

# Réalisation des usines et ateliers

## Montage des installations

par **Jean-Pierre BLANC**

*Ingénieur diplômé de l'École Supérieure d'Ingénieurs en Génie Électrique  
Directeur Travaux à la Compagnie Générale de Bâtiment et de Construction*

<b>1. Chantier de montage : description .....</b>	<b>A 8 160 - 2</b>
1.1 Situation dans le projet et caractéristiques d'un chantier de montage ..	— 2
1.2 Contenu de l'enveloppe financière. Moyens.....	— 5
1.3 Répartition des responsabilités .....	— 5
1.4 Facteurs perturbateurs et contraignants .....	— 5
1.5 Évolution des réalisations.....	— 7
<b>2. Préparation du chantier ou l'expression des besoins .....</b>	<b>— 8</b>
2.1 Situation de la préparation de chantier dans un projet.....	— 9
2.2 Domaines d'application .....	— 9
2.3 Mécanisme. Déroulement dans le temps.....	— 10
<b>3. Choix et mise en place des moyens. Marché de construction ...</b>	<b>— 12</b>
3.1 Importance relative du volume de travaux par corps de métier suivant le type des installations .....	— 12
3.2 Types de marché. Responsabilité et rémunération .....	— 12
3.3 Forme de contrat. Responsabilités croisées.....	— 13
3.4 Facteur déterminant le choix du type de marché .....	— 13
3.5 Constitution du prix. Utilisation du bordereau .....	— 14
3.6 Éléments constitutifs d'un marché de travaux et leur utilisation .....	— 15
<b>4. Organisation et conduite des chantiers .....</b>	<b>— 15</b>
4.1 Représentant local.....	— 15
4.2 Organigramme et fonction des services.....	— 16
4.3 Management d'un chantier.....	— 17
4.4 Contrôle des performances des moyens d'exécution .....	— 17
4.5 Fonctionnement d'un chantier .....	— 19
4.6 Utilisation de l'informatique .....	— 22
4.7 Sécurité sur les chantiers.....	— 22
4.8 Contrôle qualité .....	— 24
4.9 Organisation de fin de chantier .....	— 25

**L**es différents intervenants dans le montage des installations sont :

- le **maître d'ouvrage**, qui fait l'investissement ;
- le **maître d'œuvre** chargé du pilotage et qui, en général, fait la conception ;
- l'**entreprise**, qui fait les travaux.

Les actions de ces intervenants sont tellement imbriquées que la réussite de l'ensemble ne peut être assurée que si chacun établit avec l'autre des relations basées sur le partenariat.

Par ailleurs, la taille des installations peut se mesurer en milliers ou en millions d'heures, mais si les moyens de réalisation diffèrent, les problèmes à résoudre ne changent cependant pas de nature.

En effet, si l'on s'en tient à l'expérience que chacun peut faire dans la vie courante, le montage d'un ensemble livré en kit avec sa notice d'assemblage apparaît presque toujours comme une opération simple. Cependant, l'exercice

devient rapidement plus compliqué s'il faut réaliser le même montage avec des contraintes et dans les conditions suivantes :

- lieu de montage à l'extérieur ;
- nécessité d'élaborer **in situ**, préalablement au montage, certains composants à assembler à partir d'éléments de base livrés en vrac ;
- nécessité de faire appel à des spécialistes auxquels sont sous-traités certains travaux ;
- non-disponibilité de la totalité des divers composants avant de commencer l'assemblage mais, au contraire, étalement dans le temps des livraisons avec une disponibilité pas forcément en harmonie avec la logique de montage ;
- notice de montage fractionnée en plusieurs parties : elle ne permet pas d'avoir d'emblée une vue d'ensemble et omet de surcroît certains détails, ce qui oblige à imaginer et à reconstituer les séquences de montage ; de plus, elle peut comporter des erreurs qui conduisent à des impossibilités d'assemblage ;
- ensemble à monter comportant une partie dynamique et la mise en œuvre de celle-ci ;
- nécessité de réaliser le montage dans un temps donné ; l'expérience montre que cette astreinte est de loin la plus contraignante ;
- contraintes d'environnement imposant des mesures de sécurité.

Quel que soit le volume de travaux à réaliser, le montage des installations industrielles comporte toutes ces difficultés, qui sont évidemment amplifiées par l'effet de taille et la nature des techniques à mettre en œuvre. Ces installations comportent toujours un volume non négligeable de travaux à réaliser **in situ**, représentant entre 15 et 50 % du total d'heures productives (tableau 1), et qui concernent principalement les bâtiments et le génie civil.

Les développements qui suivent s'attachent à montrer comment on peut prévenir et, si possible, s'affranchir des conséquences des situations énoncées ci-avant et, lorsqu'elles sont inéluctables, comment en maîtriser les développements. Dans le domaine des réalisations industrielles, le montage des installations dépasse largement le cadre de l'assemblage pour entrer dans celui de la construction, où il faut en permanence imaginer, élaborer et composer avec les divers éléments.

Le chantier est un domaine où, plus que dans tout autre, s'opère en permanence la remise en cause des hommes et des méthodes ; remise en cause qui est la conséquence du challenge auquel les équipes de réalisation sont de plus en plus confrontées.

## 1. Chantier de montage : description

### 1.1 Situation dans le projet et caractéristiques d'un chantier de montage

#### 1.1.1 Caractéristiques d'un chantier

Aux caractères d'unicité, de pluridisciplinarité et de dépendance vient s'ajouter le caractère éphémère de la durée d'un chantier, qui ne peut se prolonger au-delà du délai prévu qu'au prix d'une envolée des coûts.

#### 1.1.1.1 Unicité

Si les moyens de l'ingénierie mis à la disposition des équipes projets sont au niveau du siège réputés stables, le chantier est à cet égard un éternel recommencement. Par ailleurs, la construction est profondément affectée par l'environnement local. Une même réalisation peut différer fondamentalement quant à sa conception, son schéma de construction, son organisation, ses rendements, suivant qu'elle est menée dans des zones géographiques complètement différentes où viennent interférer commanditaire, conditions climatiques, immigration, douane, achats locaux, logements, nourriture, communications, implantation locale des entreprises, client, etc. Ce caractère unique rend délicate la phase d'ouverture et de mise en place d'un chantier dont le déroulement pèse toujours lourdement sur la suite des opérations.

#### 1.1.1.2 Pluridisciplinarité

Le chantier n'est que le prolongement et/ou l'aboutissement des actions initiées et menées dans les différentes disciplines au niveau du projet siège.

À ces disciplines techniques viendront s'ajouter les disciplines propres à l'environnement (administrative, juridique, douanière, sociale...), dont les activités vont précéder ou immédiatement suivre l'ouverture du chantier. Cet aspect multidisciplinaire va se retrouver au niveau des entreprises chargées de la réalisation des travaux par corps de métier, et des corporations à la philosophie et aux conventions collectives différentes vont devoir cohabiter. Cette pluridisciplinarité conduit, au niveau de l'exécution, à la mise en place de multiples spécialistes ou *gens de métier*.

### 1.1.1.3 Dépendance

Enfin, sous le triple point de vue de la qualité, du coût et du délai, l'expérience montre que l'objectif le plus difficile à respecter est le délai, encore que toute dérive au niveau du planning entraîne généralement une dérive des coûts, tant coût et délai sont indissociables l'un de l'autre.

■ **Qualité** : rares sont les exemples où des problèmes majeurs de qualité sont apparus après réception des installations. Pour autant que les procédures de contrôle soient appliquées très tôt dans le déroulement du chantier, la fiabilité des méthodes et des résultats obtenus est aujourd'hui telle que les installations démarrent en général sans problème. En ce domaine, le principal ennemi se situe à un niveau de prix trop bas lors de la passation des marchés de travaux et, de tout temps, ne pas payer le prix des ouvrages à leur juste valeur a été le plus sûr moyen d'avoir des déboires sur la qualité des ouvrages construits. La qualité globale des installations suppose aussi que l'inspection des équipements et des matériaux soit également faite avec soin au niveau des recettes en usine.

■ **Coûts** : la presque totalité du budget construction est constituée par les marchés de travaux (§ 1.2) dont le niveau de prix est essentiellement fonction de la situation économique générale et de la concurrence entre les divers soumissionnaires.

Les marchés étant passés, pour un délai donné, le principal élément inflationniste à l'égard du budget chantier est l'augmentation des quantités auxquelles, dans un marché au bordereau, le montant final est directement proportionnel. Les autres coûts relatifs aux révisions de plan (modifications, erreurs) sont prévus dans l'enveloppe financière des marchés et, dans le cas d'une ingénierie majeure, sont en général budgétés de façon satisfaisante. Le chantier ne peut rien contre les variations éventuelles de ces coûts car les causes lui échappent complètement. Par ailleurs, l'inflation peut générer une mauvaise gestion au niveau des dépenses de fonctionnement ou au niveau des travaux normaux relatifs à la coordination (accès supplémentaires, remblais, etc.) peut être considérée comme de faible ampleur à l'égard du budget total. En outre, certaines dépenses rendues nécessaires, pour la sécurité par exemple, peuvent être répercutées *pro rata temporis* aux entreprises. Ce qui fait que, dans le cadre de quantités stables et de délais respectés au niveau de la livraison des plans et matériels, on peut considérer que l'objectif budgétaire chantier du maître d'œuvre n'est pas ou peu affecté par les actions chantier. Par contre, un dépassement de délai est toujours générateur de frais supplémentaires pour tous les intervenants (maître d'ouvrage, maître d'œuvre et entreprises). Le manque de clarté ou de précision d'un marché compensé par des clauses léonines du genre « fera son affaire, reconnaît que... », il est entendu que..., sous réserves..., à sa charge..., etc. » alourdit considérablement le climat du chantier et est en général source de réclamations.

■ **Délai** : les dépassements de délais ne sont pas rares, pour ne pas dire fréquents et, neuf fois sur dix, l'origine se situe dans le non-respect des dates de livraison de plans, d'équipements et de matériels ou dans la non-maîtrise des quantités.

Beaucoup plus rarement, le dépassement de délai est dû soit au maître d'ouvrage qui est dans l'incapacité de remplir ses engagements (défaillance au niveau des paiements par exemple), soit aux entreprises chargées des travaux.

Le respect du délai, qui sanctionne la maîtrise du temps, exige des efforts permanents à tous les niveaux de la pyramide d'un projet. Dans ce domaine, l'équipe construction site a un rôle prépondérant à jouer en *tirant* les activités amont pour les mettre en harmonie avec les activités site, indispensables à l'accomplissement des travaux dans les délais prévus. L'adage « il n'y a pas de chantier qui ne se termine » traduit une fatalité à l'égard des délais qu'il convient de combattre parce que non inéluctable, mais souligne aussi l'impuissance des responsables construction vis-à-vis de la chaîne approvisionnement des plans et des équipements, qu'ils ne maîtrisent pas et dont ils sont très dépendants.

## 1.1.2 Situation et importance d'un chantier de construction dans un projet

L'impact des perturbations qu'un chantier peut apporter sur l'ensemble d'un projet doit être apprécié en fonction du montant financier que ce chantier représente et des risques qui s'y rapportent.

Le prix d'une réalisation (contrat au maître d'œuvre) se décompose suivant les quatre postes suivants :

- coût des services du maître d'œuvre (direction ou management du projet, ingénierie de base et de détail) ;
- coût des équipements et matériaux entrant dans l'œuvre ;
- coût de la construction (marché de travaux, installations temporaires et supervision) ;
- autres coûts (frais de licence, imprévus techniques, taxes ou impôts locaux, commissions, assurances, droits de douane, aléas, transports locaux, provision pour risques, etc.).

En ventilant le dernier poste sur les trois premiers, suivant l'origine des dépenses et pour fixer les idées, la répartition budgétaire du coût d'un contrat peut être estimée comme suit :

- coût des services : environ 20 % ;
- coût des matériaux et équipements, y compris transport : 40 à 45 % ;
- coût de la construction : 35 à 40 %.

Pour une réalisation importante, le montant financier des coûts des matériels et équipements se répartit entre :

- 200 à 1 000 commandes pour les équipements ;
- 2 000 à 5 000 commandes pour les matériels.

Ces commandes sont, par ailleurs, placées auprès de nombreux fournisseurs géographiquement très dispersés.

Par contre, en ce qui concerne le coût de la construction, il se répartit en général seulement entre 5 et 15 marchés de travaux (quelle que soit la taille de la réalisation) qui seront mis en œuvre de façon concentrée en un seul site.

**En termes conjugués de risques et de coûts, le chantier est, dans un projet, la composante principale d'un contrat.**

## 1.1.3 Limites de prestations entre le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage

■ L'évolution dans ce domaine a surtout concerné la période de livraison des installations, par le transfert, de plus en plus fréquent, au maître d'œuvre de responsabilités et de risques jusque-là supportés par le maître d'ouvrage. La fin des opérations sur le site peut se détailler comme suit.

● **Étape 1 : fin du montage mécanique (réception mécanique).** À la fin de cette étape, les travaux sont considérés comme terminés (avancement physique supérieur à 98 %) et leur exécution est reconnue conforme aux plans, codes, règles et standards en vigueur sur le contrat. Il ne reste à accomplir que quelques travaux relatifs à la peinture et au calorifuge et, plus généralement, tous les travaux mineurs ne gênant pas les opérations préliminaires à la mise en

route. Les vérifications se limitent à la partie statique des installations (par exemple jusqu'au contrôle du branchement des instruments ou *fil à fil*) ou à quelques vérifications dynamiques simples comme la vérification du sens de rotation et le rodage des moteurs électriques.

● **Étape 2 : fin des opérations préliminaires à la mise en route (bon pour mise en service).** C'est une période essentiellement d'ajustement (synchronisation des instruments), de nettoyage des circuits et d'essais dynamiques (pompes, compresseurs, turbines, broyeurs, et plus généralement tous les ensembles mécaniques). Ces essais nécessitent la mise en œuvre des utilités (vapeur, azote, air instrument, eau déminéralisée, etc.) fournies soit par le maître d'ouvrage (dans le cas d'extension), soit à partir d'unités neuves, donc par le maître d'œuvre. Cette période est mise à profit pour terminer les travaux de construction.

● **Étape 3 : mise en route de l'installation et essais de performance ou produits en main.** C'est au cours de cette période que sont vérifiées les données contractuelles qualitatives et quantitatives du ou des produits spécifiés au contrat ainsi que les mesures de consommation d'utilités quand elles sont garanties par le maître d'œuvre.

■ Bien qu'il y ait plusieurs combinaisons et schémas possibles pour les contrats, retenons que, sur les plans contractuels et de répartition de prestations, il y a deux phases importantes à considérer.

— Le **transfert de propriété** des installations : il a en général lieu lors de la signature du *certificat de prise en charge des installations*.

— La **réception définitive** : elle met fin aux obligations du maître d'œuvre, après vérification des essais de performance. Suivant les contrats, le terme de réception provisoire est accroché au transfert de propriété et la réception définitive aux essais de performance. Si ces derniers ne peuvent avoir lieu (charge de l'unité insuffisante par exemple), la réception définitive est automatiquement accordée à l'issue d'une période de temps fixée au contrat. Les garanties mécaniques peuvent alors courir après la réception définitive. Dans d'autres contrats, la réception provisoire est accrochée aux essais de performance et la réception définitive est accordée à l'issue de la période de garantie mécanique.

Dans tous les cas, ces points doivent faire l'objet d'un examen attentif avant la signature du contrat avec le maître d'ouvrage et les clauses de sauvegarde doivent être négociées pour rendre le contrat équitable pour les deux parties.

Le **transfert de propriété** est, pour le chantier, la date la plus importante, car elle met pratiquement un terme aux responsabilités et aux activités du maître d'œuvre sur le site (aux finitions près) et, par voie de conséquence, à ses risques (à l'exception toutefois des risques liés aux essais de performance).

Dans les contrats clé en main, la position du transfert de propriété est fondamentale et lourde de conséquences lors de la terminaison des activités site. La figure 1 illustre les responsabilités du maître d'œuvre et du maître d'ouvrage accrochées au transfert de propriété et les positions possibles. Il est aisé de comprendre la difficulté à terminer un contrat lors d'un transfert de propriété lié à la réception définitive.

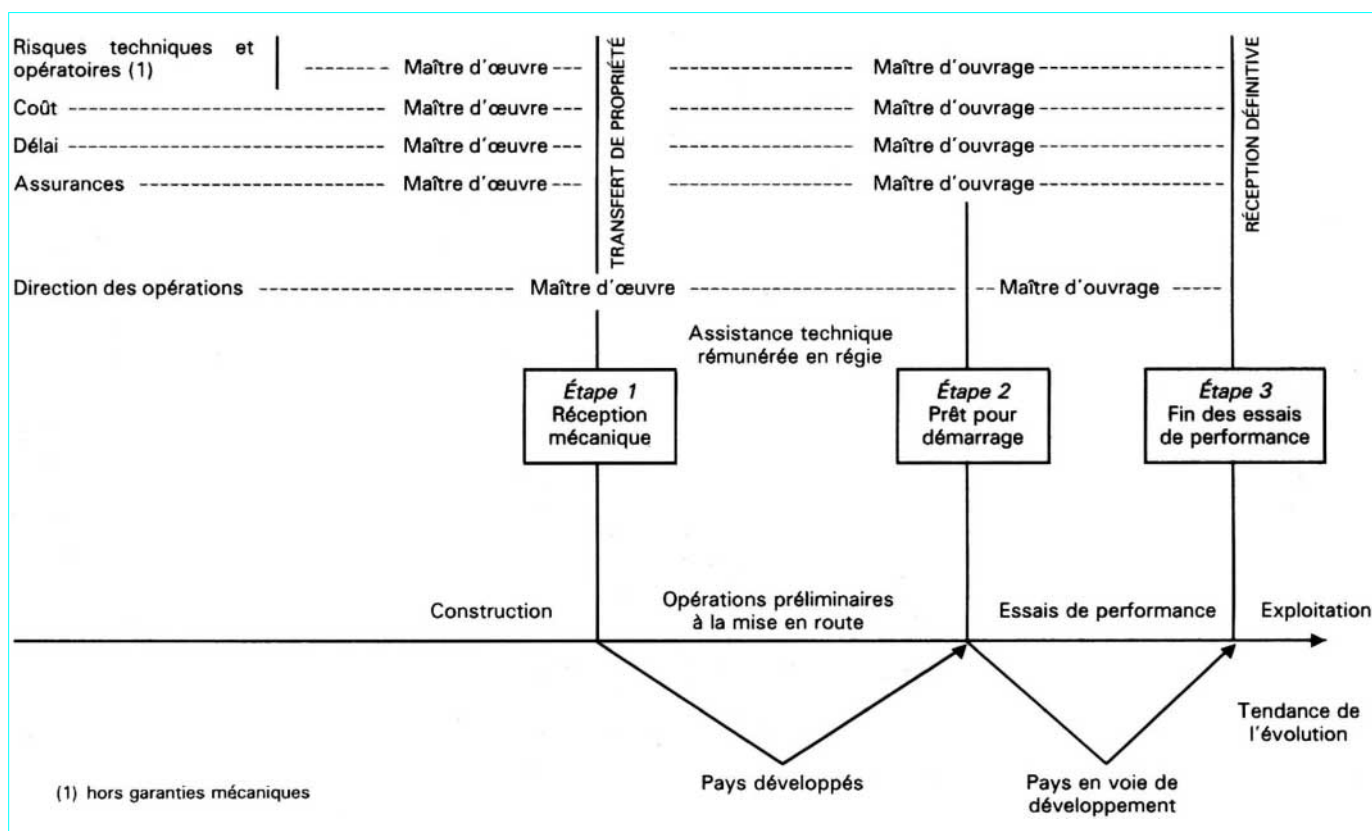


Figure 1 – Phases de fin de contrat. Évolution du transfert de responsabilités. Cas d'un clé en main limité à la réception mécanique

Le cas le plus courant est aujourd'hui le transfert de propriété des installations à l'étape 2 (unités prêtes pour la mise en service) alors que ce transfert s'effectuait auparavant à l'étape 1.

Les opérations préliminaires à la mise en route étant forfaitisées et devant être désormais réalisées dans un temps imparti, les équipes chargées de ces opérations sont confrontées à des notions de gestion relatives aux coûts et aux délais alors que, jusque-là, leur responsabilité était surtout technique.

L'élimination du clivage traditionnel entre les équipes de construction et de mise en route fait apparaître de nouvelles contraintes de délai assorties de pleines pénalités sur des opérations conduites jusqu'alors en dehors des clauses contractuelles pénalisantes. La conduite simultanée des activités de construction et de démarrage a nécessité une organisation de chantier particulière (§ 4.9).

## 1.2 Contenu de l'enveloppe financière. Moyens

Pour mieux cerner l'impact du chantier sur un projet, nous décomposons le coût de la construction entre quatre groupes de dépenses.

### ■ Infrastructures temporaires et frais de fonctionnement propres au maître d'œuvre

Ils comprennent :

- bureaux ;
- magasins et aires de stockage ;
- moyens de communication (téléx, téléphone, télécopier, liaisons informatiques) ;
- clôture, éclairage, gardiennage ;
- utilités de chantier (eau, électricité, etc.).

### ■ Matériaux entrant dans l'œuvre

Sont concernés les matériaux dont l'approvisionnement est généralement confié aux entreprises et dont le coût est inclus dans les marchés de travaux :

- béton et ferrailage pour le génie civil ;
- charpente métallique ;
- supportage et câbles aériens pour l'instrumentation ainsi que les conduites de distribution d'air instrument ;
- matériaux de calorifuge pour les parties chaudes et froides ;
- peinture et revêtements divers.

### ■ Marché de travaux (matériaux exclus) ou moyens d'exécution

- Main-d'œuvre et encadrement (y compris logement et installations provisoires des entreprises).
- Engins et équipements de construction.

### ■ Supervision

L'équipe du maître d'œuvre est détachée sur le site avec son environnement (logement, nourriture, frais de voyage, etc.).

La répartition financière entre ces quatre postes de dépenses dépend de la nature des installations à monter et du lieu de montage (France ou étranger). La ventilation suivante donne une bonne idée de l'importance relative des diverses composantes :

– infrastructures (installations temporaires) .....	2 %
– matériaux entrant dans l'œuvre .....	13 %
– moyens d'exécution .....	70 %
– supervision (maître d'œuvre) .....	15 %
Total.....	100 %

## 1.3 Répartition des responsabilités

### 1.3.1 Chef de chantier et chef de projet du maître d'œuvre

Les rapports entre le chef de chantier et le chef de projet doivent tenir compte des deux données simples suivantes :

- le chef de chantier répond et rend compte au chef de projet qui a la responsabilité totale de l'affaire ;
- un chantier ne se dirige pas à distance : le chef de chantier a pour charge de définir et de conduire les activités chantier.

En d'autres termes, si le chef de projet ne s'installe pas sur le site dès que le centre de gravité du projet bascule du côté chantier (installation à favoriser chaque fois que possible), une cohabitation doit s'installer entre le chef du projet et le chef de chantier, avec délégation du premier vers le second. Cette délégation doit être évidemment assortie de remontées d'informations vers le projet et des visites régulières du chef de projet nécessaires à un contrôle rigoureux du chantier.

### 1.3.2 Chef de chantier et maître d'ouvrage chantier

La répartition des responsabilités dépend essentiellement de la forme du contrat (article *Organisation générale d'un projet d'usine ou d'atelier* [A 8 100]).

D'une manière générale, le maître d'ouvrage chantier réceptionne l'installation construite par le maître d'œuvre. Les ouvrages doivent donc être acceptables par ce dernier, le terme acceptable pouvant être modulé par les interprétations qui peuvent se faire au niveau du contrat et de ses annexes et de leur répercussion financière.

### 1.3.3 Chef de chantier et entrepreneur

La figure 2 illustre la répartition des responsabilités suivant le type de marché passé. Le maître d'œuvre sous-traite aux entreprises les travaux d'exécution mais il ne peut pas sous-traiter la totalité des risques que lui-même assume vis-à-vis du maître d'ouvrage pour au moins trois raisons.

– L'entreprise est très dépendante des prestations du maître d'œuvre et ces prestations sont quelquefois génératrices de retard, ce qui, en fin de parcours, rend difficile de faire la part des choses.

– Les risques pris par l'entreprise sont d'un autre ordre de grandeur que ceux supportés par le maître d'œuvre. En cas de retard, des pénalités s'appliquent uniquement sur le montant de son marché alors que le même retard engendre pour le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage des pénalités sur l'ensemble du contrat. Ainsi, une défaillance sur le marché instrumentation engendre, pour le maître d'œuvre, un préjudice dix fois plus important que pour l'entreprise. Dans le cas d'un fournisseur dont la fourniture fait l'objet de prestation site (compresseur par exemple), le montant du préjudice du maître d'œuvre peut atteindre 20 à 30 fois le préjudice qui peut être appliqué au fournisseur.

– De fait, la responsabilité ne se sous-traite pas et, bien que chaque partie doive en permanence veiller aux intérêts de sa société, le maître d'œuvre et les entreprises doivent se sentir sur le chantier solidairement responsables des résultats à atteindre.

## 1.4 Facteurs perturbateurs et contraignants

La figure 3 positionne les courbes types d'un projet industriel. En conséquence du problème évoqué précédemment, la courbe études chevauche largement la courbe construction. De ce fait, la



mise en place des moyens d'exécution ne peut pas se définir dans l'absolu mais au contraire doit s'adapter à l'émission des plans et à l'arrivée des équipements, le rôle de ces moyens d'exécution étant à l'évidence d'exploiter les premiers et de monter les seconds. Les deux grandes composantes supports sont donc la livraison des plans et la livraison des équipements.

— **Livraison des plans** : cette composante est prépondérante en début de chantier, notamment en génie civil bâtiment, où la montée en puissance ne peut se faire qu'au rythme de la sortie des plans. En tuyauterie, seule la combinaison plan-matériel est à prendre en

compte car le matériel, dans la phase initiale, est commandé par statistiques suivant les plans de circulation des fluides et ne se marie pas forcément avec l'émission des isométriques.

— **Livraison des équipements** : bien que le phénomène soit amorti dans les réalisations de type industrie, les opérations de levage et de mise en place des équipements sont la véritable charnière de tout chantier. Tous les corps d'état en aval (charpente, mécanique, tuyauterie, instrument, calorifuge, etc.) dépendent de la mise en place des équipements et les moyens d'exécution doivent être adaptés en conséquence.

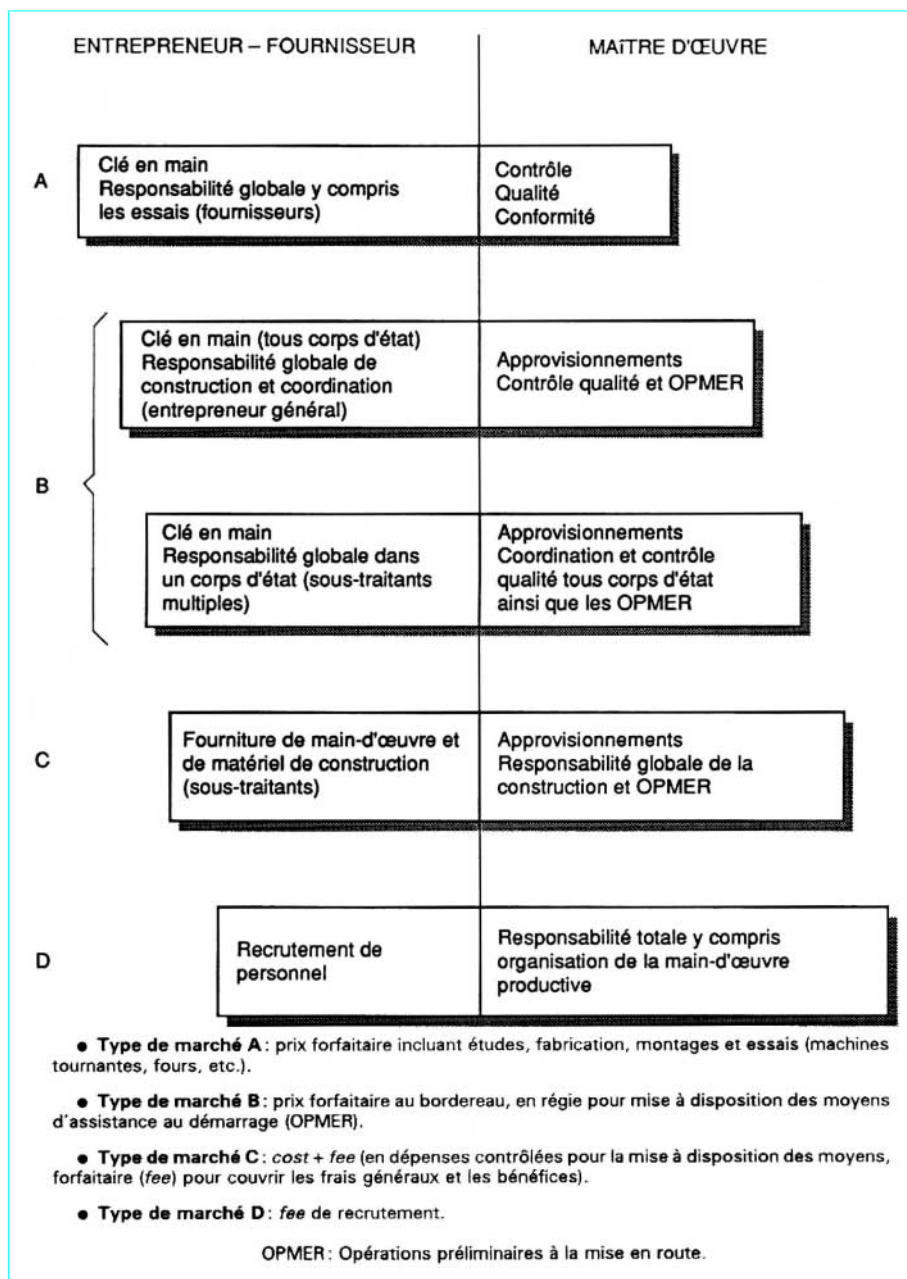


Figure 2 – Répartition des responsabilités entre maître d'œuvre et entrepreneurs

La mise en place des moyens d'exécution est faite par les entreprises titulaires des marchés de construction dont la responsabilité est, compte tenu du rendement obtenu, d'adapter le potentiel d'exécution aux exigences de délai et de planning.

Cette mise en place constitue, au point de vue du coût, la partie la plus sensible de la construction, mais elle ne peut se faire indépendamment des approvisionnements de chantier.

Dans l'hypothèse où les émissions de documents et la livraison des plans sont conformes aux prévisions, la mobilisation des moyens d'exécution peut se faire dans l'ordre et sans précipitation, mais la mise en œuvre subit des contraintes et des aléas que l'on peut classer en quatre catégories.

— **Contraintes d'environnement** : elles sont principalement liées au pays ou au site de montage (climat, facilité des approvisionnements locaux, fiabilité des utilités, immigration, permis de séjour, climat social, accès au chantier, douanes, communications, etc.).

— **Contraintes de temps** : la superposition des courbes études et construction (figure 3) entraîne des contraintes au niveau de la forme des marchés, de la coordination des travaux (marge de manœuvre étroite) et de la planification des travaux pour respect du planning (date de terminaison immuable).

— **Contraintes de sécurité** : du fait de la superposition et de l'interconnexion des travaux, le déroulement des tâches d'un corps d'état va engendrer des contraintes pour les autres corps d'état (cadence des travaux et sécurité).

— **Contraintes de fin de chantier** : la fin de construction est le carrefour des remarques et des commentaires faits à l'égard de la conception et de la qualité des ouvrages par les différents acteurs du projet. À ces contraintes d'auscultation s'ajoutent les contraintes engendrées par les opérations préliminaires à la mise en route.

## 1.5 Évolution des réalisations

Les caractères que nous venons de souligner ont pesé sur l'évolution des réalisations que l'on peut examiner sous trois aspects.

### 1.5.1 Évolution technique

Depuis le remplacement de la pierre taillée par le béton ou le remplacement des rivets par la soudure, l'évolution continue des techniques de construction a eu comme conséquence un gain de productivité provoqué par une plus grande simplicité et une plus grande rapidité des opérations à réaliser *in situ*. Ont contribué à cette évolution l'apparition du soudage automatique, la mise au point d'engins de levage automoteurs de forte puissance (de 400 à 1 000 t), le développement de l'informatique et l'affinement des méthodes de calcul ouvrant la voie à de nouvelles conceptions dans les méthodes de montage.

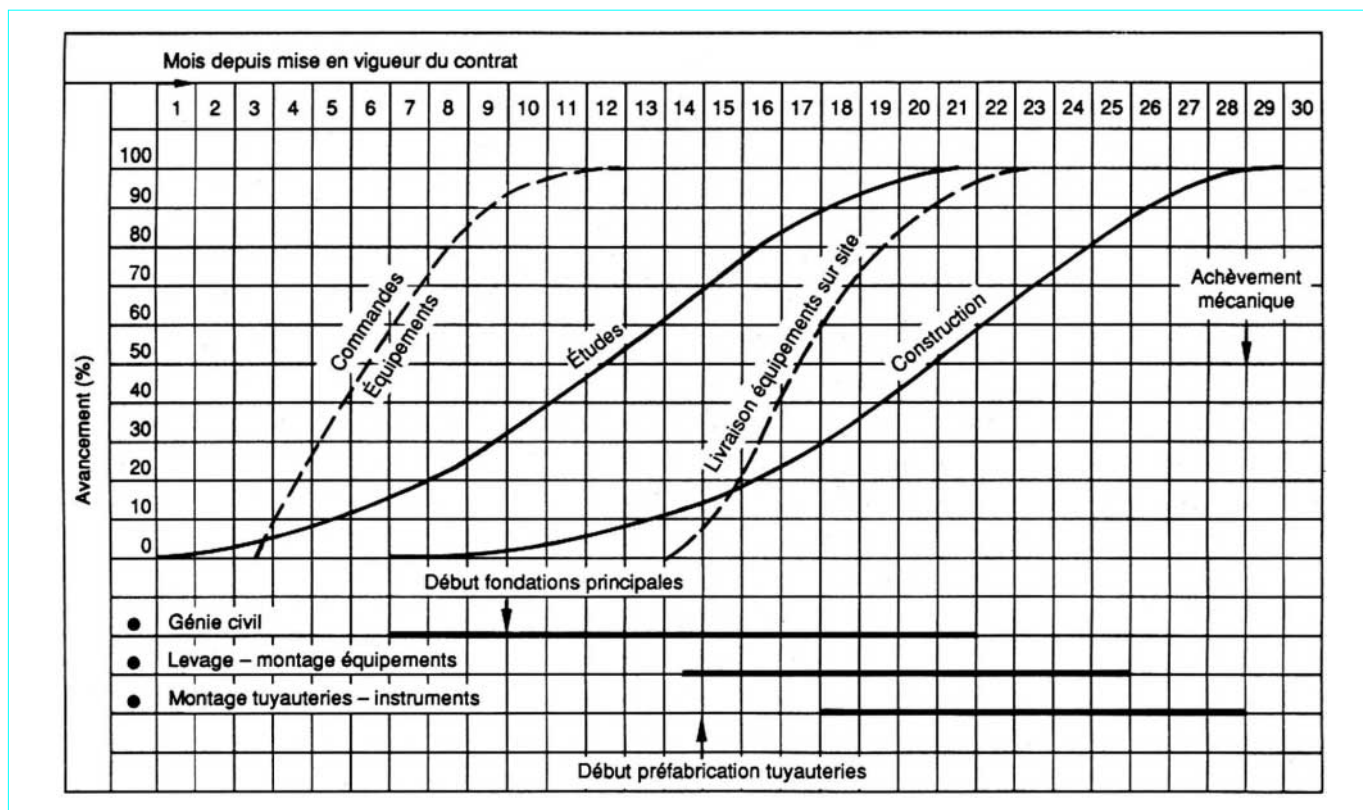


Figure 3 - Courbes types de déroulement de contrat

Cependant, cette évolution est restée modérée comparée au développement technologique sans cesse croissant qui est le propre du monde moderne et qui, paradoxalement, a contribué à cette simplification des opérations sur le site :

- soit par nécessité (techniques de pointe ne pouvant être mises en œuvre que dans des ateliers adaptés) ;
- soit par prudence, de façon à *ne pas ajouter le surplus à l'excédent* dans ce domaine aux risques multiples qu'est le chantier.

À titre d'exemple, l'introduction de l'informatique et de Systèmes Numériques de Contrôle Centralisés (SNCC) dans les salles de contrôle des installations industrielles a considérablement amélioré les performances au niveau de la conduite et des consommations d'énergie des installations et a mené globalement à une simplification et à une diminution des travaux de construction. La diminution concerne aussi bien la surface de la salle de contrôle, qu'il est possible de réduire grâce à la compacité des nouveaux matériels, que le câblage entre armoire et console en grande partie remplacé par des câbles ou canaux de communication numérique exécutés en ateliers. La simplification est rendue possible grâce à l'exécution en usine des opérations délicates comme, par exemple, les synchronisations des armoires, en reconstituant par simulation les signaux en provenance de l'unité à l'entrée des armoires et en ne laissant au chantier que l'exécution de travaux ne demandant pas de qualification particulière.

### 1.5.2 Évolution des volumes de travaux et de leur délai d'exécution

Les délais raccourcissent au fil des décennies si l'on associe volume de travail et temps de réalisation. Les délais d'un projet ne sont jamais proportionnels au volume de travaux à réaliser sur le site.

Mises à part les considérations d'ordre technique sur le temps nécessaire aux fabrications d'appareils et à leur acheminement, l'investisseur a tendance à raisonner uniquement en termes économiques puisque la rentabilité de l'investissement ne peut commencer qu'à partir du moment où les unités commencent à produire.

Cela conduit, par exemple, pour les grands ensembles pétrochimiques (investissement supérieur à 10 milliards de francs), à mettre en œuvre mensuellement en période de pointe environ 1 500 000 heures productives sur chantier, soit à réaliser tous les mois l'équivalent des travaux correspondant à un investissement de l'ordre de 600 MF en France métropolitaine. Bien entendu, la taille de ces projets oblige les soumissionnaires à se grouper, mais chacun d'eux garde au niveau de son siège son entité, le tout étant dirigé et coordonné par un directoire. Par contre, au niveau du chantier, c'est un tronc commun composé de personnel aux origines très diverses qui prend en main la destinée du montage et qui gère les problèmes inhérents à l'ensemble du projet.

Les réalisations de plus en plus grandes dans des délais relatifs de plus en plus courts ont un impact évident au niveau du temps alloué au chantier. Si la date de terminaison est connue, la date d'ouverture doit être appréciée en fonction principalement de la disponibilité des plans et des matériaux. Cette disponibilité est elle-même fonction du degré d'avancement du dossier au moment de la signature du contrat par l'investisseur. Avant la signature du contrat entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, l'exécution de l'ingénierie de base permet une émission plus rapide des plans de montage (l'exécution du *bas* conduit à un gain de temps d'environ deux mois pour les études). Cependant, avec le temps, la tentation est grande chez les investisseurs de ne pas tenir compte de l'avancement du dossier au moment de la signature pour ne retenir en définitive que le délai le plus court qui correspond aux dossiers les plus avancés. Par ailleurs, lorsque le maître d'ouvrage laisse le *décalé ouvert*, la compétition entre les soumissionnaires aboutit quelquefois à des délais que le maître d'ouvrage n'aurait pas osé mettre de lui-même dans son appel d'offres.

### 1.5.3 Supervision et personnel productif de montage

Dans le domaine de la supervision des travaux et du personnel productif, les principales évolutions ont concerné :

- la **réduction des équipes de supervision** : en l'espace d'une décennie, le taux de supervision, exprimé en pourcentage par rapport aux heures productives, est tombé de 10 à 4 ou 6 %. Dans un contrat en coût remboursable, ce pourcentage est un peu plus élevé (1 ou 2 points) compte tenu du fait que, en dehors des tâches courantes, chaque décision du maître d'ouvrage doit être préparée et que le maître d'œuvre n'a pas de pouvoir de décision sur la mobilisation et la démobilisation de ses agents ;
- la **réduction du temps de travail** : l'horaire légal ramené à 39 heures a modifié la physiologie des grands chantiers utilisant des *grands déplacés*. Le travail s'arrête en général le vendredi midi ;
- l'**utilisation de la sous-traitance au deuxième degré et des tâcherons** : la récession, les modifications dans les protections sociales et les impératifs économiques ont rendu les entreprises prudentes en matière d'embauche ; elles font de plus en plus appel à des effectifs non permanents.

### 1.5.4 Conclusion

Faute de ne plus avoir le temps et les moyens (délais plus courts et plus de prestations, risques accrus, supervision et potentiel productif réduit), **le chantier sera de moins en moins en mesure d'absorber les perturbations en provenance de l'amont du projet** (retard ou livraison erratique des plans et équipements).

Aujourd'hui, le chef de projet doit d'abord être un assembleur, et un lien étroit doit être créé et maintenu entre les activités siège et les activités site de façon à les harmoniser. Si l'on se contente d'ouvrir le chantier et de mettre en place sur le site une ou plusieurs entreprises chapeautées par une équipe de supervision, sans que les unes et les autres sachent ce qu'elles auront à faire ou, à l'inverse, sans que le siège sache en temps voulu ce qu'elles ont l'intention de faire (inconnue au niveau de la programmation et de la planification), on augmente les chances d'aboutir à un scénario bien établi.

Les mêmes causes produisant les mêmes effets, le chantier aboutira à :

- un retard dans les travaux ;
- un renforcement de la supervision concomitant en général d'une réorganisation ;
- des rallonges financières aux entreprises pour combler le retard ;
- un dépassement du délai ;
- une envolée des coûts.

## 2. Préparation du chantier ou l'expression des besoins

« **Exprimer ses besoins, c'est d'abord savoir ce que l'on veut** ».

Quelle que soit la taille de la réalisation pour les entreprises chargées des travaux, l'élément prépondérant au niveau de leur cotation ou de leur préparation de chantier est la définition de l'engagement qualitatif et quantitatif du matériel et de la main-d'œuvre, engagement qui, à 80 %, constitue le prix de la construction.

Pour que cet engagement se passe sans problème, il faut que le maître d'œuvre et les entreprises puissent parler le même langage. En établissant ou en faisant établir les documents directement



utilisables par les entreprises, en analysant suffisamment en amont toutes les contraintes de la réalisation, la préparation de chantier va s'attacher à faciliter la mobilisation et la mise en œuvre des moyens d'exécution. Cependant, elle ne prépare pas (sauf cas particulier de la région) l'exécution des travaux proprement dite, qui est de la responsabilité directe des entreprises. Une bonne préparation du chantier n'est pas à elle seule suffisante pour assurer le succès d'un chantier, mais *a contrario* il n'y a pas d'exemple de réussite d'une réalisation clé en main sans qu'il y ait eu, à la base, une préparation sérieuse du chantier.

## 2.1 Situation de la préparation de chantier dans un projet

### 2.1.1 Définition

Dans le cadre du planning général d'un contrat, la préparation de chantier consiste, à partir d'une simulation détaillée du déroulement des opérations de construction sur le site, à définir, à ordonnancer et à exprimer les besoins auprès des différents départements de l'ingénierie (études, approvisionnements, procédures, personnel, marché, matériel, etc.).

La préparation du chantier revient en fait à définir préalablement et à donner des priorités aux activités projet. En corollaire, elle doit œuvrer pour obtenir des responsables d'affaires la satisfaction de ses besoins nécessaires à une réalisation efficace des travaux.

### 2.1.2 Objectif

La préparation a comme objectif d'assurer sur le terrain la réalisation d'un ensemble industriel avec le minimum de contraintes et d'aléas, ce qui sous-entend que le chantier subira le moins de gêne possible de la part des infrastructures, de ses approvisionnements (plans, équipements), de la définition et de la méthodologie des travaux à réaliser.

La préparation de chantier assure la liaison entre les activités siège et les activités chantier dans le respect des délais qualité et coût.

### 2.1.3 Situation

La figure 3 place le début des activités chantier six mois après la mise en vigueur du contrat. À cette époque, 60 % des commandes d'équipements sont passées, environ 30 % des plans de génie civil sont émis et pratiquement toutes les grandes orientations du projet sont définies. Cela veut dire que, pour être efficace, la préparation de chantier doit commencer dans les deux mois après la mise en vigueur du contrat, faute de quoi ses conclusions seraient émises trop tardivement pour pouvoir être prises en compte. Elle doit donc précéder ou être concomitante des autres grandes composantes d'un projet :

- études de conception ;
- préparation de chantier ;
- études de détail ;
- approvisionnements ;
- construction ;
- mise en route.

## 2.2 Domaines d'application

La préparation de chantier va œuvrer dans tous les secteurs qui peuvent avoir une influence sur le déroulement du chantier.

### 2.2.1 Planification

L'avantage que peut apporter la préparation de chantier dans la planification des études et des approvisionnements dépend essentiellement de l'attitude de l'équipe projet. Deux approches sont possibles.

■ La première consiste à planifier dans le cadre du planning général les activités de l'ingénierie de détail en fonction uniquement de sa spécificité propre sans se préoccuper de la construction. Le raisonnement est de se dire que les entreprises réaliseront le chantier en fonction de ce qu'elles recevront et dont elles devront s'accommoder. Les marchés de travaux sont passés en conséquence.

■ La seconde consiste à commencer par faire une préplanification détaillée des activités construction, avec analyse de toutes les contraintes et de tous les problèmes potentiels, et ensuite à adapter, autant que faire se peut, la planification de l'ingénierie de détail.

Il est pratiquement impossible de faire, *a priori*, une étude économique comparative. La seule certitude qui se dégage est que la seconde solution minimise fortement les risques de dépassement de délai quel que soit le schéma de réalisation qui sera adopté ultérieurement. Elle doit conduire en outre à la notion de coût de revient minimal en intégrant, lors de l'étude économique d'une solution, les surcoûts éventuels lors de la construction. C'est donc essentiellement une attitude volontariste qui sera à la base de la mise en place de la préparation de chantier. Sans faire la genèse des problèmes construction, les exemples qui suivent illustrent l'impact que peut avoir, sur l'ingénierie de détail, la préparation de chantier :

- détermination des pourcentages d'avancement mensuel des différents corps d'état (elle définit la cadence de sortie des plans et les plages de livraison des équipements) : ces pourcentages d'avancement doivent être appréciés en plus du délai, en fonction des conditions locales, du rendement de la main-d'œuvre qui sera utilisée, du nombre d'entreprises par corps d'état qui pourront ou devront être mises en place, des problèmes de coordination, etc. ;
- disponibilité dans le temps des accès au terrain pour les unités enclavées ou partiellement entourées par d'autres chantiers en activité ;
- utilisation rationnelle du matériel de construction semi-mobile (équipement de rabattement de nappe ou grues à tour par exemple) dont l'efficacité est géographiquement limitée ;
- priorité de certains ouvrages vis-à-vis d'autres ouvrages en fonction des contraintes de montage ;
- découpage géographique de l'unité pour affecter des zones de travaux à deux ou plusieurs entreprises travaillant simultanément dans le même corps d'état ;
- définition des dates d'arrivée *au plus tard* des équipements hors gabarits critiques (disponibilité des accès, des engins de levage, coordination avec les autres corps d'état, etc.) ;
- exécution en urgence de certaines parties d'ouvrage non critiques pour le planning, mais dont la réalisation évite des coûts inutiles en travaux temporaires.

### 2.2.2 Définition et méthodologie du travail

L'engagement qualitatif et quantitatif du matériel et de la main-d'œuvre ne peut pas se définir correctement sans une connaissance précise du travail à réaliser. Cette connaissance peut être obtenue soit au travers de l'établissement de métré (voir utilisation du bordereau de prix § 3.5), soit au travers de procédures, de plannings détaillés, de notices de montage ou de plans analogiques. C'est cette somme d'informations qui est exploitée par les entreprises lors de la cotation ou de la mobilisation des moyens de production.

À l'inverse, des méthodes de construction particulières, propres aux entreprises et qui conduisent à des solutions de moindre coût, peuvent nécessiter des conceptions spécifiques qui doivent être connues dès l'établissement des plans. C'est le rôle de la préparation de chantier d'analyser avec les entreprises les solutions proposées et d'en répercuter les contraintes vers le bureau d'études (§ 2.3.1). De même, les expériences antérieures ayant fait l'objet de *feed-back* doivent être analysées afin de dégager leur domaine d'application éventuel.

### 2.2.3 Organisation et procédure

C'est une organisation complète (§ 4.1) que le maître d'œuvre est amené à mettre en place sur le chantier. Les caractères unique et éphémère des chantiers favorisent le brassage des équipes qui doivent en permanence s'adapter à l'environnement et aux formes du contrat. L'intégration des équipes de supervision rendues hétérogènes par l'origine diverse des agents nécessite la mise en place de procédures de travail adaptées à l'environnement, aux contraintes locales et à la forme du contrat.

### 2.2.4 Infrastructures du chantier

Bien que *pesant* peu dans le budget de construction (environ 2 %), la mise en place de tous les moyens nécessaires (bureaux, magasin, télécommunications, logements, etc.) est primordiale pour démarrer et mener à bien les réalisations sur le terrain.

La mise en place d'un réseau de télécommunication (essentiel à l'étranger) peut demander plusieurs mois, d'où la nécessité impérieuse de commencer les investigations dès les premières semaines suivant la signature du contrat.

### 2.2.5 Définition des moyens d'exécution

Dans le cadre des contrats à l'étranger, il peut arriver dans des cas très particuliers que le maître d'œuvre n'ait pas recours à la sous-traitance classique pour réaliser les travaux. Il recrute directement ou fait recruter la main-d'œuvre productive, loue ou achète le matériel de construction et réalise les travaux sous sa propre responsabilité. Cependant, le métier d'entrepreneuse marie mal avec le métier d'ingénierie. Dans le cas où, malgré tout, cette solution est retenue, il est de l'intérêt de l'ingénierie de créer des structures temporaires indépendantes qui pourront œuvrer en dehors de ses circuits traditionnels de décision, pour définir les moyens d'exécution.

## 2.3 Mécanisme. Déroulement dans le temps

La préparation de chantier peut généralement commencer dans les deux mois qui suivent la mise en vigueur du contrat, la date au plus tôt étant conditionnée par l'obtention des documents et des renseignements suivants :

- le contrat et ses annexes ainsi que la note de clarification projet ;
- les plans d'implantation des unités et les plans d'élévation ;
- les quantités de travaux à mettre en œuvre, ayant servi à l'estimation, et les découpes par unité et par corps d'état ;
- la liste des équipements et des machines d'entraînement entrant dans l'œuvre, suffisamment renseignée (nombre, type, désignation, dimensions, poids) ;
- la connaissance du site et de son environnement.

### 2.3.1 Choix technico-économique

La préparation de chantier va faire les recommandations et/ou donner les éléments d'appréciation au chef de projet pour toutes les décisions touchant à la construction et liées :

- au type de financement ;
- aux spécifications ou exigences douanières ;
- aux orientations de la construction.

#### 2.3.1.1 Type de financement

Pour les contrats à l'export à financement multinational, le choix des lots de sous-traitance correspondant à chaque pays doit, parallèlement aux critères économiques, prendre en compte des éléments comme qualité et importance des entreprises, fiabilité de leurs délais, temps de transport.

#### 2.3.1.2 Spécifications ou exigences douanières

La demande et l'obtention, en temps voulu, de dérogation au contrat ou de licence d'importation (licence d'importation de la charpente ouverte si sur place les agrégats pour le béton de structure sont de mauvaise qualité) sont à prévoir.

Le choix du régime douanier doit être judicieux pour le montant ne rentrant pas dans l'œuvre.

#### 2.3.1.3 Orientations de la construction

- La décision de faire une excavation générale au lieu d'excavations partielles va obliger le bureau d'études à définir très tôt le niveau bas moyen des fondations.
- Le fait de préfabriquer et de monter en deux ou trois éléments une structure métallique va demander une conception particulière permettant à la structure de supporter les efforts dus au levage.
- L'exécution de l'ignifuge sur les charpentes encore au sol va nécessiter de connaître plus tôt la position des supports de cheminement des câbles électriques ou d'instrumentation.
- L'exécution du dallage dans l'unité avant la mise en place des équipements va demander une finalisation des plans d'aires à une période où le bureau d'études n'a peut-être pas encore reçu tous les commentaires des services. C'est par exemple le cas des commentaires du service instrument pour la partie des purges récupérées. La solution est de prédéterminer des points de récupération de purge quitte à les obturer par la suite s'ils ne sont pas utilisés.

### 2.3.2 Simulation des opérations de construction

Les grandes options ont été arrêtées, il va s'agir d'établir un scénario conduisant à un déroulement idéal du chantier. À ce stade, à côté des données concrètes indispensables à l'appréhension des problèmes, un certain nombre de choses devront être *senties* et le côté professionnel de l'équipe chargée de ce travail est déterminant. Le maître d'œuvre se substitue à l'entreprise non encore choisie et va décider pour elle, corps de métier par corps de métier, des dates de début et de fin de travaux et, par voie de conséquence, des cadences mensuelles. Les niveaux de cadence des travaux devront tenir compte de données subjectives :

- nombre de *productifs* qu'il est possible de mettre dans une surface donnée ;
- capacité de management des entreprises (répartition des corps d'état pour adapter le volume des travaux aux capacités des entreprises) ;
- nature des travaux à réaliser (élévation) ;
- interconnexions entre les corps de métier ;
- nombre et capacité des engins de construction lourds (grues) qu'il est possible de faire évoluer.

Par expérience, et pour des sommes de travaux à exécuter, il y a des cadences qui ne sont réalisables qu'au stade *papier*. Des aménagements sont alors nécessaires, tels que l'étalement dans le temps ou la découpe en lots permettant de mener en parallèle les travaux dans des zones différentes. Cependant, ces aménagements ont tous des conséquences lourdes pour l'ingénierie, qui a pour mission de donner aux entreprises ce qu'il faut pour travailler. Il est donc fondamental que tous les besoins des chantiers soient connus en temps utile par le projet.

### 2.3.3 Expression des besoins

À partir du planning détaillé des travaux, un certain nombre d'informations vont être communiquées aux centres d'études et d'approvisionnements et cette partie, qui est l'aboutissement de la préparation de chantier, est en fait la plus importante.

Ces informations iront de l'indication du sens des études aux dates de livraison de certains items critiques en passant par des cadences de livraison. Le tableau 1 illustre le type et la forme des informations qu'il est indispensable de communiquer. Une fois examinées et approuvées, ces informations doivent être érigées par le projet en objectifs à atteindre, la performance de la réalisation chantier étant subordonnée au respect de ces objectifs.

### 2.3.4 Méthodologie

Au fur et à mesure de la passation des marchés, les méthodes de construction propres à chaque entreprise, et qui sont souvent à l'origine des prix compétitifs, doivent être analysées pour intégrer à temps les contraintes sur l'ingénierie. À titre d'exemples, pour illustrer le sujet :

- la préfabrication des *pipe-racks* béton va entraîner une conception du ferrailage des nœuds au niveau des poteaux et des poutres ;
- l'utilisation des manchons pour le soudage des tuyauteries inférieures à 1 pouce, au lieu du soudage bout à bout, posera un problème d'approvisionnement et peut-être de dérogation vis-à-vis des règles applicables sur le contrat ;
- la conception du supportage des cheminements des câbles de l'électricité et de l'instrumentation, généralement confiée aux entreprises, doit être rendue compatible avec la mise en place des supports de tuyauteries conçus par l'ingénierie, etc.

### 2.3.5 Définition des infrastructures et de l'organisation chantier

C'est la partie la plus classique de la préparation de chantier. Il s'agit de définir :

- les infrastructures propres au maître d'œuvre et quelquefois au maître d'ouvrage (bureaux avec moyens de télécommunications, de reproduction, de classement, magasinage avec partie couverte) ;
- les zones pour les infrastructures propres aux entreprises ;
- les accès, utilités (eau, électricité) et facilités de chantier (sanitaires, sécurité, infirmerie).

Pour faire cette préparation, le maître d'œuvre ne peut pas compter sur les renseignements fournis par les entreprises (puissance électrique nécessaire, superficie des installations temporaires, etc.) car elles ne sont pas encore choisies. Le maître d'œuvre doit donc effectuer cette étude en se basant sur les statistiques, son expérience du métier et sur la simulation de la construction décrite au paragraphe 2.3.2.

**Tableau 1 – Importance des corps de métier suivant le type d'installations**  
(en pour-cent d'heures productives)

	Pétrochimie			Autres industries						
	Éthylène	Huile	Pétrole	Engrais	Ciment	Papier	Bière	Verre	Secteur alimentaire	Secteur paraalimentaire
Aménagement du site (1) .....	1	3	1	1	3	2	} 5	7	2	6
Tuyauterie souterraine (2) .....	3	3	4	1	2	2		7	4	5
Bâtiment .....	3	7	4	} 55	} 62	} 44	} 49	} 46	} 59	} 39
Génie civil .....	15	18	13							
Charpente .....	2	4	6	3	7	3	4	8		8
Équipements .....	4	5	5	1		1	} 14	1	} 10	} 8
Mécanique .....	1	1	1	8	10	11		9		
Tuyauterie aérienne .....	38	38	38	8	2	9	12	5	6	4
Électricité .....	4	4	6	8	4	14	7	6	10	10
Instrumentation .....	7	7	10	4	2	6	4	2	7	4
Calorifuge .....	16	8	10	7	2	2	3			
Peinture .....	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1
Stockage .....	1	.....	.....	2	1	2	.....	.....	.....	.....
Climatisation .....	1	.....	.....	.....	.....	1	.....	.....	.....	15
Réfractaire .....	1	.....	.....	.....	3	.....	.....	7	.....	.....
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(1) Fortement influencé par la nature du sol.

(2) Voirie et réseau de distribution.

### 3. Choix et mise en place des moyens. Marché de construction

Contrairement à l'achat d'un équipement parfaitement défini par sa réquisition et son plan guide établis par l'ingénierie, un marché de travaux n'est pas un acte isolé auquel on peut procéder indépendamment de la préparation et du déroulement du chantier.

À ce propos, la séparation des équipes chargées de la réalisation des travaux et des équipes chargées de la passation des marchés est à éviter. Au niveau d'une affaire, seul le coût global compte et donne à celui qui détermine le prix initial (passation du marché) une position trop confortable, en ne lui donnant pas la responsabilité du coût et du délai final (conduite du chantier), ne permet de traiter qu'un aspect du problème. Par ailleurs, l'établissement d'un prix par une entreprise peut difficilement s'établir en faisant abstraction des options générales prises par le maître d'œuvre ou, *a contrario*, sans vérifier que les options prévues par l'entreprise soient acceptables et compatibles avec le budget et le délai prévus par le maître d'œuvre.

Il est donc essentiel pour éviter les incompréhensions au cours de la réalisation que, au niveau du maître d'œuvre, la même responsabilité préside à la préparation, à la passation des marchés et à la réalisation du chantier. C'est un tout indissociable plus facilement réalisable, il est vrai, dans les petits contrats et dans les petites structures.

#### 3.1 Importance relative du volume de travaux par corps de métier suivant le type des installations

Le tableau 1 indique la répartition du volume de travaux par corps de métier pour quelques types de réalisations. Dans le domaine de la pétrochimie, la tuyauterie et le bâtiment-génie civil dominent largement. Dans les autres industries, le bâtiment-génie civil se détache encore plus puisqu'il représente environ 50 % du volume des travaux ; il est suivi par les ensembles mécaniques et par la tuyauterie (figure 4).

#### 3.2 Types de marché. Responsabilité et rémunération

Les différents types de marché utilisés dans le montage des installations industrielles peuvent être répartis comme suit.

##### 3.2.1 Marché au forfait global

L'entrepreneur accepte de réaliser les prestations pour un montant déterminé dont aucune clause de réajustement n'est prévue au marché. Cela sous-entend soit que les prestations sont parfaitement définies, soit que l'entrepreneur a inclus dans son prix des provisions pour des variations de prestations qu'il a la capacité d'appréhender. Pour ce marché, les quantités et la rémunération sont forfaitaires.

##### 3.2.2 Marché au forfait réajustable (bordereau de prix)

Ce marché est une variante du précédent. Les prix unitaires sont contractuels et ne peuvent être réajustés, mais la quantité n'est pas

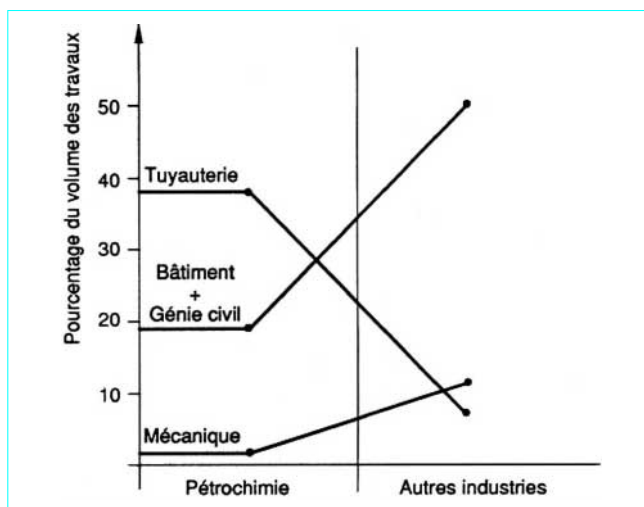


Figure 4 – Pourcentage du volume des travaux dans la pétrochimie et les autres industries

définie avec précision. Par exemple, ce type de marché pourrait être appliqué à la mise en place de poteaux de clôture dont le tracé n'est pas encore défini avec précision. Chaque poteau mis en place est rémunéré forfaitairement (prix unitaire), le montant global du marché étant une sommation de prix unitaires. Pour tenir compte de l'effet de série, il est nécessaire d'indiquer à la passation du marché une quantité estimée.

##### 3.2.3 Marché en régie ou dépenses contrôlées

C'est un marché où l'entreprise met à disposition les moyens d'exécution (main-d'œuvre plus équipement de construction) pour réaliser des prestations dont elle peut ignorer la nature. Comme pour le forfait réajustable, l'entreprise s'engage sur des *prix unitaires* (dans ce cas, des tarifs horaires), le montant final du marché étant déterminé par le facteur temps (nombre d'heures).

##### 3.2.4 Variantes

À partir des trois types de marché ci-avant, des variantes peuvent être utilisées ; les principales sont les suivantes :

– **Marché avec prix maximal garanti (PMG)** : c'est une sorte de marché réajustable mais dont l'évolution est plafonnée à un montant déterminé. En général, tout dépassement ou tout gain par rapport au montant garanti est réparti entre le preneur et le donneur d'ordres dans des proportions qui peuvent varier largement. Si ce type de marché est assez usité dans les contrats entre l'investisseur et l'ingénierie, il est peu utilisé avec les entreprises.

– **Marché *cost + fee*** : c'est un marché en régie classique auquel vient s'ajouter un montant forfaitaire, pour rémunérer les prestations liées à la nature du marché, mais pas directement proportionnel au montant du marché. Dans ce *fee* peuvent être inclus le bénéfice, les frais de mobilisation ou de recrutement, l'utilisation des procédures et du *know-how* de l'entreprise, une partie des frais généraux et administratifs. Le *fee* peut être indexé sur les performances des moyens d'exécution mis à disposition du donneur d'ordres (rendement, assiduité, qualité du matériel, etc.) et/ou sur le respect du délai.

### 3.3 Forme de contrat. Responsabilités croisées

La forme de contrat que le maître d'œuvre va établir avec et/ou entre les entreprises va définir les obligations et les contraintes respectives de chacun.

#### 3.3.1 Marché en lots séparés

Dans ce cas, chaque entrepreneur est engagé pour les seuls travaux définis dans son lot. Le pilotage des travaux appartient au maître d'œuvre qui doit également gérer tous les imprévus pouvant survenir entre les lots.

#### 3.3.2 Marché en entreprises groupées conjointes. Mandataire du groupement

Toutes les entreprises ont souscrit un engagement unique vis-à-vis du maître d'ouvrage, mais chaque entrepreneur est également engagé pour les seuls travaux définis dans son lot. Cependant le mandataire, qui est lui aussi engagé pour les seuls travaux de son lot, représente de façon exclusive ses cotraitants vis-à-vis du maître d'ouvrage, assure le pilotage et la coordination des travaux, et est surtout **solidaire** de chacun d'eux jusqu'à la fin de la période de garantie. C'est une charge très lourde pour le mandataire qui a presque toutes les responsabilités d'un entrepreneur général sans en avoir les moyens et parfois la rémunération correspondante. C'est une forme de contrat très favorable au maître d'ouvrage ou au maître d'œuvre. Cependant à l'issue de la période de garantie le mandataire est dégagé de toutes obligations et le maître d'ouvrage doit assurer des liens contractuels directs avec chaque entrepreneur.

#### 3.3.3 Marché en entreprises groupées solidaires. Mandataire du groupement

La différence entre ce marché et celui du paragraphe 3.3.2 réside dans le fait que tous les entrepreneurs sont solidaires les uns les autres. C'est une forme de contrat qui n'est applicable que pour des entreprises d'un même corps de métier et dont les montants des marchés sont équivalents.

#### 3.3.4 Marché en entreprise générale

La totalité des travaux est confiée à une seule et même entreprise qui, dans la majorité des cas, sous-traite une partie des travaux. C'est une forme de contrat très utilisée dans le bâtiment, où la nature même des travaux nécessite de faire appel à de nombreux entrepreneurs ou artisans difficiles à maîtriser. Le marché en entreprise générale est également très utilisé dans les contrats internationaux.

#### 3.3.5 Cas particuliers des SEP (Sociétés en Participation)

Pour mémoire, signalons que, à l'insu des maîtres d'ouvrage, des entrepreneurs peuvent constituer des SEP qui, par nature, sont occultes. Le maître d'ouvrage peut alors avoir en face de lui seulement un prête-nom, la totalité des travaux pouvant être réalisée par une autre entité.

### 3.4 Facteur déterminant le choix du type de marché

Aux trois formes de marché de base (forfait, forfait réajustable, régie) correspondent des degrés de responsabilités, donc de risques pris par l'entrepreneur. Le marché au forfait responsabilise fortement l'entrepreneur tandis qu'un marché en régie le dégage pratiquement de tous les risques (figure 2). En fait, le donneur d'ordres a une marge étroite dans le choix du type de marché, car son désir de sous-traiter le plus possible ses risques de construction (forfait) se heurte rapidement à son incapacité de définir avec suffisamment de précisions les prestations à réaliser au moment de la passation du marché.

Les facteurs à prendre en compte sont :

- le contrat principal entre maître d'ouvrage et maître d'œuvre ;
- le schéma de construction ;
- le degré d'avancement des études ;
- le délai ;
- les risques.

#### ■ Contrat principal entre maître d'ouvrage et maître d'œuvre

L'attitude du donneur d'ordres est fortement influencée par les liens contractuels qui le lient au maître d'ouvrage et la tendance est de reporter sur ses sous-traitants une partie des responsabilités qu'il assume vis-à-vis de son client.

#### ■ Schéma de construction

Le type de marché doit être aussi adapté aux entreprises qui, pour des raisons de coût ou d'autres considérations, sont finalement retenues. Dans les contrats à l'exportation, les marchés peuvent être :

- au forfait, avec des entreprises générales faisant partie d'un groupe capable de faire de l'ingénierie (estimation) ;
- en *cost + fee* (matériel de construction exclu), avec des entreprises générales disposant d'une bonne organisation et d'une main-d'œuvre qualifiée mais de peu de moyens matériels ;
- au forfait réajustable, avec ou sans matériel de construction.

#### ■ Degré d'avancement des études

Les exigences du planning conduisent à passer des marchés à des dates butoirs auxquelles ne correspond pas forcément un avancement suffisant des études. La figure 5 positionne l'émission de l'appel d'offres tuyauteries par rapport aux courbes types des plans isométriques, de préfabrication et de montage. Le décalage de trois mois entre l'envoi de l'appel d'offres et le début des travaux de préfabrication est un minimum, compte tenu de la chronologie des événements (cotation des entreprises, analyse des offres, clarification, commande, mobilisation des moyens de production). Quand l'appel d'offres est émis, aucun plan n'est encore disponible et le quantitatif de tuyauterie est basé sur ce qui est couramment appelé deuxième métré, qui permet d'assurer l'approvisionnement d'environ 70 % du matériel. Il est donc impossible de consulter en forfait global car les prestations sont trop imprécises. C'est le marché au forfait réajustable (bordereau de prix) qui est dans ce cas le plus utilisé.

#### ■ Délai

Pour des prestations imprévues ou bien spécifiques, le donneur d'ordres ne dispose pas toujours du temps nécessaire à la chronologie complète des consultations, il peut donc être conduit à commencer les travaux en régie et à disposer ainsi de toute la souplesse nécessaire pour ajuster les effectifs à l'objectif.

Le *clé en main* en forfait global demande de la part du soumissionnaire un temps d'étude et de réflexion qui peut, dans certains cas, pénaliser l'aspect délai et rendre de ce fait l'opération globalement non rentable.

#### ■ Risques

La figure 2 illustre le degré de responsabilité, donc de risques, lié aux différents marchés.



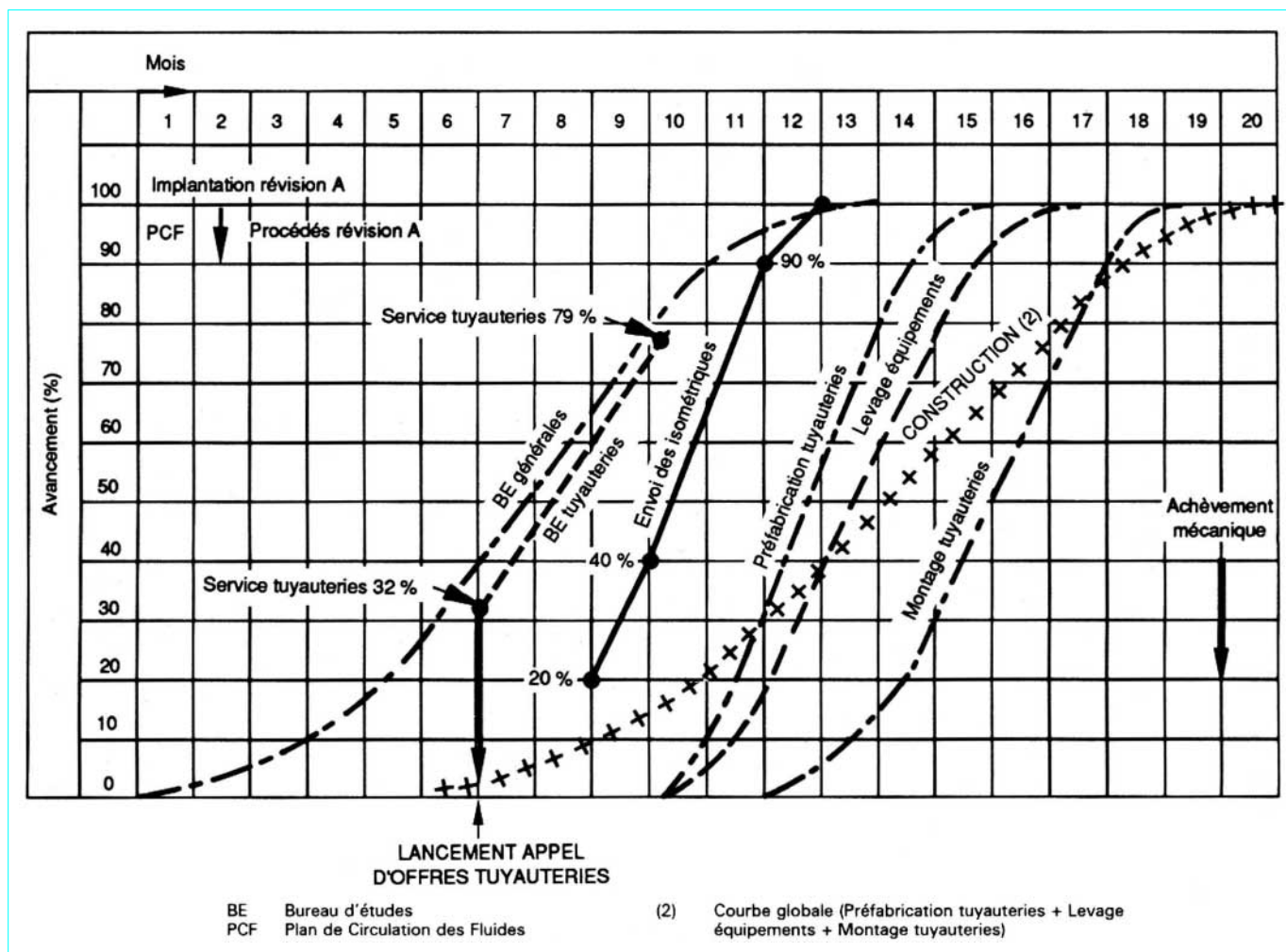


Figure 5 - Position des études de l'appel d'offres de la préfabrication et du montage des tuyauteries

### 3.5 Constitution du prix. Utilisation du bordereau

Nous avons vu au paragraphe 3.4 que les impératifs de planning obligent le donneur d'ordres à passer des marchés pratiquement sans documents et avec des quantités estimées. Le principe des marchés au bordereau, pour un corps de métier donné, consiste à découper les travaux en types d'ouvrage à réaliser.

Plus la découpe est fine, plus la difficulté peut être cernée. La limitation dans la recherche de cette finesse vient de la difficulté à mettre en regard de chaque type d'ouvrage la quantité estimée au moment de l'appel d'offres.

#### 3.5.1 Décomposition entre coûts directs et indirects

La séparation entre coûts directs (liés directement aux heures dépensées) et indirects (coûts fixes pour une faible variation de volume de travaux) est justifiée par le souci d'éviter de pénaliser le donneur d'ordres ou le soumissionnaire lors d'une variation de

volume de travaux, en plus ou en moins, qui, au moment de l'appel d'offres, est par définition approché.

Dans les coûts indirects peuvent être placés :

- dépenses de personnel de supervision et indirect ;
- équipements et engins de levage ;
- petit outillage ;
- transport ;
- frais généraux, bénéfice, aléas ;
- assurances, frais techniques.

#### 3.5.2 Avantages et inconvénients de l'utilisation du bordereau

Le principal avantage d'un bordereau de prix est de pouvoir passer un marché avec des quantités estimées sur lesquelles vont s'appliquer les prix unitaires. À chaque consultation d'entreprise, l'expérience montre que, pour une affaire donnée, il y a presque toujours une grande disparité au niveau des prix unitaires, même si les montants globaux du marché sont pratiquement identiques. Cela provient du fait que, lors de la constitution du prix, les soumissionnaires déterminent en premier lieu le nombre d'heures

permettant de centrer toute leur gestion. Cette estimation d'heures est faite à partir des tâches élémentaires sur lesquelles s'appliquent les rendements standards. La répartition du coût de la main-d'œuvre est ensuite ventilée sur chaque poste du bordereau, mais le donneur d'ordres n'est jamais assuré que la découpe, opérée *a posteriori*, correspond bien à la réalité. La comparaison entre les offres ne peut se faire que globalement et il peut arriver – là réside le principal inconvénient – que le moins-disant au niveau de l'appel d'offres se retrouve, à la fin du chantier, plus cher que ses concurrents, par le jeu de variations de quantités sur lesquelles ne s'appliquent pas des prix unitaires identiques.

### 3.5.3 Convention de métré

La détermination des quantités de chaque bordereau de prix peut être faite soit par le donneur d'ordres, soit par l'entrepreneur, étant entendu que celui qui ne fait pas les métrés est tenu de les vérifier. Quel que soit l'exécutant, la méthode employée doit être claire, ne doit pas prêter à confusion ni à contestation et doit être connue au moment de l'envoi de l'appel d'offres marché.

Pour les volumes géométriques, les métrés sur plan sont les plus fiables ; pour les poids, les tables de référence doivent être jointes ou citées à l'appel d'offres. Pour être complet, le bordereau doit donc comporter une description pour chaque poste et préciser la méthode par laquelle sont calculées les quantités. L'utilisation de plus en plus généralisée de l'informatique, aussi bien chez les donneurs d'ordres que chez les entrepreneurs, facilite la prise en compte automatique des variations de quantités, dès l'émission des plans.

## 3.6 Éléments constitutifs d'un marché de travaux et leur utilisation

Les éléments constitutifs des marchés du montage des installations (en général marchés de droit privé) s'apparentent à ceux du droit public.

### 3.6.1 Commande

Ce document fixe le cadre juridique et contractuel au marché et définit :

- l'objet ;
  - les documents contractuels généraux et spécifiques au contrat.
- Parmi les documents généraux figurent le règlement d'hygiène et de sécurité, le cahier des charges générales, les conditions générales d'achat, les procédures de compte *pro rata* et d'imputation automatique (*back charge*), etc. ;
- les prix avec les conditions (valeur du marché), la forme (formule de révision si révisable), la validité (variation de quantités) ;
  - les conditions de paiement ;
  - la facturation ;
  - les délais contractuels ;
  - les pénalités ;
  - les clauses de résiliation et d'arbitrage.

### 3.6.2 Spécification. Documents techniques

Ces documents reprennent les informations fournies lors de l'appel d'offres et précisent pour chaque document l'indice de révision sur lequel les prix ont été basés.

### 3.6.3 Cahier des charges particulières

Ce document définit les prestations entre l'entreprise et le donneur d'ordres. Il précise les fournitures et les obligations des deux parties dans le cadre du marché et reprend toutes les clauses contenues dans le contrat que le maître d'ouvrage a passé à l'ingénierie.

Le cahier des charges particulières permet de traduire dans les faits la conception du marché et est très utilisé dans les rapports entre le maître d'œuvre et l'entreprise. Il doit être rédigé avec beaucoup de soin et doit décrire de façon exhaustive toutes les prestations que doit réaliser l'entreprise et les supports ou limites de fournitures du maître d'œuvre. Il doit enfin être suffisamment détaillé et préciser jusqu'à la tâche élémentaire si besoin est de façon à éviter, sur le chantier, les interprétations de textes.

Plus que les incidences financières, les manques de précision perturbent le déroulement des opérations (délais) et assombrissent les relations humaines.

### 3.6.4 Bordereau de prix

Ce document a une influence capitale sur le montant final du marché qui est calculé à partir des prix unitaires et des quantités correspondantes.

## 4. Organisation et conduite des chantiers

### 4.1 Représentant local

La première tâche consiste à choisir le représentant de l'ingénierie sur le site qui peut, selon l'importance du chantier et la structure de l'ingénierie, provenir soit du département construction (c'est généralement le cas), soit des autres départements de l'ingénierie (projet par exemple). Il est hautement souhaitable qu'il participe à la préparation du chantier : sa nomination doit donc être précoce, mais malheureusement, compte tenu de la disponibilité des personnes, cela n'est pas toujours possible.

#### 4.1.1 Profil

Le représentant local doit avoir deux qualités essentielles.

– **Apporter quelque chose à l'action de construction :**

« ...Un bon représentant sur le chantier n'est pas simplement un homme dont l'unique compétence est de résoudre les problèmes, car, en général, l'entreprise peut le faire. Il doit être capable d'appliquer son expérience et ses connaissances personnelles au projet, de voir venir les problèmes, d'anticiper sur les différents événements pouvant résulter des attitudes adoptées par l'entreprise, d'évaluer la situation et d'offrir son assistance constructive pour faire en sorte que les problèmes potentiels ne se matérialisent pas ou soient minimisés. Celui qui n'a pas cette qualité n'apporte rien au projet mais est simplement un coût supplémentaire... » (...but is simply an added cost).

– **Résister à l'environnement** (au sens large du terme) :

« ...Il doit être un expert en ingénierie, architecture, méthodes de construction, relations sociales, voire règlement de rixes de cabaret, relations publiques et doit posséder un vocabulaire étendu en ce qui concerne le jargon vivant et coloré des chantiers. Il doit savoir travailler

en étroite collaboration avec les bureaux d'études, les entreprises, les architectes, les maîtres d'ouvrage et accepter des directives fréquentes qui n'ont pas de sens et sont données par des gens moins compétents que lui... Il doit avoir une peau d'alligator, un estomac de bouc, un tempérament de pasteur presbytérien, des nerfs en acier au chrome molybdène, la force physique nécessaire pour redresser une situation où tout le monde a échoué. Il doit s'épanouir dans son travail et apprécier ses conditions de travail, mis à part la poussière, le froid engourdissant, la chaleur desséchante, la boue jusqu'aux genoux, les moustiques, les serpents à sonnette, les scorpions, les sanitaires douteux, et les agressions physiques de contremaîtres frustrés ».

#### 4.1.2 Pouvoirs. Délégations

Le chef de chantier reçoit les délégations nécessaires pour mener à bien la réalisation des travaux, à l'intérieur des objectifs contractuels de qualité, de délai et de coût. Ces délégations se font en général à deux niveaux.

- Une délégation lui donne la représentativité de la société à laquelle il appartient vis-à-vis des autorités locales, et il peut être à cet effet poursuivi pénalement par les tribunaux (dans le cas d'infraction à la législation sur l'hygiène et la sécurité du travail par exemple). Cette délégation est généralement complétée par des pouvoirs bancaires dont l'étendue varie selon que les travaux sont effectués en France ou à l'étranger.

- Une délégation lui donne la représentativité du projet vis-à-vis des représentants du client sur le site, avec qui il est en liaison permanente.

### 4.2 Organigramme et fonction des services

Le chef de chantier va être assisté par une équipe ventilée suivant un organigramme type. Bien entendu, suivant l'importance du chantier, une même personne peut remplir plusieurs fonctions mais la nature des problèmes à traiter reste identique.

#### 4.2.1 Groupe travaux

Il est principalement chargé :

- de la programmation des travaux ainsi que du suivi et de la mise à jour de tous les programmes détaillés de travaux ;
- de la préparation de ces travaux par la description de tous les besoins correspondants (plans, matériels, matériaux, personnel, engins, etc.) ;
- de la supervision et de la conduite de l'ensemble de ces travaux ;
- du contrôle continu, qualitatif et quantitatif, des moyens de production (rapports journaliers d'effectifs, rapports d'utilisation des engins, etc.) ;
- de l'étude des solutions permettant d'améliorer le délai de réalisation ;
- du contrôle continu de la qualité d'exécution des ouvrages ;
- du contrôle continu des avancements physiques de tous les corps de métier ;
- du contrôle continu des travaux supplémentaires.

#### 4.2.2 Groupe matériel

Il est principalement chargé :

- de la réception des matériels, équipements et matériaux, de leur inspection qualitative et quantitative, de leur magasinage et de leur distribution ;
- de la réception des engins de chantier, de leur entretien ;
- du suivi des programmes prévisionnels de livraison sur le site afin d'exécuter les relances nécessaires ;
- du retour au siège d'informations concernant toute arrivée de matériel.

#### 4.2.3 Groupe technique

Il est principalement chargé :

- de la réception des plans et des documents, de leur tirage, de leur classement, de leur distribution vers les utilisateurs ;
- de l'explication de ces plans lorsque cela est nécessaire ;
- de l'étude et de la réalisation des modifications à apporter éventuellement aux plans et aux documents ;
- du contrôle général de la qualité d'exécution des travaux (contrôles radiographiques, implantation, etc.) ;
- de l'établissement et du suivi des fluides d'essais mécaniques ;
- de la délivrance ou de l'obtention du certificat d'achèvement de la construction ;
- de l'établissement des dossiers relatifs aux interventions.

#### 4.2.4 Groupe contrôle de gestion

Il est principalement chargé :

- du contrôle des dépenses (suivi des engagements, estimation des totaux prévus) ;
- de la gestion des travaux supplémentaires, de l'étude des modifications à présenter au client, de l'étude des coûts indûment supportés par l'ingénierie et à facturer à des tiers ;
- du suivi et de la mise à jour du programme général de réalisation, notamment pour la partie construction ;
- du calcul de tous les avancements physiques ;
- de l'établissement sur le site de tous les métrés complémentaires à ceux effectués dans les centres d'études.

#### 4.2.5 Groupe administration marché

Il est principalement chargé :

- des relations avec les autorités et les administrations locales (lois sociales en vigueur, horaires de travail, importation de main-d'œuvre, taxes et impôts, etc.) ;
- de la gestion administrative de l'ensemble du personnel de supervision ;
- de l'ensemble des problèmes logistiques attachés à la vie locale des personnels (logement, nourriture, transport local, santé, loisirs, nettoyage, etc.) ;
- de l'ordonnancement des factures fournisseurs et/ou notes de débit internes (réception, vérification, approbation, envoi et/ou classement) ;
- des prévisions de trésorerie ;
- de la gestion de l'ensemble des marchés de travaux émis par le siège ;
- de l'émission et de la gestion de tous les marchés locaux ;
- de la tenue à jour des livres de banques et de caisse ;
- de l'établissement et du maintien des services secrétariat, reproduction, téléphone, télex, courrier.

### 4.2.6 Ingénieur de sécurité

Il est chargé de s'assurer que le travail se fait selon les normes de sécurité et de coordonner les pratiques d'un travail sûr parmi les membres de l'équipe de supervision et les différents contractants.

## 4.3 Management d'un chantier

### 4.3.1 Principe

Quel que soit le soin avec lequel on a fait la préparation de chantier, quelle que soit l'ardeur des équipes placées en amont du chantier, son déroulement risque toujours de se produire différemment de ce que l'on avait espéré.

Il faut donc périodiquement faire le point et prendre, si nécessaire, des mesures *correctives* pour ramener l'activité du chantier à un état conforme aux prévisions. Avec le temps, particulièrement sur les chantiers de longue durée, il peut se produire un flottement parmi les équipes qui, absorbées par les tâches quotidiennes, arrivent à perdre le fil de l'action, surtout quand la livraison des installations n'intervient pas avant plusieurs mois.

Il appartient donc au chef de chantier de canaliser périodiquement toutes les actions et de redonner un dynamisme aux équipes.

L'anticipation sur les problèmes potentiels ne peut se faire que si le chef de chantier regarde en permanence vers l'avenir, le restant de son équipe et particulièrement le chef de travaux gérant le quotidien. Une anticipation sur trois mois constitue une bonne mesure.

Le plus difficile est de choisir l'**objectif** dans la trilogie :

- définition des objectifs ;
- détermination des moyens ;
- contrôle des résultats.

#### Comment choisir cet objectif ?

Il doit être mobilisateur donc accessible et, à ce niveau, l'expérience et la compétence du chef de chantier sont capitales. Celui-ci ne doit pas se tromper, pour ne pas risquer que le contraire de l'effet recherché se produise.

Il doit être précis, compris de tous et sa réalisation doit induire un mouvement d'ensemble en entraînant le restant des corps d'état. Par exemple, se fixer comme objectif le dallage d'une zone d'une unité, à une date donnée, implique la terminaison de tous les ouvrages souterrains situés dans cette zone.

### 4.3.2 Planning à trois mois

Le planning général établi au début de l'affaire, et qui reste immuable, indique les dates des étapes importantes de la construction. Ce sont en général des points critiques dont le non-respect a des répercussions sur tous les corps d'état. Si besoin est, les objectifs choisis peuvent se confondre avec ces événements.

La détermination des moyens va se faire à l'aide du planning à trois mois, qui s'établit à rebours à partir de l'objectif recherché. Par exemple, dans le cas du dallage en unité : sa réalisation à une époque donnée exige que les travaux en amont soient exécutés, eux aussi, à des dates précises pour permettre un enchaînement correct des tâches. À partir de la date d'épreuve des réseaux sous pression concernés et compte tenu du temps nécessaire à la réalisation des travaux, les dates suivantes peuvent être dégagées :

- émission des plans d'aires en APC (Approuvé Pour Construction) ;
- livraison des matériaux ;

- approbation des procès-verbaux de montage ;
- règles particulières d'enrobage des tuyauteries ;
- marché de travaux.

Le maître d'œuvre vérifie dans un premier temps que les activités d'ingénierie sont en phase avec le planning à trois mois, donc que l'objectif choisi est réalisable. Il va de soi que, dans la majorité des cas, l'établissement de ce planning entraîne des relances ou des mises au point avec les centres d'études et d'approvisionnement. Lorsque les besoins exprimés sont satisfaits ou en voie de l'être, le planning à trois mois est communiqué à l'entreprise, qui va déterminer ou affiner ses moyens de réalisation (mobilisation de la main-d'œuvre et des engins).

### 4.3.3 Planning à un mois

À partir du planning à trois mois établi par l'ingénierie et qui est multidisciplinaire, chaque entreprise va établir son planning d'exécution à un mois. Pour chaque corps de métier, l'ingénierie dispose donc d'un planning détaillé d'exécution qu'il lui faut vérifier à deux niveaux :

- compatibilité des plannings et coordination éventuelle ;
- conformité de la cadence prévue à l'activité du planning général.

Pour ce faire, l'ingénierie fait la simulation de la réalisation des plannings de chaque corps d'état et vérifie aussi l'avancement physique prévu. Si l'avancement simulé est inférieur à celui prévu, l'entreprise doit refaire son planning pour le rendre conforme à l'activité prévue.

## 4.4 Contrôle des performances des moyens d'exécution

### 4.4.1 Avancement physique. Activité

Le contrôle de l'activité sur chantier étant fondamental pour le respect du planning et des coûts, il convient au préalable de définir une méthode qui soit représentative, précise, simple et adaptée à tous les corps de métier.

L'activité d'une période étant le résultat de la différence des avancements physiques effectués au début et à la fin de la période considérée, il est indispensable que cet avancement soit donné avec précision. Dans le cas contraire, la comparaison entre deux activités successives devient aléatoire du fait de la compilation des écarts en plus ou en moins provenant de l'imprécision de la mesure.

La figure 6 représente la structure arborescente de la mesure de l'avancement physique de tous les corps de métier comportant six niveaux d'avancement :

- **niveau 1** : avancement par phase de travaux ;
- **niveau 2** : avancement des différents ouvrages ;
- **niveau 3** : avancement par types d'ouvrages ;
- **niveau 4** : avancement par corps d'état par unité ;
- **niveau 5** : avancement par unité pour tous les corps d'état confondus ;
- **niveau 6** : avancement global des travaux sur le chantier.

L'avancement physique définit les travaux terminés par rapport à la totalité des travaux à effectuer (rapport quantitatif).

L'unité de mesure choisie, commune à tous les corps d'état, est l'avancement physique qui mesure la quantité de travaux terminés pour une tâche élémentaire, en général sans calcul.

Cette méthode extrêmement précise nécessite cependant des moyens informatiques locaux, faute de quoi elle se révèle trop lourde pour être exploitable.

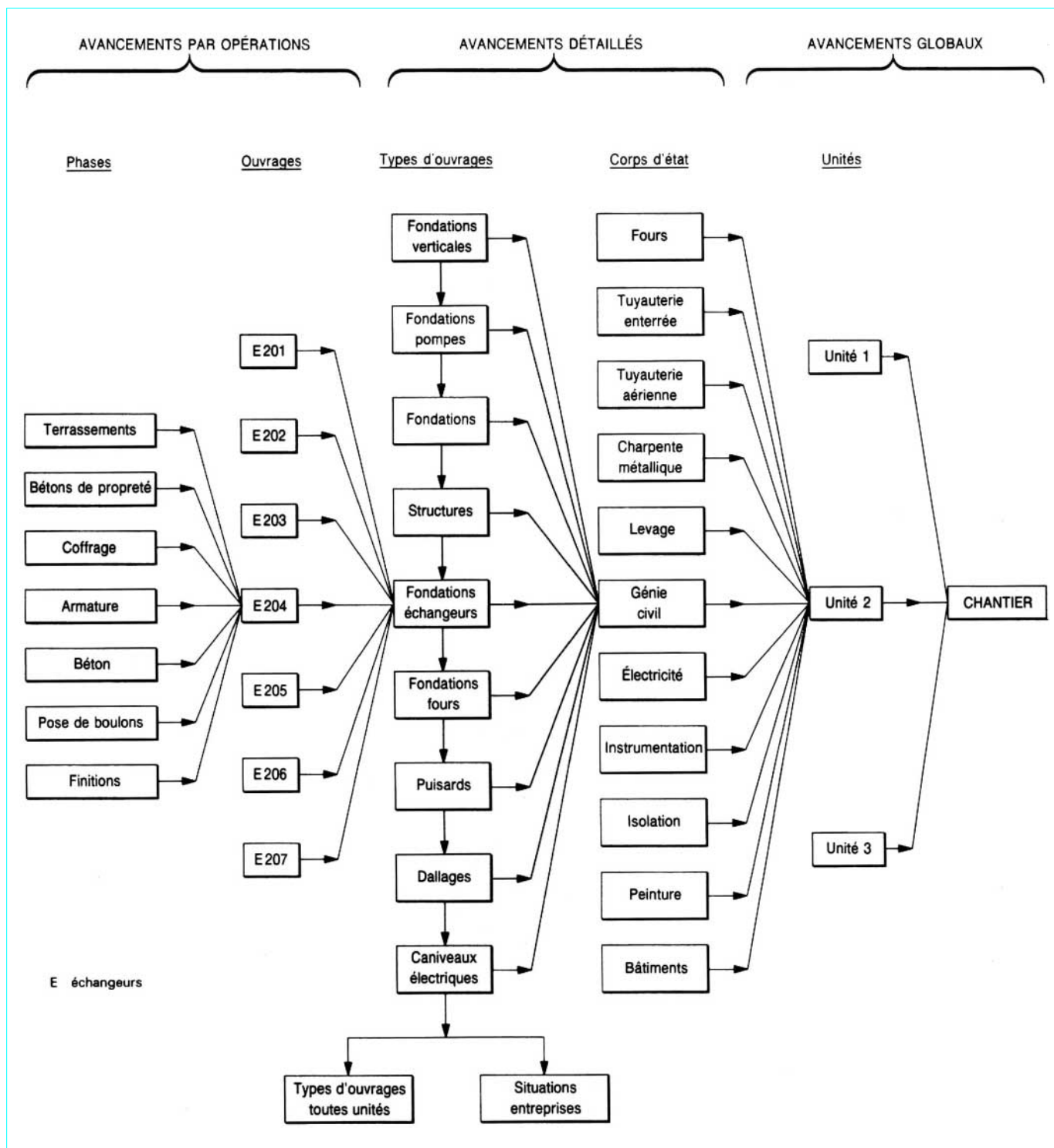


Figure 6 – Rapport mensuel. Structure arborescente



#### 4.4.2 Suivi des heures productives

Si le suivi et le contrôle des heures sont normalement faits avec beaucoup de soin au niveau de chaque entreprise, l'ingénierie est, en général, assez démunie de moyens dans le cas de travaux sous-traités. Cependant, elle se doit de connaître les heures dépensées au minimum par corps de métier de façon à :

- gérer le **compte prorata** dont la répartition financière est faite *aprorata* des heures dépensées sur le chantier par chaque entreprise ;
- déterminer la **productivité** et, par voie de conséquence, le niveau d'effectifs que l'entreprise doit mettre en place pour respecter les cadences de travaux prévues.

Dans la majorité des cas, le nombre d'heures dépensé est calculé à partir des effectifs déclarés par les entreprises, mais le chiffre annoncé correspond rarement à la réalité. Les contrôles de ces heures est quasi impossible. Les quelques actions ponctuelles effectuées dans ce domaine, consistant par exemple à compter à l'entrée du chantier les effectifs dans les autobus les transportant, ont conduit presque toujours à des disparités importantes entre les effectifs annoncés et les effectifs constatés.

Par accord tacite ou prévu au niveau des obligations contractuelles incorporées au marché, la saisie des heures productives développées sur les réalisations en production propre ne peut être utilement appliquée aux réalisations sous-traitées. La saisie de ces heures se fait à partir des pointages opérés par les chefs d'équipe et servant de support aux feuilles de paye.

#### 4.4.3 Productivité

Le rapprochement de l'avancement physique et des heures productives donne, au niveau d'un chantier, d'un corps de métier, d'un type d'ouvrage et si besoin est, d'une phase de travaux, la productivité correspondante. Il est possible, mois après mois, de connaître le nombre d'heures dépensé pour réaliser un pour-cent d'avancement physique au niveau du chantier, d'un corps de métier, etc. Par extension, et après consolidation des résultats, il est également possible de déterminer avec une bonne précision l'effectif qu'il est nécessaire de mettre en place dans les prochains mois et de procéder ainsi aux formalités de mobilisation de personnel.

En rapprochant les dépenses d'heures et les quantités à mettre en œuvre, les rendements du chantier peuvent être obtenus ; leur analyse permet de confirmer, de modifier ou d'établir les ratios entreprises. Comme pour l'avancement physique, des moyens informatiques locaux sont nécessaires pour la gestion des heures productives.

#### 4.4.4 Contrôle financier

Si le suivi des heures productives et des rendements a une grande importance pour déterminer la mise en place des moyens de production et ainsi maîtriser le délai de réalisation, il n'est pas, par lui-même, suffisant pour assurer un contrôle financier du chantier.

L'autre composante à prendre en compte est le taux horaire ou la masse salariale représentée par la main-d'œuvre productive.

Cette masse salariale est influencée par la qualification et l'ancienneté des *productifs*, le pourcentage de main-d'œuvre extérieure, les heures supplémentaires, le taux d'expatriation ou les primes diverses versées au personnel, la qualité du travail et évidemment le rendement. L'engagement de cette masse salariale doit être proportionnel au travail effectivement réalisé, donc à l'avancement physique du chantier. Le contrôle financier de la main-d'œuvre d'un chantier se résume donc à rapprocher de façon permanente deux chiffres :

- la masse salariale engagée ;
- l'avancement physique.

### 4.5 Fonctionnement d'un chantier

#### 4.5.1 Principe

Les liaisons entre les activités site et les activités siège vont être assurées par l'équipe de supervision du chantier. Pour ne pas perturber le bon déroulement du projet, cette équipe doit en premier lieu assurer une grande transparence entre les activités site et celles situées en amont. Il faut en effet éviter de créer un monde clos et soit de pratiquer la rétention d'information, soit de créer des lacunes au niveau de la communication, aussi bien vis-à-vis des entreprises que des centres études et approvisionnement. Cette transparence est un principe auquel il est difficile de déroger sans faire prendre de risques à l'ensemble du projet.

Le fonctionnement du chantier est d'autant plus facilité que des procédures ont été établies. Celles-ci, issues pour la plupart du protocole construction de l'ingénierie, sont adaptées au contexte local, au contrat et à la nature de la réalisation. Ces procédures, si possible disponibles à l'ouverture du chantier, sont le support indispensable à une large délégation de la part de la direction chantier. Il est fastidieux de développer toutes les procédures chantier. Nous nous bornons à préciser l'esprit dans lequel il convient de travailler.

#### 4.5.2 Gestion des liaisons internes au maître d'œuvre

##### 4.5.2.1 Équipement et matériaux

Le transport des équipements étant organisé soit par le service transit du siège, soit par les transporteurs, le chantier n'a à intervenir que lorsque les équipements arrivent sur le site.

Un bon de réception doit alors être établi, comportant la référence de la réquisition et des commandes du fournisseur et la date de réception. Une copie de ce bon de réception est envoyée au service achat du siège à l'attention de l'acheteur. Une fois en possession de la copie de ce bon, l'acheteur peut clore la commande qu'il a passée auprès du fournisseur si le chantier atteste qu'il a reçu, en bon état, la totalité du matériel réquisitionné (quelquefois acheminé en plusieurs expéditions).

La remise de ces équipements ou de ces matériaux aux entreprises chargées du montage est accompagnée d'un bon de sortie matériel signé par le receveur.

##### 4.5.2.2 Plans et documents

La gestion des plans et des documents est capitale dans la marche d'un chantier, et une des tâches prioritaires du représentant local en début de chantier est de rendre opérationnelle l'équipe chargée de l'enregistrement, de la reproduction, de la diffusion et du classement des plans et des documents.

L'équipe chantier doit exiger de posséder, par corps de métier, la liste des plans et des documents que le bureau d'études siège doit faire vivre tout au long du chantier en portant les révisions successives. Périodiquement, le chantier doit faire remonter vers le bureau d'études émetteur une copie de cette liste avec, en regard de chaque plan ou document, la date de réception sur le site.

Toute émission de plans et de documents vers les entreprises doit se faire par l'intermédiaire d'un bulletin de transmission signé par le destinataire.

##### 4.5.2.3 Inspection des matériels

L'ouverture des caisses contenant du matériel sensible devant être assemblé sur place (compresseur, tableau de contrôle, etc.) doit se faire en présence du représentant fournisseur chargé de la supervision de ce montage. S'il y a un décalage entre l'arrivée du matériel et la venue du spécialiste, il est préférable de stocker les caisses à l'abri et de différer l'ouverture (la spécification d'emballage doit tenir compte de ce temps de stockage, surtout à l'export).

Pour le restant du matériel, l'inspection est généralement visuelle et porte aussi bien sur le qualitatif que sur le quantitatif ; elle est faite sur l'aire de stockage du chantier matériel déchargé.

En cas de dommage, un *rapport cas* est établi en même temps que le dossier assurances. Sauf cas particulier lié aux conditions locales, il n'est pas souhaitable que le chantier fasse le suivi de ces dossiers dont l'aboutissement est quelquefois très long et dépasse la durée du chantier.

Par contre, le chantier doit garder le suivi des réapprovisionnements et des réparations s'il y a lieu.

### 4.5.3 Gestion des liaisons entre le maître d'œuvre et les entrepreneurs

#### 4.5.3.1 Infrastructures

Le maître d'œuvre, en liaison avec le maître d'ouvrage, doit prendre en charge les infrastructures liées à ses propres activités (supervision et conduite du chantier, approvisionnements) et prévoir les facilités pour les entreprises chargées des travaux (parc à engins, magasinage, vestiaires, atelier de préfabrication, etc.).

Les installations de chantier sont définies dès que l'avancement de la préparation de chantier est suffisante pour permettre de déterminer :

- les bilans de puissance et de consommation d'eau de tous les corps d'état ;
- les effectifs productifs en période de pointe par corps de métier ;
- les effectifs de supervision du maître d'œuvre et éventuellement du maître d'ouvrage.

Par voie de conséquence, nous pourrions également déterminer :

- l'implantation générale des installations temporaires ;
- le type et la surface des bâtiments temporaires du maître d'œuvre ;
- le réseau électricité et eau ;
- les télécommunications ;
- l'accès, le gardiennage, la clôture, l'éclairage ;
- les installations générales liées à l'hygiène et à la sécurité.

Chaque entreprise s'organise à l'intérieur de la zone qui lui a été attribuée et met en place ses propres installations (magasin, bureau, réfectoire, douches, ateliers, etc.).

#### 4.5.3.2 Compte prorata

L'objet et le fonctionnement du compte *prorata* sont définis au niveau de l'appel d'offres et de la passation des marchés. Ce compte a pour objet de permettre de gérer les dépenses communes, c'est-à-dire celles qui n'incombent pas à un entrepreneur déterminé. Ces dépenses doivent en général concerner :

- toutes les consommations eau, électricité, téléphone, etc. ;
- le gardiennage ;
- le nettoyage général et les facilités de chantier ;
- l'infirmerie et l'ambulance (s'il y a lieu) ;
- les dispositions relatives à la sécurité (agent et dispositions communes et exceptionnelles comme filets de protection) ;
- les dégradations sur travaux réalisés par un tiers non identifié.

La bonne gestion du compte *prorata* consiste aussi à contenir les dépenses dans l'estimation du départ. Celle-ci doit être communiquée à tous les intervenants de façon qu'ils puissent les prendre en compte au moment de l'établissement de leur prix. Dans les réalisations de type industriel, les dépenses de compte *prorata* peuvent être estimées entre 1 et 1,5 F/h, ce qui, pour un chantier de 1 000 000 heures, représente un budget conséquent de 1 à 1,5 MF.

#### 4.5.3.3 Ouverture chantier. Législation

La législation impose de faire, au préalable à toute activité sur un site donné, la déclaration aux organismes officiels locaux :

- Direction Départementale du Travail et de la Main-d'œuvre ;

- Caisse Régionale d'Assurance Maladie (CRAM) ;
- Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBT).

Les trois organismes participent de droit au Collège Inter-entreprises d'Hygiène et de Sécurité (CIHS) qui se réunit régulièrement sur chantier à l'initiative du Président (§ 4.7).

Les autres intervenants, outre les entreprises, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, sont :

- la médecine du travail ;
- le service de sécurité du maître d'œuvre (s'il y a lieu) ;
- l'agent de sécurité pour les travaux et/ou du CIHS.

#### 4.5.3.4 Gestion des marchés. Facturation, bons de travaux, avenant partiel, avenant de solde

La figure 7 donne l'articulation, pour un marché donné de la facturation, des bons de travaux et des avenants.

■ **Facturation** : la facturation, qui sanctionne le travail effectué dans une période donnée, est l'acte capital dans la vie d'une entreprise et doit être traitée avec beaucoup de soin. Les clauses contractuelles du contrat fixent les termes de paiement ainsi que les échéances. La pratique la plus courante est le paiement à 60 jours le 10 du mois suivant à compter de la réception de facture fin de mois.

Dans le but de soulager sa trésorerie, l'entreprise peut demander l'établissement, dans les 15 jours qui suivent la facture, d'un billet à ordre ou traite négociable, mais assujéti à un escompte généralement compris entre 1 et 3 points.

Les termes de paiement sont dans la majorité des cas au nombre de quatre :

- l'acompte de la commande (entre 10 et 20 %) ;
- le paiement suivant avancement des travaux (entre 70 et 80 %) ;
- le terme de la réception des travaux (5 %) ;
- le terme de garantie (5 %) libératoire avec caution bancaire.

L'avancement des travaux servant à l'établissement des situations peut découler directement de l'avancement physique. Cette méthode ne prête jamais à contestation. C'est, avec la simplicité de l'établissement des situations, son principal avantage.

■ **Bons de travaux** : les bons de travaux servent à gérer toute modification du prix du marché non engendrée par les variations de quantité qui sont prises en compte lors du calcul de la situation financière.

Ces modifications de prix peuvent provenir des modifications de plans, des incompatibilités de montage dues à des erreurs d'étude, d'oublis au niveau de l'établissement du bordereau de prix ou de travaux non prévus exécutés à l'initiative du chef de chantier. Comme pour le marché principal, le chef de chantier a le choix entre trois types de règlements :

- au forfait (à utiliser chaque fois que possible) ;
- au forfait réajustable (le bon de travail indique un montant estimé) ;
- en régie ; dans ce cas, des attachements journaliers sont émis avec la référence du bon de travail qui indique également le montant estimé.

■ **Avenants intermédiaires. Avenant de solde** : l'impact des augmentations de quantité et des travaux supplémentaires sur le prix initial du marché peut conduire rapidement dans la deuxième moitié du chantier à un montant des facturations supérieure au montant du marché. Il est alors nécessaire d'émettre un avenant intermédiaire dont le seul but est d'indiquer un nouveau montant estimé du marché pour éviter que la comptabilité ne bloque les factures.

L'avenant de solde, établi après décompte définitif, indique le montant final du marché et les modifications éventuelles au niveau du délai permettant de calculer les primes, les pénalités et la révision de prix. C'est cet avenant qui sert de support à la dernière facturation.

**Nota** : pour la maîtrise des modifications, le lecteur pourra se reporter à l'article *Contrôle des coûts et délais* [A 8 850] de ce traité.

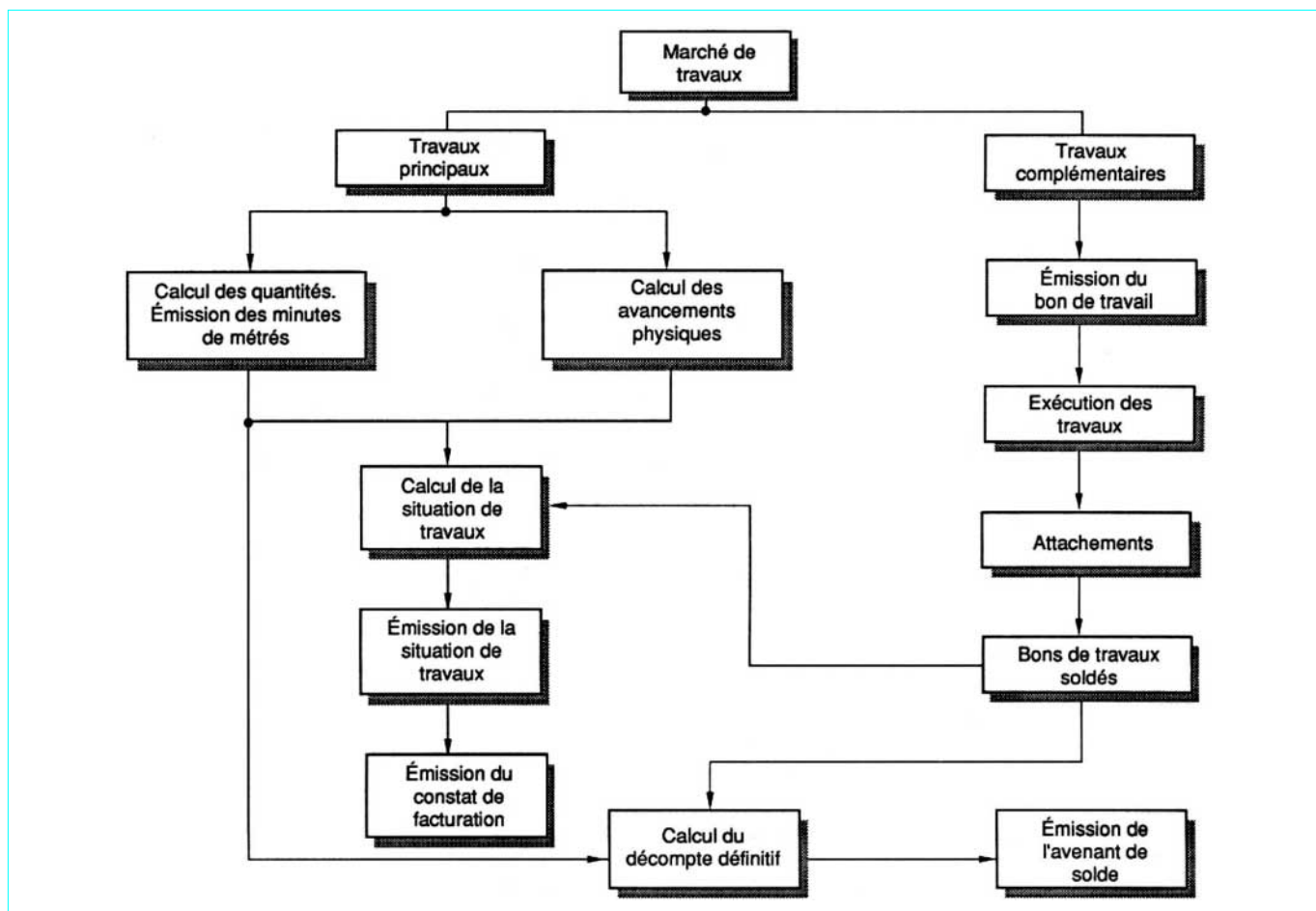


Figure 7 – Organisation de la construction. Schéma du suivi des travaux principaux et complémentaires

#### 4.5.3.5 Coordination. Planning

Dans le cadre des plannings (§ 4.3), le maître d'œuvre est amené à prendre jour après jour des décisions pour harmoniser et rendre cohérentes entre elles les activités de tous les corps de métier. Ces décisions, qui, selon leur importance, sont prises aux divers niveaux de la hiérarchie travaux, se traduisent le plus souvent par des engagements financiers. Les *qui doit quoi* et *qui fait quoi* quotidiens doivent normalement trouver réponse dans les textes du marché de chaque entreprise et dans le cahier des charges particulières (§ 3.6.3). Tous les cas non prévus doivent être résolus à l'aide de bons de travaux, dont la rapidité d'établissement est compatible avec l'urgence des problèmes.

Mis à part les problèmes financiers, le maître d'ouvrage peut rencontrer, dans l'application de ses directives, une inertie de la part des entreprises, dont l'origine ne se situe pas forcément au niveau des interlocuteurs chantier. Dans ce cas, le maître d'œuvre ne doit pas hésiter à faire remonter le problème au siège de l'entreprise pour exiger que les moyens nécessaires soient mis à la disposition du chantier.

#### 4.5.4 Gestion des liaisons avec les organismes locaux

Les contacts avec les organismes officiels sont fréquents au niveau du chantier. Il est donc important de connaître le rôle respectif des intervenants.

##### 4.5.4.1 Inspection du travail

L'inspecteur du travail a des pouvoirs très étendus puisqu'il peut faire fermer le chantier s'il juge la situation dangereuse.

La première étape consiste en une mise en demeure (art. L. 231-4 du Code du Travail) qui peut se justifier soit par des infractions à la législation, soit par un rapport d'un organisme officiel de contrôle de non-conformité de matériel, soit enfin par une situation que l'inspecteur du travail juge dangereuse.

L'étape suivante est l'établissement d'un procès-verbal (art. L. 263-2, L. 263-4, L. 611-10 du Code du Travail) qui suit soit une mise en demeure non satisfaite, soit une inobservation des dispositions prises par la CRAM. S'il y a urgence, le procès-verbal peut être établi sans mise en demeure préalable. Ce sont les tribunaux correctionnels qui, au vu du procès-verbal, déterminent les amendes et les peines. L'amende est appliquée autant de fois qu'il y a de salariés.

Enfin, l'étape la plus grave est la saisine du juge des référés (art. L. 263 du Code du Travail) qui peut déboucher sur la fermeture temporaire du chantier : les chefs d'entreprise sont (selon l'article L. 260-1 du Code du Travail) civilement responsables des condamnations prononcées contre leurs directeurs, gérants ou préposés.

#### 4.5.4.2 Sécurité Sociale

Comme l'Inspection du travail, la Caisse Régionale d'Assurance Maladie (CRAM) a trois possibilités d'intervention.

— **L'intervention simple** : les caisses régionales peuvent faire procéder à toutes les enquêtes relatives à l'hygiène et à la sécurité, inviter les employeurs à remédier aux problèmes éventuels et si nécessaire demander l'intervention de l'inspection du travail.

— **L'injonction** : l'injonction est faite après enquête et doit indiquer clairement les mesures à prendre par l'employeur. Celui-ci doit, après exécution, aviser la caisse régionale qui peut faire procéder à une vérification.

— **Les sanctions** : la caisse régionale peut imposer un relèvement des cotisations de l'employeur, qui toutefois ne peut dépasser 25 % de la cotisation normale.

#### 4.5.4.3 Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics

Contrairement aux deux organismes précédents, l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBT) a plus un rôle de formation et de conseil que de répression.

Il visite les chantiers, enquête en cas d'accidents graves et diffuse des brochures, revues et films documentaires ayant trait aux problèmes de sécurité.

## 4.6 Utilisation de l'informatique

### 4.6.1 Considérations générales

Le matériel informatique se démode vite et, bien que l'évolution du rapport prix/performance soit favorable à l'utilisateur, l'investissement reste important. Il convient donc d'utiliser à bon escient ce type de matériel et d'éviter de voir uniquement dans l'informatique une machine à écrire ou à calculer.

La gamme très étendue du matériel (*hardware*) dans les différentes marques permet presque toujours de trouver ce que l'on désire. Cependant, l'utilisateur doit veiller à choisir un matériel qui permette des sauvegardes rapides des données introduites en mémoire dans l'ordinateur.

En ce qui concerne les logiciels (*software*), il existe aussi sur le marché des produits standards, mais dans le domaine particulier du chantier les logiciels sont difficilement utilisables tels quels. Il peut donc y avoir intérêt à développer des programmes qui intègrent d'emblée les méthodes et procédures internes de l'ingénierie. Lors de la conception de ces programmes, il ne faut pas perdre de vue que la rentabilité d'un système (*hardware + software*) se mesure dans la comparaison du temps gagné à l'utilisation multiple des données introduites. Il est donc impératif que le système choisi soit compatible avec les systèmes siège et que les données puissent être véhiculées à l'aide de disquettes ou de bandes magnétiques.

### 4.6.2 Domaine d'utilisation

Les deux plus gros programmes concernent l'avancement physique (§ 4.4.1) et le suivi du matériel, principalement en tuyauterie.

C'est dans ce dernier domaine que l'informatique rend le plus de services. Elle réalise en permanence l'adéquation entre les isométriques et le matériel disponible. D'un côté, la machine enregistre et garde en mémoire les isométriques *approuvées pour construction* avec leur nomenclature de matériel. D'un autre côté, le matériel est introduit en mémoire dans la machine au fur et à mesure de son arrivée sur le site. Le programme permet ensuite de sortir la liste des isométriques pouvant être préfabriqués, c'est-à-dire les isométriques pour lesquels la totalité du matériel est disponible. Il est possible également de déterminer pour chaque isométrique restant le matériel manquant et ainsi d'effectuer des listes de relance de matériel.

Outre l'avancement physique et le matériel, l'informatique peut faciliter la gestion :

- des guides d'essais mécaniques ;
- des réseaux d'épreuve des tuyauteries ;
- des graphiques, des taux de fréquence et des taux de gravité des accidents de travail ;
- des mouvements et des cartes d'entrée du personnel et, à l'étranger, des visas, des permis de séjour, etc. ;
- des facturations ;
- des rapports de contrôle des coûts, etc.

## 4.7 Sécurité sur les chantiers

### 4.7.1 Prescription réglementaire

L'hygiène et la sécurité sur chantier doivent être appliquées par référence à l'ensemble des textes réglementaires, notamment :

- Code du travail : livre 2. Réglementation du travail. Titre 3. Hygiène et sécurité, art. 231-1 à 265-1 ;
- Code de la Sécurité Sociale : livre IV. Accidents du travail et maladies professionnelles. Titre II. Prévention, art. 419 à 433 ;
- Décret du 1<sup>er</sup> août 1947. Comité d'Hygiène et de Sécurité ;
- Loi n° 761106 du 6 décembre 1976 (JO du 7 septembre 1976). Développement de la prévention des accidents ;
- Arrêté du 16 septembre 1977. Attribution de ristournes sur la cotisation ou instauration de cotisations supplémentaires en matière d'accidents du travail et de maladies professionnelles ;
- Décret n° 77996 du 19 août 1977 (JO du 3 septembre 1977) concernant :

- les plans d'hygiène et de sécurité,
- les collèges interentreprises, d'hygiène et de sécurité ;
- Circulaire n° 82-40 du 23 avril 1982. Obligations s'imposant aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre en matière d'hygiène et de sécurité ;
- Comité d'Hygiène et de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT) :
  - Loi n° 82-1097 du 23 décembre 1982,
  - Décret n° 83-844 du 23 septembre 1983,
  - Circulaire n° 14 du 15 octobre 1983.

### 4.7.2 Plan, collège et comité. Hygiène et de Sécurité

#### 4.7.2.1 Plan d'Hygiène et de Sécurité (PHS)

Un PHS doit être établi pour toutes les opérations dont le montant est supérieur à 12 MF TTC (figure 8).



Le gouvernement a refusé depuis plus de dix ans de relever le seuil de 12 MF fixé par le décret du 19 août 1977 (une simple réactualisation entre août 1977 et mars 1988 donnerait 27,6 MF). Ce refus montre la volonté de faire entrer dans les mœurs et d'étendre progressivement à de petites opérations l'établissement d'un PHS.

Le PHS, établi par chaque entreprise, se base sur les informations contenues dans le PHS général ou dans la notice établis par le maître d'œuvre et faisant partie des pièces contractuelles du marché. Le PHS doit être fourni au maître d'œuvre dans un délai de 30 jours à partir de la notification du marché (réception de la notice) selon l'article 7 du décret du 19 août 1977.

Le PHS mentionne :

- les nom et adresse de l'entrepreneur ;
- ceux des sous-traitants éventuels ;
- les effectifs respectifs et les totaux prévisibles ;
- le nom et la qualité de la personne chargée de diriger l'exécution des travaux sur le chantier, et de ses délégataires.

Il analyse de manière détaillée les procédés de construction et d'exécution ainsi que les modes opératoires retenus dès lors qu'ils ont une incidence sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs occupés sur le chantier. Il énumère les matériels et dispositifs prévus pour la réalisation du travail et définit les risques prévisibles liés aux modes opératoires, aux matériels, dispositifs et installations mis en œuvre, à l'utilisation de substances ou préparations, aux déplacements du personnel, à l'organisation du chantier. Il indique les mesures de protection collective ou, à défaut, individuelle, adoptées pour parer à ces risques ainsi que les conditions dans lesquelles sont contrôlés l'application de ces mesures et l'entretien des moyens matériels qui s'y rattachent.

Il indique de manière détaillée les consignes à observer pour assurer les premiers secours aux victimes d'accidents ou aux malades. Il précise le nombre de travailleurs du chantier qui ont reçu l'instruction nécessaire pour donner les premiers secours en cas d'urgence. Il énumère le matériel médical existant sur le chantier ainsi que les mesures prises pour assurer l'hygiène des conditions de travail et celle des locaux destinés au personnel.

Selon les dispositions légales applicables, l'entrepreneur transmet, pour avis, examen ou information avant toute intervention sur le chantier, le PHS au médecin du travail, aux délégués du personnel et/ou au comité d'hygiène et de sécurité de l'entreprise, au Directeur Départemental du travail et de la main-d'œuvre, au chef de service de prévention de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie, ainsi qu'au Comité Régional de l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics selon les cas prévus par la loi.

Le PHS est évidemment transmis au maître d'œuvre qui pourra formuler toute demande de rectification avant ou durant l'exécution des travaux.

#### 4.7.2.2 Collège Interentreprises d'Hygiène et de Sécurité (CIHS)

Un CIHS doit être formé aux trois conditions suivantes :

- coût de l'opération supérieur à 12 MF TTC ;
- au moins 10 entreprises intervenantes (3 pour les travaux publics) ;
- au moins 100 salariés à un moment donné sur chantier.

Le Collège comprend :

- le maître d'œuvre ;
- les entrepreneurs et leurs sous-traitants ;
- l'agent de sécurité désigné par les membres du Collège ;
- les organismes officiels.

Il a pour mission de provoquer la mise en harmonie des PHS et de leur mise à jour, et de contribuer à la coordination des mesures prises pour assurer le respect des règles d'hygiène et de sécurité ; son président est en général le maître d'œuvre.

La périodicité des réunions est fixée par le Collège compte tenu entre autres des risques auxquels les travailleurs sont exposés : elle est au moins trimestrielle.

#### 4.7.2.3 Comité Particulier Interentreprises d'Hygiène et de Sécurité (CPIHS)

La formation du Comité est assujettie aux trois mêmes conditions que le CIHS (§ 4.7.2.2).

Le Comité comprend :

- les chefs d'entreprises ou leur représentant ;
- les représentants du personnel (connaissance et aptitude en matière d'hygiène et de sécurité) ;
- l'agent de sécurité du comité interentreprises ;
- le médecin du travail ;
- l'OPPBT ;
- le maître d'œuvre.

La mission du Comité est définie d'une manière très précise en neuf points à l'article 17 du décret du 9 juin 1977 et peut être résumée comme suit :

- inspecter le chantier en vue de s'assurer de l'application des prescriptions législatives et réglementaires ;
- susciter toute initiative relative à l'hygiène et à la sécurité ;
- développer le sens du risque professionnel et l'esprit de sécurité ;
- donner son avis sur les programmes de formation en matière de sécurité ;
- veiller à ce que toutes les mesures utiles soient prises pour assurer l'instruction et le perfectionnement du personnel pour l'hygiène et la sécurité ;
- s'assurer de l'organisation, de l'instruction et des consignes des équipes incendie et sauvetage ;
- participer aux enquêtes après chaque accident grave ;
- examiner les conditions d'application des mesures de coordination prévues par le collège interentreprises ;
- assurer, par le président du comité, la transmission des observations et suggestions au collège interentreprises.

Le Comité se réunit au moins tous les trois mois ou à la suite d'un accident grave. Il peut être également réuni à la demande de l'OPPBT ou à la demande motivée du tiers des membres représentant le personnel.

#### 4.7.3 Responsabilité

La norme NF P 03-001, relative à la sécurité, définit la responsabilité de l'entrepreneur.

« Chaque entrepreneur, pour ce qui le concerne, est tenu de prendre toutes les décisions afin d'assurer la sécurité du chantier, l'hygiène et la sécurité des travailleurs et la sécurité publique, et de se soumettre à toutes les obligations mises à sa charge par les lois et décrets en vigueur et à tous les règlements de police, de voirie ou autres ».

NF P 03-001	10-84	Marchés privés - Cahiers types - Cahier des clauses administratives générales applicables aux travaux de bâtiment faisant l'objet de marchés privés.
-------------	-------	--

Cependant, le maître d'œuvre est partie prenante dans la responsabilité car il établit la notice de sécurité et intervient au niveau du CIHS et du CPIHS. Enfin, sa responsabilité peut être



directement engagée sur le chantier s'il lance des travaux dont il a la coordination dans des zones dont la sécurité n'est pas assurée.

**Exemple :** une structure métallique possède des garde-corps mais ceux-ci sont simplement tenus par des points de soudure (cas fréquent). Si le maître d'œuvre lance un autre corps de métier (électricien) sur la structure et qu'il y a chute de personne due à la rupture des points de soudure, la responsabilité du maître d'œuvre sera certainement engagée.

## 4.8 Contrôle qualité

### 4.8.1 Étendue du contrôle

Le montage des installations doit, au terme du délai imparti, déboucher sur des ensembles en ordre de marche. Il n'est pas concevable que le travail accompli soit remis en cause au moment de la mise en route des installations, pour des raisons évidentes de planning d'abord, mais aussi pour les risques que les défaillances peuvent engendrer (soudures).

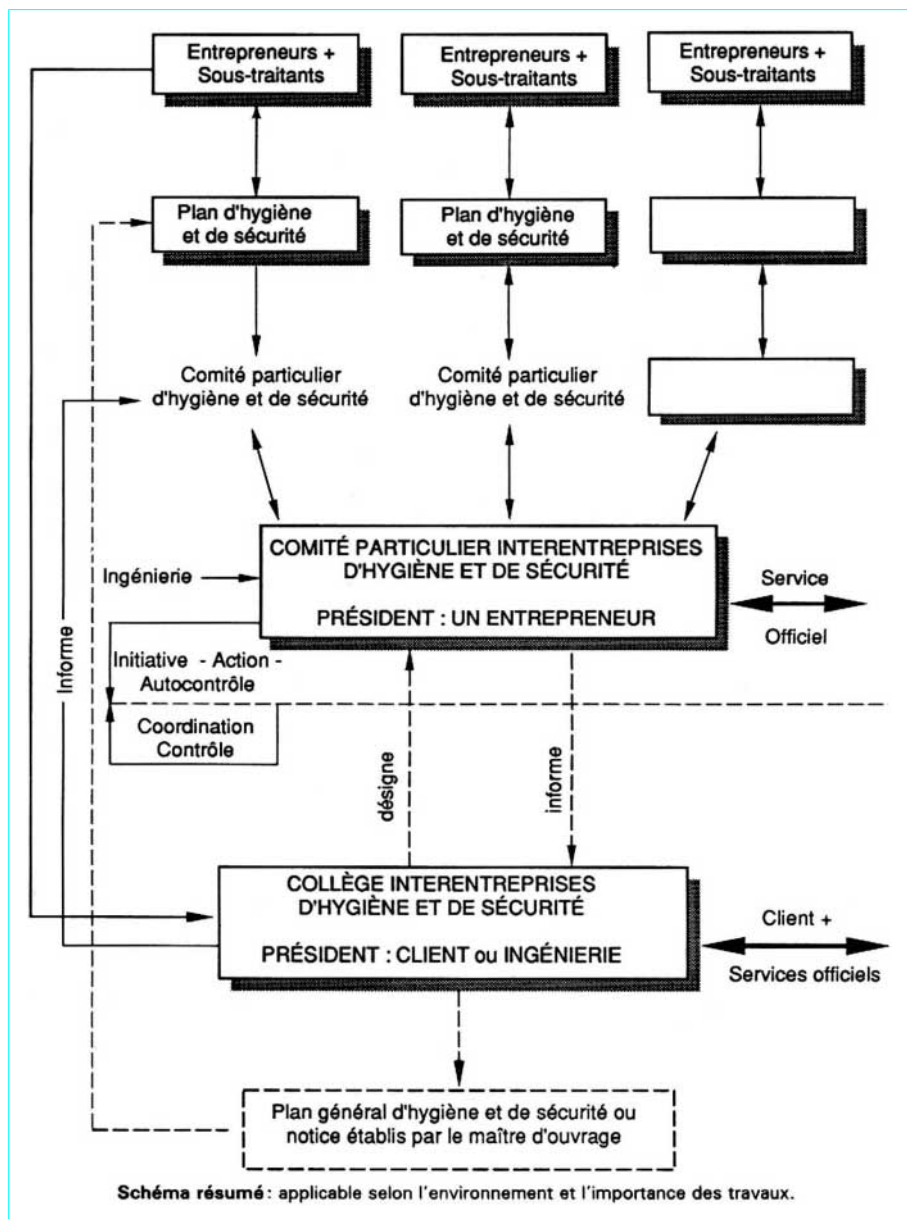


Figure 8 – Ouverture chantier. Sécurité

Le contrôle qualité doit être systématique s'il veut être efficace et couvrir toutes les phases de tous les corps de métier. Un soin particulier doit être apporté vis-à-vis d'actions pouvant entraîner l'irréversibilité. C'est le cas par exemple du coulage du béton car, en cas de non-conformité, la ruine de l'ouvrage est inévitable. Ce type d'action ne peut être entrepris qu'au vu des signatures libératoires attestant le bon résultat des contrôles effectués (implantation, ferrailage, coffrage, pièces incorporées).

#### 4.8.2 Formes utilisées

Les signatures sont recueillies sur des *formes* qui indiquent pour chaque ouvrage les contrôles à effectuer. L'entreprise et l'ingénierie procèdent systématiquement à tous les contrôles et signent dans les cases correspondantes. Le maître d'ouvrage intervient peu à ce niveau, mais peut exiger d'être prévenu pour assister à des essais particuliers. Par contre, sa signature est requise globalement en bas de la page ; cette signature n'implique nullement son approbation sur les essais prévus puisqu'il n'y a pas assisté. Elle atteste seulement qu'il n'a pas de commentaires à faire ni de remarques à formuler vis-à-vis de l'ouvrage désigné et de l'étendue du contrôle effectué.

#### 4.8.3 Procédures et intervenants

Le contrôle qualité doit viser à garantir l'exécution des ouvrages suivant les règles de l'art et leur conformité avec les plans et les documents. L'organisation de ce contrôle et la mise en place des moyens correspondants doivent être précoces et opérationnelles dès le début du chantier. Le regroupement de ces activités dans le groupe technique assure l'indépendance indispensable vis-à-vis de l'exécution des ouvrages et un accès facile aux plans et documents.

Le contrôle qualité fait intervenir en premier lieu l'entreprise chargée de la réalisation des travaux. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux, l'entreprise vise en regard de chaque phase de contrôle.

L'étape suivante fait intervenir les équipes de contrôle du maître d'œuvre. Pour certaines phases, les contrôles de l'entreprise et de l'ingénierie se font en même temps (verticalité des colonnes). Pour d'autres, elles sont différées dans le temps (implantation d'un massif béton). Le contrôle de l'ingénierie peut être effectué simplement par sondage si les risques encourus sont faibles (serrage des boulons haute résistance si le cisaillement est pris en compte dans le calcul en plus de la friction). Dans ce cas, la mention *contrôle par sondage* devra être portée sur le document.

Les représentants des fournisseurs, généralement gérés par l'ingénierie, définissent et effectuent les contrôles concernant leur matériel. Ils signent dans les colonnes correspondantes en lieu et place de l'ingénierie.

Enfin, dans la colonne client ou maître d'ouvrage, ce sont en général les organismes officiels qui suivent les contrôles pour lesquels ils sont mandatés.

### 4.9 Organisation de fin de chantier

#### 4.9.1 Organisation en système

La fin du chantier est soit la fin du montage mécanique, soit la fin des essais préliminaires à la mise en route. Dans le premier cas comme dans le second, il est impossible de dire, sur des opérations de plusieurs milliers ou plusieurs millions d'heures, que tous les travaux sont terminés en même temps. Le temps nécessaire à la vérification est tel que la réception doit s'étaler sur des jours, voire des semaines, avant la date contractuelle de fin de travaux. Cela implique que l'organisation de fin de travaux permette de procéder par étape. Alors que,

jusqu'à la phase de finition, le critère géographique était déterminant dans l'organisation de la construction, celui-ci va être abandonné au profit de l'organisation en systèmes découlant des besoins de la mise en route.

Chaque système est constitué à partir des plans de circulation des fluides (PCF) sur lesquels les équipes de mise en route définissent des ensembles cohérents au point de vue de l'exploitation. Ces systèmes vont d'ensembles simples comme par exemple les réseaux vapeurs jusqu'à de petites unités complètes. À partir des PCF annotés, les équipes de construction ressortent tous les ouvrages concernés dans tous les corps d'état et organisent leur achèvement en priorité.

#### 4.9.2 Établissement des listes de remarques

Lorsque les travaux et épreuves d'un système sont suffisamment avancés, il peut être procédé à la vérification détaillée. Cette vérification et l'établissement des remarques correspondent à des superpositions au contrôle qualité ayant abouti à la signature des guides d'essais mécaniques. Un ouvrage vérifié a pu subir dans le temps des dégradations volontaires (modification) ou non. Par ailleurs, l'esprit du contrôle peut changer car les installations ne sont pas regardées uniquement en termes de conformité par rapport aux documents du contrat, mais en fonction de leur utilisation et de leurs performances futures.

Les équipes intervenant lors de ce contrôle final sont :

- les **équipes de supervision de l'ingénierie et du maître d'ouvrage** ; ce dernier intervient généralement plus activement à ce stade que dans le passé en détachant sur le site des équipes d'exploitants d'unités similaires ;
- les **équipes de mise en route de l'ingénierie et/ou du maître d'œuvre** ; celles-ci induisent généralement des modifications relatives à la conduite des opérations même si les installations sont conformes ;
- les **équipes des futurs exploitants** ; elles peuvent engendrer des modifications propres à l'exploitation (accessibilité des instruments de contrôle locaux, orientation des vannes, etc.) ;
- les **représentants du bailleur de licence** (fournisseur du procédé) ; ils apportent des corrections ou des améliorations qui ont pu être mises au point depuis la cession de la licence.

La compilation et l'analyse de toutes ces remarques n'est pas seulement technique mais aussi contractuelle. Leur traitement demande du temps, d'où l'intérêt de commencer cette procédure le plus rapidement possible.

L'exécution des travaux correspondants est faite par une structure parallèle à celle existante (généralement en régie) avec un environnement de nouvelles procédures (les modifications peuvent, par exemple, concerner des réseaux de tuyauterie déjà éprouvés et réceptionnés par un organisme officiel).

#### 4.9.3 Procédure de transfert des installations. Signature des documents de réception

La signature du maître d'ouvrage au bas du document de réception est toujours difficile à obtenir d'autant qu'elle libère l'exécutant de pratiquement toutes ses responsabilités.

En général, ce ne sont pas les représentants locaux qui signent le certificat contractuel de réception. Ils sont seulement chargés d'attester que les opérations sur le terrain sont terminées et signent à cet effet les certificats partiels issus de la découpe des unités en systèmes.

Les signatures du certificat de prise en charge des unités par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre se font au niveau des chefs de projet.

La découpe des installations en sous-ensembles ou systèmes ainsi que celle de leur exécution et de leur mise en route présentent beaucoup d'avantages pour tous les intervenants.

Même si elle n'est pas contractuelle, la procédure de transfert progressif par système est toujours bien accueillie par les clients, ceux-ci pouvant aller jusqu'à établir des avenants pour disposer plus tôt d'une partie de leur installation. Chaque fois qu'un système est accepté, il doit donner lieu à la signature d'un certificat d'achèvement partiel, la signature du certificat contractuel n'intervenant que lorsque tous les certificats partiels sont signés.

### 4.9.4 Repli du chantier

Le repli du chantier est une phase délicate qui doit être entreprise et conduite avec beaucoup de fermeté et de rigueur.

Il comprend :

- la démobilisation du personnel ;
- l'archivage des documents ;
- le démontage des installations et la remise en état du site.

La démobilisation du personnel, qui doit être préparée à l'avance, anticipe forcément sur le bon déroulement des opérations et subit à ce titre de nombreuses révisions. Cependant, la démobilisation doit être conduite avec fermeté ; fixer le départ d'un collaborateur, c'est aussi fixer un objectif pour la terminaison des tâches dont il a la charge.

L'archivage des documents et l'acheminement de ceux-ci vers le siège de l'ingénierie est la dernière tâche importante du chef de chantier. C'est en général après ce travail que le représentant local quitte ses fonctions en laissant sur place une petite équipe pour régler les derniers problèmes, démonter les installations et remettre en état le site des installations temporaires.