

Faculté des Sciences de Tunis

**Cours de Planification et
Organisation des Travaux
(IGS5 Géo-MAT)**

Problèmes à résoudre :

- . Quel est le temps nécessaire pour réaliser l'ensemble du projet ?
- . A quelle date doit commencer chaque tâche ?
- . Quelles sont les tâches critiques ?

Outils informatiques :

- . Microsoft Project,
- . Superproject,
- . GanttProject,
- . Microsoft Excel ou autre tableur.

Webographie :

- . <http://www.tilos.fr>,

Bibliographie :

- . Techniques opérationnelles d'ordonnement De Edmond Maurel, Daniel Roux et Daniel Dupont mars 1977 - 342 pages Edition. EYROLLES.

Chapitre 1 : L'organisation

I/- Historique

Depuis que l'homme existe, il s'est organisé pour chasser et s'adapter à son environnement. Il a conçu et réalisé des projets.

Tout au long de l'histoire, de nombreux exemples sont là pour nous démontrer que l'Homme n'a pas attendu le XX^{ème} siècle pour faire du management de projet. Des monuments grandioses tels que les pyramides, les palais, les cathédrales n'ont pu être érigés sans planification, structuration des différentes tâches, contrôles ponctuels, gestion des ressources... Plusieurs formes d'organisations se sont succédé, certaines ont coexisté. Elles ont évolué pour s'adapter à l'environnement technique, scientifique mais aussi économique, social, politique... Jusqu'à la 2^{ème} guerre mondiale, l'organisation taylorienne a dominé le monde.

Après la guerre, les techniques et notamment les outils informatiques se sont développés et complexifiés très rapidement, des outils et méthodes de gestion spécifiques ont été mis en place pour aider à la gestion de projets.

Les méthodes de gestion de projet évoluent rapidement vers un management par projet flexible, adaptable et simultané.

Ces conditions de l'efficacité induisent de profondes évolutions dans les modes de gestion et les formes d'organisation de projets. Pour rester compétitif, les systèmes de production ainsi que les activités de recherche et de développement doivent être adaptés. On assiste ainsi à l'émergence de nouveaux outils et méthodes de gestion et de nouveaux schémas d'organisation des entreprises.

II/- Les différents types d'organisations de projet

Le fonctionnement par projets nécessite la mise en place d'une organisation spécifique non permanente qui va se superposer à la structure de l'entreprise.

Il existe actuellement **cinq modes** d'organisation pour manager les projets :

- ✓ **Par facilitation,**
- ✓ **Par coordination,**
- ✓ **La structure matricielle,**
- ✓ **La structure « commando » ou le projet « Task force »,**
- ✓ **La structure adhocratique,**

Et de nombreux intermédiaires, ces modes d'organisation font coexister métiers et projets. Ils peuvent être classés en fonction de l'autorité déléguée au responsable du projet par rapport aux ressources.

1. Organisation par facilitation :

L'organisation par **facilitation** est la plus simple à mettre en place. Elle est utilisée lorsque l'importance et les enjeux du projet sont relativement faibles. L'équipe projet est transversale.

Le « facilitateur » est choisi parmi les intervenants sur le projet (Figure 5). Il dépend de sa hiérarchie métier. Il n'a aucune autorité sur les autres intervenants. Son principal rôle est de favoriser les échanges d'informations entre métiers et de proposer des suggestions aux différents intervenants.

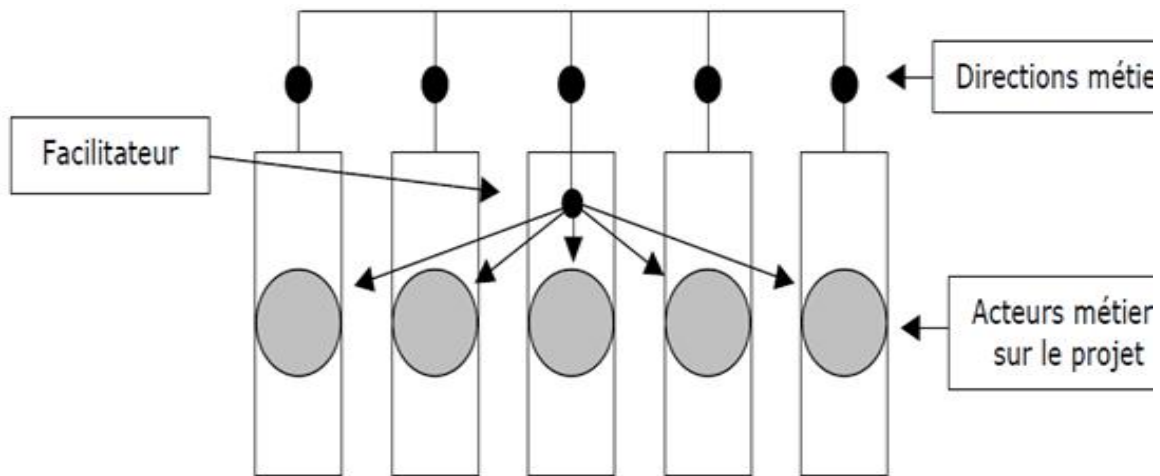
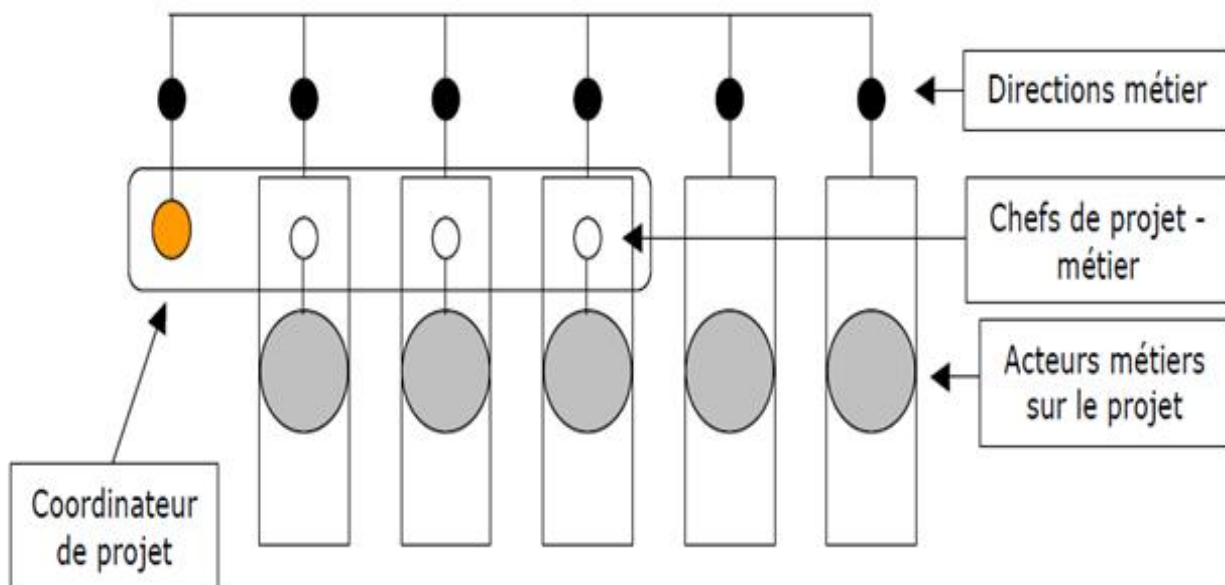


Figure n° 5 : Organisation par facilitation

2- Organisation par coordination

Le coordinateur du projet est indépendant des Directions métiers (Figure 6). Il joue un rôle fonctionnel vis-à-vis du projet : il est le gestionnaire du projet. L'autonomie et le pouvoir de décision qu'il acquiert sont fonction de son expertise et de sa reconnaissance au sein de l'entreprise. Il n'a pas d'autorité hiérarchique sur les acteurs métiers mais il peut influencer sur les ressources pour certains aspects du projet.



*Figure n° 6 : Organisation par coordination
(D'après Clark, Hayes et Wheel right 1988)*

3- Organisation matricielle

L'**organisation matricielle** est une structure croisée : les directions métiers et le directeur de projet sont coresponsables de la performance du projet (Figure 7).

Le directeur de projet désigne, planifie, organise, contrôle son équipe projet. Il a une autorité hiérarchique sur les intervenants du projet. Il peut ainsi donner des priorités dans la réalisation des différentes tâches. Il est responsable de l'utilisation des ressources sur son projet mais les intervenants dépendent hiérarchiquement de leurs directions métier. Ces intervenants consacrent une partie de leur temps de travail au projet et doivent également assumer une partie de leurs tâches quotidiennes.

Ce type d'organisation est régulièrement mis en place dans les entreprises qui travaillent en parallèle sur plusieurs projets de même nature. La réussite de ces projets représente en général un enjeu fondamental pour l'entreprise.

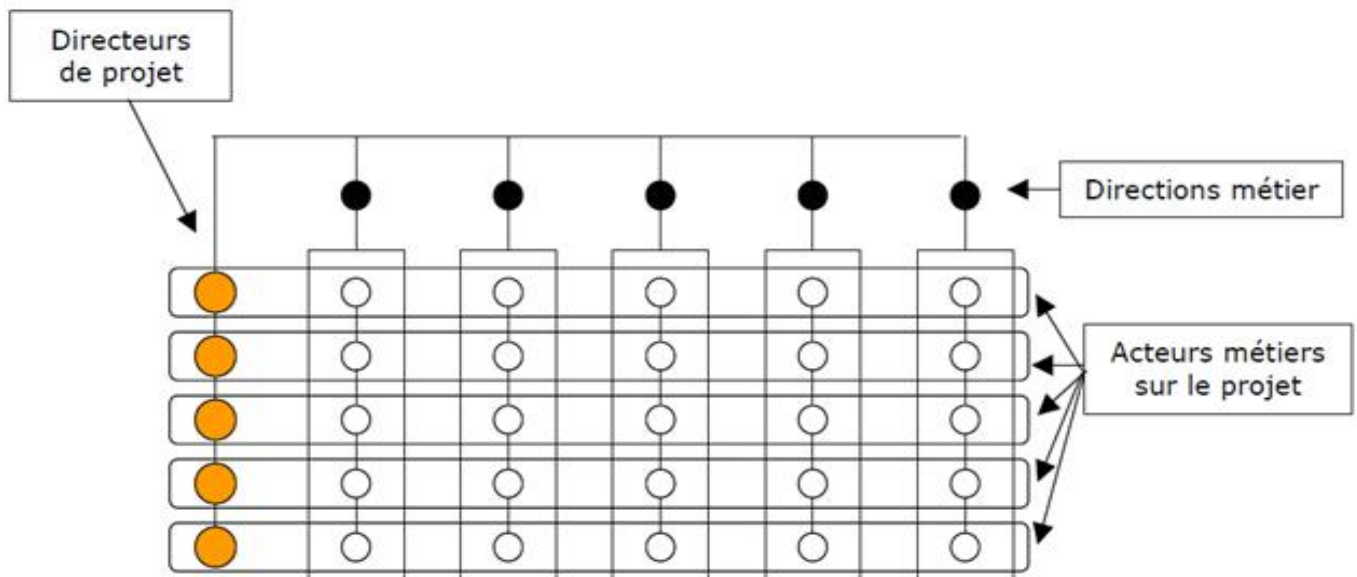
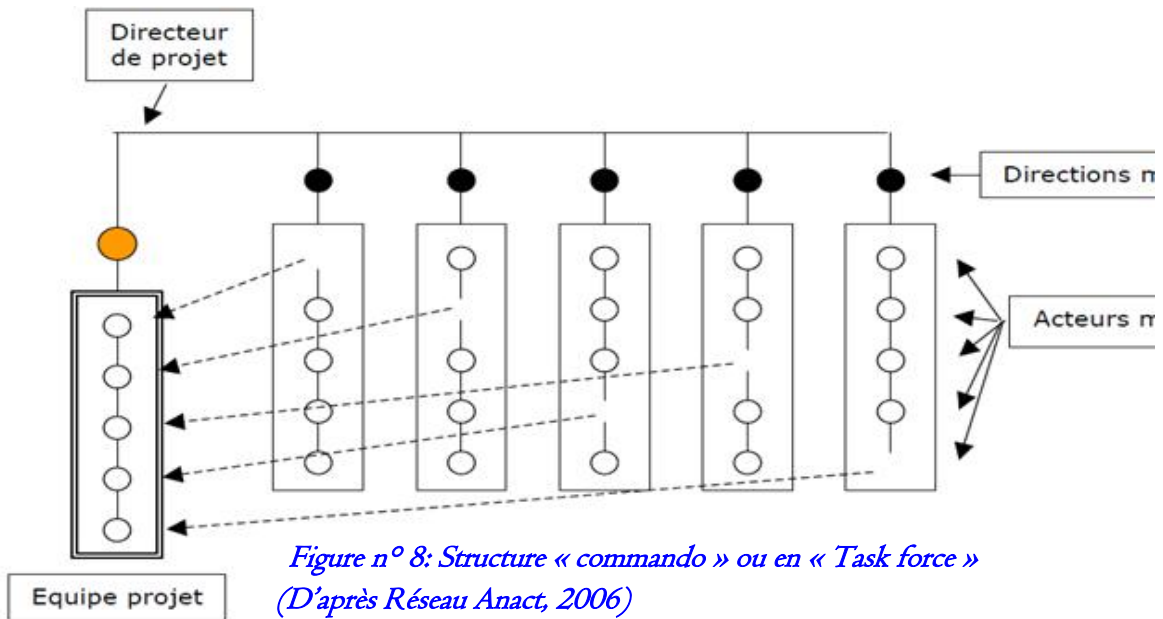


Figure n° 7: Organisation matricielle (D'après Pagerie, 2000)

4- Structure « commando » ou projet en « Task force »

Le directeur de projet a la responsabilité de son équipe qui est totalement autonome. Les intervenants ne dépendent plus de leur hiérarchie métier mais du directeur de projet (Figure 8). Dans cette organisation, les acteurs projet sont souvent réunis sur un même lieu géographique. Cette organisation est très efficace en cas de crise mais est généralement réservée pour certains projets exceptionnels ayant une forte part d'inconnu.



5- Structure adhocratique :

Dans ce type d'organisation, il n'existe pas de structures métiers. Des spécialistes de différentes disciplines travaillent ensemble dans un groupe projet (Figure 9). Le directeur de projet est totalement autonome.

Une instance de liaison, souvent appelée « comité stratégique » coordonne et gère le portefeuille de projets et veille à sa cohérence. Il définit les priorités entre projets en fonction de la stratégie de l'entreprise et du marché.

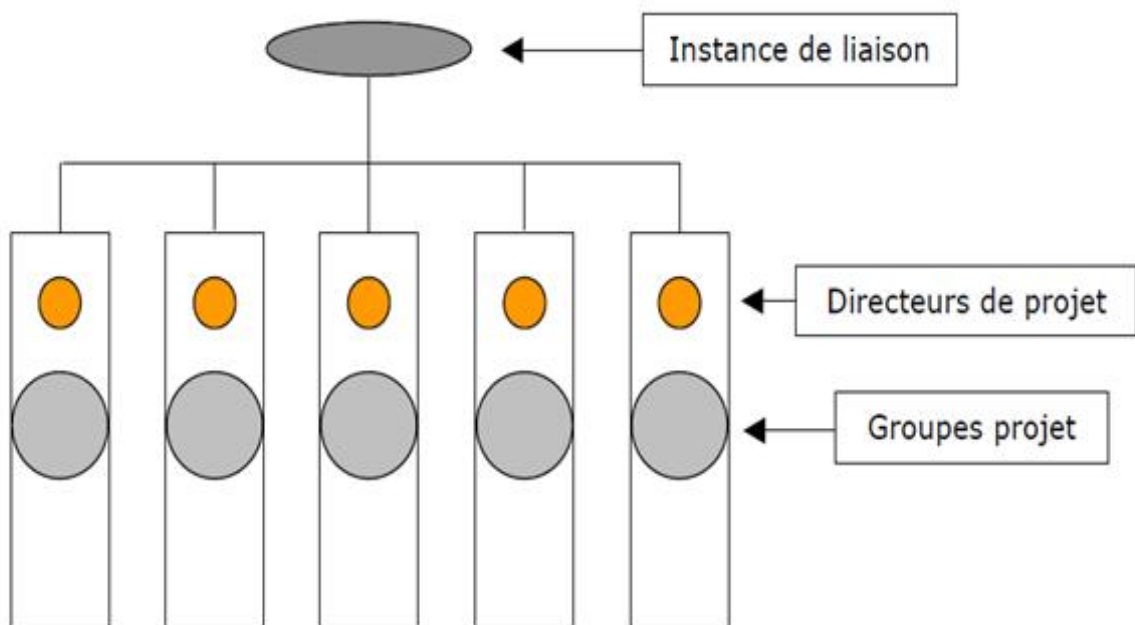


Figure n° 9: Structure adhocratique (D'après Réseau Anact, 2006)

Au sein d'une entreprise, plusieurs organisations peuvent coexister, en fonction de l'importance des projets, ils peuvent être gérés par facilitation, par coordination ou de façon plus autonome. Pour mettre en place un véritable management par projets dans lequel les équipes projets disposent d'une forte autonomie décisionnelle, organisationnelle et de processus, il faut du temps. L'évolution se fait progressivement, sur plusieurs années et peut atteindre 10 ans.

III/- Organisation interne d'une entreprise

1- liaisons entre les différents services :

L'organigramme fait apparaître

- La hiérarchie des fonctions par des liaisons verticales ce sont des liaisons d'autorité ou de commandement ainsi le chef de chantier reçoit des ordres du conducteur de travaux qui obéit lui-même au chef ou directeur de travaux.
- Les liaisons fonctionnelles et de coordination et au cours de l'étude détaillée de chaque services principaux aspects de ces liaisons se traduisent par des réunions, des conférences entre les chefs.

2- Rôle des services essentiels :

2-1-La direction générale :

Cette charge est remplie soit par un président directeur général désigné par le conseil d'administration, soit par le patron s'il s'agit d'une entreprise modeste.

La direction générale fixe les buts et prend les décisions, choisit et dirige le personnel elle distribue les tâches en fixant et délimitant pouvoir et responsabilités. Elle supervise toute la vie de l'entreprise et aura à connaître des résultats des chantiers, de l'avancement des plannings, de l'état des situations de travaux, des prévisions de dépenses et de recettes...

2-2-Le secrétariat général :

Il détient la fonction d'administration pure, et cumule en outre très souvent les fonctions financière, comptable, commerciale et de sécurité dont-il assure la coordination (circulaires, rapports, conférences).

Les différents services peuvent alors être accomplis par :

1. **Le secrétariat :** chargé d'ouvrir, répartir et rédiger le courrier est en liaison étroite avec la direction générale, il coordonne tous les autres services, et assure les relations extérieures. Il assure le service archives et comporte le standard téléphonique.
2. **Le service du personnel :** ou service social, s'occupe des problèmes de main-d'œuvre, embauche, contrats de travail, licenciement, démarches pour main-d'œuvre étrangère, déclaration à la caisse de sécurité social, déclaration d'accidents de travail, etc. Ce service est souvent rempli par le comptable dans l'entreprise modeste.
3. **La comptabilité :** Ce service est chargé de la paie, de la comptabilité générale, des déclarations fiscales. Ce bureau est en étroite liaison avec tous les autres services.
Certaines entreprises ont un service particulier chargé uniquement de la facturation.
4. **Un service juridique éventuellement :** il s'occupe des contrats, des marchés passés avec les clients ou des accords avec d'autres entreprises, des assurances divers. Le plus souvent l'entreprise est simplement assistée d'un conseiller juridique.

5. Le service commercial : Il a pour tâches essentielles : la prospection des affaires à la fois en faisant connaître à l'extérieur, l'entreprise, ses réalisations ses compétences (publicité dans les journaux).

2-3-La direction technique :

Elle a pour mission l'exploitation proprement dite des activités professionnelles de l'entreprise et à cet effet devra successivement étudier, concevoir, faire exécuter et contrôler les travaux. Ces fonctions sont remplies par des organes spécialisés parmi lesquels :

1-Un bureau d'études :

Il est chargé d'établir, après calculs appropriés, les plans d'exploitations (plans de coffrage, d'armatures, de montage, de préfabrication, etc.) à partir des plans d'architecte.

Ce bureau participe également à l'établissement des soumissions pour répondre aux appels d'offres ou étudie des avant-projets suivis ou non d'exécution, pour des particuliers traitant directement avec l'entreprise. Il est en contact avec les laboratoires et organismes de contrôle. Ce service dirigé par Ingénieur comprend des calculateurs, des dessinateurs un service de reproduction des plans. Il peut aussi comporter un service de rédaction de devis, tenu par un métreur.

2-Un bureau d'estimation et de command :

Ce service est chargé de chiffrer les commandes d'après les plans, de consulter fournisseurs et sous-traitants, de rédiger les attachements, d'établir les situations mensuelles des travaux les mémoires. A cet effet il est en relation avec :

- La comptabilité qui lui fournit les factures ;
- Le chantier qui lui fournit les éléments pour attachements, et les rapports journaliers de chantier.

Au stade de l'adjudication ce bureau est chargé spécialement d'établir le prix de revient d'une offre.

3-Un bureau des travaux : Il est dirigé par un Ingénieur, chef des travaux, et secondé par des conducteurs de travaux qui donnent les ordres aux chefs de chantiers qui eux dirigent le personnel d'exécution.

Dans certaines entreprises, tout chantier important est mené par un directeur de travaux disposant sur place d'un personnel varié : Métreurs, dessinateurs, comptables, conducteurs, etc., permettant pratiquement l'autonomie de gestion du chantier. En l'absence de bureau des méthodes, le service travaux doit préparer et organiser les chantiers, le travail dans tous les cas il est consulté au stade de la soumission et de la préparation de dossier de lancement.

4-Un bureau des méthodes : Il est l'organe primordial de la direction technique, par les fonctions importantes dont il est chargé.

Il a pour tâches lorsqu'il existe :

- **a/-** Les études de prix en liaison avec les services précédents et à l'aide des documents de chantiers chiffrer les ouvrages élémentaires, les temps élémentaires qui serviront pour les futures soumissions ;

- **b/-** L'établissement des documents de préparation de chantier (dossier de lancement) cette activité essentielle se traduit :
 - en plannings divers d'ordonnancement et d'exécution (approvisionnements, rotation d'équipes spécialisées et de matériel) ;
 - en plans d'aménagement général ;
 - en fiches d'instruction détaillées sur les modes opératoires avec intégration des dispositifs de sécurité dans le processus d'exécution (organisation des postes de travail) ;
 - en documents permettant de mieux suivre la marche de travaux et de rendre ceux-ci plus efficaces ;
- **c/-** L'analyse et l'exploitation des résultats en cours d'exécution et en fin de chantier : la confrontation de ces résultats avec les prévisions de l'étude permet de tirer des renseignements pouvant se traduire par des décisions immédiates appliquées aux chantiers en cours (Notons que ce pouvoir de décision n'appartient pas au bureau des méthodes mais au directeur Technique).

Des fiches d'exploitation, des statistiques sont établies. Ce bureau sera dirigé par un technicien supérieur polyvalent ayant si possible conduit des chantiers et possédant des qualités d'observation, d'analyse et de synthèse très développées. Il sera aidé par des agents méthodes.

2-5-Le service matériel :

Cet organe qui gère le parc matériel est chargé d'entreposer, d'acheminer, d'entretenir et de réparer le matériel et l'outillage nécessaires au fonctionnement des chantiers. Ces tâches se traduisent sous forme de :

- mise à jour de fiches de stocks du service magasin ;
- codification du matériel avec fiches d'emploi ;
- planning d'utilisation, de contrôle périodique ;
- centralisation des mouvements de matériels (il reçoit les prévisions des services intéressés et organise la rotation des camions) ;
- travaux d'installation des engins sur les chantiers.

Ce service peut grouper, outre celui de la mécanique, divers ateliers spécialisés, chargés de fabriquer des coffrages et outillages spéciaux (menuiserie, serrurerie,). Il peut être selon les entreprises soit sous l'autorité du secrétaire générale, soit sous celle du directeur technique, soit érigé en société qui loue son matériel aux divers chantiers.

3- Les mises au point techniques internes à l'entreprise

La notification d'un nouveau marché à une entreprise, qui correspond en fait à une commande ferme, déclenche à l'intérieur de celle-ci plusieurs tâches qui dépendent de :

- L'importance quantitative du marché.
- La taille de l'entreprise.
- L'organisation spécifique de l'entreprise (existence ou absence d'un bureau de méthodes).

D'une manière générale, ces principales tâches sont les suivantes :

- Le dossier est transmis du service commercial au service technique, qui doit respecter les engagements pris par le service commercial, notamment en matière de prix et de délais, même si ceux-ci paraissent trop serrés ou trop tendus.
- Un conducteur de travaux, qui devient responsable de l'affaire au sein de l'entreprise, est désigné.
- Les objectifs à atteindre, définis lors de l'établissement du devis, sont révisés en fonction du prix traité et de l'évolution dans le temps provenant :
 - De nouvelles contraintes éventuelles.
 - D'un matériel effectivement disponible.
 - D'une main-d'œuvre disponible.
 - D'un plan de charge exact de l'entreprise.
- La production est préparée par :
 - L'élaboration des plans et dessins d'exécution, ou les plans d'atelier.
 - Le choix définitif des éléments pouvant être préfabriqués (par opposition à ceux qui seront réalisés en œuvre).
 - Le choix des matériels nécessaires.
 - L'élaboration des plannings d'approvisionnement.
 - L'élaboration des plannings d'utilisation du matériel.
 - L'élaboration des plannings de mise à disposition de la main-d'œuvre.
 - La définition des éléments du marché qui seront sous-traités.
 -
- Le plan d'installation du chantier est arrêté.
- Le mode de désignation des éventuels sous-traitants est défini.

Il est évident que ces diverses prévisions doivent se faire en liaison avec :

D'une part, les impératifs généraux de l'opération ; et d'autre part, les impératifs internes de l'entreprise, tels que plannings financier, possibilités d'achat de nouveaux matériels, possibilités d'embauche, plan de charge général de l'entreprise, etc.

Il paraît indispensable que le responsable des travaux prenne connaissance des contraintes des entreprises désignées afin d'essayer de les concilier avec celles des autres intervenants.

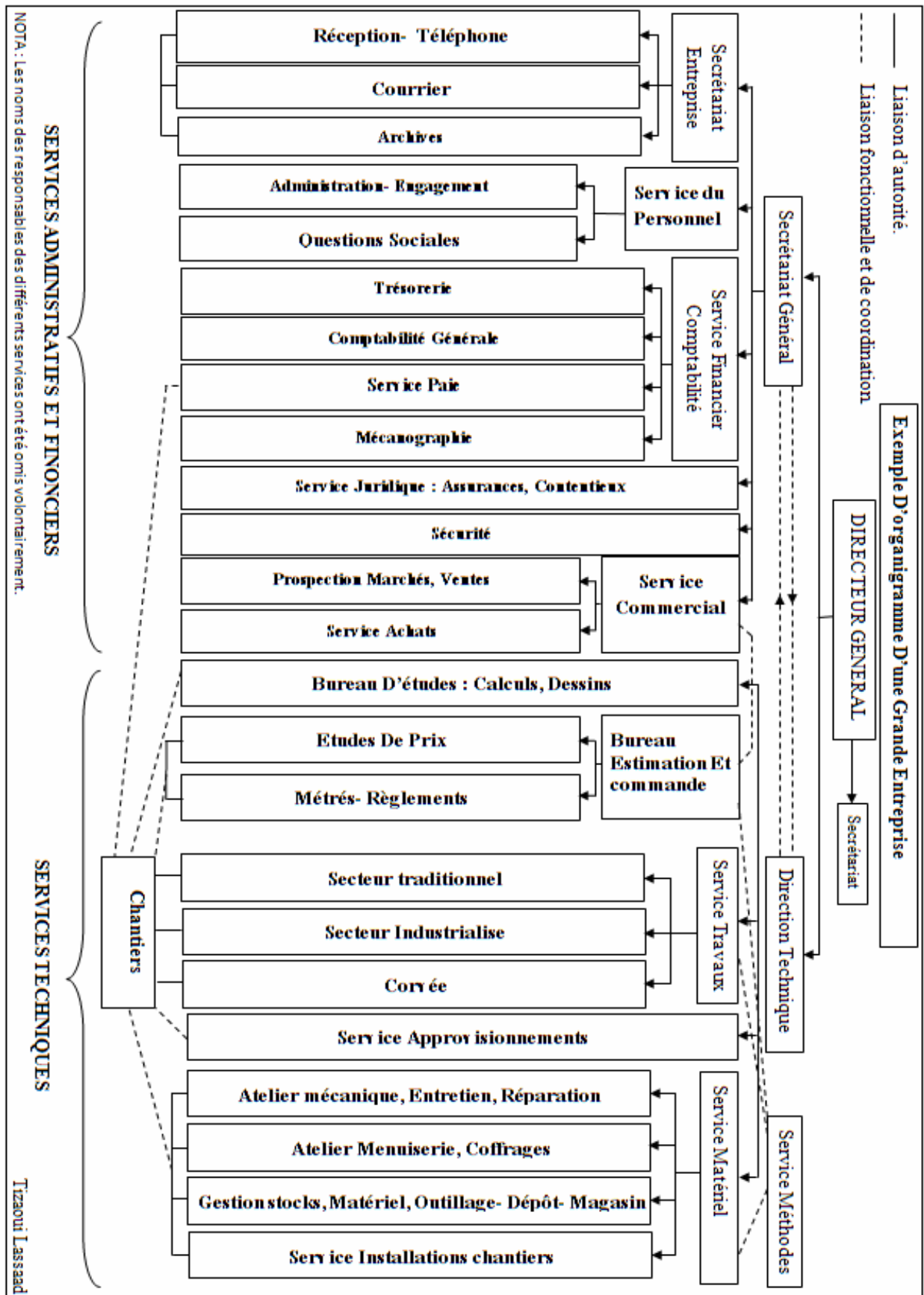


Figure n° 10 : Organigramme d'une grande entreprise

4-Le management :

4-1- Définition

Le mot management est un mot emprunté au vocabulaire américain qui sous-entend la recherche permanente d'une optimisation des moyens, de l'organisation des équipes, ainsi que la mobilisation des énergies de tous les intervenants chacun à son niveau. Cette attitude d'esprit conduit à remettre en cause les organisations figées, et à rechercher des structures d'organisation souples et évolutives. Cette souplesse d'organisation, qui convient bien à la gestion des projets d'aménagement et de construction, nécessite en revanche une bonne anticipation des difficultés, la définition rigoureuse des méthodes de travail et du contrôle qualité. La personne physique qui assure le management est appelé manager.

4-2- Rôle du manager (Figure 11) :

La multiplication des risques, des approches et des spécialités techniques nécessite la mise en place d'un pilotage de projet. Le manager c'est la personne qui assure cette opération pour :

- Etre le partenaire associé du bureau d'étude pour ce projet
- Satisfaire les critères : prix, délais et qualité.
- Prendre en charge la coordination technique du projet sur tous les aspects techniques.
- Définir et appliquer une méthode de travail suivant laquelle le projet va pouvoir être développé convenablement par rapport à plusieurs objectifs.
- Coordonner les différents intervenants
- Suivre l'avancement des travaux
- Participer aux réceptions des différentes tâches de l'ouvrage.
- Les objectifs fixés par le manager sont de piloter et de coordonner en plein accord avec le bureau d'étude et en respectant le programme du maître d'ouvrage, le délai, le budget et la qualité de l'ouvrage.
- Le manager en tant qu'un pilote du projet qui suit un management est désigné à aboutir à une optimisation, organisation et planification.

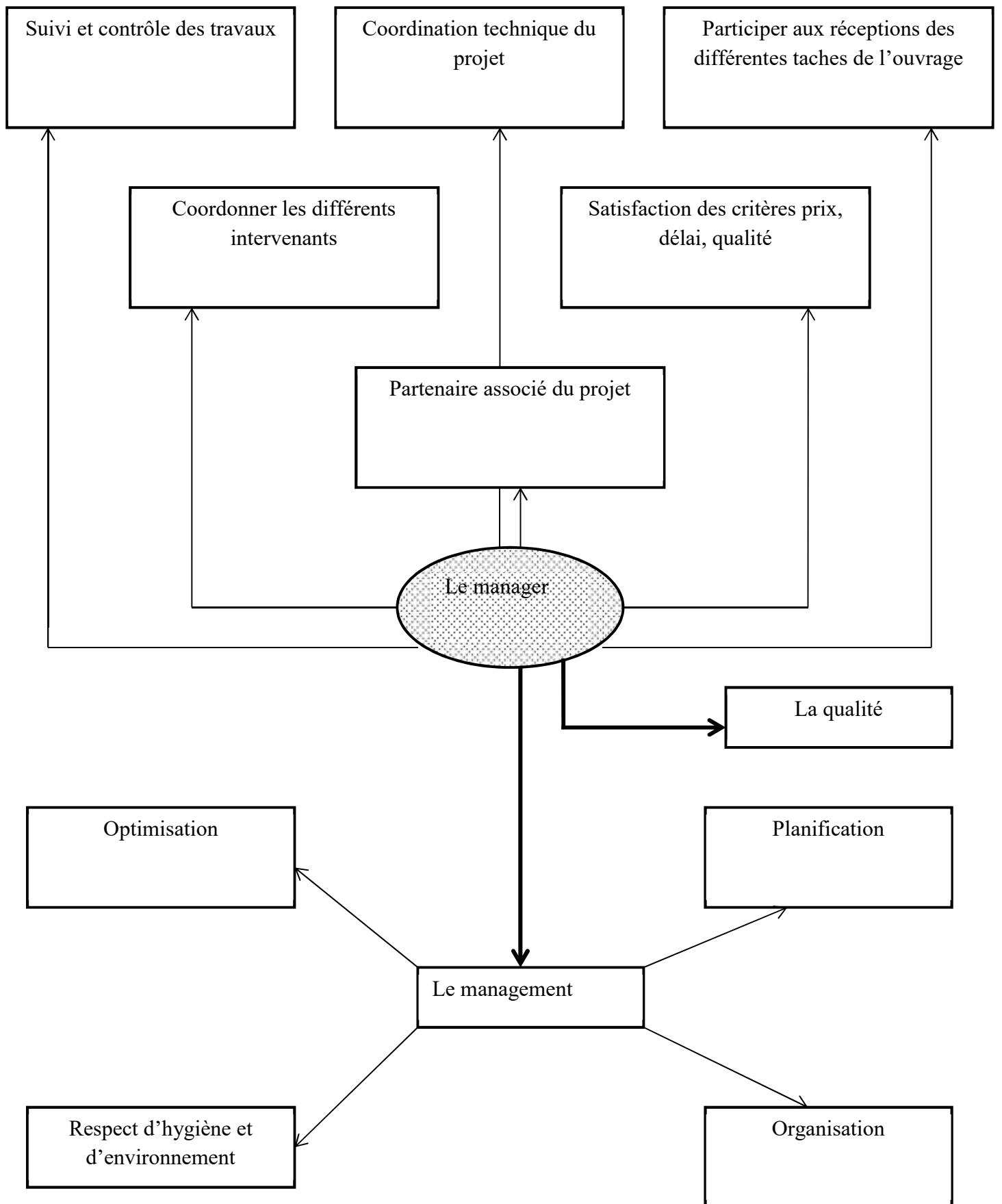


Figure n° II : Rôle du manager (extrait de « manuel de management du projet »)

III/- L'organisation Générale Du Chantier

1- Définition d'un chantier

C'est à la fois le lieu où l'on construit, et la réalisation même de la construction projetée, dans un délai donné : un chantier est limité dans temps et dans l'espace, et sera pratiquement toujours différent des chantiers précédents. Il faut donc chaque fois repenser aux problèmes de son organisation.

Un chantier de construction que l'on peut résumer de manière simplifiée a des travaux de :

- Terrassement, voiries et réseaux.
- Fondations et gros œuvre.
- Corps d'état.
- Corps d'état technique.
- Corps d'état de finition.

2- Classification des chantiers

Nature de la construction :

2-1- Bâtiment

Les travaux de bâtiment concernent tout ce qui vise à construire, aménager, entretenir, démolir des ouvrages ou parties d'ouvrages immobiliers sur ou sous sol.

Retenons surtout que ces travaux sont exécutés pour le compte de particuliers ou de personnes morales privées. Ainsi les ouvrages peuvent être aussi bien des logements que des usines.

Les travaux de bâtiment concernent le confort de l'homme. Ils créent, quel que soit le client-public ou privé des équipements immobiliers nécessaires à la vie sociale (logements, écoles, hôpitaux) et à la vie économique (bureaux, magasins, etc.).

2-2- Les travaux publics

Il n'existe aucune définition légale ou réglementaire et on a tendance à les assimiler aux travaux des ponts et chaussées (ouvrages d'art, ponts, barrages). En principe tout travail est dit public lorsqu'il s'agit d'opérations immobilières ayant pour but l'intérêt général (par opposition à l'intérêt privé) et effectuées soit par une personne publique (collectivité administrative, et non un particulier) ou pour son compte, soit par tout organisme remplissant une mission de service public qui lui a été confiée par la loi. Ainsi la construction : des prototypes, ponts, tunnels, routes, barrages...sont des travaux publics.

3- Les participants à la vie quotidienne du chantier

Les participants habituels à la vie quotidienne du chantier sont :

- Le maître de l'ouvrage ou son conducteur d'opération, au cours de visites en principe occasionnelles organisées par le maître d'œuvre :
- Ou bien le maître de l'ouvrage mandaté ou son représentant.
- L'architecte, le maître d'œuvre ou son représentant.
- Le bureau d'études techniques (BET) ou les ingénieurs-conseils des différentes spécialités.
- L'économiste du bâtiment.
- L'organisme d'ordonnancement-pilotage-coordination (OPC), s'il est prévu.
- Le contrôleur technique, s'il est prévu.
- Le coordonnateur de sécurité.

- Le coordonnateur des systèmes de sécurité incendie (SSI), le cas échéant.
- Les entreprises titulaires des différents lots.

4- La direction de chantier

Le fonctionnement de la direction du chantier doit être clairement défini, au besoin sous forme d'un organigramme, de manière que chacun sache de qui il dépend et qu'aucune confusion ne règne dans la transmission des instructions ou de l'information. Nous donnons ci-après quelques exemples qui ne peuvent être que des cas particuliers.

Nous retrouvons dans ces organigrammes deux types de relations :

- La relation contractuelle : chacun ne peut recevoir d'instruction que de son propre cocontractant.
- La relation fonctionnelle : le contrat prévoit (ou devrait prévoir) des liaisons de fonctionnement.

Il ne faut pas oublier la relation humaine, informelle certes, mais qui permet de résoudre bien des problèmes. Cependant, la relation contractuelle se substitue à la relation humaine dès qu'une situation devient conflictuelle.

Chapitre 2 : Les techniques de planification des travaux

I/- Introduction

Diverses techniques peuvent être envisagées pour l'élaboration du planning. De la qualité de l'établissement du planning et surtout du choix réaliste de sa représentation (clarté, lisibilité, facilité d'exploitation) dépendront en partie la qualité du suivi des travaux et la facilité à décider rapidement d'actions correctives durant le déroulement du chantier.

Contrairement à ce qu'affirme une célèbre boutade, le principal objectif du planning n'est pas d'« évaluer le retard dans la réalisation des travaux », mais de permettre au maître de l'ouvrage, à l'équipe maître d'œuvre et aux entreprises l'exercice des cinq fonctions qui caractérisent l'accomplissement de toute action :

- **Prévoir** : établir les programmes d'action et les situer dans le temps ;
- **Organiser** : mettre en place les moyens propres à la réalisation des prévisions ;
- **Commander** : déclencher l'exécution des différentes phases de réalisation des travaux et évaluer toutes les répercussions que peut entraîner leur enchaînement ;
- **Coordonner** : relier entre elles les différentes phases de réalisation des travaux et évaluer toutes les répercussions que peut entraîner leur enchaînement ;
- **Contrôler** : Vérifier que la réalisation des travaux est conforme aux prévisions et prendre toutes les mesures nécessaires pour corriger tout écart ;

Un planning correctement établi doit permettre l'exercice de ces fonctions. Le choix de la méthode n'a alors que peu d'importance et toute querelle entre partisans de telle ou telle méthode est inutile par rapport à la qualité de la préparation du planning et à l'expérience de celui ou de ceux chargés de le faire respecter.

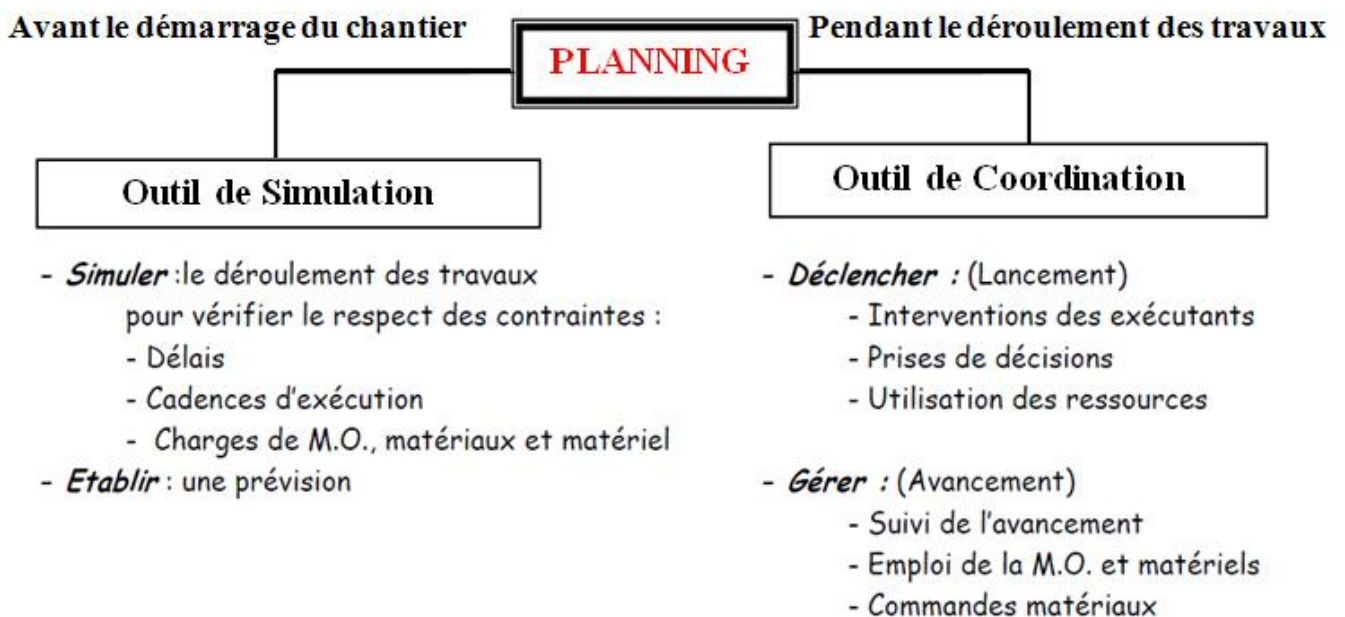


Figure n° I2 : Structure du planning

Important :

Le planning, quel qu'il soit, doit :

- Etre facile à lire pour les exécutants : se méfier des plannings complexes ou de représentation abstraite, qui compliquent la tâche des conducteurs de travaux et chefs de chantier plus qu'ils ne la simplifient ;
- Permettre à chacun de situer aisément son intervention ;
- Faciliter la mise à jour, lors des pointages périodiques ;
- Prévoir les éventuels incidents de parcours ;

II/- Définition

1- La planification d'un projet

C'est l'organisation, la préparation technique du travail, la prévision et l'établissement du programme d'avancement des travaux, par tranches en quantités fixées dans le temps.

- la planification peut être représentée graphiquement par des divers diagrammes qui fixe la date de début et de fin d'une activité d'un projet, ces diagrammes sont appelés « plannings ». La planification est un outil de prise de décisions pour le chef de projet mais aussi de communication entre les différents acteurs d'un projet. Elle permet alors de maîtriser les interfaces du projet.

Planifier optimise ainsi les chances de réussite d'un projet en améliorant la productivité grâce à une meilleure maîtrise de la qualité.

Le suivi de projet doit permettre d'effectuer un comparatif entre le prévu et le réel. La réussite d'un bon suivi de projet tient en la disponibilité d'informations fiables, au niveau du chef de projet, sur :

- Les charges consommées, les reports d'échéance et les coûts ;
- L'estimation du reste à faire en charge et les travaux complémentaires à prévoir ;
- Les difficultés rencontrées.

2- Les plannings

Le mot **planning** désigne la fonction d'ordonnancement, le service qui a pour mission de préparer et d'organiser le travail, de le programmer, de le lancer et de suivre son avancement. Puis, par extension, ce terme désigne le plan de travail détaillé, préparé par ce service, les tableaux et graphiques qui concrétisent sous des formes très diverses les prévisions d'utilisation des ressources (matériaux, matériels, mains d'œuvre ...) dans le temps.

3- Différentes catégories de plannings

Les catégories de plannings sont nombreuses, on distingue :

3-1- le planning général d'avancement des travaux

Il prévoit pour le chantier concerné à l'intérieur du délai contractuel le jalonnement des étapes d'exécution, l'ordonnancement des phases des travaux.

3-2- Les plannings particuliers

Ils se dérivent du planning général, et concernent directement la régulation de l'exécution, c'est ainsi, qu'on établit en ce qui concerne une entreprise de gros œuvres :

- 1) Le planning de lancement de la préparation du chantier
- 2) Le planning d'occupation progressive du chantier concernant la mise en place des installations et équipements avant démarrage officiel des travaux.
- 3) Le planning de VRD (voirie et réseaux divers)
- 4) Le planning d'ordonnancement des diverses chaînes d'opérations.
- 5) Le planning de la main d'œuvre, concernant l'optimisation des effectifs, la répartition et le mouvement du personnel.
- 6) Le planning d'emploi et d'entretien de matériels (gros engins et coffrages outils ...).

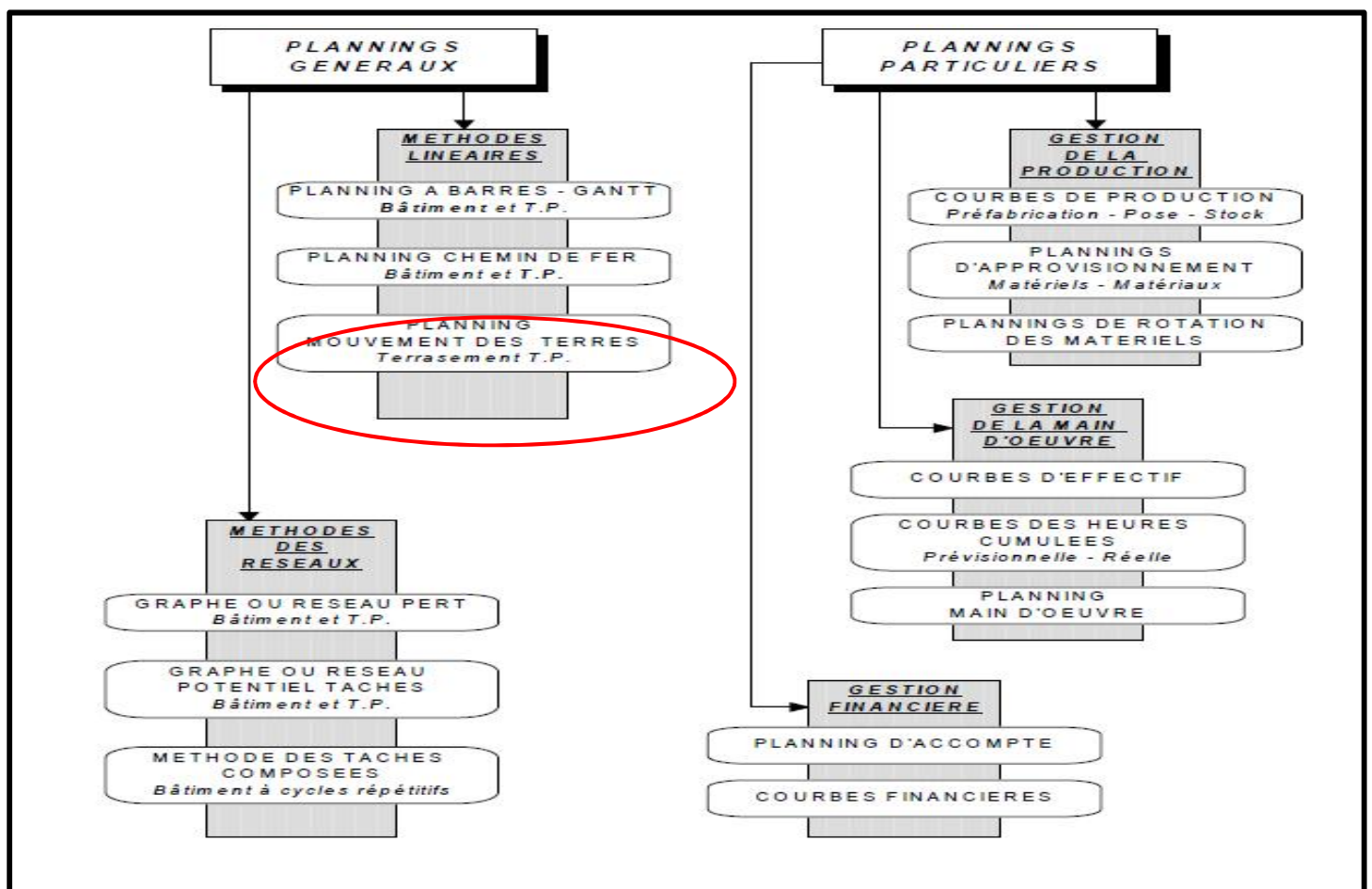


Figure n° 13 : Différentes types de plannings

III/- Etablissement du planning :

1- Les documents nécessaires à l'établissement du planning

Pour l'établissement du planning, doivent être réunis :

- L'ensemble des plans d'exécution ;

- Le devis descriptif et le cahier des clauses techniques particulières (CCTP), par lots, décomposé en articles et indiquant avec précision les limites de prestation de chaque marché.
- Le devis quantitatif estimatif ou la décomposition du prix forfaitaire ;
- Le cahier des clauses administratives particulières (CCAP) ;
Ces documents doivent permettre de répondre aux questions suivantes :
 - Quelle est la durée totale du chantier ?
 - Cette durée totale tient-elle compte ou non des jours chômés, fériés ? Les intempéries sont-elles ou non incluses dans le planning ? Les congés payés sont-ils ou non compris dans le planning ?
 - Quelles sont les entreprises attributaires des différents lots ?
 - Quelles sont les contraintes liées aux interfaces ?

2- Les renseignements nécessaires à l'établissement du planning :

L'établissement du planning ne peut se faire qu'avec un certain nombre d'informations détenues par le maître d'ouvrage ou par les entreprises.

2-1- Renseignements à obtenir du maître de l'ouvrage

Il faut l'accord définitif du maître de l'ouvrage sur le nombre de tranches, les dates et l'ordre de livraison des bâtiments.

2-2- Renseignements à obtenir des entreprises

- Renseignements sur le matériel et les moyens qu'elles doivent mettre en œuvre :
 - Nombre de grues et capacité en t/m ;
 - Rotation des grues dans le temps ;
 - Position des chemins de grues, largeur et rayon de courbure ;
 - Détermination des zones de balayage des grues ;
 - Position de la centrale à béton ;
 - Circulation des engins ;
 - Surfaces nécessaires au stockage des pièces préfabriquées et des matériaux.
- Tracé, même succinct, des installations de chantier.
- Propositions quant à l'enchaînement des opérations.
- Pour chaque tâche, indication du temps et du potentiel des équipes (en hommes/jour).
- Précisions concernant la réparation du travail dans la semaine.

On prendra éventuellement contact avec le responsable de la conduite des travaux de gros œuvre de manière à tenir compte de son expérience. Il conviendra de faire approuver par les entreprises, pour chaque tâche élémentaire :

- La décomposition : s'assurer que les tâches déterminées à l'étude correspondent à une action concrète sur le chantier ; au besoin regrouper des tâches si cela s'avère nécessaire ;
- L'enchaînement logique : attirer l'attention de l'entreprise sur les difficultés d'enchaînement des tâches ; établir cet enchaînement de manière à assurer une intervention continue par corps d'état ;
- Le temps estimé : un temps ne veut rien dire sans l'indication du nombre d'hommes composant l'équipe et des moyens matériels mis à la disposition de cette équipe.

IV/- Les modes de représentation du planning

IV-1/- Plannings généraux

Les modes de représentation des plannings sont divers ; nous n'évoquerons que les plus couramment utilisés.

1- Le planning Gantt

La planification et la coordination des chantiers de génie civil sont en général assurées à l'aide d'un planning à barres, dit aussi « planning Gantt ⁽¹⁾ »

PLANNING GENERAL													Chantier:							
TACHES		1			2			3			4			Mois						
N°	Désignation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Semaines
1	Fouilles en rigole	■	■	■	■															
2	Béton de propreté			■	■															
3	Semelles filantes				■	■	■	■	■	■										
4	Murs sous-sol					■	■	■	■	■	■	■	■							
	Etc...												■	■	■					

Figure n° 14 : Exemple de planning Gantt

Ce planning met en évidence la durée de chaque tâche et permet de noter l'avancement ou le retard d'un poste bien défini. Par contre, il présente un certain nombre de lacunes :

- Il est en général insuffisamment détaillé (environ cinquante tâches élémentaires dont l'unité de temps, la semaine, est un peu longue) et ne reflète pas l'imbrication complexe des interventions des différents corps d'état ;
- Il n'est pas possible, lorsqu'une tâche est en retard ou en avance par rapport au planning, d'en apprécier les répercussions sur les autres tâches en aval et en particulier d'estimer si la date finale des travaux est compromise ;
- Les tâches importantes, c'est-à-dire celles où il faut se montrer très vigilant quant au respect de leur délai d'exécution, sous peine en cas de dépassement de repousser la date finale des travaux, sont très difficilement repérables.

Le planning **Gantt** est d'une utilité contestable pour les entreprises et d'un faible secours pour la direction du chantier. L'avancement des travaux ne doit presque plus rien au planning, remplacé par la bonne volonté de tous et souvent par l'improvisation résultant des dernières données du moment. Ce planning permet d'effectuer un pointage à un moment donné, mais n'autorise pas à envisager des modifications en appréciant toutes les conséquences sur les différents corps d'état. Il se révèle de ce fait peu opérationnel.

⁽¹⁾ : Gantt était un disciple du célèbre ingénieur et économiste américain Taylor (1856-1915)

1-1-Nécessité d'avoir une méthode d'ordonnancement

Par définition, nous proposons d'appeler « problème d'ordonnancement » un problème dans lequel les trois conditions suivantes sont réunies :

- Il s'agit d'étudier comment on doit réaliser quelque chose : immeuble de bureau, logement, entrepôt, usine, pont, route, etc.
- Ce « quelque chose » est décomposable en tâches, c'est-à-dire en travaux élémentaires ayant une signification concrète, une durée qui peut être estimée, un coût défini (nous verrons plus précisément la définition d'une tâche élémentaire dans l'exemple pratique de la (fig.19)).
- Ce « quelque chose » est soumis à un ensemble de contraintes relatives à la technologie, au matériel, à la main-d'œuvre, au fournisseur, au climat, etc.

Avoir une méthode d'ordonnancement, c'est :

- Définir le « quelque chose » à ordonnancer, c'est-à-dire préciser l'ouvrage faisant l'objet de l'ordonnancement et délimiter exactement les frontières avec l'environnement ;
- Décomposer l'ouvrage ainsi défini en un certain nombre de tâches ou travaux élémentaires, par exemple les tâches a, b, c, d, e... (fig.15)
- Etudier les contraintes interférant sur chacune des tâches c'est-à-dire examiner pour chaque tâche celles immédiatement en aval et celles immédiatement en amont, et connaître la durée de chacune d'entre elles-et les introduire sous forme graphique.

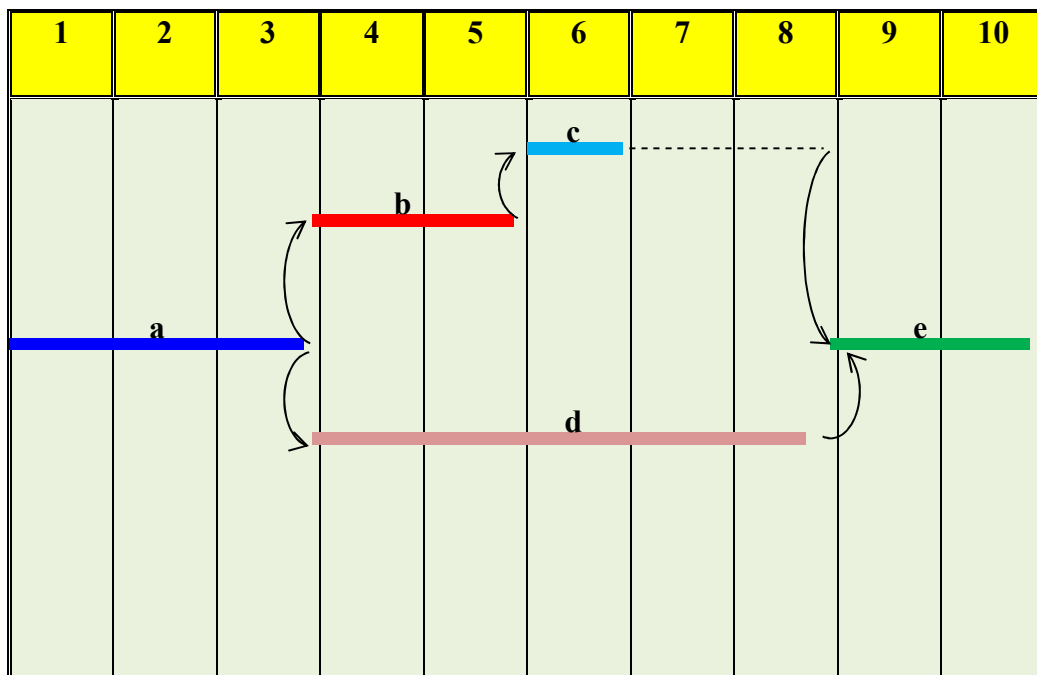


Figure n° 15 : Méthode d'ordonnancement

Un tel schéma ou graphe-planning est riche d'enseignements, car il permet de :

- Visualiser la durée globale du déroulement de l'opération ;
- Repérer deux types des tâches :

- les tâches critiques, celles où aucun retard n'est possible sous peine de retarder la date finale des travaux.
- les tâches non critiques, celles où un certain retard reste possible sans compromettre la date finale des travaux.

- Visualiser la durée de chaque tâche ;
- Visualiser pour chaque tâche critique :
 - sa date de début ;
 - sa date de fin ;
- Visualiser pour chaque tâche non critique :
 - sa date au plus tard de début,
 - sa date au plus tôt de début,
 - sa date au plus tard de fin,
 - sa date au plus tôt de fin,
 - la tolérance quant au démarrage de ces tâches, c'est-à-dire le retard possible du démarrage d'une tâche sans reculer pour autant la date finale des travaux ;
- Repérer le ou les « chemins critiques », c'est-à-dire le ou les chemins qui passent par l'ensemble des tâches critiques.

2- La méthode PERT

La méthode **PERT** (Program Evaluation and Review Technique) a été mise au point en 1958 par les Américains lors du montage des fusées Polaris. Cette méthode, dite « à chemin critique », a fait son apparition en Europe vers 1960. A la même époque, Bernard Roy avait mis au point en France la méthode des potentiels, parfois dénommée « potentiels tâches ». Nous ne décrivons que sommairement ces méthodes, car notre but n'est pas d'écrire un traité de planification, mais de permettre au responsable de la coordination des travaux d'établir son planning, dans le cas d'ouvrage relativement simple, de manière logique et réaliste. Ensuite, nous examinerons les difficultés d'appliquer intégralement ces méthodes aux chantiers de génie civil (bâtiment) qui présentent un caractère répétitif et nous indiquerons les adaptations nécessaires pour les rendre opérationnelles.

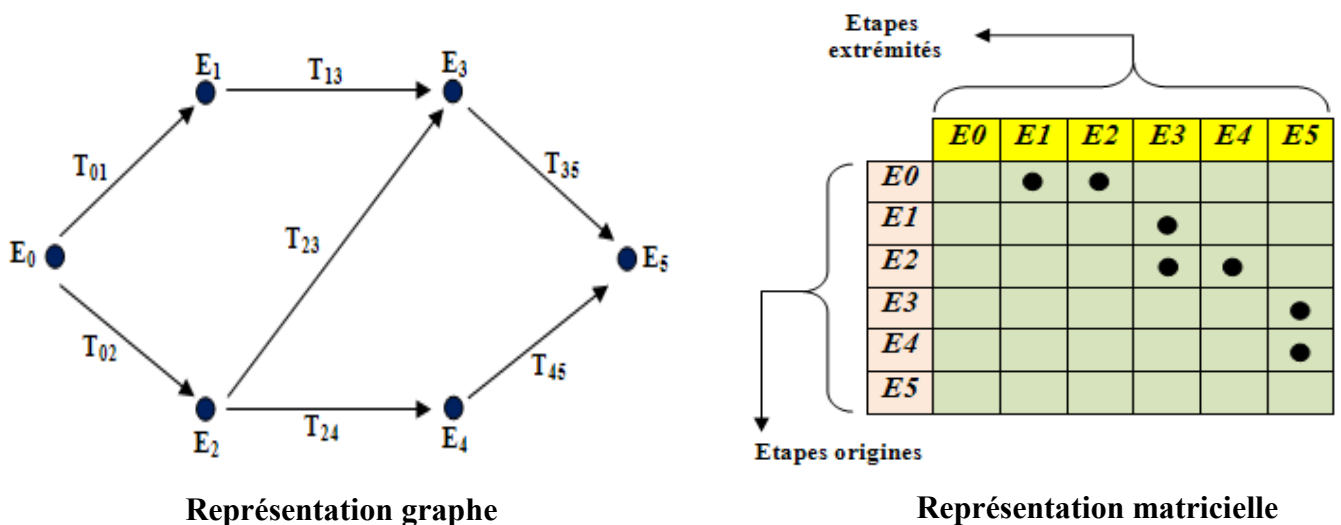


Figure n° 16 : Méthode PERT

2-1- Principe de la méthode : le graphe

La méthode repose sur un modèle mathématique : le graphe. Le graphe se compose de deux éléments :

- Les arcs qui représentent des tâches et qui sont parcourus par un flux qui est le temps ;
- Les sommets (ou nœuds) qui représentent des étapes (ou des événements).

La dépendance des tâches les unes par rapport aux autres peut se représenter sous deux formes différentes : **un graphe ou une matrice**.

Exemple : (fig. 16)

Les étapes sont : $E_0, E_1, E_2, \dots, E_5$;

Les tâches sont : $T_{01}, T_{02}, T_{13}, \dots, T_{45}$ (le premier indice indique l'étape d'origine de la tâche, le second l'étape de fin de la tâche).

Le réseau a toujours une ou plusieurs origines et une ou plusieurs fins et le sens d'écoulement du temps ira de l'origine vers la fin sans pouvoir revenir sur lui-même, ce qui implique que le graphe ne comporte jamais de boucles ou de circuits.

2-2- Eléments du réseau

• Les tâches élémentaires

Une tâche élémentaire est représentée par un arc appelé vecteur. La longueur du vecteur est indépendante de la durée de la tâche. Sur la (figure .17). La tâche T_{12} a pour origine l'étape E_1 et pour fin l'étape E_2 .

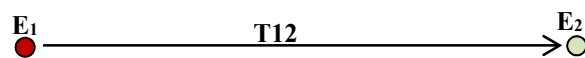


Figure n° 17 : Tâche élémentaires

- ❖ Les caractéristiques des tâches permettent de les classer en plusieurs catégories :
- ✓ **Les tâches réelles**, c'est-à-dire celles qui correspondent à l'exécution d'un travail. Ces tâches consomment temps et travail.
- ✓ **Les tâches d'attente**, qui ne nécessitent pas l'exécution d'un travail mais sont consommatrices de temps (séchage de cloisons, délai d'obtention d'une autorisation administrative, etc.).
- ✓ **Les tâches fictives**, qui ne consomment ni temps ni moyens matériels, mais nécessitent une démarche préalable (mise sous-tension d'un équipement).

• Les étapes ou événements

Une étape est représentée par un sommet du graphe. On utilise très souvent un cercle (ou toute autre figure géométrique) à l'intérieur duquel il sera possible d'inscrire des lettres ou des chiffres permettant d'individualiser l'étape (fig. 18).

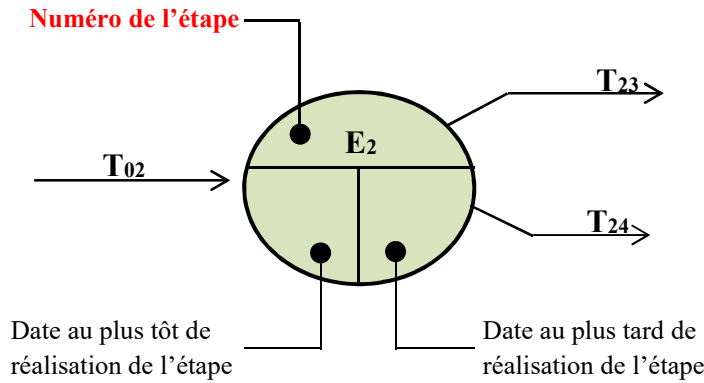


Figure n° 18 : Etapes

- ❖ Les caractéristiques d'une étape sont les suivantes :
 - ✓ Elle marque le début et/ou la fin d'une ou plusieurs tâches ;
 - ✓ Elle représente un jalon d'avancement dans le temps ;
 - ✓ Elle ne consomme pas de temps ;
 - ✓ Elle n'utilise pas de moyens.

2-3- Règles de construction du réseau

Pour qu'une tâche puisse commencer, il faut que toutes les tâches qui la précèdent soient terminées.

Exemple : Pour que la « pose des baignoires » T₄₅ puisse commencer (figure 8.6), il faut que les tâches « cloisons » T₃₄ et « doublage » T₂₄ soient terminées ; on dit alors que l'étape est réalisée.

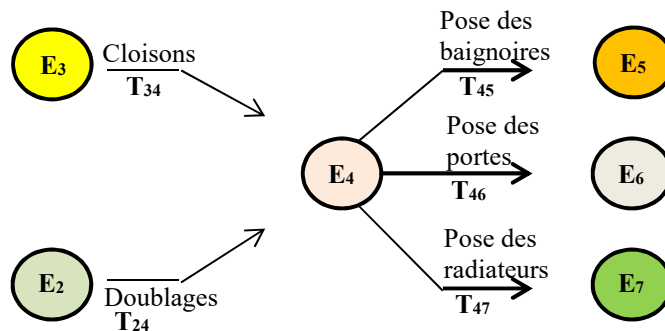


Figure n° 19 : Articulation du réseau

Lorsqu'une étape est réalisée, les tâches qui ont pour origine cette étape peuvent commencer.
Exemple : Lorsque l'étape E₄ est réalisée, les tâches « pose des baignoires » T₄₅ « pose des portes » T₄₆ « pose des radiateurs » T₄₇ peuvent commencer.

2-4- Prise en compte des délais

a) L'évaluation des durées

Le graphe étant établi, c'est-à-dire la logique relative au déroulement des tâches étant définie, il est nécessaire d'attribuer à chaque tâche un temps.

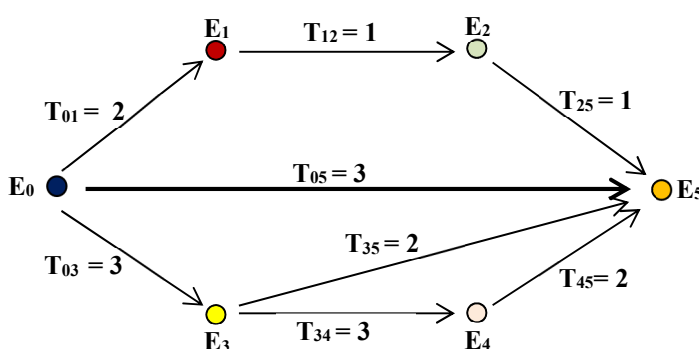
Le choix de l'unité de temps est important. Le plus souvent, l'unité la plus réaliste reste la journée.

Ces temps de chacune des tâches doivent être évalués en collaboration avec les entreprises. Il est souhaitable que le futur conducteur de travaux de l'entreprise participe à ce travail.

b) Le calcul des dates de réalisation des étapes

- Date de réalisation au plus tôt des étapes. C'est la date la plus proche de l'origine à laquelle on peut réaliser une étape. Pour la calculer, il faut ajouter à la date au plus tôt de chacune des étapes immédiatement précédentes de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison. Pour les valeurs obtenues, on choisit la **plus élevée**.
- Date de réalisation au plus tard des étapes. C'est la date limite à laquelle cette étape doit être réalisée afin de ne pas causer un retard dans la réalisation totale du projet. Pour la calculer, il faut soustraire de la date au plus tard de chaque étape immédiatement suivante de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison, puis sélectionner la **plus petite** des valeurs obtenues.
- Marge d'étape : C'est le temps disponible pour réaliser une étape entre la date de réalisation au plus tôt et la date de réalisation au plus tard de cette étape.
- Chemin critique : C'est le chemin le plus long de l'origine du réseau à sa fin. Il peut éventuellement y avoir plusieurs chemins critiques. C'est le chemin critique qui définit la durée totale du projet.
- Etapes critiques : Ce sont les étapes situées sur le ou les chemins critiques.

Exemple : Considérons le graphe reproduit sur la (fig.20) où l'on attribue à chaque tâche un temps : Après calcul des dates au plus tôt et au plus tard de chaque étape par les règles que nous venons d'énoncer, on obtient le résultat représenté par la (fig.21).



	Tâches	Durée (j)
T01	Menuiseries extérieures	2
T12	Vitrerie	1
T25	Coffres de volets roulants	1
T05	Ragréages et shunts	3
T03	Colonnes de chauffage	3
T35	Radiateurs	2
T34	Gaines de plomberie	3
T45	Menuiseries intérieures	2

L'événement E₀ représente la fin de la structure.

L'événement E₅ représente le début des cloisons et de doublage.

Figure n° 20 : Attribution des durées de réalisation des étapes

Remarque :

On visualise le chemin critique, qui passe par les étapes E_0 , E_3 , E_4 , E_5 , et que ces étapes ont leur date au plus tôt et leur date au plus tard confondues.

Les tâches critiques sont les tâches « colonnes de chauffage » (T_{03}), « gaines de plomberie » (T_{34}) et « menuiseries intérieures » (T_{45}).

La durée totale du projet est égale à huit jours. Pour réduire cette durée, il faut agir en priorité sur les tâches critiques.

Inversement, tout retard pris sur les tâches critiques entraîne obligatoirement un retard sur la date finale du projet.

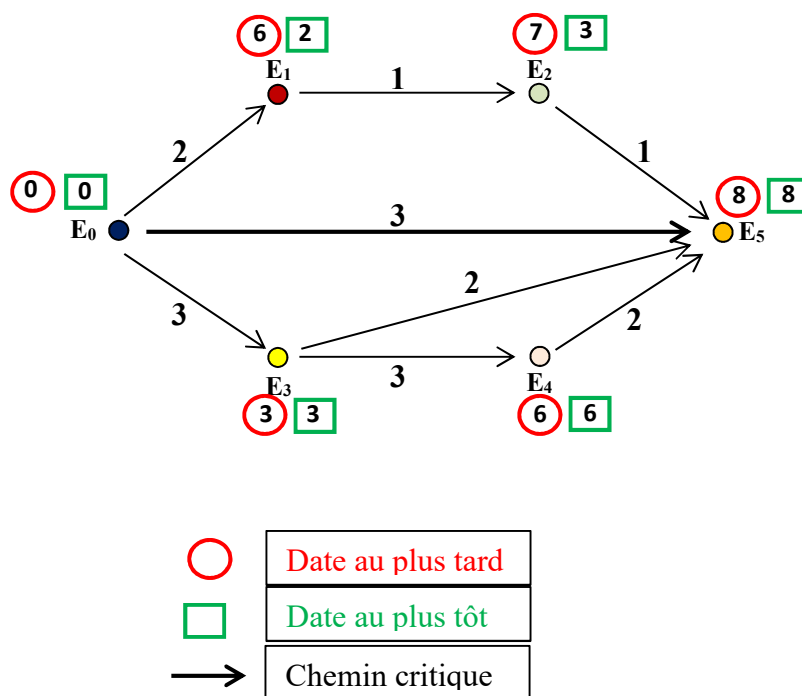


Figure n° 21 : Attribution des durées de réalisation des étapes

Ce mode de représentation est très intéressant, car lorsque la durée des tâches élémentaires varie, la « morphologie » du graphe reste la même : seuls les chiffres sont à modifier, le dessin n'est donc pas à reprendre.

c) le calcul des dates d'accomplissement des tâches :

- **Date de début au plus tôt d'une tâche :** date de réalisation au plus tôt de son étape d'origine.
Exemple : pour la tâche « vitrerie » (T_{12}) : cette date est 2.
- **Date de fin au plus tôt d'une tâche :** date de début au plus tôt d'une tâche, augmentée de la durée de cette tâche.
Exemple : pour la tâche (T_{12}), cette date est $(2+1=3)$.

- **Date de fin au plus tard d'une tâche** : date de réalisation au plus tard de l'étape de fin de cette tâche.
Exemple : pour la tâche (T₁₂), cette date est 7.
- Date de début au plus tard d'une tâche : date de fin au plus tard de cette tâche, diminuée de sa durée.
- **Exemple** : pour la tâche(T₁₂), cette date est (7-1=6).
- **Marge totale d'une tâche** : retard maximal qu'il est possible de prendre dans son exécution sans allonger le délai total de l'opération, mais en acceptant de perturber l'exécution d'autres tâches. On la calcule en faisant la différence entre la date de réalisation au plus tard de l'étape fine de cette tâche et la date de fin au plus tôt de cette tâche.
- **Exemple** : pour la tâche(T₁₂), la marge totale est (7-3=4).
- **Marge libre d'une tâche** : retard maximal qu'il est possible de prendre dans son exécution non seulement sans allonger le délai total de l'opération, mais aussi sans décaler l'exécution d'aucune autre tâche. On la calcule en faisant la différence entre la date de réalisation au plus tard de l'étape fine de cette tâche et la date de fin au plus tôt de cette tâche.
Exemple : pour la tâche (T₁₂), la marge est (3-3=0). Pour la tâche « ragréage et shunts » (T₀₅), la marge est (8-3=5).

2-5- Traduction du graphe en graphe-plannings

Ce graphe peut se traduire en graphe-planning (Figure 9). Il permet de :

- Repérer le chemin critique, donc les étapes et les tâches critiques ;
- Visualiser les dates au plus tôt et au plus tard de début et de fin de réalisation de chaque tâche.

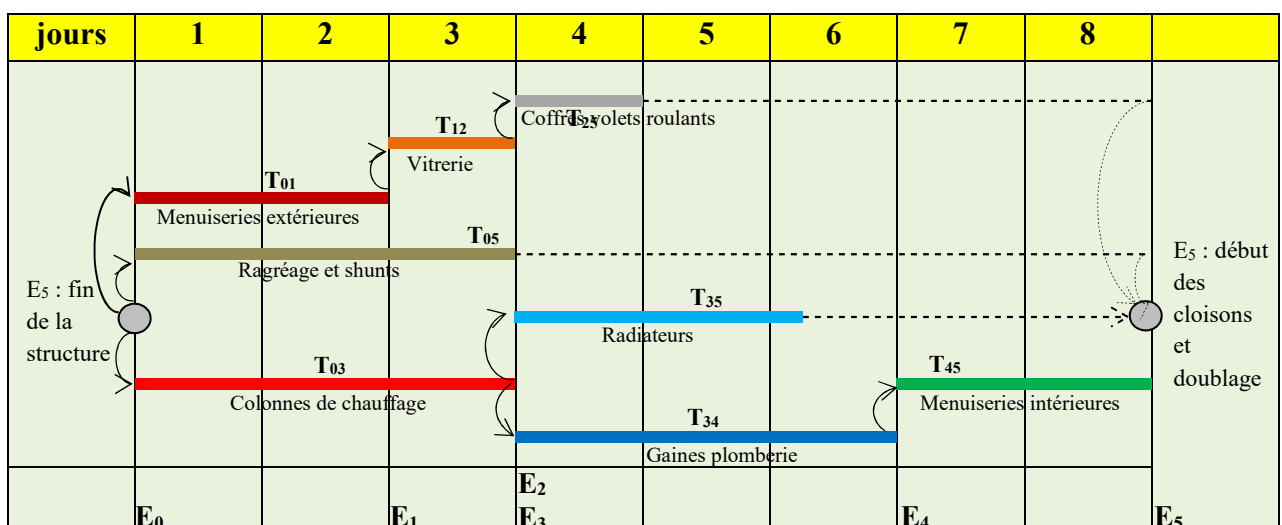


Figure n° 22 : Graphe-planning

3- La méthode des potentiels

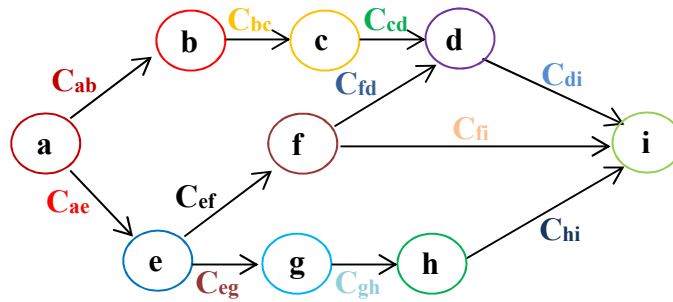
Elle constitue, elle aussi, une méthode « à chemin critique ».

3-1- Principe de la méthode : le graphe

Le principe de la méthode repose toujours sur un modèle mathématique qui est le graphe composé de deux éléments :

- Les sommets (les nœuds) qui représentent les tâches (et non plus des étapes comme dans la méthode PERT) : les tâches sont a, b, c...h, i ;
- Les arcs (les vecteurs) qui représentent la dépendance, c'est-à-dire la contrainte entre deux tâches (et non plus les tâches comme dans la méthode PERT). Les contraintes sont C_{ab} , C_{bc} , ... C_{dp} , C_{hi} , (la première lettre indique la tâche d'origine de la contrainte ; la seconde indique la tâche de fin de la contrainte).

La dépendance des tâches les unes par rapport aux autres peut se représenter sous deux formes différentes par un graphe ou par une matrice (figure 23).



Représentation graphe

Extrémités des contraintes ←

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a		●			●				
b			●						
c				●					
d									●
e						●	●		
f				●					●
g								●	
h									●
i									

Origines des contraintes ↓

Représentation matricielle

Figure n° 23 : Méthode des potentiels

Comme pour la méthode **PERT**, le graphe a toujours une ou plusieurs origines et une ou plusieurs fins et le sens d'écoulement du temps ira de l'origine vers la fin sans pouvoir revenir sur lui-même, ce qui implique que le graphe ne comporte jamais de boucles ou de circuits.

3-2- Comparaison entre la méthode PERT et la méthode des potentiels

Sans vouloir entrer dans tous les détails de la méthode des potentiels, nous nous proposons, sur un exemple simple, celui déjà choisi précédemment, de mettre en évidence les avantages et les inconvénients de chacune de ces deux méthodes (fig. 24).

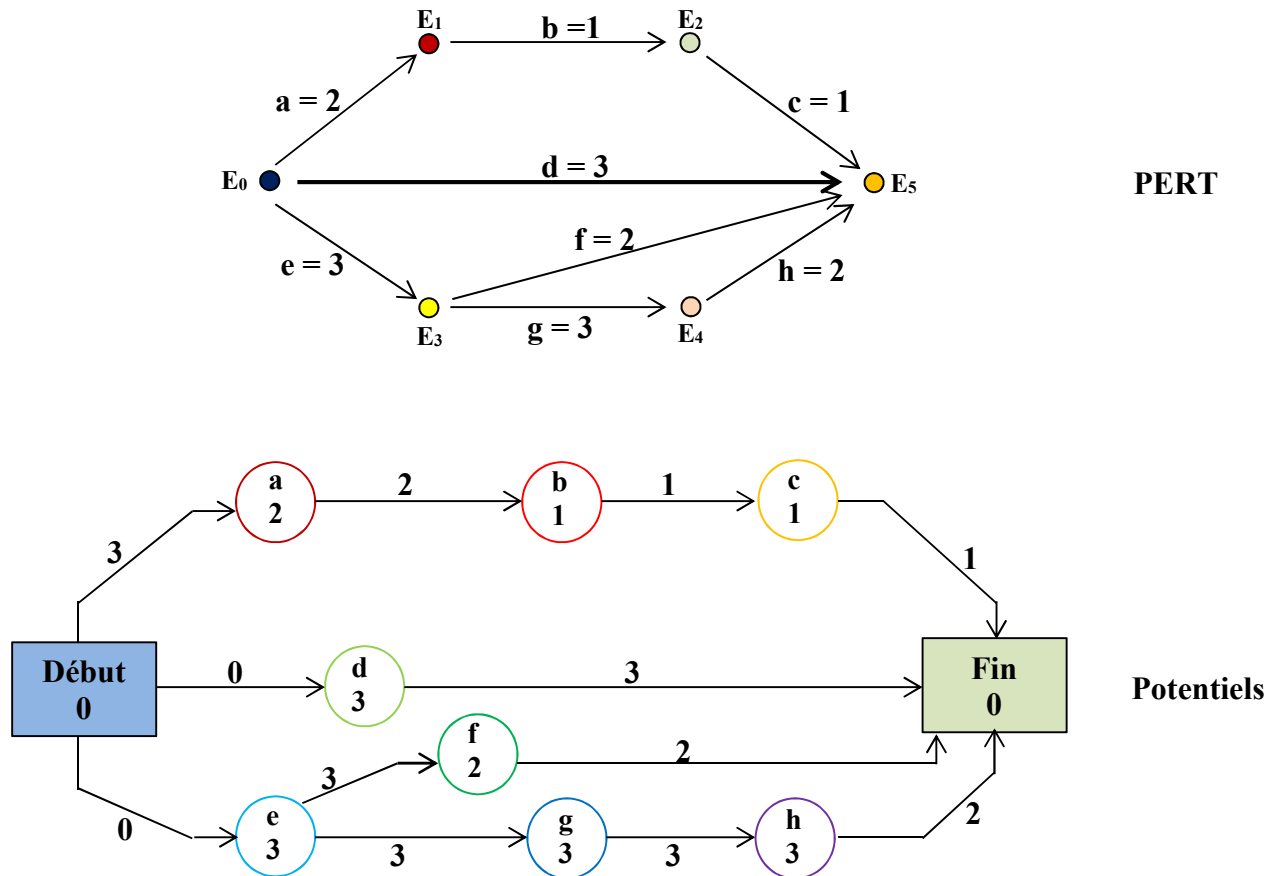


Figure n° 24 : Comparaison des deux méthodes : premier exemple

Premier exemple

Pour la compréhension du graphique, il est nécessaire de créer des tâches fictives « début » et « fin » de durée nulle.

- **Méthode PERT**

- Les sommets représentent les 6 étapes.
- Les vecteurs représentent les 8 tâches.
- Ce mode de représentation suppose une bonne connaissance des tâches.
- Sur chaque vecteur est indiquée la durée de la tâche (a= 2 signifie que la tâche « a » a une durée de 2 jours).

- **Méthode des potentiels**

- Les sommets représentent les 8 tâches réelles et les 2 tâches fictives de durée nulle.
- Les vecteurs représentent les 9 contraintes réelles et les 3 contraintes fictives nulles.
- Ce mode de représentation suppose une bonne connaissance des tâches.
- Le chiffre à l'intérieur du cercle représentatif des tâches indique leur durée.

Le chiffre porté sur le vecteur contraint indique la contrainte en temps de la tâche origine sur la tâche extrémité. La tâche « a » est d'une durée de deux jours et la tâche « b » ne pourra commencer que lorsque la tâche « a » sera totalement terminée. La figure 25 traduit ces deux méthodes sur un graphe planning. (Ce graphe est à rapprocher de celui de la (fig. 22)). Dans cet exemple, nous avons fait l'hypothèse qu'une tâche ne pouvait commencer que lorsque la tâche en amont nécessaire à son démarrage était totalement réalisée. Mais il peut en être autrement.

Deuxième exemple

Considérons le cas où une tâche peut démarrer avant l'achèvement total de la tâche en amont. Nous ne supposons que la tâche « f » peut démarrer deux jours après le début de la tâche « e ». Les graphes dans chacune des méthodes se trouvent modifiés. On peut noter que la morphologie du planning PERT est conservée, seule la tâche est décomposée.

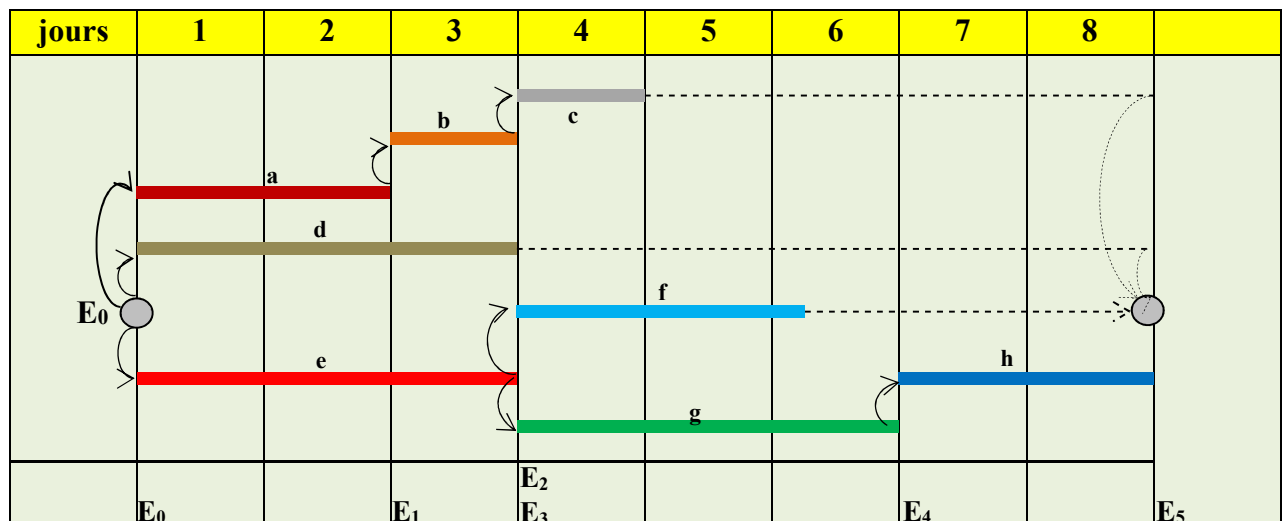


Figure n° 25 : Graphe-planning du premier exemple

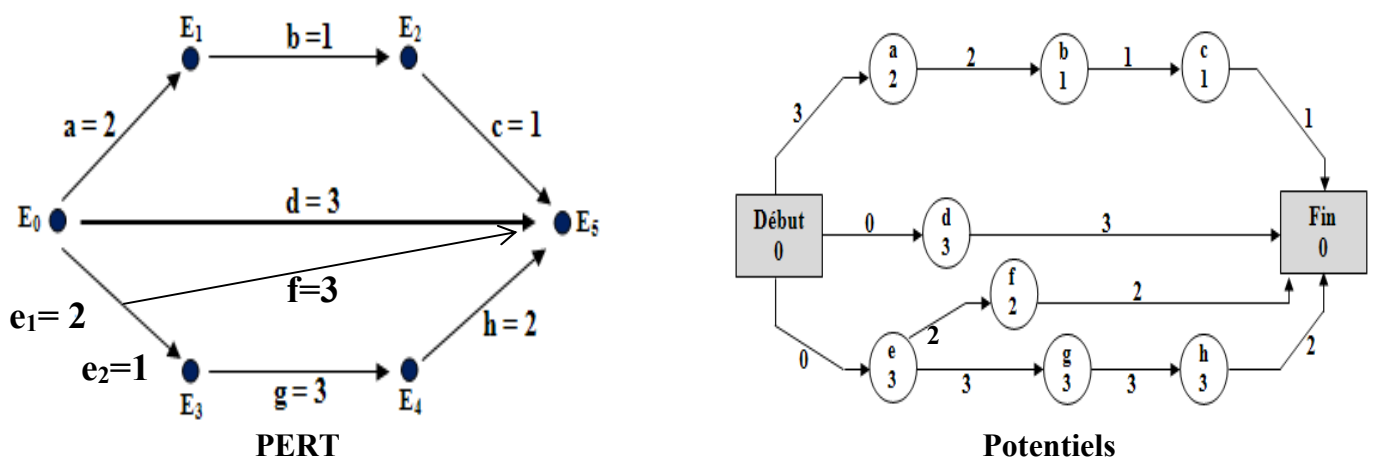


Figure n° 26 : Comparaison des deux méthodes : deuxième exemple

- **Méthode PERT**

- Il faut créer des tâches « fictives » e_1 et e_2 et une étape « fictive » E'_3 .
- La morphologie du graphe est modifiée, la représentation devient plus compliquée.
- Le nombre de tâches passe de 8 à 9.
- Le nombre d'étapes passe de 6 à 7.

- **Méthode des potentiels**

- Il suffit simplement de modifier la valeur de la contrainte entre e et f et de mettre 2 au lieu de 3 ;
- La morphologie du graphe reste la même.
- Le nombre de tâches reste inchangé.
- Le nombre de contraintes reste inchangé.

Les deux méthodes se visualisent de la même façon sur un graphe-planning (Fig. 27). La tâche « f » peut commencer deux jours après le démarrage de la tâche « e », c'est-à-dire à la fin de la tâche « e_1 ».

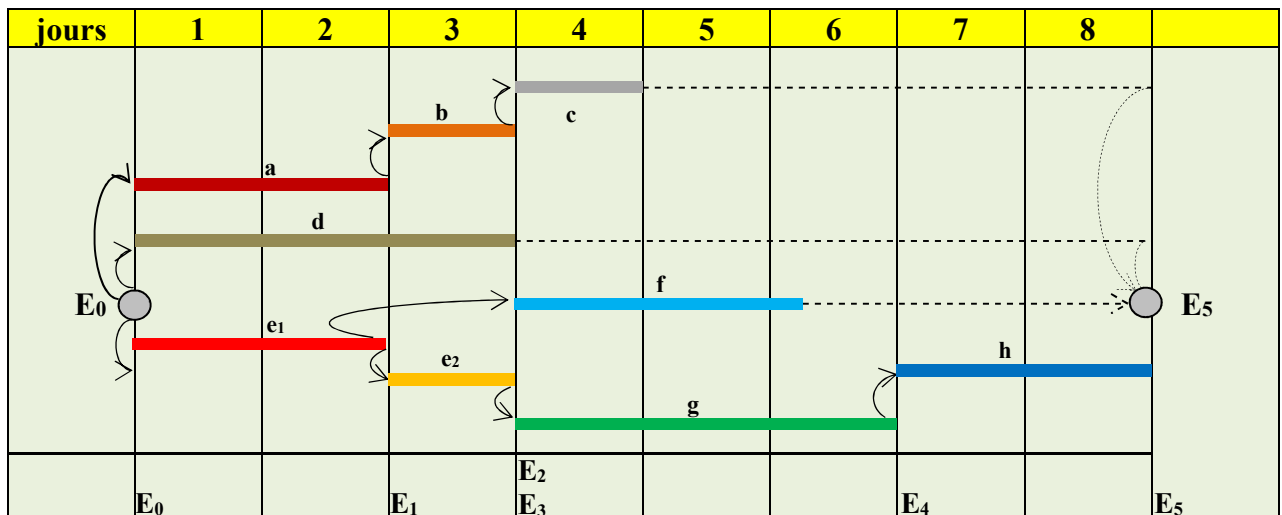


Figure n° 27 : Graphe-planning du deuxième exemple

4- Les méthodes « à chemin critique » appliquées aux opérations de bâtiment

4-1- Ordonnancement des chantiers « prototypes »

On peut considérer qu'un chantier est prototype lorsque les ensembles à ordonnancer ne sont pas répétitifs. Exemple : une maison, une usine, un entrepôt, un ouvrage d'art, un aéroport, une gare, etc.

Dans de tels cas, les méthodes à chemin critique (PERT ou des potentiels) s'appliquent sans aucune difficulté.

4-2- Ordonnancement des chantiers « répétitifs »

On peut considérer comme chantier répétitif des ouvrages ayant des étages répétitifs à ordonnancer, tels que bâtiments d'habitation, hôtels, immeubles de bureaux, immeubles administratifs, lotissements de villas similaire etc.

L'application des « méthodes à chemin critique » (PERT ou des potentiels) n'est plus possible directement dans de tels cas, car le graphe général de l'opération peut se décomposer en deux parties :

- une partie non répétitive :
- une partie répétitive entraînant des contraintes d'un type particulier et une dégénérescence du chemin critique.

4-3- Exemple d'un bâtiment

Le graphe général du bâtiment G (fig. 28) comprend des sous-graphes, tels que :

- G_1 , G_2 , G_4 , qui sont des sous-graphes non répétitifs ;
- G_3 qui est un sous-graphe répétitif,

La méthode consiste à recenser les tâches élémentaires de l'opération et à les affecter à chacun des sous-graphes G_1 , G_2 , G_3 , G_4 .

Dans un chantier répétitif, deux notions nouvelles interviennent (voir annexe) ;

- la contrainte verticale ;
- la contrainte de moyens

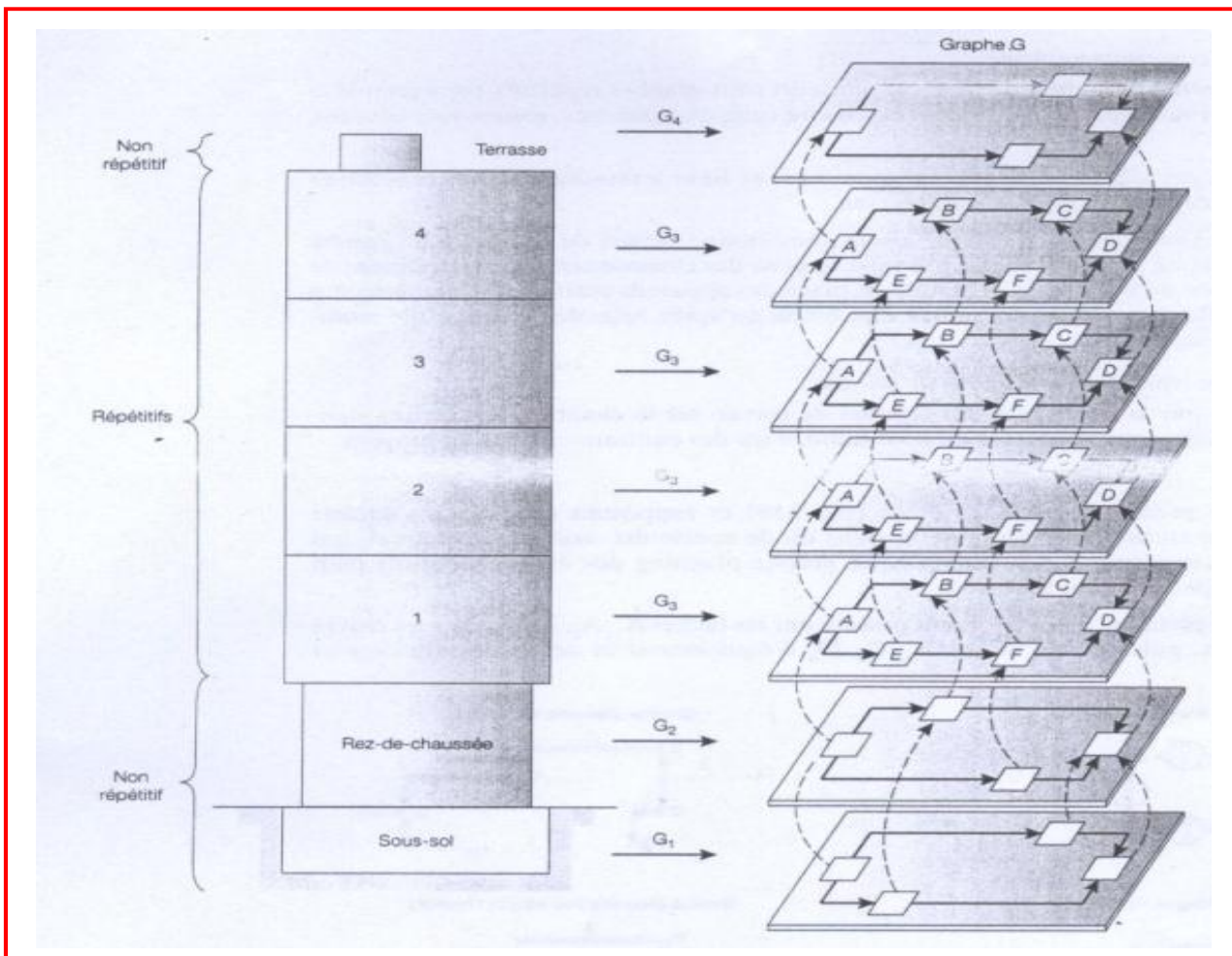


Figure n° 28 : Exemple d'ordonnancement d'un bâtiment de cinq niveaux

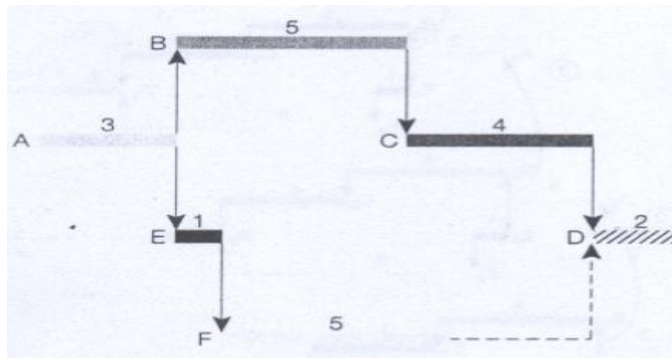


Figure n° 29 : Sous-graphe d'un étage répétitif

5- Le planning « chemin de fer »

On peut aussi représenter le planning sous une autre forme, dite « planning chemin de fer » (ce type de plannings était utilisé par la SNCF pour représenter la marche des trains : le temps est porté horizontalement et les distances verticalement sur le diagramme). Cette représentation met en évidence la continuité des équipes et la rapidité d'exécution des tâches de chaque corps d'état. Ce type de représentation prend toute sa signification pour l'élaboration de planning de bâtiments élevés où les travaux sont répétitifs à chaque étage. L'évolution des tâches est rapportée à deux axes rectangulaires :

- l'axe des abscisses est l'axe du temps, l'unité étant en général la journée :
- l'axe des ordonnées est représentatif du cheminement des équipes à travers les différentes unités répétitives de l'ouvrage (très souvent, ces unités sont les étages du bâtiment).

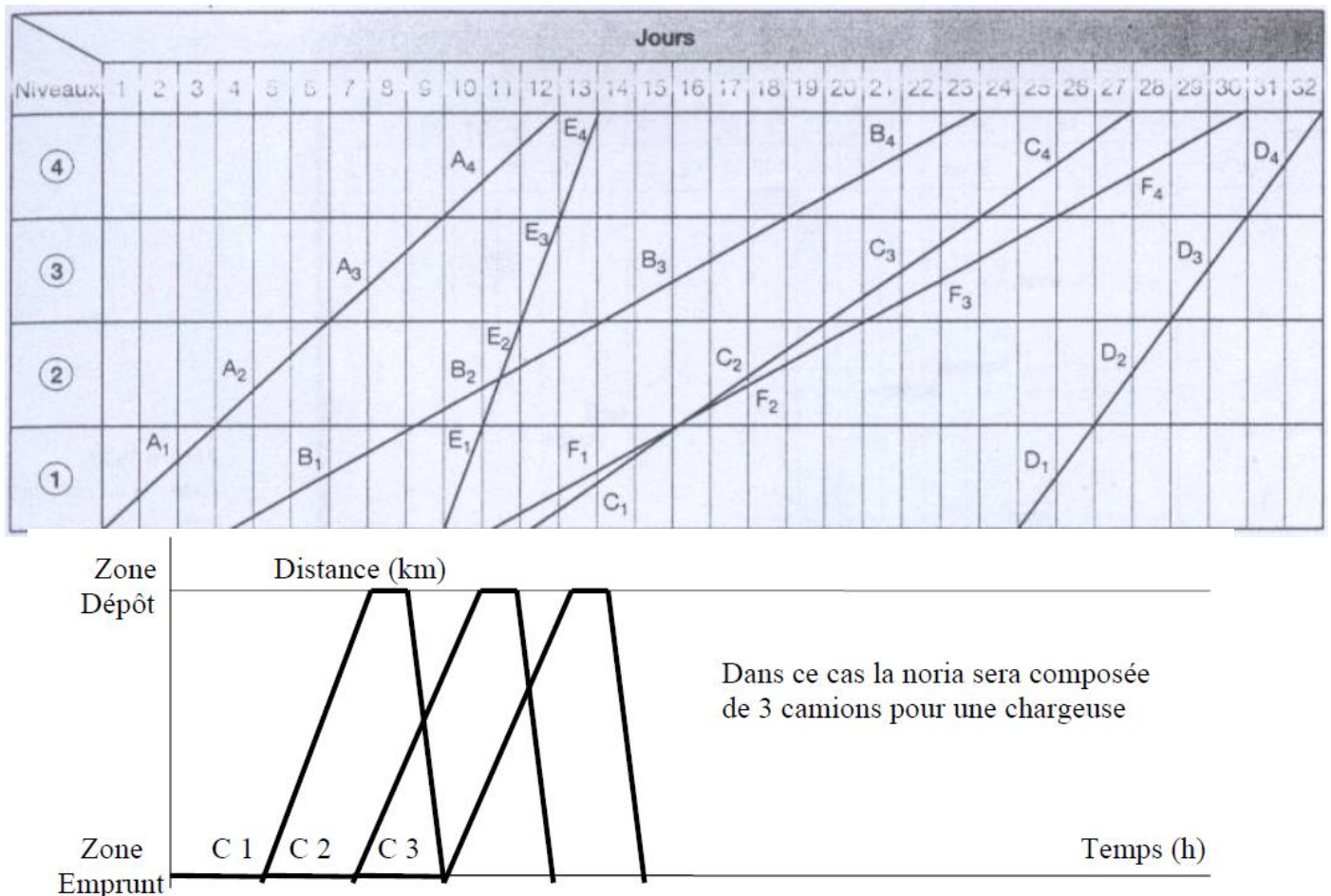


Figure n° 30 : Planning de chemin de fer

La vitesse d'exécution d'une tâche est supposée constante à l'intérieur d'une unité répétitive. L'image de cette progression est alors une droite. Plus la droite fait un angle important avec l'axe du temps, plus la progression (vitesse de la tâche) est rapide, et inversement.

Remarque :

Quelle méthode choisir ?

Toutes les méthodes énoncées ci – avant présentent un intérêt, mais ont néanmoins des domaines d'application préférentiels.

- La méthode PERT permet de gérer un nombre important de tâches à caractère très divers (administratif, financier, décisionnel, etc.), reliées par des contraintes multiples.
- La méthode des potentiels offre une image plus représentative du temps. Elle s'adapte peut – être mieux à des opérations concernant l'exécution des travaux où le nombre des tâches est souvent plus restreint.
- La méthode « chemin de fer » trouve particulièrement son application dans l'enchaînement continu de tâches répétitives, donc de chantiers décomposés en niveaux ou zones similaires.

V/- L'informatisation des plannings

Un avantage incontestable de l'informatique est de pouvoir traiter très rapidement un grand nombre de données dans une logique préétablie.

1- le choix du logiciel

Dans des cas plus simples de gestion, l'utilisation de logiciels de base (traitement de texte, tableur, gestion de fichiers, etc.) peut trouver des applications nombreuses pour rédiger les comptes rendus, calculer les acomptes, faire des prévisions financières.

Comme pour toute décision importante, avant de faire l'acquisition d'un logiciel, il faut avoir défini ses propres besoins. Il faut savoir que le produit spécifique n'existe pas sur le marché, mais on peut le commander expressément à des prestataires spécialisés dans le domaine de la gestion des projets et le prévoir suffisamment évolutif pour s'adapter à des situations particulières et à des activités nouvelles. Le choix doit donc être effectué après analyse et réflexion.

A titre indicatif, nous donnons une liste de critères parmi lesquels il faut opter ou non avant de choisir le logiciel qui correspondra à l'activité recherchée :

- dessin des tâches sous plusieurs formes, en couleurs ;
- adaptation du calendrier (en mois, nombre de jours par semaine, jours fériés...)
- prise en compte des contraintes ;
- dessin des liaisons (contraintes) avec option pour éviter la « forêt » de liaison ;
- intitulés alignés sur la gauche ou reproduits sur la tâche ;
- temps de calcul et d'impression ;
- possibilité d'introduire un cartouche, un plan masse, des titres, etc.

2- La saisie des données

La saisie des données demande un investissement initial qui sera largement compensé lorsqu'il s'agira de faire des mises à jour, des simulations ou extraire certaines données par tri. Les éléments à fournir sur un écran préparé à cet effet (ou masque) sont en général, par tâche :

- Le texte de la tâche ;
- Son code ;
- Sa localisation ;
- Les codes des tâches précédentes et suivantes ;

- La durée de la tâche ;
- L'entreprise réalisatrice ;
- Les moyens en personnel ou en approvisionnement ;
- La valeur marchée de la tâche. (avancement).

Les informations peuvent s'étendre à d'autres données suivant le logiciel utilisé et l'usage que l'on veut en faire.

IV-2/- Plannings particuliers

L'élaboration des autres plannings :

Certaines opérations hors chantier sont cependant en relation directe avec celui-ci : commandes, fabrication en usine, transport, approvisionnement, stockage des matériaux, etc. Si l'on veut maîtriser les dates de début des phases du chantier, un certain nombre de tâches en amont doivent être planifiées suivant les besoins effectifs. Très souvent, c'est le **service méthode** de l'entreprise qui planifie ces diverses actions.

Il faut y attacher d'autant plus d'importance que le paiement des approvisionnements peut être lié à cette planification.

Nous citerons succinctement les différents plannings concernant des actions hors chantier.

1- Planning de fabrication et d'approvisionnement du chantier

Cette consultation doit être faite avec beaucoup de sérieux car :

- Les fournitures représentent statistiquement le tiers des déboursés ;
- Il est plus facile de négocier des prix, lors d'une consultation unique en début de chantier, que de se confronter journalièrement aux problèmes de productivité de la main-d'œuvre ;
- Les travaux ayant démarré, le responsable du chantier n'aura plus le temps nécessaire pour élargir les consultations ou revoir des commandes passées un peu trop hâtivement ; une nouvelle consultation s'avère toujours difficile.
- Le planning d'approvisionnement du chantier conditionne directement le planning d'exécution des travaux, il faut donc lui attacher une très grande importance.

Il faut toujours veiller à coordonner le planning des approvisionnements avec celui des travaux. Ils sont élaborés à partir du planning général, pour déterminer les dates d'approvisionnement en matériels et matériaux.

Ainsi on optimise :

- La durée de location ou de mobilisation pour le matériel.
- Les quantités de stocks pour les matériaux.

Représentation

PLANNING MATERIEL														Chantier:						
		1			2			3			4			Mois						
Désignation -taches	Durée	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Semaines
- Pelle en location	1 s	■																		
- Grue à tour	13 s		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
- Poste de bétonnage	16 s		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
- Banches métalliques	9 s					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Etc.																				

Chantier :....		PLANNING MATERIAUX												
Commandes														
Désignation	Quant.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Semaine
Sable	2000 m ³	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	130	
Gravillon	3400 m ³	287	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	
Ciment	1400 t	110	110	126	126	126	126	126	110	110	110	110	110	
Armatures	81 t		11	10	10	10	10	10	10					
Etc.														

Figure n° 3I : Planning de fabrication et d'approvisionnement du chantier

2- Planning de fabrication et d'approvisionnement des éléments préfabriqués

Il faut lancer cette consultation le plus rapidement possible afin de tenir compte des impératifs et surtout ne pas les sous-estimer :

- Délai d'étude par le pré fabricant ;
- Délai d'établissement des plans de détails des moules ;
- Délai d'exécution des moules, contre-moules, etc.
- Présentation d'un prototype de la pièce préfabriquée avec éventuellement les pièces incorporées ;
- Délai de fabrication des premiers éléments permettant la constitution d'un stock afin que le chantier ne soit pas retardé.

3- Courbes de production

Elles sont élaborées afin d'optimiser la réalisation d'éléments préfabriqués.

On élabore en général 3 courbes pour visualiser la production complète :

- **Courbe de préfabrication:** A un instant donné, on peut visualiser le nombre d'éléments préfabriqués.
- **Courbe de pose:** A un instant donné, on peut visualiser le nombre d'éléments posés.
- **Courbe d'évolution des stocks:** Par déduction des deux autres courbes, on détermine le stock d'éléments.

Méthodologie : Connaissant d'après le planning général des travaux, le délai de pose et le nombre d'éléments préfabriqués, on peut calculer la cadence de pose :

- Ainsi on pourra en déduire la date de fin de préfabrication.
- Suivant les moyens, on calcule la cadence de préfabrication et ainsi on obtient la durée totale de la préfabrication.
- Tracé des deux courbes.
- Par **interpolation** des deux premières courbes on peut construire la troisième.
- Détermination du stock maximum et vérification de la capacité de l'aire de stockage.

Représentation

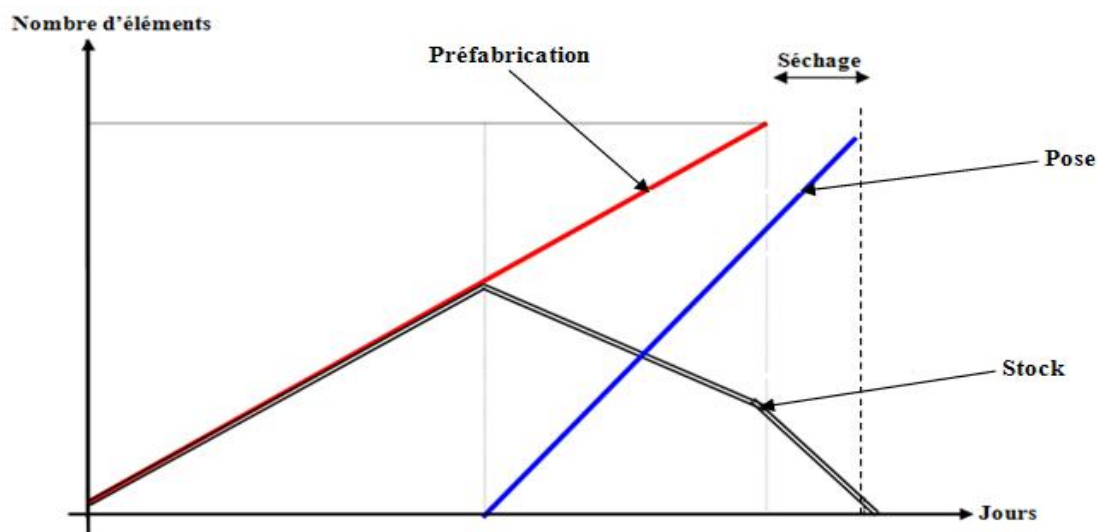


Figure n° 32 : Courbes de production

4- Planning de consultation des sous-traitants

Certains chantiers peuvent prendre du retard du fait d'un choix trop tardif des sous-traitants (désignation tardive de l'entreprise de terrassement sous-traitante de l'entreprise de gros œuvre par exemple), ou parfois du fait d'une désignation insuffisante de la mission du sous-traitant.

5- Planning d'utilisation du matériel et des engins

Ce planning permet de :

- Savoir si le matériel et les engins sont disponibles dans le parc de l'entreprise. S'ils ne sont pas disponibles, une location peut être envisagée ;
- Comparer les dépenses réelles d'amortissement ou de location avec le crédit accordé pour le chantier.

6- Planning de rotation du matériel (grue, coffrage, etc.) et de l'approvisionnement en béton

Il est établi pour prendre en compte la rotation des matériels sur les différents chantiers d'une entreprise.

L'idéal est que le parc matériel de l'entreprise soit le moins rempli possible et donc que tous les matériels soient utilisés sur les chantiers (difficilement réalisable).

Ce planning est directement lié au mode opératoire de l'entreprise. Il doit permettre de :

- Définir exactement le matériel (nombre et capacité) en jouant sur les différentes phases internes au planning, tout en respectant la date finale des travaux ;
- Faire dans certains cas des propositions au maître de l'ouvrage sur la possibilité de raccourcir ou d'allonger le délai global des travaux (quand c'est possible). Ces propositions ont en général une influence sur le coût total des travaux : un maître de l'ouvrage peut être intéressé par un délai plus court, même si le montant des travaux est un peu plus élevé, et inversement.

(Ce planning devrait faire état d'une **optimisation délai/coût**.)

7- Planning d'affectation du personnel

Ce planning permet de :

- Savoir si l'ensemble du personnel sera disponible aux dates prévues, éventuellement envisager des embauches temporaires ;
- Comparer les dépenses réelles avec le crédit accordé pour le chantier.

7-1- Courbes d'effectif

Connaissant l'effectif attribué à chaque tâche, on peut par projection sur le planning général tracer la courbe d'effectif. Ce qui nous permet de connaître l'effectif global présent sur le chantier suivant l'avancement de celui-ci.

Représentation

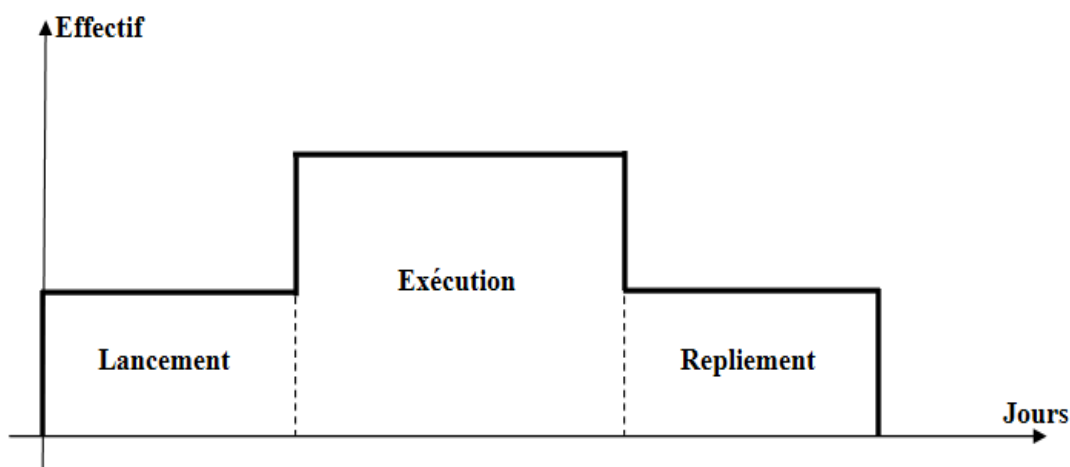


Figure n° 33 : Courbes d'effectif

7-2- Courbes des heures cumulées de main d'œuvre

Au fur et à mesure de l'avancement du chantier, elles permettent de comparer les heures prévues et les heures consommées sur le chantier donné.

La courbe prévisionnelle est établie à partir de la courbe d'effectif.

La courbe des heures consommées sera tracée en fonction des heures réellement consommées au fur et mesure de l'avancement du chantier.

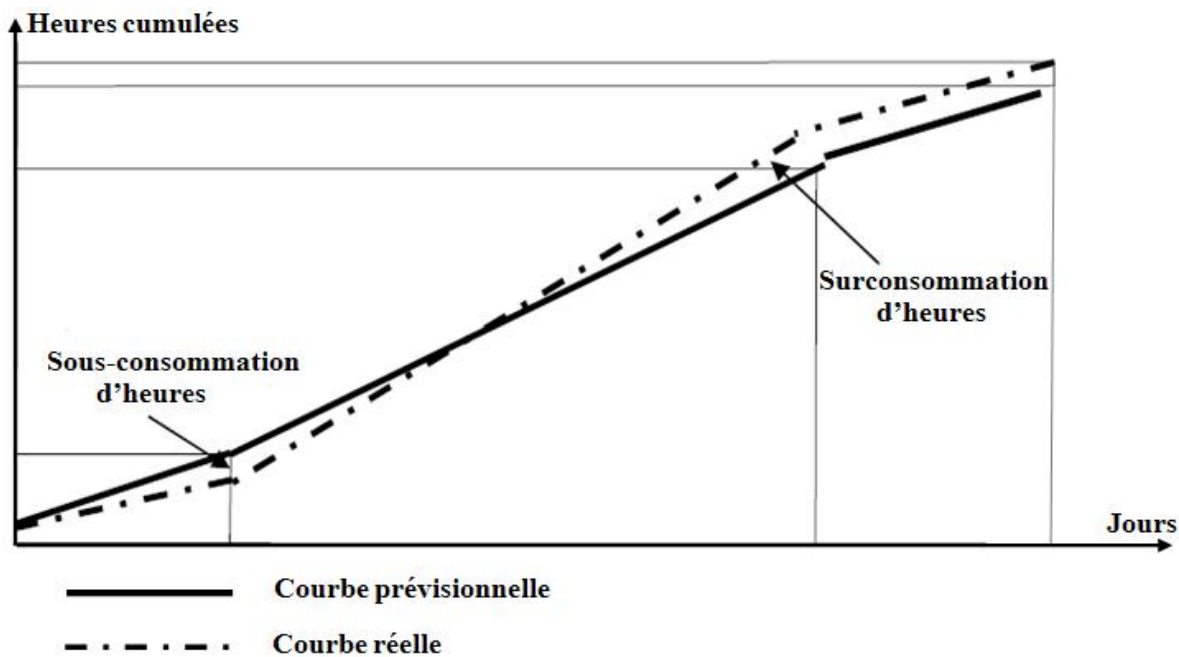


Figure n° 34 : Courbes des heures cumulées de main d'œuvre

7-3- Planning de gestion de la main d'œuvre

Il est établi par la direction des travaux d'une entreprise pour **optimiser** l'emploi de sa main d'œuvre sur les différents chantiers. Il permet d'organiser les congés payés, pallier les absences en cas de congés maladies et prévoir l'emploi de main d'œuvre extérieure.

Représentation

PLANNING MAIN D'OEUVRE														Entreprise: CIC					
CHANTIERS		Novembre				Décembre				Janvier				Février			Mars		
Désignation	Resp.	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chantier SAIPH		19	19	20	20	20	20	20					21	20	20	20	20	20	20
Chantier SANOFI		9	9	9	9	3	3	3											
Chantier LAC		17	17	17	17	17	17	17					14	10	10	3	3		
Chantier Mghira													4	4	12	12	12	15	15
TOTAL BESOINS		45	45	46	46	40	40	40					39	34	42	35	35	35	35

Figure n° 35 : Planning de gestion de la main d'œuvre

8- Planning d'acompte – courbes financier

Pendant la phase de préparation des travaux, on établit un planning permettant de connaître l'état d'avancement de la réalisation chaque mois.

On en déduit un planning d'acompte mois par mois.

A partir de ce planning on peut tracer les courbes financières des dépenses et des recettes connaissant le délai de paiement.

Représentation

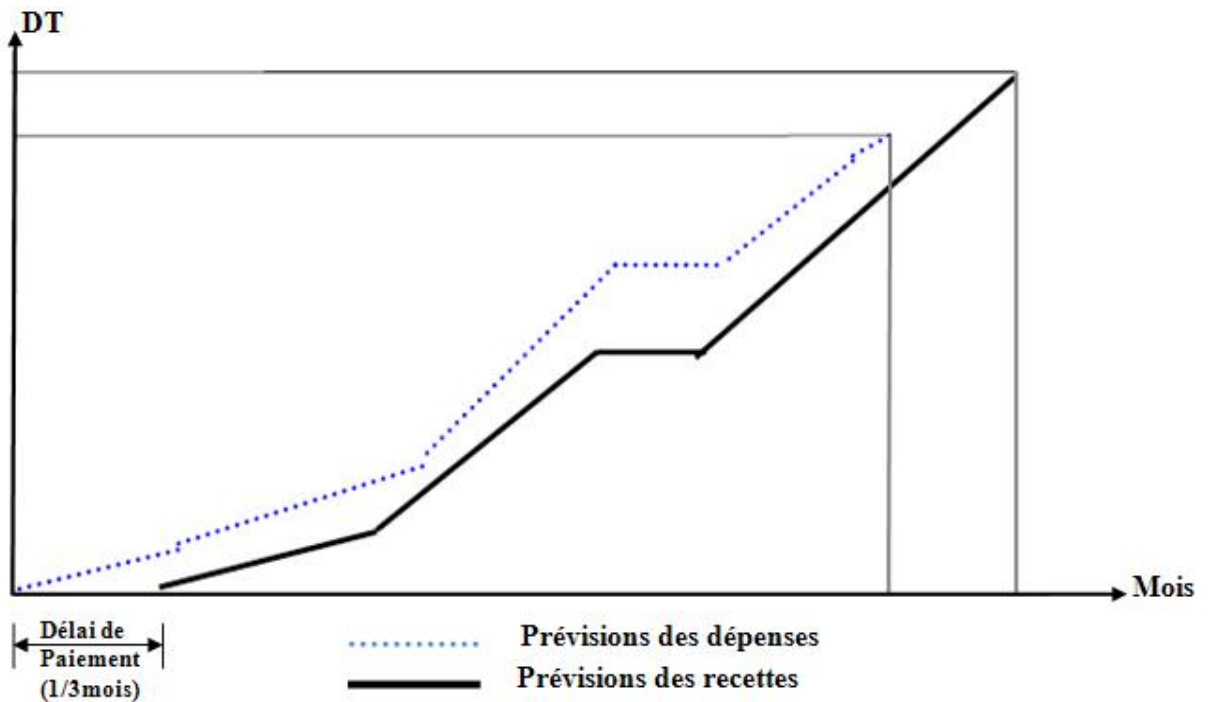


Figure n° 36 : Planning d'acompte – courbes financier

V/- La pratique du planning

L'établissement du planning nécessite la parfaite connaissance des documents de consultation descriptifs, cahiers des charges, documents graphiques, etc..., mais aussi un dialogue approfondi entre la maîtrise d'œuvre et l'entreprise, pour tout ce qui concerne les temps d'exécution, les modes opératoires et le matériel mis en place.

1- Les délais

Avant d'établir le planning, il est nécessaire de réfléchir sur la définition des délais et sur leurs conséquences.

Les obligations que le contrat fait naître sont en général assorties de délais de façon à pouvoir mettre en œuvre des moyens de coercition (pénalités, intérêts moratoires, résiliation du marché, etc.).

La façon de décompter les délais, parce qu'elle est trop souvent l'occasion de litiges, a été définie contractuellement : « Tout délai imparti dans le marché au maître de l'ouvrage, à la personne responsable du marché, au maître d'œuvre ou à l'entrepreneur commence à courir le lendemain du jour où s'est produit le fait qui sert de point de départ à ce délai. »

1-1- Le délai d'exécution

Parmi tous les délais que l'on peut recenser dans le marché, celui qui occupe un rôle prédominant est le **délai d'exécution des travaux**. Il se décompose en délai de préparation et délai d'exécution.

Il commence à la date indiquée dans un ordre de service ou à la notification du marché.

Le délai sera décomposé au stade du marché suivant diverses possibilités (l'établissement du calendrier prévisionnel des travaux).

La date correspondant à la fin du délai contractuel étant définie, il faudra constater que la date retenue pour être l'achèvement des travaux se situe bien avant cette date-là.

2- L'élaboration du planning des travaux

L'élaboration du planning nécessite l'exploitation des informations recueillies dans le dossier technique, ainsi que les renseignements obtenus des différents partenaires, mais aussi l'application d'une méthodologie rigoureuse.

2-1- Méthodologie d'établissement du planning

➤ Prendre connaissance du dossier technique, consulter les documents suivants :

- Plans d'architecture ;
- Plans techniques ;
- Devis quantitatif ou décomposition du prix forfaitaire ;
- Cahier des clauses techniques particulières (CCTP) ;
- Cahier des clauses administratives particulières (CCAP).

➤ Obtenir les renseignements nécessaires

Se renseigner auprès :

- Du maître de l'ouvrage ;
- Des entreprises.

2-2- Décomposer le projet en tâches élémentaires

A l'aide du devis descriptif (CCTP), il convient de définir les tâches élémentaires à accomplir sur le chantier. On procède par corps d'état.

Une centaine de tâches permettant l'établissement d'un planning qui reste encore d'une exploitation facile sans nécessité d'un traitement informatique.

Ces tâches doivent être de « poids » sensiblement équivalents. Chacune ne doit concerner qu'un seul corps d'état et représenter un travail facilement identifiable sur le chantier.

La décomposition en tâches élémentaires doit tenir compte des caractéristiques suivantes :

- L'élément de travail représentatif de la tâche correspond à la décomposition minimale à gérer (sauf lorsqu'il s'agit du planning de rattrapage).
- Il doit être parfaitement définissable dans le temps et dans l'espace afin d'être contrôlé sans équivoque ;
- Sa durée est assez courte pour que la gestion en soit facilitée ;
- Il ne correspond pas toujours à un élément du quantitatif ou à un prix unitaire ;
- Son coût est en général faible eu égard au montant du marché.

2-3- Examiner les contraintes de dépendance

Les tâches doivent être classées par corps d'état en tâches répétitives et non répétitives. Examiner les contraintes de dépendance, c'est examiner la logique entre les tâches. Cet examen conduit à la construction :

- Du graphe général pour les chantiers prototypes ;
- Des graphes non répétitifs et répétitifs pour les chantiers répétitifs.

2-4- Attribuer un temps à chaque tâche élémentaire

A l'aide du devis quantitatif et des cadences de pose dont la connaissance fait partie du savoir-faire du coordonnateur, ce dernier en déduit le temps d'intervention nécessaire à l'exécution de chaque tâche et de traduit en effectif d'ouvriers, lors de cette étude, il ne faut pas oublier de tenir compte du temps nécessaire à l'approvisionnement en matériaux des étages et à leur répartition dans les appartements et encore d'autres contraintes.

On devra :

- Attribuer à chaque tâche un temps ;
- Définir une unité de temps. On prendra la journée si l'on souhaite affiner les délais ; sinon la semaine peut suffire.

Les temps doivent être établis en collaboration avec les entreprises. Il est souhaitable que le futur conducteur de travaux de l'entreprise participe à ce travail.

2-5- Etablir le graphe-planning

L'établissement des graphiques permettra :

- Eventuellement de lisser des tâches ;
- De niveler des moyens, ce qui facilitera l'élaboration des courbes financières (l'échéancier de versement des acomptes).

Chapitre 3 : Gestion et suivi des projets

I/- Définition

1- *Projet*

Un projet est un ensemble d'activités limitées dans le temps et dans l'espace, il est orienté vers la réalisation d'un objectif et nécessite des moyens humains et financiers...

(Exemple: construction d'un barrage, d'une autoroute...)

Nous définissons donc un projet comme étant un ensemble cohérent d'objectifs.

Une définition assez complète est la suivante : "Ensemble optimal d'actions, fondé sur une planification globale et cohérente, grâce auquel une combinaison définie de ressources humains et matériels engendre un développement d'une valeur déterminée. Les éléments d'un projet doivent être définis avec précision, quant à leur nature, leur emplacement et leur déroulement. Les ressources nécessaires sous forme de fonds, de matière et de main d'œuvre. Les coûts et les revenus sont calculés ou -s'il n'est pas possible de les quantifier-définis avec une précision qui permettent de formuler ce que doit être un jugement raisonné sur ce que doit être l'ensemble optimal de ces actions".

2- *Objectif(s)*

L'objectif (s) représente la situation escomptée au terme du projet. Il est généralement précis. Il fixe les niveaux de performance en termes qualitatifs et quantitatifs, qu'un projet se propose d'atteindre.

3- *Résultats (Objectifs chiffrés)*

Les résultats sont les produits physiques du projet exprimés en quantité, qualité et coûts. Ils résultent du processus de transformation des moyens et représentent donc le produit direct de projet.

4- *Moyens*

Les moyens consistent en l'ensemble des ressources humaines et matérielles nécessaires pour l'organisation des activités et l'obtention des résultats.

5- *Exécution*

L'exécution intervient une fois le projet formulé et la décision de l'entreprendre prise. Elle correspond à la phase de mise en œuvre du projet. Il s'agit d'entreprendre l'ensemble des activités composant le projet, selon le planning et l'échéancier des réalisations.

6- *Suivi de projet*

Le suivi de réalisation est un ensemble d'activités qui dans le cadre d'un projet visent à vérifier si les moyens (ressources) disponibles sont employés conformément au calendrier et au budget du projet et si ils donnent les résultats escomptés. Le suivi vise aussi à identifier les problèmes qui peuvent surgir au cours de l'exécution et à y apporter des solutions adéquates.

II/- Gestion du Cycle de Projet

La manière dont les projets sont planifiés et réalisés suit un enchaînement répondant au nom de cycle de projet. Le cycle débute par l'identification d'une idée et développe cette idée pour en faire un plan de travail qui puisse être mis en œuvre et évalué.

La gestion de projets est un ensemble de concepts, de techniques, d'instruments et de pratiques qui permet à des gestionnaires du cycle de projets de les faire évoluer au travers des diverses phases de la vie ou du cycle propres à chaque projet et ce, sur base de décisions faites en connaissance de cause.

III/- Critère de qualité et de réussite

Les facteurs ci-après sont généralement considérés comme les plus importants dans la préparation, la gestion et l'évaluation d'un projet. Il s'agit de : la faisabilité, la viabilité...

- **La faisabilité** : Elle indique si les objectifs du projet proposé peuvent être réellement atteints en tenant compte du contexte, des moyens du projet ainsi que des objectifs prévus dans le plan du projet.

" Les objectifs sont logiques et mesurables ;

" Les risques, les hypothèses et les facteurs affectant la viabilité sont pris en compte ;

" Le suivi

-**L'organisation**: Il est impératif de vérifier, régulièrement, si l'organisation chargée de l'exécution du projet dispose des capacités et ressources nécessaires. Il est également recommandé de rendre compte si le mode d'organisation et le style de management répondent aux exigences du moment et sont régulièrement réajustés (si nécessaire) en fonction des changements qui surviennent dans le contexte du projet.

-**L'efficience**: On mesure l'efficience d'un projet par la balance entre le coût des investissements et les profits obtenus. Ainsi, le management est dit efficient s'il parvient à mener le maximum d'activités avec le minimum de moyens.

- **L'efficacité** : En bref, ce concept détermine la mesure dans laquelle un projet atteint ses objectifs, en qualité et en quantité.

- **L'impact** : Il s'agit du changement, positif ou négatif, direct ou indirect, prévu ou imprévu, voulu ou pas voulu, produit par la réalisation de projet.

Il peut également être considéré comme un critère d'évaluation qui indique tous les effets d'une intervention dans différents domaines : financier, économique, social, culturel, institutionnel, environnement.

Fin du cours