

# Organisation des chantiers de travaux publics

par **Jean-Pierre LEFEBVRE**

*Ingénieur ESTP, membre de la délégation technique de la FNTP  
Gérant de JPL BTP Consultant*

<b>1. Contexte .....</b>	<b>C 112v2 – 2</b>
<b>2. Préparation.....</b>	<b>— 2</b>
2.1 Personnel .....	— 3
2.1.1 Encadrement .....	— 3
2.1.2 Personnel d'exécution .....	— 3
2.2 Études d'exécution .....	— 4
2.3 Documents précisant l'organisation .....	— 4
2.4 Méthodes d'exécution, matériaux et matériel.....	— 5
2.5 Plannings .....	— 6
2.6 Partenaires et sous-traitants .....	— 6
2.7 Sur site ou dans les locaux de l'entreprise .....	— 7
<b>3. Fonctionnement de l'organisation .....</b>	<b>— 7</b>
3.1 Installations de chantier .....	— 8
3.2 Préfabrication .....	— 8
3.3 Sécurité, qualité, environnement (SQE) .....	— 8
3.4 Suivi de l'avancement et du budget.....	— 9
3.5 Approche du client .....	— 10
3.6 Gestion des interfaces et points clefs.....	— 10
3.7 Aléas et imprévus.....	— 10
3.8 Communication .....	— 10
<b>4. Après les travaux : réception, garanties, maintenance .....</b>	<b>— 11</b>
<b>5. Chantiers à l'International .....</b>	<b>— 11</b>
<b>6. Conclusion.....</b>	<b>— 11</b>
<b>Pour en savoir plus.....</b>	<b>Doc. C 112</b>

**C**e dossier est destiné à tous les ingénieurs impliqués dans les travaux publics et, plus particulièrement, aux directeurs de chantiers.

*L'organisation des chantiers de travaux publics, correspond à l'action de préparer le chantier selon un plan précis, mais aussi la manière dont les intervenants sur ce chantier sont structurés et agencés. Ces deux aspects seront étudiés dans ce dossier, le premier aspect plus spécifiquement dans la phase de préparation, et le second dans la phase de réalisation.*

## 1. Contexte

On désigne par chantiers de travaux publics (TP) tous les chantiers de pont, de route, de voie ferrée, de terrassement, d'assainissement, d'aéroport, de canalisation, de ligne électrique... réalisés pour le compte de maîtres d'ouvrages publics, mais aussi privés.

Les Travaux Publics se différencient des Bâtiments (logements, bureaux, écoles, hôpitaux, hangars) qui ont comme but d'abriter des personnes ou des biens.

Les entreprises de travaux publics, organisées généralement de manière décentralisée (holding de tête, directions régionales, filiales, agences, chantiers), considèrent les chantiers comme leurs produits. Elles les vendent, puis les réalisent, contrairement à l'industrie qui produit avant de vendre. Plusieurs milliers de chantiers de TP peuvent être réalisés par une même entreprise chaque année en France. Peugeot, Renault fabriquent des voitures... les entreprises de travaux publics produisent des chantiers. Ces chantiers sont en même temps les entités les plus petites de l'organisation de ces entreprises.

Le but de ce dossier n'est pas d'étudier l'organisation des entreprises de TP, mais celle de leurs entités élémentaires : les chantiers de TP. L'organisation des entreprises de TP et l'organisation des chantiers de TP sont imbriquées. En effet, selon la répartition des moyens de l'entreprise entre ses différents niveaux (directions régionales, agences locales, chantiers), plus ou moins de tâches devront être réalisées sur site.

L'organisation d'un chantier courant (l'application de quelques centaines de mètres de béton bitumineux sur une route départementale, par exemple) ou celle d'un chantier exceptionnel (construction d'une centrale nucléaire de 1 500 MW, par exemple) sont très différentes. Les différences entre ces deux types d'organisation seront mises en exergue tout au long de ce dossier.

Les chantiers de travaux publics se caractérisent par des réalisations généralement uniques, dans des lieux toujours différents, en plein air et dans des délais acceptés par l'entreprise dans son contrat. Le directeur de chantier a une triple obligation de résultats :

- réaliser un ouvrage avec la qualité requise ;
- respecter les délais ;
- atteindre ses objectifs de rentabilité.

À défaut, les conséquences sont considérables et peuvent conduire jusqu'à la disparition de son entreprise.

**Unicité et obligation de résultat conditionnent fortement l'organisation des chantiers de TP.**

Les chantiers courants sont réalisés généralement par une seule entreprise, tandis que les chantiers exceptionnels sont souvent en groupement c'est-à-dire pris en charge par plusieurs entreprises associées momentanément. En droit français, différentes structures juridiques existent comme, notamment, les groupements momentanés d'entreprises conjointes ou solidaires ou la Société en Participation (SEP). Répartition des tâches ou travail en intégré (chaque entreprise met à disposition du personnel et c'est ensemble qu'est réalisé ensuite le chantier) sont les deux grandes lignes distinctives de ces deux types d'organisation.

Les groupements sont assez adaptés pour les travaux routiers ou la répartition des tâches entre les entreprises peut se faire aisément. Les SEP sont plus adaptées aux ouvrages exceptionnels, type centrale nucléaire ou barrage. On veillera notamment à ce que le comité de direction, comme son nom ne le précise pas assez, soit un organisme de prise de décisions et de contrôle, le directeur de chantier devant rester la cheville ouvrière de son chantier.

De nombreux acteurs interviennent dans l'organisation des chantiers de travaux publics : maître d'ouvrage, assistant maître d'ouvrage, maître d'œuvre, coordonnateur de la sécurité et de la protection de la santé, etc. Tous ces intervenants agissent sur l'organisation des chantiers de TP : le maître d'ouvrage selon ses besoins, les autres intervenants selon les missions qui leur sont confiées par contrat. L'influence du maître d'ouvrage, le payeur final, est prépondérante. Un même chantier pour Réseau Ferré de France (RFF) ou Aéroport de Paris (AdP), par exemple un pont routier, sera organisé différemment de celui commandé par un conseil général, les exigences et les capacités techniques internes étant différentes.

Un chantier de TP peut être confié par le maître d'ouvrages à plusieurs entreprises, chacune intervenant sur une partie de l'ouvrage la considérant comme un chantier à part entière. Une coordination de ces chantiers est alors mise en œuvre.

La décision de faire intervenir plusieurs entreprises indépendantes sur un même site doit rester l'apanage des maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre très expérimentés dans le type de chantier qu'ils font réaliser (figure 1).

## 2. Préparation

Les entreprises de TP étudient plusieurs affaires pour en conclure une seule, l'organisation d'un chantier donné n'est pas finalisée lorsque l'entreprise remet son prix. L'éventuel futur directeur de chantier est cependant généralement connu. Ce n'est que lorsque l'entreprise sait qu'elle va obtenir le chantier, que la préparation démarre effectivement.

■ **Un chantier de travaux publics doit être préparé minutieusement** pour éviter toute improvisation préjudiciable à sa réussite. La période de préparation du chantier doit être suffisamment longue pour le mettre au point. La gestation politique et administrative d'un chantier de TP prend parfois plusieurs dizaines d'années : il serait paradoxal de n'avoir que peu de temps pour le préparer.

Les maîtres d'ouvrages, qui laissent peu de temps pour la préparation, ne peuvent pas espérer une bonne organisation de leur chantier.

On peut estimer, par **exemple**, qu'un chantier de deux ans devrait avoir une période de préparation de 25 % du temps des travaux, soit 6 mois, mais qu'un chantier de un mois devrait avoir une période de préparation de même durée.



**Figure 1 – Centrale nucléaire, exemple de plusieurs entreprises de TP sur le même site, coordonnées par EDF**



**Figure 2 – Viaducs d'Avignon, un viaduc après l'autre. Lancement avec un seul équipage (poutre)**

■ Lorsqu'un directeur de chantier démarre son nouvel ouvrage, il doit lire en détail les pièces du marché conclu, mais aussi l'étude initiale (dont le dossier de consultation) et l'offre. En effet, ces documents définissent les besoins du donneur d'ordre et les options prises par les ingénieurs d'études de prix pour les satisfaire. Il doit y déceler les points faibles de l'étude et du marché signé, points faibles qui peuvent être sources de différends ou d'amélioration du résultat du chantier. Il contactera son réseau personnel pour se renseigner sur les ouvrages similaires déjà réalisés afin d'en connaître les difficultés et avoir connaissance des problèmes rencontrés. Il s'attachera à visiter des chantiers similaires et à rencontrer ses homologues, à récupérer des plannings... Il lira les articles techniques récents, français et étrangers, correspondants. Une recherche sur internet est à faire pour les chantiers non courants. En cas d'utilisation d'une technique nouvelle, ce travail de recherche est indispensable. Cette réflexion permettra de dessiner les grandes lignes de l'organisation au-delà de ce que dicte le bon sens.

**Exemples** : des fondations vers les superstructures, bien entendu, mais comment ?

Faut-il attendre les basses eaux pour construire telle pile en rivière ?

Comment profiter de la bonne saison pour faire tel remblai délicat ?

Faut-il monter les deux enceintes d'un réacteur nucléaire en même temps ou l'une après l'autre ?

Faut-il lancer un pont d'une culée ou des deux culées ? (figure 2). Ces décisions impacteront toute l'organisation du chantier.

## 2.1 Personnel

Pour un chantier de TP courant, c'est-à-dire réalisé de façon régulière par l'entreprise, tel que la pose de quelques centaines de mètres de canalisation, le recalibrage de quelques kilomètres d'une route départementale, etc., la mobilisation du personnel ne sera pas un problème, car ce chantier se déroule généralement après un autre chantier similaire en cours d'achèvement. Le directeur de ce chantier courant s'attachera à récupérer un noyau de personnel habitué à travailler ensemble, tout en le complétant par du personnel muté ou nouvellement embauché. L'incorporation de quelques collaborateurs, appréciés pour leur prestation sur un précédent chantier, permettra de limiter la période à faible productivité inhérente à un début de chantier.

Notons que les TP sont un des secteurs économiques les moins féminisés, ce qui est regrettable. Les choses changent actuellement, mais les postes d'encadrement direct des compagnons (ouvriers de chantier) restent difficiles à tenir pour une femme, ces compagnons admettant difficilement l'autorité féminine.

### 2.1.1 Encadrement

■ Pour les chantiers exceptionnels, un premier organigramme est défini dès l'étude initiale. Le directeur de chantier a comme première tâche de le valider, puis d'établir un planning de mobilisation de son équipe et du personnel. Puis, il doit les « récupérer » à temps, donc obtenir qu'ils soient libérés de leur précédente tâche à la date prévue dans ce planning de mobilisation. **Ce point est capital.**

Un retard de mobilisation équivaut déjà à un retard sur le planning du chantier. Mieux vaut donc se tromper par surestimation des besoins d'encadrement que de les sous-estimer. Il sera toujours temps de libérer un responsable en surnombre lorsque le chantier sera bien démarré. L'organisation du chantier sera adaptée au personnel d'encadrement effectivement recruté par modification du périmètre individuel de responsabilité. Ainsi, si un chef de chantier est peu expérimenté dans l'usage d'un nouveau matériel d'étalement, la vérification de la conformité aux plans de cet étalement sera du ressort du conducteur de travaux.

L'organisation du personnel des chantiers exceptionnels est directement liée à l'organisation globale du chantier : par exemple, par zones de travaux (c'est ainsi que pour un chantier de centrale nucléaire, on distinguera les équipes du réacteur, de celles de la salle des machines, de celles du bâtiment combustible... et l'encadrement et le personnel seront répartis en sections correspondantes). Une organisation par types de travaux peut être aussi envisagée. Ce dernier type d'organisation est usuel dans les chantiers linéaires, tels que la construction d'une autoroute où l'on distingue les équipes de terrassement, de celles des ouvrages d'assainissement, de celles des chaussées...

■ Une entreprise se structure au fur et à mesure de son développement. **Un chantier de TP doit se structurer en quelques jours ou semaines.** Un organigramme de l'encadrement est à préciser le plus tôt possible et les descriptifs des missions et des responsabilités de chacun seront écrits et connus de tous, tout en respectant la classification des conventions collectives (convention collective nationale des ETAM des travaux publics, convention collective nationale des cadres des travaux publics, cf. [Doc. C 112]).

Les chantiers exceptionnels peuvent avoir sur le site tous les services habituels d'une entreprise : service du personnel, service comptable, service des méthodes (appelé souvent « cellule méthodes »), services généraux... On s'attachera à une certaine polyvalence des responsables pour pouvoir gérer leurs futures absences.

Les trois missions – sécurité, contrôle qualité et suivi des problèmes d'environnement – seront, soit confiées au même responsable, soit ventilées parmi plusieurs personnes selon l'ampleur du chantier.

L'organisation du chantier de TP évitera la mise en compétition des responsables de l'encadrement comme mode de management afin de ne pas les distraire de l'objectif commun momentané : la réussite du chantier.

### 2.1.2 Personnel d'exécution

Le personnel d'exécution (les ouvriers, appelés souvent « compagnons » sur les chantiers de TP) est réparti en équipe de six à huit sous l'autorité d'un chef d'équipe. Une partie du personnel d'un chantier de TP est permanent à l'entreprise (CDI). Le reste de l'effectif est constitué par du personnel embauché pour la durée du chantier, ou par des intérimaires.

ANPE et agences d'intérim sont les partenaires naturels, surtout lorsqu'il est nécessaire de recruter à l'étranger des ouvriers relevant de professions n'existant plus en France (comme des mineurs pour les travaux de tunnels).

**Les TP sont un des rares secteurs où l'ascenseur social fonctionne** (possibilité de gravir des échelons sociaux sous condition d'avoir courage, volonté et intelligence). Aussi, les contrats comprennent-ils souvent une clause sociale d'insertion de personnel en chômage longue durée (par exemple 7 % des heures travaillées doivent être exécutées par des personnes en insertion).

Cette clause peut être respectée en faisant appel aux services d'une entreprise de travail temporaire d'insertion.

Le directeur de chantier doit « lisser » sa courbe d'effectif. Il doit prévoir une mobilisation progressive du personnel, un palier, puis une phase de démobilisation progressive pour faciliter la réinsertion de tous après le chantier (que ce soit dans l'entreprise ou ailleurs). On modifiera le planning de travaux si celui-ci conduit, en cours de chantier, à des variations en dents de scie du nombre d'ouvriers. À défaut, des troubles sociaux pourraient se produire, les ouvriers (y compris les intérimaires) n'acceptant généralement pas que leur nombre varie en cours de chantier, alors que le planning pourrait être modifié.

Pour les chantiers exceptionnels, étant donné le manque d'ouvriers qualifiés en France, il est habituel de prévoir en début de chantier des formations complémentaires. Former, par exemple, des coffreurs ou des grutiers, qualifier des soudeurs, etc., peut être indispensable. Un responsable des Ressources humaines, directement rattaché au directeur de chantier, est alors nécessaire.

Le directeur de chantier définira la grille de salaires et des indemnités applicables sur son chantier. En cas de groupement d'entreprises, si les salaires sont difficilement uniformisables, les indemnités (de déplacement, de trajet...) et les primes (de résultat, de sécurité...) doivent l'être.

## 2.2 Études d'exécution

On distingue les études de conception et les études d'exécution.

**Les études de conception** couvrent l'ensemble des études en amont des projets : faisabilité, avant-projet, modélisation... Sauf cas exceptionnel (concours ou marché en conception-construction), ces études sont réalisées avant même l'appel d'offre.

Le rôle des maîtres d'œuvre étant moins prépondérant en France qu'à l'étranger (notamment que dans les pays anglo-saxon), il est exceptionnel en France que le marché ait été conclu avec **des études d'exécution** achevées. Celles-ci sont, soit réalisées par un maître d'œuvre sous contrat direct avec la maîtrise d'ouvrage, soit réalisées par l'entreprise. Ces études sont souvent comprises dans le délai.

Pour les chantiers courants (type pose de canalisation), les études d'exécution sont sans difficulté particulière et, la plupart du temps, sont réalisées par l'entreprise de TP.

Pour les chantiers exceptionnels, les études d'exécution représentent un point de passage incontournable pour le succès du chantier dans les trois aspects : qualité, prix, délai. Même si les études d'exécution ne sont pas réalisées par l'entreprise de TP, le directeur du chantier de TP, ou son représentant, devra s'y impliquer, notamment pour le phasage, c'est-à-dire le découpage de l'ouvrage en plots, en éléments... plus aisément constructibles que l'ensemble, (figure 3) et pour les détails d'exécution qui conditionnent le matériel à mettre en œuvre. Ces études peuvent être une source d'économies ou de pertes importantes du point de vue des quantités de matériaux à mettre en œuvre.

L'organisation du chantier doit tenir compte de ce phénomène *a priori* étrange pour les non initiés : on commence à construire alors que tout n'est pas défini. Ainsi, des radiers de réacteurs nucléaires ont été construits, alors que les plans d'exécution des enceintes de confinement n'étaient pas dessinés !

Le planning général doit laisser le temps nécessaire à ces études, et il doit comprendre des marges de manœuvre en cas de retard.

On ne démarrera pas les travaux sans être sûr que ceux-ci ne « rattraperont » pas les études, ce qui conduirait à stopper les travaux, avec des conséquences financières considérables. Une comparaison de la cadence de livraison des premiers plans permettra



Figure 3 – Pont d'avions au-dessus de l'autoroute A 1. Tablier exécuté en plusieurs phases

de s'assurer qu'au contraire, au fur et à mesure que les travaux se dérouleront, les études prendront de plus en plus d'avance. On retardera éventuellement le démarrage des travaux pour éviter d'avoir du matériel et du personnel immobilisés faute de plans.

Il est devenu exceptionnel de réaliser les études d'exécution sur le chantier lui-même depuis que les transferts de plans et données sont devenus communs par internet. Comme Word ou Excel dans d'autres domaines, Autocad, grâce à sa convivialité et sa versatilité, est devenu le programme incontournable utilisé couramment dans tous les plans d'ouvrages de TP (fichiers portant l'extension « . dwg »).

## 2.3 Documents précisant l'organisation

Lors de la phase de préparation du chantier, la Déclaration d'intention de commencer des travaux (DITC) doit être envoyée à la mairie. Doivent être aussi prévenus l'Inspection du travail, les services de la sécurité sociale, l'OPPBT, la gendarmerie, la préfecture... etc. La plupart des entreprises ont à ce sujet une check list précisant toutes les formalités à accomplir en fonction de la nature des travaux.

Mais certains de ces documents définissant l'organisation même du chantier de TP sont à préparer.

■ Ainsi, en est-il du **PPSPS ou Plan particulier de sécurité et de protection de la santé**. Bien que des efforts considérables aient été faits depuis plusieurs années, le nombre d'accidents dans les TP restent élevé. L'organisation du chantier doit être pensée dans l'optique de la prévention des risques.

Le PPSPS ne doit pas être un simple copier-coller d'un chantier précédent. On s'efforcera de le rendre très concret, visuel, de le préparer en y impliquant le plus d'intervenants possibles. On s'appliquera à bien définir qui est responsable de quoi : qui, par exemple, est responsable du montage d'un échafaudage, et qui doit le vérifier avant que les ouvriers n'y montent. Toutes les tâches seront étudiées du point de vue sécurité.

Le PPSPS sera bien sûr évolutif en fonction de l'avancement du chantier : les risques en phase de terrassement (circulation d'engins, explosifs..., figure 4) n'étant pas les mêmes que pendant la phase superstructure – parties de l'ouvrage en élévation – (risque de chute d'objet, interférence des grues...).

■ De même, le **PAQ ou Plan d'assurance qualité** décrit l'organisation du chantier et comment les travaux vont être réalisés avec la qualité requise et démontrée au client (à savoir le respect des normes, des DTU, des critères du marché, des règles de l'art...). Lors de la phase de préparation, ce PAQ sera d'une grande aide à l'organisation du chantier.





**Figure 4 – Terrassement préalable à un pont près d'une ligne à grande vitesse. Risque de coulées de boues sur la voie du TGV**

Y apparaîtront notamment les missions de chacun. Qui, par exemple, vérifie les armatures avant bétonnage, qui vérifie la qualité d'un remblai au fur et à mesure qu'il est monté ? Comment prévient-on les défauts de qualité ? Comment remédie-t-on au problème si un défaut apparaît quand même ? Les missions du contrôle interne à l'entreprise et celle du contrôle externe y sont définies.

Les ouvrages de TP sont généralement construits pour une durée de vie longue (parfois jusqu'à 100 ans ou plus) et l'organisation doit donc garantir cette durée de vie (par des tests de vieillissement accéléré par exemple). Même si un responsable de la qualité est souvent désigné sur un chantier de TP, tous les intervenants doivent être impliqués dans cette démarche de qualité. En cas de certification de l'entreprise, l'ensemble de cette démarche est encadré. Une liste de toutes les spécifications à préparer au fur et à mesure du chantier sera jointe à ce PAQ.

Par **exemple**, sur un chantier de centrale nucléaire, plusieurs centaines de spécifications seront rédigées et mises en œuvre : bétonnage de la table support du groupe turbo-alternateur, mise en place de la précontrainte de l'enceinte interne de confinement, joints entre bâtiments...

■ Les chantiers de TP modifient les paysages, la nature environnante. On comprend donc l'importance du **Système de management environnemental ou SME** qui doit décrire complètement comment seront traitées, minimisées, toutes les conséquences environnementales de ce chantier (figure 5). Ce SME reprend tous les engagements de l'entreprise, tant au niveau global, si celle-ci est certifiée, que ceux pris lors de la remise de l'offre et des variantes.

L'organisation du chantier peut être fortement modifiée en fonction de ces engagements. Ainsi, si des engagements ont été pris sur les nuisances du bruit au moment de l'offre sur des travaux en zone urbanisée, ils conditionneront le choix du matériel, des heures des postes de travail, des méthodes d'exécution...

On note que le management de l'environnement correct sur les chantiers devient un **critère d'attribution des marchés de TP** (comme le prix ou le délai).

■ Ces 3 documents – PPSPS, PAQ et SME – sont les outils qui guident et définissent l'organisation du chantier. Documents de centaines de pages et croquis élaborés par toute une équipe pour les chantiers exceptionnels, ces documents se réduisent à quelques feuilles pour les chantiers courants, mais leur finalité reste la même.



**Figure 5 – Pont de Crest. Pont en bois écocertifié. Remarquer l'incidence des piles sur l'écoulement des eaux**

■ En complément, les **délégations internes de pouvoirs et de responsabilités** (éventuellement pénales en cas d'accident) seront faites avec soin, adaptées aux intervenants et, bien entendu, homogènes avec l'organigramme du chantier. Le directeur de chantier ne devra jamais oublier qu'en cas d'accident sa responsabilité personnelle sera recherchée (poursuite pénale en cas d'infraction à la législation du travail, notamment dans le cadre de la loi de modernisation sociale du 17 janvier 2002).

## 2.4 Méthodes d'exécution, matériaux et matériel

■ Les **méthodes d'exécution** définissent comment seront exécutées les différentes tâches : phase de terrassement, étalement, détail d'accrochage des consoles de coffrage... Elles doivent être très détaillées et longuement réfléchies, le (ou les) ingénieur(s) ou projeteur(s) en charge devant s'entourer des conseils des personnes les plus expérimentées de l'entreprise voire, pour les chantiers exceptionnels, en s'appuyant sur un collège d'experts.

Généralement, les entreprises disposent d'un service, au siège, qui réalise ces méthodes pour les chantiers courants. Sur les chantiers exceptionnels les méthodes d'exécution, c'est-à-dire tous les plans et les schémas décrivant pas à pas toutes les étapes d'une phase de chantier, sont souvent conçues et réalisées sur le chantier. La cellule « méthodes » (petit groupe de techniciens) est à mobiliser au plus vite (cette cellule sera constituée, par exemple, pour une centrale nucléaire de deux ingénieurs, de trois projeteurs et de trois dessinateurs). Ces méthodes peuvent éventuellement être sous-traitées à une des sociétés de services spécialistes en la matière (cf. annuaire Sageret [Doc. C 112]).

Les tâches les plus ardues doivent être simulées en 3 dimensions pour vérifier que rien n'a été oublié : ce sera le cas pour la mise en place d'une selle en tête de pylône d'un pont suspendu, le décintrement d'un dôme de réacteur nucléaire... etc., (grâce, par exemple, au logiciel AutoCAD Civil 3D).

Le développement des moyens informatiques conduit à visualiser de plus en plus de phases du chantier sous la forme de simulations numériques très réalistes (par exemple avec Virtools de Dassault Systèmes, cf. [Doc. C 112]).

Présenter et finaliser les méthodes d'exécution avec les chefs de chantiers les plus expérimentés est un bon moyen d'obtenir d'entrée leur adhésion et d'éviter quelques erreurs.

■ Pour les **matériaux**, délais et prix conditionnent l'organisation de leurs achats. Un planning des approvisionnements est à établir au plus tôt. Pour les chantiers les plus exigeants en matériaux, type chantier autoroutier, les matériaux d'apport seront choisis et

retenus avant même la remise de l'offre, voire un ou deux ans avant l'appel d'offre dans le cadre de contrat de forage par exemple.

**Exemple.** Vouloir acheter tardivement 200 000 t de granulats à la carrière voisine peut conduire, si aucun transporteur n'est en mesure de livrer à temps d'une autre carrière, à une augmentation considérable du prix.

Ces achats dépassent l'organisation d'un chantier de TP unique, mais relèvent de l'organisation de l'entreprise de TP toute entière.

**On notera**, d'ailleurs, que les achats les plus courants sur un chantier de TP relèvent de plus en plus de contrats cadres, négociés au niveau de la holding de tête de l'entreprise de TP qui bénéficie ainsi de remises importantes, compte tenu des quantités achetées.

Les chantiers exceptionnels nécessitent souvent des consultations internationales pour obtenir un juste prix, les quantités commandées pouvant perturber le marché français.

■ En ce qui concerne le **matériel**, on évitera de travailler au plus juste : minimiser le nombre d'équipages d'un pont à voussoirs coulés en place est une décision qui doit être mûrement pesée et chiffrée (balance entre l'investissement supplémentaire, le délai gagné, les possibilités de revente, etc.). Utiliser une grue de puissance limitée conduira peut-être à devoir amener une grue mobile de forte capacité en cours de travaux. À chaque fois un bilan économique et une analyse de risques doivent être faits.

Le matériel disponible de l'entreprise sera également une donnée incontournable, certains chantiers ne pouvant être exécutés qu'avec certaines machines spécifiques (figure 6). Pour la mise en œuvre de matériel très spécifique, type tunnelier ou centrale à béton, du personnel de conduite expérimenté est indispensable. Il est formé habituellement lors de l'achat du matériel (avec l'aide du fournisseur).

Fabrication du béton par une centrale d'entreprise sur le chantier, ou achat de béton prêt à l'emploi ? Étalement d'entreprise ou étalement loué monté ? Coffrage grimpant ou auto-grimpant ? Bétonnage à la pompe ou à la grue ?... Quatre exemples de questions à se poser, quatre exemples de décisions d'organisation qu'il faudra prendre.

Pour l'informatique de bureautique, on s'attachera à mettre en œuvre le matériel le plus récent. En effet, l'éloignement des chantiers de TP du siège de l'entreprise peut être largement compensé par les moyens de communication actuels : accéder rapidement à Internet, aux bases de données ou de gestion de connaissances, à la comptabilité de l'entreprise, est obligatoire.



Figure 6 – Slipform (machine à coffrage glissant pour chaussée en béton) de grande largeur à Roissy

Le suivi des plans, des courriers, etc., sera centralisé dans une base informatique unique accessible à tous suivant un processus d'autorisations hiérarchisées. De nombreuses solutions existent (par exemple PROSYS, cf. [Doc. C 112]).

## 2.5 Plannings

Ils vont définir comment s'organisent les différentes tâches d'un chantier de TP les uns par rapport aux autres. Les chantiers les plus complexes ne sont que la compilation d'une multitude de tâches élémentaires imbriquées les uns dans les autres. Tout l'art de l'organisation d'un chantier de TP est d'arriver à réduire ces tâches élémentaires à une taille où elles seront plus simples, puis à les organiser.

■ **De nombreux programmes informatiques existent** (PSN de Sciforma Corp., MS project de Microsoft...). On distinguera deux familles :

- les programmes classiques où sont indiqués, en abscisses, le temps et, en ordonnées, les tâches ;
- les programmes dits « chemin de fer » pour lesquels l'espace est en abscisses et le temps en ordonnées. Ces derniers programmes sont bien adaptés aux ouvrages linéaires, type autoroute ou voie de TGV.

Les moyens graphiques informatiques 3D permettent de mixer ces 2 types de planning.

■ **En premier lieu**, un planning de mise en place de l'organisation elle-même du chantier est à préparer. Puis, un planning de décisions et, enfin, le programme de travaux proprement dit.

Un planning (dit « contractuel ») fait partie des pièces du marché mais, lors de cette phase de préparation, on établira le planning des objectifs du chantier en dégagant du temps, tout au long de son déroulement, pour les aléas. On s'attachera à programmer une fin de chantier en avance, cette avance pouvant induire des gains considérables, alors qu'*a contrario* tout retard entraîne des pertes, l'application de pénalités, sans parler du mécontentement du client.

On définira également le chemin critique (selon la terminologie *Project Evaluation and Review Technique*, PERT).

Le planning « objectif » englobe l'ensemble des tâches du chantier et on les détaillera au maximum par zones de travaux (figure 7). De plus, pour des points clefs du chantier, on réduira l'échelle du temps.

■ Par **exemple**, programmer des travaux de piste sur un aéroport en activité conduit à des plannings définis à l'heure près.

■ **L'ensemble des tâches planifiées conduira à des heures de travail** à réaliser, à des heures d'engins par semaine, par mois... qui devront être homogènes avec l'effectif et le matériel effectivement mis en place. On s'attachera à ce que l'ensemble de l'équipe de direction adhère à ces plannings lors de leur établissement en les leur présentant pour commentaires avant diffusion.

## 2.6 Partenaires et sous-traitants

Le choix des partenaires et sous-traitants est un élément clef de l'organisation des chantiers de TP, plus particulièrement lorsque leurs travaux sont imbriqués avec les travaux propres de l'entreprise titulaire du contrat (c'est-à-dire lorsque tout retard dans l'exécution des travaux effectués par ces partenaires ou sous-traitants retardent immédiatement et d'autant les travaux de l'entreprise titulaire). Ainsi, le choix du sous-traitant qui pose les armatures avant chaque bétonnage peut influencer fortement la productivité du chantier... Les partenaires sont généralement connus dès la remise de l'offre initiale.

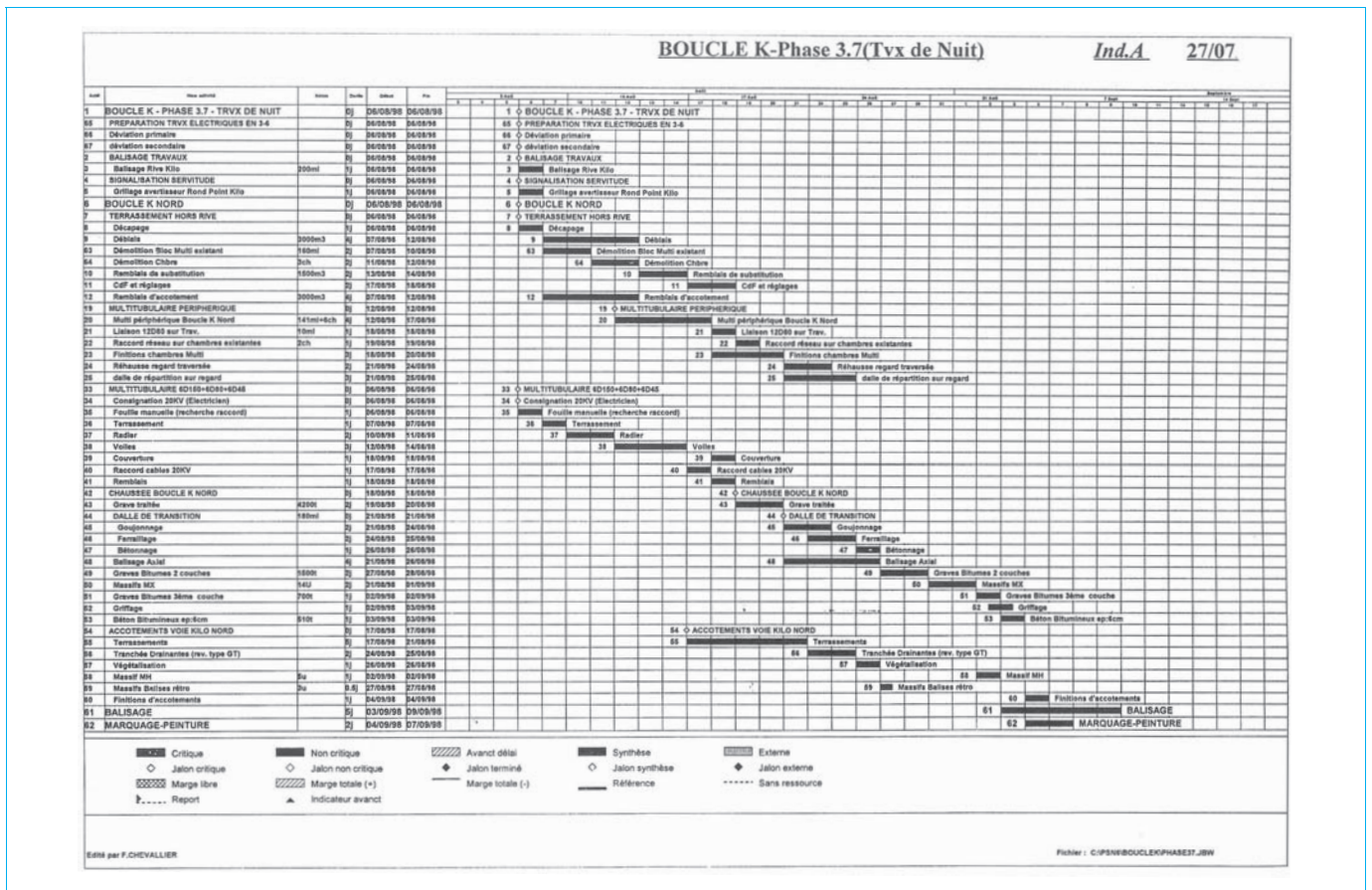


Figure 7 – Exemple de planning détaillé (de type classique) d'une zone de travaux

Pendant la phase de consultation et/ou la préparation du chantier, il sera décidé quels sont les travaux qui seront sous-traités à d'autres entreprises. En effet, il y a lieu de se poser la question : vaut-il mieux faire en propre certains travaux, ou vaut-il mieux les confier à d'autres ? Parfois, cette démarche est obligatoire, notamment lors de la mise en œuvre d'une technique peu familière à l'entreprise. Une économie substantielle peut, d'entrée, être ainsi acquise en cas de sous-traitant particulièrement compétitif. Dans tous les cas, cela évitera d'engager beaucoup de moyens sur un chantier et permettra de réduire l'effectif à déplacer. On perd cependant une part d'adaptabilité, de souplesse, en cas, notamment, de modification du projet.

Les contrats exigent parfois une part (15 %) de travaux sous-traités aux entreprises locales. La notion d'entreprises locales étant large, cette contrainte n'en est souvent pas une.

Pendant cette période de préparation, on consultera les futurs sous-traitants. On les choisira en tenant compte de nombreux critères (prix, réputation, respect des engagements,...). Ils devront être agréés par le client, puis on rédigera les contrats correspondants en étudiant avec minutie les interfaces (limites de prestation des différents intervenants) et en réfléchissant aux conséquences d'une défaillance du sous-traitant choisi.

Les contrats type de la Fédération nationale des travaux publics sont généralement utilisés. Mais, les conseils d'un juriste peuvent également être nécessaires à la mise au point de ce type de contrat. Là aussi, une décision organisationnelle est à prendre : juriste d'entreprise, conseiller juridique local, ou avocat d'affaires externe ?

## 2.7 Sur site ou dans les locaux de l'entreprise

Dans toute la phase de préparation, le directeur de chantier devra décider si telle ou telle tâche sera réalisée sur le chantier ou dans les locaux et sites de l'entreprise : agence, direction régionale, siège. Ses décisions sont directement liées à l'organisation de son entreprise et à la disponibilité des services centraux correspondants. Comptabilité tenue par le siège ou comptable sur le chantier ?

Le développement des moyens informatiques de communication a conduit, depuis plusieurs années, à une diminution des tâches faites sur site. Si une organisation d'un chantier de TP, à partir des locaux de l'entreprise, paraît bien adaptée pour les chantiers courants, elle l'est moins pour les chantiers exceptionnels. La question n'est pas facile à trancher dans tous les cas intermédiaires et se traduit généralement par un mélange des deux solutions.

## 3. Fonctionnement de l'organisation

On trouvera, comme **exemples** les organigrammes de l'encadrement d'un chantier d'une nouvelle piste d'atterrissage pour gros porteurs (120 M€) (figure 8), et celui d'un grand viaduc autoroutier (32 M€) (figure 9).



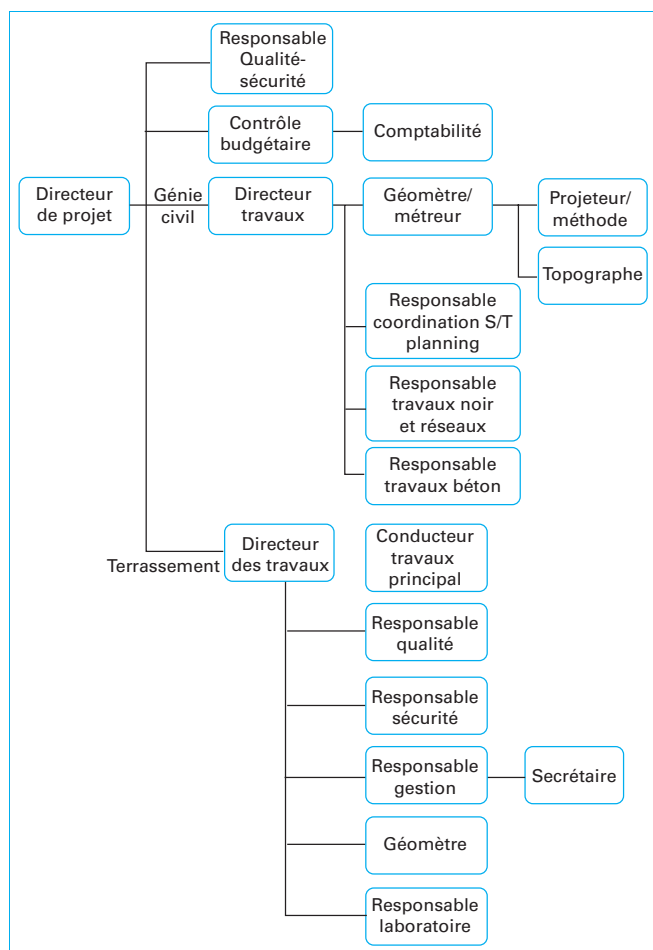


Figure 8 – Construction d’une piste d’atterrissage pour gros porteurs en France

### 3.1 Installations de chantier

Les installations de chantier correspondent généralement à la première phase de travaux sur le site. Parfois sommaires, quelques baraques mobiles, elles peuvent être très importantes pour les chantiers exceptionnels (figure 10). L’installation d’une centrale d’enrobés, le montage d’ateliers de maintenance d’engins, la création de dépôt de granulats... sont des opérations complexes.

**L’organisation de ces installations de chantier doit faire l’objet d’une étude technico-économique complète spécifique au chantier concerné.**

Ainsi, par exemple, leur simple localisation dans le cas d’un chantier linéaire et d’apport de matériaux doit faire l’objet d’une étude pour optimiser les transports des matériaux bruts, puis des matériaux transformés en tenant compte notamment des paramètres suivants : embranchement ferroviaire ou non, transport de matériaux bruts, puis transformés dans le même sens, volume de stockage à faire pour tenir compte d’une production à cadence inférieure à la mise en œuvre...

De même, le plan d’installation des grues doit tenir compte de la charge unitaire que l’on souhaite soulever, des problèmes d’interférences des câbles, flèches et contre-flèches, des grues dont on dispose...

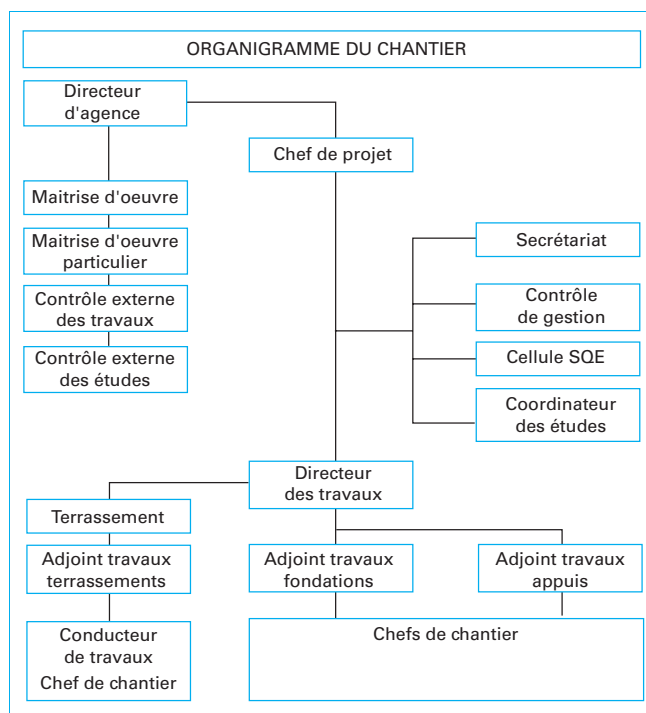


Figure 9 – Construction d’un grand viaduc en France (phases fondations et appui)

Les installations de chantier peuvent être en elles-mêmes un vrai chantier de TP et sont souvent traitées comme tel avec un responsable conducteur de travaux ou un ingénieur désigné pour les suivre. Ce poste est souvent attribué à un jeune ingénieur, car il doit régler de nombreux problèmes avant même que l’organisation du chantier ne soit en place.

### 3.2 Préfabrication

Les chantiers de TP s’exécutent de plus en plus rapidement et avec de moins en moins de personnel sur place. Pour atteindre ce but, la préfabrication se développe de plus en plus. Préfabriquer en atelier des voussoirs de ponts métalliques ou en béton, des murs de parkings souterrains (Prémurs®)... devient habituel. Mais, cette préfabrication entraîne généralement des quantités de matériaux mis en œuvre supérieures (par exemple des recouvrements d’aciers de renfort complémentaires, des goudrons de liaison...). De plus, le bilan carbone du chantier peut être détérioré par les transports supplémentaires.

Mais, grâce à cette préfabrication, on s’affranchit des aléas dus aux intempéries et on obtient le suivi qualité équivalent d’une usine. Seules les capacités de transport limitent actuellement cette évolution.

Parfois, la préfabrication est réalisée sur le site du chantier lui-même (figure 11) dans le but de faciliter l’exécution.

### 3.3 Sécurité, qualité, environnement (SQE)

L’organisation du chantier doit impliquer l’ensemble du personnel présent sur ce chantier à la sécurité. Différentes solutions existent, depuis le challenge sécurité, en passant par le quart d’heure sécurité hebdomadaire où toutes les tâches de la future semaine sont présentées et étudiées par tous les compagnons. En sus des accidents avec arrêt ou sans arrêt de travail qui font l’objet d’enquêtes, il y a lieu de suivre en permanence tous les « presque accidents », c’est-à-dire les





Figure 10 – Plan d'installations de chantier avec circulation



Figure 11 – Préfabrication du dôme interne d'un réacteur nucléaire à double enceinte

incidents qui, avec un peu moins de chance, auraient pu être graves. Ce sont d'excellents signaux d'alerte pour les chantiers exceptionnels et pour l'ensemble de l'entreprise de TP, qui, si des leçons en sont tirées (par de nouvelles consignes, par exemple), réduisent le nombre des accidents.

Les incidents de qualité et les dégâts à l'environnement sont également à suivre avec le plus grand soin compte tenu des incidences extrêmement lourdes éventuelles : un défaut dans la précontrainte d'un pont peut conduire à la démolition, puis à la reconstruction d'un tablier... et trop de poussière émise par des dumps peut conduire à des procès retentissants avec les vignerons voisins.

Conformément aux dispositions prévues dans le PAQ et le SME, l'organisation du chantier doit alors mettre en œuvre les mesures préventives et curatives qui peuvent amener à une modification de l'organigramme lui-même.

Le développement de la certification des entreprises de TP, tant en qualité, qu'en environnement (selon les normes internationales ISO 9000 pour la qualité, et ISO 14000 pour l'environnement) fait que, depuis quelques années, le reporting du directeur de chantier (rapport mensuel) à son entreprise comprends un volet SQE. De plus, en cas d'accident ou incident grave, un processus d'information directe immédiate à la direction générale de l'entreprise est à prévoir (pour déclencher le soutien de la direction générale, tant du point de vue juridique, que d'image de l'entreprise).

### 3.4 Suivi de l'avancement et du budget

L'organisation mise en place doit permettre de suivre l'avancement des travaux (maîtrise du délai) et le respect du budget (maîtrise des coûts).

■ Le **suivi de l'avancement** des travaux passe par un pointage journalier, hebdomadaire, mensuel, des différents plannings, et ce pour l'ensemble des tâches et, plus particulièrement, celles sur le chemin critique. En cas de dérive, vu l'importance du respect des délais, l'organisation sera modifiée par renfort d'équipes, travail en postes décalés...

■ Le **budget** du chantier est suivi de manière analytique, par tâche, par zone de chantier, et selon le type de contrat (forfaitaire ou « au bordereau »). Chaque entreprise a ses méthodes de suivi analytique, de contrôle et de reporting, et ce par chantier.

**On remarquera** l'évolution actuelle sur les petits chantiers : un reporting journalier, voire un suivi budgétaire journalier à l'aide d'ordinateurs portables ou de tablettes PC adaptées aux conditions de chantier. Cette évolution est déjà en place dans les entreprises routières (figure 12).

■ Par ailleurs, on met également en place des **indicateurs clefs**, c'est-à-dire reflétant clairement la progression du chantier. Ces indicateurs doivent être quantifiables, rapides et simples. Cela peut être le suivi :

- des heures exécutées ;
- du linéaire de chaussée réalisé ;
- du nombre de m<sup>3</sup> de déblai journalier terrassé ;
- du nombre de m<sup>3</sup> de béton coulé...

Le suivi de ces indicateurs, même journalier, est du ressort du directeur de chantier, mais sera connu de tous, voire affiché.

### 3.5 Approche du client

Écoute du client, respect des clauses contractuelles et devoir de conseil, sont les trois grandes règles à suivre vis-à-vis du client.

L'encadrement du chantier est le meilleur représentant de l'entreprise vis-à-vis du client donneur d'ordre. Un directeur d'usine de voitures n'est pas en contact avec le client final, le conducteur. Sur un chantier de TP, un chef de chantier rencontrera le client final.



**Figure 12 – Gestion journalière de chantier sur tablette PC via Internet** (source Eurovia)

Contrairement à ce qui se passe dans l'industrie, les contacts avec le client ont lieu essentiellement après la commande (lors de la mise au point du contrat et lors de son exécution). Pour les chantiers courants, le directeur du chantier (ingénieur ou conducteur de travaux) est en charge des contacts avec le représentant du client (maître d'ouvrage et maître d'œuvre). Pour les chantiers exceptionnels, tout l'encadrement est en contact avec les différents représentants du client (contrôleurs, chefs de section...).

**Les ordres de service, véritables avenants au contrat, peuvent avoir une influence considérable sur le chantier.** La direction du chantier prévoira un suivi complet des ordres de service : aspects juridique et financier, incidence sur le délai...

### 3.6 Gestion des interfaces et points clefs

Certains aspects, directement liés à l'organisation, sont à surveiller plus particulièrement.

Dès que plusieurs entreprises interviennent sur un même chantier (partenaire, cotraitant, sous-traitant), les limites de l'intervention de chacune peuvent entraîner différends ou litiges. Il est de l'intérêt de toutes les parties que les limites de prestation soient claires et comprises par tous. Cela implique dans l'organisation une harmonisation des différents contrats afin que les mêmes travaux ne soient pas confiés à deux entreprises, alors que d'autres ne sont commandés à personne.

On désigne par « point clef » un moment important de la vie du chantier : la réception de la plate-forme de terrassement, la fin d'un étalement avant un bétonnage... On lève ces points clefs par l'application de spécifications préparées à l'avance définissant les contrôles, essais ou mesures à effectuer, par qui, en présence de qui, afin de s'assurer que tout est en ordre avant de démarrer une autre phase.

Une formalisation est indispensable. **Une levée de points clefs correspond à un quitus donné à l'entreprise.**

La gestion des interfaces peut être confiée à un responsable des travaux sous-traités ou cotraités, la levée des points clefs étant généralement du ressort du contrôle interne, responsable, notamment, de l'application des procédures et des spécifications.

### 3.7 Aléas et imprévus

On l'a dit précédemment : les chantiers de TP sont généralement uniques. Si la phase de préparation cherche à prévoir et à éliminer tout aléa et imprévu, l'organisation mise en place doit pouvoir quand même les gérer : l'hiver peut être exceptionnellement froid, une crue peut être millénaire, des explosifs ou des vestiges archéologiques peuvent être découverts pendant une phase de terrassement...

La flexibilité, l'adaptabilité de l'organisation doivent donc être recherchées. Cela passe par des intervenants expérimentés et, notamment, les directeurs de chantier. Si les chantiers courants peuvent être gérés par des intervenants jeunes et mobiles, les chantiers exceptionnels doivent être confiés à des hommes plus âgés qui mettront à profit leur expérience pour gérer l'imprévisible.

### 3.8 Communication

Elle prend des formes variées suivant la taille et la technicité du chantier, depuis quelques photos dans le journal local et la photothèque de l'entreprise, jusqu'à un stand permanent d'accueil des visiteurs sur place. Elle doit aussi être intégrée dans les détails visibles : couleur des engins, tenues des compagnons...

**Un chantier de TP est une vitrine pour l'entreprise** (figure 13).



Figure 13 – Viaduc de Millau

## 4. Après les travaux : réception, garanties, maintenance

Le chantier de TP ne se termine pas avec les travaux, ni avec la réception et la mise en service.

Les travaux liés à la garantie de parfait achèvement et le dossier d'intervention ultérieur sur l'ouvrage sont généralement du ressort de l'équipe de direction du chantier.

Bien que tous les ouvrages de TP en France soient soumis aux garanties décennales (Article 1792 du Code civil) et trentenaire (Articles 1382 et 2262 du Code civil), les entreprises ne s'assurent habituellement pas contre les risques correspondants, vu le montant des primes réclamées. L'organisation doit donc prévoir un archivage rigoureux (pièces contractuelles, comptes-rendus de réunions, ordres de service...) et de très longue durée, de façon à pouvoir comprendre et réagir en cas de désordre sur l'ouvrage qui apparaîtrait de très nombreuses années après la mise en service. Cet archivage est pris en charge au niveau de l'entreprise de TP elle-même. Mais c'est l'organisation du chantier qui conduira à une bonne exploitation de cet archivage. En cas de désordres, si l'ancien directeur de chantier est disponible, il sera rappelé. À défaut, le service après-vente de l'entreprise interviendra.

## 5. Chantiers à l'International

La langue, l'éloignement, l'isolement, les réglementations différentes, la structure des coûts, le climat, etc., influent sur l'organisation des chantiers à l'International, (peu en Europe, mais fortement en Afrique ou en Asie).

Lorsque l'entreprise dispose d'une agence dans le pays concerné, l'organisation d'un chantier de TP est généralement calquée sur celle d'un chantier en France. Lorsque le chantier est le premier dans un nouveau pays, un partenaire local de confiance est presque une obligation. Les missions économiques des ambassades de France peuvent permettre de trouver ce partenaire.

■ **L'organisation juridique et administrative** dépend du droit local.

■ La plupart des chantiers à l'International sont réalisés avec un **noyau d'expatriés** et le maximum de personnel local. Pour mobiliser ce personnel expatrié, le directeur de chantier devra tenir compte d'aspects qui entrent habituellement peu en compte dans les



Figure 14 – Pont de Masan Ba en Corée du Sud (source Bouygues Construction – Laurent Zylberman/Graphix-images)

chantiers courants en France : vie de famille, santé... Le choix du personnel local et sa formation, notamment à la sécurité, nécessitera en soi une structure : un DRH local peut être une bonne solution.

■ **La langue.** Le recours systématique à des interprètes est source de déconvenues. Il est nécessaire que les principaux responsables maîtrisent la langue du pays. Ils seront donc choisis en fonction de leur capacité linguistique, réduisant d'autant les choix possibles. Des cours accélérés de langue devront être organisés. Les planings de mobilisation devront en tenir compte.

■ **L'éloignement et l'isolement.** Le développement continu du transport aérien et la mondialisation rendent chaque année les chantiers à l'International plus proches, plus similaires aux chantiers en France. Mais, physiquement, les services du siège de l'entreprise restent lointains. Tout transport de matériel, de matériaux, devra se faire avec des contraintes spécifiques à chaque chantier. Amener le bitume ou le ciment nécessaire à une piste pour gros porteurs en Afrique ou à une piste à Roissy Charles de Gaulle n'a aucun rapport. Un responsable ou une assistance logistique, connaissant les rouages du transport international (délai, coût, assurance, etc.), est indispensable.

■ **Les réglementations** sont très différentes. Normes techniques américaines, droit anglo-saxon sont souvent rencontrés à l'International. Il y aura lieu d'avoir, dans l'organisation, des expatriés expérimentés dans ces domaines.

■ **La structure des coûts** est souvent différente. Par exemple, en France, on recherche systématiquement, en premier lieu, à réduire le personnel... À l'International, ce sont les matériaux importés qu'il faudra d'abord limiter.

## 6. Conclusion

Les grands chantiers de TP (figure 14) sont une aventure extraordinaire particulièrement gratifiante, et ce, de l'ouvrier au directeur de projet. Ils doivent être organisés avec le plus grand soin.

Même si, sur le papier, la préparation est parfaite, même si l'organigramme est complet, le succès de ces chantiers dépendra en partie de l'engagement de chacun et d'une grande cohésion entre les différents intervenants, d'un « esprit de chantier » qui devra être créé grâce au charisme et à l'enthousiasme des responsables de l'organisation.

Le lecteur désireux d'approfondir tel ou tel aspect des chantiers de TP abordés dans ce dossier pourra utilement se reporter aux autres articles des Techniques de l'Ingénieur listés dans l'annexe documentaire [Doc. C 112] (énumération non exhaustive bien entendu).