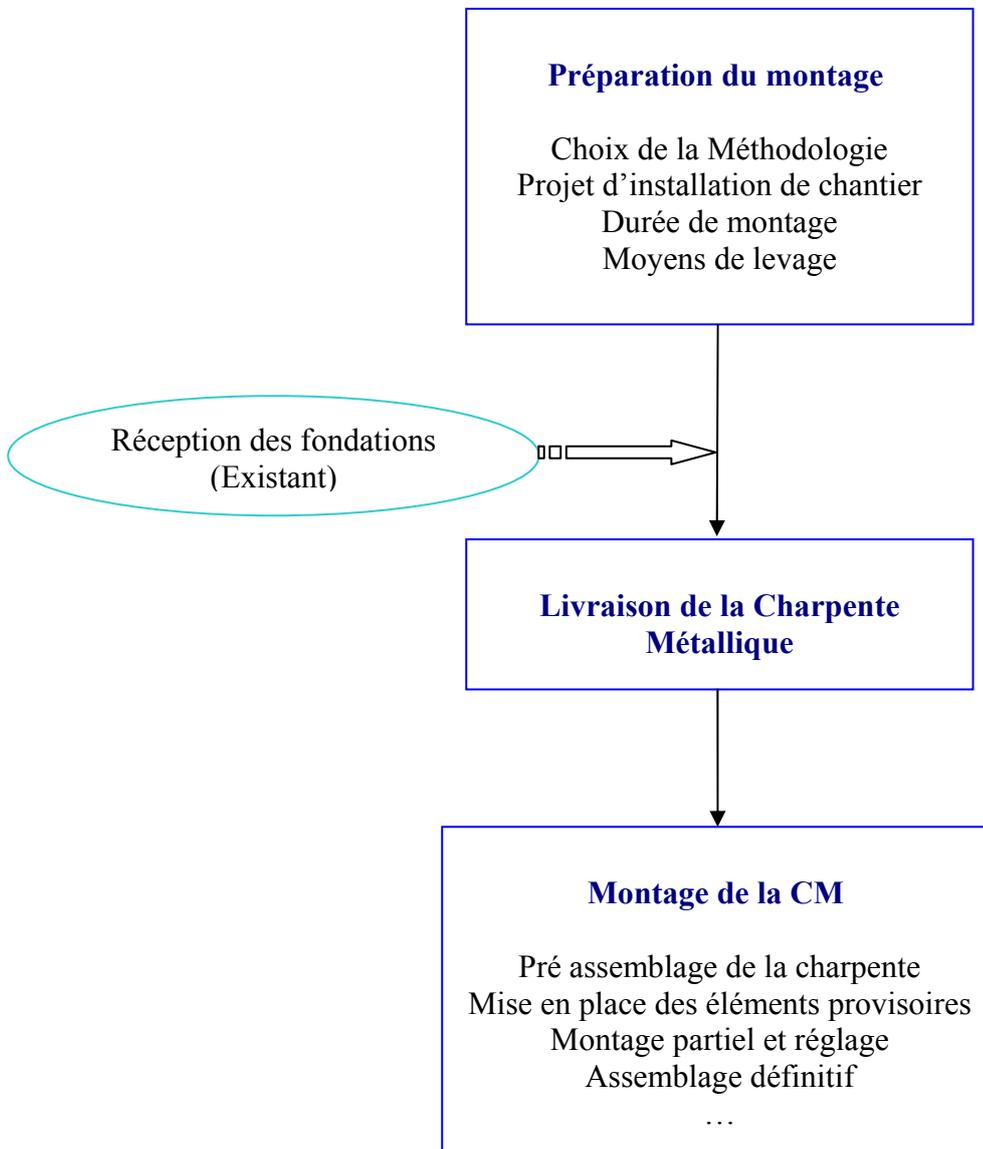


## IX. La mise en œuvre

### IX.1. Déroulement du montage par phase

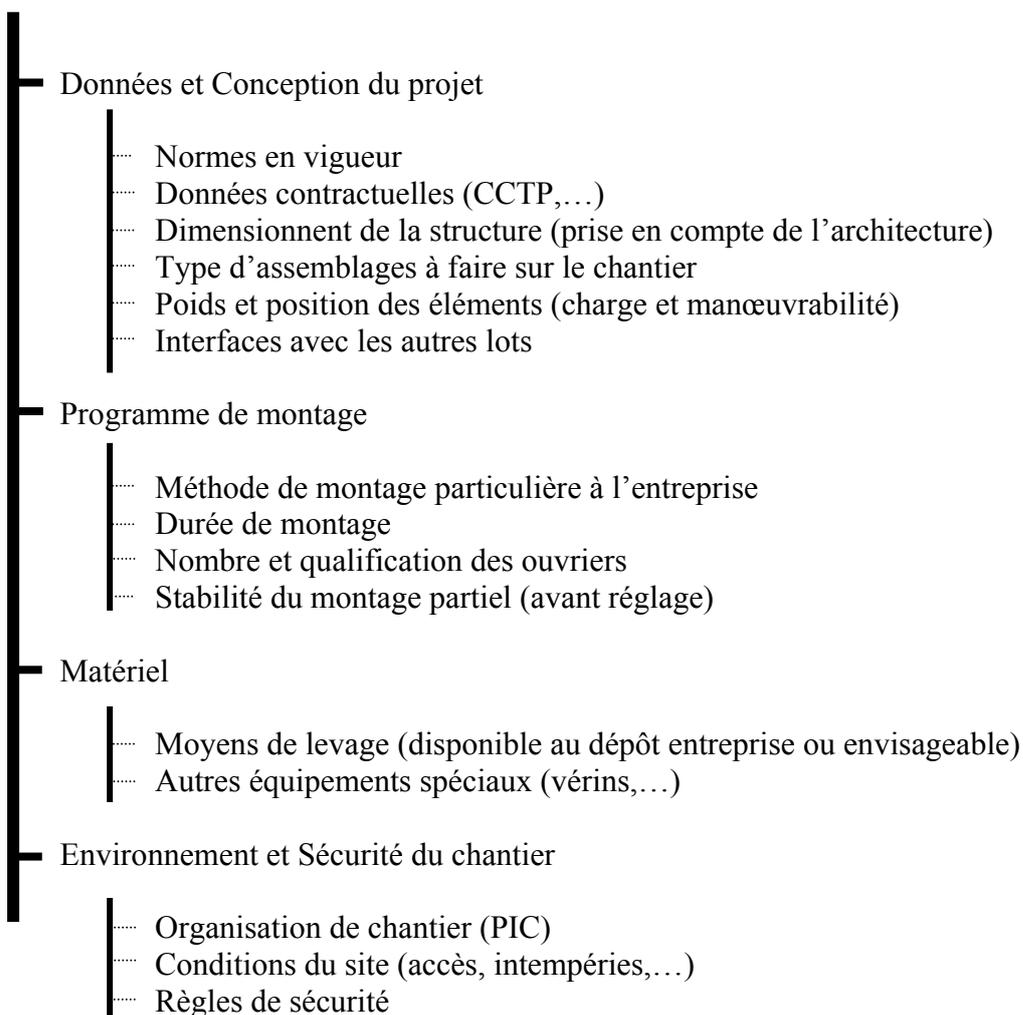


## IX.2. Préparation du montage

### La Méthodologie

Tout chantier est considéré comme unique de par les différents facteurs qui peuvent entrer en compte dans la méthodologie à choisir. Différents aspects sont donc pris en compte.

#### IX.2.1. Choix de la méthodologie

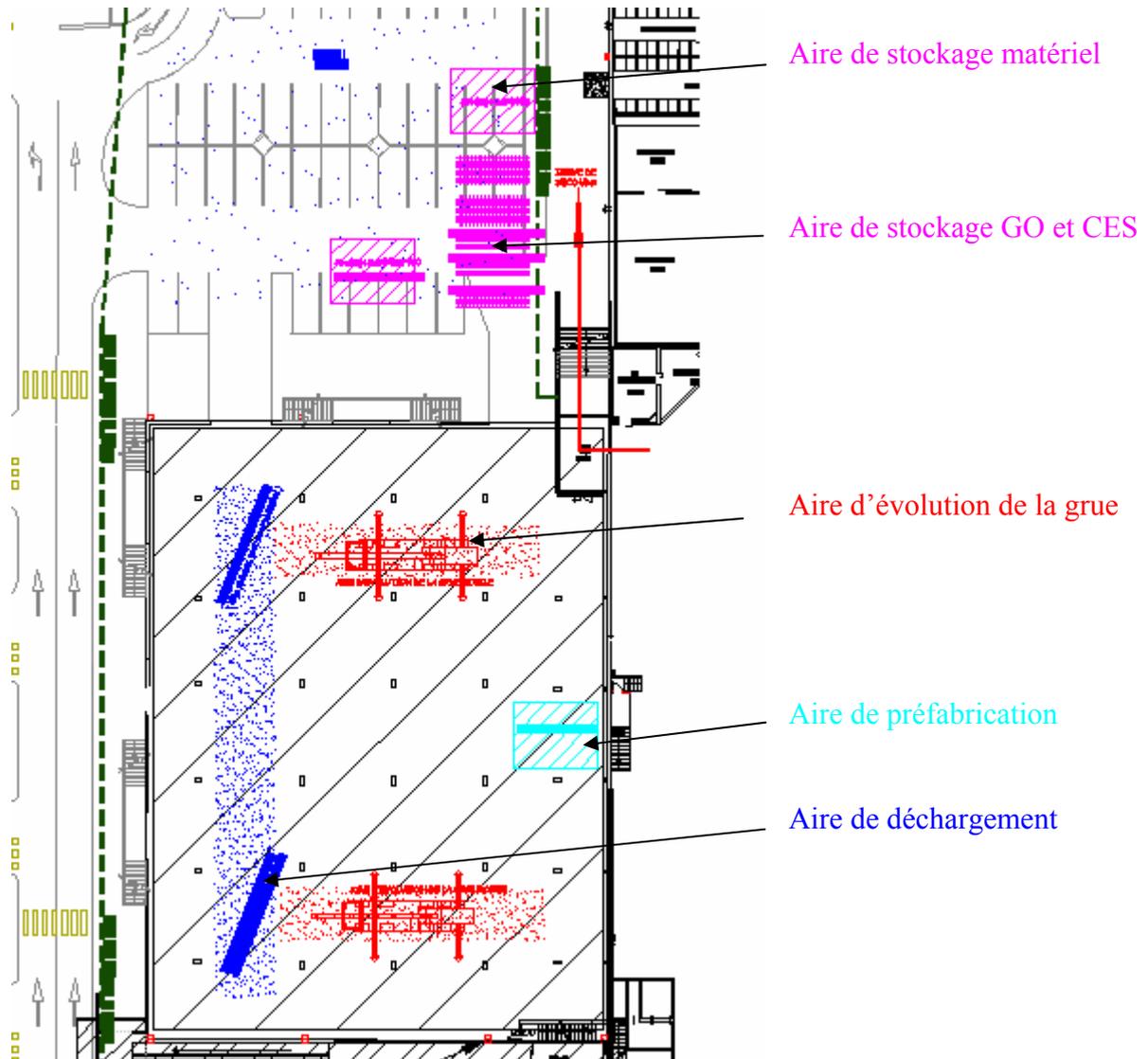


Le bureau d'études construction métallique (désigné préalablement) détermine les principes de la méthodologie de montage alors que l'entreprise de construction métallique établit le programme général de montage.

#### IX.2.2. Projet d'installation de chantier

Ce projet doit préciser les différentes dispositions d'implantations et d'aménagement des bureaux, locaux d'hygiène et de sécurité et autres magasins, ateliers, aires de stockage, d'assemblage et leurs raccordements aux réseaux correspondants.

Le projet d'installation de chantier définit également les aires de circulations intérieures et extérieures du chantier comprenant l'accès au chantier (clôture, signalisation, éclairage,...) et l'accès aux aires de stockage, de manutention, etc.



### IX.2.3. Durée de montage

Il est primordial d'évaluer la durée de montage d'un ouvrage. En effet, cela permet d'estimer avec précision :

- Les ressources en main d'œuvre directe (coût)
- Le phasage et le processus de montage (méthodologie)
- La durée de location du matériel (coût)
- La date de fin de travaux prévisionnels (engagement contractuel)

### IX.2.4. Moyens de levage

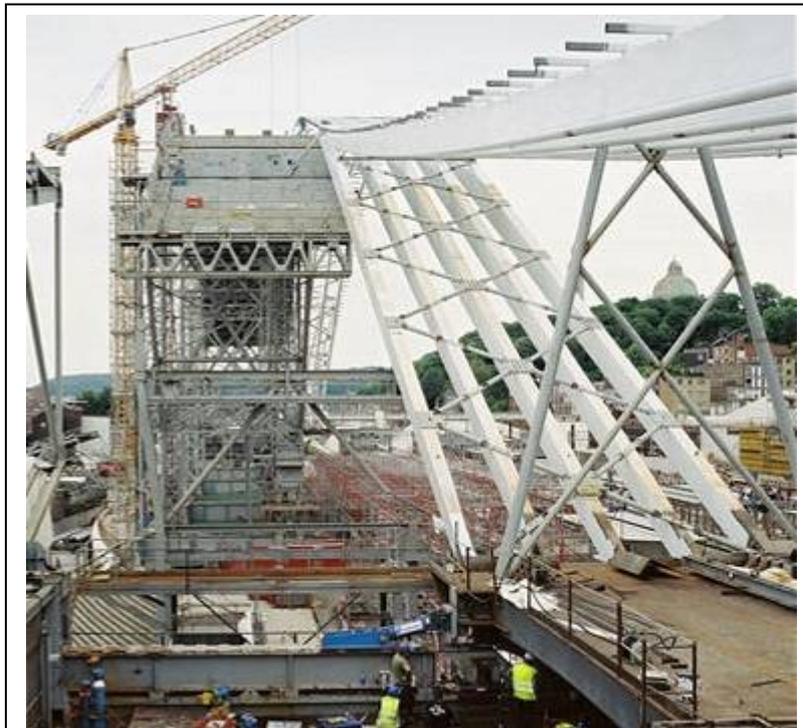
La capacité minimale du moyen de levage est déterminée par l'élément (ou la pièce) qui est soit le plus lourd, soit le plus volumineux.

Certains outils et équipements sont communs au lot Gros Œuvre et au lot Charpente Métallique. Ainsi, on retrouve :

- Les moyens de levage : grues à tours, grues mobiles, vérins hydraulique, treuils,...



*Photo : Une grue mobile*



*Photo : Une grue a tour*

- Les équipements de levage : élingues, câbles d'aciers, cadres,...
- Les équipements de mesure : théodolite, niveau, laser,...
- Les équipements de sécurité collective : échafaudages, nacelles élévatrices, garde-corps, filets de protection,...



**Photo : Un échafaudage**

- Les équipements de sécurité individuelle : casques, harnais, gants, lunettes de protection,...

D'autres moyens sont spécifiques à la charpente métallique :

- Les outils de boulonnage : clés, clés dynamométriques, équipements de vérification de couple,...
- Les outils de soudages
- Les équipements spéciaux : mâts de montage,...

### IX.3. Livraison de la charpente métallique

#### IX.3.1. Le transport

Plus particulièrement dans le domaine de la charpente métallique, le cas du transport des ouvrages métalliques doit être étudié en amont du projet (définition de la méthodologie) notamment du fait des contraintes de dimensions et de poids qui sont limitées par le moyen de transport.

Que l'on utilise des camions, des containers ou des wagons ferroviaires pour le transport des pièces métalliques, l'optimisation est nécessaire.

	Dimension (longueur*largeur*hauteur)	Chargement théorique
Camion semi remorque	13,2*2,44*2,35 m	25 tonnes ; 75 m <sup>3</sup>
Container « open top 20 »	5,9*2,34*2,3 m	21,8 tonnes ; 32 m <sup>3</sup>
Wagon ferroviaire	18,5*2,44*2,4 m	65 tonnes ; 108 m <sup>3</sup>

Travailler à l'aide d'un planning de livraison est primordial afin de travailler en harmonie avec le planning d'avancement et parer à toutes les modifications inhérentes à la vie d'un chantier.

### IX.3.2. Livraison

Evoqué précédemment, un planning détaillé de livraison doit être établi et optimisé afin d'organiser la livraison. En effet, les ateliers de fabrication ont tendance à livrer les éléments de construction dans l'ordre identique de leur fabrication (toutes les lisses ensemble,...), or cela ne correspond pas forcément à l'ordre de montage.

On distingue donc deux types de livraisons :

- La livraison désordonnée, conforme à l'ordre de fabrication, qui nécessite une grande surface de stockage.
- La livraison à pose immédiate, qui respecte l'ordre de montage de la structure et qui ne nécessite pas de manutention intermédiaire car les éléments sont directement montés sur l'ouvrage.

Le planning de livraison doit tenir compte de l'accessibilité du chantier (rues, aire de stockage,...).

### IX.3.3. Déchargement – Manutention de la charpente métallique

Voici quelques recommandations concernant la manutention d'éléments métalliques :

- Eviter de mélanger les pièces de références différentes.
- Indiquer les points d'élingages des pièces si possible avec le centre de gravité.
- La charge maximale des élingues peut être inscrite sur une attache métallique.
- Protéger les pièces fragiles.

Voici quelques recommandations concernant les boulons, écrous et rondelles :

- Fourniture des pièces dans des emballages protecteurs accompagnés du certificat de qualité.
- Les paquets de pièces doivent être répartis par typologie (diamètre, longueur et qualité) et étiquetés.

La plupart des éléments métalliques sont livrés prépeints sur le chantier. Afin de limiter tout dommage du revêtement dû à l'élingage, on peut utiliser un rembourrage en bois tendre afin d'éviter tout glissement de la charge.

Ce genre de rembourrage est également utilisé pour élinguer une pièce en lui donnant un angle correspondant à l'angle de la pièce montée.

#### **IX.3.4. Stockage**

L'aire de stockage doit être ordonnée et l'espace optimisé afin de perdre le moins de temps possible lors de l'élingage.

Les éléments métalliques ne doivent pas être posés au sol mais correctement calés sur des traverses en bois ou en fer. Un listing des pièces avec toutes leurs caractéristiques (type, poids, taille, localisation, etc.) doit être établi et tenu à jour.

## IX.4. Montage de la charpente métallique

### IX.4.1. Relevé du support

Avant le début du montage de la charpente métallique, on relève la position des tiges d'ancrage et de la trame des poteaux. On prend également note de l'état des appuis.

L'ensemble des fondations de l'ossature métallique doit être préparé pour recevoir la structure. La vérification porte sur la position des points centraux des groupes de tiges d'ancrages et la longueur des tiges d'ancrage.

Ces contrôles doivent avoir lieu le plus tôt possible afin de remédier à des imperfections.



### IX.4.2. Préassemblage de la charpente

Le montage d'une ossature métallique est dangereux de par les risques de chutes de hauteurs et les risques liés au levage et aux déplacements des charges.

Le préassemblage des éléments de structures métalliques permet de réduire le risque de chute de hauteur en y diminuant le travail.

Le préassemblage est soumis à certains facteurs limitant (pratique et économique). Ainsi, il faut prendre en compte :

- Le poids et le volume de la pièce (une fois préassemblée) qui sont limités par la capacité portante de la grue (moyen de déplacement).
- La distance et la hauteur à atteindre.
- La rigidité de la pièce (qu'elle ne se détériore pas lors du déplacement).
- L'aire de stockage disponible.

Le préassemblage peut s'effectuer en atelier de fabrication tant que les pièces assemblées peuvent être transportées (limité par la capacité du camion ou des containers). Le

cas des convois exceptionnels doit faire l'objet d'autorisation et on doit donc s'y prendre à l'avance (phase de préparation).

Le préassemblage peut également s'effectuer sur le chantier. Il n'y a alors plus de contraintes de transport mais il faut disposer d'un espace suffisant si possible près de la position de montage.

Remarque : L'usage du préassemblage ne présente de l'intérêt que si l'élément peut être déplacé et boulonné assez facilement.



#### **IX.4.3. Mise en place des éléments provisoires**

Le montage d'une ossature métallique est effectué par phases. Il est donc essentiel qu'une structure soit stable au fur et à mesure de son montage. On parle de stabilité provisoire.

Une étroite collaboration est nécessaire entre l'entreprise de CM et le bureau d'études. Ce dernier délivre des plans d'exécution, des notices techniques et des consignes de chantier justifiées.

La stabilité provisoire est obtenue par l'intermédiaire d'étais qui soutiennent la structure en cours de construction voire d'autres éléments assemblés à la structure qui assurent le renforcement, le guidage de l'élément ; exemple : les haubans, les étais,...

#### IX.4.4. Montage provisoire et réglage

Le montage débute généralement par la pose des poteaux. Leur stabilité peut être provisoire par l'intermédiaire d'étais ou de haubans ou alors la pose peut être définitive (cas des croix et portiques de sécurité).



La priorité est donnée aux ouvrages « stabilisateurs » tels que les ensembles contreventés qui sont assemblés au sol. Les autres ouvrages (poutres, albâtriers,...) sont assemblés par la suite à ces éléments stabilisés.

Les poteaux sont reliés entre eux grâce aux poutres qui sont posés à l'avancement.

Outre le moyen de levage (ex : grue), le décrochage et le boulonnage s'effectuent à partir de nacelles autoélevatrices ou d'échafaudages roulants. Il est important de procéder à la réalisation des fixations et de les finaliser avant de détendre et de décrocher les élingues.



Les assemblages provisoires permettent la vérification de l'alignement, du nivellement et de l'aplomb. Une fois corrigés, on procède à l'assemblage définitif en serrant tous les écrous et en ajoutant les boulons qui n'ont pas été posés initialement.

Remarque : il est recommandé d'insérer tous les boulons dès le début de l'assemblage afin de déceler tout problème de fabrication et de faire le nécessaire en cas de problème.

#### **IX.4.5. Montage définitif**

L'assemblage définitif est réalisé par boulonnage.

- Les boulons de classe de résistance 4.6 et 5.6 sont utilisés en usage général.
- Les boulons de classe de résistance 8.8 et 10.9 sont utilisés dans le cas de serrage contrôlé.

1) Les boulons de classe de résistance 4.6 sont utilisés pour des applications générales alors que ceux de la classe 5.6 sont utilisés pour des chargements plus importants.

Le serrage s'effectue manuellement à la clé.

2) Les boulons de classe de résistance 8.8 sont de classe normale et les 10.9 sont de classe supérieure.

Le serrage est contrôlé de façon à obtenir un effort de traction spécifique dans la tige du boulon. La particularité de ces boulons est l'utilisation de rondelles trempées et la mise en pré-tension du boulon qui est obtenue par un serrage à couple contrôlé, par tour d'écrou, et en utilisant des indicateurs d'effort.

L'utilisation de ce type de boulon est recommandée dans le cas d'assemblages très sollicités ou dans le cas d'assemblages soumis à de la fatigue (vibrations de machines, séismicité,...).