



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

Université de Tissemsilt

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences et de la Technologie



# Polycopié de cours

---

## Planification et gestion de projets

---

**Filière :** Génie civil

**Spécialité :** M1 Structures

Préparé par : Dr. OUAZIR Mansour

Maître de conférences classe « B »

Tissemsilt - 2023/2024

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I - Généralités sur la gestion de projet</b>	<b>4</b>
1. Introduction .....	4
2. Gestion de projet .....	4
2.1. Définition d'un projet.....	5
2.2. Gérer un projet c'est.....	6
2.3. Objectifs poursuivis par les projets.....	6
3. Les acteurs du projet .....	6
3.1. Le maître d'ouvrage (ou Porteur du projet ou Commanditaire).....	6
3.2. Le maître d'œuvre du projet (Réalisateur ou chef de projet).....	6
3.3. Les Partenaires.....	7
4. Définition d'une tâche .....	7
5. Définition des jalons d'un projet.....	7
6. Définition d'un livrable.....	7
7. La direction du projet.....	7
7.1. Les actions à mener lors des grandes phases du projet.....	7
<b>II - Les méthodes de planification</b>	<b>9</b>
1. Introduction .....	9
2. la planification .....	9
2.1. La planification permet de décrire .....	9
2.2. Les raisons d'être de la planification .....	9
2.3. Domaines d'applications.....	10
2.4. Techniques de Planification .....	10
2.5. Le découpage du projet.....	10
2.6. L'ordonnancement des tâches.....	10
3. Le Planning .....	10
3.1. Les étapes successives.....	11
3.2. Dates au plus tôt et au plus tard.....	11
3.3. Importance du chemin critique et des marges .....	11
3.4. Qualité du planning .....	11
4. Méthodes Planning.....	11
5. Planification et ordonnancement .....	12
6. Méthode Planning de Pert.....	14
7. Application des méthodes .....	12

# Introduction

---



Ce cours a pour but d'introduire les bases de l'approche de gestion de projet, en mettant l'accent sur la méthodologie et les outils de planification et de suivi existants. On introduit par la suite la notion de gestion (management de projet) avant d'aborder la problématique d'organisation d'un projet, ses différentes phases, la problématique de planification par l'introduction des méthodes d'ordonnancement de projet et en fin l'évaluation des coûts et leur suivi tout au long de l'avancement d'un projet et la problématique de gestion des ressources dites rares.

# Généralités sur la gestion de projet



## 1. Introduction

Tout est projet, et nous avons tous besoin de méthode. Voir, juger et agir, analyser, planifier et contrôler. Ce que nous appelons la gestion de projet pourrait n'être qu'une collection de recettes variées adaptées à de multiples situations. Il est vrai que selon les métiers et les contextes, on qualifie de projet des objets qui n'ont souvent rien en commun : la construction d'une usine, le lancement d'un nouveau produit, la conception d'un logiciel, des choix politiques ou sociaux... Pourtant, notre esprit cartésien retrouve des modèles théoriques et des méthodes d'organisation qui permettent d'utiliser des outils communs pour gérer ces projets. Produire des plannings fiables qui annoncent des délais réalistes et probables est possible à condition de respecter les règles de l'art de ce métier passionnant, mais savoir exploiter efficacement de tels plannings constitue une compétence accessible à tout chef de projet exigeant et soucieux de développer son savoir-faire personnel. De même, utiliser efficacement un planning pour le pilotage opérationnel d'un projet fait appel à des connaissances et un état d'esprit particuliers. Certes, cela ne saurait constituer l'unique facette d'un métier de chef de projet, mais cela s'apprend et l'expérience vient avec la pratique. Cela suppose en tout cas que le chef de projet, mais aussi les membres de son équipe concernés par l'élaboration

## 2. Gestion de projet



**Définition**

- La gestion (ou management) de projet est l'application des connaissances, des compétences, des outils et des méthodes aux activités d'un projet, en vue d'atteindre ou de dépasser les besoins et les attentes des parties prenantes du projet.
- La gestion de projet a pour objectif essentiel d'apporter à la direction de projet, des éléments pour prendre en temps voulu toutes les décisions lui permettant de respecter les termes du contrat passé avec le client en contenu, en qualité, en délai et en coûts.
- En second lieu, la gestion de projet doit accumuler des données projets Statistiques fiables et réutilisables pour améliorer la préparation et la réalisation des futures
- La gestion (ou management) de projet est l'application des connaissances, des compétences, des outils et des méthodes aux activités d'un projet, en vue d'atteindre ou de dépasser les besoins et les attentes des parties prenantes du projet.
- La gestion de projet a pour objectif essentiel d'apporter à la direction de projet, des éléments pour prendre en temps voulu toutes les décisions lui permettant de respecter les termes du contrat passé avec le client en contenu, en qualité, en délai et en coûts.
- En second lieu, la gestion de projet doit accumuler des données projets Statistiques fiables et réutilisables pour améliorer la préparation et la réalisation des futures

## 2.1. Définition d'un projet

Le projet est un ensemble d'étapes et d'activités coordonnées ayant pour but de répondre à un besoin exprimé par un client dans un délai imparti et avec un coût estimé au préalable. Selon l'Afnor (norme X50-105) un projet est défini comme une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité. Un projet est défini et mis en œuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle et il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données ».

Un projet est donc caractérisé par des objectifs, un délai, un coût à respecter avec une mobilisation de moyens et d'acteurs divers. D'après ISO 03 :

« un projet est un processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques telles que des contraintes de délai, de coût et de ressources.

Le résultat d'un projet est obtenu à travers un ensemble de processus, d'activités dans le but de satisfaire un besoin. Ce résultat peut être matériel ou immatériel, sous forme d'objet, de processus, d'organisation ou toute autre combinaison. On distingue entre le projet « ouvrage », appelé également projet d'ingénierie, souvent réalisé pour un client unique : une station d'épuration des eaux, une usine de traitement, une autoroute, un pont sont des produits en très faible nombre. Un projet peut également être unique ! On désigne par projet « produit » ou projet « développement » ou « marché » un projet qui a pour résultat un produit de large consommation destiné à un marché. Un projet peut être interne à une organisation ou externe.

Un projet est caractérisé par un ou plusieurs objectifs qui traduisent l'expression du besoin, un ensemble d'acteurs et de partenaires amenés à interagir entre eux tout au long du cycle de vie du projet, des moyens techniques et financiers et des contraintes techniques, financières, environnementales, sociales et temporelles. La notion de projet est intimement liée à la notion d'investir. La réalisation d'un projet s'accompagne dans la majorité des cas d'un investissement. Par investissement nous désignons toute opération qui consiste à engager des dépenses dans le présent en espérant des gains financiers futurs. Cet investissement est le plus souvent financé en partie par un recours à l'emprunt. Le tableau n°1 montre les critères pour classer les projets en trois catégories de taille : petite, moyenne et grande.

Taille du projet	Equipe Projet	Budget Moyen	Durée Moyenne	Exemple
Petit projet	1 à 10 personnes	Quelques milliers de Dinars	En semaines	projet informatique
Projet Moyen	De 10 à 100 personnes	Quelques millions de Dinars	En mois	Réalisation d'un immeuble pour habitation
Grand Projet	Plus de 100 personnes	Quelques milliards de Dinars	En années	le stade d'Oran

Tableau 1 Classification des projets par taille

## 2.2. Gérer un projet c'est

Définir les objectifs, la stratégie, les moyens, l'organisation. Les adapter aux changements internes au projet mais aussi externes (socio-politico économique). Dans la mesure du possible les optimiser un projet revient à prendre en considération trois éléments :

- Un objectif, qui peut se décliner en termes de qualité, de coûts et d'échéances.
- Des moyens, correspondant à des ressources (humaines, techniques, matérielles, financières..) et leur organisation propre dans le cadre du projet.
- Des conditions ou des contraintes, qui limitent en général le champ qu'il est possible de faire.

## 2.3. Objectifs poursuivis par les projets

### a) Les objectifs de performance technique (de qualité)

Relatifs au respect des spécifications fonctionnelles et des caractéristiques techniques du produit

### b) Les objectifs de délai

Sont une composante très importante pour le client. Il ne sert à rien de livrer un stade olympique 3 mois après la fin des jeux olympiques. De même, dans un marché concurrentiel, être le premier à mettre sur le marché un nouveau produit peut représenter un effet de monopole et des gains substantiels pour le premier arrivé sur le marché.

### c) Les objectifs de coût

Sont primordiaux, notamment dans le cadre d'un contrat à prix non révisables ou dans le cas d'un projet interne.

Ces trois catégories d'objectif sont fortement liées, par exemple: Une amélioration de la prestation (qualité) demande plus de temps donc plus de ressources, des délais plus longs ont un impact sur les coûts

## 3. Les acteurs du projet

### 3.1. Le maître d'ouvrage (ou Porteur du projet ou Commanditaire)

C'est la personne morale de droit public agissant au nom de l'administration, pour le compte de laquelle les travaux sont exécutés. En tant que responsable principal, il est chargé d'assurer la maturation suffisante du projet et de la mise en place du financement nécessaire à sa réalisation. En général, la responsabilité du maître de l'ouvrage s'étend à l'élaboration des termes de référence pour la création de l'ouvrage, son implantation, sa conception, son financement ainsi que les conditions de sa gestion et son entretien. Sa responsabilité est en outre engagée dans le cadre du levé des contraintes liées au foncier et pour avoir les autorisations d'urbanismes règlementaires. En qualité du maître de l'ouvrage on cite :

- Les administrations locales (centrales, déconcentrées...)
- Les collectivités locales (wilaya, commune).
- Les établissements publics à caractère administratif (nationaux ou locaux).
- Les institutions autonomes (APN, le conseil constitutionnel...).

### 3.2. Le maître d'œuvre du projet (Réalisateur ou chef de projet)

Personne physique ou morale qui, pour sa compétence, est chargée par le maître d'œuvre de la réalisation du projet. Le chef de projet choisit l'équipe projet et l'anime, organise le projet et le conduit; il est responsable du résultat du projet devant le maître d'ouvrage.

### 3.3. Les Partenaires

Le chef de projet peut avoir besoin de partenaires en plus des membres de son équipe projet qui peuvent être des fournisseurs, des sous-traitants ou des laboratoires de recherches ou tout autre partenaire utile au projet

## 4. Définition d'une tâche

Une tâche est une action à mener pour aboutir à un résultat. C'est l'opération de décomposition élémentaire d'un projet, connu également sous le nom d'activité

## 5. Définition des jalons d'un projet

Un jalon désigne une date dans le planning du projet qui nécessite un contrôle et une validation des étapes déjà réalisées. Il correspond à la phase de vérification des conditions de poursuite du projet.

## 6. Définition d'un livrable

Un livrable Est un résultat réel produit directement par le projet, cela peut être par exemple une étude de faisabilité, un cahier de charges.

## 7. La direction du projet

C'est l'ensemble des tâches directement liées au commandement :

- Définition de la stratégie, des objectifs, des moyens, de l'organisation, et du programme d'action.
- Prise de décision et arbitrage.
- Appréciation des risques (prévoir, analyser et faire face).
- Animation, communication et la motivation des intervenants.
- Contrôle du bon fonctionnement des procédures mises en place.
- Coordination des activités principales.
- Optimisation des ressources.

### 7.1. Les actions à mener lors des grandes phases du projet

a) La phase d'avant projet

#### i) L'étude d'opportunité

- Étudier et valider la demande de projet (utilisateurs) par rapport aux objectifs généraux de l'organisation.
- Identifier les besoins généraux du maître d'ouvrage.
- S'assurer que ces besoins correspondent à une attente de l'ensemble des utilisateurs cibles et qu'ils prennent en compte les évolutions probables des besoins.

## ii) L'étude de faisabilité

- **L'analyse des besoins** : à partir de l'analyse sommaire des besoins il convient de faire une estimation grossière du coût d'investissement et de fonctionnement du projet (en termes de moyens humains et matériels), des délais envisagés et des éventuels retours sur investissement.
- **L'étude de scénario** : l'étude de faisabilité conduit à envisager plusieurs scénarios " études de cas ". Chaque scénario envisagé permet d'évaluer les risques pesant sur le projet et doit s'accompagner d'un bilan prévisionnel présentant le coût et les avantages du scénario.

## iii) L'étude détaillée

- Réaliser une étude plus approfondie des besoins pour que le maître d'ouvrage et le maître D'œuvre puissent s'accorder sur un document contractuel.
- S'assurer que les besoins sont exprimés uniquement de manière fonctionnelle et non en termes de solutions. L'analyse fonctionnelle des besoins permet ainsi de dégager les fonctionnalités nécessaires de l'ouvrage.
- L'analyse fonctionnelle aboutit à la mise au point d'un document définissant fonctionnellement le besoin (indépendamment de toute solution technique). Ce document est appelé cahier des charges fonctionnel (généralement abrégé sous la forme CdCf) ou dossier de conception.

## iv) L'étude technique

- L'étude technique constitue une solution technique ou une réponse aux besoins exprimés dans le cahier des charges fonctionnel.
- La phase d'adaptation de la conception à l'architecture technique retenue, tout en décrivant et documentant le fonctionnement de chaque unité du projet.
- Les contraintes techniques sont examinées par le maître d'œuvre qui décrira l'architecture technique du produit, les moyens et ressources nécessaires au développement de celui-ci.

## b) La phase de définition du projet

Le but de cette phase est de préciser le contenu du projet et élaborer le plan du projet.

Les principaux éléments de cette phase sont :

1. La note de clarification (contenu du projet).
2. La structuration du projet.
3. Ordonnancement des activités.
4. Estimation des ressources.
5. Estimation des délais. 6- Estimation des coûts.

# Les méthodes de planification

---



## 1. Introduction

Toute entité économique (entreprise industrielle, entreprise du bâtiment, administration, sous-traitant, ...) doit assurer la cohérence technique et économique de la réalisation du produit et/ou service avec le contrat qui la lie au client. Cette réalisation doit amener la satisfaction du client (voir concept de qualité) en respectant le cahier des charges, les délais et les coûts. Pour cela il faut effectuer deux types de gestions :

Une gestion technique : spécifications, délais ... Une gestion économique : coûts, prix de revient ...

Les différentes méthodes utilisées permettent de faire apparaître clairement et rapidement les données liées à la réalisation d'un projet, telles que : les temps, les délais, les moyens (ou ressources), les coûts. De plus, ces méthodes peuvent permettre de prévoir au moment opportun, les contrôles qui s'imposent en cours de réalisation (le suivi). Les méthodes d'ordonnancement des tâches permettent d'avoir une représentation graphique (immuable ou non) d'une réalisation en représentant chaque opération (ou tâche) par un arc, une liaison, ou un rectangle qui peut être proportionnel ou non à la durée. Ce graphique dans tous les cas permet le positionnement relatif des opérations dans le temps

## 2. la planification

La planification est l'action de planifier, c'est-à-dire d'organiser dans le temps une succession d'actions ou d'évènements afin de réaliser un objectif particulier ou un projet.

### 2.1. La planification permet de décrire

La planification permet de décrire:

- Les objectifs recherchés.
- La manière dont ils seront atteints.
- Les rôles et responsabilités des différents acteurs.
- Le calendrier.
- L'estimation des moyens à mettre en œuvre et des coûts.
- Les modalités de suivi et de contrôle.

### 2.2. Les raisons d'être de la planification

- La planification procure une orientation.
- La planification diminue l'effet des changements.
- La planification supprime les pertes et les actions des contrôles.

---

1. <http://www.toupie.org/Dictionnaire/Responsabilite.htm>

## 2.3. Domaines d'applications

De manière générale, une planification est faite pour programmer les actions liées à un projet, On peut donc la retrouver :

- Management d'entreprise ou d'autre organisation, ex : plan marketing, plan informatique, plan de financement, et plus généralement plan d'affaire / plan d'entreprise ;
- Planification économique, ex : plan de développement, plan de redressement, plan d'austérité ;
- Urbanisme, ex : plan d'urbanisation, schéma d'urbanisme ; Et dans bien d'autres domaines d'activité (spectacle, sport, voyages...).

## 2.4. Techniques de Planification

Tout l'enjeu d'une planification est d'optimiser les quatre paramètres primordiaux pour un projet (QCDP: Qualité, Coût, Délai, Performance), sachant que les ressources peuvent être limitées la durée doit être souvent la plus courte possible le coût de réalisation est toujours une contrainte le bénéficiaire du projet exigera toujours une qualité correspondant à son besoin.

## 2.5. Le découpage du projet

La conduite d'un projet repose sur un découpage chronologique (phases) du projet en précisant.

Ce qui doit être fait (tâches).

Par qui cela doit être fait (Ressources).

Comment les résultats (Livrables) doivent être présentés.

Comment les valider (Jalons).

L'établissement d'une liste des résultats de travail (livrables) les plus importants du projet.

La division (si nécessaire) de ces livrables en sous-ensembles.

Pour chaque livrable et sous-livrable, le listage des activités qui sont nécessaires à sa réalisation.

La possibilité de diviser ces activités en sous-activités.

## 2.6. L'ordonnement des tâches

L'ordonnement est l'élaboration d'un plan d'action permettant de déterminer les séquencèrent ou au contraire les parallélismes possibles entre l'exécution des tâches précédemment identifiées. Dans certains projets, une marge de flexibilité peut être aménagée par le chef de projet pour l'ordonnement des tâches, c'est à dire que le chef de projet peut prévoir plusieurs scénarios possibles concernant l'ordonnement des tâches. En fonction de l'évolution du projet, un scénario d'ordonnement des tâches peut être privilégié par rapport à un autre scénario. Pour procéder à l'ordonnement des tâches, il faut, pour chaque tâche élémentaire, lister les tâches antérieures, au vu des informations collectées sur le terrain et sélectionner les seules tâches immédiatement antérieures. Le planning doit permettre l'identification de l'ordonnement des tâches du projet

## 3. Le Planning

Le planning correspond aux dates pour réaliser les activités, identifier les jalons et atteindre les objectifs du projet. C'est l'indispensable outil de la planification.

### 3.1. Les étapes successives

Prenons l'exemple d'un projet informatique. Supposons qu'une entreprise souhaite implémenter un ERP de type SAP ou GEAC. Ce type de projet comporte plusieurs grandes étapes :

- Etude préalable détaillée (définition du périmètre, cahier des charges fonctionnel ...).
- Dossier de paramétrage.
- Réalisation du paramétrage et/ou programmation.
- Conception des jeux d'essai pour préparer la recette de l'application/du module.
- Recette (réalisation des tests informatiques).
- Rédaction des manuels utilisateurs.
- Mise en production

### 3.2. Dates au plus tôt et au plus tard

Pour bâtir un planning, il faut associer à chaque tâche les dates au plus tôt (début au plus tôt et fin au plus tôt de l'exécution de la tâche) et les dates au plus tard (début au plus tard et fin au plus tard de l'exécution de la tâche). La durée de la tâche est le temps ouvré qui s'écoule entre le début et la fin de la tâche. La Loi du flot a permis de réduire vos impôts en achetant un bien immobilier neuf et en le louant.

### 3.3. Importance du chemin critique et des marges

Le chemin critique correspond à la séquence de tâches qui détermine la durée totale du projet. Ce chemin est continu depuis le début jusqu'à la fin du projet. Tout retard affectant une tâche du chemin critique est intégralement répercuté sur la durée du projet et donc sa date de fin. La tâche critique est une tâche du chemin critique. Toute modification sur la durée d'une de ces tâches critiques impacte d'autant plus la durée totale du projet. La marge est la possibilité qu'à une tâche d'être retardée sans impacter le projet. Les tâches qui sont sur le chemin critique ont une marge nulle. La marge totale (MT) est égale à la différence entre le début au plus tard de la tâche suivante la plus contraignante et la fin au plus tôt de la tâche elle-même. C'est aussi la différence entre les dates au plus tard et les dates au plus tôt de la tâche elle-même. La marge libre (ML) est égale à la différence entre la date de début au plus tôt du successeur le plus précoce, et la date de fin au plus tôt de la tâche elle-même

### 3.4. Qualité du planning

Il faut s'assurer que le réseau des tâches est complet et exhaustif, que le chemin critique et les risques sont bien identifiés. Il faut vérifier que les objectifs sont atteints en terme de délai, que les livrables du projet ont été bien identifiés.

## 4. Méthodes Planning

La construction du planning passe par la modélisation du réseau de dépendance entre tâches sous forme graphique. Il s'agit d'une décomposition structurée du travail. Il faut décomposer le projet en sous-ensembles plus simples (organigramme des tâches OT ou structure de découpage du projet (WBS, « Work Breakdown Structure »)).

Plusieurs représentations existent, à la base de toute construction de planning :

- La technique GANTT : planning à barres.
- La technique PERT : méthode des potentielles étapes et planning des tâches.
- Le réseau des antécédents : méthode des potentiels tâche.

## **5. PLANIFICATION et ORDONNANCEMENT**

## INTRODUCTION

Toute entité économique (entreprise industrielle, entreprise du bâtiment, administration, sous-traitant, ...) doit assurer la cohérence technique et économique de la réalisation du produit et/ou service avec le contrat qui la lie au client. Cette réalisation doit amener la satisfaction du client (voir concept de qualité) en respectant le cahier des charges, les délais, et les coûts. Pour cela il faut effectuer deux types de gestions :

- une gestion technique : spécifications, délais,
- une gestion économique : coûts, prix de revient ...

Les différentes méthodes utilisées permettent de faire apparaître clairement et rapidement les données liées à la réalisation d'un projet , telles que :

- les temps, les délais,
- les moyens, ou ressources,
- les coûts.

De plus, ces méthodes peuvent permettre de prévoir au moment opportun, les contrôles qui s'imposent en cours de réalisation (le suivi).

Les méthodes d'ordonnancement des tâches permettent d'avoir une représentation graphique (immuable ou non) d'une réalisation en représentant chaque opération (ou tâche) par un arc, une liaison, ou un rectangle qui peut être proportionnel ou non à la durée. Ce graphique dans tous les cas permet le positionnement relatif des opérations dans le temps.

## HISTORIQUE

La plupart des méthodes ont été mises au point pour mener à bien l'effort de reconstruction après la seconde guerre mondiale.

La méthode « PERT » (Program Evaluation and Research Task ou Program Evaluation and Review Technic) a été mise au point lorsque les Etats-Unis ont entrepris de créer leur force d'attaque nucléaire (sous-marins et fusée Polaris). Il fallait aller vite pour rattraper le retard pris sur l'URSS. Ce projet était soumis à de nombreux problèmes techniques :

- délai fixé,
- coordination de 250 fournisseurs et 9000 sous-traitants.

Pour obtenir l'efficacité maximale des efforts de chacun pour l'agencement du projet, il fallait disposer d'une méthode systématique de **planification, de contrôle, et de correction**.

La création de la méthode PERT fut décidée dans ce but, et son utilisation ramena la durée du projet de six ans à deux ans et demi.

Dans le même temps pour les mêmes raisons d'autres méthodes ont fait leur apparition : réseaux de PETRI, méthode MPM (Méthode des Potentiels Métra) en France, diagrammes de GANTT, ou encore graphes « chemin de fer ».

## 6. LA METHODE PERT

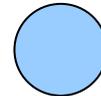
6.1. Principe de la méthode : Réduire la durée totale d'un projet par une analyse détaillée des tâches ou activités élémentaires et de leur enchaînement. On étudie les délais sans prendre en compte les charges.

### 6.2. Notions de base :

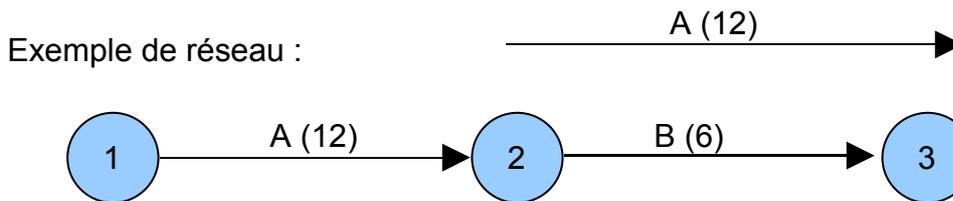
La méthode s'appuie en grande partie sur une représentation graphique qui permet de bâtir un « réseau PERT ».

Un réseau PERT est constitué par des tâches et des étapes

**Étape** : commencement ou fin d'une tâche. Une étape n'a pas de durée. On symbolise une étape (ou « noeud ») sur le réseau par un cercle.



**Tâche** : déroulement dans le temps d'une opération. Contrairement à l'étape, la tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée, des moyens (ou ressources) et coûte de l'argent. Elle est symbolisée par un vecteur (ou arc orienté, ou liaison orientée) sur lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé de réalisation de cette tâche.



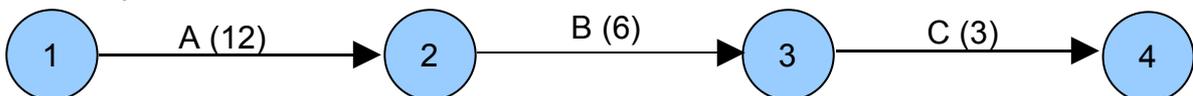
Remarques :

- La longueur des arcs n'est pas proportionnelle au temps d'exécution.
- Pour alléger la représentation, on ne note pas le nom complet de la tâche, mais une lettre ou code la représentant.

### 6.3. Représentation graphique des étapes et des tâches dans un réseau.

#### Tâches successives :

Exemple :

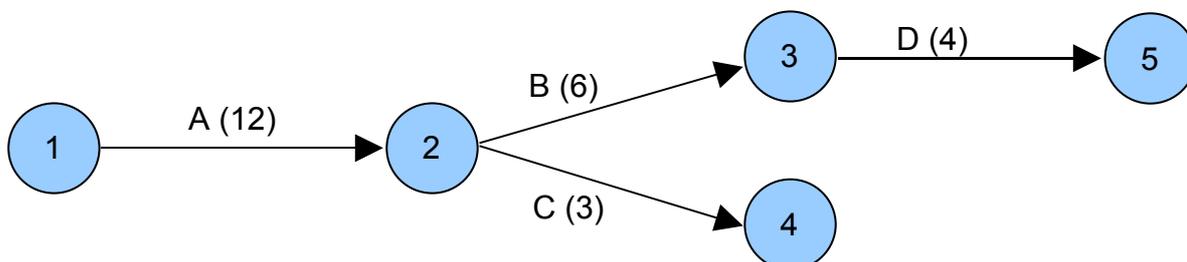


B ne peut commencer que si A est terminée (A précède B, ou A est antériorité de B).  
C ne peut commencer que si A et B sont terminées (A et B précèdent C, ou A et B sont antériorité de C, ou A et B enclenchent C).

Remarque : en fait B terminée suffit, sinon il y a redondance. La contrainte d'antériorité qui lie A à C n'a pas besoin d'être représentée.

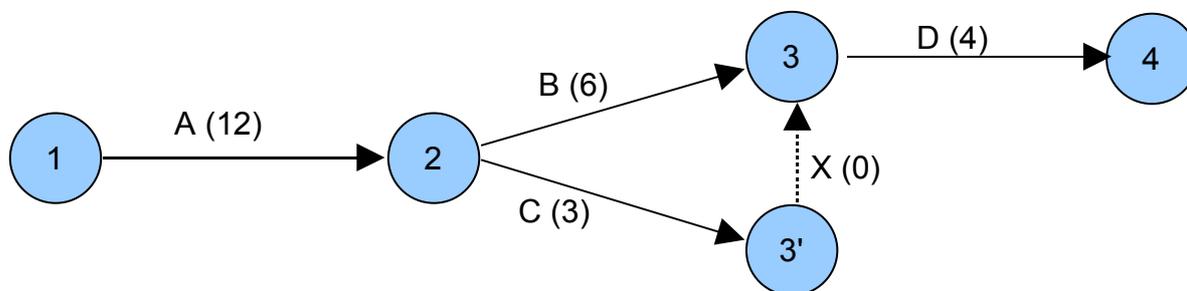
Tâches simultanées : Elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape.

Exemple :



D ne peut commencer que si B est terminée.

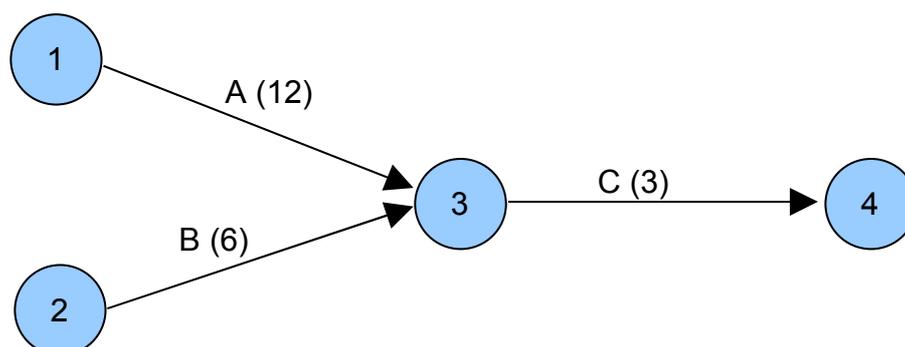
Si l'on souhaite que D ne commence que si B et C sont terminées :



Du fait de la règle de construction qui interdit de faire se dérouler les deux tâches B et C simultanément, nous utilisons une tâche x (0) dite « tâche fictive » qui sert à représenter ce type de contraintes de liaison (contraintes d'antériorité). Il s'agit d'une tâche dont la durée et le coût sont nuls. On la représente en pointillés.

Tâches convergentes : Plusieurs tâches peuvent se terminer sur une même étape.

Exemple :



Ici, la tâche A (12) a une durée de 12 unités de temps, B(6) a une durée de 6 unités de temps. On constate que la tâche A dure plus longtemps que B. A est dite « **pénalisante** ».

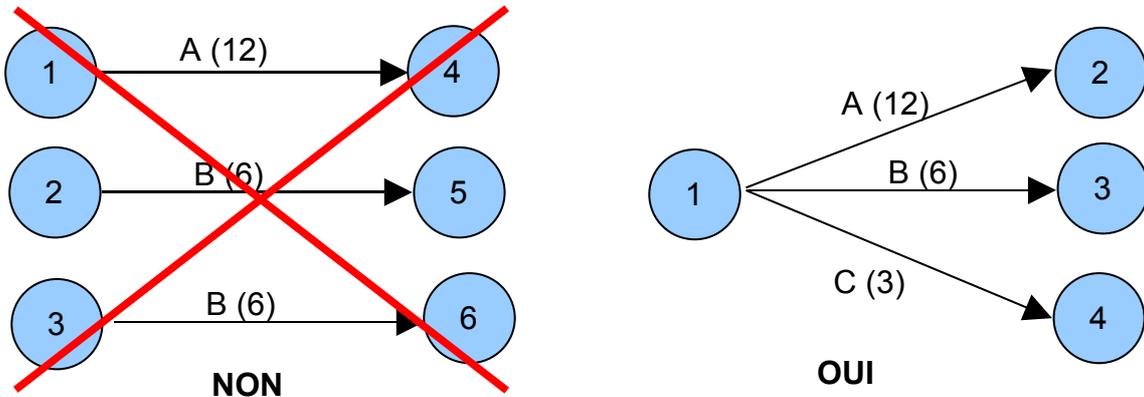
Nous pouvons calculer la durée du projet (ici :  $12+3 = 15$  unités de temps) en prenant le chemin le plus long dit « **chemin critique** ».

Ce « chemin critique » pourra être repéré en rouge. Les tâches de ce chemin seront à surveiller prioritairement.

#### 6.4. Normalisation du graphe.

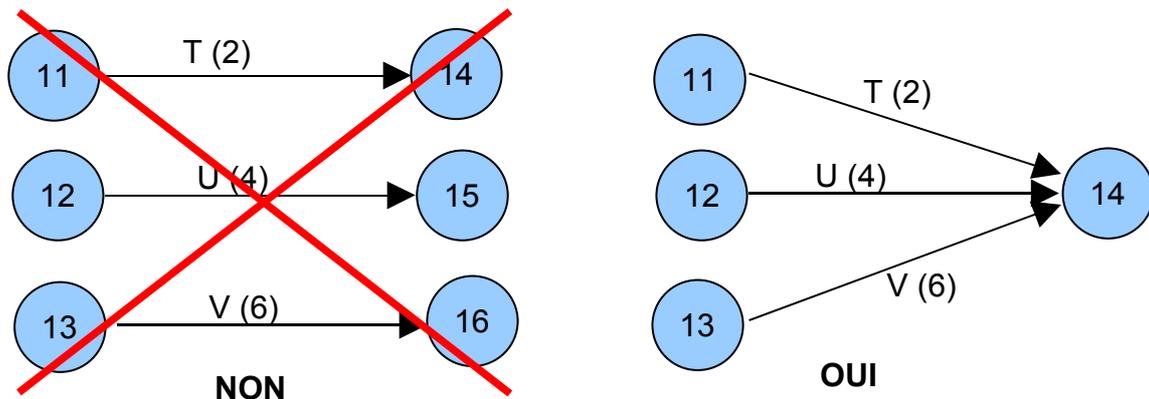
Si le graphe doit débiter par plusieurs tâches simultanées, il ne doit y avoir qu'une seule étape d'entrée (ou étape de début, ou étape de départ). Les étapes seront donc regroupées en une seule.

Exemple :



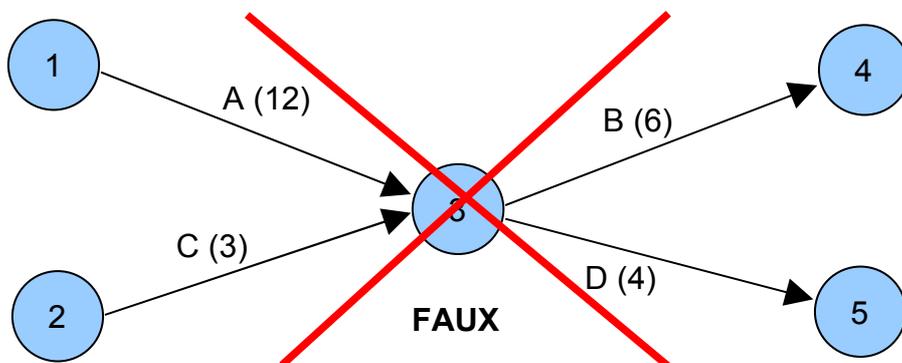
Si le graphe se termine par plusieurs tâches (plusieurs étapes de sortie (ou de fin), il ne doit y avoir qu'une seule étape de sortie.

Exemple :



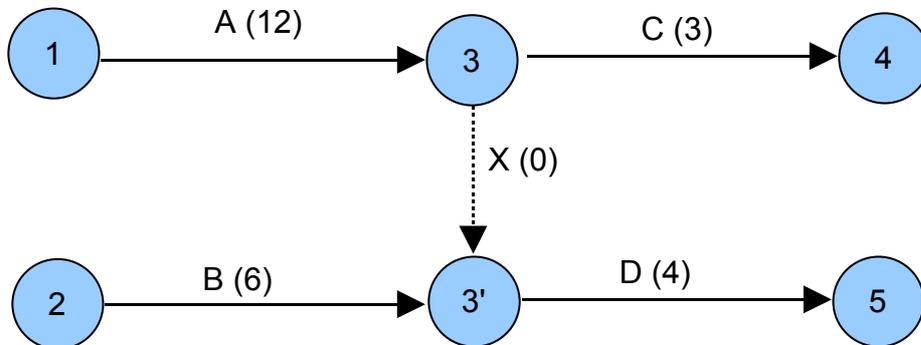
Problèmes de dépendances : A enclenche B, A enclenche D, C enclenche D.

Nous pouvons être tentés de dessiner le graphe suivant :



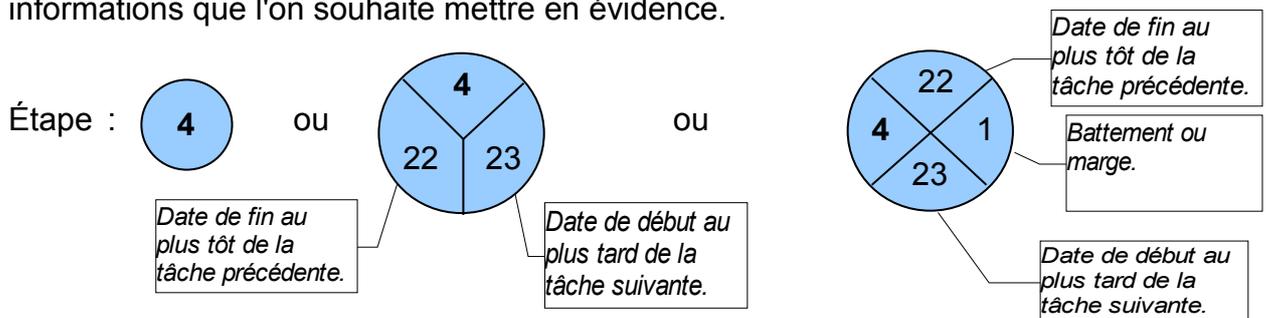
Le graphe précédent est faux car cette construction signifie : A enclenche B, A enclenche D, C enclenche B, et C enclenche D.

Pour respecter les contraintes d'antériorités du projet, on introduit une tâche fictive comme suit :



Représentation des étapes :

Les étapes ou « noeuds » peuvent être représentés de différentes façons selon les informations que l'on souhaite mettre en évidence.



### 6.5. Méthodologie de construction d'un réseau PERT.

- Établir la liste des tâches (faire le partitionnement des tâches en fonction des ressources).
- Déterminer des antériorités : tâches immédiatement antérieures, et tâches antérieures.
- Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches (optionnel).
- Construire le réseau PERT.
- Calculer la durée du projet, les dates début et de fin des tâches. Déterminer le chemin critique. Mettre en évidence les marges.

### 2.6. Application.

Soit les tâches suivantes qui constituent un projet : A (3), B (4), C (2), D (3), E (4).

Les antériorités sont les suivantes :

- A enclenche C,
- A enclenche D,
- B enclenche E,
- C enclenche E.

Afin de construire le réseau, nous allons déterminer le rang (ou niveau) d'exécution de chaque tâche, c'est à dire la position chronologique qu'elle occupe au début de son exécution dans le projet.

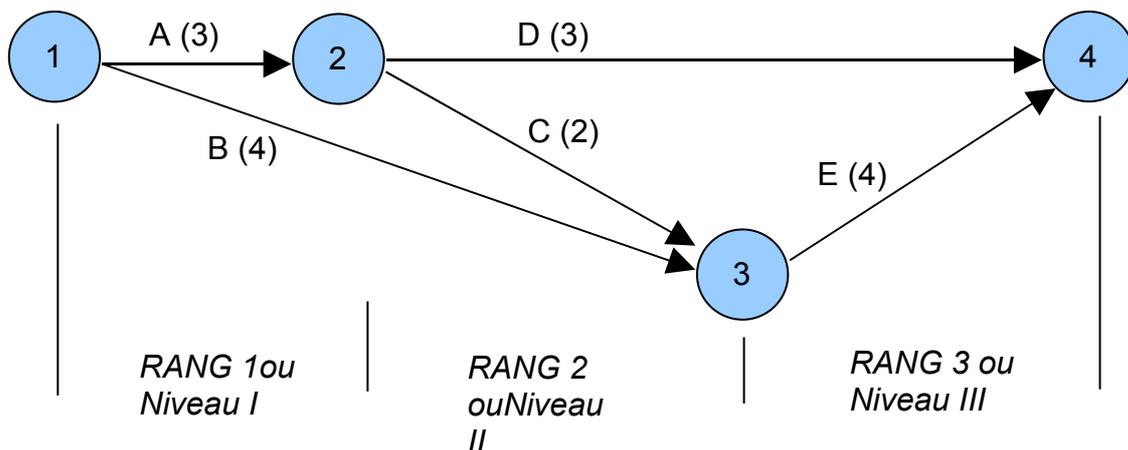
Nous pouvons utiliser une matrice (ou grille) de dépouillement des données (dite : « matrice de dépouillement par les sommets ») : On met une croix lorsqu'il y a une antériorité entre une tâche et une autre. On cherche s'il existe des croix dans l'une des colonnes. Si nous ne trouvons pas de croix dans certaines, cela signifie que les tâches repérées en haut des colonnes n'ont pas d'antériorité. Elles sont alors de rang 1. On note ces tâches, puis on barre les lignes horizontales correspondant à ces tâches et on réitère l'opération précédente. On détermine les tâches de rang 2 et ainsi de suite.

Les rangs (ou niveaux) déterminés permettent de positionner le début des différentes tâches lors de la construction du graphe.

Matrice (ou grille) de dépouillement :

Avant	→	A	B	C	D	E	Après
A				X	X		
B						X	
C						X	
D							
E							

Nous en déduisons le réseau PERT correspondant à l'application proposée :



Calculs sur le graphe :

La méthode PERT a pour but de planifier la durée d'un projet, aussi nous devons mener des calculs sur le graphe afin d'en déduire des renseignements sur son exécutabilité.

Quelques définitions à retenir :

- Début au plus tôt d'exécution d'une tâche : C'est le maximum des fins au plus tôt des tâches qui la déclenche (Il peut exceptionnellement y avoir un retard ou chevauchement si le cahier des charges du projet le précise et que la faisabilité est vérifiée).

- Début au plus tard d'une tâche : C'est la date de fin au plus tard de la tâche moins la durée de la tâche.

- Fin au plus tôt : C'est la date de début au plus tôt plus la durée de la tâche.

- Fin au plus tard : C'est le minimum des dates de début au plus tard des tâches qu'elle enclenche.

- Marge totale : C'est le retard admissible du début d'une tâche qui n'entraîne aucun recul de la date de fin du projet, mais qui consomme les marges libres des opérations suivantes. C'est la date de début au plus tard moins la date de début au plus tôt.

- **Marge libre** : C'est le retard admissible sur une tâche qui n'entraîne pas de modification des calendriers des tâches suivantes.

C'est la date de début au plus tôt de la tâches suivante moins la durée de la tâche moins la date de début au plus tôt de la tâche.

- **Chemin critique** : C'est l'ensemble des tâches dont la marge totale et la marge libre est nulle. C'est le chemin dont la succession des tâches donne la durée d'exécution la plus longue du projet et fournit le délai d'achèvement le plus court. Si l'on prend du retard sur la réalisation de ces tâches, la durée globale du projet est allongée.

Pour l'application précédente, on peut dresser un tableau de synthèse comme suit :

<i>Tâches</i>	<i>Durée (jours)</i>	<i>Début +tôt</i>	<i>Début +tard</i>	<i>Fin +tôt</i>	<i>Fin +tard</i>	<i>Marge libre</i>	<i>Marge totale</i>	<i>Chemin Critique</i>
<b>A</b>	3	0	0	3	3	0	0	A
<b>B</b>	4	0	1	4	5	1	1	-
<b>C</b>	2	3	3	5	5	0	0	C
<b>D</b>	3	3	6	6	9	3	3	-
<b>E</b>	4	5	5	9	9	0	0	E
...								
...								

Résultats de l'étude :

La durée globale du projet (délai d'achèvement le plus court) = **9 jours**.

Le chemin critique est constitué des tâches : **A, C, et E**.

**Il faut vérifier que ces tâches se déroulent correctement et le cas échéant adopter des actions correctives afin de les fiabiliser.**

## 7. LA METHODE M.P.M.(Méthode des Potentiels et antécédents Métra)

7.1. Principe de la méthode : A l'identique de la méthode PERT cette méthode permet de réduire la durée totale d'un projet. On étudie les délais sans prendre en compte les charges et les moyens disponibles.

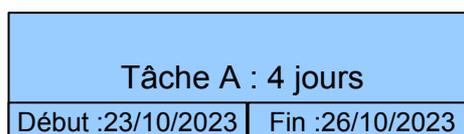
### 7.2. Notions de base :

La méthode est une représentation graphique qui permet de bâtir un « réseau ».

Ce réseau est constitué par des tâches (ou étapes).

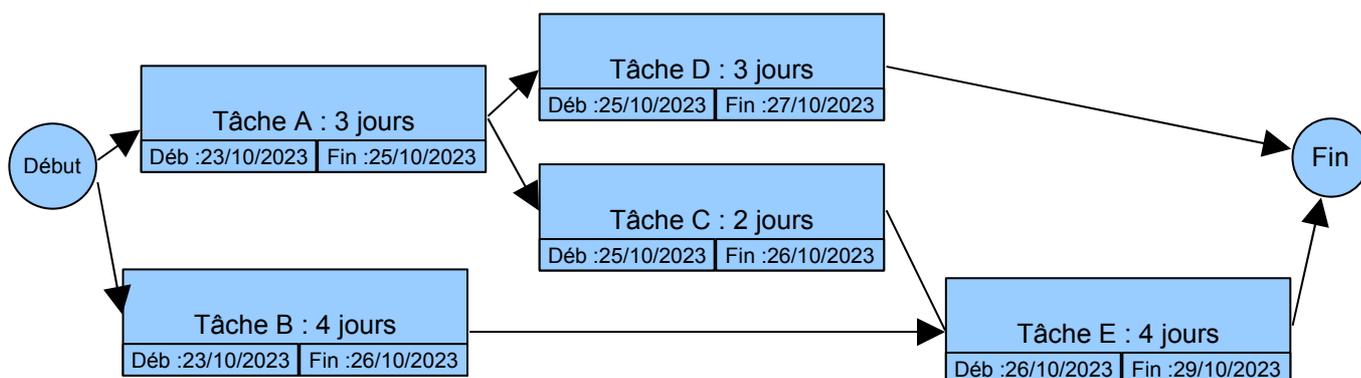
**Tâche** : Déroulement dans le temps d'une opération. La tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée, des moyens (ou ressources) et coûte de l'argent.

Contrairement au réseau PERT, ici elle est symbolisée par un rectangle dans lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé de réalisation de cette tâche, la date de début et de fin.



**Liaison orientées** : Elles représentent les contraintes d'antériorités des tâches.

Exemple de réseau :



Calculs sur le graphe :

La méthode MPM comme la Méthode PERT a pour but de planifier la durée d'un projet, aussi nous devons mener des calculs sur le graphe afin d'en déduire des renseignements sur son exécutabilité.

### 7.3. Normalisation du graphe.

Le graphe doit comporter un seul « début » et une seule « fin ». Il n'y a pas d'autres règles. **C'est ce type de graphe qui est le plus souvent utilisé par les logiciels de planification (comme Microsoft Project).**

#### 7.4. Méthodologie de construction d'un réseau MPM. (Identique à celle du réseau PERT)

- Établir la liste des tâches (faire le partitionnement des tâches en fonction des ressources).
- Déterminer des antériorités : tâches immédiatement antérieures, et tâches antérieures.
- **Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches (très facile avec cette méthode).**
- Construire le réseau MPM.
- Calculer la durée du projet, les dates début et de fin des tâches. Déterminer le chemin critique. Impossible ici de mettre en évidence les marges : voir diagramme de Gantt.

### 8. Le diagramme de GANTT

Le diagramme de GANTT est un graphique (chrono gramme) qui consiste à placer les tâches chronologiquement en fonction des contraintes techniques de succession (contraintes d'antériorités).

L'axe horizontal des abscisses représente le temps et l'axe vertical des ordonnées les tâches.

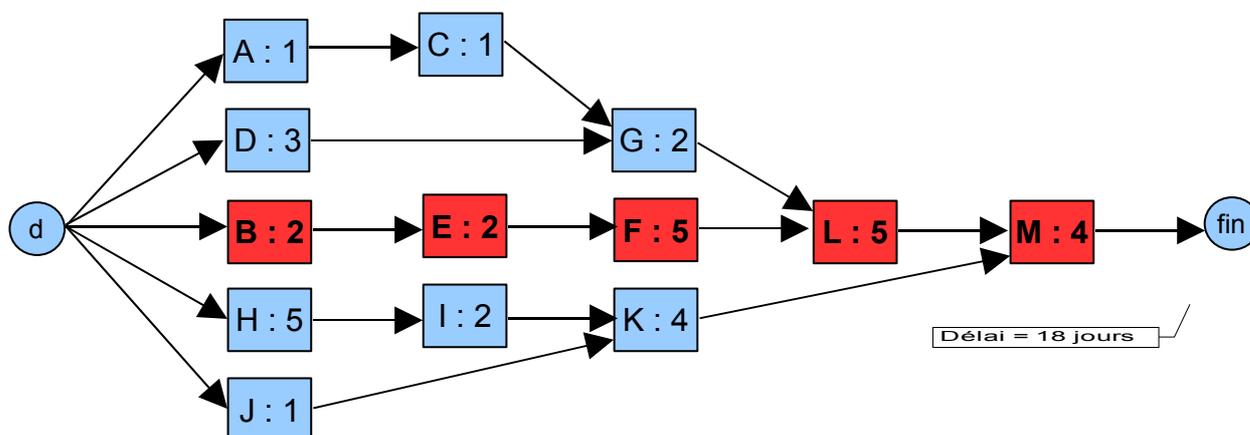
On représente chaque tâche par un segment de droite dont la longueur est proportionnelle à sa durée. L'origine du segment est calée sur la date de début au plus tôt de l'opération (« jalonnement au plus tôt ») et l'extrémité du segment représente la fin de la tâche.

Ce type de graphe présente l'avantage d'être très facile à lire, mais présente l'inconvénient de ne pas représenter l'enchaînement des tâches. Cette méthode est généralement utilisée en complément du réseau PERT ou MPM. On trace le plus souvent le GANTT au plus tôt ou « jalonnement au plus tôt » et éventuellement au plus tard « jalonnement au plus tard ».

Exemple :

Tâches	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Durée	1	2	1	3	2	5	2	5	2	1	4	5	4
Antériorités	-	-	A	-	B	E	C, D	-	H	-	I, J	F, G	K, L

Réseau MPM :





## 9. Le PERT probabilisé

La durée des tâches est supposée fixe pour réaliser les études précédentes. Or, généralement, la durée d'une tâche n'est pas fixe et peut fluctuer. Le PERT probabilisé prend en compte l'incertitude, la fluctuation au niveau de la durée d'exécution des tâches.

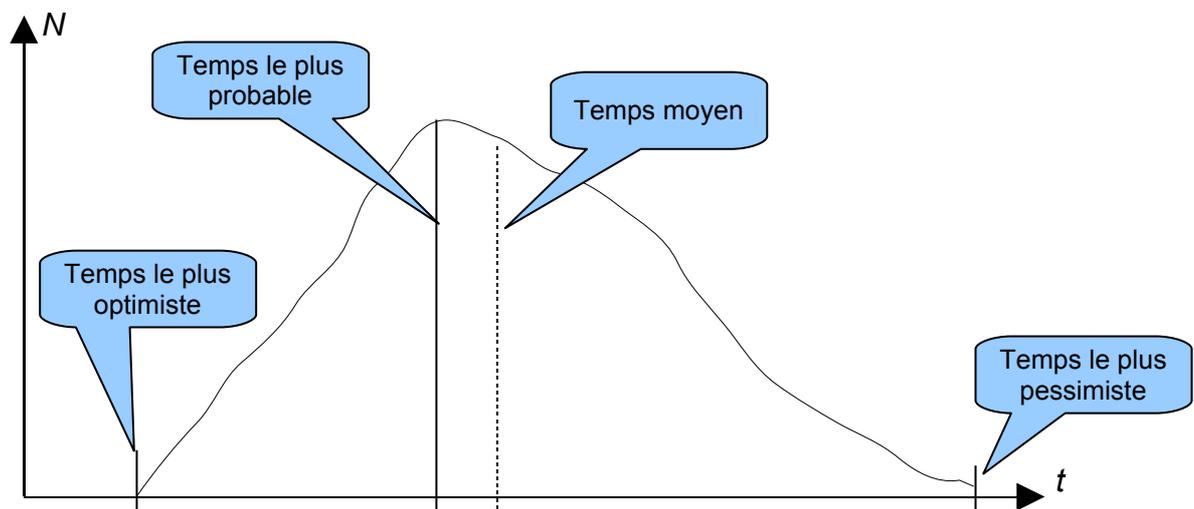
On peut définir pour chaque tâche :

- La durée la plus optimiste : a ou  $d_o$
- La durée moyenne : m ou  $d_m$
- La durée la plus pessimiste : b ou  $d_p$

On en déduit alors la durée estimée la plus probable d'exécution de la tâche :

$$t_e = \frac{a + 4.m + b}{6} \quad \text{ou} \quad d_e = \frac{d_o + 4 . d_m + d_p}{6}$$

Ce qui correspond à une distribution de probabilité du type b\* :



(\*) : L'incertitude associée aux résultats d'un mesurage peut être regroupée en deux catégories en fonction des méthodes utilisées pour estimer leur valeur numérique :

Les incertitudes standards de type A qui sont évaluées par des méthodes statistiques

Les incertitudes standards de type B qui sont évaluées par d'autres méthodes.

NB : Aucun rapport avec les erreurs systématiques et aléatoires. Le mot standard signifie que l'on se réfère à une norme.

On détermine la variance pour chaque durée d'exécution de tâche, temps estimé, soit :

$$V = (b-a)^2 / 36$$

On détermine les temps de début et de fin au plus tôt, soit :

$$F_{to} = C_{to} + t$$

On détermine les temps de début et de fin au plus tard, soit :

$$C_{ta} = F_{ta} - t$$

On détermine alors les écarts possibles :

$$E = C_{ta} - C_{to} = F_{ta} - F_{to}$$

Les tâches ayant un écart  $E = 0$  sont les tâches critiques dont le non respect de la durée estimée risque de compromettre le projet.

On considère que la distribution concernant la durée de réalisation du projet suit une loi normale, ce qui nous permet d'écrire que la variance relative à l'ensemble du projet est égale à la somme des variances de chacune des tâches critiques :

$$V = V_a + V_b + V_c + \dots + V_n \text{ ou } \sigma^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2 + \sigma_c^2 + \dots + \sigma_n^2$$

On en déduit alors l'écart type sur la durée du projet. On peut ainsi estimer la fiabilité de cette durée.

## **10. LA METHODE PERT- COST ( Pert – Coût )**

Les durées des tâches sont des paramètres sur lesquels l'entreprise peut agir. Dans de nombreux cas, à travers l'attribution de moyens supplémentaires, l'entreprise sera capable d'agir.

La gestion des coûts apparaît alors comme le corollaire de la gestion des temps et il devient concevable d'envisager la gestion du couple coût-durée.

La méthode qui s'y attache est appelée « PERT-COST » ou « PERT-COÛT ».

### 10.1. Méthodologie :

On associe à chaque tâche du projet :

- **Un coût normal CN ou Co** : coût le plus faible pour l'entreprise pour mener à bien la tâche avec le minimum de moyens.
- **Un temps normal de réalisation tn ou to** : temps correspondant au coût normal, c'est à dire à l'utilisation de moyens minimaux.
- **Un temps accéléré ta ou t\*** : temps minimum concevable pour réaliser la tâche, en lui accordant les moyens suffisants.
- **Un coût accéléré CA** : coût correspondant au temps minimum de réalisation

Si l'on admet l'hypothèse de relation linéaire du coût par rapport au temps de réalisation, on peut définir un coût marginal d'accélération « CMA » de la tâche.

$$CMA = \frac{CA - CN}{tn - ta}$$

Le « CMA » indique le coût supplémentaire associé à la réduction de la durée d'exécution de la tâche (exemple : 200 € / heure).

### 10.2. Problèmes pouvant être résolus :

Si l'objectif est défini a priori : Sur quelles tâches faut-il agir pour respecter l'objectif, avec le minimum de coûts supplémentaires ?

Comment définir cet objectif de date de fin de projet ? La réduction de la durée d'un projet n'est pas une fin en soit. Elle doit se justifier par des avantages de diverses natures (nouveau client, concurrence, risque de perte de marché, ...) Il faut alors comparer ces avantages et les coûts associés aux différentes durées du projet obtenues.

La méthode « PERT-COST » est souvent empirique et est basée sur l'analyse du réseau PERT tracé au préalable. On cherche alors à diminuer la durée du projet en fonction de l'objectif avec un sur-coût minimum.

### 10.3. Exemple :

Soit le projet suivant :

Tâche	Durée (jours)	Prédécesseurs (Tâches antérieures)	Réduction maximale (j)	Coût Marginal d'accélération (€/j)
A	1	-	-	-
B	3	A	-	-
C	10	B	3	3 000,00 €
D	5	B	1	2 000,00 €
E	3	D, F	2	1 600,00 €
F	3	C	-	-
G	1	F	-	-
H	2	F	1	3 000,00 €
I	20	E, G, H	5	5 000,00 €
J	4	I	1	2 500,00 €
K	5	J	2	1 500,00 €

- Tracer le réseau PERT correspondant à ce projet, en déduire le chemin critique.
- L'entreprise souhaite étudier la possibilité de réduire la durée du projet de 3 jours, et de 6 jours. Proposer dans les deux cas, une solution au moindre coût.
- Quelle réduction maximale du projet peut-on obtenir ? Quel est alors le sur-coût engendré ?

#### Méthodologie proposée :

- Sélectionner les tâches réductibles du chemin critique.
- Classer les tâches par ordre croissant de coût (CMA).
- Agir (réduire) sur les tâches les moins coûteuses.
- Contrôler, modifier le réseau PERT ou MPM en conséquence. Faire attention aux chemins presque critiques qui peuvent devenir critiques !
- Calculer la durée et le sur-coût associé. Attention de ne pas compter pour la durée les tâches réduites en parallèle et de les compter pour le sur-coût.
- Comparer plusieurs solutions, si besoin, en calculant le CMA du nouveau projet.

## 11. Autres méthodes associées à la planification :

Il existe beaucoup de méthodes permettant de planifier, organiser, gérer, des projets, des chantiers ou toute opération. Ces méthodes sont pour la plupart informatisées, mais nécessitent toujours une analyse. L'optimisation des moyens mis en oeuvre pour réaliser un projet nécessite de faire des hypothèses initiales et doit ensuite toujours faire face aux incertitudes, aléas, du monde réel. Le « **management** » des ressources humaines et techniques doit alors permettre une réalisation satisfaisante du projet.

Il y a bien des « recettes », mais c'est le « bon sens », la maîtrise des moyens, et la rigueur méthodique qui favorisent cette réussite. Voici encore quelques « outils-méthodes » disponibles :

- **Planning ou graphe « chemin de fer »**,
- Gestion assistée par ordinateur (GMAO, GPAO),
- Méthode MRP, ...,
- **Lissage des charges, analyse des charges et capacités**,
- Méthode SMED,

...

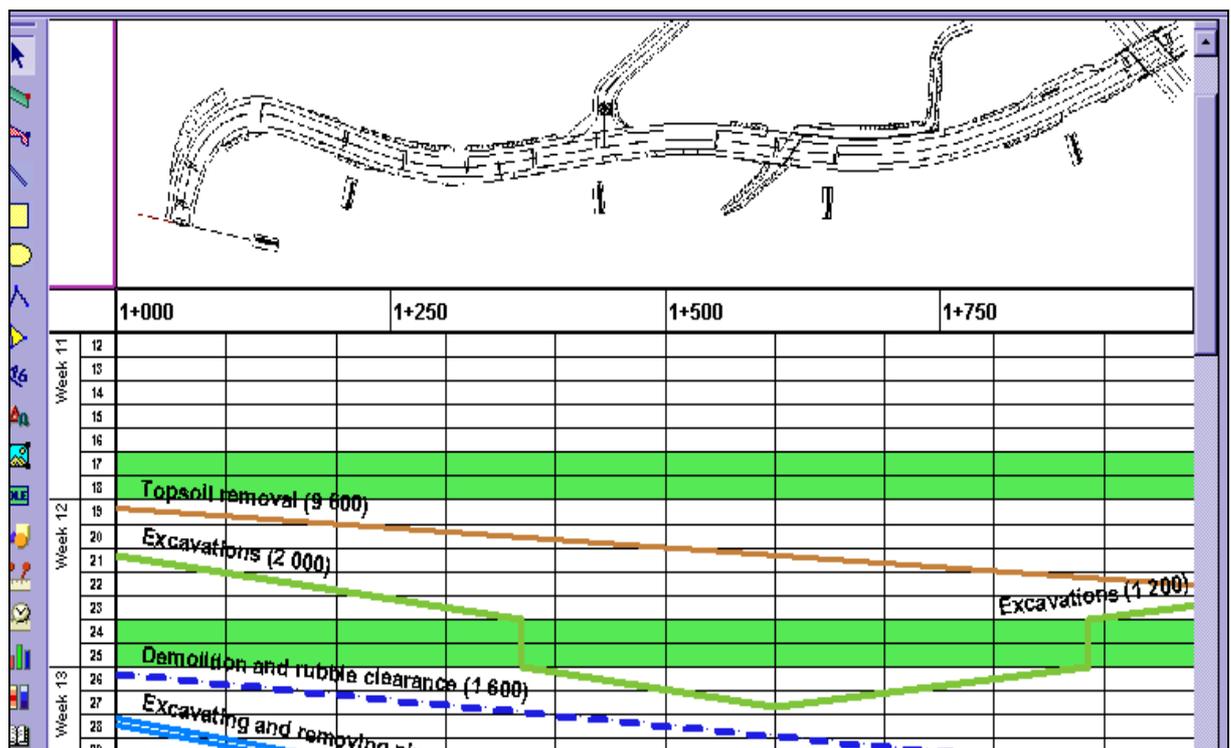
### 11.1. Planning ou graphe « chemin de fer » :

Les graphes « chemin de fer » sont très utilisés dans les travaux publics et le bâtiment. Ils font apparaître sur le même graphe les tâches, le temps, mais également le lieu.

Les diagrammes de représentation temporelle et spatiale sont plus clairs et plus concis pour les projets de construction linéaires que les diagrammes de Gantt.

Un planning Espace-temps renseigne sur les activités du chantier dans le temps et dans l'espace. Ceci rend plus facile et plus rapide la détection de collisions et permet ainsi de prendre à temps des mesures correctives.

Exemple : construction d'une route sur le logiciel « Tilos »



Exemple de graphique chemin de fer pour la construction d'un immeuble : **Voir Annexe 2.**

Pour établir le graphique chemin de fer de ce travail, on portera :

- horizontalement l'échelle des temps,
- verticalement les lieux de travail,

et chaque opération sera planée par un trait oblique s'étendant sur toute sa durée en face du lieu où elle sera effectuée, le sens du trait indiquant le sens d'exécution de la tâche.

Le croisement de plusieurs traits dans une case « espace-temps » montre qu'il s'ensuivra une gêne par suite de l'exécution simultanée de plusieurs tâches dans un même lieu.

On pourra alors examiner ces tâches simultanées afin de prendre les mesures correctives qui s'imposent, par exemple :

- avancer certaines opérations pour lesquelles on dispose des moyens,
- retarder certaines tâches de courte durée sans influence sur les tâches ultérieures.

La réalisation peut également se suivre facilement par des traits continus tracés au fur et à mesure de l'avancement du travail.

**Ce graphique constitue donc un outil commode pour déceler les zones d'encombrement possible pouvant retarder l'exécution normale du travail.**

### 11. Gestion assistée par ordinateur :

Les logiciels informatiques proposés dans le domaine de la gestion de projets sont nombreux, on peut aisément utiliser :

- GanttProject, un « graticiel » pour gérer de petits projets en semaines, ou en jours.
- Microsoft Project, le produit grand public pour gérer des projets .

Ces logiciels offrent toutes les possibilités de construction de planning prévisionnel, et surtout de suivi et de modification du projet en cours. Le projet peut être à tout moment évalué en terme de délai, de disponibilité des ressources et de coût.

La lisibilité n'est pas toujours évidente et le risque d'erreur existe toujours !

Les entreprises utilisent aujourd'hui des logiciels de gestion :

- GPAO : Gestion de Production Assistée par Ordinateur : SAP, ...
  - GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur : CARL Master, CosWin, Optimaint, ...
- Ces logiciels intègrent beaucoup de fonctions (Gestion des stocks, ordonnancement, calculs des coûts, pilotage de la production et/ou de la maintenance) qui permettent la planification et le suivi des opérations de maintenance, mais ne permettent pas de construire des réseaux PERT ou MPM et exceptionnellement des diagrammes de GANTT.

### 11.3. Lissage des charges, analyse des charges et capacités :

L'adéquation **charge - capacité** est une vérification de la faisabilité d'une tâche, d'un projet, de la fabrication d'un lot ou d'une série. C'est une analyse cruciale pour un ordonnancement satisfaisant.

Pour cela on compare le besoin en ressources aux ressources de même type disponibles, **sur l'horizon considéré.**

**L'adéquation charge - capacité** peut aussi désigner le processus de décision qui fera rejeter tout ou partie du travail non exécutable par manque de moyens, ou à l'inverse, décider de se doter de la capacité à l'exécuter.

**Charge** : volume de travail à exécuter x temps nécessaire pour l'exécuter (+ éventuellement le temps de préparation si la ressource est indisponible durant cette durée).

**Capacité** : temps disponible pour exécuter un travail x nombre de ressources du même type.

On peut construire un plan directeur, basé par exemple sur la méthode MRP : **Voir Annexe 1.**

On recherche l'équilibrage des charges / capacités, on parle également de « lissage ».

## **LEXIQUE :**

### **M.P.M. :**

« Méthode des Potentiels Métra » = Planning sous forme de réseau représentant graphiquement l'ordonnancement des opérations d'un projet.

### **M.R.P. :**

Méthode de management des ressources qui permet de construire un plan directeur. Méthode de gestion de production utilisée par les progiciels.

### **Ordonnancement :**

L'ordonnancement, c'est l'arrangement qui permet d'exécuter séquentiellement les tâches ou les ordres de fabrication, de façon à ce que l'ensemble du projet ou de la production soit achevé dans le temps imparti.

### **P.E.R.T. :**

[Eco.] Planning d'organisation montrant sous forme de réseau maillé l'enclenchement des tâches relatives à la construction d'un ouvrage.

### **planning :**

[Eco.] Représentation graphique précisant les débuts et fins de tâches sur la durée d'un projet, d'un chantier, ainsi que les contraintes d'enclenchement des tâches les unes par rapport aux autres.

### **Planning ou graphe chemin de fer :**

[Eco.] Graphique faisant intervenir le lieu géographique du déroulement des tâches : les tâches sont représentées par des droites avec le développement linéaire du projet en abscisse et le temps en ordonnée.

### **SMED :**

Méthode « Toyota » ou « Single Minute Exchange of Die », c'est à dire réduire le temps de changement de production à moins de 10 minutes. C'est une des méthodes permettant l'amélioration de la qualité. La finalité du SMED est de réduire au maximum le temps d'arrêt requis d'une machine pour procéder à un changement de fabrication.

## **Termes se rapportant à planning**

[a barres](#) - [chemin de fer](#) - [PERT](#) -

## Bibliographie

Afitep : *Dictionnaire de management de projet*. Edition AFNOR, Paris, 2004.

André Claude : *La gestion financière des chantiers*. Edition Le moniteur, Paris, 1996.

Bernard Vullerme et Henri Richaud : *Chantier de bâtiment, préparation et suivi*. Edition, Nathan Technique, Paris 1995.

Francis Nicol : *Le planning du coordinateur de travaux*. Edition EYROLLES, Paris 1978.

Jacques Armand et Yves Rafestin : *Conduire son chantier*. Edition Le moniteur, Paris, 1999.

Jean le Bissonnais : *Management de Projet de A à Z*. Edition AFNOR, Paris, 2003.

Jean Louis Muller : *Guide du management et du leadership*. Edition, RETZ, Paris, 2008.

Ladouani Abdelkrim : *Planification de la production à la chaîne dans le btp*. La revue La Cible, N°105 août 2005. Edition AFITEP France. pp 35-40.

Project Management Institute : *Guide du corpus des connaissances en management de projet*. Editeur, PMI Publication, quatrième édition, Newtown Square, Pennsylvania, 2008.

Yves Balazard : *Préparation d'un chantier de travaux public*. Edition EYROLLES, Paris 1976.

Polycopie : Organisation de chantier et gestion de projet. A.Ladouani