

## **VI. Planification et interfaces avec la charpente métallique**

### **VI.1. Planification**

Nous allons nous placer dans le cas de la construction d'un bâtiment neuf industriel en charpente métallique.

Description du projet : Construction métallique de 500 Tonnes. La fabrication, les livraisons, la pose et la protection anticorrosion sont sous-traitées.

Le lot « charpente métallique » qui est un élément structurel se situe à la suite du lot « Gros Œuvre », et précède le lot « Clos et Couvert » qui comprend le bardage et la couverture.

Cette planification s'effectue en plusieurs étapes : la conception, la consultation d'entreprise, la commande et la fabrication, la livraison, l'exécution et enfin la réception des travaux.

- **La conception :**

Cette phase consiste à établir les plans généraux, les descentes de charges, et le dimensionnement de la structure en fonction de son utilisation, et des ses caractéristiques. Des synthèses des réseaux sont fournies par les différents corps d'états pour communiquer les charges et caractéristiques des divers équipements, matériaux, et ou installation pour les prendre en compte lors du dimensionnement de la structure. Les plans et notes de calculs sont donc élaborés, et sont soumis aux approbations du Maître d'Ouvrage et / ou du bureau de contrôle. Une fois les plans de fabrication approuvés, un dossier de consultation d'entreprise est mis en place. Après une nouvelle validation du Client et / ou le bureau de contrôle, la phase « Consultation d'entreprise » peut débuter.

Toutes les informations (plans et notes de calcul) sont transmises à l'entreprise de Gros Œuvre qui dimensionne les fondations et implante la structure sur site.

Dans notre cas, cette phase de conception dure **11 semaines**.

- **La consultation d'entreprise :**

Cette phase consiste à déterminer l'entreprise qui effectuera les travaux. Une fois l'étude des dossiers effectuée, les entreprises étant potentiellement sous-traitantes établissent une offre. Ces offres sont analysées par l'entreprise générale qui va déterminer la meilleure afin de signer un contrat.

Dans notre cas, cette phase dure **6 semaines**.

- **La commande et fabrication :**

Cette phase s'effectue principalement en usine. L'entreprise de Charpente Métallique passe commande, suite à une finalisation du bureau d'étude sur les plans qui seront à nouveau approuvés, auprès de son usine ou d'un fournisseur. Cela s'appelle un « ordre de production ou de fabrication ». Grâce aux plans l'usine fabrique les éléments de la structure et traite leur protection ou non suivant les prescriptions du CCTP (dans notre cas la protection anticorrosion est prise en charge). Il est possible que l'usine ait en stock certains profilés du commerce, ce qui raccourcit le temps de fabrication. Pour faciliter le transport, un colisage est effectué à la fin de la fabrication.

Cette phase de commande et de fabrication dure **18 semaines**.

Ces trois dernières phases font partie de ce que nous appelons le « rétro planning », qui donne suite au « planning de décision ».

- **La livraison :**

Cette phase s'établit en une seule fois ou au fur et à mesure de l'avancement du chantier, en fonction de la zone de stockage sur site. Les livraisons sont aussi fonction du gabarit routier (convoi exceptionnel ou taille standard), ce qui limite la taille des éléments transportés. Il en découle qu'une petite partie des assemblages est effectuée en usine et que le reste est fait sur chantier.

Les premiers éléments livrés sont les platines d'ancrages qui sont mises en place par l'entreprise de Gros Œuvre lors des fondations.

Cette phase peut varier en fonction des caractéristiques du site, du gabarit routier, des moyens de levage. Dans notre cas, elle dure **6 semaines**.

- **L'exécution :**

Cette phase débute après le scellement des platines d'ancrage sur lesquelles vont venir s'ajouter les poteaux et la **réception** du lot « Gros Œuvre ». L'entreprise chargée du lot « Charpente Métallique » doit prévoir un moyen de levage pour faciliter le montage de la structure et le matériel nécessaire pour le travail en hauteur. La mise en œuvre d'une charpente métallique est très rapide sur chantier. Il ne s'agit que d'assemblages qui forment au final une structure complète.

Durant cette phase, l'entreprise de Gros Œuvre doit couler la dalle. Et les lots « Menuiseries Extérieures », « Bardage » et « Couverture » vont débiter.

En règle générale l'exécution d'une construction métallique industrielle est estimée au **tiers du temps total de fabrication** en usine.

Cette phase s'achève lorsque les travaux sont totalement terminés, ce qui donne lieu à la réception. Suite à celle-ci les lots « Bardage », « Couverture » et « Menuiserie Extérieure » vont prendre le relais.

Dans notre cas, cette phase dure **10 semaines**.

Récapitulatif :

PHASES DU PLANNING	DUREE
Conception	11 semaines
Consultation d'entreprise	6 semaines
Commande / Fabrication	18 semaines
Livraison	6 semaines
Exécution	10 semaines

Voici un exemple de planning établi sur la base d'un bâtiment neuf en construction industrielle de 1000 m<sup>2</sup> durant une année quelconque. Il permet de mieux nous rendre compte de l'enchaînement des tâches, lors des différentes phases pour le lot « Charpente Métallique ». Voir planning page suivante



## **VI.2. Interfaces avec la charpente métallique**

Les différentes interfaces que nous pouvons trouver avec le lot « Charpente Métallique » sont les suivantes : lors de la conception, l'exécution et la réception.  
(Voir page suivante)

Corps d'états	Interfaces de Conception	Interfaces d'Exécution	Interfaces de Réception
<b>Gros Œuvre</b>	- Fournir les informations nécessaires au dimensionnement des fondations - Fournir les détails des scellements au sol	- Fournir platines d'ancrage pour scellement - Etre en contact pour une éventualité de livraison	- Réceptionner les scellements pour mise en place de la charpente
<b>Couverture Etanchéité</b>	- Doivent fournir le type de fixation sur charpente pour faire les plans - Doivent fournir le type de fixation des gardes corps permanents	- Doivent fixer la couverture sur la charpente	- Doivent réceptionner le support pour mettre en place la couverture
<b>Bardage</b>	- Doivent fournir les besoins en ossatures (lisses horizontales ou verticales)	- Doivent fixer le bardage sur la charpente	- Doivent réceptionner le support pour mettre en place le bardage
<b>Menuiserie Extérieure</b>	- Doivent fournir les types de fixation des menuiseries pour mise en place de chevêtre	- Doivent fixer les menuiseries extérieures sur la charpente	- Doivent réceptionner le support pour mettre en place les menuiseries extérieures
<b>Faux Plafond Cloison</b>	- Doivent fournir l'implantation des faux plafonds - Vérifier le positionnement des menuiseries intérieures - Vérifier le respect du volume après mise en place de l'isolant	- Doivent fixer les faux plafonds et les cloisons sur la charpente	
<b>Serrurerie</b>	- Vérifier maintien de la serrurerie sur les ossatures		
<b>Electricité</b>	- Doivent fournir la charge des appareils et le réseau pour dimensionnement de la structure	- Doivent fixer les appareils et les réseaux	
<b>Plomberie Sanitaire</b>	- Doivent fournir la charge des appareils et le réseau pour dimensionnement de la structure	- Doivent fixer les appareils et les réseaux	
<b>CVC</b>	- Doivent fournir la charge des appareils et le réseau pour dimensionnement de la structure	- Doivent fixer les appareils et les réseaux	
<b>Ascenseur</b>	- Doivent fournir le type de fixation pour dimensionnement de la structure	- Doivent fixer les équipements	
<b>Réseau Protection Incendie</b>	- Doivent fournir la charge des appareils et le réseau pour dimensionnement de la structure	- Doivent fixer les appareils et les réseaux	

## VI.3. La protection contre l'incendie

### VI.3.1. Exigences et critères

En cas d'incendie, la structure porteuse doit continuer à assurer la stabilité du bâtiment pendant une certaine durée.

Les exigences imposées aux bâtiments varient selon leur fonction, les charges qui leur sont appliquées et le nombre d'étages qu'ils possèdent.

Pour savoir si un matériau ou un élément répond aux exigences imposées, il y a plusieurs critères à prendre en compte.

Les matériaux sont classés en 5 catégories (M0 à M4) selon leur combustibilité. L'acier est incombustible, il appartient donc à la classe M0.

Il existe également 3 autres critères qui sont :

- **La stabilité au feu (SF)** : concerne la stabilité mécanique des éléments de construction lorsque la température est élevée.
- **Pare-flamme (PF)** : concerne des éléments de compartimentage au contact desquels des matériaux combustibles ne sont pas entreposés (porte, cloison vitrée...). Ces parois doivent résister mécaniquement et être étanche aux gaz chauds.
- **Coupe-feu (CF)** : concerne également des éléments de compartimentage, qu'ils soient porteurs ou non (plancher, mur, cloison...). En plus de satisfaire aux 2 critères précédents, la température moyenne de la face non exposée au feu de ces parois ne doit pas dépasser 140°C (et 180°C en aucun point).

Les exigences imposées aux différents éléments se traduisent par la satisfaction de ces critères pendant une durée de temps donnée. C'est ainsi qu'est évalué le niveau de performance.

Pour obtenir un degré de stabilité au feu plus ou moins important, on peut utiliser des moyens de protection thermique. En effet, ceux-ci permettent de modifier la vitesse d'échauffement de l'acier.

Pour des durées allant de :

- 15 à 30 minutes : pas de protection
- 60 à 120 minutes : protection par projection, plaques ou peintures intumescentes
- 120 à 140 minutes : protection par des écrans

### VI.3.2. Les différentes structures

#### 1. Les structures non protégées

Pour qu'une structure en acier non protégée soit résistante au feu entre 15 et 30 minutes, il faut qu'elle réponde à un des cas suivants :

- chargement faible par rapport à la capacité
- rapport (S/V) entre la surface d'échange de chaleur entre l'élément métallique et le milieu ambiant (S) et le volume d'acier à échauffer (V) faible.
- Fort degré d'hyperstaticité

#### 2. Les structures protégées

Il existe 3 grands groupes de produits de protection :

- les produits projetés
- les produits en plaques ou systèmes « secs »
- les peintures intumescentes

## 2.1. Les produits projetés :

Il s'agit de produits fibreux minéraux (fibres de roches,...), de vermiculite (roche minérale) ou de perlite (roche volcanique) qui peuvent prendre une forme expansée sous l'action de la chaleur, de composants chimiques absorbant la chaleur (ex : l'oxychlorure de magnésium).

La projection se fait sur le chantier, après montage et assemblage, sur des surfaces brutes ou ayant reçu un primaire.

Les principaux avantages des produits projetés sont leur application rapide, leur faible coût et leur possibilité d'adaptation lors du recouvrement de formes compliquées.

Cependant, ces produits sont salissants, parfois sujets aux fissurations et au niveau esthétique, les surfaces n'ont pas un aspect fini.

## 2.2. Les systèmes « secs » ou par plaques :

Il s'agit de plaques à base de fibres minérales ou vermiculites, de laine céramique, plâtre, etc.

Elles peuvent être collées ou vissées, directement après montage et assemblage de la structure. Les avantages sont, à l'inverse des produits projetés, leur finition lisse des surfaces et une mise en œuvre propre.

Néanmoins, il faut souligner que ce système est difficilement adaptable aux formes complexes.

## 2.3. Les peintures intumescentes :

Ces peintures peuvent être à base de solvant (résistance au feu jusqu'à 90 minutes) ou à base de résine époxy (jusqu'à 120 minutes).

Ces peintures gonflent sous l'action de la chaleur (entre 180 et 300°C) et forment une « cloque » épaisse qui retarde l'échauffement des éléments. Elles sont appliquées sur le chantier ou en atelier de fabrication, après que l'élément ait reçu une couche primaire (antirouille) et en général, une couche de finition est nécessaire.

L'avantage principal de la peinture intumescente est qu'elle donne un aspect fini et décoratif à la structure. Mais ce système a surtout des inconvénients : il est cher et son incidence sur le planning peut être très importante à cause des temps de séchage entre les couches.

## 3. Les structures protégées par écrans

L'échauffement des éléments en acier peut être réduit si ceux-ci sont protégés par des écrans thermiques horizontaux (plafonds suspendus) ou verticaux (cloisons).

Ces écrans doivent assurer l'étanchéité aux gaz, l'isolation thermique, la stabilité au feu pour empêcher l'incendie de se propager.

Lors de la mise en œuvre de ces écrans, il faudra porter une attention particulière aux joints coupe-feu.

## 4. Les éléments mixtes acier / béton :

La performance en cas d'incendie dépend principalement de la dimension de l'élément et des propriétés de résistance à la traction et à la flexion du béton.

La résistance au feu du béton non armé est de 30 minutes. Celle du béton armé va jusqu'à 120 minutes.

Pour les planchers à bac acier, aucune protection du bac n'est nécessaire. Le degré de résistance au feu dépend de l'épaisseur du béton et du pourcentage d'armatures. Pour une épaisseur de 60 mm, la résistance est de 30 minutes, pour 175 mm, elle est de 240 minutes.