

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université de Biskra
Département d'architecture



Filière: Métiers de la Ville

Specialité : Conduite opérationnelle des projets

Polycopié

Matière planification 1

2eme Année Licence

Enseignant:

Dr. Mohamed Elhadi Matallah



Table des matières

1	Définition de la planification :	9
2	Définition du planning :	10
2.1	L'utilité du planning :	10
3	Notion d'une tâche :	10
3.1	Caractéristiques d'une tâche :	11
4	Liaisons et contraintes :	11
4.1	Liaisons :	11
4.1.1	Fin - Début (FD) : Fin =====> Début.....	11
4.1.2	Début – Début (DD) : dans ce cas les deux tâches A et B commencent en même temps.	12
4.2	Contraintes :	12
4.2.1	Contrainte Fin - Début :	12
4.2.2	Contrainte Début - Début :	12
5	Etapas de planification :	13
5.1	Découpage et ordonnancement :	13
5.2	Estimation de charge, des délais et de ressources :	13
1	A quoi sert une méthode potentiels tâches ?	16
1.1	Une tâche :	17
1.2	Un jalon début / fin :	17
2	Méthodologie de la construction d'un diagramme :	17
3	Application des composantes de la méthode potentiels tâches :	18
3.1	Etape 01 :	18
3.2	Détermination des niveaux (ordonnancement) :	18
3.3	Tracer le graphe et faire les calculs :	19
3.4	Déterminer la durée, les marges et le chemin critique :	19
1	Qu'est-ce qu'un diagramme de Gantt ?	23
2	Intérêt du diagramme de Gantt :	23
2.1	Adaptable à tous :	24
2.2	Facilite la compréhension :	24
2.3	Aide à la planification :	24
2.4	Structure les pensées :	24
2.5	Améliore l'organisation du travail :	24
2.6	Le diagramme de Gantt est dynamique :	24
3	Comment créer un diagramme de Gantt ?	25
3.1	Listing des tâches :	25

3.2	Attribution des ressources et la gestion des tâches :.....	25
3.3	La planification du champ d'action :	26
3.4	La création des liaisons entre tâches :.....	26
3.5	La création des liaisons entre tâches :.....	27
4	Comment suivre un diagramme de Gantt ?.....	27
4.1	La mise en évidence du chemin critique :.....	27
4.2	La visualisation de l'état d'avancement des tâches :	27
4.3	La modification du planning initial :.....	28
4.4	La comparaison entre le planifié et le réalisé :.....	28
5	Application :.....	28
1	Qu'est-ce qu'un diagramme de PERT ?.....	33
2	Pourquoi utiliser le diagramme de PERT ?.....	33
3	Quelle est la différence entre les diagrammes de Gantt et PERT ?	34
4	Représentation graphique du diagramme de PERT :	34
5	Types des tâches :.....	35
5.1	Tâches successives :.....	35
5.2	Tâches simultanées :	35
5.3	Tâches convergentes :.....	36
5.4	Normalisation des graphes :.....	36
5.5	Représentation des nœuds :	37
6	Méthodologie de la construction d'un réseau de PERT :.....	37
7	Application :.....	38
1	Qu'est-ce qu'un tableau d'ordonnement ?.....	42
2	Pouvoir déterminer les contraintes à partir d'un descriptif :.....	42
2.1	Relations entre contraintes :.....	42
3	Application :.....	45
3.1	Le descriptif :	45
1	Définition des concepts :.....	52
1.1	Cout d'équipement :.....	52
1.2	Cout de la main d'œuvre :.....	52
1.3	Cout de fonctionnement :.....	52
1.4	Budget technique :	52
1.5	Cout d'investissement :.....	52
1.6	Cout de l'étude :.....	53
1.7	Cout d'exploitation :.....	53
1.8	Cout des travaux :.....	53

1.9	Budget du projet :.....	53
1.10	Estimation :.....	53
2	Méthode de préparation des estimations :.....	53
2.1	Classes d'estimation des coûts (la méthode progressive) :	53
2.1.1	Estimation de classe D : Programme fonctionnel.....	54
2.1.2	Estimation de classe C : <i>Esquisse</i>	54
2.1.3	Estimation de classe B : <i>Projet préliminaire</i>	54
2.1.4	Estimation de classe A : <i>Projet définitif</i>	54
2.2	Coûts élément aux :.....	54
3	Surface (Coût au mètre carré) :.....	54
4	Volume : (Coût au m ³) :	55
5	Unité d'usage : (Coût par lit, par siège, etc.) :.....	55
6	Les principales caractéristiques influant sur le coût :	55
7	Les différentes phases d'estimation des travaux de projet de construction :.....	55
1	Pouvoir tracer le diagramme de la main d'œuvre (M.O) :.....	58
1	Définition des concepts :.....	65
1.1	Temps unitaire d'ouvrier (TU) :	65
2	Rendement :	65
3	Horaire journalier (Hj) :	66
4	Le temps improductif (TI) :	66
5	Horaire journalier productif (Hjp) :.....	66
6	Efficienc (E) (efficacité) :.....	66
7	Crédit d'heures (CH) :.....	66
8	La durée et l'effectif :	67
9	Application :.....	68
9.1	Temps unitaire d'ouvrier (TU) :	68
9.2	Réponses :	69
1	Définition des concepts :.....	72
1.1	Volume transporté par camion (Vt) :	72
1.2	Volume utile (Vu) :.....	72
1.3	Charge utile du camion (CUC) :.....	72
2	Foisonnement :.....	72
3	Masse volumique :.....	73
4	Foisonnement :.....	73
5	Volume transporté :	73
6	Application :.....	74

PLANIFICATION DU PROJET

Organiser, analyser, suivre, corriger et améliorer la production du projet

Auteur : Dr. MATALLAH MOHAMED ELHADI

COURS POUR L'APPLICATION DES MÉTHODES DE GESTION DES PROJETS

POLYCOPIÉ DE LA MATIÈRE PLANIFICATION 1

CONDUITE OPÉRATIONNELLE DES PROJETS

Préambule

La planification est un ensemble de processus dont le but est de fixer et de délimiter des objectifs, après des études et des réflexions ; la planification contribue également à élaborer les moyens nécessaires (humains et matériels), les différentes étapes et les méthodes pour la réalisation de ces objectifs. A noter que la planification englobe tous les domaines de la vie.

Dans ce document on prend l'exemple de la planification dans la construction (habitat, équipements publics ou privés, établissements pour loisirs et autres. Le premier point de la planification est l'organisation du travail qu'elle-même cumule plusieurs aspects : étude de la faisabilité du projet entre autres, étude du terrain, matériaux de construction, délais de la réalisation, main d'œuvre qualifiée et non-qualifiée, rentabilité ...etc.

Une fois bien étudiée, le projet entre en activité ; l'entrée en service du projet est généralement confiée à une ou plusieurs entreprises, celles-ci sont chapeautées par un Chef (nommée chef d'entreprise ou entrepreneur secondé par des contremaîtres ou des maîtres d'art (en France en particulier) ; puis viennent les ouvriers ; ouvriers spécialisés chacun dans son domaine et les ouvriers non spécialisés. Dans l'organigramme de l'entreprise, les tâches sont ainsi réparties entre catégories du personnel de l'entreprise ; les différentes tâches effectuées de la plus simple et la plus complexes sont dépendantes les unes aux autres avec une synchronisation des plus parfaite et ce pour la bonne marche du travail au sein de l'entreprise.

J'ai signalé au-dessus l'importance également des délais de travail et ce pour éviter les retards des travaux et les surcoûts inhérents à ces retards. Les délais des travaux correspondent à un calendrier rigoureux. Globalement nous avons une vue d'ensemble de la marche des entreprises ; à l'intérieur des entreprises existent différents services : services techniques qui sont propres à la réalisation et le suivi des projets en cours ; les services techniques comprennent les bureaux d'études à la tête des quels on retrouve les architectes, ingénieurs génie civil, hydraulicien ...etc.

Les travaux en cours sont évalués régulièrement en vue de respecter les délais. On a parlé des maîtres d'art qui sont propres aux établissements culturels et artistiques en général (ce sont des architectes d'intérieur, des décorateurs, des peintres ...etc.) ; pour les ouvrages d'art (ponts, viaducs ... etc.) ce sont des ingénieurs en génie civil.

Les services administratifs qu'on a cités précédemment sont responsables de la logistique et de l'intendance des travaux du projet (ils comprennent des économistes, des spécialistes en management, des gestionnaires, des professionnels de la santé, des services de sécurité, c'est-à-dire tout ce que doit prévoir une entreprise digne de ce nom.

Une fois les travaux achevés, c'est l'inspection et la supervision du projet sa livraison. La livraison doit se faire en conformité avec tout ce qui a été planifié du début des travaux jusqu'à le produit final.

En conclusion, on a fait un aperçu sur ancre de la planification d'un projet, depuis l'élaboration des idées et leur mise en application en suivant les étapes du début jusqu'à la fin ; et de mettre en valeur tous les domaines qu'entrent dans la réalisation du projet et ce pour mettre en valeur l'importance de la planification que ce soit le domaine public ou même ou secteur privé.

Introduction à la matière :

La matière Planification 1 fait partie de l'ensemble des matières enseignées de la deuxième année licence de la spécialité conduite opérationnelle des projets. Elle entre dans l'unité fondamentale de l'année. Son contenu s'ouvre sur la question de maîtrise des calendriers des travaux, la conduite du chantier, et la gestion opérationnelle au cours des différentes réalisations. La planification est enseignée en matière annuelle (Planification 1, et Planification 2) en bénéficiant de l'acquis de la première année de la matière théorie de planification dont elle est basée essentiellement sur les notions purement théoriques.

Planification 1 s'attache à plusieurs domaines tels que la construction, les travaux publics, les aménagements urbains et territoriales, ainsi que l'administratif, l'industrie, le commerce, le marketing.

Un aperçu historique de la planification, depuis l'existence de l'homme, 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 XXIème siècle pour faire du management de projet. Des monuments grandioses tels que les pyramides, les palais, les cathédrales n'ont pu être érigées 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 2ème 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 une planification 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 planification et de nouveaux schémas d'organisation des entreprises.

Prérequis de la matière PLANIFICATION 1 :

Connaissances préalables en théorie de planification, organisation et gestion des chantiers et sur les éléments d'un projet (ouvrage).

Objectif général de la matière d'enseignement :

La maîtrise de calcul des durées des tâches. La maîtrise de l'organisation opérationnelle et la programmation de la réalisation des travaux dans un chantier toute en respectant les délais et les normes de réalisation. La maîtrise des différents types de plannings. Faire la programmation en fonction du temps des travaux, du matériel, de la main d'œuvre et de l'approvisionnement en matériaux.

Objectifs d'apprentissage :

Être capable d'effectuer le calcul des durées et de déterminer les moyens humains et matériels nécessaires pour la réalisation d'une construction. Être capable de Faire la programmation en fonction du temps des travaux, du matériel, de la main d'œuvre et de l'approvisionnement en matériaux pour réaliser un ouvrage toute en respectant les délais prévus.

En résumé :

Le planning de chantier ou le planning prévisionnel n'ont pour objectifs que la détermination de la durée et l'enclenchement des tâches élémentaires de réalisation d'un projet par rapport au facteur temps et selon leur interrelation (liaisons ou contraintes).

En outre, ce planning permet également

- De définir et simuler le déroulement des travaux avant le démarrage du chantier et d'anticiper ainsi les phases délicates d'exécution ;
- De gérer au mieux les délais d'exécution et de mettre en cohérence les besoins en matériel, matériaux et en main d'œuvre nécessaires à la réalisation de l'ouvrage ;
- D'assurer le suivi financier et la gestion prévisionnelle des versements des acomptes au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Pour terminer, la réalisation du planning de chantier ou planning prévisionnel représente le processus de planification de chantier qui n'est autre que la prévision des différentes actions qui aboutiront, in fine, à livrer en temps voulu et dans les meilleures conditions, l'ouvrage dont on a la responsabilité.

Cours et applications de la matière planification 1

Chapitre I : Notions de base sur la planification des travaux

Introduction :

Le premier chapitre (cours) de la matière s'agit de l'initiation à la connaissance des différentes définitions, concepts et attributions de la conduite des travaux en chantier. L'étudiant doit apprendre un ensemble d'informations sur l'organisation du chantier, et l'outil crucial pour la bonne gestion et maîtrise des travaux de différents types. Le cours donne un aperçu aux apprenants sur la planification des projets à multi-échelles, ainsi que le moyen favori et approprié pour la gestion des travaux/missions, les principaux objectifs de la planification, les avantages apportés de la planification, la notion des tâches, ordonnancement et répartition des tâches, et les contraintes/liaisons entre tâches. L'usage des notions et une entrée théorique de la matière permettent facilement l'apprentissage aux étudiants du domaine de la planification des travaux sur chantier.

Le but du cours est de tracer une nouvelle piste pour l'étudiant sur les meilleures méthodes attribuées pour la gestion du déroulement du projet notamment les projets à caractère constructif. Le chapitre contient essentiellement sur : une définition générale de la planification, les objectifs principaux de la planification, la définition du planning (calendrier) et son utilité, notion de la tâche, caractéristiques des tâches, liaisons et contraintes entre tâches en chantier, et principales étapes de la planification.

1 Définition de 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.¹

La planification permet de décrire un ensemble de tâches :²

1. Les objectifs recherchés
2. La manière dont ils seront atteints
3. Les rôles et responsabilité des différents acteurs
4. Le calendrier des travaux
5. L'estimation des moyens à mettre en œuvre et des coûts
6. Les modalités de suivi et de contrôle

¹ Afitep : *Dictionnaire de management de projet*. Edition AFNOR, Paris, 2004

² ÉMILE OLIVIER : *Organisation pratique des chantiers TOME-2*. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée

2 Définition du planning :

Le document résultant de la planification est le planning dont l'enjeu de toute planification est d'optimiser les quatre paramètres primordiaux pour un projet : qualité, cout, délai, et performance.³

Tenant en considération :

- Les ressources peuvent être limitées
- La durée doit être souvent le plus court possible
- Le cout de la réalisation est toujours une contrainte
- Le bénéficiaire du projet exigera une qualité qui correspond aux besoins

2.1 L'utilité du planning :

Le planning est un outil indispensable pour le responsable du projet dans lequel il permet de :

- Contrôler le délai du projet
- Contrôler les retards par tache
- Apporter les modifications et les corrections
- Gérer la fourniture
- Gérer les ressources
- Suivre l'avancement des travaux

3 Notion d'une tâche :

La tâche est une action à mener pour aboutir à certain résultat. Une tâche dans le langage du bâtiment représente une partie d'ouvrage distinguée par sa nature et son exécutant.⁴



Figure 1. Différentes missions et tâches dans la réalisation des projets. De gauche à droite, fouilles, fondations, et coulage des poteaux.

Source : Auteur, 2022.

³ ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-1. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.

⁴ Jacques Armand et Yves Rafestin : *Conduire son chantier*. Edition Le moniteur, Paris, 1999.

3.1 Caractéristiques d'une tâche :⁵

1. Un début : une date de début et de commencement
2. Une fin : projet achevé
3. Une durée
4. Des ressources

Pour une tâche donnée on distingue deux dates de début et deux dates de fin de projet :

- Une date de début et de fin au plus tôt
- Une date de début et de fin au plus tard
- Une date de début au plus tôt, appelée aussi '**Début Hâtif**', celle qui correspond à la date du commencement la plus proche (D_h)
- Une date de début au plus tard, appelée aussi '**Début Tardif**', celle qui correspond à la date du commencement la plus éloignée (D_t)

Toute tâche a une durée pour caractériser le temps nécessaire à son exécution.

4 Liaisons et contraintes :

Les relations entre les tâches sont appelées liaisons ou contraintes.

4.1 Liaisons :

4.1.1 Fin - Début (FD) : Fin =====> Début

Exemple : pour deux tâches A et B, modélisées comme suit :

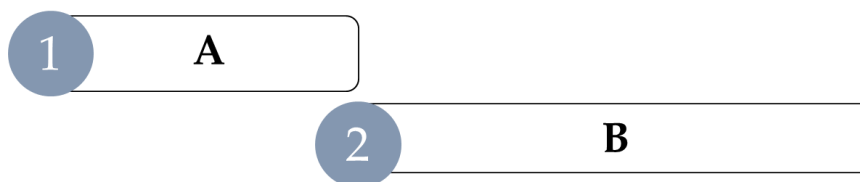


Figure 2. Liaison Fin-Début de deux tâches A et B dans la réalisation d'un projet

Source : Auteur, 2022.

La tâche B ne peut pas être commencée que si la tâche A est achevée.

⁵ ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-1. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.

4.1.2 Début – Début (DD) : dans ce cas les deux tâches A et B commencent en même temps.

Exemple : pour deux tâches A et B, modélisées comme suit :

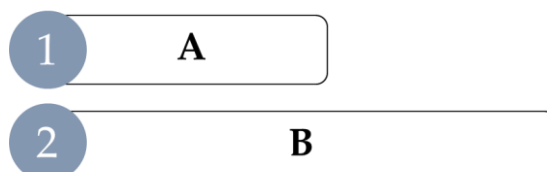


Figure 3. Liaison Début-Début de deux tâches A et B dans la réalisation d'un projet.

Source : Auteur, 2022.

4.2 Contraintes :

Les liaisons peuvent avoir des contraintes qui expriment des retards en délais d'exécution. Dans lesquelles on distingue deux types de contraintes.^{6,7}

4.2.1 Contrainte Fin - Début :

Exemple : pour les deux tâches A et B, elle modélisée comme suit :

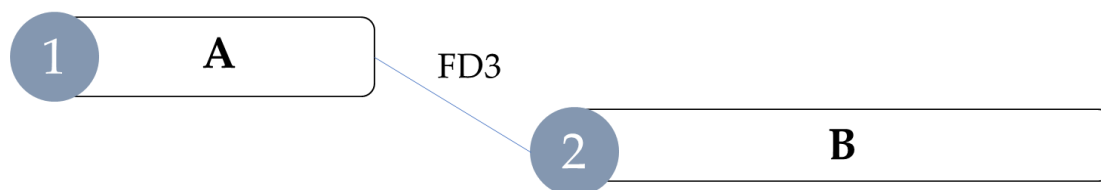


Figure 4. Contrainte Fin-Début de deux tâches A et B dans la réalisation d'un projet.

Source : Auteur, 2022.

La tâche B commence 3 jours après la fin de la tâche A.

4.2.2 Contrainte Début - Début :

Exemple : pour les deux tâches A et B, elle modélisée comme suit :



Figure 5. Contrainte Début-Début de deux tâches A et B dans la réalisation d'un projet.

Source : Auteur, 2022.

La tâche B commence 5 jours après le début de la tâche A.

⁶ ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-1. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.

⁷ ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-2. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.

5 Etapes de planification :

En général, on peut distinguer deux étapes principales pour une planification bien étudiée :

5.1 Découpage et ordonnancement :

La première étape pour élaborer un projet est de faire découper les tâches élémentaires. Ces tâches seront ensuite ordonnées, c'est-à-dire positionnées dans l'ordre logique de la réalisation.



Figure 6. Différents aspects de la planification des travaux sur chantier.

Source : Auteur, 2022.

5.2 Estimation de charge, des délais et de ressources :

Une fois le découpage des tâches est établi on procède aux :

- L'estimation de la tâche : quelle est sa charge, son délai et son cout ?
- La planification de la tâche : quand on commence la tâche et quand est-ce on la termine ?
- A chaque tache on doit allouer des ressources pour que sa finalisation soit aux délais soulignés.

Conclusion :

Le chapitre est conclu par l'apprentissage des différentes notions de la planification, planning, tâches, avec leurs objectifs et principes. Le contenu du premier chapitre permet aux étudiants de mettre leurs premiers pas dans le monde de la gestion et l'organisation des chantiers.

Le cours est suivi d'un travail d'exposés donnés aux étudiants, afin de promouvoir leurs connaissances sur l'installation et la conduite des travaux au sein du chantier.

Exercice n°01 : Notions de base sur la planification des travaux

Le premier exercice s'agit du lancement de deux exposés intitulés : Installation du chantier, Conduite du chantier. Les exposés sont basés sur une requête théorique sur une multitude de points qui correspondent à la planification du chantier dans ses débuts.

Exposé thème 1 : Installation du chantier

- Définition du chantier
- Objectifs de l'installation du chantier
- Classifications ou types du chantier
- Mise en place des différents éléments et postes : Engins, bétonnage, ateliers, stockage ...etc.
- Démarches pour l'installation d'un chantier
- Aspects environnementaux et sociaux du chantier

Exposé thème 2 : Conduite du chantier

- Définition du chantier
- Classifications ou types de chantier
- Différents acteurs du déroulement d'un chantier
- Matériels et logistiques du chantier
- Missions pour la conduite du chantier : Coordination, et interventions
- Aspects environnementaux et sociaux du chantier



Chapitre II

Méthode Potentiels Tâches



Chapitre II : Méthode potentiels tâches

Introduction :

Le deuxième chapitre représente une des fameuses méthodes et outils permettant aux gestionnaires la meilleure qualité de maîtrise des travaux. La méthode potentiels tâches, ou autrement appelée réseau potentiels tâches est la base du planning des différentes missions contribuées dans le chantier ou autres domaines de travail.

A cette lumière, l'étudiant est nécessairement censé de comprendre de qu'elle méthode s'agit la potentiel tâches ? Quelles sont les différentes composantes du réseau ou la méthode potentiels tâches ?

La méthode potentiels tâches fait la piste des éventuels chapitres et cours, son usage et application est toujours indispensable pour la gestion et la planification des tâches pour la concrétisation d'un projet. Le contenu englobe la définition de la méthode, la manière de la représentation des tâches, la notion des jalons, et la méthode pour construire un réseau potentiels tâches. Ainsi que les marges, le chemin critiques, et les tâches critiques pour la réalisation d'un projet.

1 A quoi sert une méthode potentiels tâches ?

La méthode potentiels tâches permet de réduire la durée totale pour la réalisation d'un projet. Dans laquelle, on fait l'étude des délais sans prendre en compte les charges et les moyens disponibles.^{8,9}

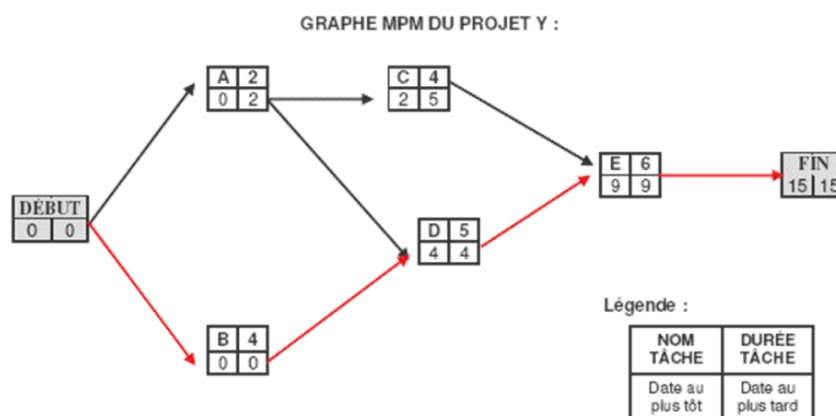


Figure 1. Réseau Potentiels tâches rassemblant les différentes missions (tâches) d'un projet.

Source : Auteur, 2022.

La méthode potentiels tâches est une représentation graphique permet en elle-même de bâtir un « **réseau des antécédents** » ou un « **réseau potentiels tâches** ».¹⁰

⁸ Jean le Bissonnais : Management de Projet de A à Z. Edition AFNOR, Paris, 2003.

⁹ Yves Balazard : Préparation d'un chantier de travaux public. Edition EYROLLES, Paris 1976.

¹⁰ VATTEVILLE E : mesures des ressources humains et gestion de l'entreprise. ECONOMICA.

1.1 Une tâche :

Représente le déroulement d'une opération dans le temps. Graphiquement elle est symbolisée par un rectangle (soit un tableau) dans lequel seront indiquées : l'action qui sera effectuée, le temps estimé de la réalisation de cette tâche, la date du début et fin de la tâche.

Tableau 1. Représentation d'une tache Modèle 1

Début plus tôt	Durée	Fin au plus tôt
Nom de tâche		
Début au plus tard	Marge	Fin au plus tard

Tableau 2. Représentation d'une tache Modèle 2

Nom de tâche	Durée
Début au plus tôt (D_h)	Début au plus tard (D_t)

- Les liaisons orientées : elles représentent les contraintes d'antériorités. Elles sont symbolisées par une flèche \Rightarrow

1.2 Un jalon début / fin :

Le diagramme des antécédents « réseau potentiels tâches » commence et finit par des jalons. Ce sont des tâches dont la durée est nulle (égale à 0).¹¹

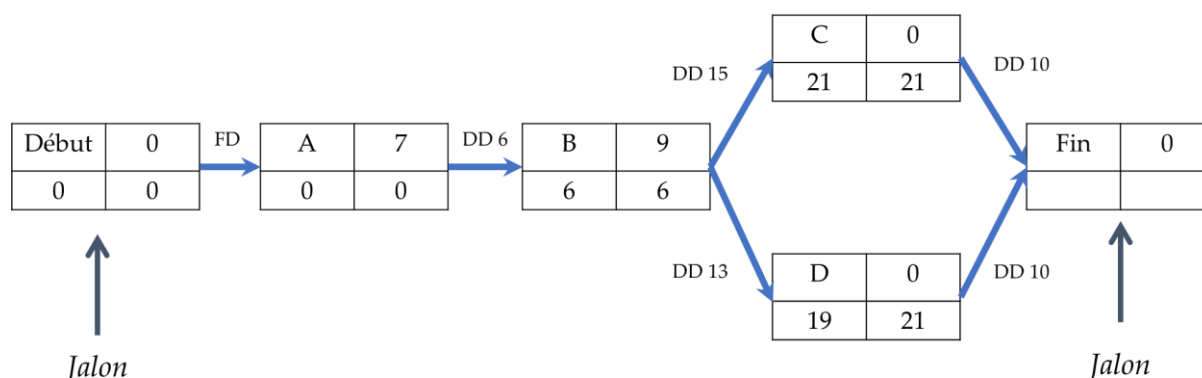


Figure 2. Représentation détaillée du réseau potentiels tâches.

Source : Auteur, 2022.

2 Méthodologie de la construction d'un diagramme :

1. Décomposition de l'ouvrage 'Projet' en tâches élémentaires.
2. Mise en évidence des relations d'antériorité entre tâches.
3. Ordonnancement des tâches et classements par rangs.

¹¹ Francis Nicol : *Le planning du coordinateur de travaux*. Edition EYROLLES, Paris 1978.

4. Traçage du diagramme potentiels tâches.

3 Application des composantes de la méthode potentiels tâches :**3.1 Etape 01 :**

Une application de la méthode potentiels tâches doit comprendre un ensemble de conditions (variables), telles que : durée de tâche, prédécesseurs (tâches précédentes), et la contrainte entre tâches. Afin de calculer et de dessiner le réseau (graphe).

Tableau 3. Tâches, prédécesseur, durée, et la contrainte des étapes de réalisation du chantier.

Tâche	Prédécesseur	Durée	Contrainte
A	-	10	-
B	A	20	DD11
C	A	10	FD1
D	B, C	10	FD2, DD13

Tableau 4. Légende indicative de la tâche dans un réseau potentiels tâches.

Tâche	Durée
D_h	D_t

3.2 Détermination des niveaux (ordonnancement) :**Tableau 5.** Ordonnancement des niveaux des tâches.

Tâche	Prédécesseur
A	-
B	A
C	A
D	B, C

Tableau 6. Ordonnancement (ordre) des différentes tâches du projet.

Niveau	1	2	3
Tâches	A	B C	D

3.3 Tracer le graphe et faire les calculs :

Les formules utilisées pour les calculs sont comme suit :

Tableau 7. Calcul des début hâtifs, et début tardifs pour les contraintes : FD et DD.

Cas des relations FD	Cas des relations DD
$D_h(T_i + 1) = D_h(T_i) + D(T_i) + \text{Contrainte}$	$D_h(T_i + 1) = D_h(T_i) + \text{Contrainte}$
$D_t(T_i) = D_t(T_i + 1) - D(T_i) - \text{Contrainte}$	$D_t(T_i) = D_t(T_i + 1) - \text{Contrainte}$

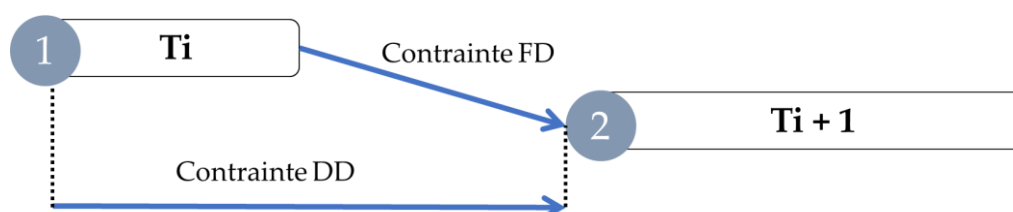


Figure 3. Représentation de la succession des tâches, et leur liaison.

Source : Auteur, 2022.

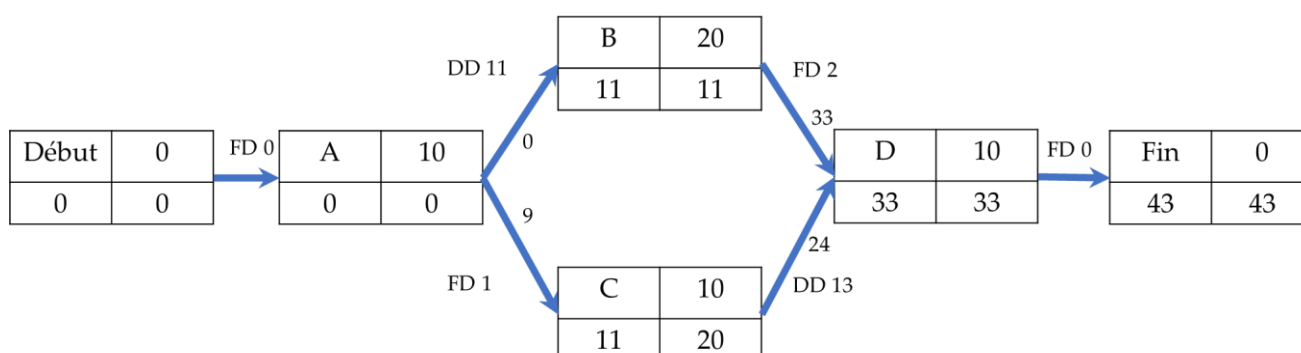


Figure 4. Schéma représentatif du réseau potentiels tâches.

Source : Auteur, 2022.

3.4 Déterminer la durée, les marges et le chemin critique :

1. La marge totale (Mt) : représente la date du début au plus tard (D_t) moins (-) la date du début au plus tôt (D_h). C'est le retard qu'on peut l'avoir pour une tâche sans retarder la durée de la réalisation du projet.
2. La marge libre (MI) : c'est le retard qu'on peut l'avoir pour une tâche sans retarder les début hâtifs (D_h) des autres tâches.

3. Une tâche critique : c'est une tâche telle que n'importe quel retard sur son exécution engendre un retard dans les délais du projet. Elle formulée sous $Mt = 0$
4. Un chemin critique : c'est l'ensemble des tâches dont la marge totale est la marge libre sont nulles ; $Mt = 0$ et $MI = 0$

Les formules utilisées pour les calculs sont comme suit :

La marge totale (Mt) : $Mt = Dt - Dh$ (1)

La marge libre (MI) est calculée selon la nature de la contrainte.

Tableau 8. Calcul des marges : marge totale et marge libre pour un projet.

Cas des relations FD	Cas des relations DD
$MI (Ti) = Dh (Ti + 1) - Contrainte - D (Ti) - Dh (Ti)$	$MI (Ti) = Dh (Ti + 1) - Contrainte - Dh (Ti)$

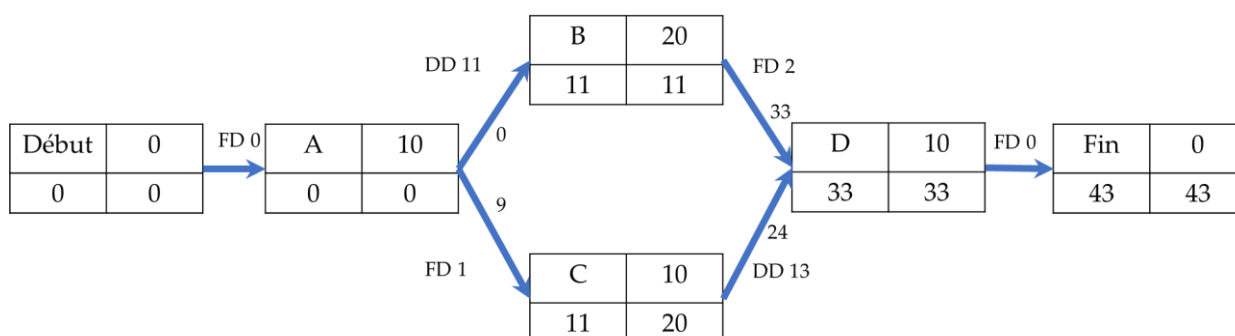


Figure 5. Réseau potentiels tâches.

Tâche	D _h	D _t	Durée	F _h	F _t	Mt	MI	Chemin
A	0	0	10	10	10	0	0	Cr
B	11	31	20	31	31	0	0	Cr
C	11	21	10	21	30	9	9	Non Cr
D	33	43	10	43	43	0	0	Cr

Exercice n°02 : Méthode potentiels tâches

L'exercice fait un appel à l'application de toutes les démarches prises dans le deuxième chapitre de la matière. L'application concerne l'établissement du réseau potentiels tâches, en se basant directement sur les durées, les antériorités et la contrainte début-début (DD).

Exe 2.1 :

Soit le projet décrit comme suit :

Tâche	Durée	Antériorités	Contraintes DD
A	7	-	-
B	9	A	6
C	6	B	15
D	5	B	13
E	8	D-C	10-10

1. Etablir le réseau potentiels tâches.
2. Déterminer le calendrier au plus tôt et le calendrier au plus tard.
3. Calculer les marges, la durée et identifier le chemin critique.

Exe 2.2 :

1. Tracer le diagramme des antécédents pour le projet dont les tâches sont présentées dans le tableau suivant :

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

- Il s'agit des contraintes DD (durée tâche précédente)
2. Déterminer les marges, le chemin critique et la durée de projet.



Chapitre III

Diagramme de GANTT



Chapitre III : Diagramme de Gantt

Introduction :

Le troisième chapitre s'agit de l'exploration de la méthode de Gantt (Charte), considérée comme la méthode la plus abordée dans la gestion et la planification des tâches des différents domaines. Le diagramme de Gantt représente l'application directe de la méthode potentiels tâches du chapitre précédant. L'étudiant en cette étape doit apprendre la construction d'un diagramme de Gantt, constituant les tâches, les marges, et le chemin critique du projet. Le diagramme de Gantt est applicable sur plusieurs plateformes et logiciels numériques utilisés dans les entreprises et sociétés pour bâtiments, travaux publics, commerce, marketing ...etc.

La charte ou diagramme de Gantt représente une pièce maitresse pour la planification des taches/travaux sur chantier, dont il s'agit du calendrier principal de différentes missions au cours de la réalisation du projet.

Le chapitre contient sur : la définition du diagramme de Gantt, intérêts et avantages du diagramme de Gantt, éléments du diagramme, la création du diagramme, l'application du diagramme de Gantt.

1 Qu'est-ce qu'un diagramme de Gantt ?

Le diagramme de Gantt, couramment utilisé en gestion de projet, est l'un des outils les plus efficaces pour représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités (tâches) qui constituent un projet. La colonne de gauche du diagramme énumère toutes les tâches à effectuer, tandis que la ligne d'en-tête représente les unités de temps les plus adaptées au projet (jours, semaines, mois etc.). Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin.¹²

Dans les premiers temps, l'élaboration d'un diagramme de Gantt était un travail fastidieux : à chaque modification du projet, le diagramme devait être retouché manuellement, voire recréé de toutes pièces. La plupart des projets faisant l'objet de changements continuels tout au long de leur déroulement, cette contrainte en limitait considérablement l'utilité. Avec l'arrivée de l'informatique et des logiciels de management, les opérations de création, de mise à jour et d'impression d'un diagramme de Gantt ont toutefois beaucoup gagné en simplicité.¹³

2 Intérêt du diagramme de Gantt :

¹² Francis Nicol : *Le planning du coordinateur de travaux*. Edition EYROLLES, Paris 1978.

¹³ Patrick ESQUIROL et Pierre LOPEZ : *L'ordonnancement*. ECONOMICA

2.1 Adaptable à tous :

Puisqu'à chaque projet sont liés des jalons, des activités, des durées et des dates échéances, le diagramme de Gantt est utilisable pour tous les domaines d'activité.

2.2 Facilite la compréhension :

Représenter la complexité par des éléments visuels simples permet à tous de mieux l'appréhender. Tout devient plus simple avec des images.

2.3 Aide à la planification :

Le dépassement des délais est bien souvent chose courante dans la gestion de projets. Déterminer une durée pour chaque activité à réaliser et leur donner une date d'échéance permet de visualiser plus facilement la durée totale du projet.

2.4 Structure les pensées :

Un projet compte parfois de nombreuses tâches à mener à bien. Le diagramme de Gantt aide à référencer quelles tâches sont nécessaires à accomplir et quel ordre leur donner.

2.5 Améliore l'organisation du travail :

Avoir une vision complète sur la structure du projet impacte positivement l'organisation du travail de tous les membres du projet.

2.6 Le diagramme de Gantt est dynamique :

Le diagramme de Gantt, dynamique, recalcule automatiquement les dates et durées de chaque tâche lorsque l'une d'entre elle est modifiée.

Donc, le diagramme de Gantt permet de visualiser d'un seul coup d'œil :

- Les différentes tâches à envisager.
- La date de début et la date de fin de chaque tâche.
- La durée escomptée de chaque tâche.
- Le chevauchement éventuel des tâches, et la durée de ce chevauchement.
- La date de début et la date de fin du projet dans son ensemble.¹⁴

¹⁴ Project Management Institute : *Guide du corpus des connaissances en management de projet*. Editeur, PMI Publication, quatrième édition, Newtown Square, Pennsylvania, 2008.

3 Comment créer un diagramme de Gantt ?

La création d'un diagramme de Gantt passe par plusieurs étapes indispensables. Plusieurs logiciels de gestion de planning ou de projet sont disponibles sur le marché et s'ils se différencient en certains points, ils possèdent néanmoins un bon nombre de fonctionnalités communes qu'il est nécessaire de connaître avant d'entamer son travail.¹⁵

- Microsoft® Project
- Projectpro
- Ganttproject
- Ganttter
- Primavera Project Planner®
- Smart Draw
- Asta Powerproject

3.1 Listing des tâches :

Dans le cadre de la création d'un diagramme de Gantt, vous devez **commencer par lister toutes les tâches qui devront être accomplies** pour qu'il soit mené à bien.

A chacune de ses tâches peuvent être attribuées des sous-tâches, des actions liées, qui constitueront ensemble la tâche complète.

Pensez à tous les éléments, même les plus insignifiants : un oubli peut retarder toute la réalisation du projet. Cet ensemble de tâches et sous-tâches hiérarchisées se retrouvera listé à gauche du diagramme.

3.2 Attribution des ressources et la gestion des tâches :

A chaque activité et sous-activité, une ou plusieurs ressources peuvent être affectées. Le plus souvent, les logiciels de gestion de diagramme de Gantt proposent une affectation sous forme de pourcentage. Par exemple, si cette ressource concerne une personne, un pourcentage de 100 % correspond à une personne consacrée à plein temps à la tâche, un pourcentage de 300 % à une équipe de trois personnes consacrées à plein temps. Les ressources comprennent tous les

¹⁵ WOOT Ph : les entreprises de haute technologie et l'Europe. ECONOMICA

éléments de la gestion des charges, à savoir toutes les unités de production qui déterminent la quantité de travail affectée à chacune des tâches.^{16,17}

3.3 La planification du champ d'action :

Commencez par dater le début du projet, puis établissez un ordre d'exécution des tâches. Leur attribuer une date de début, une durée, une fin, est primordial pour repérer l'état d'avancement du projet et organiser son planning.

Évaluez ces temps en fonction des ressources disponibles et ne sous-estimez pas les durées de réalisation : une estimation trop large vaut mieux qu'une estimation trop serrée. C'est à ce moment-là que vous visualiserez la longueur des activités sur le diagramme : les rectangles les plus longs correspondront aux tâches les plus étendues dans le temps, et inversement.

3.4 La création des liaisons entre tâches :

Vous devez créer des liens entre vos tâches afin de mieux visualiser ces connexions qui lieront le projet, générant par la même un ensemble construit et cohérent. Dans le commencement d'une tâche, deux types de liaisons sont possibles :

- Une tâche ne peut pas commencer si une antérieure n'est pas terminée
- Une tâche ne peut pas commencer si une antérieure n'est pas commencée

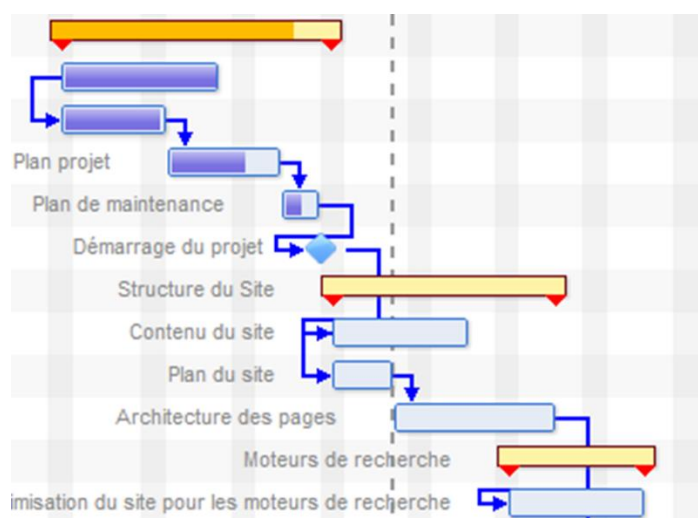


Figure 1. Schéma représentatif du diagramme de Gantt.

Source : Auteur, 2022.

¹⁶ ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-1. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.

¹⁷ ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-2. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.

3.5 La création des liaisons entre tâches :

Un jalon correspond à une étape, un moment clé du projet. L'intérêt est de définir par anticipation des dates clés du projet de manière à éviter la perte de visibilité. Le jalon scinde le projet en plusieurs parties grâce à différentes échéances intermédiaires. Il peut s'agir de la signature d'un contrat, la publication d'un document. Sur le graphique, il est représenté en général par un losange. A noter qu'il n'a pas de durée déterminée, contrairement aux tâches.¹⁸

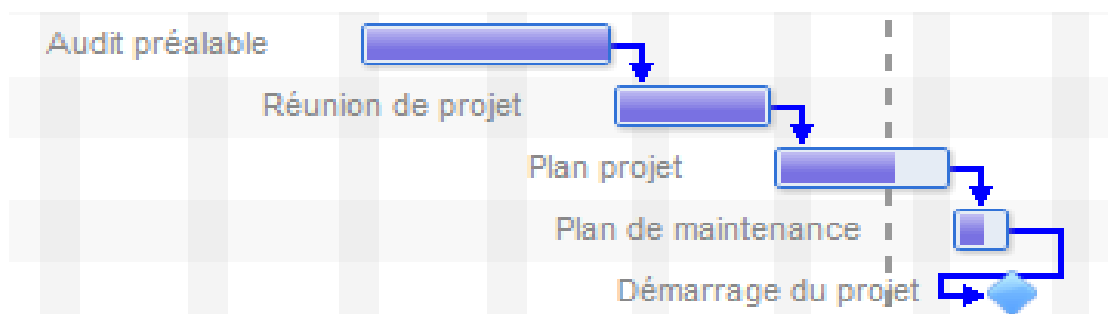


Figure 2. Liaisons entre tâches dans un diagramme de Gantt.

Source : Auteur, 2022.

4 Comment suivre un diagramme de Gantt ?

4.1 La mise en évidence du chemin critique :

Cette fonctionnalité permet de visualiser rapidement la succession de tâches qui détermine la durée globale d'un projet. Tout retard sur une des tâches situées sur le chemin va alors impacter le délai final du projet.

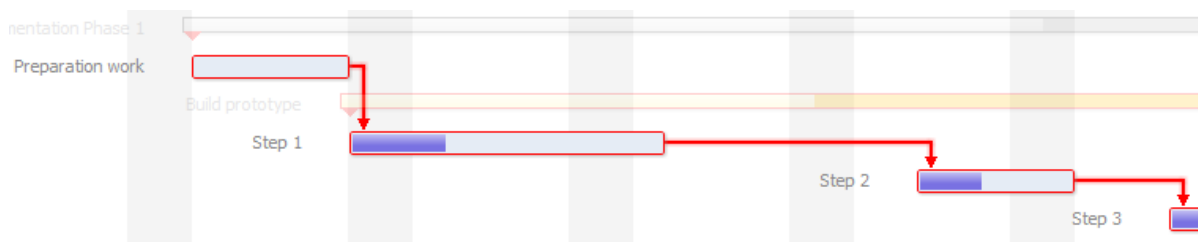


Figure 3. Représentation des tâches selon le diagramme de Gantt.

Source : Auteur, 2022.

4.2 La visualisation de l'état d'avancement des tâches :

A chaque étape, vous pouvez faire évoluer l'avancement de votre activité et augmenter alors son pourcentage de réalisation. L'idéal est d'acquérir un logiciel qui vous permet en un coup d'œil de visualiser cette avancée.

¹⁸ Bernard Vullerme et Henri Richaud : *Chantier de bâtiment, préparation et suivi*. Edition, Nathan Technique, Paris 1995.

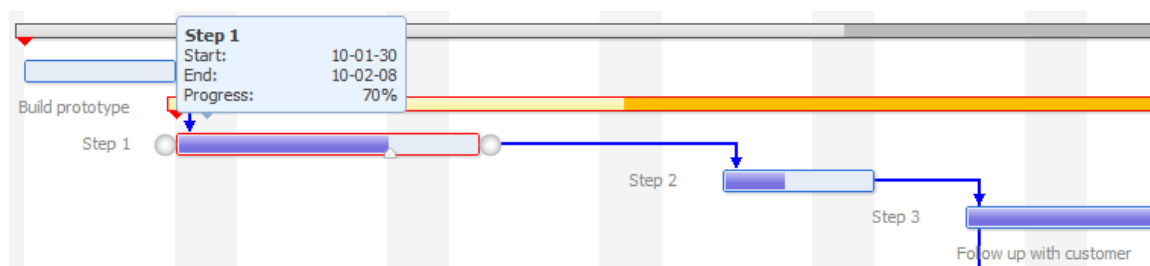


Figure 4. Visualisation numérique des tâches dans un diagramme de Gantt.

Source : Auteur, 2022.

4.3 La modification du planning initial :

La création d'un diagramme de Gantt se fait par anticipation.

Si vous vous retrouvez confronté à un dépassement de planning ou que vous vous rendez-compte qu'une activité prendra plus de temps que prévu, pas d'inquiétude : le diagramme de Gantt est un outil dynamique que vous pouvez modifier à votre guise. Vous n'avez qu'à augmenter la durée d'une tâche et le diagramme recalculera toute la durée de votre projet automatiquement, en fonction des dépendances que vous aurez établi à la création.

4.4 La comparaison entre le planifié et le réalisé :

Il est important que vous puissiez comparer la planification prévue au commencement du projet et celle où vous en êtes. Cette fonction est nécessaire pour dresser un bilan sur le projet, savoir s'il s'est déroulé comme prévu ou, plus loin, pour prévoir avec plus de précision vos prochains projets.

5 Application :

Soit les tâches du projet suivant :

Tâche	Durée	Antériorités	Contraintes DD
A	7	-	-
B	9	A	6
C	6	B	15
D	5	B	13
E	8	D-C	10-10

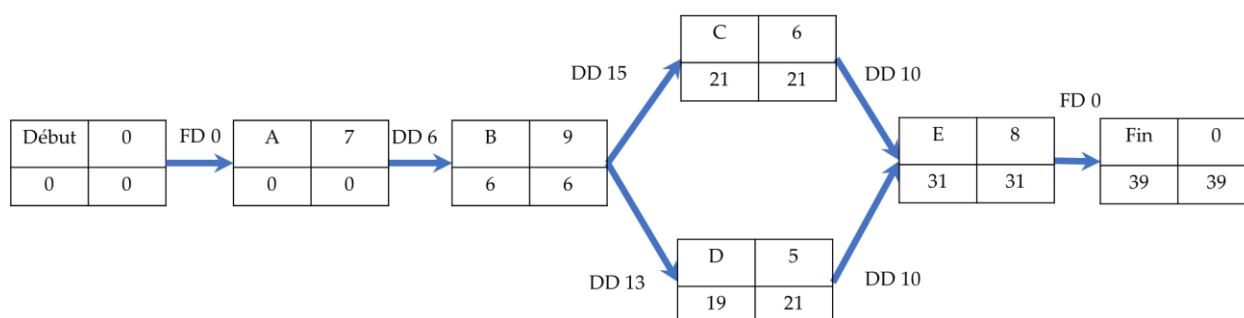
1. Tracer le planning à l'aide de la méthode « potentiels tâches », dont les contraintes sont DD de durée tâche précédente.
2. Déterminer les marges, le chemin critique et la durée du projet.
3. Tracer le planning Gantt de ce projet.

Tableau 1. Tâches et leurs antériorité (prédécesseurs)

Tâche	Antériorité
A	-
B	A
C	B
D	B
E	C - D

Tableau 2. Tâches et niveaux.

Niveau	1	2	3	4
Tâches	A	B	C D	E

**Figure 5.** Schéma représentatif du réseau potentiels tâches.

Source : Auteur, 2022.

Tableau 3. Tâche, marges, et chemin critique.

Tâche	Dh	Dt	Durée	Mt	MI	Critique ou non critique
A	0	0	7	0	0	Critique
B	6	6	9	0	0	Critique
C	21	21	6	0	0	Critique
D	19	21	5	2	2	Non critique
E	31	31	8	0	0	Critique

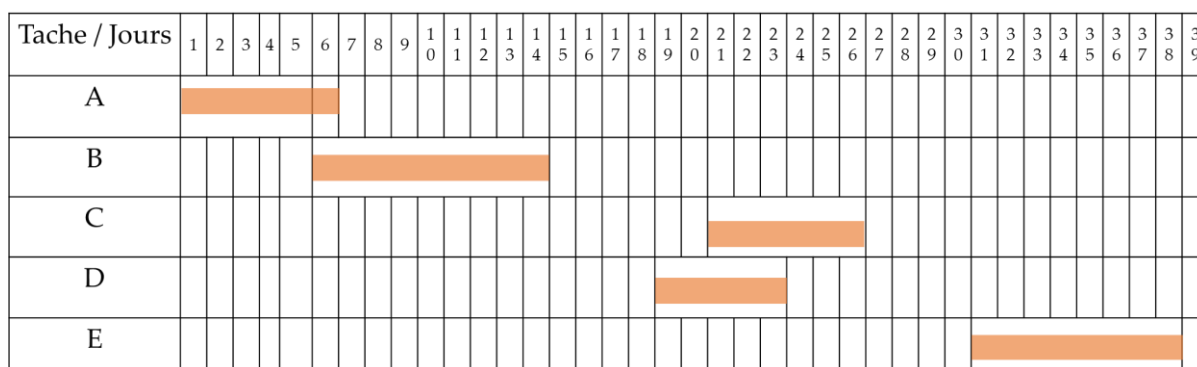


Figure 6. Diagramme de Gantt pour valeurs débuts hâtifs.

Source : Auteur, 2022.

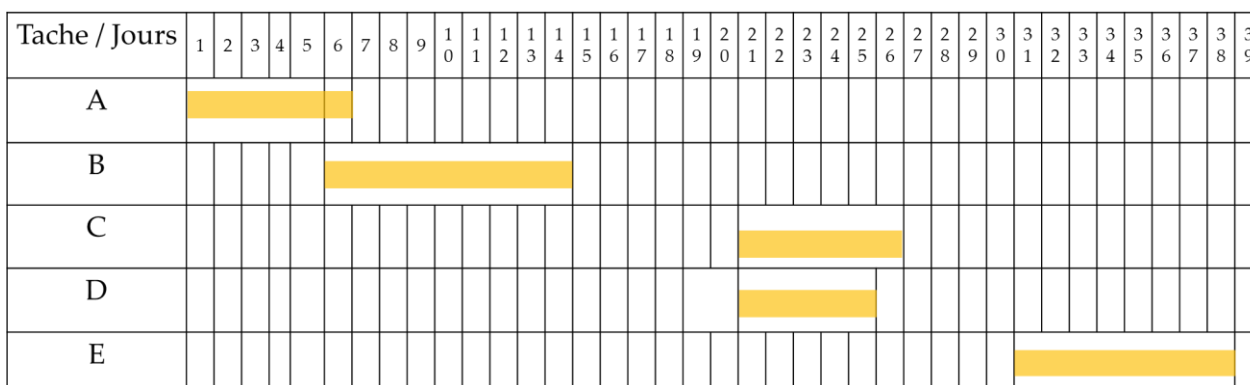


Figure 7. Diagramme de Gantt pour valeurs débuts tardifs.

Source : Auteur, 2022.

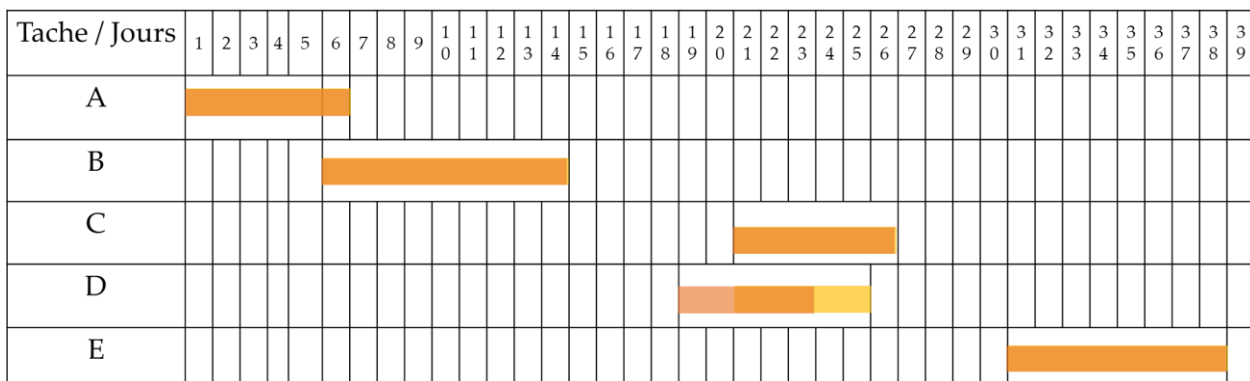


Figure 8. Diagramme de Gantt pour valeurs combinées.

Source : Auteur, 2022.

Conclusion :

Le diagramme de Gantt est la méthode la plus utilisée pour la planification des tâches et missions de la réalisation d'un projet. Il donne la lecture des délais et durées pour toutes les étapes franchies. Le diagramme de Gantt permet de mieux contrôler et gérer les différents travaux du chantier.

Exercice n°03 : Diagramme de Gantt**Exe 3.1 :**

Considérons les tâches du projet suivant :

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

- Tracer le planning à l'aide de la méthode « potentiels tâches », dont les contraintes sont DD de durée tâche précédente.
- Déterminer les marges, le chemin critique et la durée du projet.
- Tracer le planning GANTT de ce projet.

Eléments de réponses :

- Réseau potentiels tâches : (Niveaux)

Niveau	1	2	3	4	5	6	7	8
Tâches								

- Le chemin critique est :
- Le diagramme de GANTT :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
A																																											
B																																											
C																																											
D																																											
E																																											
F																																											
G																																											
H																																											
I																																											
J																																											
K																																											
L																																											
M																																											



Chapitre IV

Diagramme de PERT



Chapitre IV : Diagramme de PERT

Introduction :

Le quatrième chapitre aborde une exploration du deuxième diagramme de la planification, ceci-ci s'agit du diagramme de PERT. Après la définition de la méthode potentiels tâches, et le diagramme de Gantt, il vient le tour de la méthode de PERT. L'étudiant est censé de maîtriser la deuxième forme de diagramme de planification.

Le chapitre contient : la définition de PERT, l'utilisation du diagramme de PERT, la différence entre les deux diagrammes PERT et Gantt, manière de représentation du diagramme de PERT.

1 Qu'est-ce qu'un diagramme de PERT ?

Le nom représente l'acronyme de "**Program Evaluation Review Technic**". Il s'agit d'un outil visuel d'ordonnement et de planification de projet.

Le diagramme de PERT permet aux chefs de projet de voir tous les détails de planification essentiels tels que les dépendances entre les tâches, la durée estimée de celles-ci et le temps minimum nécessaire à la réalisation du projet.

PERT est proche de la méthode du chemin critique qui a pour objectif d'identifier le chemin permettant le temps de réalisation le plus court possible.¹⁹

Le diagramme de PERT s'appuie en grande partie sur une représentation graphique basée sur un 'réseau de tâches'. Le réseau de PERT est constitué de tâches et des étapes.

2 Pourquoi utiliser le diagramme de PERT ?

- Donner une vue réelle de la livraison du projet
- Anticiper l'affectation des ressources humaines et financières, des moyens techniques,
- Identifier les tâches à traiter plus rapidement
- Repérer les tâches à traiter simultanément (travail en parallèle) et les tâches antérieures,
- Identifier les tâches critiques et le non-critique pour tenir les délais
- Préparer l'élaboration du diagramme de Gantt.²⁰

¹⁹ Bernard Vullerme et Henri Richaud : *Chantier de bâtiment, préparation et suivi*. Edition, Nathan Technique, Paris 1995.

²⁰ Jacques Armand et Yves Rafestin : *Conduire son chantier*. Edition Le moniteur, Paris, 1999.

3 Quelle est la différence entre les diagrammes de Gantt et PERT ?

- Le diagramme de Gantt est souvent moins technique et plus facile à comprendre car il n'a pas le même niveau de détail que les diagrammes de PERT.
- Pour cette raison, les diagrammes de PERT sont plus adaptés à l'estimation initiale du calendrier d'un projet, alors que les diagrammes de Gantt conviennent mieux pour tenir informés les différents acteurs du projet.
- Une différence importante avec le diagramme de Gantt est l'échelle de temps conventionnelle du diagramme PERT qui représente un enchaînement de tâches et non des durées ou un calendrier.

4 Représentation graphique du diagramme de PERT :

Le diagramme de PERT s'organise sous forme de réseau.

Il possède un début hâtif et une fin tardive, des étapes et des tâches.

Les tâches sont représentées par des flèches encadrées par 2 étapes (ou nœuds). Chaque étape possède une date au plus tôt et une date au plus tard.

- Une étape : est un début ou une fin. L'étape n'a pas de durée. L'étape ou nœud, est symbolisé sur le réseau de PERT généralement par un cercle.
- Une tâche : est symbolisée par un vecteur sur lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé pour la réalisation de cette tâche.

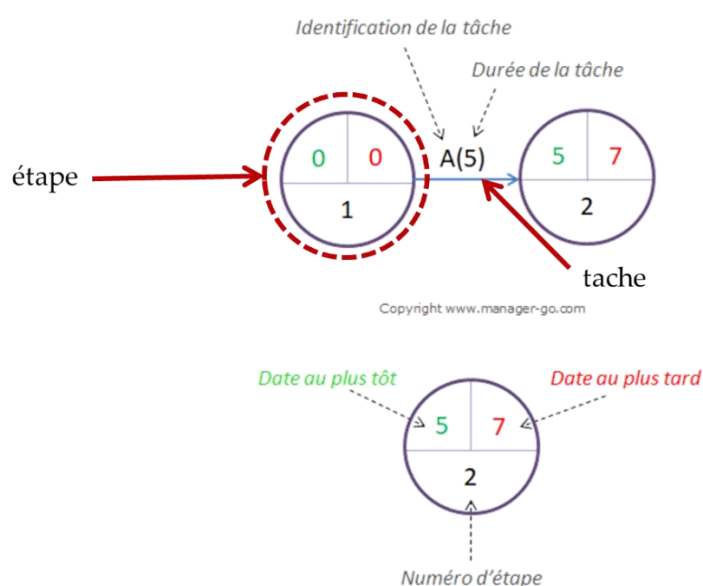


Figure 1. Représentation graphique du diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.



Figure 2. Liaisons des tâches dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

- La longueur des flèches n'est pas proportionnelle à la durée de réalisation.
- L'étude est limitée à des liaisons FD0.
- Les tâches sont écrites seulement en abréviations, et non au nom complet, pour l'allègement du graphique.

5 Types des tâches :

5.1 Tâches successives :

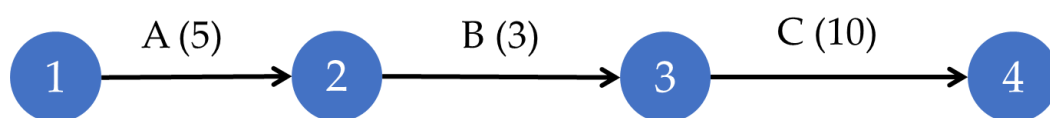


Figure 3. Représentation graphique des tâches successives dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

- La tâche B ne peut pas commencer si la tâche A n'est pas achevée. Ainsi que pour la tâche C.

5.2 Tâches simultanées :

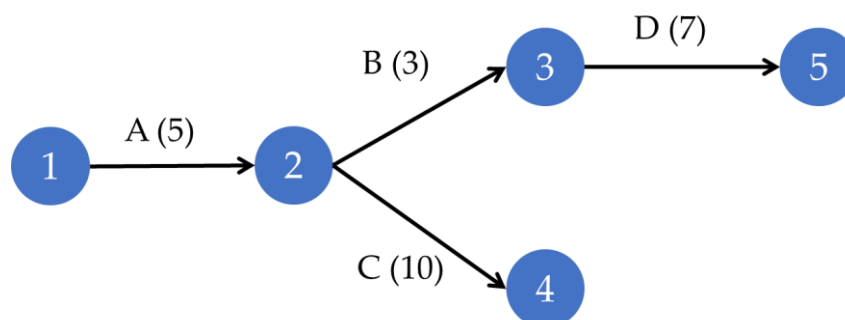


Figure 4. Représentation graphique des tâches simultanées dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

- Ce sont deux ou plusieurs tâches qui commencent en même temps, commençant de la même tâche terminée ; tâche (D) ne peut pas commencer que si (B) est terminée.

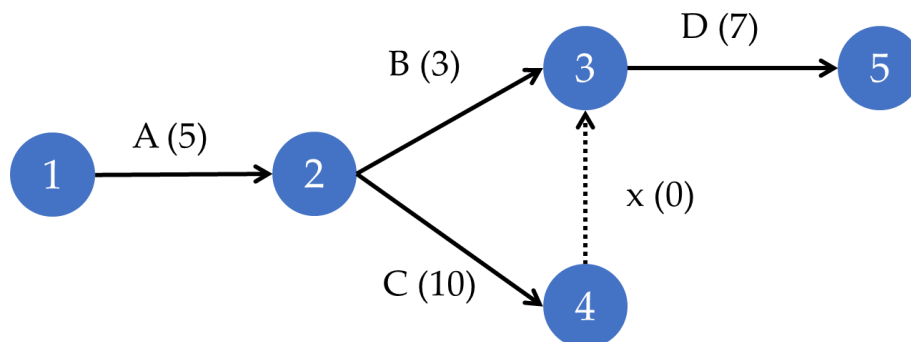


Figure 5. Représentation graphique des tâches simultanées dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

- Si on veut que la tâche (D) commence après que les tâches B et C sont terminées, on ajoute une tâche fictive.

5.3 Tâches convergentes :

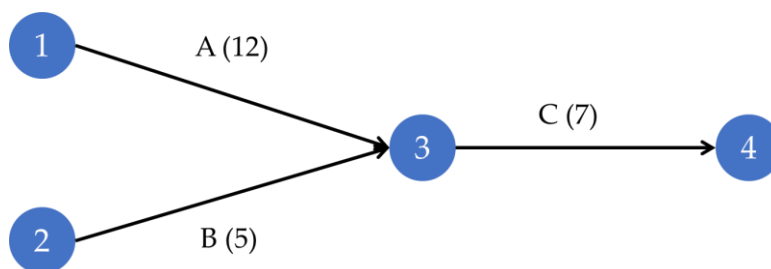


Figure 6. Représentation graphique des tâches convergentes dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

- Ce sont des tâches qui se terminent sur une même étape. Selon le graphique la durée de la tâche A est plus longue que la tâche B, celle-ci est appelée « tâche pénalisante ».

5.4 Normalisation des graphes :

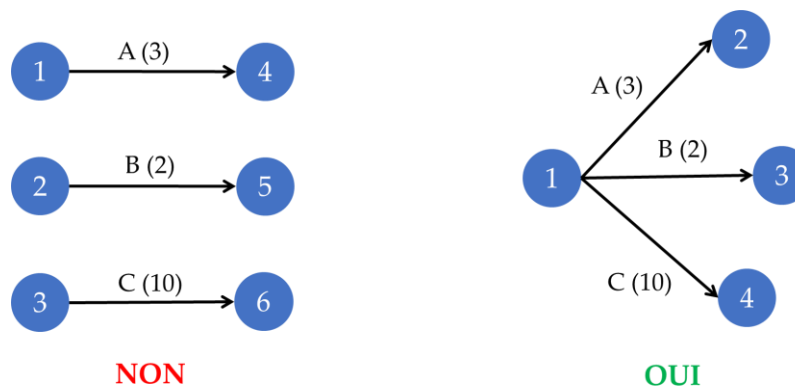


Figure 7. Représentation normalisée des tâches et leurs liaisons dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

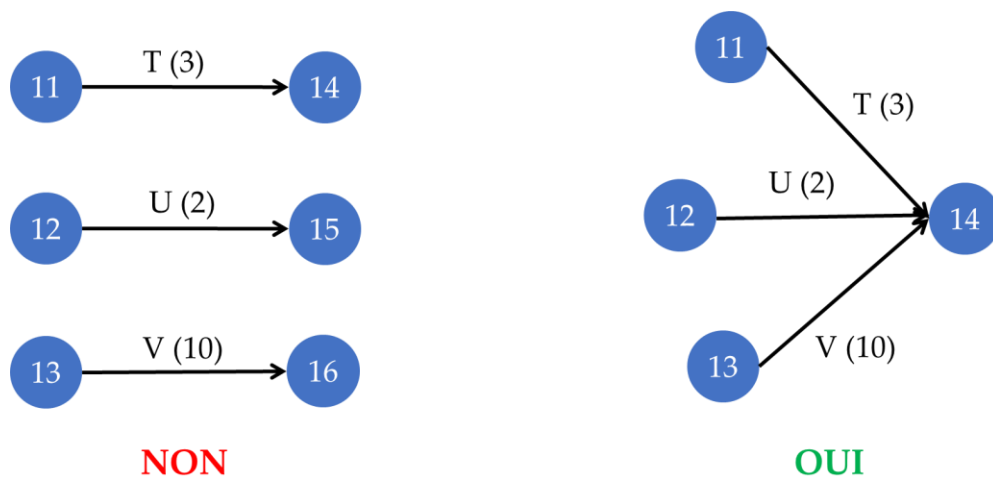


Figure 8. Représentation normalisée des tâches et leurs liaisons dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

5.5 Représentation des nœuds :

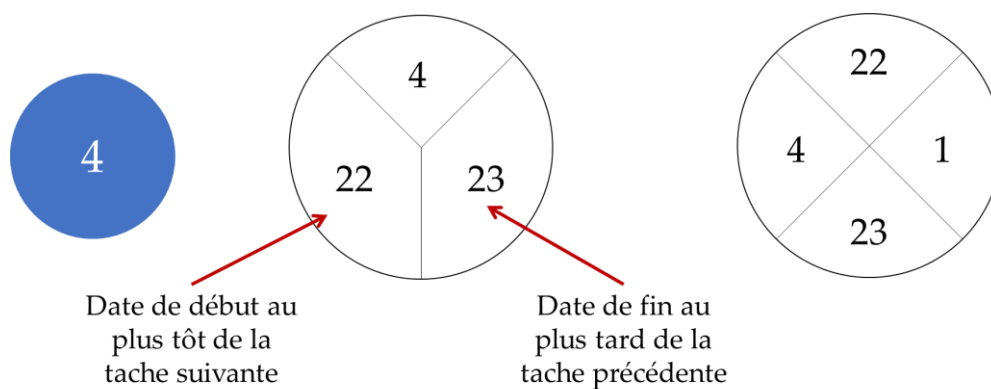


Figure 9. Représentation graphique des nœuds dans un diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

6 Méthodologie de la construction d'un réseau de PERT :

1. Etablir la liste des tâches.
2. Déterminer les antériorités.
3. Déterminer les niveaux des tâches.
4. Construire le réseau de PERT.
5. Calculer la durée du projet : débuts et fins des tâches.

6. Déterminer le chemin critique et mettre en évidence les marges.^{21,22,23}

7 Application :

Tâche	Durée	Antériorités
A	3	-
B	4	-
C	2	A
D	3	A
E	4	B , C

- A précède C ; A précède D,
- B précède E,
- C précède E
- Question : Etablir le réseau PERT

Tableau 2. Ordre des tâches et leurs antériorités.

Tâche	Antériorité
A	-
B	-
C	A
D	A
E	B, C

²¹ Jean Louis Muller : *Guide du management et du leadership*. Edition, RETZ, Paris, 2008.

²² André Claude : *La gestion financière des chantiers*. Edition Le moniteur, Paris, 1996.

²³ Patrick ESQUIROL et Pierre LOPEZ : L'ordonnancement. ECONOMICA.

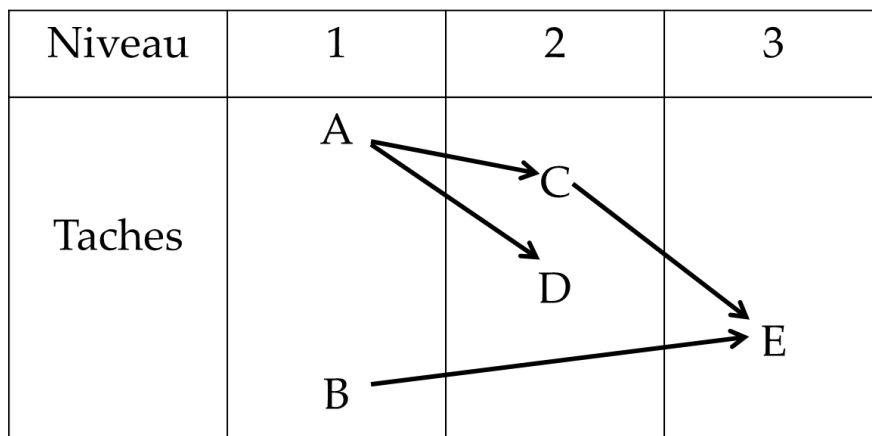


Figure 10. Ordonnement et niveaux des tâches pour le diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

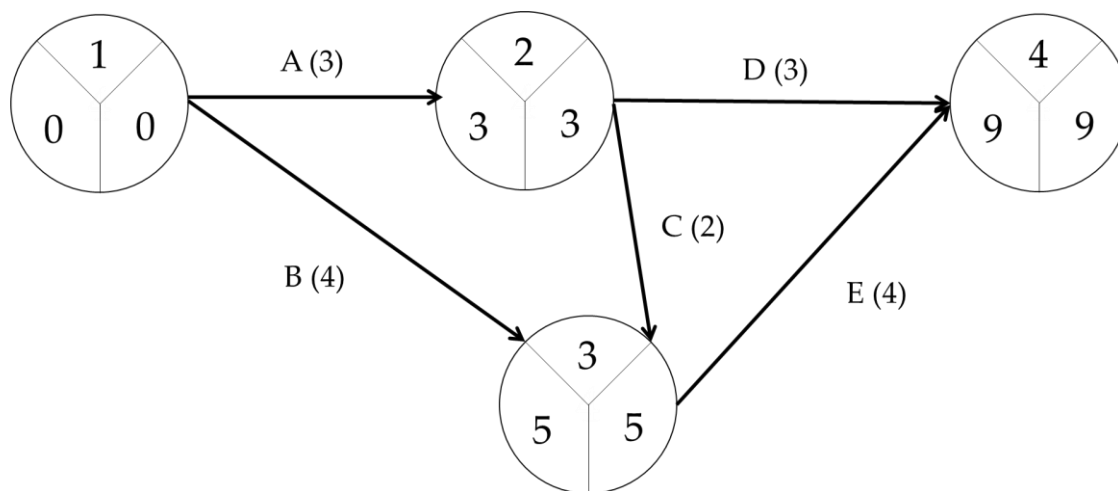


Figure 11. Représentation graphique du réseau de diagramme de PERT.

Source : Auteur, 2022.

Exercice n°04 : Diagramme de PERT**Exe 4.1 :**

Considérons une construction d'un projet répartis en dix tâches dont ses caractéristiques sont déterminées dans le tableau ci-dessous :

Tâche	Durée	Tâches antérieures
A	4	-
B	2	-
C	1	A
D	1	A - B
E	2	A
F	2	C
G	2	D - F
H	10	E
I	4	G
J	1	H - I

1. A partir du tableau ci-dessus, déterminez les rangs des tâches :

Rangs	1	2	3	4	5	6	7	8
Tâches								

2. Construire le réseau PERT.

Exe 4.2 :

Considérons une construction d'un entrepôt découpée en sept tâches dont ses caractéristiques sont déterminées dans le tableau ci-dessous :

Tâche	Durée	Tâches antérieures
A	2	-
B	3	-
C	2	A
D	7	A - B
E	5	C
F	3	D - E
G	3	F

1. A partir du tableau ci-dessus, déterminer les rangs des tâches :

Rangs	1	2	3	4	5	6
Tâches						

2. Construire le réseau PERT.



Chapitre V

Tableau d'ordonnancement



Chapitre V : Tableau d'ordonnancement

Introduction :

Le cinquième chapitre représente la méthode d'ordonnancement ou l'établissement du tableau d'ordonnancement des tâches, opérations et activités dans un chantier. L'ordonnancement est essentiel pour une compréhension avancée et anticipée de la nature des tâches et travaux dans un projet en cours de réalisation. Ainsi que, le tableau d'ordonnancement permet de déterminer et de convertir une contrainte à travers un descriptif. Le chapitre comprend la définition de l'ordonnancement ou le tableau d'ordonnancement, les relations entre différentes contraintes, la détermination des tâches par le biais d'un descriptif, et la conversion des contraintes entre tâches.

L'ordonnancement permet à l'étudiant de comprendre la nécessité de l'organisation des tâches, et de mettre en ordre les opérations faites au cours de réalisation de tout type de projet. Les méthodes de conversion des contraintes facilitent aussi la compréhension des débuts et des fins, pour une meilleure maîtrise des calculs des délais et durées.

1 Qu'est-ce qu'un tableau d'ordonnancement ?

Les techniques d'ordonnancement permettent à l'entreprise de mieux gérer ses projets, ses activités et d'améliorer ses performances.

Plus précisément les techniques d'ordonnancement ont pour objectif :

- L'organisation de l'ensemble des tâches composant un projet
- Un meilleur contrôle du projet ;
- Une étude des différentes possibilités de réduction des délais de réalisation et donc des coûts du projet
- Une meilleure allocation des ressources nécessaires au projet.²⁴

2 Pouvoir déterminer les contraintes à partir d'un descriptif :

2.1 Relations entre contraintes :



Figure 1. Ordonnancement et contraintes entre deux tâches.

Source : Auteur, 2022.

²⁴ Patrick ESQUIROL et Pierre LOPEZ : L'ordonnancement. ECONOMICA.

- Si entre A et B on a une contrainte FD on peut la convertir en DD comme suit :

$$\text{Contrainte DD} = \text{Durée (A)} + \text{Contrainte FD}$$



Figure 2. Conversion d'une contrainte Fin-Début (FD) en contrainte Début-Début (DD).

Source : Auteur, 2022.

- Si entre A et B on a une contrainte FF on peut la convertir en DD comme suit :

$$\text{Contrainte DD} = \text{Durée (A)} + \text{Contrainte FF} - \text{Durée (B)}$$



Figure 3. Conversion d'une contrainte Fin-Fin (FF) en contrainte Début-Début (DD).

Source : Auteur, 2022.

- Si entre A et B on a une contrainte DF on peut la convertir en DD comme suit :

$$\text{Contrainte DD} = \text{Contrainte DF} - \text{Durée (B)}$$

- Soient deux tâches A et B dont la durée sont 7 et 6 jours respectivement :

Expression : A et B sont réalisées en série sans chevauchement

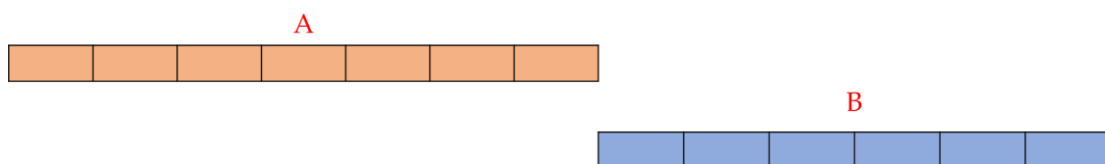


Figure 4. Conversion d'une contrainte Début-Fin (DF) en contrainte Début-Début (DD).

Source : Auteur, 2022.

Contrainte : FD 0

- Soient deux tâches A et B dont la durée sont 7 et 6 jours respectivement :

Expression : A et B se chevauchent en deux (2) jour maximum

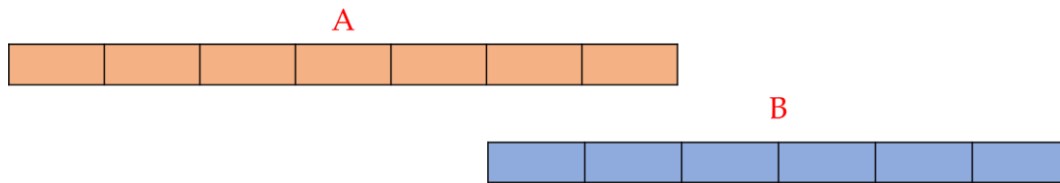


Figure 5. Conversion d'une contrainte Fin-Début (FD) avec une valeur négative en contrainte Début-Début (DD) avec une valeur positive.

Source : Auteur, 2022.

Contrainte : DD 5 / FD (- 2)

- Soient deux tâches A et B dont la durée sont 7 et 6 jours respectivement :

Expression : Le début de B est décalé de 3 jours minimum du début de A.

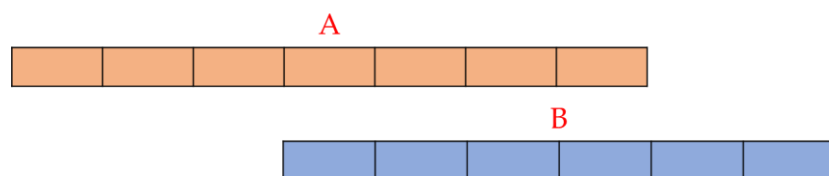


Figure 6. Décrire une contrainte Début-Début (DD) à partir d'un descriptif.

Source : Auteur, 2022.

Contrainte : DD 3

- Soient deux tâches A et B dont la durée sont 7 et 6 jours respectivement :

Expression : La fin de B est décalée de 3 jours de la fin de A



Figure 7. Décrire une contrainte Fin-Fin (FF), et la convertir en contrainte Début-Début (DD) à partir d'un descriptif.

Source : Auteur, 2022.

Contrainte : DD 4

- Soient deux tâches A et B dont la durée sont 7 et 6 jours respectivement :

Expression : La tâche B commence après la réalisation de 60 % de la tâche A

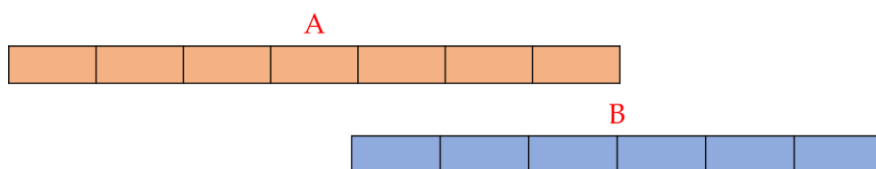


Figure 8. Décrire une contrainte Début-Début (DD) décrite en pourcentage.

Contrainte : DD 4,2 ≈ DD 5

3 Application :

Pour une meilleure compréhension de la méthode d'ordonnancement et la conversion des relations en contraintes, on fait une application du cours. Considérons une construction d'un projet suivant :

Tableau 2.

Tâche	Désignation	Durée (j)
A	Installation	10
B	Ordre de service	1
C	Terrassements	
C1	Décapage	1
C2	Terrassements en pleine masse	7
C3	Fouilles en rigoles et en puits	2
D	Élévation	
D1	Voiles périphériques	15
D2	Poteaux	5
D3	Plancher Haut	25
E	Semelles	
E1	Semelles isolées	6
E2	Semelles filantes	8
F	Dallage	12

3.1 Le descriptif :

Le projet cité au-dessus est répartis en travaux suivants :

- Les terrassements commencent 4 jours après le début de l'installation.

- L'installation du chantier commence après la réception de l'ordre de service de commencement des travaux.
- Les travaux de terrassement se suivent sans chevauchement.
- Les fondations peuvent commencer après réception de fond fouilles qui prend souvent 1 jour.
- On dispose de deux équipes pour exécuter les fondations, c'est-à-dire deux types de semelles peuvent être réalisées simultanément.
- Les travaux de dallage commencent après 1 jour de la fin des fondations.
- Vu les conditions climatiques défavorables, les travaux sur le dallage ne peuvent commencer qu'après un jour de son bétonnage.
- Les travaux du plancher haut suivent immédiatement les voiles périphériques et les poteaux.

Tableau 2.

Tâche	Désignation	Durée (j)	Précéd	Contraintes
A	Installation	10	B	FD 0
B	Ordre de service	1	-	-
C	Terrassements			
C1	Décapage	1	A	DD 4
C2	Terrassements en pleine masse	7	C1	FD 0
C3	Fouilles en rigoles et en puits	2	C2	FD 0
D	Elévation			
D1	Voiles périphériques	15	F	FD 1
D2	Poteaux	5	F	FD 1
D3	Plancher Haut	25	D1, D2	FD 0, FD 0
E	Semelles			
E1	Semelles isolées	6	C3	FD 1
E2	Semelles filantes	8	C3	FD 1
F	Dallage	12	E1, E2	FD 1, FD1

Exercice n°05 : Tableau d'ordonnancement**Exe 5.1 :**

Soit le tableau suivant d'un projet d'orage d'eau :

Tâche	Désignation	Durée (j)
A	Installation	10
B	Ordre de service	1
C	Terrassements	
C1	Décapage	1
C2	Terrassements en pleine masse	7
C3	Fouilles en rigoles et en puits	2
D	Elévation	
D1	Voiles périphériques	15
D2	Poteaux	5
D3	Plancher Haut	25
E	Semelles	
E1	Semelles isolées	6
E2	Semelles filantes	8
F	Dallage	12

Et le descriptif suivant :

- Les terrassements commencent 4 jours après le début de l'installation.
- L'installation du chantier commence après la réception de l'ordre de service de commencement des travaux.
- Les travaux de terrassement se suivent sans chevauchement.
- Les fondations peuvent commencer après réception de fond fouilles qui prend souvent 1 jour.
- On dispose de deux équipes pour exécuter les fondations, c'est-à-dire deux types de semelles peuvent être réalisées simultanément.
- Les travaux de dallage commencent après 1 jour de la fin des fondations.

- Vu les conditions climatiques défavorables, les travaux sur le dallage ne peuvent commencer qu'après un jour de son bétonnage.
- Les travaux du plancher haut suivent immédiatement les voiles périphériques et les poteaux.

Décrire les contraintes adéquates de toutes les tâches du projet ci-dessus à partir du texte.

Exe 5.2 :

Dans le cadre des travaux d'exécution d'un mur de clôture d'une école publique, vous êtes désigné par votre entreprise pour l'établissement d'un planning des travaux indiquant le chemin critique et la durée minimale des travaux et les besoins en ouvriers par jours.

Les travaux, les délais des tâches, les équipes affectées et les contraintes d'ordonnement des tâches sont comme indiquées ci-dessous :

Tâche	Désignation	Durée (j)	Effectif
A	Ordre de service	1	0
B	Installation	3	2
C	Décapage	1	3
D	Terrassements en pleine masse	5	4
E	Fouilles en rigoles pelle mécanique	4	4
F	Remblai	2	2
G	Transport de déblai	2	2
H	Béton de propreté	3	2
I	Béton de gravillons pour semelles filantes	12	3
J	Chainage inférieur	8	2
K	Poteau raidisseur en béton armé	10	4
L	Chainage supérieur	8	2
M	Maçonnerie en agglos	22	3
N	Enduit au mortier	15	3
O	Enduit monocouche blanc	12	3
P	Pose de grillage simple torsion H=1.5 y compris tendeur fil de fer galvanisé	5	2
Q	Electricité (câblage pour pose d'éclairage)	6	1
R	Eclairage (pose et fourniture d'appareillage)	1	1

Contraintes d'ordonnement des tâches :

- L'installation du chantier commence après la réception de l'ordre de service de commencement des travaux.
- Les travaux de décapage peuvent commencer après 1 jour de début de L'installation du chantier.
- Les travaux de terrassement en plein masse ne peuvent commencer qu'après L'installation du chantier et le décapage.
- Les travaux de terrassement de fouilles en rigoles peuvent commencer dès que 80% des travaux de terrassement en plein masse sont réalisés.
- Les fondations (béton de propreté comme 1ère tâche) peuvent commencer après réception de fond fouilles qui prend souvent 1 jour.
- Les semelles filantes peuvent commencer après la réalisation de deux tiers de béton de propreté.
- Le chaînage inférieur suit immédiatement la fin des semelles filantes.
- Le remblai suit immédiatement le contrôle technique des semelles et le chaînage inférieur qui prend 3 jours.
- Le transport de déblai peut suivre immédiatement la fin des travaux de remblai.
- La réalisation des poteaux suit immédiatement les travaux de remblai.
- Les travaux de maçonnerie et de chaînage supérieur ne peuvent commencer qu'après 6 jours de début de réalisation des poteaux.
- Le chaînage supérieur doit obligatoirement finir au 9 -ème jours des travaux de maçonnerie.
- L'enduit au mortier peut commencer après la réalisation de 90% des travaux de maçonnerie.
- L'enduit monocouche blanc suit immédiatement la fin des travaux d'enduit au mortier.
- La pose de grillage et le câblage en électricité peut commencer avant 4 jours de la fin des travaux de maçonnerie.
- Le câblage en électricité doit obligatoirement finir 9 jours avant la fin des travaux sur l'enduit au mortier.
- La pose de l'appareillage de l'éclairage suit immédiatement la réalisation d'enduit monocouche blanc.

Le travail demandé :

1. Etablir le tableau d'ordonnancement de tâches en indiquant les prédécesseurs et les liens DD.
2. Construire le graphe potentiel tâches et calculer D_n , D_t , M_t et ML
3. Construire le diagramme de Gantt et indiquer le chemin critique.



Chapitre VI

Planification des coûts du projet



Chapitre VI : Planification des coûts du projet

Introduction :

Le sixième chapitre aborde la question de la planification des coûts du projet ou d'un autre sens les différentes formes de coûts que nous pouvons les trouver dans la gestion d'un projet. Il est impératif à l'étudiant d'avoir une connaissance des répartitions des coûts pour la réalisation d'un projet.

Les différents modes de coût comprennent : cout d'équipement, cout de la main d'œuvre, cout de fonctionnement des travaux, cout d'étude du projet, cout d'investissement, cout d'exploitation ...etc.

Le chapitre contient aussi les méthodes des répartitions et d'estimations des différents coûts dans la réalisation d'un projet.

1 Définition des concepts :^{25,26}

1.1 Cout d'équipement :

Le coût d'équipement dans les bases de données est toujours un coût global de production Hors Taxes,

1.2 Cout de la main d'œuvre :

Coût horaire ou coût global de production

1.3 Cout de fonctionnement :

Coût directement lié au fonctionnement des équipements et des équipes (entretien, maintenance, coût de formation, missions...)

1.4 Budget technique :

Somme des coûts estimés (coûts d'équipement et coûts de main d'œuvre) et des provisions pour aléas (marges)

1.5 Cout d'investissement :

Lorsque l'opération immobilière est réalisée dans le cadre d'un processus classique de maîtrise d'ouvrage, on peut définir le coût de l'investissement, appelé aussi coût de l'opération.

²⁵ JEAN-MARIE V, Livre Manuel de gestion des chantiers de travaux publics, 10 déc2002, p103.

²⁶ CLAUDE C, CATHERINE B, LUCIE T, Processus d'élaboration d'un projet de construction, Guide à l'intention des professionnels du ministère Direction des immobilisations, 2005, p123.

1.6 Cout de l'étude :

comprenant toutes les dépenses préparatoires à la réalisation du projet telles que : les études pré-opérationnelles (opportunité et faisabilité), les études de programmation, les études techniques préalables, les relevés topographiques, les prises de vues aériennes, les sondages et les essais géotechniques et hydrogéologiques, les expertises diverses (foncier, juridique, financier, environnement, ...) les études d'impact sur l'environnement, les dépenses liées aux procédures (publicités, indemnités de concours,...)

1.7 Cout d'exploitation :

Sont liés au fonctionnement des ouvrages et des équipements dans des conditions définies de sécurité, sûreté, propreté, hygiène, confort et économie

1.8 Cout des travaux :

Les coûts initiaux résultant des marchés d'entreprises : terrassements et infrastructures, gros œuvre, clos-couvert, second œuvre, lots techniques, décoration intérieure, espaces verts.

1.9 Budget du projet :

Montant total que le client prévoit dépenser pour le projet, et qui comprend principalement.

1.10 Estimation :

(Au sens large du terme) Formation et énonciation d'une opinion, d'une idée générale (sur quelque chose) ; opinion ou jugement (sur la valeur d'une chose, le temps nécessaire, la taille ou l'envergure, etc.).

2 Méthode de préparation des estimations :

La préparation d'une estimation des coûts est une activité importante qui doit être effectuée avec rigueur.

2.1 Classes d'estimation des coûts (la méthode progressive) :

Les clients gouvernementaux et institutionnels utilisent couramment la méthode progressive, et parlent d'estimations de classe C, de classe B, etc. Ce système est également d'usage courant chez les entrepreneurs pour la préparation des soumissions et des demandes de paiement. Son utilisation pour la présentation des données simplifie la recherche.

2.1.1 Estimation de classe D : Programme fonctionnel

Cette estimation est préparée avant le début de l'esquisse, elle est basée sur le programme fonctionnel et les données antérieures.

2.1.2 Estimation de classe C : Esquisse

Cette estimation est préparée au début du projet, alors que les dessins sont encore de nature préliminaire. Elle est basée sur le type de construction, les quantités de matériaux, elle comporte toutes les hypothèses et restrictions appropriées, et elle comporte une allocation d'incertitudes relativement élevée au cas où l'envergure du projet changerait, et elle tient compte du fait que l'information est très incomplète.

2.1.3 Estimation de classe B : *Projet préliminaire*

Lorsque les dessins et le devis ont apporté des suppléments d'information, on recommence le processus d'estimation, en utilisant les mêmes titres principaux, accompagnés de sous-titres. L'incertitude est moins grande, en raison de l'amélioration de l'information fournie par l'équipe de conception ; le montant de l'allocation peut diminuer.

2.1.4 Estimation de classe A : *Projet définitif*

À mesure que les documents du dossier définitif deviennent plus complets, le processus d'estimation continue et l'allocation d'incertitude diminue.

2.2 Coûts élément aux :

Pour beaucoup d'estimateurs, la méthode des coûts élément aux est la méthode normale de présentation de l'information concernant le coût.

Cette méthode divise le bâtiment en grands éléments tels que la structure, l'enveloppe, etc.

Aussi utilise ces éléments pour constituer une ossature dont on pourra se servir pendant toute la durée de vie de l'ouvrage, est applicable à des bâtiments neufs ou existants et utilise ces éléments pour constituer une base à laquelle on pourra appliquer l'information pertinente provenant de projets similaires.

3 Surface (Coût au mètre carré) :

L'expression « coût au mètre carré » est d'usage courant dans l'immobilier et la construction, et est familière aux institutions de toute nature ainsi qu'au public lui-même. Les deux systèmes (métrique et impérial) sont utilisés.

Les architectes disposent, en matière de coûts au mètre carré, d'abondantes données provenant de sources diverses. Elles permettent de faire des interpolations utiles en estimation et on les utilise pour fournir des opinions d'ordre général en matière de coûts et calculer le coût global des projets.

4 Volume : (Coût au m³) :

La méthode du coût au volume n'est pas d'usage courant, sauf pour : des bâtiments particuliers tels que des entrepôts (particulièrement des entrepôts frigorifiques), des bâtiments à étages élevés pour lesquels la méthode des surfaces pourrait ne pas refléter adéquatement les coûts réels, et confirmer des résultats obtenus avec une autre méthode.

5 Unité d'usage : (Coût par lit, par siège, etc.) :

La méthode de l'unité d'usage utilise des données existantes très simplifiées. Elle est rapide, se rapporte étroitement au sujet et, si les données proviennent de réalisations comparables entre elles et avec le projet, elle est relativement fiable. Elle est utile, mais on doit en limiter l'utilisation au stade initial de la préparation du budget, car elle est de nature très générale et est manifestement approximative.

6 Les principales caractéristiques influant sur le coût :

- La conformité aux codes du bâtiment.
- La méthode de construction (par exemple bois, béton armé ou acier).
- La hauteur du bâtiment.
- Le nombre d'étages.
- La forme du bâtiment la gamme de revêtements intérieurs utilisés, le choix et la disposition des systèmes de structure.
- La durée de vie prévue du bâtiment.

7 Les différentes phases d'estimation des travaux de projet de construction :

1. C'est souvent dès le stade préliminaire ou s'exprime l'intention par le maître de l'ouvrage de construire, alors même qu'aucun site n'a encore été choisi et qu'en conséquence aucune étude n'a pu être réalisée, que l'estimation prévisionnelle du coût de la construction envisagée est déjà nécessaire.
2. C'est à partir de ce budget prévisionnel constituant l'enveloppe de la dépense que le Maître de l'Ouvrage peut arrêter son programme de travaux et en confier l'étude à une équipe de conception.
3. Le coût d'objectif de l'équipe de conception se situant à l'intérieur de l'enveloppe de la dépense et ayant été accepté par le Maître d'ouvrage. La Maîtrise d'œuvre met en place son avant-projet

définitif en réglant les problèmes de détails qui n'ont pu être pris en compte lors de l'établissement de l'avant-projet sommaire.

4. Il est ensuite procédé à l'établissement des spécifications techniques détaillées. Dans ce cadre, il y a lieu de rédiger des devis quantitatifs par corps d'état et de les estimer pour s'assurer de son maintien à l'intérieur du budget.
5. L'examen des offres des entreprises, leur classement, leur contrôle amènent les Maitres d'œuvre à établir une comparaison entre les résultats financiers obtenus et le cout des estimations avance.
6. L'exécution des travaux doit en principe suivre strictement le déroulement des opérations prévues au marché.
7. L'établissement du décompte général et définitif et sa comparaison avec l'estimation prévisionnelle (en francs constants et déduction faite des modifications apportées au programme) doivent démontrer que le montant total des dépenses est compatible avec le cout des travaux annonce.



Chapitre VII

Diagramme de la main d'œuvre



Chapitre VII : Diagramme de la main d'œuvre

Introduction :

Le septième chapitre aborde le traçage du diagramme de la main d'œuvre ou autrement appelé le diagramme des ressources. L'objectif est de calculer le nombre d'ouvriers que nécessite une tâche pour une durée bien déterminée. Aussi bien, de détecter les problèmes de limitation de la main d'œuvre dans un chantier afin d'achever une tâche dans les délais adéquats. Les problèmes de limitation de la main d'œuvre peuvent être corrigés et résolus par le biais de la méthode de lissage, qui représente une manière de la gestion du manque ou le surplus de la main d'œuvre dans la réalisation d'un projet.

1 Pouvoir tracer le diagramme de la main d'œuvre (M.O) :

Afin de traiter la question de la détermination du diagramme de la main d'œuvre, on fait une étude de cas par une application :

Tableau 1. Tâches, durées et prédécesseurs.

Tâche	Durée	Prédécesseur
A	3	-
B	6	-
C	2	-
D	4	A
E	2	A
F	7	A
G	4	B, D
H	3	C, E

1. Tracer le réseau potentiels taches.
2. Construire le diagramme de Gantt.
3. Tracer le diagramme de la main d'œuvre sachant que chaque tache a besoin d'un seul ouvrier.

Tableau 2. Tâches et leurs niveaux.

Niveau	1	2	3
Tâches	A B	D E	G H

	C	F	
--	---	---	--

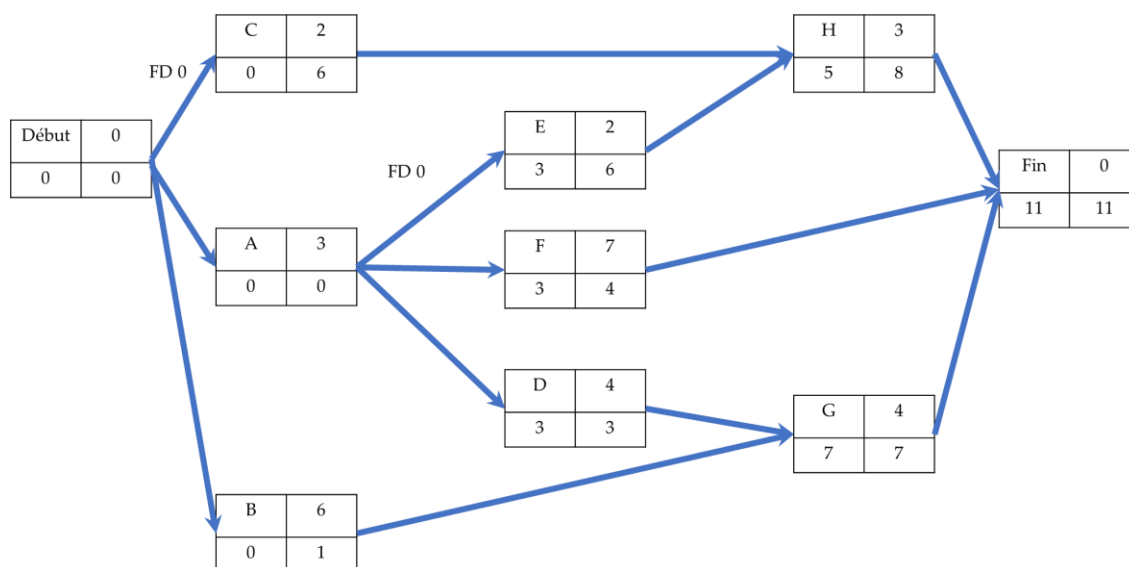


Figure 1. Réseau potentiels tâches du projet.

Source : Auteur, 2022.

Tableau 2. Début hâtifs, et début tardifs, marges totales et libres, et chemin critique.

Tache	Dh	Dt	Durée	Mt	MI	Critique ou non critique
A	0	0	3	0	0	A
B	0	1	6	1	1	
C	0	6	2	6	3	
D	3	3	4	0	0	D
E	3	6	2	3	0	
F	3	4	7	1	0	
G	7	7	4	0	0	G
H	5	8	3	3	0	

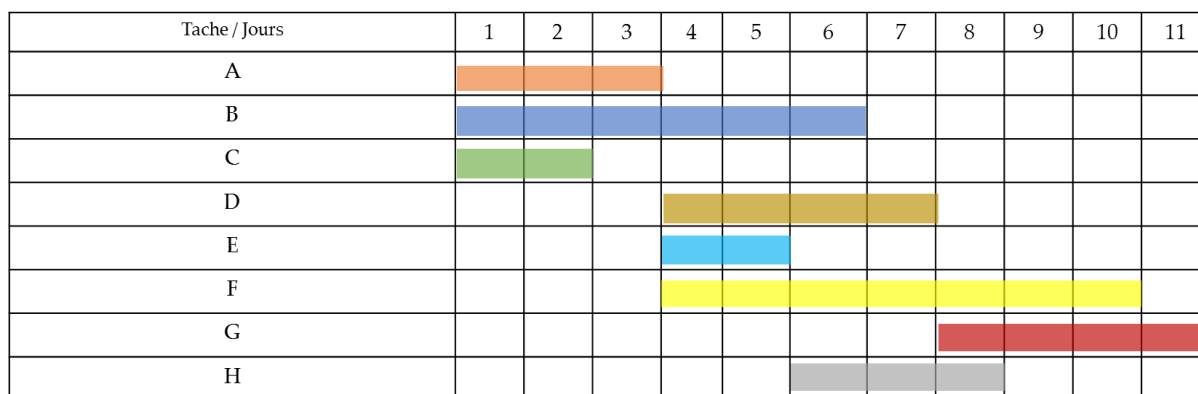


Figure 2. Diagramme de Gantt représente les débuts hâtifs des différentes tâches.

Source : Auteur, 2022.

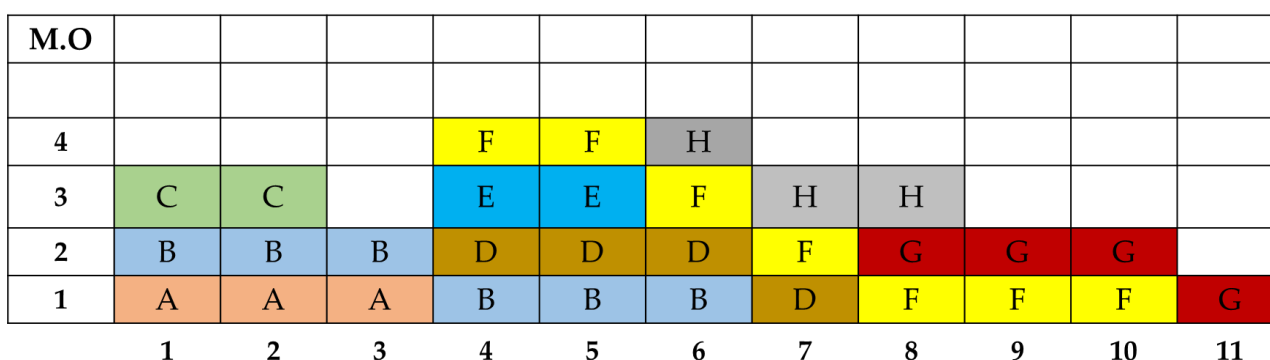


Figure 3. Traçage du diagramme de la main d'œuvre pour les débuts hâtifs.

Source : Auteur, 2022.

Le traçage ou le calcul de la main d'œuvre se fait relativement aux nombres des ouvriers possible pour l'accomplissement des tâches par jour. Dans notre application, une seule tâche a nécessité un ouvrier au minimum par jour. Le diagramme de la main d'œuvre suit impérativement le diagramme de Gantt en se basant sur les débuts hâtifs et débuts tardifs. Chaque jour doit être présenté par la tâche qui le correspond et le nombre d'ouvrier nécessaire.

Exercice n°06 : Diagramme de la main d'œuvre**Exe 6.1 :**

Soit le tableau suivant d'un projet :

Tâche	Désignation	Durée	Effectif	Antériorité	Contraintes DD
A	Déblai	4	3	-	-
B	Béton de propreté	2	2	A	4
C	Radier en BA	10	4	B	3
D	Voiles en BA	15	4	C	70 % C
E	Enduit intérieur	6	4	D	60 % D
F	Enduit extérieur	6	4	D	80 % E
G	Remblai	10	3	F	12

- Tracer le réseau potentiels taches.
- Calculer les marges et le chemin critique du projet.
- Construire le diagramme de Gantt.
- Tracer le diagramme de la main d'œuvre.

Exe 6.2 :

Dans le cadre des travaux d'exécution d'un mur de clôture d'une école publique, vous êtes désigné par votre entreprise pour l'établissement d'un planning des travaux indiquant le chemin critique et la durée minimale des travaux et les besoins en ouvriers par jours.

Les travaux, les délais des tâches, les équipes affectées et les contraintes d'ordonnancement des tâches sont comme indiquées ci-dessous :

Tâche	Désignation	Durée (j)	Effectif
A	Ordre de service	1	0
B	Installation	3	2
C	Décapage	1	3
D	Terrassements en pleine masse	5	4
E	Fouilles en rigoles pelle mécanique	4	4

F	Remblai	2	2
G	Transport de déblai	2	2
H	Béton de propreté	3	2
I	Béton de gravillons pour semelles filantes	12	3
J	Chainage inférieur	8	2
K	Poteau raidisseur en béton armé	10	4
L	Chainage supérieur	8	2
M	Maçonnerie en agglos	22	3
N	Enduit au mortier	15	3
O	Enduit monocouche blanc	12	3
P	Pose de grillage simple torsion H=1.5 y compris tendeur fil de fer galvanisé	5	2
Q	Electricité (câblage pour pose d'éclairage)	6	1
R	Eclairage (pose et fourniture d'appareillage)	1	1

Contraintes d'ordonnement des tâches :

- L'installation du chantier commence après la réception de l'ordre de service de commencement des travaux
- Les travaux de décapage peuvent commencer après 1 jour de début de L'installation du chantier
- Les travaux de terrassement en plein masse ne peuvent commencer qu'après L'installation du chantier et le décapage
- Les travaux de terrassement de fouilles en rigoles peuvent commencer dès que 80% des travaux de terrassement en plein masse sont réalisés
- Les fondations (béton de propreté comme 1ère tâche) peuvent commencer après réception de fond fouilles qui prend souvent 1 jour
- Les semelles filantes peuvent commencer après la réalisation de deux tiers de béton de propreté.
- Le chainage inférieur suit immédiatement la fin des semelles filantes.
- Le remblai suit immédiatement le contrôle technique des semelles et le chainage inférieur qui prend 3 jours.
- Le transport de déblai peut suivre immédiatement la fin des travaux de remblai.

- La réalisation des poteaux suit immédiatement les travaux de remblai.
- Les travaux de maçonnerie et de chaînage supérieur ne peuvent commencer qu'après 6 jours de début de réalisation des poteaux.
- Le chaînage supérieur doit obligatoirement finir au 9 -ème jours des travaux de maçonnerie.
- L'enduit au mortier peut commencer après la réalisation de 90% des travaux de maçonnerie.
- L'enduit monocouche blanc suit immédiatement la fin des travaux d'enduit au mortier
- La pose de grillage et le câblage en électricité peut commencer avant 4 jours de la fin des travaux de maçonnerie.
- Le câblage en électricité doit obligatoirement finir 9 jours avant la fin des travaux sur l'enduit au mortier
- La pose de l'appareillage de l'éclairage suit immédiatement la réalisation d'enduit monocouche blanc

Le travail demandé :

1. Etablir le tableau d'ordonnancement de tâches en indiquant les prédécesseurs et les liens DD.
2. Construire le graphe potentiel tâches et calculer D_n , D_t , M_t et ML
3. Construire le diagramme de Gantt et indiquer le chemin critique.
4. Tracer le diagramme de la main d'œuvre.
5. L'entreprise ne peut affecter plus de 8 ouvriers par jours pour ce projet. Si le moyen des ouvriers par jours dépasse cette limite ; essayez de trouver une solution (lissage).



Chapitre VII

Temps unitaire, rendement et calcul des durées



Chapitre VIII : Temps unitaire, Rendement et calcul des durées

Introduction :

Le huitième chapitre aborde la définition des notions du temps unitaire, le rendement, ensuite les enchaîner avec la notion des crédits d'heures et les méthodes de calcul des différentes durées des tâches. L'étudiant est censé de connaître c'est quoi un temps unitaire ou temps nécessaire pour achever une mission bien déterminée ? quelle est la valeur ou le niveau du rendement de l'ouvrier afin qu'il puisse finir une mission (tâche) ?

Pour répondre à ces questions, le chapitre s'infiltrer sur les définitions des différents concepts du : temps unitaire d'ouvrier, rendement, horaire journalier, temps improductif, horaire journalier productif, efficacité (efficacité du travail), crédit d'heures, la durée et l'effectif, nombre d'ouvrier, durée de la tâche, durée d'heures supplémentaires.

1 Définition des concepts :

1.1 Temps unitaire d'ouvrier (TU) :

C'est le temps qu'il faut à un seul ouvrier pour réaliser une seule unité d'un ouvrage élémentaire. Il est toujours exprimé en (h/U).²⁷

Exemples :

- **Maçonnerie :**

Pour qu'un ouvrier réalise 1 m² de Mur il lui faut 0,30 h/m².

- **Pose Bordure :**

Pour qu'un ouvrier réalise 1 ml de bordure il lui faut 0,22 h/ml.

Remarque : quelques fois, nous pouvons parler du temps unitaire d'une équipe et non pas un seul ouvrier.

2 Rendement :

Contrairement au TU, le Rendement (**R**), représente la quantité réalisée d'un ouvrier par unité de temps. D'un autre côté le **TU = 1 / R**

A cette lumière on peut trouver :

²⁷ JEAN-MARIE V, Livre Manuel de gestion des chantiers de travaux publics, 10 décembre 2002, p103.

- Le **rendement Horaire** exprimé en **U/h**
- Le **rendement journalier** exprimé en **U/j**

Exemples :

- **Maçonnerie :**

Un ouvrier peut réaliser 100 m² de mur par jour (100m²/j).

- **Béton :**

Un ouvrier peut réaliser 3 m³ de béton par heure (3 m³/h).

3 Horaire journalier (Hj) :

C'est le temps de travail normal à l'exclusion des temps d'habillage des ouvriers, des casses croutes, et de trajet. Exemple : 8h/j

4 Le temps improductif (TI) :

Représente le temps des pertes de temps prévisibles.

5 Horaire journalier productif (Hjp) :

Représente le temps réellement travaillé par les ouvriers au sein du chantier.

Il soit calculé comme suit : $H_{jp} = H_j - TI$ (2)²⁸

6 Efficience (E) (efficacité) :

Représente le ratio du temps productif par rapport à l'horaire journalier. Elle est souvent exprimée en %. On peut décrire la formule suivante : $H_{jp} = E / 100 \times H_j$ (3)

Exemple :

Un chantier qui travaille 8h/j et dont l'efficience des équipes est de 90 %.

$$H_{jp} = 90 / 100 \times 8 = 7,2 \text{ h/j} \quad (4)$$

7 Crédit d'heures (CH) :

C'est le temps (total) qu'il faut pour un seul ouvrier pour qu'il puisse réaliser la quantité totale d'un ouvrage élémentaire.

²⁸ Planification des travaux : <https://tinyurl.com/36kr2fnv>

Il est toujours exprimé en **h**. Autrement, on l'appelle également le Budget d'heures, ou la masse horaire. On peut décrire la formule suivante : **CH = Qté x TU (5)**

Exemple :

Dans un chantier nous avons 600 ml de mur de clôture à réaliser, et le temps unitaire d'ouvrier est de 0,66 h/ml :

$$\text{CH} = 600 \times 0,66 = 396 \text{ h}$$

8 La durée et l'effectif :

A partir des horaires journalières et hebdomadaires du chantier, on compose les équipes par rapport au délai dont on dispose. On peut déterminer donc le rapport : **Effectif - Durée**. On peut donc distinguer trois cas principaux :

- Si la durée de la tâche est imposée par le calendrier de travaux :

$$\text{Nombre d'ouvrier} = \frac{\text{Quantité d'ouvrages élémentaires} \times \text{temps unitaire}}{\text{Durée fixe} \times \text{temps productif par jour}}$$

En d'autres termes :

- Si la durée de la tâche est imposée par le calendrier de travaux :

$$\text{No} = \frac{\text{CH}}{\text{D} \times \text{Hjp}} = \frac{\text{Qté} \times \text{TU}}{\text{D} \times \text{Hjp}} \quad (6)$$

- Si la main d'œuvre disponible est limitée :

$$\text{Durée de la tâche} = \frac{\text{Quantité d'ouvrages élémentaires} \times \text{temps unitaire}}{\text{Effectif disponible} \times \text{temps productif par jour}}$$

En d'autres termes :

- Si la main d'œuvre disponible est limitée :

$$\text{D} = \frac{\text{CH}}{\text{No} \times \text{Hjp}} = \frac{\text{Qté} \times \text{TU}}{\text{No} \times \text{Hjp}} \quad (7)$$

- Si la durée est imposée et la main d'œuvre est limitée :

$$\text{Durée d'heures supplémentaires} = \frac{\text{Nombre d'heures déficitaires}}{\text{Nombre de jour} \times \text{Nombre d'ouvriers}}$$

En d'autres termes :

- Si la durée est imposée et la main d'œuvre est limitée :

$$\text{Hs} = \frac{\text{Hd}}{\text{Nj} \times \text{No}} \quad (8)$$

Avec:

- **No** : nombre d'ouvrier ou l'effectif
- **D** : durée
- **Nj** : le nombre des jours ou la durée imposée
- **Hd** : les déficitaires ou le crédit d'heures déficitaires
- **Hs** : le nombre d'heures supplémentaires par ouvrier par jour

Le Hd est calculé comme suit :

$$Hd = CH - (No \times Nj \times Hjp) = (Qté \times TU) - (No \times Nj \times Hjp) \quad (9)$$

9 Application :

9.1 Temps unitaire d'ouvrier (TU) :

Une opération de construction comporte 43 m³ de béton armé, avec un ratio des aciers de 80kg/m³.

La part des poteaux parmi ce béton est 16 m³ et la part des poutres 14 m³.

Pour le coffrage :

- 1 m³ de béton pour des poteaux nécessite 15 m² de coffrage
- 1 m³ de béton des poutres nécessite 10 m² de coffrage
- Le reste de béton nécessite 6 m² de coffrage par m³

L'entreprise responsable du projet travaille 8h/j avec une **efficacité des équipes de 85 %**.

Les temps unitaires : béton : 3h/m³ ; acier : 0,05 h/kg ; coffrage : 0,4 h/m²

1. Etablir le métré d'acier et du coffrage
2. Calculer le crédit d'heures total du projet

Si on dispose de 3 ouvriers :

- a. Calculer la durée des travaux
- b. Calculer les heures déficitaires et les heures supplémentaires journalière pour terminer en 17 jours.

9.2 Réponses :

Questions 1et 2	Unité	Quantité	TU (h/U)	Crédit d'heures (h)
Béton	m ³	43	3	129
Acier	kg	43 x 80 = 3440	0,05	172
Coffrage	M ²	(16 x 15) + (14 x 10) + (13 x 6) = 458	0,4	183,2
Crédit d'heures total (h)				484,2

a) $D = CH / No \times H_{jp} = Qté \times TU / No \times H_{jp} = 484,2 / 3 \times [(85 / 100) \times 8 \times 3] = 23,62 = 24 \text{ h}$

b) $H_d = CH - (No \times N_j \times H_{jp}) = (Qté \times TU) - (No \times N_j \times H_{jp}) = 484,2 - (3 \times 17 \times [(85/100) \times 8 \times 3]) = 137,4 \text{ h}$

c) $H_s = H_d / N_j \times No = 137,4 / 17 \times 3 = 2,69 \text{ h/j par ouvrier.}$

Exercice n°07 : Diagramme de la main d'œuvre**Exe 7.1 :**

Dans un projet d'une école, la construction comporte 150 m³ de béton armé, avec un ratio des aciers de 85 kg/ m³. La part des poteaux du béton total est de 65 m³ et la part des poutres est de 45 m³. Tandis que le coffrage nécessite :

- 1 m³ de béton pour des poteaux nécessitant 20 m² de coffrage.
- 1 m³ de béton des poutres nécessitant 15 m² de coffrage.
- Le reste de béton nécessitant 8 m² de coffrage par m³.

Il est à dire que L'entreprise de réalisation, responsable du projet travaille en tout 8h/j (Hj) avec une efficacité des équipes (E) de 90 %.

Remplir le tableau ci-dessous en faisant le métré, et en calculant les crédits d'heures (CH) et le crédit d'heure total nécessaire pour le projet :

Matériaux	Unité	Quantité	Temps unitaire (TU) (u/h)	Crédit d'heures CH(h)
Béton	M ³		3	
Acier	Kg		0.05	
Coffrage	M ²		0.4	

Crédit d'heure total du projet :

Dans le cas, ou l'entreprise dispose de 4 ouvriers. Calculer la durée (D) d'achèvement des travaux.

Dans le cas, ou l'entreprise voudrait terminer les travaux dans un nombre de jour (Nj) de 32 jours. Calculer les heures déficitaires (Hd) et les heures supplémentaires (Hs) afin d'achever les travaux dans le nombre des jours indiqué.

$$Hd = CH - (No \times Nj \times Hjp) ; Hs = Hd / No \times Nj$$



Chapitre VIII

Conduite du chantier, calcul du volume transporté par camion



Chapitre IX : Conduite du chantier, calcul du volume transporté par camion

Introduction :

Le neuvième chapitre aborde la question du calcul du volume transporté par camion de terrassement sur chantier. Le contenu de chapitre englobe les définitions de notions : volume transporté, volume utile, charge utile du camion, foisonnement, masse volumique. Le chapitre oriente l'étudiant à connaître les caractéristiques du volume pris par un ou plusieurs voyages de camion.

1 Définition des concepts :

1.1 Volume transporté par camion (V_t) :

Il représente le volume transporté par un camion de chantier qui correspond à la quantité du matériau chargé dans un seul voyage.²⁹

1.2 Volume utile (V_u) :

Le volume utile du camion correspond au volume de la benne.

1.3 Charge utile du camion (CUC) :

La charge utile du camion (CUC) est le poids maximal des matériaux qu'on peut les transporter par voyage.

2 Foisonnement :

Le foisonnement représente l'augmentation du volume des terres après l'excavation.

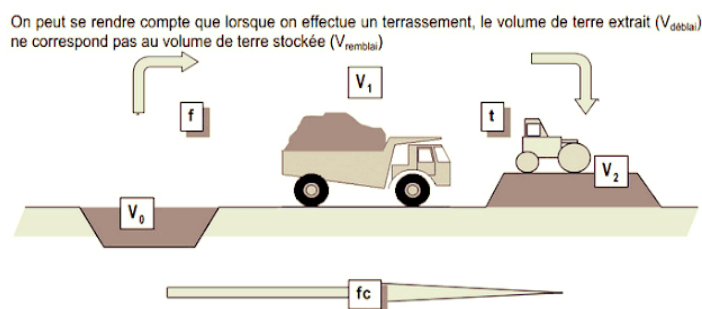


Figure 1. Le foisonnement en chantier.

Source : Bernard Vullerme et Henri Richaud, 1995.

²⁹ Bernard Vullerme et Henri Richaud : Chantier de bâtiment, préparation et suivi. Edition, Nathan Technique, Paris 1995.

3 Masse volumique :

La masse volumique des terres en place est notée ρ_{sp} . La masse volumique des terres foisonnées est notée ρ .



Figure 2. Les travaux et les volumes transportés par engin dans un chantier.

Source : JEAN-MARIE V, 2002.

4 Foisonnement :

Le foisonnement est exprimé par un coefficient de foisonnement qu'on le symbolise c

Le foisonnement peut être exprimé aussi par un facteur f , $f = 1 + c$

- Le volume des terres en place est noté V_{sp}
- Le volume foisonné sera noté $V_f = f \times V_{sp}$ (10)

Exemple :

On veut extraire un déblai en place de $V_{sp} = 100 \text{ m}^3$, les terres ont un coefficient de foisonnement de $c = 20 \%$ ou $f = 1,2$

Résultat :

$$V_f = 1,2 \times 100 = 120 \text{ m}^3$$

5 Volume transporté :

Le volume transporté est calculé en prenant en compte la charge utile du camion et son volume utile ainsi que le type du matériau à transporter

Le volume transporté ne doit pas dépasser le volume de la benne et son poids correspondant ne doit pas dépasser la charge du camion. On peut décrire le suivant :

$$V_t = \text{Min} (V_u ; CUC / \rho) \text{ avec : } \rho = \rho_{sp} / f \quad (11)$$

6 Application :

Volume transporté :

Soit un tombereau pouvant transporter 10.4 m^3 de terre, limité à une charge maximale de 23.6 t et devant transporter des terres d'une masse volumique en place de 1.65 t/m^3

Les terres ont un coefficient de foisonnement de 13%

$$\rho = \rho_{sp} / f = 1,65 / 1,13 = 1,46 \text{ t/m}^3$$

$$CUC / \rho = 23,6 / 1,46 = 16,16 \text{ m}^3 > V_u = 10.4 \text{ m}^3$$

Si le camion charge son poids maximal autorisé on dépasse le volume de la benne.

$$\text{Donc : } V_t = V_u = 10.4 \text{ m}^3$$

Glossaire :

Afin de définir toutes les notions et concepts possibles du document, on est basé sur le document (Gestion de projet : <https://tinyurl.com/5n9axnrm>).³⁰ Le glossaire éclaircit l'ensemble des notions de la planification du projet et chantier.

1. « Acteur

Est considéré comme acteur toute personne qui a des intérêts en jeu dans le projet et dispose du pouvoir plus ou moins grand de faire agir les autres dans son sens.

2. Cahier des charges

Terme générique pour désigner un document rassemblant les obligations et les éléments nécessaires pour définir un besoin (traitement d'informations, méthodes et outils de travail, etc.) et les principales contraintes à respecter pour le satisfaire. Le cahier des charges est formalisé par le client. C'est un document contractuel de référence qui engage un prestataire vis-à-vis de ce client.

3. Charge

Quantité de travail planifiée et réalisée sur un poste de production, un atelier pendant une durée déterminée. La charge de travail comprend les temps de mise en course ainsi que les temps de production des quantités définies par les ordres de fabrication.

4. Chef de projet

Personne physique chargée, dans les limites d'une mission, d'assumer la maîtrise du projet, c'est-à-dire de veiller à sa bonne réalisation en respectant les objectifs de performances, de coûts et de délais (voir Maître d'œuvre).

5. Client

Entité qui paye pour bénéficier du produit du projet (produits matériels et/ou services) dans le cadre de son activité professionnelle.

6. Comité de pilotage

Le Comité de pilotage est une structure active, ses membres sont désignés par le Maître d'Ouvrage et peuvent être choisis, en particulier, parmi les financeurs. Il intervient principalement lors de la réalisation de l'étude.

7. Echéances

³⁰ Gestion de projet : <https://tinyurl.com/5n9axnrm>

Date à laquelle une commande doit être livrée.

8. Environnants

Les environnants du produit du projet sont tous les éléments et individus amenés à interagir avec ce produit tout au long de la vie de ce dernier.

9. Etude de faisabilité

Etude ayant pour but de déterminer les conditions dans lesquelles une idée, une technique, un produit peut être mis en œuvre ainsi que la rentabilité à espérer. L'étude de faisabilité vise à déterminer si un projet est à la fois réalisable et rentable.

10. Jalon

Un jalon est une date clef du projet pour laquelle une validation intermédiaire est effectuée. Ces événements sont fixés à l'avance et parfaitement définis dans le cycle de vie du projet. Ils peuvent être fixés en fin de phase du cycle de vie ou au cours d'une phase. Ils permettent de s'assurer qu'une tâche, un document, un produit, une fourniture correspond bien à ce qui a été préalablement défini. Être livré au client aux dates clefs du projet.

11. Macro-tâches

Activité du projet regroupant un certain nombre de tâches.

12. Maître d'œuvre

Personne physique ou morale à qui le maître d'ouvrage confie la direction ou le contrôle de l'exécution des travaux. Organisme responsable contractuellement de la maîtrise de toutes les activités nécessaires à la réalisation d'un produit, en particulier de la qualité, des délais et du prix. Lorsque le maître d'œuvre est une personne physique, il s'agit du chef de projet.

13. Maître d'ouvrage

Personne physique ou morale qui commande la réalisation du projet, conclut le contrat et reçoit l'ouvrage terminé. Le maître d'ouvrage devient propriétaire au moment où il prend possession de l'ouvrage terminé.

14. Objectifs opérationnels

Cible à atteindre dans un délai déterminé, définie en termes spécifiques et mesurables, s'inscrivant dans la poursuite d'un but.

15. Planification

La planification consiste à établir une logique de construction des tâches de réalisation du produit.

16. Planning du projet

Document de maîtrise des délais et de communication dont la forme doit s'adapter aux messages à transmettre et aux décisions à prendre. Il peut aller d'un simple positionnement des tâches sur un calendrier jusqu'à faire ressortir l'enchaînement logique des tâches, les jalons, les ressources, etc.

17. Tâche

La tâche est la plus petite division du travail à effectuer. »

Bibliographie :

1. ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-1. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.
2. ÉMILE OLIVIER : Organisation pratique des chantiers TOME-2. Entreprise Moderne d'Édition 6e édition actualisée.
3. Patrick ESQUIROL et Pierre LOPEZ : L'ordonnancement. ECONOMICA.
4. VATTEVILLEE : mesures des ressources humains et gestion de l'entreprise. ECONOMICA.
5. WOOT Ph : les entreprises de haute technologie et l'Europe. ECONOMICA.
6. Afitep : Dictionnaire de management de projet. Edition AFNOR, Paris, 2004.
7. André Claude : La gestion financière des chantiers. Edition Le moniteur, Paris, 1996.
8. Bernard Vullerme et Henri Richaud : Chantier de bâtiment, préparation et suivi. Edition, Nathan Technique, Paris 1995.
9. Francis Nicol : Le planning du coordinateur de travaux. Edition EYROLLES, Paris 1978.
10. Jacques Armand et Yves Rafestin : Conduire son chantier. Edition Le moniteur, Paris, 1999.
11. Jean le Bissonnais : Management de Projet de A à Z. Edition AFNOR, Paris, 2003.
12. Jean Louis Muller : Guide du management et du leadership. Edition, RETZ, Paris, 2008.
13. Project Management Institute : Guide du corpus des connaissances en management de projet. Editeur, PMI Publication, quatrième édition, Newtown Square, Pennsylvania, 2008.
14. Yves Balazard : Préparation d'un chantier de travaux public. Edition EYROLLES, Paris 1976.
15. Planification des travaux : <https://tinyurl.com/36kr2fnv>
16. CLAUDE C, CATHERINE B, LUCIE T, Processus d'élaboration d'un projet de construction, Guide à l'intention des professionnels du ministère Direction des immobilisations, 2005, p123.
17. JEAN-MARIE V, Livre Manuel de gestion des chantiers de travaux publics, 10 décembre 2002, p103.
18. Gestion de projet : <https://tinyurl.com/5n9axnrm>