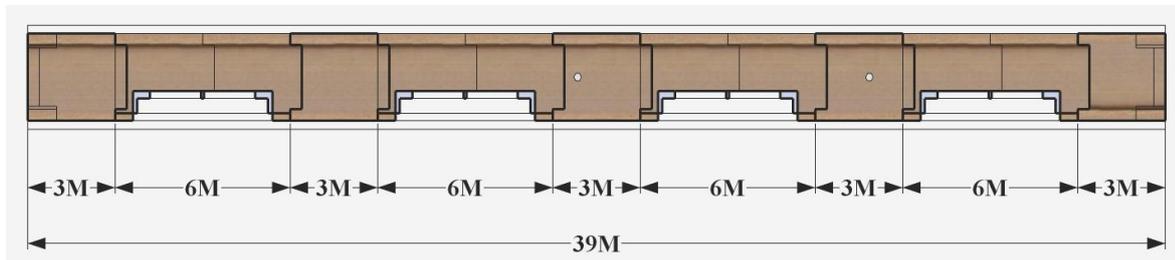


VUE EN 3D

Figure 77 : Element cloison

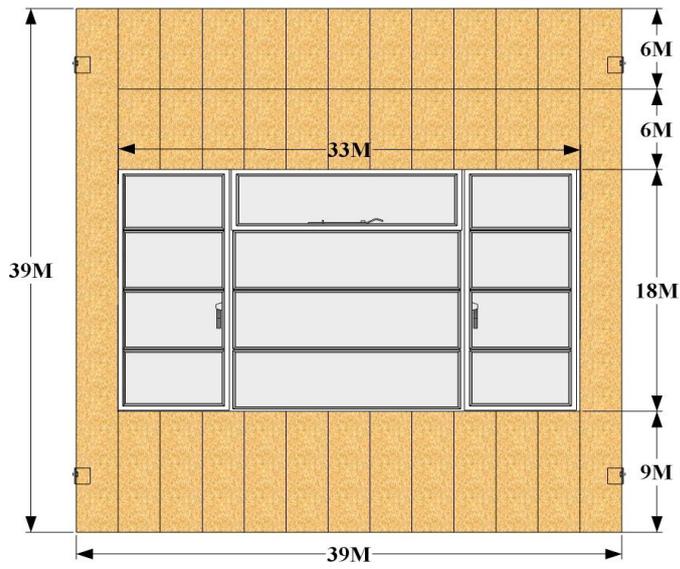


VUE EN 3D

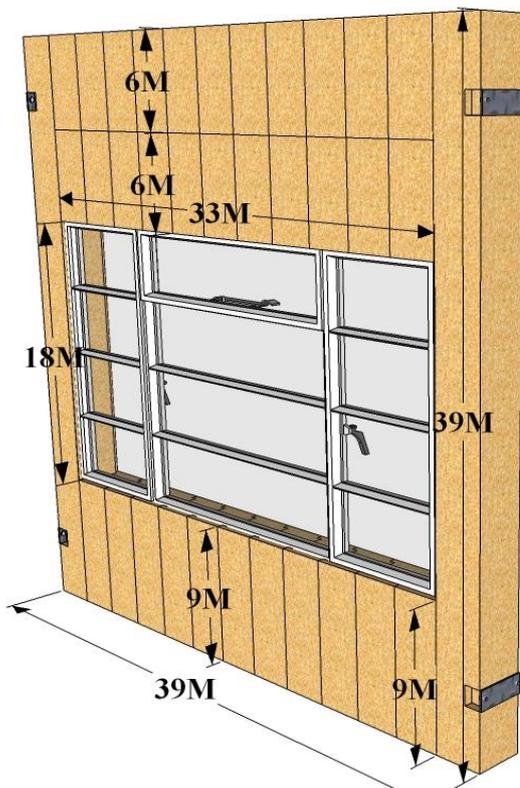


COUPE

Figure 78 : Element mur 01



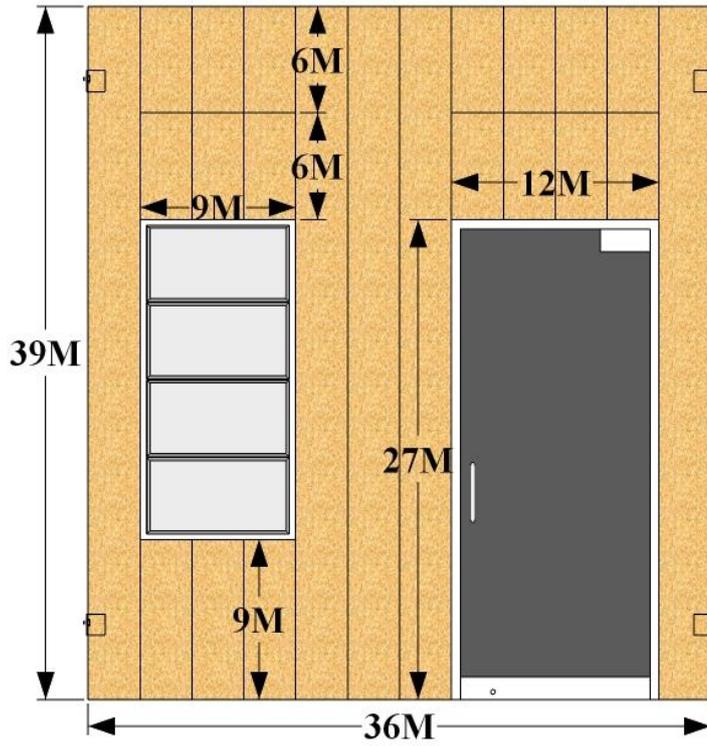
VUE DE FACE



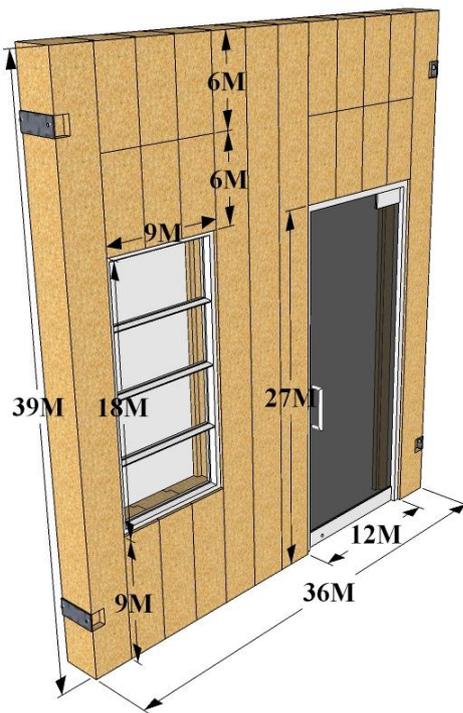
VUE EN 3D



Figure 79 :Element mur 03



VUE DE FACE



VUE EN 3D

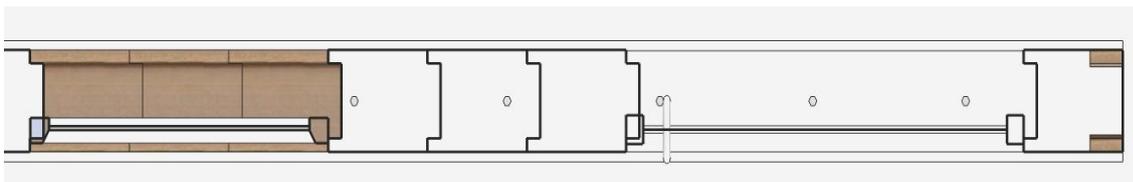


Figure 80 :Element mur 04

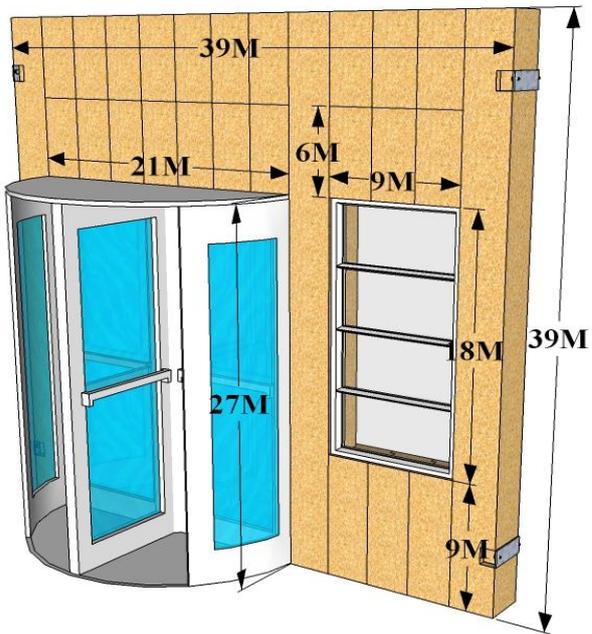
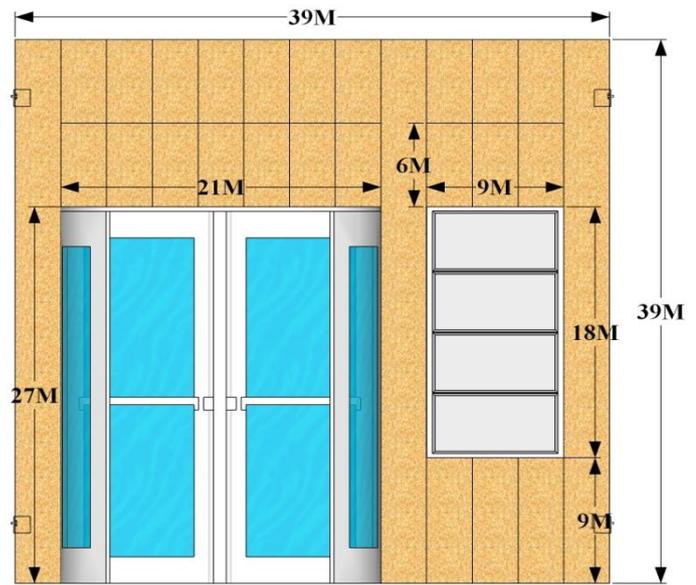


Figure 81 : Élément mur 05

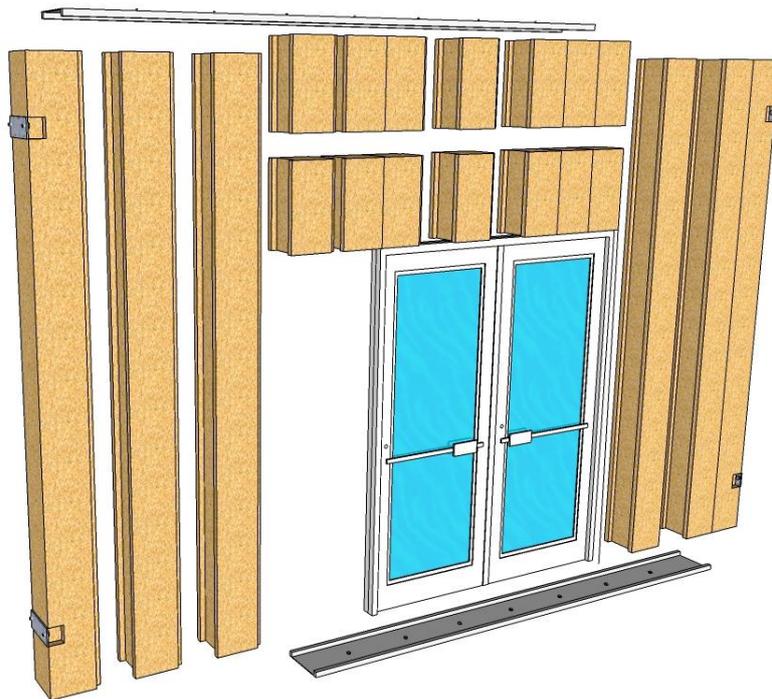
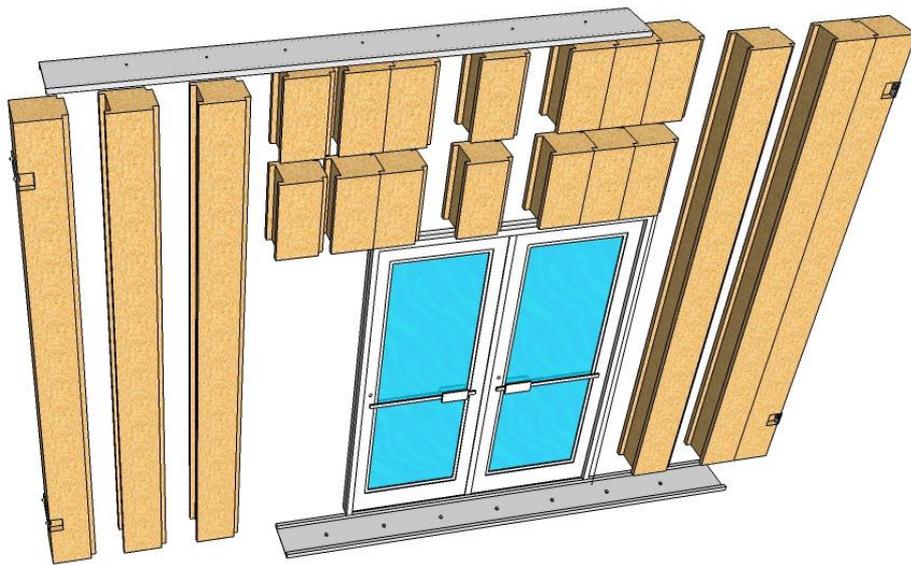


Figure 82: Element mur modulé

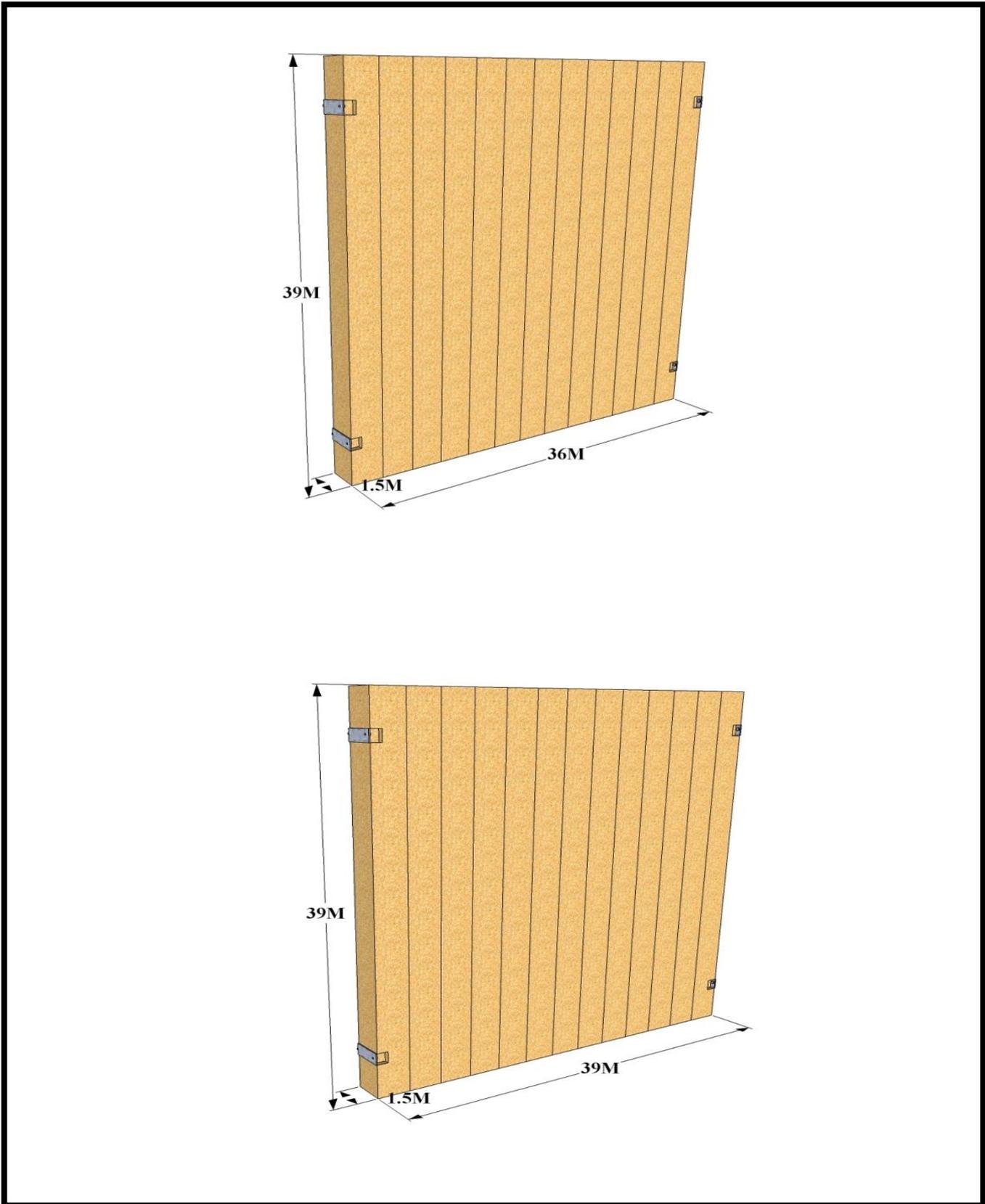


Figure 83 : Cloison interieur

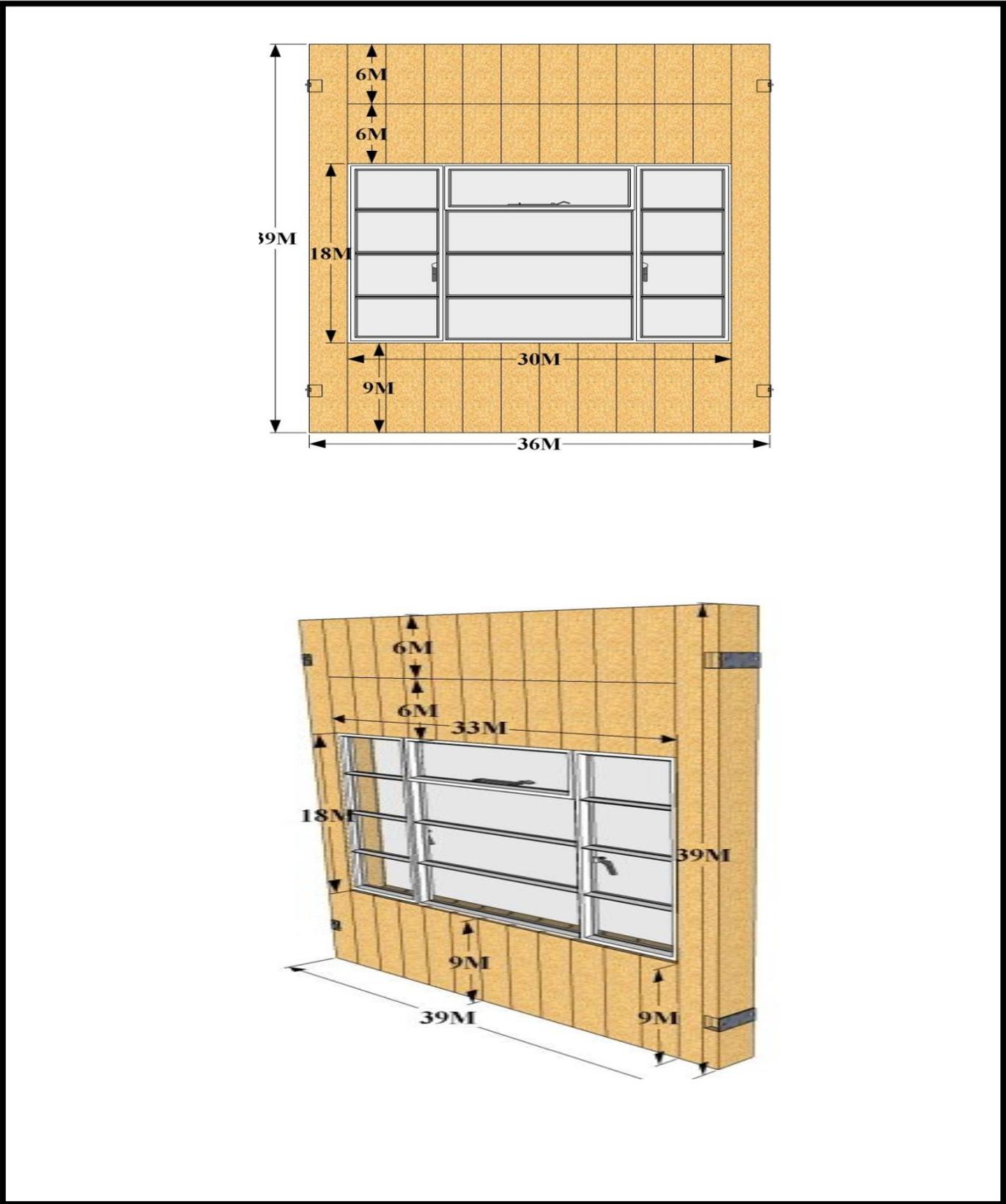


Figure 84: Panneau extérieur vitré

5 : sous système faux plafond : le faux plafond est constituée par des plaques légères dont les matériaux est requis par l'utilisateur le faux plafond est amovible pour permettre de faire passer les réseaux de second œuvres.

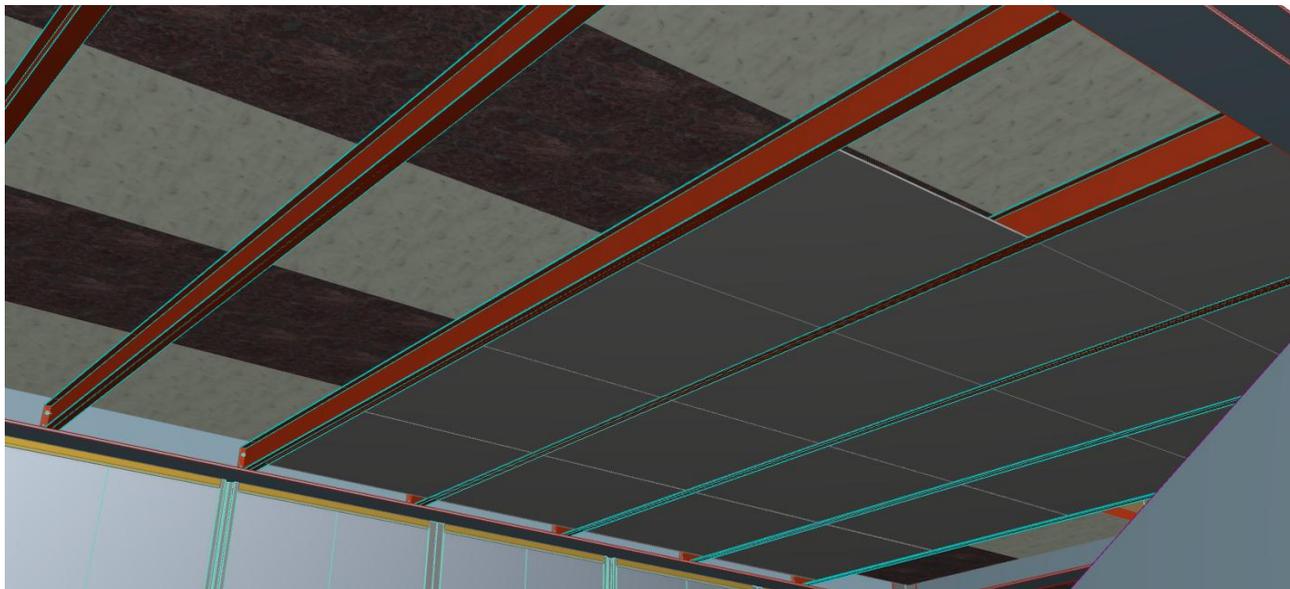


Figure 85 : Sous système faux plafond

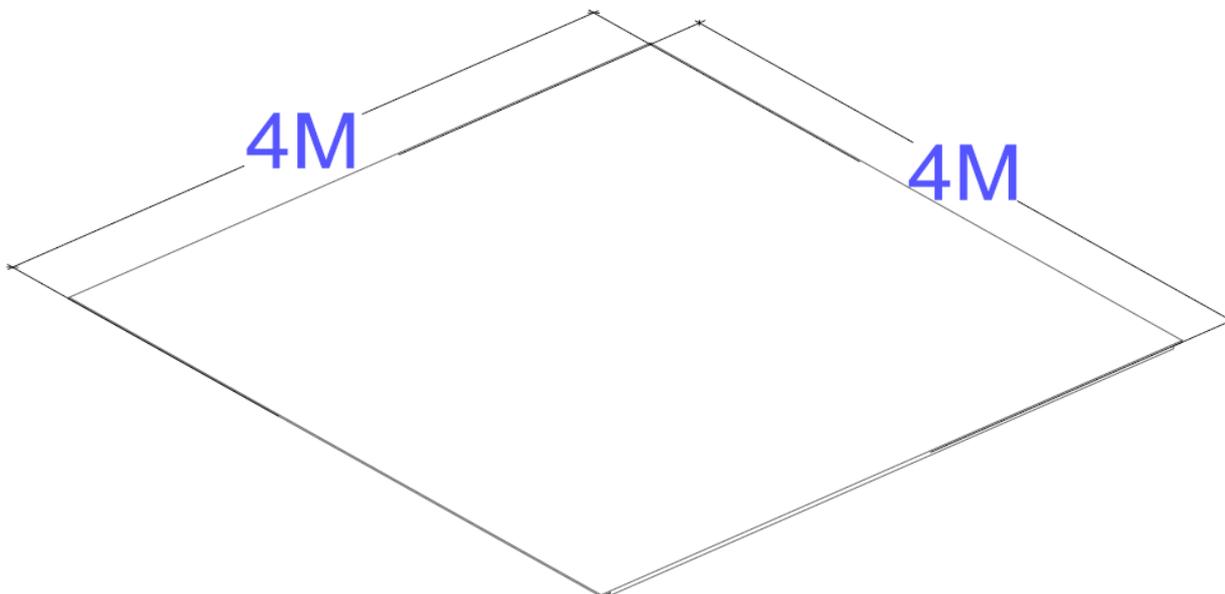


Figure 86 : Faux plafonds

6-Sous système escalier : les escaliers ils sont les éléments de déplacements verticaux dimensionnés à partir du module de base

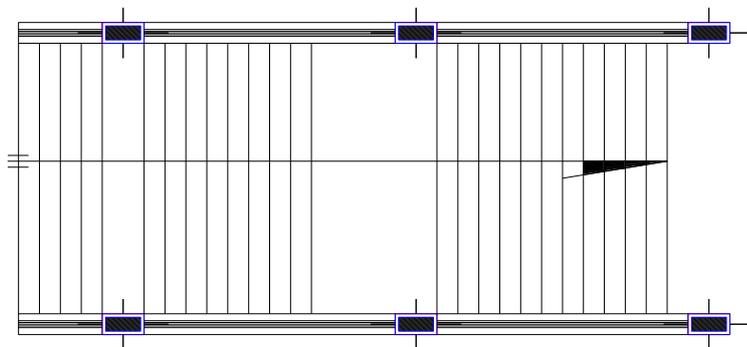


Figure 87 : sous système escalier

Chapitre 02: combinatoires et types d'implantation des composants

-Les positions relatives de deux composants contigus, bien que définies géométriquement dans l'espace par les règles précédentes, doivent être précisées par l'indication des joints (liaisons mécaniques, adaptations, rattrapages de tolérances, joints d'étanchéité et d'isolations, jeux de comportement, etc.).

Ces précisions sont fournies par des dessins d'assemblage entre deux composants contigus ou plus.

A-système en métallique :

1-Accrochage semelle et amorces : L'assemblage entre amorce poteau et semelles est assurée par le biais des tiges d'ancrages réservées au niveau des semelles les dimensions des amorces sont variable pour pouvoir s'adapter a la morphologie des terrains.

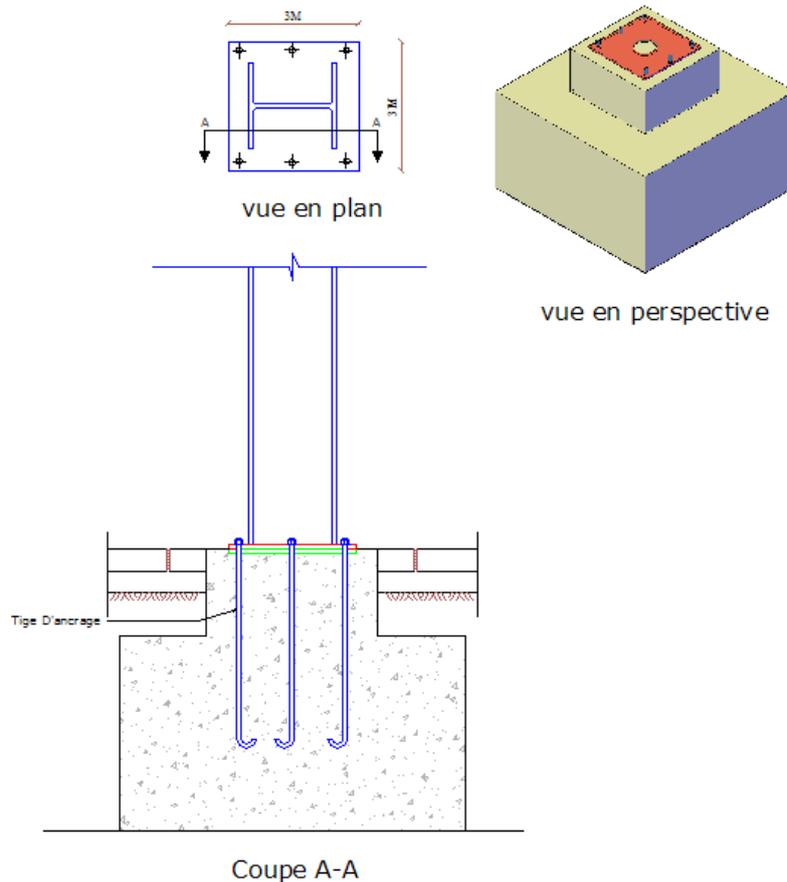


Figure 88 : Détail d'accrochage semelle et poteau

2-Accrochage poteau et poutre : pour permettre un bon assemblage entre poteau et nous avons opté pour des goussets métalliques soudés est boulonnée sur les éléments , ces goussets contribues a la bonne fixation

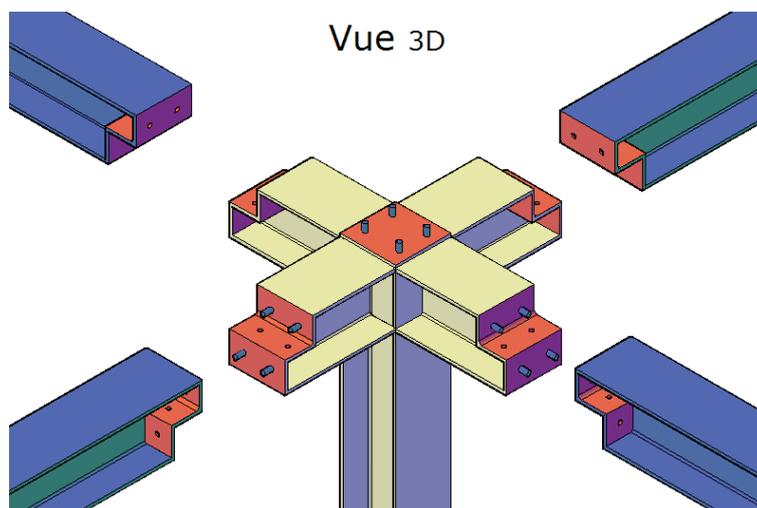


Figure 89 : detail assemblage poteau central avec poutre

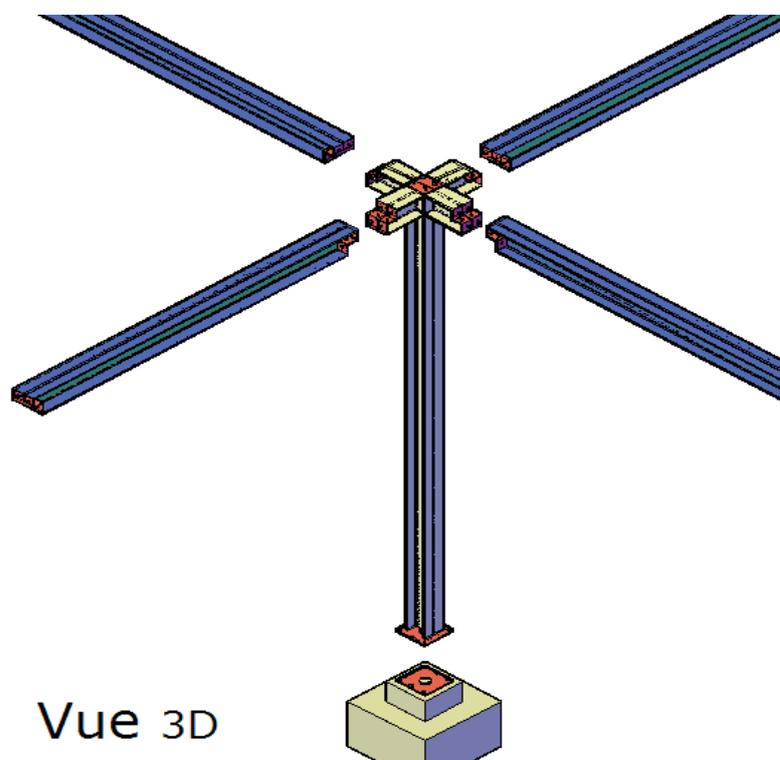


Figure 90 : Detail assemblage poteau central avec poutre et semelle

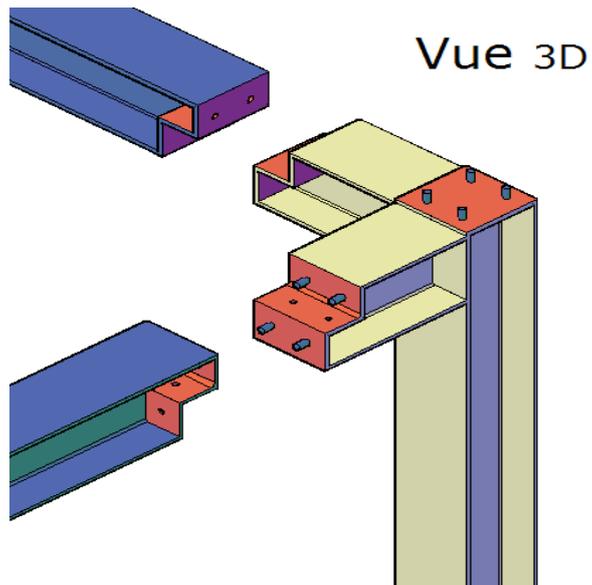


Figure 91 : Detail assemblage poteau d'angle avec poutre

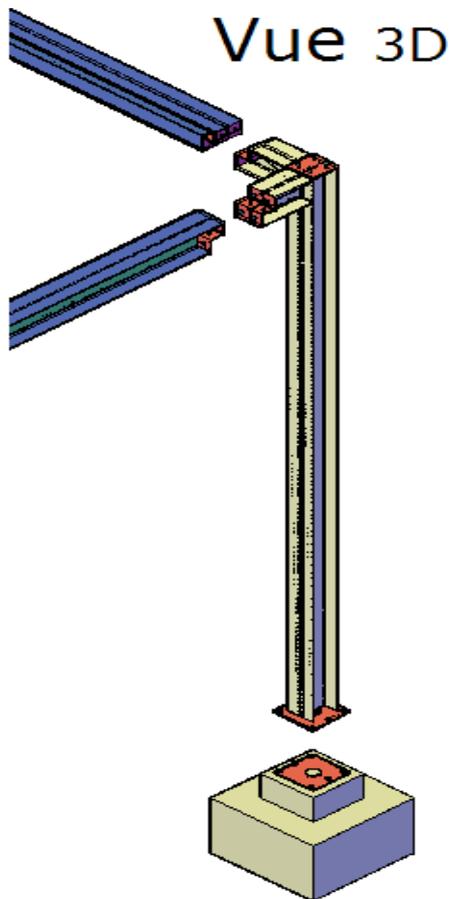


Figure 92 : Detail assemblage poteau d'angle avec poutre et semelle

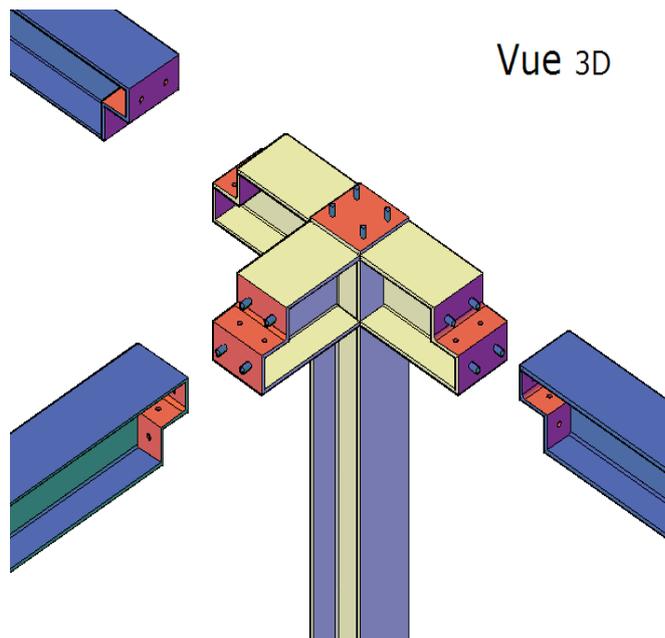


Figure 93 : Detail assemblage poteau de rive avec poutre

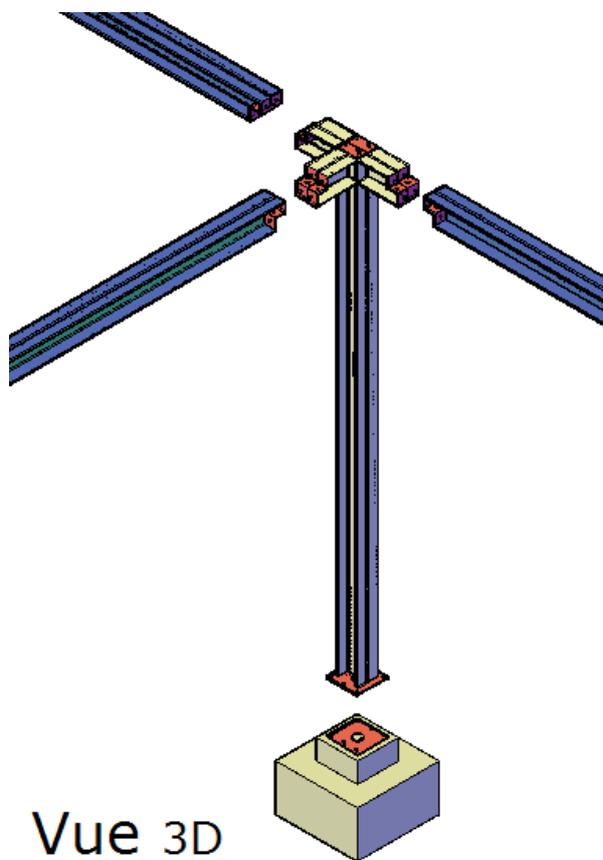


Figure 94 : Detail assemblage poteau de rive avec poutre et semelle

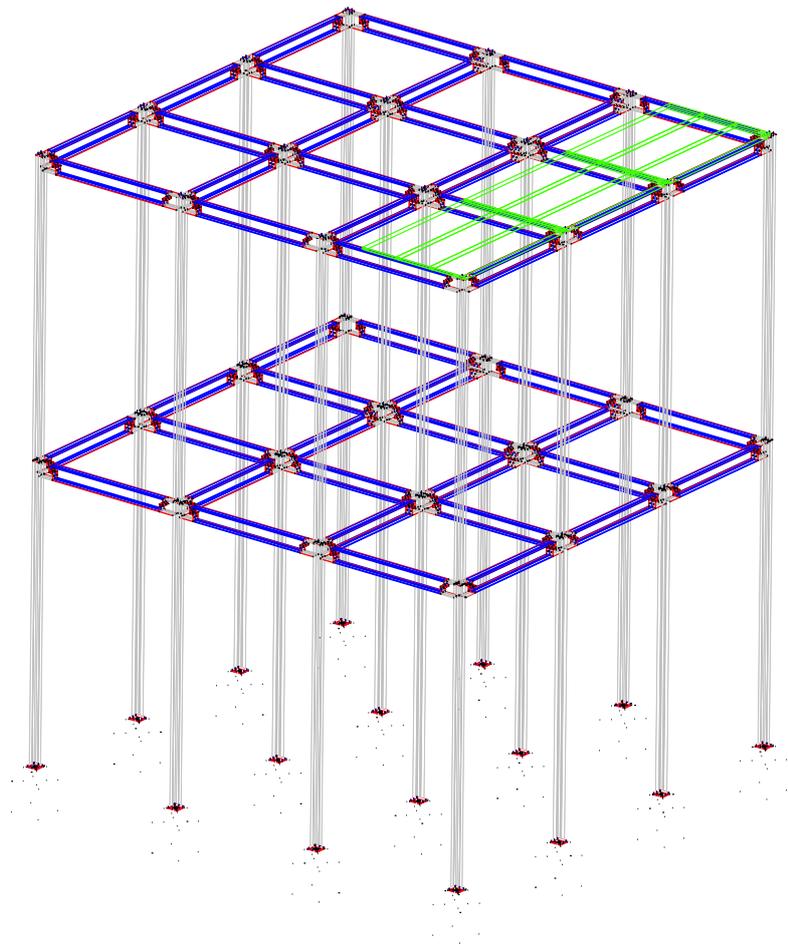


Figure 95 : Perspective assemblage poteau ,poutre ,semelle et dalle.

B-système en béton armé :

1-Accrochage semelle et amorces-longrine : L'assemblage entre amorce poteau et semelles qui est en forme de T est assuré par un simple encrage, la fixation des longrines qui sont posées sur les amorces en forme de T est assurée par des plaques métalliques et le boulonnage

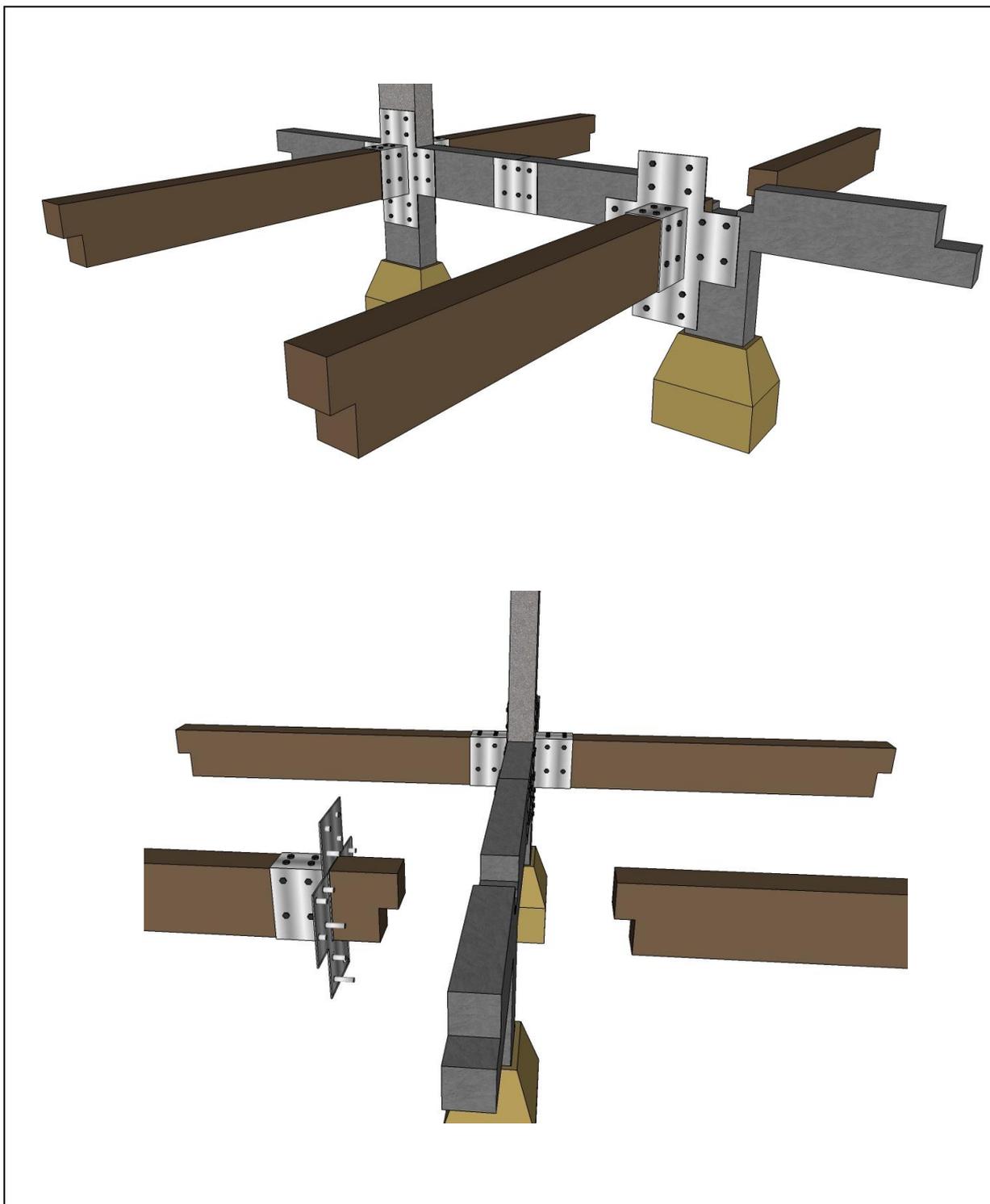


Figure 96: Exemple de montage amorce- longrine et amorce- longrine et semelle en beton

2-Accrochage poteau et poutre : pour permettre un bon assemblage entre poteau en forme de T et un autre poteau en T l'utilisation de plaque metallique et le boulonage est necessaire , le meme principe pour l'assemblage entre poteau et amorce et longrine

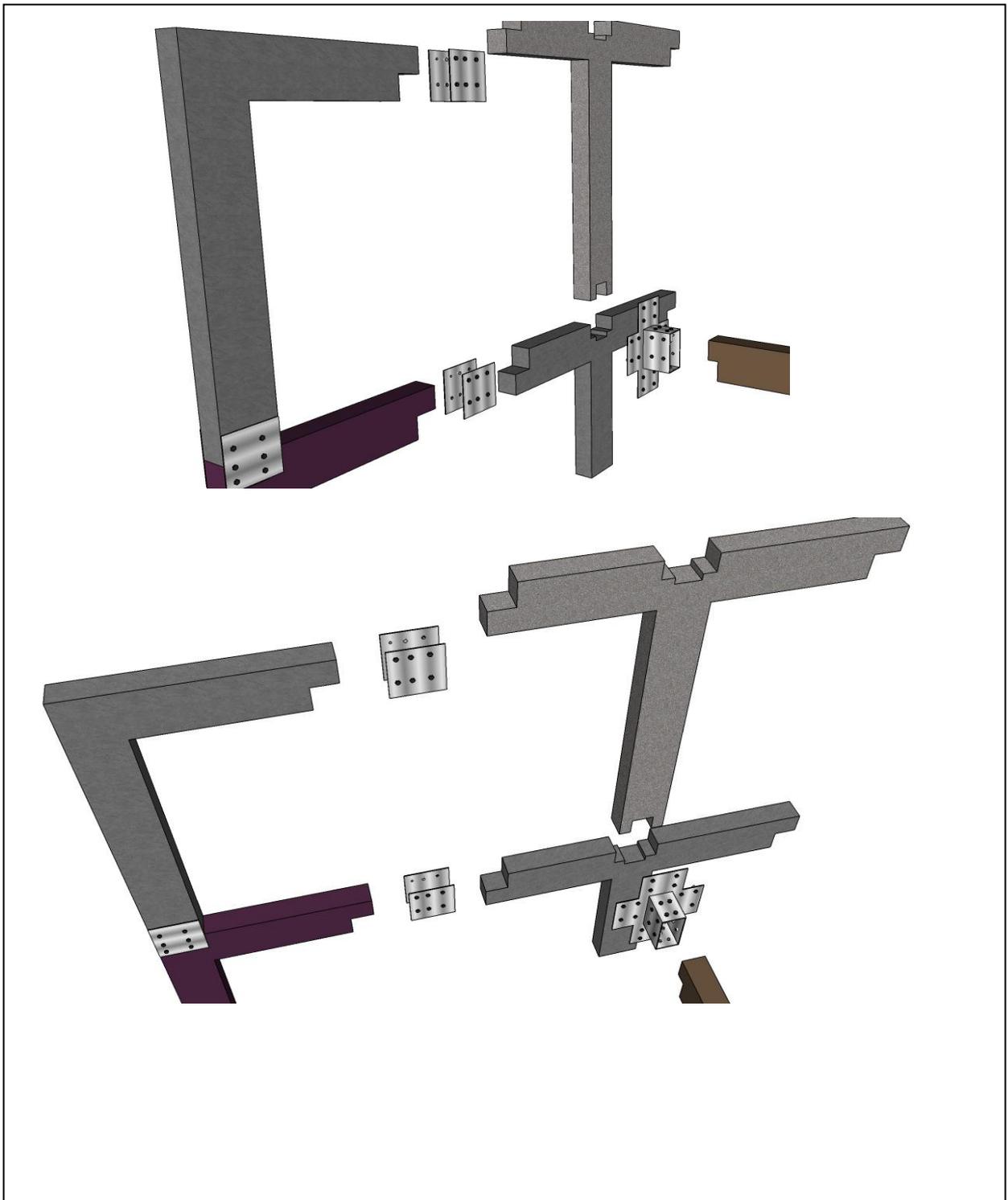


Figure 97: Exemple d'assemblage element poteau en beton

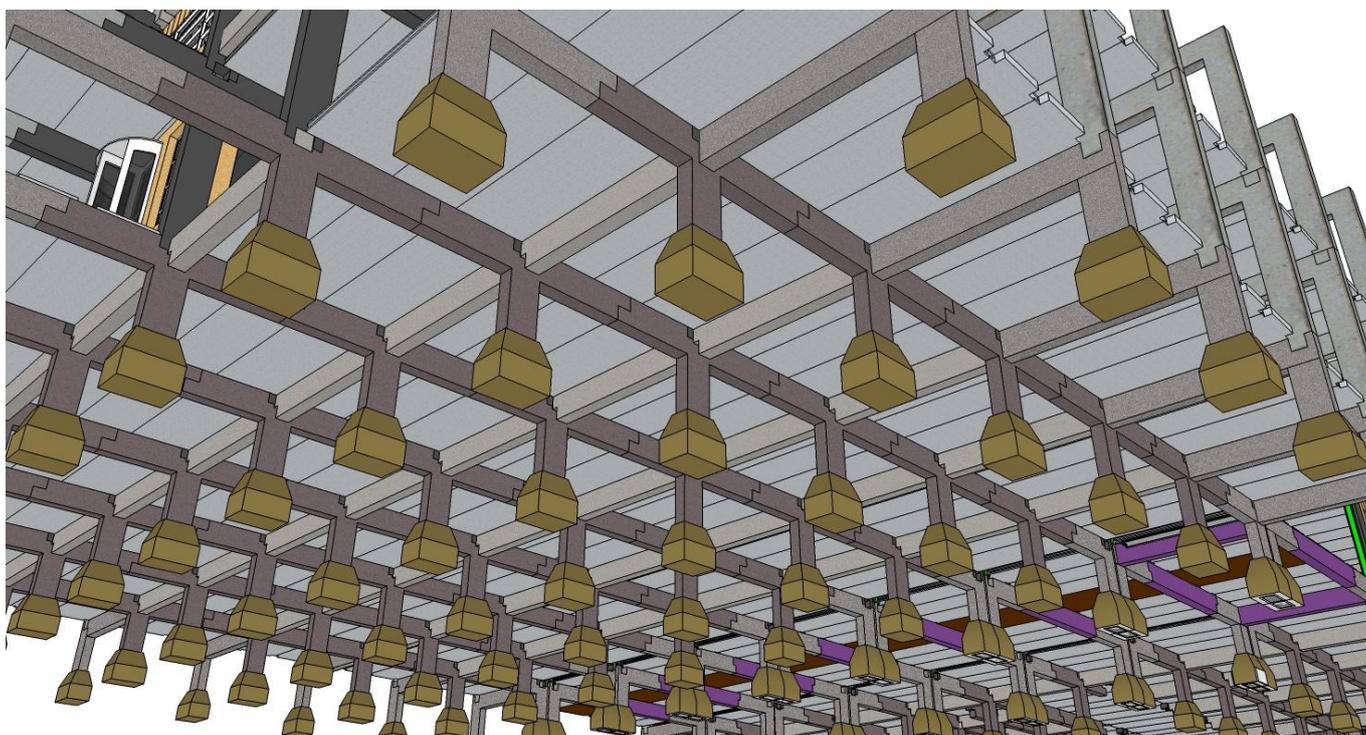


Figure 98: Exemple d'assemblage semelle – amorce- poteau en beton

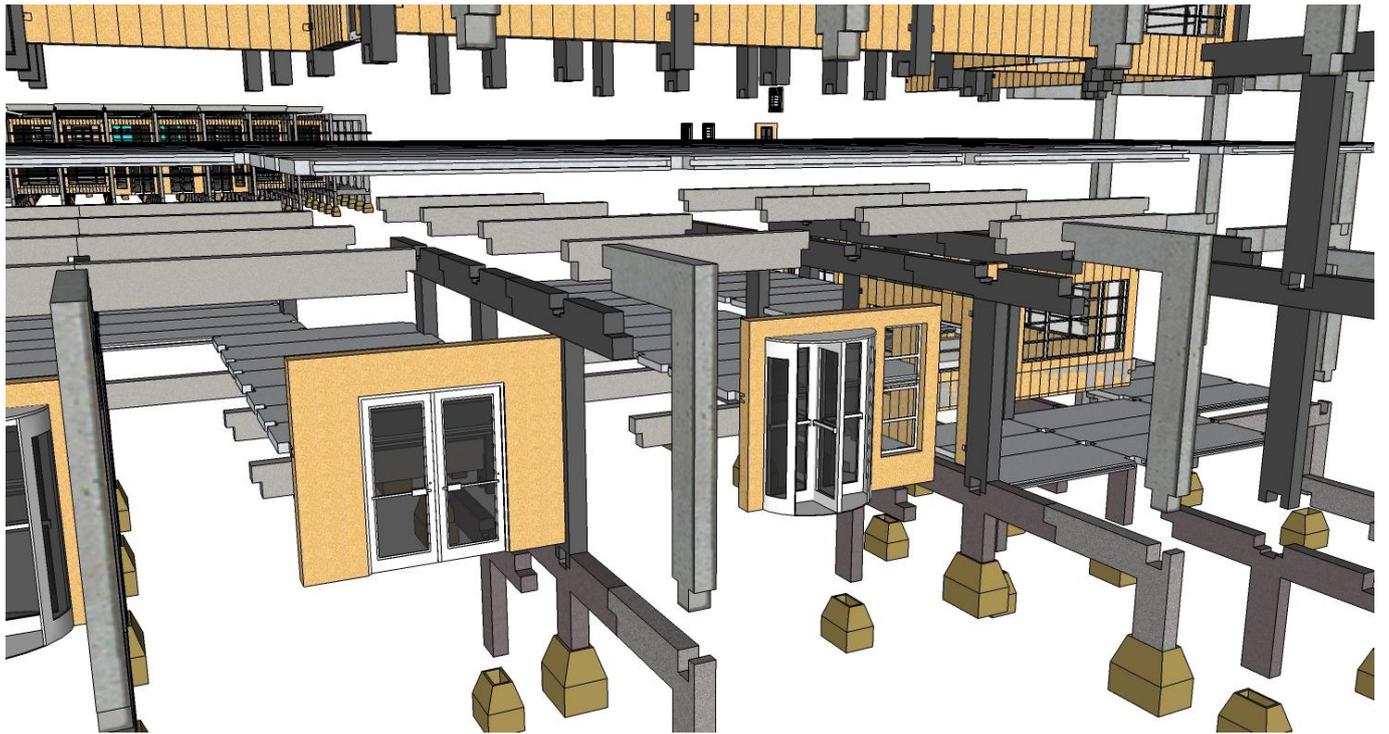


Figure 99 Exemple d'assemblage semelle , amorce, poteau, et cloison en beton

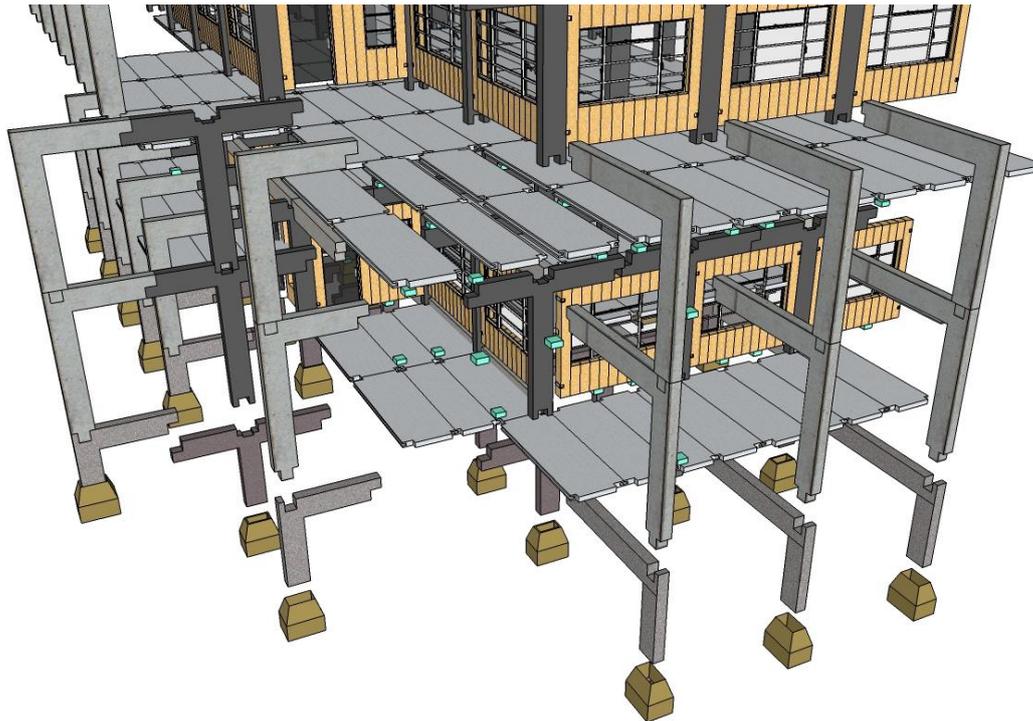


Figure 100: Exemple d'assemblage semelle , amorce, poteau, cloison et dalle en beton



Figure 101: Exemple d'assemblage poteau, poutre , dalle et cloison en beton



Figure 102: Exemple d'assemblage poteau, poutre , dalle et cloison en beton

Chapitre 3 : Implantation des composants et catalogue

-Les règles générales définissant les positions possibles des composants dans une construction sont constituées par :

- une trame dimensionnelle et géométrique .

-la précision des positions admissibles de chaque composant type par rapport à la trame.

A- Implantation des poteaux et poutres :

1- Implantation horizontale :

Les poteaux et les poutres sont superposés horizontalement par rapport à un plan de référence, une trame de 42M×42M., pour la structure en béton armé et 42Mx90 M pour la structure métallique

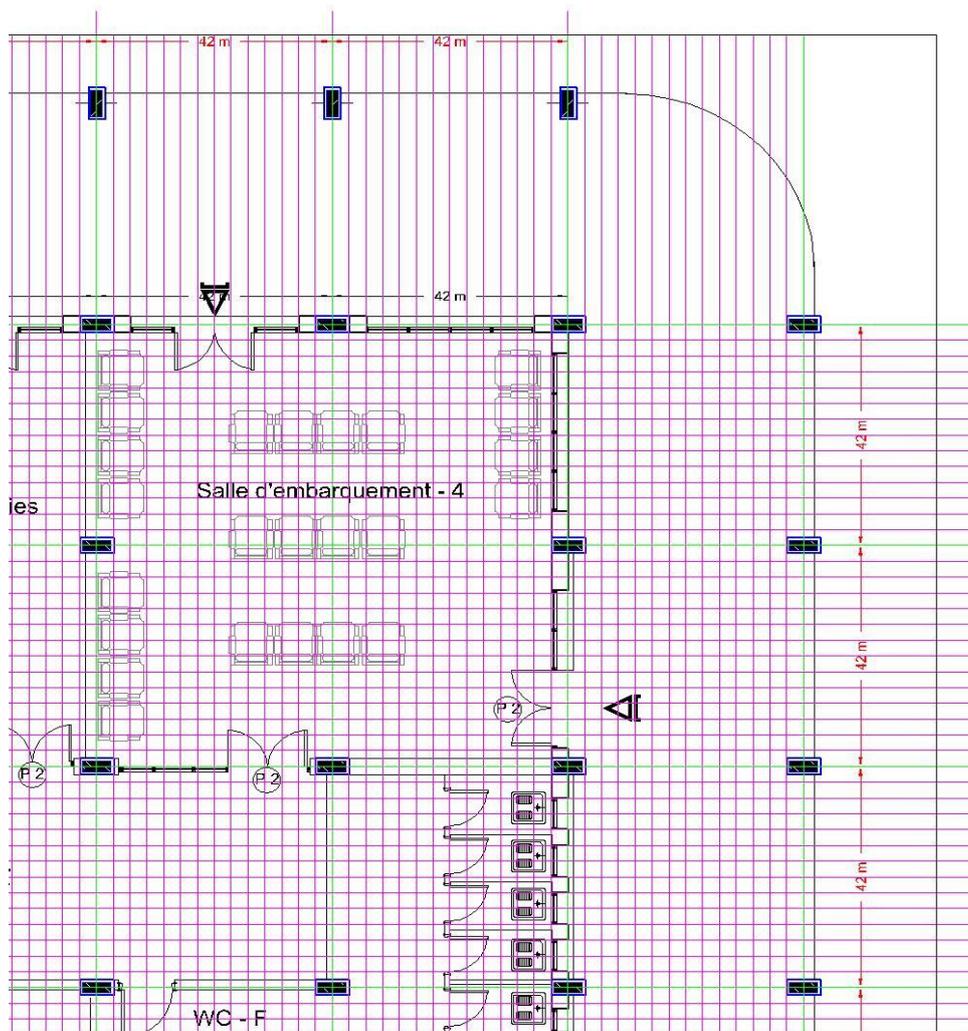


Figure 103: Implantation horizontale des poutres et poteaux en béton armé

2- Implantation verticale :

- Les poteaux et les poutres sont perpendiculaires au système de référence et délimitent une hauteur de 92M. pour la structure métallique et de 45 M pour la structure en béton

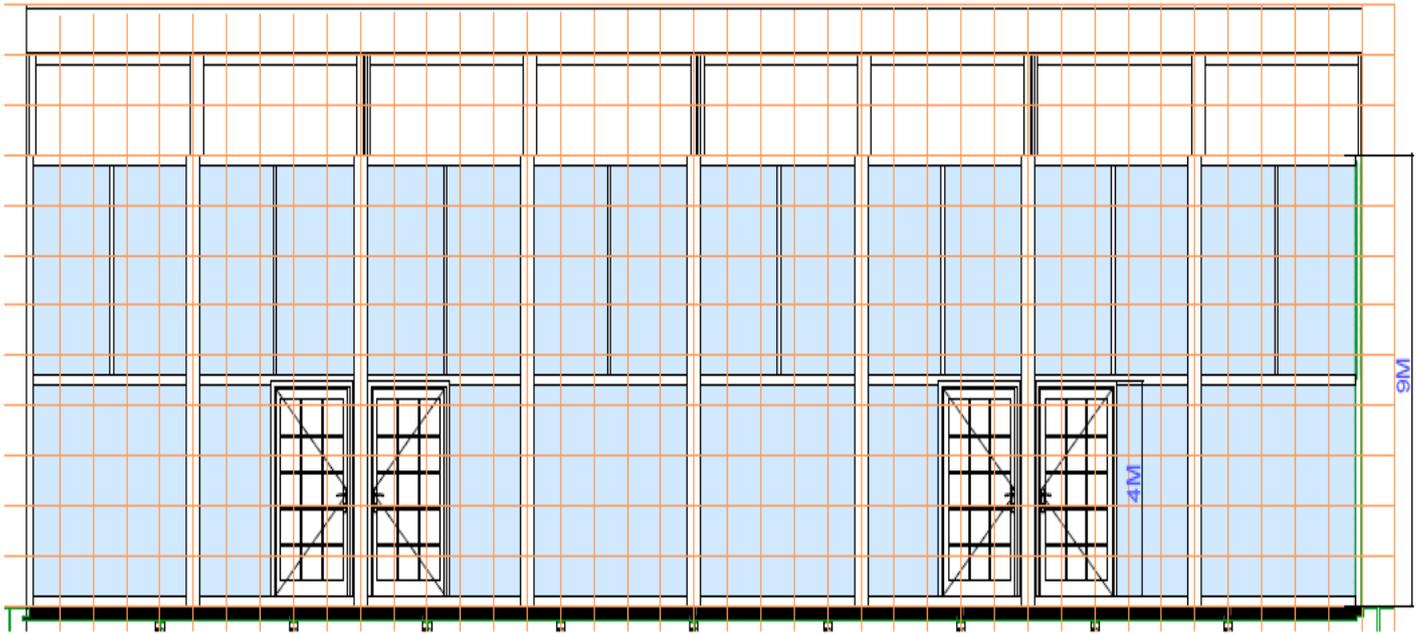
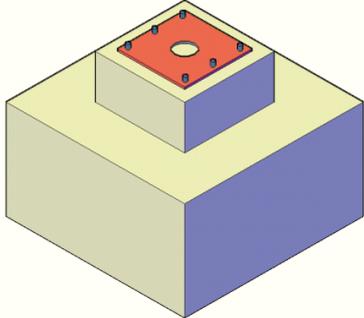
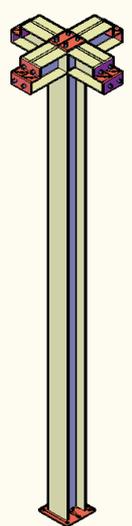
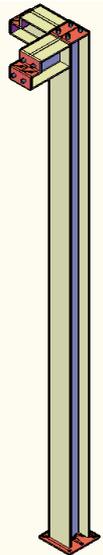
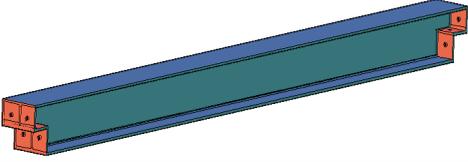
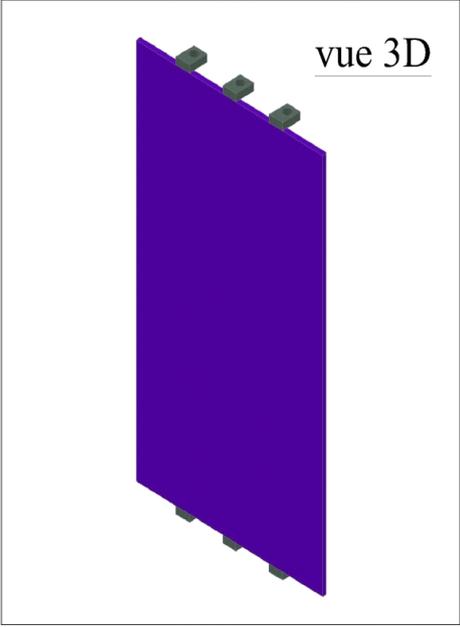
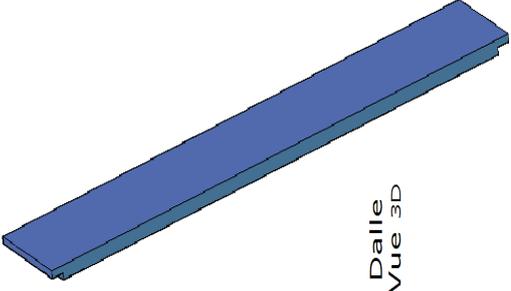


Figure 104: Implantation verticale des poutres et poteaux

B-Visualisation du catalogue :

1-Visualisation du catalogue système constructif métallique :

Désignation de sous système	Représentation en 3D	Matériau	Dimensions
Semelle			
sous système d'ossature verticale poteau en H		métallique	20M*20M*45M
sous système d'ossature verticale poteau en H		métallique	20M*20M*45M

<p>sous système d'ossature horizontale poutre en H</p>		<p>métallique</p>	<p>20M*20M*34M</p>
<p>Sous système d'enveloppe</p>		<p>Béton armé</p>	
<p>Dalle en Béton préfabriqué</p>			<p>42M*10M</p>

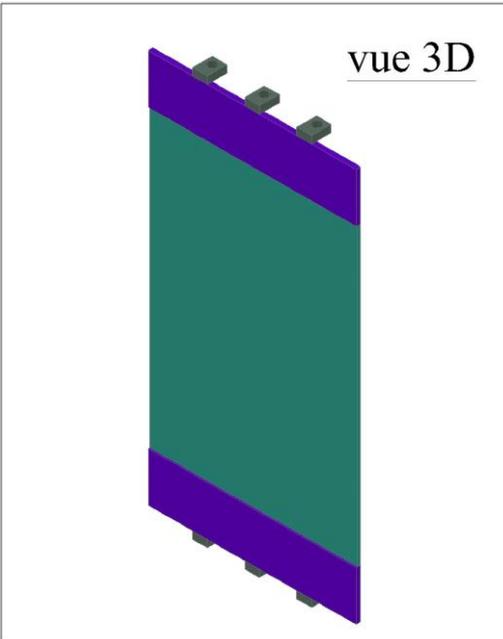
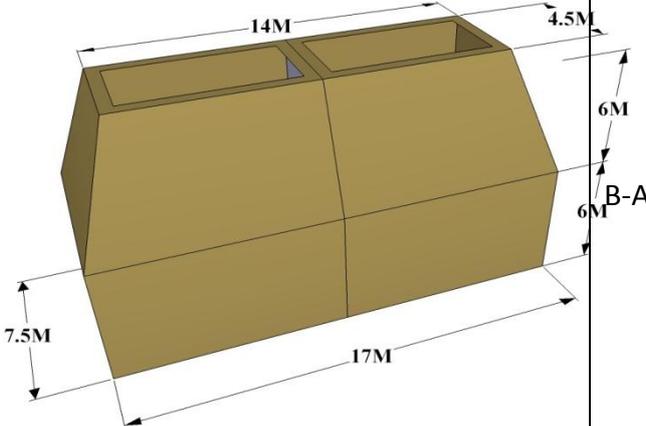
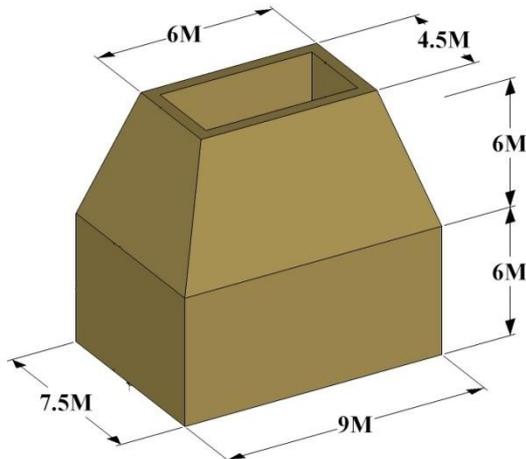
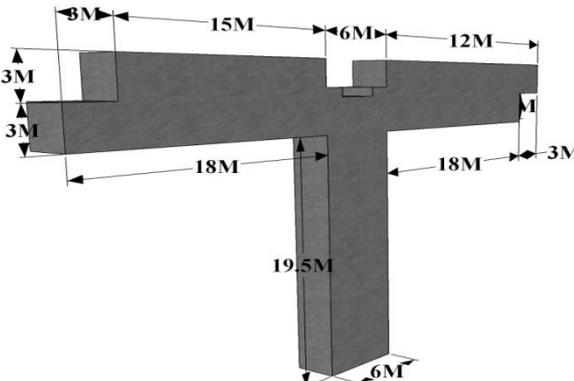
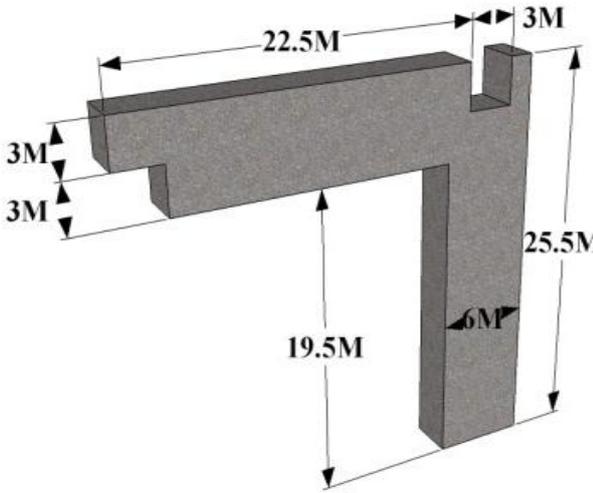
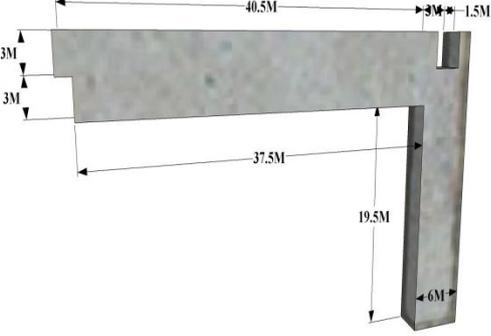
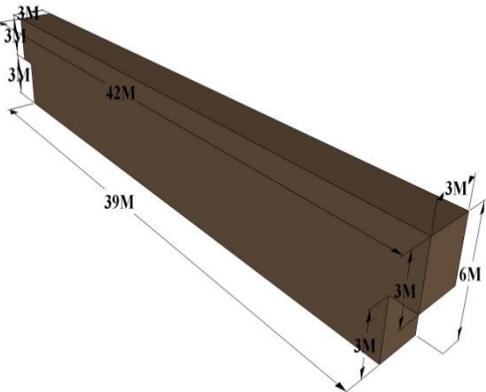
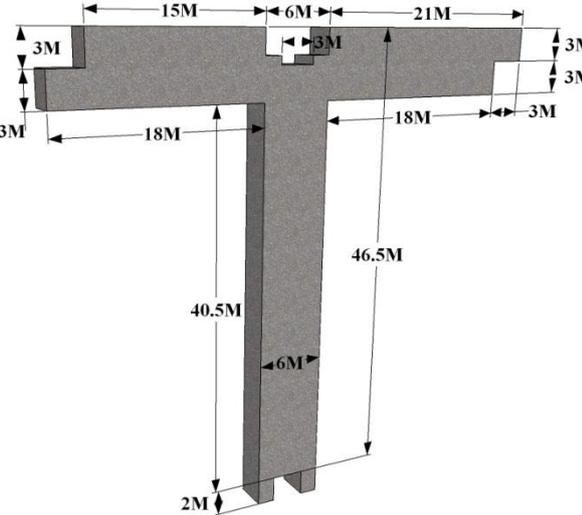
<p>Sous système d'enveloppe</p>	 <p>vue 3D</p> <p>The image shows a 3D perspective view of a metallic envelope component. It consists of a central green rectangular panel. This panel is flanked by purple strips on both the top and bottom edges. Small, dark grey rectangular protrusions are visible along the top and bottom edges of the purple strips, suggesting a locking or sealing mechanism.</p>	<p>métallique</p>	
---------------------------------	--	-------------------	--

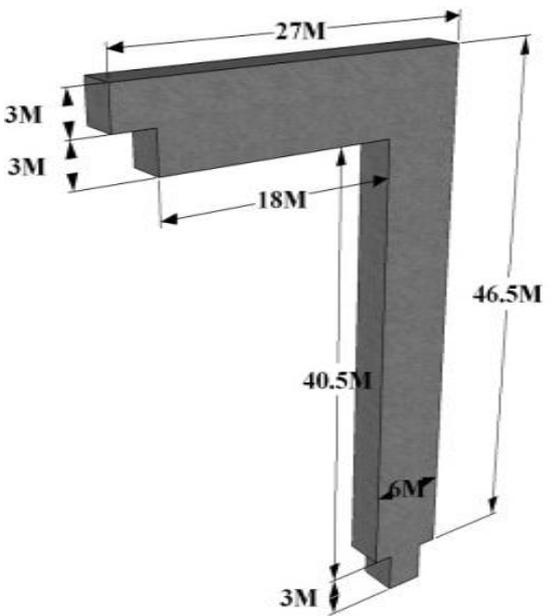
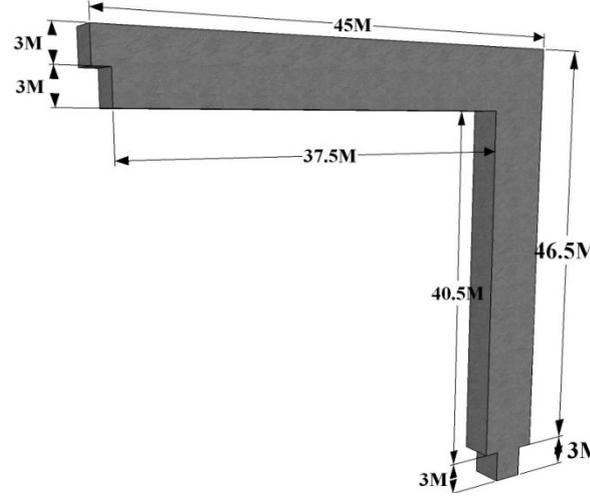
Tableau 2 : Catalogue de composantes du système constructif métallique

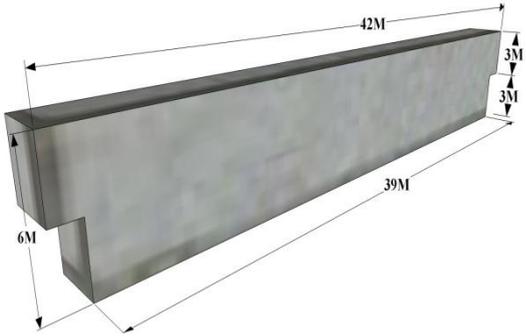
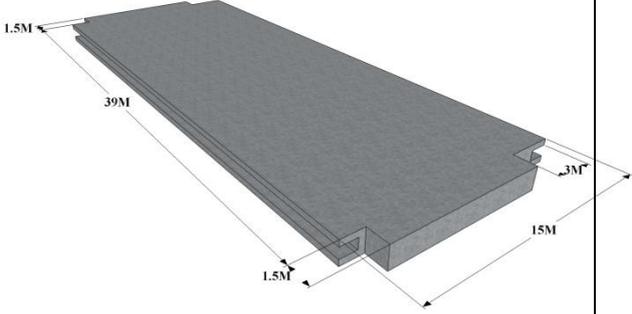
2-Visualisation du catalogue système constructif en béton armé :

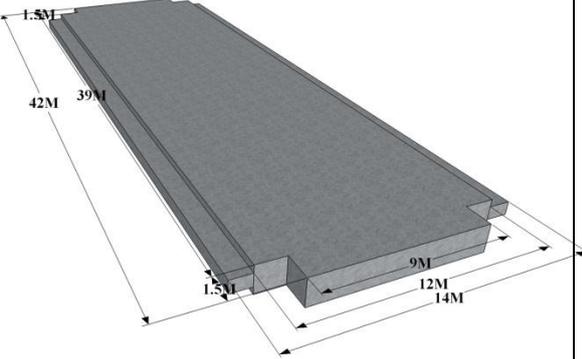
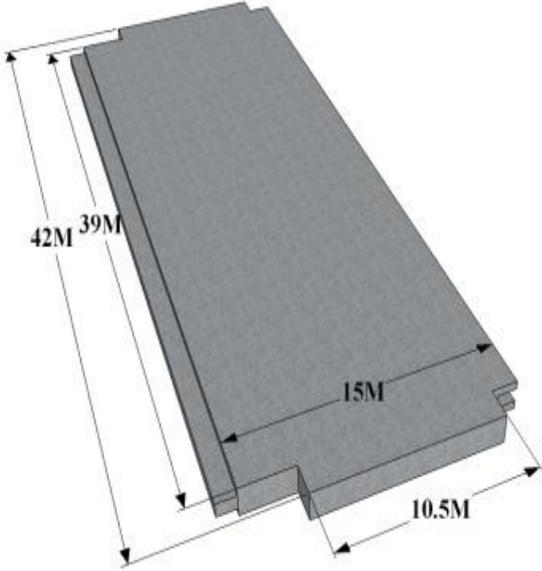
Désignation de sous système	Représentation en 3D	Matériau	Dimensions
Semelle			17M X 7.5M H=12M
Semelle		B-A	9M X 7.5M H=12M
élément près fabriques en T Amorce pot+ Longrine		B-A	25M X 6M

<p>élément près fabriques en L Amorce pot+ Longrine</p>		<p>B-A</p>	<p>25M X 6M</p>
<p>élément près fabriques en L Amorce pot+ Longrine</p>		<p>B-A</p>	<p>45M X 6M</p>

<p>élément près fabriques Longrine</p>		<p>B-A</p>	<p>42M X 6M</p>
<p>élément près fabriques en T poteau + poutre</p>		<p>B-A</p>	<p>3M X 6M X 46.5M</p>

<p>élément près fabriques en L poteau +poutre</p>		<p>B-A</p>	<p>3M X 6M X 46.5M</p>
<p>élément près fabriques en L poteau +poutre</p>		<p>B-A</p>	<p>3M X 6M X 46.5M</p>

<p>élément près fabriques poutre</p>		<p>BA</p>	
<p>élément près fabriques dalle</p>		<p>BA</p>	<p>42M X 15M X 1.5M</p>

<p>élément près fabriques dalle</p>		<p>BA</p>	<p>42M X 15M X 1.5M</p>
<p>élément près fabriques dalle</p>		<p>BA</p>	<p>42M X 15M X 1.5M</p>

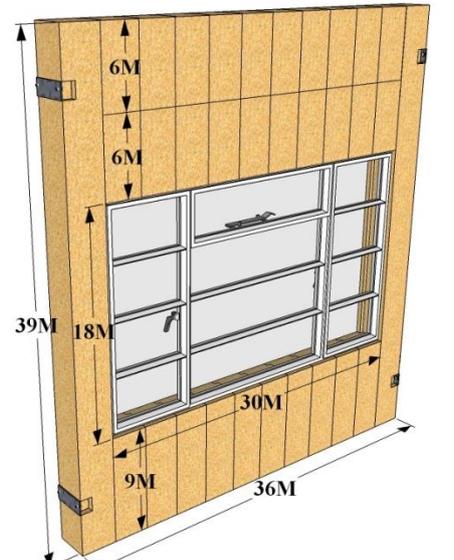
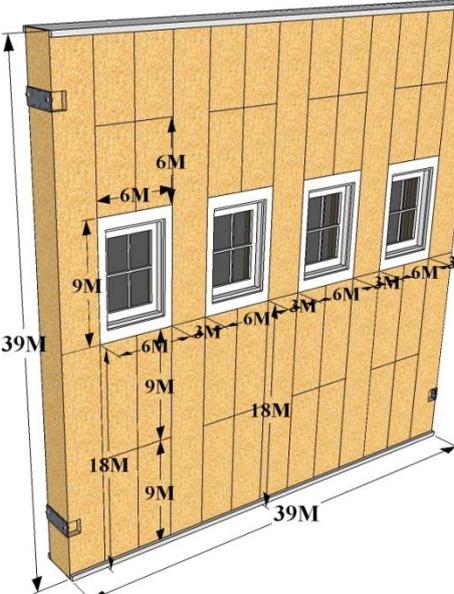
<p>mure intérieure</p>		<p>BA</p>	<p>39M X 39M 1.5M</p>
<p>mure extérieur</p>			<p>39M X 36M X 3M</p>
<p>mure extérieur</p>			<p>39M X 39M X 3M</p>

Tableau 3 : catalogue de composantes du système constructif en béton armée

-Conclusion :

-Après avoir abordé les trois volets de la recherche qui nous ont permis d'aboutir à un système constructif industrialisé nous avons constaté que le premier volet qui porte sur la pré étude de l'équipement et deuxième volet qui concerne la recherche du module de base de la trame de conception architecturale du système pour une rationalisation de la construction, est très indispensable pour offrir la possibilité d'ouverture du système sachant que le degré d'ouverture des systèmes entre eux ou la possibilité d'adaptation des systèmes sur multiples équipements passe obligatoirement par les résultats du deuxième volets .

Cette démarche est très logique et mérite d'être approfondie pour surmonter les difficultés affrontées au cours du travail .néanmoins il faut qu'il y un certain équilibre entre les moyens de mise en œuvres (technologique) et ceux de la conception pour la faisabilité des systèmes constructifs sujet de notre initiation de recherche.

-On ne peut pas nier que notre recherche conceptuelle du système constructif ouvert porte un côté d'unicité qui a abouti à la gamme finale et donc mérite un côté portant sur le développement et la recherche de la flexibilité des outils technologique de réalisation dans le but d'amortir les moyens déployés (côté financier) et assurer la pérennité du système constructif.

-Conclusion générale :

-L'innovation dans le domaine du bâtiment, bien qu'elle soit permanente, elle est lente et demeure prisonnière du long héritage en matière de construction classique, ordinaire. Ce qui permet de dire, que malgré certains aspects de l'industrialisation, notamment la mécanisation de certaines tâches et leur transfert en usine, le bâtiment, d'aujourd'hui, ne diffère pas totalement de celui d'hier. Il garde toujours les mêmes aspects. Il passe toujours par les mêmes phases de production. Il n'a pas connu une révolution extraordinaire. En réalité, on ne fait que reproduire le traditionnel, mais avec des outils qui nous permettent de produire plus et vite, La valeur sociale des matériaux : en plus de leur valeur technique, les matériaux de construction possédant une valeur sociale qui diffère d'un matériau à l'autre, c'est à dire, l'habitude et la pratique ont fait que chez la population, il y a des matériaux qui ont une valeur ou une signification sociale plus importante que d'autres. Ce qui explique le recours parfois à des matériaux traditionnels, nobles et plus chers. Ceci constitue un frein réel à l'innovation dans la mesure où il n'incite pas à la recherche de matériaux nouveaux compétitifs.

-L'éclatement de la filière de production peut être également considéré comme un facteur qui entrave l'émergence de l'industrialisation. En effet, la pluralité d'acteurs interdépendants (architectes, fabricants, BET, entreprises, maîtres d'ouvrage, banquiers, assurances...) condamne la filière construction à l'inefficacité et brise les initiatives. La mauvaise coordination entre les différents acteurs entraîne malheureusement une maîtrise insuffisante du processus de construction engageant de réelles démarches d'innovation techniques. Au cours de cette étude et conformément aux termes de références, il était question de mener des réflexions sur la possibilité d'intégrer des procédés industriels dans les chantiers algériens afin de lever la cadence de production de ces gares routières et d'établir une conception architecturale moderne et rationnel basé sur un programme et des orientations qui seront concrétisés par :

- _ La mise à l'épreuve des solutions architecturales et techniques innovantes pour ces types de construction. tout en ayant pour souci le respect des règles de sécurité, d'utilisation et de qualité architecturale et également la conception d'un cadre de vie adapté aux pratiques et usages des citoyens et à leur mode de vie ;
- _ L'adoption d'une démarche de recherche d'idées fondamentales : concepts, dimensions et dispositions de composition/de réalisation ;
- _ L'intégration des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans le concept général, pour garantir une économie dans le moyen et long terme.

Ces conditions ne peuvent être satisfaites que par l'engagement de l'ensemble des intervenants dans le secteur de la construction (publics et privés) à élaborer une nouvelle vision basée sur la production de construction moderne type gare routière, rationnel et fonctionnel et aussi à Poser les jalons et les soubassements d'un processus permettant de faciliter l'intégration d'autres techniques et technologies dans le bâtiment.

-Les références bibliographique :

<u>OUVRAGES GENERAUX</u>				
<u>AUTEUR</u>	<u>TITRE</u>	<u>EDITEUR</u>	<u>NOMBRE DE PAGES</u>	<u>ANNEE D'EDITION</u>
<u>E. H. L. Simon</u>	L'industrialisation de la construction	<u>Éditeur Éditions du Moniteur des Travaux Publics</u>	334	1962

<u>OUVRAGES SPECIALISES</u>				
<u>AUTEUR</u>	<u>TITRE</u>	<u>EDITEUR</u>	<u>NOMBRE DE PAGES</u>	<u>ANNEE D'EDITION</u>
<u>Agence européenne de productivité</u>	<u>Titre La</u> coordination modulaire dans le bâtiment	<u>Éditeur OECE</u>	232	1961
<u>Bernard Hamburger.</u> <u>Jean-Louis Vénard</u>	Série industrielle et diversité architecturale	La Documentation française	126	1977
<u>E. H. L. Simon</u>	L'industrialisation de la construction	<u>Éditeur Éditions du Moniteur des Travaux Publics</u>	334	1962
<u>Ernst Neufert</u>	La Coordination dimensionnelle dans la construction	<u>Éditeur Dunod</u>	334	1967
<u>Le Corbusier</u>	Vers une architecture	Flammarion	253	1995
<u>Michel Ragon</u>	Histoire de l'architecture et de l'urbanisme modernes	<u>Éditeur Éditions du Seuil,</u>	348	1991

THESES :

<u>Z'Graggen,</u> <u>François-Joseph ;</u> <u>Huber, Jean-</u> <u>Werner</u>	Conception architecturale -industrialisation ouverte-informatique:	<u>École polytechnique</u> fédérale de Lausanne EPFL	/	/	1981
Aleyda RESENDIZ- VAZQUEZ	L'industrialisation du bâtiment Le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973)	Conservatoire National des Arts et Métiers Centre d'Histoire des Techniques et de l'Environnement			2010

ENCYCLOPEDIE

- Encyclopédie pratique de la construction
- encyclopédie universalis

REVUES

- 1-Constructions Métalliques Précontraintes
- 2- Constructions Mixtes En Profils À Froid Et Béton
- 3- Éléments D'analyse Pour L'industrialisation
- 4-L'architecture Magique - Industrialisation : La
Technique S'exporte Aussi
- 5-Les Nouvelles Aventures De L'architecture
- 6- L'industrialisation Et Son Environnement

SITES WEB

- 1-<http://www.wikipedia.com> 2-2-
- 2-<http://www.sitec.lu/cms/sitec/content.nsf/id/presentation?opendocument&language=frhttp://>
- 3-www.universalis.fr/media.php?
- 4-<http://pagesperso-orange.fr/laurent.buchard/Japonisme/index.html>
- 5-<http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article>