

Ministère de L'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique



Université Abdelhamid Ibn-Badis de Mostaganem  
Faculté des sciences Economiques, commerciales et Sciences de Gestion



Département des Sciences de Gestion

## *Thèse*

*Pour l'obtention du diplôme de Doctorat LMD  
en sciences de gestion*

*Spécialité : Management stratégique international*

## Thème:

**Programmation des tâches répétitives et optimisation des ressources.**

**Cas du management des projets de construction en Algérie période 2009-2019**

***Présenté par :***

**BELATRECHE Mansour**

***Directrice de Thèse :***

**Pr. BENHARRAT Hayet**

### **Membres du jury**

MOKHEFI Amine	Professeur	Université Abdelhamid Ibn-Badis Mostaganem	Président
BENHARAT Hayet	Professeure	Université Abdelhamid Ibn-Badis Mostaganem	Directrice et Reportrice
TEFALI Ben Younes	Professeur	Université Abdelhamid Ibn-Badis Mostaganem	Examineur
DARKAOUI Asma	Maitre de conférences A	Université Abdelhamid Ibn-Badis Mostaganem	Examinatrice
NEMER Rabiha	Maitre de conférences A	Centre universitaire Relizane	Examinatrice
DJELLOULI Nassima	Maitre de conférences A	Université de Saïda	Examinatrice

*Année universitaire : 2021-2022*

## REMERCIEMENTS

*En préambule à cette thèse, je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.*

*Je tiens à remercier sincèrement **Madame BENHARRAT Hayet**, qui, en tant que Directrice de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Mes remerciements s'adressent également à **Monsieur YUCEFI Rachid** Professeur et Directeur du laboratoire de recherche POIDEX de l'université de Mostaganem, pour sa générosité et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges académiques et professionnelles.*

*J'exprime ma gratitude à tous les enseignants et doctorants rencontrés lors des recherches effectuées.*

*Je n'oublie pas mon père qu'Allah le bénisse et ma mère pour leur contribution, leur soutien et leur patience. Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers **Madame ASLOUM** directrice de l'institut de formation supérieure de l'université de Mostaganem qui a eu la gentillesse de lire et corriger ce travail*

*Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours assisté, soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire. En particulier*

- ✓ *Mon Oncle **BOUSSEROUEL Hebri***
- ✓ *Mr **Tari Abdelkader***
- ✓ *Mr **BELMOKHTAR Fodil***

*Merci à toutes et à tous ...*

## DEDICACE

*Je dédie mon travail à :*

*Mes parents...*

*Ma femme et mes enfants...*

*Spécialement mon oncle BOUSSEROUEL Hebri*

*qui vient de nous quitter, Allah yarhmou...*

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux et des figures

Introduction générale	1-8
<b>Chapitre 1 : Concepts Du management de projet</b>	
Introduction	10
Section 1 : Notion du management de projet	11
1. Notion de projet	11
a. Définition (approche générale, définition normalisée)	11
b. Caractéristiques	12
c. Classification et typologie	14
d. Cycle de vie (phases)	20
2. Développement du management de projet	24
a. Notion du management	24
b. Définition du management de projet (approche générale, définition normalisée)	25
c. De la gestion au management de projet	26
d. Norme du management de projet	28
3. Management de projet de construction	31
a. Management de projet dans le secteur bâtiment	31
b. Contraintes typiques des projets de construction	33
c. Démarches projet de type construction	35
Section 2 : Notion de planification	37
1. Définition	37
2. Composantes et niveaux de planification	39
a. La prévision	39

b. Le temps	39
c. Le plan	39
3. Objectifs et avantages de la planification	40
4. Etapes de planification	41
Section 3 : Management de projet et planification	42
1. Approche systémique et notion de processus	43
2. Approche planification en management de projet	45
3. Processus de management de projet	46
Section 4 : Processus planification de projet	49
1. Management des délais	49
2. Management des ressources	50
3. Ordonnancement	53
4. Techniques et méthodes de planification	55
a. Méthode PERT	57
b. Méthode CPM	58
c. Méthode de la chaîne critique	58
d. Méthode des potentiels métra MPM	59
e. Diagramme de Gantt	59
Conclusion	61
<b>Chapitre 2 : Outils et Techniques d'Ordonnancement</b>	
Introduction	63
Section 1 : WBS (Work Breakdown Structure)	64
1. Dimension du projet	64
2. Concept d'un organigramme	64
3. Concept du WBS	65
a. WBS	65

b. Méthodes de subdivision et niveaux du WBS	67
c. Importance du WBS et intérêt	72
4. Différents organigrammes en relation avec WBS	73
a. Le Code PBS (Product Breakdown Structure	74
b. Le Code RBS (Ressources Breakdown Structure)	74
c. Le Code CBS (Costing Breakdown Structure)	74
Section 2 : Outils et méthodes	75
1. Diagramme de réseau	75
a. Du WBS au diagramme de réseau	77
b. Étapes de création d'un diagramme de réseau	79
c. Les règles fondamentales de l'élaboration des réseaux de projet	80
d. Différentes approches de création d'un diagramme de réseau	81
2. Différents systèmes de notation de réseau	83
a. Les principes de base de la méthode des antécédents	83
b. Contraintes	85
c. Opérations répétitives	86
d. Diagramme de GANTT	86
e. Interrelations	89
3. Méthodes	89
a. The Critical Path Method (CPM)	89
b. Méthode « PERT »	94
c. Méthode des potentiels	95
d. Décalage	96
e. Lignes de tableaux d'équilibre dans les projets de construction	96
4. Outils	96
a. Le calcul de la durée du réseau d'activités	96

b. Le jalonnement aval et les dates au plus tôt	97
c. Le jalonnement amont et les dates au plus tard	97
Section 3 : Techniques et Ordonnancement	98
1. Définitions	98
a. Ressource	98
b. Management des ressources	98
c. Aspects du management des ressources	100
d. Types des ressources du projet	102
e. Structure de décomposition des ressources ((RBS) Resource breakdown structure)	102
f. Histogramme d'une ressource	103
g. Tableau des ressources	103
2. Ordonnancement	104
a. Principes d'ordonnancement des ressources	104
b. Avantages d'ordonnancement des ressources	105
c. Ordonnancement des personnes (et autres ressources réutilisables)	105
d. Ordonnancement avec les contraintes de ressources	106
e. Disponibilité de la ressource et durée du projet	106
f. Affectation d'une ressource	107
g. Allocation de ressources, charge de travail et chargement	108
3. Techniques	108
a. Nivellement des ressources	108
b. Mise à niveau d'un projet soumis à des contraintes de temps	109
c. Mise à niveau de plusieurs ressources	109
d. Lissage des ressources	110
e. Chargement des ressources	111
f. Fractionnement des activités	112

Conclusion	114
<b>Chapitre 3 : Planification des tâches répétitives et optimisation des ressources</b>	
Introduction	116
Section 1 : Outils informatiques et logiciels	117
1. Importance de l’outil informatique	117
a. Automatisation des tâches de gestion de projet	117
b. Applications du logiciel	118
2. Utilisation de l’outil informatique	119
a. Applications informatiques pour la planification	119
b. Applications informatiques pour l’ordonnancement	120
c. Logiciel de planification	122
d. Logiciel d’ordonnancement	122
e. Quand un ordinateur est nécessaire	123
3. Logiciel approprié au management de projet	124
a. Choisir un logiciel adapté	124
b. Informatique en Gestion de projet	126
c. Utilisation de logiciels de gestion de projet	126
4. Avantages et inconvénients de l’utilisation l’outil informatique	129
a. Avantages	129
b. Inconvénients	130
Section 2 : Planification des ressources	131
1. Planification de délais	131
a. Travail, capacité, durée	131
b. Les liens entre les tâches	131
c. Présentation graphique	132
d. Calcul des dates, des liens, des marges	133

2. Planification des Ressources	135
a. Saisi des ressources	135
b. Visualisation des ressources	136
c. Notions de la ressource Maximale et Minimale	136
Section 3 : Cas pratique	138
1. Ordonnancement des ressources	138
a. Allocation des ressources avec Critères de priorité	138
b. Nivellement des Ressources	139
c. Optimisation des Ressources	140
2. Modèle d'optimisation proposé	140
a. Explication des symboles	140
b. paramètres d'optimisation	141
c. Conditions optimales	143
3. Algorithme proposé (déroulement)	143
a. Vue générale de l'algorithme	143
b. Explication de la figure 2.3	145
c. Explication de l'algorithme	151
d. Analyse	164
e. Restriction de l'étude	164
f. Suggestion	165
Conclusion	167
Conclusion générale	169
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des tableaux

N°	Titre	page
Chapitre 1		
1.1	Les projets selon leur objet	16
1.2	Une autre présentation de la typologie	17
1.3	Différents type de Projet	18
1.4	Typologie des projets en fonction de leurs clients	19

## Liste des figures

N°	Titre	page
Chapitre 1		
1.1	Projet de type A	18
1.2	Projet de type B	18
1.3	Projet de type B	19
1.4	Typologie des projets selon le degré de technologie	20
1.5	Niveau des couts et des ressources humains type au cours du cycle de vie du projet	22
1.6	Les différents niveaux du management d'un organisme	26
1.7	Exemple de hiérarchisation de planning d'un projet	40
1.8	Différents niveaux de management dans la structure des organisations.	43
1.9	Notion de processus appliquée à tous types d'activités.	44
1.10	Niveau des couts et des ressources humains type au cours du cycle de vie du projet	47
1.11	Interaction des groupes de processus.	48
Chapitre 2		
2.1	Définitions Basiques de CPM	82
2.2	Présentation d'une Activité par AON	82
2.3	Technique PERT	90

2.4	Technique CMP	90
2.5	Technique PMD	90
2.6	Relation Fin - Début	91
2.7	Relation Début - Fin	91
2.8	Relation Fin - Fin	91
2.9	Relation Début -Fin	92
2.10	Relation Fin - Début	92
<b>Chapitre 3</b>		
3.1	Les liens entre les tâches	132
3.2	Cases de calcul des tâches	133
3.3	Réseau des taches	135
3.4	Présentation du graphe de ressource par MS Project	136
3.5	les Etapes de déroulement de l’algorithme proposé	144
3.6	le processus de recherche de chemin	153
3.7	le processus de recherche de chemin	154
3.8	Application des jalons et des taux d’apprentissage	156
3.9	Analyse et optimisation du chemin des activités selon le taux de production	158
3.10	Optimisation du Calendrier	161
3.11	Solution de LADOUANI schématisée	163

---

# **Introduction Générale**

---

## **Introduction générale :**

L'avenir brillant du management de projet a attiré beaucoup de chercheurs académiques. De nombreuses méthodes et techniques ont été trouvées et développées dans ce domaine et ont été largement diffusées dans des livres et des revues pertinentes. Bien que les chercheurs présents aient déjà couvert presque tous les aspects relatifs au management de projet, il en reste un effort considérable.

Le management de projet est une approche systémique du management. Un projet est un système axé sur les objectifs de composantes interdépendantes – tâches et parties prenantes – fonctionnant dans un environnement plus vaste. Le but de management de projet est d'unifier ou d'intégrer les composantes – les intérêts, les ressources, les forces de travail de nombreuses parties prenantes, ainsi que les échéanciers, les budgets et les plans – pour atteindre l'objectif du projet.

Les projets de construction représentent un ensemble unique d'activités qui doivent avoir lieu pour produire un produit unique. Le succès d'un projet est jugé en respectant les critères de coûts, de temps, de sécurité, d'allocation des ressources et de qualité telle que déterminé par le propriétaire. Le but du management de projet est d'atteindre les objectifs à travers les dépenses prévues des ressources qui répondent à la qualité, au coût, au temps, à la portée (l'étendue) et aux exigences de sécurité du projet.

Le management de projet de construction est considéré comme :

- la planification, la coordination et le contrôle d'un projet, nécessitant l'identification des objectifs du client en termes d'utilité, de fonction, de qualité, de temps et de coût ;
- l'établissement de relations entre ressources ;
- intégrer, surveiller et contrôler les contributeurs au projet et leurs résultats ;
- et en évaluant et en sélectionnant des alternatives dans la poursuite de la satisfaction du client avec les résultats du projet.

Les travaux entrepris dans ce domaine, sont divers et multiples. Après une étude exploratoire sur les théories de cette discipline ainsi les études empiriques réalisées, on remarque qu'il y a beaucoup d'intervenants : des chercheurs et des praticiens de différentes spécialités dont leurs travaux sont publiés dans différentes revues et journaux (La revue de sciences de gestion, Journal of construction engineering and management, International Journal of Project Management, Project Management Network, Gérer et Comprendre, Revue Management et Avenir, Construction Management and Economics, Cost Engineering, Construction, Innovation,...), ainsi que des institutions spécialisées dans les domaines de management de projet en général et management de projet de construction en particulier (PMI, IPMA, APM, ISO,...). Ces institutions ont permis la formulation et la diffusion des modèles de gestion et participé également à la normalisation, à la formation et à la standardisation des outils, du vocabulaire, des fonctions, des organisations, des pratiques (PMBok, ICB, APMBok, ISO 21500, PRINCE2, Agile, ...).

De cela, notre travail consiste à adopter un modèle de management de projet ou des lignes directrices de management de projet pour respecter un référentiel normatif dont le vocabulaire est international et commun. A partir de cela, on va exploiter les outils, les techniques et les méthodes appropriées pour un travail d'analyse, de modélisation et de simulation.

D'après toute cette étude, on remarque que le management de projet, dans les dernières années, a montré une grande vitalité dans le domaine de management dans le monde entier en raison de sa flexibilité, sa faisabilité, sa richesse en techniques et outils qui facilitent énormément l'achèvement du projet entrepris.

La contribution de chaque travail de recherche dans le domaine de management est d'apporter une solution à un problème managérial. Dans notre cas, le problème est la contrainte ressource et essayer d'optimiser son exploitation en prenant en considération les facteurs délai, coût et qualité ; et

exploiter cette solution dans un milieu diversifié et compliqué (diverses ressources pour des projets multiples).

Dans le cas de notre thèse, le premier chapitre est achevé. Il concerne les concepts du management de projet dont le plan est comme suit :

- Notion du projet : définition (approche générale, définition normalisée), caractéristiques, classification et typologie et cycle de vie (phases) ;
- Développement du management du projet : notion du management, définition du management du projet (approche générale, définition normalisée), de la gestion au management du projet et norme du management du projet ;
- Management de projet de construction : management du projet dans le secteur bâtiment, contraintes typiques des projets de construction et démarches projet de type construction.
- Notion de planification, management des délais, ...

Concernant la suite du plan, le deuxième chapitre sera sur les outils et techniques d'ordonnement (organigrammes des tâches, différents outils et logiciels utilisés, ... Le troisième chapitre portera sur la planification des tâches répétitives et optimisation des ressources.

Avec l'apparition de la crise économique l'année dernière qui était due au chute des prix des hydrocarbures, l'Algérie doit impérativement gérer ces projets d'une façon rigoureuse, planifiée et contrôlée pour remédier à tout problème de retard, de surévaluation et même d'échec du projet dans sa totalité.

Le management de projet possède ces techniques et méthodes qui requièrent rigueur et pratique régulière. Et donc faire du management de projet, revient à maîtriser un ensemble de méthodes, de techniques et d'outils qui vont permettre d'atteindre – dans des délais, des coûts et une qualité prédéterminés – l'objectif initialement fixé.

D'où la nécessité ou l'obligation de s'intéresser à cette discipline et d'approfondir les connaissances et dans le futur d'enacquérir un savoir-faire.

Se pose la question centrale suivante :

**Comment peut-on optimiser la planification des tâches répétitives dans la gestion des projets de construction en utilisant des ressources appropriées?**

Cette problématique pourrait s'articuler autour des questions suivantes :

- Est-ce que toute répétition de tâches induit une préoccupation ?
- Est-ce que la contrainte ressource est le seul facteur qui peut déterminer une solution managériale ?
- Est-ce qu'une solution informatique au problème de la contrainte ressource ou la répétition de tâches peut être adaptée ?

Et pour répondre à cette batterie de questions nous avons pu proposer trois

**Hypothèses :**

1. La gestion des projets englobe des processus pendant toute la période de la mise en œuvre du projet et sa structure délimite la latitude de la planification.
2. On peut appliquer les méthodes approximatives et exactes de planification pour pouvoir planifier les tâches répétitives.
3. La solution informatique aux contraintes ressources et aux tâches répétitives est adaptable au contexte algérien.

**Les Objectifs de l'étude :** Pour cela l'objectif de cette étude est de mettre en évidence ce problème suscité et présenter une gestion de projet novatrice et optimisée qui devrait séduire les chefs de projet, minimiser les coûts et optimiser les délais de réalisation et finalisation des projets.

Cette optique est de rationaliser les dépenses, accélérer les travaux et normalisation de toutes les tâches des différentes étapes de management de projet de construction.

**Le Champ de la recherche :** Le champ de cette étude est le secteur du bâtiment dans les entreprises algériennes (2009 – 2019), d'où l'enjeu important dans la prise de conscience de ce monde limité.

La prise en compte des tâches répétitives dans ce secteur est notre souci majeur.

**L'étude préalable :**

- 1. En 2001, une revue de littérature très importante intitulée "An efficient method for scheduling construction projects with resource constraints" et réalisée par Abeyasinghe et al,** a recensé une panoplie de techniques développées pour l'allocation des ressources et différentes méthodes d'optimisation mathématiques et heuristiques. Les objectifs de cette recherche étaient de : a) développer une nouvelle heuristique, aussi proche que possible de la sortie du CPM, pour la planification des activités sous contraintes de ressources dans laquelle la durée du projet se compare favorablement aux résultats d'autres règles heuristiques; b) tester les performances de la nouvelle heuristique en examinant les profils d'agrégation de ressources correspondant à chacun des jalons du projet améliorés en termes de disponibilités, exigences, utilisation réelle et niveaux d'inactivité, et anticiper ainsi les futures demandes de ressources.
- 2. Selon Ladouani, par son travail " Optimisation de l'utilisation de la ressource dans les projets à tâches répétitives"(2010),** la planification des tâches répétitives peut être optimisée par rapport à l'utilisation uniforme de la ressource si le planificateur possède les données concernant la ressource de travail maximale et minimale qu'il peut utiliser dans chaque tâche /parcelle de travail. Le calcul de la variation de la ressource dans le temps montre son degré d'irrégularité. Son article propose une méthode d'optimisation avec une application simple sur un projet de quatre tâches/parcelles. Sa méthode pouvait être programmée sur ordinateur et améliorée par l'introduction d'autres critères d'optimisation et en tenant compte de la diversité des ressources.

- 3. Dans l'étude de Cicibas et al intitulée " A Comparison of Project Management Software Tools (PMST)"(2010),** les auteurs ont analysé un ensemble d'outils logiciels de gestion de projet (PMST). Ensuite, ils ont comparé ces outils à l'aide de 17 critères développés et définis par eux-mêmes, le résultat est présenté sous forme d'un tableau. l'objectif de cette étude est de permettre aux chefs de projet et aux membres de l'équipe de comprendre rapidement ces outils et d'en évaluer les forces et les faiblesses de chacun.
- 4. Kyriklidis et Dounias(2014)** mettent l'accent sur le management des ressources à travers 03 volets: a) l'allocation des ressources ; b) le nivellement des ressources (problème d'ordonnement de projet limité ; c) la planification des ressources. Dans ce sens, une revue de la littérature, intitulée " Intelligent Techniques for Resource Management", de base des méthodologies intelligentes utilisées pour résoudre les problèmes d'optimisation liés aux différents aspects et problèmes de management des ressources suscités. En résumé, plusieurs rapports de recherche ont été publiés dans la littérature moderne, proposant soit des approches computationnelles ou conventionnelles, soit des approches basées sur l'intelligence computationnelle, pour résoudre les problèmes d'optimisation complexes connexes et aussi pour améliorer les approximations de qualité, lorsque la solution optimale est impossible pour identifier. Comme il est probable, selon les auteurs, que l'avenir des solutions d'optimisation liées aux problèmes de management des ressources du monde réel, soit florissant pour l'intelligence computationnelle, en particulier pour l'intelligence inspirée de la nature et l'heuristique basée sur l'intelligence hybride, méthodologies particulièrement capables de traiter des tâches d'optimisation dans des domaines avec grande complexité de l'espace de recherche.

**5. L'étude " Resource LevelingBased on Line of Balance and ConstraintProgramming " proposée par Tang et al (2018)** examine le problème de nivellement des ressources rencontrés dans les projets linéaires répétitifs dans le cadre du schéma LOB et propose un modèle de nivellement des ressources de projet linéaire (Line of Balance based Resource Leveling Model, LOBRLM) basé sur les techniques LOB et de programmation par contraintes (CP). De plus, un système d'ordonnancement appelé LOBSS a été développé pour l'ordonnancement orienté vers le nivellement des ressources et présentant le calendrier optimisé final sous forme de diagramme LOB. Ce modèle conserve les avantages des modèles conventionnels, y compris la gestion des ressources multiples et le concept de rythme naturel, et met en valeur de nouvelles capacités: - Optimisation de la planification sans spécifier d'horaire fixe; - Optimisation de la planification sur des objets d'optimisation plus complets et des valeurs variables; - Maintenir la continuité des ressources tout en éliminant complètement l'apparition de temps d'inactivité; - Gérer des contraintes plus complètes après l'ajout de contraintes logiques et l'expression explicite de certaines nouvelles contraintes. La flexibilité, l'aspect pratique et la qualité de la solution du modèle proposé ont été améliorés en conséquence. De plus, un système de planification a été développé pour aider à l'optimisation et à la visualisation des horaires. Enfin, l'efficacité du modèle proposé a été vérifiée sur la base de quatre études de cas impliquant trois projets de cas étudiés dans des études existantes basées sur les LOB.

**Les méthodes d'investigation :** Notre recherche est essentiellement exploratoire qui consiste à faire une recherche documentaire en management de projet, explorer le problème d'optimisation de la planification des ressources appropriées aux tâches répétitives, l'analyser et l'expliquer, enfin donner une solution informatique au problème de la contrainte ressource.

A partir de cette recherche, nous élaborerons une solution informatique et voir sa faisabilité sur le terrain adéquat.

**La méthodologie de recherche :** Notre recherche est essentiellement exploratoire qui consiste à faire une recherche documentaire en management de projet, explorer le problème d'optimisation de la planification des ressources appropriées aux tâches répétitives, l'analyser et l'expliquer, enfin donner une solution informatique au problème de la contrainte ressource.

A partir de cette recherche, nous élaborerons une solution informatique et voir sa faisabilité sur le terrain adéquat.

**L'annonce du plan :** Le premier chapitre est le Concepts du management de projet (projet, management, management de projet, différentes institutions, ...). Et le deuxième chapitre sera sur la planification, management des délais, ... sera sur les organigrammes des tâches, différents outils et logiciels utilisés

Le troisième chapitre portera sur la solution informatique envisagée (algorithme d'optimisation, et programme informatique), ainsi l'étude cas adéquate.

**Limites de la recherche :** Les principales limites de ce modèle résident tout à fait dans le cadre de la programmation informatique pour l'évaluation des cas d'étude. En effet, la programmation informatique exige une équipe pluridisciplinaire et une licence pour l'intégration de ce module dans un logiciel comme Primavera.

Aussi, la limite concernant la difficulté d'accès, de collecte et d'acquisition des données essentielles concernant les projets de construction des entreprises algériennes spécialisées dans le domaine. Pour cela, on ne peut pas appliquer notre modèle sur des projets de construction de notre cas pratique envisagé en Algérie.



# **Chapitre 1**

## **Concepts Du management de projet**



**Introduction :**

Le management de projet est une approche systémique du management. Un projet est un système axé sur les objectifs de composantes interdépendantes – tâches et parties prenantes – fonctionnant dans un environnement plus vaste.

Les projets de construction représentent un ensemble unique d'activités qui doivent avoir lieu pour produire un produit unique. Le succès d'un projet est jugé en respectant les critères de coûts, de temps, de sécurité, d'allocation des ressources et de qualité telle que déterminé par le propriétaire.

Les travaux entrepris dans ce domaine, sont divers et multiples. De cela, notre premier chapitre concerne les fondements théoriques du management de projet (Notion du projet, de la gestion au management du projet, norme du management du projet, Management de projet de construction...). Ensuite, on abordera la planification qui constitue le support du management (.Notion de planification, Processus planification de projet, Techniques et méthodes de planification...). Savoir planifier c'est, à partir des faits et de leurs interrelations, visualiser et structurer les activités managériales en vue d'atteindre des objectifs.

## Section1 : Notion du management de projet

Depuis des milliers d'années, les hommes se sont organisés pour imaginer, inventer, construire, réaliser de nombreuses œuvres et ouvrages, que ce soit sur le plan technique, organisationnel, culturel, scientifique. Bien avant l'apparition du mot « projet », ils ont ainsi structuré et organisé leurs actes et actions pour passer du monde de l'imagination au monde réel.<sup>1</sup>

### 1. Notion de projet

#### a. Définition (approche générale, définition normalisée) :

Le mot projet vient du latin *projectum* de *projicere*, « jeter quelque chose vers l'avant ». Ainsi, le mot « projet » voulait initialement dire « quelque chose qu'il convient d'accomplir avant que le reste ne soit fait ».<sup>2</sup>

Il possède plusieurs sens :

- « la représentation d'un état que l'on pense atteindre, ou que l'on a l'intention d'atteindre ». Il est synonyme de dessein, intention, plan, réalisation, vue...
- « un premier état d'un travail ou un travail préparatoire ». Il est synonyme de canevas, ébauche, esquisse ou brouillon.<sup>3</sup>

Aujourd'hui, il existe de nombreuses définitions du mot projet.

Selon ISO 21500 (2012), un projet est un ensemble unique de processus constitué d'activités coordonnées et maîtrisées, ayant des dates de début et de fin et entreprises pour atteindre les objectifs du projet. La réalisation des objectifs du projet requiert des livrables conformes à des exigences spécifiques. Un projet peut être soumis à des contraintes multiples.<sup>4</sup>

Selon AFNOR (norme X50-106), un projet est une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir. Un projet est mis en œuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un utilisateur,

<sup>1</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Contribution à la planification de projet : proposition d'un modèle d'évaluation des scénarios de risque-projet*. Thèse de doctorat. Institut National de Polytechnique de Toulouse, 2011. p. 22.

<sup>2</sup>MINYEM, Henri Georges. *De l'ingénierie d'affaires au management de projet*. Eyrolles, 2011. p. 67.

<sup>3</sup>MARLE, Franck. *Modèles d'information et méthodes pour aider à la prise de décision en management de projets*. Thèse de doctorat. Ecole Centrale Paris, 2002. p. 15.

<sup>4</sup>LADOUANI, Abdelkrim. *Optimisation de l'utilisation de la ressource dans les projets à tâches répétitives*. *La Revue Francophone du Management de Projet*. 3trimestre 2010, n° 110, pp. 17-24.

d'un client ou d'une clientèle. Il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources définies dans des délais donnés.<sup>1</sup>

Selon PMI, un projet est un effort temporaire entrepris pour créer un produit, un service, ou un résultat unique. La nature temporaire des projets indique un début et une fin définie.<sup>2</sup>

Traditionnellement, seulement les travaux dans les industries de la défense et du bâtiment ont été considérés comme projet. Aujourd'hui, presque toutes les activités d'une organisation peuvent être considérées comme un projet avec ses caractéristiques uniques et un niveau d'importance.<sup>3</sup>

A la lumière de ces définitions, il est possible de mettre en évidence quelques points :

Un projet est un processus spécifique ayant un début et une fin. Cette entreprise est née d'un besoin et doit être exécutée en respectant des contraintes de coûts, de ressources et de temps et ayant comme but l'atteinte d'objectif précis.<sup>4</sup>

#### **b. Caractéristiques :**

En ce qui concerne les caractéristiques d'un projet, cela diffère d'un auteur à un autre ou d'un organisme à un autre. Selon le dictionnaire de management de projet d'AFITEP, les principales caractéristiques d'un projet sont les suivantes :

- satisfaction d'une demande ou d'un besoin exprimé ou potentiel ;
- fixation d'objectifs spécifiques (en termes de délais, coûts, performances ou autres contraintes), précis et cohérents ;
- période de temps limitée (un début et une fin clairement identifiés), marquée par l'atteinte des objectifs visés ;
- caractère d'unicité (même si un grand nombre de ses composants sont identiques) et non-répétitivité ;

---

<sup>1</sup>MURPHY, Catherine. *Une étude descriptive des communications en gestion de projet. Masters. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières, 2007. p. 22.*

<sup>2</sup>MARLE, Franck. *Op.cit. p. 15.*

<sup>3</sup>HE, Jie. *L'utilisation et la valeur des outils et techniques de la gestion de projet en Chine. Masters. Rimouski, Québec : Université du Québec à Rimouski, 2012. p. 4.*

<sup>4</sup>MURPHY, Catherine. *Op.cit. p. 23.*

- novation plus ou moins partielle, nécessitant un travail d'analyses spécifique et apportant des réponses nouvelles ;
- mobilisation de ressources, de moyens et de compétences multiples et hétérogènes sur une période plus ou moins longue ;
- mise en place de structures organisationnelles spécifiques et temporaires, le plus souvent évolutives.<sup>1</sup>

Pour Pinto J.K. et Slevin D.P., un projet possède les caractéristiques suivantes :

- un début et une fin définie ;
- un but ou un ensemble de buts pré-ordonnés ;
- une série d'activités complexes ou inter-reliées ;
- un budget limité.<sup>2</sup>

D'autre part, Jean-Louis G. Muller définit les caractéristiques d'un projet comme suit : un projet a deux caractéristiques essentielles :

- La complexité.
- L'unicité.

La complexité : Un projet est complexe (ce qui ne veut pas forcément dire compliqué). Il va faire appel à des ressources, à des moyens, à des compétences qui ne sont pas placées, généralement, sous une seule et même autorité. Ces ressources, ces moyens et ces compétences doivent être coordonnées, afin qu'ils puissent travailler ensemble à l'atteinte des objectifs du projet. La complexité du projet ne réside pas dans la complication technique, mais bien cette nécessité d'organiser et de motiver, afin de faire travailler ensemble diverses ressources et compétences dont les intérêts sont parfois très divergentes.

L'unicité : Il n'y a pas deux projets identiques. Malgré des similitudes, chaque projet comporte des novations. D'où la nécessité de toujours définir un processus complet de réalisation du projet, de son lancement à son aboutissement.

Le projet a aussi d'autres caractéristiques :

---

<sup>1</sup>AFITEP, *Association Francophone de Management de Projet. Dictionnaire de management de projet.* AFNOR, 2010. p. 211.

<sup>2</sup>GUILLEMET, Richard. *La gestion de projets fondés sur des connaissances scientifiques en voie d'émergence : le cas d'un projet de recherche relatif à un emballage biodégradable à base de bios polymères issus d'amidon de blé.* Thèse de doctorat. Reims, 2007. p. 45.

- Nécessité d'une structure non permanente et spécifique, qui va croiser et faire appel aux ressources de la structure permanente de l'entreprise ;
- Nécessité d'un langage commun compris de tous les acteurs ;
- Identification du destinataire de l'ouvrage (le maître d'ouvrage) et du réalisateur de l'œuvre (le maître d'œuvre).<sup>1</sup>

En conclusion, on remarque qu'il y a une similitude dans les différentes définitions, donc on peut dire que tous les projets sont caractérisés par des objectifs de délais, des objectifs de coût et des objectifs de qualité. Ces trois items constituent le triangle d'or du projet Coût, Délai, Qualité (CDQ).<sup>2</sup>

### **c. Classification et typologie :**

Selon Jean-Louis G. Muller, il n'existe que deux façons pertinentes de classer les projets, quelle que soit leur nature, qui se combinent entre elles.

La première, classe les projets en deux catégories selon leur finalité :

Le projet d'ouvrage ou projet d'ingénierie dont la finalité est d'obtenir un résultat considéré pour lui-même (par exemple : ouvrage d'art, bâtiment, usine, déménagement).

Le projet de développement de produit ou de marché dont la finalité est la réalisation au la mise au point d'un produit, destiné à une production répétitive pour un marché (par exemple : Automobile, électroménager, produits pharmaceutiques...)

La deuxième façon de classer les projets consiste à séparer les projets internes des projets externes. Lors d'un projet interne, l'entreprise définit, finance et réalise son ouvrage elle-même. Lors d'un projet externe, l'entreprise définit et finance son ouvrage, mais le fait est réalisé par une entreprise extérieure.

La différence entre les projets internes et externes est l'éventuelle relation contractuelle qui régira les rapports entre les acteurs du projet, et donne la façon de piloter le projet.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>MULLER, Jean-Louis. *Management de projet*. AFNOR, 2005. p. 9.

<sup>2</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op. cit.* p. 25.

<sup>3</sup>MULLER, Jean-Louis. *Op. cit.* p. 6.

Sauf que la typologie, proposée par ECOSIP (Économie des systèmes de production), repose sur le poids économique du projet dans l'entreprise. Trois catégories sont retenues, A, B, C, illustrées ci-après.

- **Les projets de type A :** Ce type A correspond à une configuration où une entreprise dominante, pouvant mobiliser d'autres entreprises, est impliquée dans de très « gros » projets, vitaux pour sa survie. C'est le cas de l'industrie automobile. Le projet est organisé et structuré de manière forte, il est très autonome, ce qui ne manque pas de créer des problèmes au sein de l'entreprise.
- **Les projets de type B :** C'est le projet qui est au centre de la régulation : il correspond à l'entité la plus forte, dotée d'une personnalité juridique et financière. Les acteurs et les entreprises que le projet coordonne n'ont pas forcément l'habitude de travailler ensemble. C'est dans ce deuxième type que le modèle standard de l'ingénierie est le plus prédominant. Les relations contractuelles sont beaucoup plus développées.
- **Les projets de type C :** On a affaire à une entreprise qui gère un nombre élevé de « petits » projets relativement indépendants les uns des autres, et dont aucun ne met en cause, à lui seul, la pérennité de l'organisation. L'autonomie du projet est plus réduite que dans le premier type.<sup>1</sup>

De cela, on peut distinguer plusieurs types de projets :

- les projets de type EPC (Engineering, Procurement, Construction), tels que la réalisation d'une centrale nucléaire ou d'une usine ;
- les projets d'infrastructure, comme la construction d'une autoroute ou d'une infrastructure de tramway ;
- les projets de développement produit ou de mise en place de produits nouveaux ;
- les projets informatiques (IT) ;
- les projets de maintenance et d'intervention ;
- les projets de recherche et développement (R & D) ;
- les projets de service ou événementiels.

---

<sup>1</sup>MOINE, Jean-Yves. *Le grand livre de la gestion de projet*. AFNOR, 2013. p. 43.

### Les typologies des projets :

Les projets évoqués dans la littérature sont divers. Si différentes typologies ont été construites afin de proposer un cadre d'analyse de cette diversité, ces typologies ne permettent d'appréhender que partiellement les projets mobilisant la science.

### Les typologies classiques :

Traditionnellement, les projets s-ont classés selon leur objet, le rapport entre le projet et l'entreprise et en fonction du client.

- **Les projets selon leur objet** : Selon l'objet, il existe trois grandes catégories de projets : les projets de production unitaire (projet d'ingénierie), les projets visant la construction de produits nouveaux, les opérations ponctuelles.

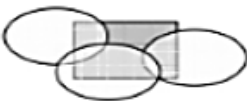
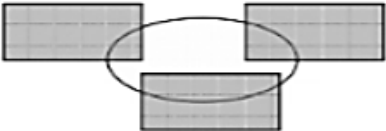
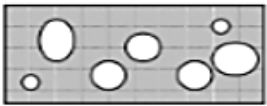
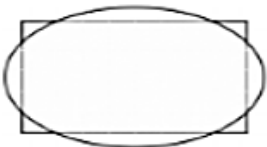
**Tableau 1.1 : Les projets selon leur objet**

Types de projet	Caractéristiques
Production unitaire ou projet d'ingénierie	Repose sur le triptyque maître d'œuvre / maître d'ouvrage / responsable de lots ; exemple : grands travaux d'aménagement, programmes militaires et spatiaux, construction de maisons particulières...
Conception de produits nouveaux	Il s'agit pour les entreprises, compte tenu de la concurrence, de sortir de plus en plus vite des produits/services nouveaux. Le management de ce type de projet diffère de la catégorie ci-dessus
Les opérations ponctuelles	Il s'agit d'opérations exceptionnelles comme le passage à l'euro, à l'an 2000 au niveau informatique...

Source : GAREL, Gilles. *Pour une histoire de la gestion de projet. Gérer et comprendre*. 2003, Vol. 74, n° 1. P 78

- **Les projets selon le rapport entre le projet et l'entreprise** : Cette typologie fondée sur le rapport entre le projet et l'entreprise se base sur le poids économique du projet au sein d'une ou des entreprises. Le poids économique du projet est représenté par une forme ovale et les entreprises par des rectangles. Les tailles des rectangles et des ovales sont proportionnelles à leur poids économique.

**Tableau 1.2 : Une autre présentation de la typologie<sup>1</sup>**

Type de projet	Caractéristiques
<b>A</b> 	Il s'agit d'une entreprise dominante, pouvant mobiliser d'autres entreprises, impliquée dans quelques très gros projets vitaux pour sa survie. Exemple : le lancement de nouveaux produits dans l'industrie manufacturière.
<b>B</b> 	Le projet est au centre de la régulation (doté d'une personnalité juridique et financière, par exemple sous forme de joint venture). Il fédère un ensemble d'entreprises. Il s'agit du modèle de l'ingénierie, comme la réalisation d'ouvrages dans le B.T.P..
<b>C</b> 	L'entreprise gère un portefeuille de « petits » projets. Il s'agit, par exemple, d'une entreprise pharmaceutique qui développe de nouveaux médicaments.
<b>D</b> 	Le projet se confond avec l'entreprise, par exemple la start-up.




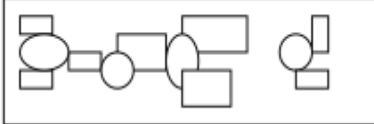
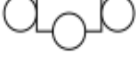
Source : GAREL, Gilles. *Op. Cit.* pp 78-79

En la présentant sous une autre forme il apparaît, d'un point de vue purement logique, un cas non pris en compte dans la typologie précédente. Il

S'agirait d'un cas dans lequel plusieurs entreprises aient à gérer plusieurs projets. Les pôles de compétitivité pourraient, éventuellement, être représentatifs de ce cas (à moins de considérer que ces pôles constituent un projet à part entière auquel cas ils se rattacheraient au type B).

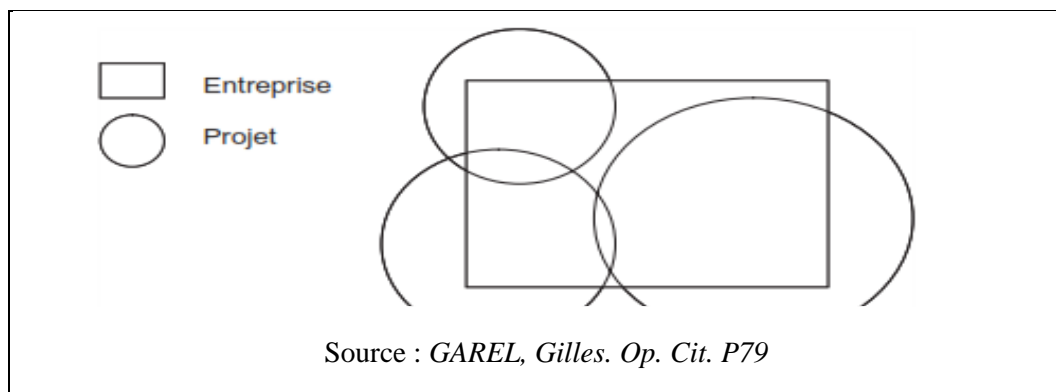
<sup>1</sup> GUILLEMET, Richard. *Op-cit*, 2007, p. 87.

**Tableau 1.3 : Différents type de Projet**

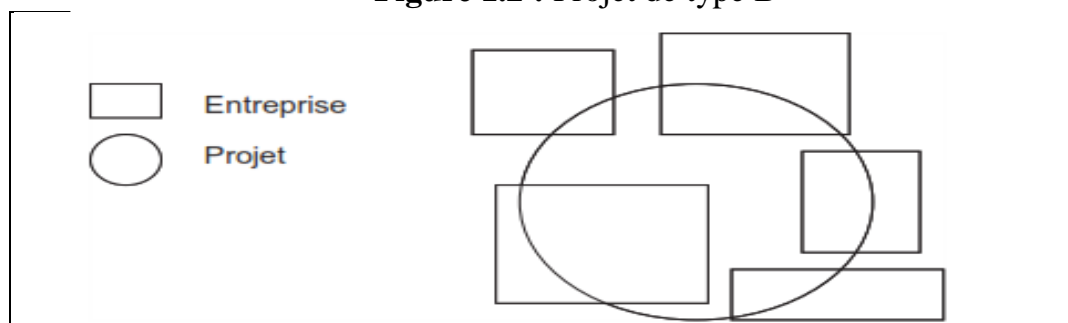
	Une entreprise	Plusieurs entreprises
<b>Un projet</b>	D 	B 
<b>Plusieurs projets</b>	C 	Pôles de compétitivité 
	A 	

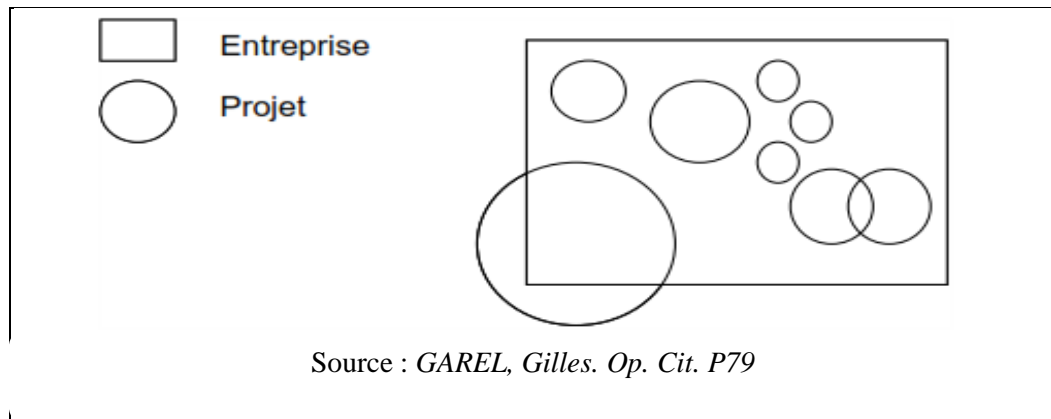
Source : GAREL, Gilles. Op. Cit. P79

**Figure 1.1 : Projet de type A**



**Figure 1.2 : Projet de type B**



**Figure 1.3 : Projet de type B****La typologie des projets selon leurs clients :**

Dans cette typologie, le pilotage d'un projet est influencé par la manière dont sont négociées au départ les contraintes et les possibilités d'une renégociation ultérieure avec les clients. On peut distinguer, d'une part, des projets à coûts contrôlés et, d'autre part, des projets à rentabilité contrôlée.

**Tableau 1.4 : Typologie des projets en fonction de leurs clients**

Type de projet	Sous types de projet
<b>Projets à coûts contrôlés :</b> le client est parfaitement connu, les spécifications techniques, le budget, les délais sont négociés	<b>Le marché à prix forfaitaire :</b> il y a une obligation de résultat à un prix non révisable (comme le souligne Garel, ce type de contrat est peu adapté en univers incertain, lors de projet d'innovation)
	<b>Le marché en régie :</b> il y a une obligation de moyens, les décaissements sont facturés au fur et à mesure de l'avancement du projet.
<b>Les projets à rentabilité contrôlée :</b> ce « <i>sont des projets de développement de nouveaux produits devant être vendus sur un marché concurrentiel. Ils se caractérisent par l'existence de clients potentiels</i> » (Garel, 2003, p. 26).	<b>Le pilotage en dérive :</b> il s'agit de projets qui ont de grande chance d'aboutir comme le développement d'un nouveau produit au sein d'une gamme existante.
	<b>Le pilotage en stop or go :</b> il s'agit de projet qui peuvent être arrêtés en cours de route comme un projet de recherche.

Source : GAREL, Gilles. *Op. Cit. P78*

**Figure 1.4** : Typologie des projets selon le degré de technologie

Types de projet ↑	3 réseaux	programme de modernisation de l'infrastructure métropolitaine de la ville de NY	tunnel sous la manche		programme de défense Star wars
	2 système	construction d'une maison	développement d'un nouveau modèle automobile	création d'un ordinateur personnel ; développement du projet militaire des missiles patriot	création de l'avion de reconnaissance « blackbird »
	1 assemblage			première génération des cassettes d'enregistrement vidéo par JVC et Sony au milieu des années 1970	
		A basse technologie	B moyenne technologie	C haute technologie	D super haute technologie
		Incertitude technologique →			

1. **Source** : Dvir D. & Shenhar A.J. *Toward a typological theory of project management*, *Research Policy*, n°25, 1996. p.612

#### d. Cycle de vie (phases) :

Un projet est quelque chose de nouveau qui a un début et une fin. L'espace temporel entre ces deux points est appelé cycle de vie du projet.<sup>1</sup>

Un cycle de vie du projet est un ensemble de phases, habituellement en séquence et parfois en chevauchement, dont le nom et le nombre sont déterminés par les besoins de management et de maîtrise de l'organisation, ou des organisations qui prennent part au projet et, également, par la nature du projet lui-même et par son domaine d'application. Un cycle de vie peut être documenté à l'aide d'une méthodologie. Le cycle de vie du projet peut être déterminé ou conditionné par les aspects uniques de l'organisation, de l'industrie ou de la technologie mise en œuvre. Tandis que tout projet a un début et une fin

<sup>1</sup>MURPHY, Catherine. *Op. cit.* p. 27.

déterminés, les livrables et activités spécifiques qui interviennent entre ces deux étapes vont varier de manière importante avec le projet.<sup>1</sup>

Chaque programme, projet, ou produit a certaines phases de développement qui sont les phases de cycle de vie. Une compréhension claire de ces phases permet à des managers d'améliorer le contrôle des ressources pour atteindre les objectifs fixés.<sup>2</sup>

Les projets diffèrent par leur taille et leur complexité. La structure du cycle de vie de tous les projets, qu'ils soient de grande ou de petite taille, simples ou complexes, peut être schématisée de la façon suivante (voir figure 1.2) :

- démarrage du projet,
- organisation et préparation,
- exécution du travail du projet,
- clôture du projet.

Cette structure générique de cycle de vie est souvent mentionnée au cours des communications avec la direction ou d'autres organisations moins familiarisées avec les détails du projet. Cette perspective de haut niveau permet de fournir un référentiel commun pour comparer des projets, même s'ils sont par nature différents.<sup>3</sup>

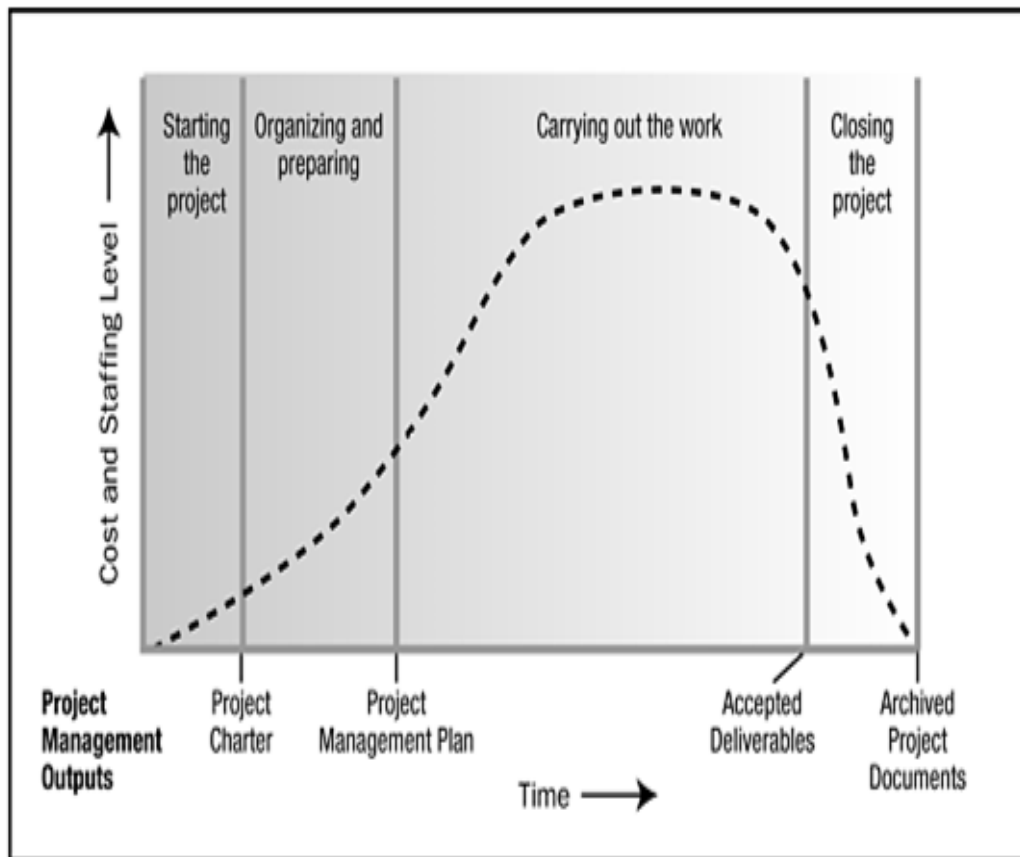
---

<sup>1</sup>INSTITUTE, *Project Management. Guide du corpus des connaissances en management de projet. Newtown Square : Project Management Institute, 2000. p. 12.*

<sup>2</sup>KERZNER, Harold R. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.* Wiley, 2009. p. 68.

<sup>3</sup>INSTITUTE, *Project Management. Op. cit. p. 12.*

**Figure 1.5 :** Niveau des coûts et des ressources humaines type au cours du cycle de vie du projet



**Source:** INSTITUTE, Project Management. *Guide du corpus des connaissances en management de projet*. Newtown Square : Project Management Institute, 2000. p. 12.

Sauf que d'autres auteurs ont détaillé ces phases. Selon O'Shaughnessy, le cycle de vie comporte aussi quatre étapes soit :

- Conception et évaluation du projet ;
- Planification détaillée du projet ;
- Réalisation, suivi et contrôle du projet ;
- Exploitation et évaluation de la performance du projet réalisé

La phase de conception et évaluation est la phase préparatoire. En effet, c'est à ce moment que l'on identifie les besoins et que l'on recherche les solutions possibles. Cette étape est primordiale puisque c'est à ce moment que l'entreprise décide ou non de mettre le projet de l'avant. Par la suite, la phase de planification est l'étape durant laquelle l'on se doit d'estimer le plus précisément possible les objectifs du projet, les ressources impliquées, les coûts et les

méthodes utilisées pour la réalisation. La phase de réalisation, suivi et contrôle, quant à elle, est l'étape durant laquelle le projet prend vie. En effet, c'est à ce moment que l'on met en pratique ce qui avait été élaboré à l'étape précédente. C'est le moment de l'exécution du projet. Pour finir, la dernière étape consiste en l'exploitation et évaluation de la performance. Cette étape joue un rôle primordial dans la réalisation d'un projet. En effet, c'est à cette étape que l'on évalue la performance du projet. Aussi, cette étape permet de déterminer les lacunes du projet et de proposer des correctifs à apporter. Bref, cette étape vise à faire un bilan du projet en général, analyser et comprendre les problèmes qui sont survenus.<sup>1</sup>

Cependant, quel que soit le type de projet, quel que soit le secteur d'activité considéré, R. Turner résume sous la forme du lemme 6A les cinq étapes du cycle de vie d'un projet par :

- la phase de concept : lorsqu'une possibilité de bénéfice est identifiée, le résultat est évalué et les moyens possibles pour atteindre ce résultat sont aussi identifiés.
- La phase faisabilité : lorsque les moyens possibles sont identifiés, on évalue leur faisabilité et on compare leurs valeurs respectives. Un de ces moyens est retenu pour le développement ultérieur.
- La phase conception : lorsque la définition des attendus du projet est faite, les moyens pour les atteindre sont définis et le bénéfice escompté est calculé.
- La phase exécution : les activités pour réaliser les attendus désirés sont réalisées et la performance du projet suivie.
- La clôture du projet : les attendus sont réceptionnés par les propriétaires ou les utilisateurs pour être exploités.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>MURPHY, Catherine. *Op. cit.* p. 32.

<sup>2</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op. cit.* p. 25.

## 2. Développement du management de projet

Le management est une conception complète de la direction d'une entité, renvoyant à la finalité économique de l'entreprise, visant à la maximisation des contributions individuelles et à leur orientation vers l'atteinte des objectifs de l'entreprise.<sup>1</sup>

### a. Notion du management :

Au sein des entreprises, la science du management s'intéresse à l'utilisation des ressources, qu'elles soient humaines ou matérielles, afin de maximiser la rentabilité de l'effort consacré et de rendre l'investissement réalisé le plus opportun. Elle s'appuie sur de nombreuses techniques et approches pour organiser, diriger, améliorer, optimisé,...<sup>2</sup>

A partir d'une connaissance rigoureuse des faits économiques, sociaux, humains et des opportunités offertes par l'environnement (marché, politique économique, ...), le management est une façon de diriger et de gérer rationnellement une organisation (entreprise, organisme public, association,...), d'organiser les activités, de fixer les buts et les objectifs, de bâtir des stratégies. Il y parviendra en utilisant au mieux les hommes, les ressources matérielles, les machines, la technologie, dans le but d'accroître la rentabilité et l'efficacité de l'entreprise.<sup>3</sup>

Le management se présente ainsi comme l'art ou la science qui aide les acteurs à appréhender leur domaine propre de responsabilité, en harmonie avec les autres acteurs et les autres fonctions, de telle sorte que l'ensemble de l'organisme avance de façon efficace vers sa finalité.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup>RAMOND, Philippe. *Le management opérationnel : Direction et animation des équipes*. Maxima, 2004. p.14.

<sup>2</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op. cit.* p. 21.

<sup>3</sup>CRENER, Maxime. *Le Management*. PUQ, 2014. p. 5.

<sup>4</sup>CHEVALIER, Gilles. *Éléments de management public : le management public par la qualité*. Afnor, 2009. p6

**b. Définition du management de projet (approche générale, définition normalisée) :**

L'approche de management de projet est relativement moderne. Elle est caractérisée par des méthodes de restructuration de management et l'adaptation des techniques spéciales de gestion, dans le but d'obtenir un meilleur contrôle et l'utilisation des ressources existantes.

Il y a quarante ans, le management de projet se limitait aux entrepreneurs et aux entreprises de construction du ministère de défense des Etats-Unis. Aujourd'hui, le concept de management de projet est appliqué dans diverses industries et organisations comme la défense, la construction, les produits pharmaceutiques, les produits chimiques, les banques, les hôpitaux, la comptabilité, la publicité, le droit, les gouvernements étatiques et locaux.<sup>1</sup>

Le management de projet a évolué à partir d'une théorie du management moins connue, qui était applicable seulement à quelques domaines fonctionnels et a été considérée comme une bonne chose de l'avoir, pour un solide système de management de projet d'entreprise. Depuis lors plusieurs entreprises ont changé leurs concepts et ont trouvé le management de projet essentiel pour la survie de l'entreprise.<sup>2</sup>

Au cours des dernières années, le management de projet a montré une grande vitalité dans le domaine de management dans le monde entier en raison de sa flexibilité et sa faisabilité. L'avenir brillant du management de projet a attiré beaucoup de chercheurs académiques. De nombreuses méthodes et techniques ont été trouvées et développées dans ce domaine et ont été largement diffusées dans des livres et des revues pertinentes. Bien que les chercheurs présents aient déjà couvert presque tous les aspects relatifs au management de projet, il en reste un effort considérable.<sup>3</sup>

Le management de projet est aujourd'hui un domaine normalisé. Selon ISO 10006, le management de projet est la planification, l'organisation, le suivi, la

---

<sup>1</sup>KERZNER, Harold. *Project Management: A Systems Approach to Planning*, Op. cit. p. 2.

<sup>2</sup>KERZNER, Harold. *Advanced Project Management: Best Practices on Implementation*. John Wiley & Sons, 2004. p.15.

<sup>3</sup>HE, Jie. Op. cit. p. 3.

maîtrise et le compte rendu de tous les aspects d'un projet et de la motivation des personnes impliquées pour atteindre les objectifs du projet.<sup>1</sup>

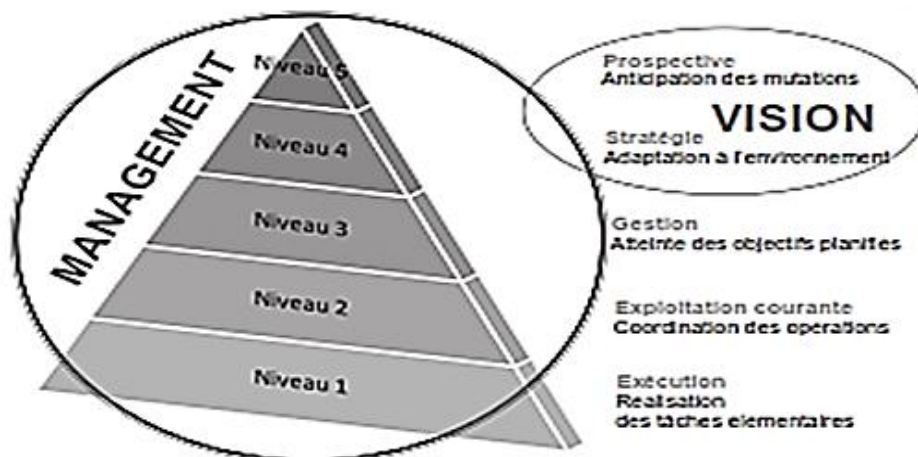
Le management de projet est une approche systémique du management. Un projet est un système axé sur les objectifs de composantes interdépendantes – tâches et parties prenantes – fonctionnant dans un environnement plus vaste. Le but de management de projet est d'unifier ou d'intégrer les composantes – les intérêts, les ressources, les forces de travail de nombreuses parties prenantes, ainsi que les échéanciers, les budgets et les plans – pour atteindre l'objectif du projet.<sup>2</sup>

### c. De la gestion au management de projet :

La gestion, au sens commun, concerne l'action administrée. La première définition donnée par le dictionnaire Larousse précise : « Administrer une fortune, un bien conformément aux intérêts de celui qui les possède ».

Dans le droit fil des fonctions énumérées par Henri Fayol, la figure suivante inspirée des travaux de Jacques Mèlèse donne une idée des rapports entre eux (management et gestion) des différents niveaux de responsabilités qui, tous ensemble, concourent au management d'un organisme. (Figure 1.3)<sup>3</sup>

Figure 1.6 : Les différents niveaux du management d'un organisme



Source : CHEVALIER, Gilles. *Éléments de management public: le management public par la qualité*. Afnor, 2009 p. 8.

<sup>1</sup> AFITEP, Association Francophone de Management de Projet. *Op. cit.* p. 159.

<sup>2</sup> NICHOLAS, John M. and STEYN, Herman. *Project management for business, engineering, and technology : principles and practice*. 3rd ed. Elsevier Butterworth Heinemann, 2008. p.31.

<sup>3</sup> CHEVALIER, Gilles. *Op. cit.* p.8.

De là, le management représente l'ensemble « direction - gestion ». La direction serait d'ordre plutôt qualitatif, s'appuyant sur les qualités de leadership, faisant appel à des aspects innés, intuitifs, et à des aspects plus précisément théoriques. On pourrait dire qu'elle est un art. La gestion serait d'ordre plutôt quantitatif ayant pour fondements des pratiques scientifiques et des techniques. On pourrait dire qu'elle est une science.<sup>1</sup>

Le développement des techniques de gestion de projet sous l'influence, tout au moins initialement, des praticiens et industriels, a conduit à la diffusion et l'usage de termes issus du langage courant pour certains.

Par ailleurs, le développement en parallèle dans différents secteurs d'activités, sous différentes formes d'organisation, a eu pour conséquence l'apparition de confusions et amalgames entre certains termes. Citons dans notre cas les termes « gestion de projet » et « management de projet », qui sont quelques fois utilisés de manière un peu confuse.<sup>2</sup>

La gestion de projet est une fonction dont l'objectif essentiel est d'apporter à la direction de projet, un ensemble d'informations analysées dans le but d'assurer la pertinence et l'opportunité de ses activités.<sup>3</sup>

La gestion de projet est, en d'autres termes, l'ensemble des outils et techniques qui permettent, au sein d'une organisation adéquate, de concevoir, structurer et piloter une réalisation dans le cadre d'une mission précise ayant un début et une fin.

Par contre, le management de projet ajoute à cette dimension technique une composante humaine qu'il faut mobiliser à l'aide des techniques de management d'équipes, afin d'avoir une vision commune du projet et d'atteindre les objectifs fixés.<sup>4</sup>

Donc le management de projet recouvre deux fonctions distinctes et complémentaires : la direction et la gestion de projet. Ces fonctions peuvent être assurées par une ou plusieurs personnes. La direction de projet fixe la politique

---

<sup>1</sup>CRENER, Maxime. *Op. cit.* p. 6.

<sup>2</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op. cit.* p. 28.

<sup>3</sup>AFITEP. *Association Francophone de Management de Projet. Op.cit.* p. 125.

<sup>4</sup>MINYEM, Henri Georges. *Op.cit.* p. 67.

des moyens et les ressources, l'organisation et le programme d'action nécessaires pour mener à bien le projet. La gestion de projet, quant à elle, apporte à la direction toutes les informations analysées pour prendre en temps voulu les décisions nécessaires.<sup>1</sup>

Autrement dit, le management de projet combine la gestion de projet dans sa fonction « caisse à outils » et la fonction de direction de projet en charge de la définition des objectifs (coûts, délais, spécifications, techniques), des actions politiques, des aspects financiers, de l'organisation du projet.<sup>2</sup>

#### **d. Norme du management de projet :**

Depuis l'origine jusqu'à nos jours, les pratiques de conduite de projet ont changé de nature. Ainsi au départ les projets se pratiquent, mais la gestion s'ignore en tant que modèle de gestion spécifique, les pratiques sont peu ou pas institutionnalisées.<sup>3</sup>

La mondialisation transforme les besoins des gestionnaires de projet et prédispose à une standardisation porteuse de communications efficaces et de maîtrise de projet. Dans un milieu où le recours aux procédures et processus normés est déjà fermement implanté, la disponibilité d'un standard international intégrant les préceptes des grands organismes accréditeurs à travers le monde paraît donc incontournable.<sup>4</sup>

Gilles Garel suggère quatre critères pour situer le clivage (différenciation, séparation) entre des pratiques anciennes de gestion de projet et l'émergence, plus récente, de modèles de gestion de projet. Parmi eux, l'existence d'institutions qui a permis la formulation et la diffusion des modèles de gestion : les réseaux d'industriels, les chercheurs, les consultants, les écoles et les universités ou les autorités publiques agissent comme des relais de diffusion et de capitalisation des modèles. Ils participent également à la normalisation, à la

---

<sup>1</sup>ELSEBETH, Lange. *Les 100 mots du management de projet*. Editions OPHRYS, 2014. p.16.

<sup>2</sup>GAREL, Gilles. *Pour une histoire de la gestion de projet. Gérer et comprendre*. 2003, Vol. 74, n° 1, p. 77.

<sup>3</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op. cit.* p. 26.

<sup>4</sup>MORIN, Pierre-Paul. *La nouvelle norme 21500 : grandeur et servitude*. *La Revue Francophone du Management de Projet*. 1<sup>er</sup> trimestre 2012, n° 116, p. 34.

formation et à la standardisation des outils, du vocabulaire, des fonctions, des organisations, des pratiques, ...<sup>1</sup>

Le management de projet selon le modèle PMBok (Project Management Body of Knowledge) dans sa 5<sup>ème</sup> version adopte l'approche processus et s'articule autour de 47 processus segmentés en cinq groupes : initiation, planification, exécution, surveillance et maîtrise, clôture. Ces groupes de processus transcendent dix domaines de connaissances : management de l'intégration, management du contenu, management des délais, management des coûts, management de la qualité, management des ressources humaines, management des communications, management des risques, management des approvisionnement et management des parties prenantes.

Le deuxième modèle est celui de l'IPMA (International Project Management Association) à travers son corpus de compétences IPMA Competences Baseline (ICB). Les auteurs reconnaissent que le modèle ICB a été le premier à attirer l'attention de la communauté universitaire et professionnelle sur l'importance du management des parties prenantes dans les projets.

Le troisième modèle est APM (Association for Project Management) qui valorise le corpus de connaissances APM Body of Knowledge (APMBok). L'APMBok est une approche processus bâtie autour de sept principes, sept thèmes et sept processus.

La nouvelle norme ISO 21500 (2012, v.1) (International Organization for Standardization) a pour but de créer un cadre conceptuel et théorique commun et d'essayer d'uniformiser les pratiques du management de projet dans la discipline face aux divergences relevées par les chercheurs en management de projet. La norme 21500 définit le management de projet comme étant l'application des méthodes, des outils, des techniques et des compétences à un projet donné.

Le management de projet selon ISO 21500 est basé sur deux piliers principaux : les concepts et les processus. La norme est constituée d'un ensemble de cinq groupes de processus et de dix domaines de connaissances.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>GAREL, Gilles. *Op.cit.* p. 78.

La norme ISO 21500 émise en octobre 2012 fournit des recommandations générales concernant le management de projet. Elle est complémentaire à l'ISO 10006 lignes directrices concernant la qualité ou management de projet et aux normes de la série ISO 9000. L'ISO 21500, comme l'ISO 10006, met en application l'approche processus et propose de clarifier les interactions et les flux d'informations des processus de management de projet tout au long de son cycle de vie. Les deux normes insistent sur l'application de la boucle de la qualité et notamment sur la responsabilité du management dans l'amélioration continue et le retour d'expérience.

La norme fournit des recommandations en matière de management de projet et peut être utilisée par tout type d'organisation, qu'elle soit publique, privée ou communautaire, ainsi que pour tout type de projet, quelle que soit sa complexité, sa taille ou sa durée.

La recherche a confirmé que, lors du management des projets, l'application structurée de cette connaissance fondamentale et des bonnes pratiques améliore clairement la livraison réussie.

Les environnements de projet appliquent systématiquement cette approche offrent non seulement une meilleure performance du projet en termes de coûts plus bas et de délais de livraison plus courts, mais ils démontrent également des niveaux plus élevés de satisfaction de la clientèle.<sup>2</sup>

Au cours du développement ISO 21500, d'autres normes du marché et les normes ISO existantes ont été utilisées comme matériels de référence :

- ICB version 3.0 (base de compétences de l'IPMA) – par l'association internationale de management de projet IPMA) ;
- PRINCE2 (projets dans des environnements contrôlés) – par le bureau du cabinet APM, précédemment OCG ;
- ISO 9001 – systèmes management qualité ;

---

<sup>1</sup>NENKAM, Serge Rodrigue. *La gestion des gaspillages dans les projets au sein des entreprises de production : application d'un nouveau modèle de management de projet Lean à Sotrem-Maltech*. Thèse de doctorat. Chicoutimi : Université du Québec à Chicoutimi, 2015. pp. 93-101.

<sup>2</sup>STELLINGWERF, Rommert and ZANDHUIS, Anton. *ISO 21500 Guidance on project management-APocket Guide*. Van Haren, 2013. p. 13.

- ISO 10006 – systèmes management qualité – lignes directrices pour le management de qualité dans les projets ;
- ISO 31000 – management du risque – principes et lignes directrices.

La directive ISO 21500 n'est pas une nouvelle norme de management de projet, mais une référence pour d'autres normes, méthodes et pratiques exemplaires de management de projet, telles que PMBok, PRINCE2, Agile et ICB. Il ne se compare pas l'un à l'autre, mais apporte les meilleures pratiques de management de projet ensemble.

L'importance de l'ISO 21500 est que l'on introduit une norme et une langue mondiale pour la pratique de management de projet. Il s'agit d'un point de référence pour tous les projets dans toutes les organisations.<sup>1</sup>

### **3. Management de projet de construction**

Le secteur du bâtiment constitue un enjeu important dans la prise de conscience d'un monde désormais limité (espace, énergie, démographie). Impulsé par ces enjeux du développement durable, le secteur s'inscrit dans un contexte d'évolution et de transformation de ces différentes filières.<sup>2</sup>

#### **a. Management de projet dans le secteur bâtiment :**

Un bâtiment, par nature, est beaucoup plus complexe qu'un pont. Alors que le pont est principalement composé de structure et de terrassement, et peut être décrit en détail dans quelques dessins, un bâtiment contient une structure et des terrassements, mais il contient également une enveloppe pour garder les éléments et pour permettre le contrôle de l'environnement intérieur. Toutes les surfaces du bâtiment, y compris les planchers, les murs et les plafonds, nécessitent des finitions. Les bâtiments ont des ouvertures nécessitant des portes et des fenêtres et le matériel associé. Ils ont généralement des caractéristiques architecturales telles que la menuiserie préfabriquée et la signalisation. En outre, un bâtiment comprend un certain nombre de systèmes, tels que la mécanique, la plomberie, la

---

<sup>1</sup>STELLINGWERF, Rommert and ZANDHUIS, *Op.cit.* p. 38.

<sup>2</sup>RUAT, Thibault. *Défaillances de pilotage et de synchronisation au cours d'un projet de construction : un risque organisationnel pour les parties prenantes du projet. Management & Avenir. 2015, n° 7, p. 148.*

sécurité incendie, l'électricité, et les systèmes à basse tension de sécurité et de communication. Chacun de ces éléments de bâtiment doit être entièrement conçu et représenté dans les modèles graphiques (dessins).<sup>1</sup>

Le terme management de construction est appliqué à la prestation de services de gestion professionnelle au propriétaire d'un projet de construction dans le but d'atteindre une qualité élevée à un coût minimum. Tels services ne peuvent englober qu'une partie définie du programme de construction, comme la construction sur le terrain, où ils peuvent inclure la responsabilité du projet. L'objectif de cette approche est de traiter la planification, la conception et la construction de projets comme tâches intégrées dans un système de construction.

En établissant un équilibre entre les coûts de construction, la qualité du projet et l'échéancier, l'équipe de management s'efforce de produire pour le propriétaire un projet de valeur maximale dans les délais les plus économiques.

Le management de construction n'inclut pas les services de conception ou de construction en soi, mais implique une direction et un contrôle sur les activités de conception et de construction définies.<sup>2</sup>

Les projets de construction représentent un ensemble unique d'activités qui doivent avoir lieu pour produire un produit unique. Le succès d'un projet est jugé en respectant les critères de coûts, de temps, de sécurité, d'allocation des ressources et de qualité telle que déterminé par le propriétaire. Le but du management de projet est d'atteindre les objectifs à travers les dépenses prévues des ressources qui répondent à la qualité, au coût, au temps, à la portée (l'étendue) et aux exigences de sécurité du projet.

Le manager de construction doit contrôler, détourner ou atténuer les effets de toute occurrence ou situation pouvant affecter la réussite du projet.<sup>3</sup>

Par contre, les définitions générales du management doivent être développées avant qu'elles puissent être utilisées pour définir le management de projet de construction, ce qui peut être considérée comme suit :

---

<sup>1</sup>SEARS, S, and al. *Construction Project Management*. John Wiley & Sons, 2015. p.73.

<sup>2</sup>Ibid. p. 10.

<sup>3</sup>MUIR, Bob. *Challenges Facing Today's Construction Managers*. Fall, 2005. p. 2.

- la planification, la coordination et le contrôle d'un projet, nécessitant l'identification des objectifs du client en termes d'utilité, de fonction, de qualité, de temps et de coût ;
- l'établissement de relations entre ressources ;
- intégrer, surveiller et contrôler les contributeurs au projet et leurs résultats ;
- et en évaluant et en sélectionnant des alternatives dans la poursuite de la satisfaction du client avec les résultats du projet.

Dans ce contexte, les ressources est un terme général, qui comprend les matériaux, l'équipement, les fonds et, en particulier, les personnes. Le défaut de nombreuses définitions du management de projet est qu'ils ne font pas une référence spécifique à la gestion des personnes pour réaliser un projet. Bien qu'il puisse être sous-entendu que les projets ne peuvent être réalisés qu'en travaillant par d'autres, il est néanmoins important que les définitions font explicitement référence à cet aspect fondamental du management de projet.<sup>1</sup>

#### **b. Contraintes typiques des projets de construction :**

Les projets de construction sont souvent d'actualité – parfois en raison de problèmes dus à des dépassements de coûts ou de dérapages de calendrier. Bien que de nombreux facteurs sont cités (problèmes syndicaux, pénurie de matériaux, météo, inflation), la cause réelle est souvent une mauvaise gestion et un manque de contrôle.<sup>2</sup>

La phase de construction est importante parce que la qualité du projet achevé dépend fortement de l'exécution et la gestion de la construction.

La phase de construction est également importante car la majorité du budget total du projet et l'échéancier sont utilisés lors de la construction.<sup>3</sup>

L'aspect commun entre les travaux de construction est que tous requièrent une organisation particulière, une main d'œuvre, des installations et des ressources matérielles uniquement dans le but de réaliser un seul travail.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup>WALKER, Anthony. *Project Management in Construction*. John Wiley & Sons, 2015. p. 11.

<sup>2</sup>NICHOLAS John M, STEYN Herman. *Op.cit*, p. 7.

<sup>3</sup>OBERLENDER, Garold D. *Project management for engineering and construction*. 2. ed. Boston, Mass. : McGraw-Hill, 2000. p. 258.

<sup>4</sup>NICHOLAS John M , STEYN Herman. *Op.cit*. p. 8.

L'environnement de travail et la culture d'un projet de construction est unique comparé à la plupart des conditions de travail.

Un projet de construction se compose de groupes de personnes, généralement de plusieurs organisations, qui sont engagés et affectés à un projet pour construire la facilité.

En raison de la durée de vie relativement courte d'un projet de construction, ces personnes peuvent voir le projet de construction en tant que réalisation des tâches à court terme. Même les projets de construction de petite taille impliquent un grand nombre de personnes. Organiser leurs efforts est complexe, même s'ils travaillent tous pour la même organisation.

Les sources d'information, l'emplacement, la synchronisation et la complexité du problème changent au fur et à mesure entrent dans le projet, exécutent leurs tâches assignées et partent. Avec toute la diversité impliquée dans un projet de construction, les gens doivent être gérés de façon qu'ils puissent collaborer efficacement pour atteindre l'objectif.<sup>1</sup>

Les projets de construction ont généralement des situations très compliquées pendant l'exécution, impliquent de nombreuses parties prenantes et interfaces, et sont influencés par de nombreux facteurs externes.

Par conséquent, les retards dans les projets de construction sont fréquents et affectent la durée totale du projet de façon imprévisible.

Les informations et les preuves de retard sont généralement enregistrées et représentées dans différents dossiers, documents et échéanciers pendant la phase de construction. La sélection d'une méthode d'analyse de délai appropriée et l'analyse des informations de retard sont des tâches essentielles dans tout projet de construction retardé.<sup>2</sup>

Bien qu'un projet soit, par définition, un effort unique et ponctuel, certains projets contiennent des éléments de travail répétitifs.

Les exemples de l'industrie du bâtiment comprennent l'érection d'un certain nombre de pylônes pour une nouvelle ligne de transmission, construction

---

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.cit.* p. 21.

<sup>2</sup>YANG Jyh-Bin, KAO Chih-Kuei. *Critical path effect based delay analysis method for construction projects. International Journal of Project Management.* 2012, Vol. 30, n° 3, p. 385.

d'un certain nombre d'unités de logement largement identiques et l'érection d'un bâtiment avec un certain nombre d'étages identiques.<sup>1</sup>

L'industrie de la construction est hétérogène et extrêmement complexe. Il existe plusieurs classifications importantes de la construction qui diffèrent nettement les unes des autres : le logement, le bâtiment non résidentiel, le lourd civil, l'utilité et l'industrie. De plus, ces types de construction sont divisés en plusieurs spécialités, telles que l'électricité, le béton, l'excavation, la tuyauterie et la toiture. Les travaux de construction sont réalisés par des entrepreneurs qui varient considérablement en termes de taille et de spécialité.<sup>2</sup>

### **c. Démarches projet de type construction :**

Les projets de construction sont souvent importants et complexes. Ils consistent en plusieurs types de travail, changent rapidement et se déroulent dans un environnement changeant et souvent difficile. Malgré cela, les clients veulent qu'ils soient achevés dans le minimum de temps possible et au budget.

Pour tenter d'y parvenir, les managers comptent souvent sur l'utilisation de diverses techniques communes de planification et de contrôle.<sup>3</sup>

Au début d'un projet, le propriétaire doit choisir un processus pour la conception et la construction. Les projets de conception et de construction progressent dans trois phases : définition du projet, conception et construction.

La phase de définition du projet concerne la découverte pour identifier et analyser les exigences et les contraintes du projet. L'intégration des exigences et des contraintes fournit une description du projet et permet d'identifier un plan pour le délai et le coût de la livraison du projet.

Les projets peuvent généralement être classés en trois secteurs : bâtiments, infrastructures et processus. Exemples :

- Bâtiments : les projets du secteur incluent les bâtiments commerciaux, les écoles, les immeubles de bureaux et les hôpitaux.

---

<sup>1</sup>NICHOLAS John M., STEYN Herman. *Op. cit.* p. 185.

<sup>2</sup>SEARS, S. Keoki, and al. *Op. cit.* p. 2.

<sup>3</sup>AL-JIBOURI, Saad. *Effects of resource management regimes on project schedule. International Journal of Project Management.* 2002, Vol. 20, n° 4, p. 271.

- Infrastructures : les projets de ce secteur incluent les systèmes de transport, tels que les rues de la ville, les routes de campagne, les autoroutes, les aéroports ou les voies navigables. Le secteur de l'infrastructure comprend des projets d'utilité, tels que les réseaux de conduite d'eau et d'égout, les lignes de distribution de gaz et d'électricité, téléphone et les lignes de câble.
- Processus : les projets du secteur comprennent les usines chimiques, le raffinage du pétrole, les produits pharmaceutiques, la pâte et le papier, et la production d'électricité.<sup>1</sup>

Les projets de construction sont des engagements compliqués et longs. Le développement total d'un projet se compose normalement de plusieurs phases nécessitant une large gamme de services spécialisés.

En progression de la planification initiale à l'achèvement du projet, le travail typique passe par des étapes successives et distinctes qui demandent des intrants des domaines disparates. Cependant, bien que les projets de construction soient soumis à une variété infinie, les processus de construction ont tendance à être cohérents d'un travail à un autre. Chaque travail passe par des processus de mobilisation et de liquidation. Tous les matériaux et les équipements installés sont soumis à un processus d'approvisionnement qui comprend les soumissions, les approbations, l'achat et l'expédition vers le site de travail. Les contrats sont négociés. Les coûts sont estimés et facturés quand un composant est terminé.

Les changements se produisent régulièrement, mais même les changements sont traités dans le cadre d'un processus de commande de changement cohérent. Par conséquent, une grande partie de l'orientation actuelle dans le management de la construction est sur la compréhension et la gestion efficace des processus de construction.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op. cit.*, p. 32.

<sup>2</sup>SEARS, S. Keoki, and al. *Op. cit.* p. 3.

## Section 2 : Notion de planification

La planification, en général, peut être décrite comme la fonction de sélection des objectifs de l'entreprise et l'établissement des politiques, des procédures et des programmes nécessaires pour les atteindre.<sup>1</sup>

En d'autres termes, le processus de planification identifie les objectifs de l'entreprise, détermine les programmes, les standards, les budgets, et choisit les politiques, les procédures et les méthodes cherchant d'atteindre les objectifs préétablis. La planification doit intervenir à tous les niveaux de l'organisation en vue d'une meilleure efficacité des opérations.<sup>2</sup>

### 1. Définition :

Dans notre cas, la planification est un aspect important du management de projet, notamment pour les projets qui présentent un nombre important de tâches et qui se déroulent sur une longue durée. A titre d'exemple, dans le domaine du développement informatique, il existe une règle d'imputation disant que 33% du temps total du projet (incluant les spécifications fonctionnelles et de conception) est réservé à la planification.

La planification comporte un enchaînement d'actions réactives et dynamiques et permet de prendre en compte l'incertitude.

Dans le domaine de management de projet, la planification est définie comme la discipline ayant pour objet de prévoir et suivre les objectifs (délais, coûts, etc.) de réalisation d'un ouvrage. Elle permet de traduire les objectifs prédéfinis en une action structurée et d'y associer l'organisation adéquate.<sup>3</sup>

Les responsabilités les plus importantes d'un chef de projet sont la planification, l'intégration et l'exécution des plans. Presque tous les projets, en raison de leur durée relativement courte et de leur contrôle prioritaire des ressources, nécessitent une planification formelle et détaillée.

---

<sup>1</sup>KERZNER, Harold R. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* Op. cit. p. 412.

<sup>2</sup>CRENER, Maxime. Op. cit. p. 90.

<sup>3</sup>NGUYEN, Trong Hung. Op. cit. pp. 30-31.

L'intégration des activités de planification est nécessaire parce que chaque unité fonctionnelle peut élaborer sa propre documentation de planification sans égard pour d'autres unités fonctionnelles.

La planification est déterminée par ce qui doit être fait, par qui, et quand, afin de remplir sa responsabilité assignée. Pour cela, il y a neuf éléments majeurs de la phase de planification :

- Objectif : un but, une cible ou un quota à atteindre par un certain temps ;
- Programme : la stratégie à suivre et les principales actions à entreprendre pour atteindre ou dépasser les objectifs ;
- Echancier : un plan montrant les activités individuelles ou collectives, ou les réalisations seront démarrées et / ou complétées ;
- Budget : dépenses prévues nécessaires pour atteindre ou dépasser les objectifs ;
- Prévisions : une projection de ce qui se produira à un certain moment ;
- Organisation : conception du nombre et des types de postes, ainsi que les tâches et responsabilités correspondantes, nécessaires pour atteindre ou dépasser les objectifs ;
- Politique : un guide général pour la prise de décision et les actions individuelles ;
- Procédure : une méthode détaillée pour mener à bien une politique ;
- Standard : un niveau de performance individuelle ou de groupe défini comme adéquat ou acceptable.<sup>1</sup>

La planification du projet commence au début du cycle de vie du projet, même avant que le projet ne soit autorisé. Dans la plupart des cas, il commence par la préparation de la proposition, au cours de laquelle une équipe de projet rudimentaire est organisée et des décisions importantes concernant les ressources nécessaires sont réalisées.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>KERZNER, Harold R. *Op. cit.* p. 412.

<sup>2</sup>John M., STEYN Herman. **Project management for business, engineering, and technology : principles and practice.** 3rd ed. Elsevier Butterworth Heinemann, 2008. p. 159.

## 2. Composantes et niveaux de planification :

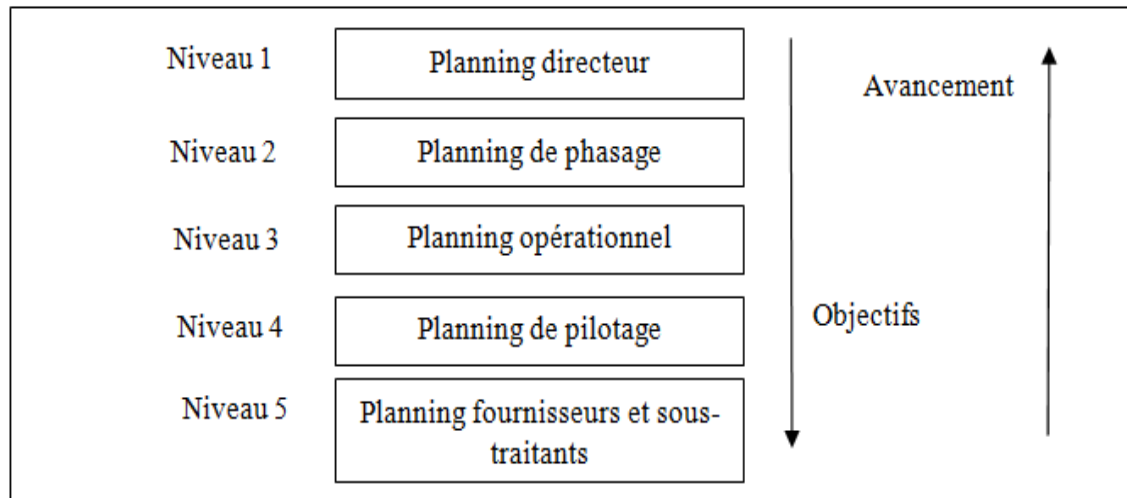
Les composantes de toute planification sont :

- a. **La prévision** : c'est la condition préalable à l'exercice de la gestion. Elle est nécessaire et se présente sous différentes formes : sous la forme de plans généraux et de plans détaillés, mais elle doit intervenir à tous les niveaux d'opérations.
- b. **Le temps : le manager devra en particulier vérifier** :
  - Les activités qui peuvent débiter en même temps que d'autres, et celles qui ne le peuvent pas ;
  - Le temps d'acquisition des ressources nécessaires pour toute production et vente du produit ;
  - L'enchaînement des activités afin de réduire au minimum les coûts de planification ;
  - La concordance activités-objectifs ; n'être ni en avance ni en retard car cela entraînerait des conflits pouvant être désastreux.
- c. **Le plan** : on peut dire d'une façon à la fois simple et générale, qu'un plan est une ligne d'action prédéterminée. Cependant un nombre important de types de plans existe en management ; leur dynamique forme la planification. Dans cette typologie on retiendra en particulier : les objectifs, les standards, les budgets, les programmes, les politiques, les procédures et les méthodes.<sup>1</sup>

Le planning d'un projet est hiérarchisé selon différents niveaux, comme le montre la figure 1.4.

---

<sup>1</sup>CRENER, Maxime. *Op.cit.* pp. 86-87.

**Figure 1.7 :** Exemple de hiérarchisation de planning d'un projet

**Source:** MOINE, Jean-Yves. *Le grand livre de la gestion de projet*. Afnor, 2013. p77.

### 3. Objectifs et avantages de la planification :

La planification de projet est au cœur d'un bon management de projet car elle fournit la communication centrale qui coordonne le travail de toutes les parties.<sup>1</sup>

Cependant, l'un des objectifs de la planification de projet est de définir complètement tout le travail requis (éventuellement par l'élaboration d'un plan de projet documenté) afin qu'il soit facilement identifiable pour chaque participant au projet.<sup>2</sup>

La planification établit également le benchmark pour le système de contrôle de projet pour suivre la quantité, le coût et le calendrier du travail requis pour réussir le projet. Bien que le résultat de planification le plus commun soit de terminer le projet à temps, d'autres avantages peuvent être tirés d'une bonne planification de projet :<sup>3</sup>

- Terminer le projet à temps ;
- Flux continu (sans interruption) du travail (pas de retard) ;
- Réduction du retraitement (moins de changements) ;

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.cit.* p. 140.

<sup>2</sup>KERZNER, Harold R. *Op.cit.* p. 412.

<sup>3</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op. cit.* p. 140.

- Minimiser la confusion et les malentendus ;
- Meilleure connaissance de l'état du projet par tous ;
- Rapports pertinents et opportuns à la direction ;
- Exécutez le projet au lieu que le projet vous exécute ;
- Connaissance des échéanciers des éléments clés du projet ;
- Connaissance de la répartition des coûts du projet ;
- Responsabilité des personnes, définition responsabilité / autorité ;
- Compréhension claire de qui fait quoi, quand et combien ;
- Intégration de tous les travaux pour assurer un projet de qualité pour le propriétaire.

**4. Etapes de planification :** Autant plus chaque projet est quelque peu différent, il n'y a jamais de moyen à priori et établi qui spécifie comment chaque projet doit être fait. De nouveaux projets posent de nouvelles questions, et le but de la planification est d'y répondre. Pour commencer, l'équipe du projet doit répondre aux questions concernant quel, comment, par qui, dans quel ordre, pour combien, et quand .Le processus de planification formalisé répond à ces questions dans les étapes suivantes :

- **Quoi, pour combien, et quand ?**

Définir les objectifs du projet, la portée du projet, et les exigences du système. Ceux-ci spécifient les livrables du projet, les éléments finis et les autres résultats recherchés, ainsi que les délais, le coût et les objectifs de performance .La portée et les exigences comprennent les critères que le client utilisera pour déterminer l'acceptabilité des livrables ou des éléments finis lors de l'achèvement du projet.

- **Comment ?**

Définir les activités de travail spécifiques, les tâches ou les tâches à accomplir pour atteindre les objectifs et les exigences. Les activités doivent inclure tout ce qui est nécessaire pour créer et livrer l'objet final promis ou les produits livrables, y compris les activités de planification, de contrôle et d'administration du projet.

**- Qui ?**

Créer l'organisation du projet qui réalisera et gèrera le travail. Cela implique d'identifier les départements, les sous-traitants et les gestionnaires qui composeront le projet et en précisant leurs responsabilités.

**- Quand, dans quel ordre ?**

Préparer un échéancier indiquant le calendrier des activités de travail, y compris les délais et les dates des jalons.

**- Combien et quand ?**

Préparer un budget et un plan de ressources qui attribue des fonds et d'autres ressources pour soutenir les activités de travail si nécessaire selon l'échéancier du projet.

**- A quel point ?**

Préparer un plan pour examiner et contrôler la performance du travail après que le projet ait commencé pour le maintenir sur la bonne voie, c'est-à-dire pour s'assurer qu'il est conforme à l'échéancier, au budget et aux exigences de l'utilisateur et du système.

**- Répéter : Combien, quand et à quel point ?**

Au besoin, réviser et compléter les aspects du plan afin de tenir compte des informations récentes, des progrès réalisés dans le projet et des estimations actualisées du temps et du coût pour compléter le projet.<sup>1</sup>

**Section 3 : Management de projet et planification**

Le management est souvent résumé en cinq fonctions fondamentales : la planification, l'organisation, la dotation en personnel, la direction et le contrôle. Bien que ces fonctions de management de base aient été développées et utilisées par les managers d'entreprises, elles s'appliquent également au management d'un projet.

La planification est la formulation d'un plan d'action pour guider un projet à l'achèvement. Il commence au début d'un projet, avec la portée du travail et se poursuit tout au long de la vie d'un projet. L'établissement de jalons et la prise en

---

<sup>1</sup>NICHOLAS John M., STEYN Herman. *Op.cit.* p. 158.

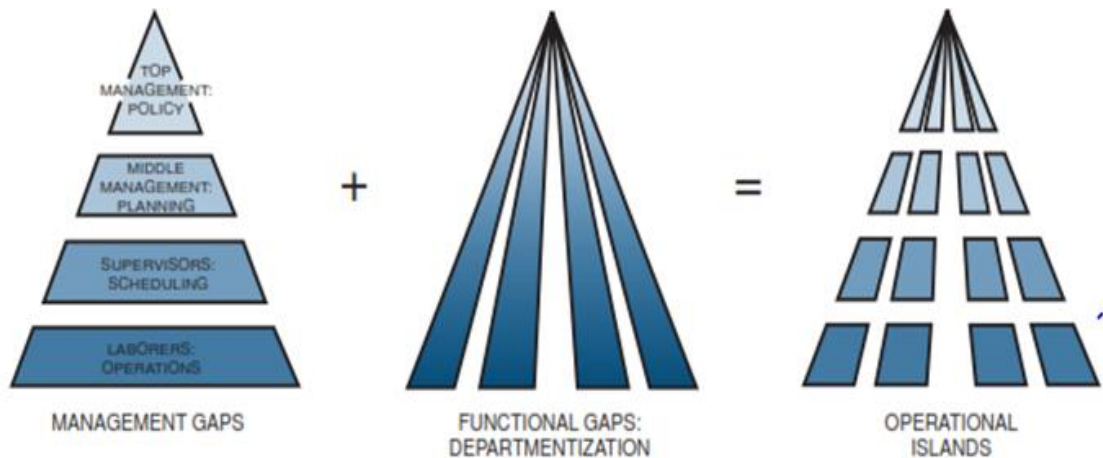
compte des contraintes possibles sont des éléments importants de la planification. La réussite de la planification des projets est mieux assurée par la participation de toutes les parties impliquées dans un projet. Il doit y avoir un plan opérationnel explicite pour guider l'ensemble du projet tout au long de sa vie.<sup>1</sup>

### 1. Approche systémique et notion de processus :

Le management de projet est la planification, l'organisation, la direction et le contrôle des ressources de l'entreprise pour un objectif relativement court qui a été établi pour atteindre les buts et les objectifs spécifiques.

En outre, le management de projet utilise l'approche systémique du management en ayant un personnel fonctionnel (la hiérarchie verticale) affecté à un projet spécifique (la hiérarchie horizontale) (figure 1.5).

**Figure 1.8 :** Différents niveaux de management dans la structure des organisations.



Source : KERZNER, Harold R., **Project Management : A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling**, Wiley, 2009, p4.

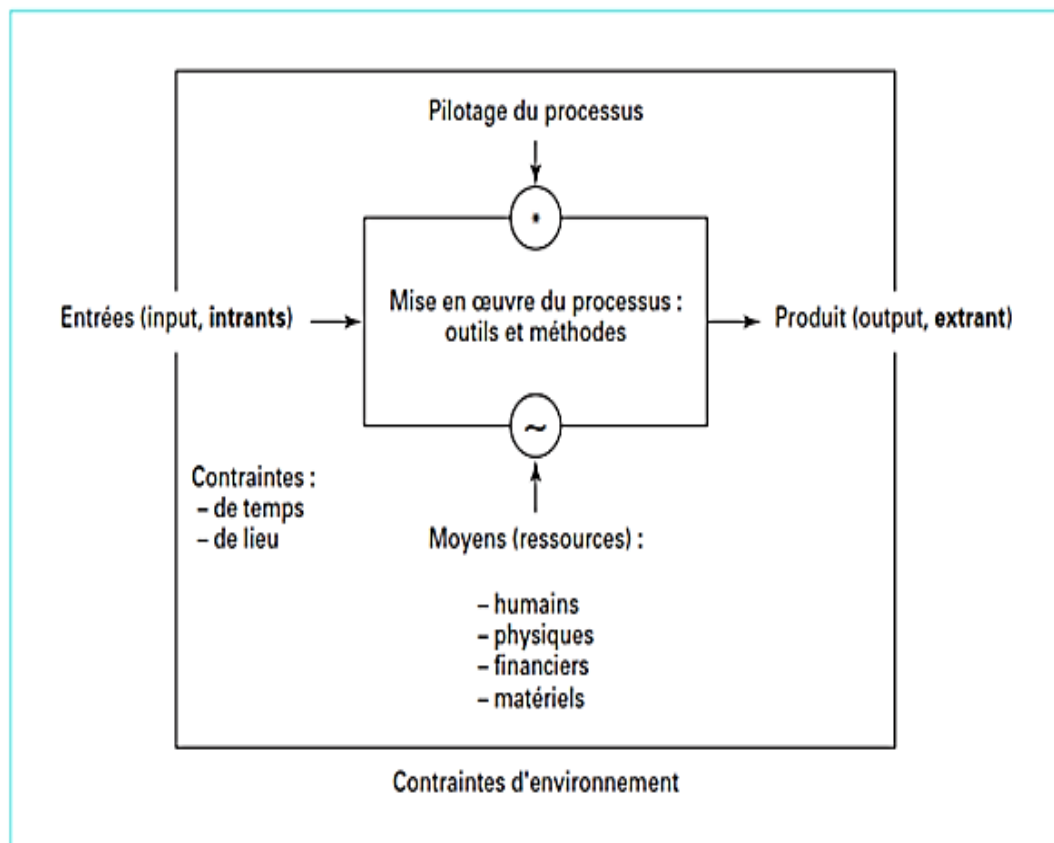
En d'autres termes, l'objectif du management de projet est de gérer un système de tâches, des ressources, des personnes et des organisations pour atteindre l'objectif du projet ; C'est ce qui est en fait une approche systémique du management.

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.cit.* p. 10.

Néanmoins, le management de projet repose également sur les éléments des points de vue classiques et comportementaux. C'est en fait un bon exemple de l'approche de contingence, car il s'agit d'une philosophie de management et d'une méthodologie axée sur l'accomplissement d'un seul type de projets entrepris.<sup>1</sup>

Tout projet est un système complexe de processus interactifs, que l'on peut étudier individuellement ou considérer dans leur ensemble, par leurs résultats. Chaque processus, selon la figure 1.6, est lui-même un sous-système temporaire qui fournit des éléments sortants (extrants : produits, documents, instructions) à partir d'éléments d'entrée (intrants : matériaux ou information) grâce à des outils, des méthodes et des ressources, et sous l'impulsion d'un responsable pilote.

**Figure 1.9 :** Notion de processus appliquée à tous types d'activités.



**Source :** LE BISSONNAIS, Jeans. *Management de projet - Les processus (d'après ISO 10006)*. Techniques de l'Ingénieur, traité L'entreprise industrielle. p. 3.

<sup>1</sup> NICHOLAS, John M. and STEYN, Herman. *Op.cit.* pp. 5-6.

De cela, le processus est un ensemble d'activités. Chaque activité consiste elle-même en un ensemble d'opérations ou de tâches élémentaires. Le projet est donc un processus, et de la bonne définition de celui-ci découlera le choix des compétences en main d'œuvre nécessaires à la réalisation du processus qu'est le projet ! Les résultats intermédiaires du projet seront les livrables intermédiaires, c'est-à-dire des composants du livrable final qu'est le produit attendu du projet.<sup>1</sup>

## **2. Approche planification en management de projet :**

La planification de projet doit être systématique et suffisamment souple pour gérer des activités uniques, disciplinées par des comptes de rendu et des contrôles, et être capables d'accepter des intrants multi fonctionnels. Les managers de projets réussis réalisent que la planification de projet est un processus itératif et doit être effectuée tout au long de la vie du projet.

La planification est un processus continu de prise de décisions entrepreneuriales dans le futur et organise méthodiquement l'effort nécessaire pour mener à bien ces décisions. En outre, la planification systématique permet une organisation des objectifs fixés.<sup>2</sup>

La planification d'un projet ne se limite pas à la phase de lancement ou à une phase spécifique. Bien au contraire, il s'agit d'une tâche qui s'inscrit dans la durée. Les nouveaux éléments, les informations ou les connaissances supplémentaires ont une influence sur le déroulement ultérieur du projet et éventuellement sur sa réussite. Ils doivent donc être intégrés à la planification déjà établie. D'une part, la planification devient également plus concrète. La gestion du temps et des délais s'en trouve simplifiée au fur et à mesure de l'avancement du projet. En règle générale, le processus de planification se déroule non pas de manière séquentielle (étape par étape) mais plutôt itérative (répétitive).<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> MINYEM, Henri Georges. *Op. cit.* pp. 73-74.

<sup>2</sup> KERZNER, Harold R. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* *Op. cit.* p. 412.. pp. 412-414.

<sup>3</sup> FÜHRER Andreas, ZÜGER Rita-Maria. *Gestion de projet - notions de base en matière de gestion: principes et méthodes théoriques avec exemples, exercices et solutions modèles.* Compendio Bildungsmedien AG, 2006. p.42.

La planification détermine ce qu'il faut faire, comment cela doit être fait et l'ordre dans lequel il procédera. La fonction de planification s'effectue en divisant le projet en plusieurs composants ou en étapes, appelées activités, et en établissant la séquence dans laquelle elles seront exécutées. La planification est le processus d'élaboration d'un schéma opérationnel viable qui, lorsqu'il est mis en action, atteindra un objectif établi.<sup>1</sup>

La planification est le processus de décomposition de ce projet en tâches spécifiques et la définition en séquences selon lesquelles ces tâches peuvent ou doivent être réalisées.<sup>2</sup>

### **3. Processus de management de projet :**

Divers travaux portés par des organisations regroupant des professionnels et des praticiens spécialisés en management de projet (PMI, AFITEP) ou par des organismes de normalisation (AFNOR, ISO) ont permis d'identifier les processus de pilotage requis pour assurer le management efficace d'un projet.

Plusieurs référentiels, soit de bonnes pratiques, soit normatifs, proposent une liste de processus composant la fonction de management de projet (PMI 2008), (ISO 10006 1997), (FD X50-118). D'autres référentiels tout aussi pertinents existent, tels que ceux édités par Turner (Turner 2000) qui a explicité les relations entre ces référentiels de bonnes pratiques en management de projet.<sup>3</sup> Selon le PMBok, le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin d'en satisfaire les exigences. Cette application de connaissances nécessite le management efficace de processus appropriés.

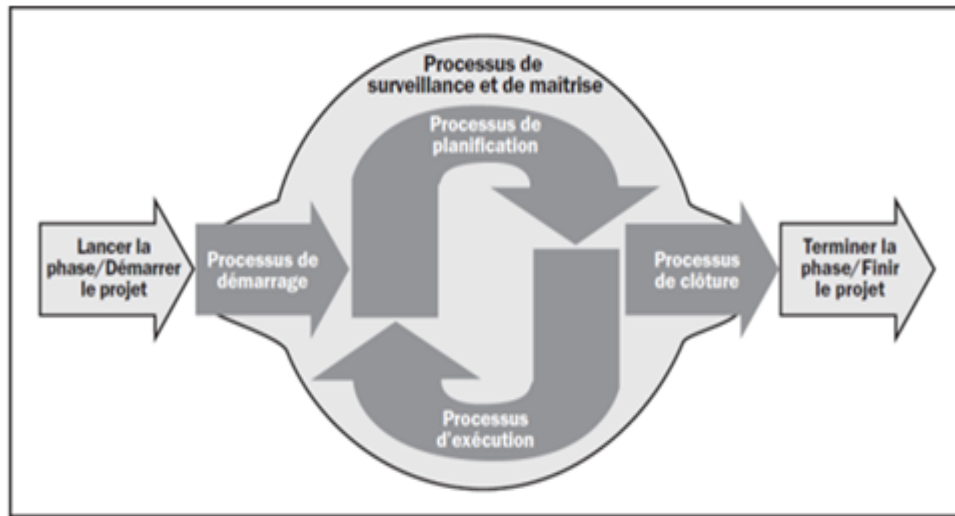
De là, le processus, selon la figure1.7, est un ensemble d'actions et d'activités en relation les unes avec les autres, menées à bien pour aboutir à un ensemble prédéfini de produits, de résultats ou de services. Chaque processus est caractérisé par ses données d'entrée, les outils et techniques applicables et les données de sortie qui en résultent.

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, and al. *Op.cit.* p. 21.

<sup>2</sup>MINYEM, Henri Georges. *Op.cit.* p. 124.

<sup>3</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op.cit.* p. 29.

**Figure 1.10** : Niveau des coûts et des ressources humains type au cours du cycle de vie du projet

Source: INSTITUTE, Project Management. *Guide du corpus des connaissances en management de projet*. 4th ed. Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2009. P40

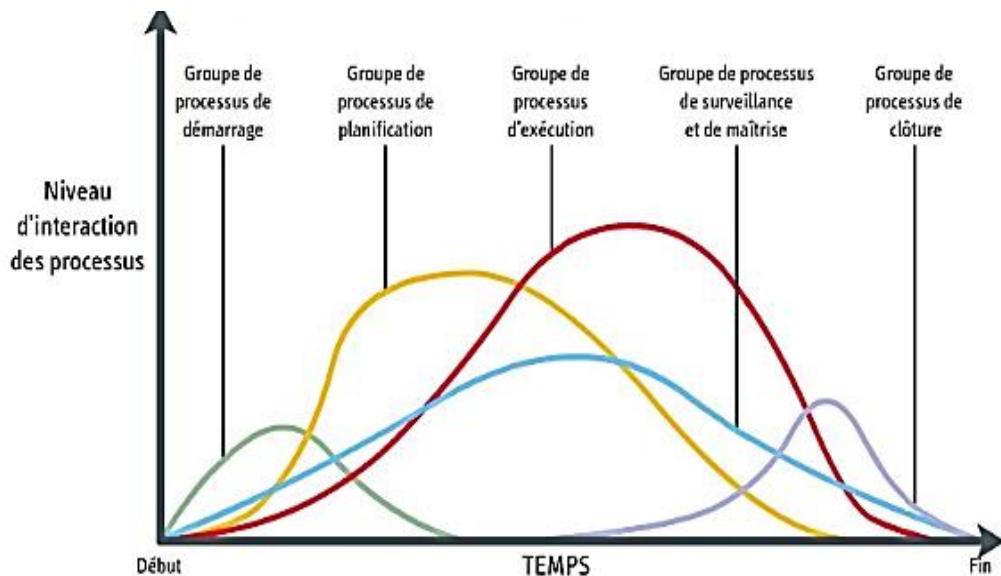
Cette norme décrit la nature des processus de management de projet en termes d'intégration des processus entre eux, de leurs interactions et des buts qu'ils poursuivent. Ces processus sont rassemblés en cinq groupes appelés groupes de processus de management de projet (ou groupes de processus) mentionnés sur la figure 1.8, à savoir :

- le groupe de processus de démarrage. Ces processus permettent de définir un nouveau projet ou une nouvelle phase d'un projet existant en obtenant l'autorisation de démarrer le projet ou la phase.
- le groupe de processus de planification. Ces processus permettent d'élaborer le contenu du projet, d'affiner les objectifs et de définir la suite des actions nécessaires à l'atteinte des objectifs pour lesquels le projet a été entrepris.
- le groupe de processus d'exécution. Ces processus permettent d'accomplir le travail défini dans le plan de management du projet afin de respecter les spécifications du projet.
- le groupe de processus de surveillance et de maîtrise. Ces processus permettent de suivre, de revoir et de réguler l'avancement et la performance

du projet, d'identifier les parties dans lesquelles des modifications du plan s'avèrent nécessaires, et d'entreprendre les modifications correspondantes.

- le groupe de processus de clôture. Ces processus permettent de finaliser toutes les activités dans tous les groupes de processus afin de clore formellement le projet ou la phase.

**Figure 1.11** : Interaction des groupes de processus.



**Source** : INSTITUTE, Project Management, Guide du corpus des connaissances en management de projet, 4th ed Newtown square Pa. : Project Management institute, 2009. Pp 30-31

Selon la norme ISO 21500, les processus de management de projet sont rassemblés sur un double perspectif :

- les groupes de processus : lancement, planification, mise en œuvre, maîtrise, clôture ;
- les groupes de sujets : intégration, parties prenantes, scope, ressources,...

Les processus, selon cette norme, sont un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie. Les processus sont décrits sous deux aspects : en tant que groupe de processus (par exemple processus de planification) et en tant que groupe de sujets (par exemple le contenu) avec des correspondances (par exemple - sujet contenu / processus planification - créer l'organigramme de tâches du projet).

Dans ce cas, les processus de planification sont utilisés pour élaborer des détails sur la planification. Ce détail devrait être suffisant pour établir des lignes de base pour lesquelles la mise en œuvre du projet peut être gérée et la performance du projet peut être mesurée et contrôlée.<sup>1</sup>

#### **Section 4 : Processus planification de projet**

Dans cette section, nous aborderons chacune des composantes du processus de planification d'un projet selon différentes approches et en décrire quelques éléments importants qui doivent être pris en considération dans notre étude.

##### **1. Management des délais :**

Selon PMBok, le management des délais du projet fait le point sur les processus permettant d'assurer l'achèvement du projet dans les délais impartis. Il comprend les processus suivants :

- Définir les activités ;
- Organiser les activités en séquence ;
- Estimer les ressources nécessaires aux activités ;
- Estimer la durée des activités ;
- Elaborer l'échéancier ;
- Maîtriser l'échéancier.<sup>2</sup>

Le management des délais, selon AFNOR, est un ensemble d'activités permettant, pendant toute la durée d'un projet, de prévoir, d'optimiser, voire de replanifier les tâches et les ressources afin de l'achever en temps voulu.

Le management des délais a pour but d'obtenir l'estimation de la durée d'un projet et d'assurer le respect des délais. Il assure la coordination, l'intégration et la maîtrise des différentes tâches à exécuter et des ressources associées pour que le projet puisse atteindre ses objectifs (contenu, coûts et délais).<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>LADOUANI, Abdelkrim. *Norme : ISO.21500-Lignes directrices sur le management de projet 2014*. p13.

<sup>2</sup>INSTITUTE, *Project Management*. Op.cit. p. 108.

<sup>3</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. Op.cit. pp. 159-160.

Mais selon ISO 21500, la notion de management des délais est différente car c'est un groupe de processus (dont la planification en fait partie) et groupe de sujets (dont les délais en font partie).

Concernant les processus relatifs aux délais ont pour objectif de déterminer les liaisons et la durée des activités et d'assurer l'achèvement du projet dans les délais prévus. Les processus relatifs aux délais sont :

- La planification des liaisons entre activités : il convient d'identifier, parmi les activités d'un projet, les interdépendances et de passer en revue leur cohérence ;
- L'estimation des durées : il convient de faire estimer la durée de chaque activité par le personnel responsable de ces activités ;
- L'élaboration du planning : il y a lieu d'identifier les éléments d'entrée utiles à l'élaboration du planning et de vérifier s'ils correspondent aux conditions spécifiques du projet ;
- La maîtrise des délais : il convient que l'organisme en charge du projet effectue des revues régulières du calendrier du projet, comme défini dans le plan de management de projet. Le calendrier des revues du planning et la fréquence de collecte des données sont généralement fixés afin d'assurer une maîtrise appropriée des activités de projet, des processus et des informations qui s'y rattachent.<sup>1</sup>

## **2. Management des ressources :**

La planification s'appuie sur le management des ressources, des coûts, des risques et de toutes les activités contraignantes du projet.<sup>2</sup>

Une grande partie du travail d'un manager de projet, ainsi que du travail d'un superviseur de terrain, se concentre sur l'investissement efficace des ressources pour atteindre les objectifs du projet.

---

<sup>1</sup>ISO. Norme internationale ISO 10006 - *Systèmes de management de la qualité - Lignes directrices pour le management de la qualité dans les projets*. AFNOR, 2003. pp. 19-20.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit.* p. 200.

Lorsqu'on parle de ressources dans le contexte de la construction, on pense généralement à la main-d'œuvre, à l'équipement et aux matériaux. Ce sont fondamentalement des ressources importantes, mais en termes plus larges, ils ne sont que quelques-unes des ressources investies dans le projet. Dans le contexte plus large, une ressource peut être considérée comme tout ce qui ajoute de la valeur au projet. Certes, la main-d'œuvre, l'équipement et les matériaux répondent à cette définition de ressource. Cependant, le manager du projet doit penser en dehors des limites étroites de ces trois grandes ressources pour rechercher d'autres ressources qui peuvent être gérées au bénéfice du projet. Le temps est une ressource qui est si importante. L'argent est une autre ressource très importante. En plus de ce que nous comprenons normalement que la main-d'œuvre signifie, c'est-à-dire les artisans qui font réellement le travail sur le projet, il y a beaucoup d'autres personnes qui ajoutent de la valeur au projet.

L'achèvement d'un projet de construction à une efficacité maximale de temps et de coûts nécessite une planification judicieuse et une allocation des ressources primaires de la main-d'œuvre, du matériel et des matériaux. L'offre et la disponibilité de ces ressources peuvent rarement être prises en compte en raison des pénuries saisonnières, des conflits du travail, des pannes d'équipement, des demandes concurrentes, des livraisons retardées et une foule d'incertitudes associées.

L'objectif fondamental du management des ressources est de fournir et de soutenir les opérations sur le terrain afin que les objectifs de temps établis puissent être atteints et que les coûts puissent être maintenus dans le budget de la construction. Les superviseurs de terrain peuvent atteindre des taux de production favorables et tirer le meilleur parti de leurs travailleurs et de leur équipement que lorsque les moyens requis sont optimisés.

Il incombe au manager de projet d'identifier et de planifier les futurs besoins d'emploi afin que l'utilisation la plus efficace soit faite des ressources disponibles. Des dispositions doivent être prises lors de leur arrivée en temps

opportun, avec des mesures de suivi régulières prises pour que les dates de livraison promises soient conservées.

La planification et l'affectation des travailleurs, du matériel et des matériaux sont interdépendantes. Il est important de se rappeler qu'une action qui affecte l'une affecte souvent les autres d'une manière ou d'une autre.<sup>1</sup>

D'une manière générale, Les processus relatifs aux ressources ont pour objectif de prévoir et de maîtriser les ressources. Ils contribuent à identifier l'ensemble des problèmes qui peuvent se présenter en matière de ressources. Les équipements, installations, finances, informations, matériels, logiciels, personnel, services et espace constituent des exemples de ressources.

Les processus relatifs aux ressources selon ISO 10006 sont :

- La planification des ressources : il convient d'identifier les ressources nécessaires pour réaliser le projet. Les plans de ressources indiquent généralement quelles ressources sont nécessaires au projet et le moment où elles le seront, conformément au planning du projet. Il est recommandé que les plans indiquent la manière dont les ressources seront obtenues et allouées, leur origine, et, si applicable, les méthodes permettant d'affecter les ressources excédentaires ;
- La maîtrise des ressources : il convient de réaliser des revues afin de s'assurer de la disponibilité de ressources suffisantes pour répondre aux objectifs du projet.<sup>2</sup>

### **3. Ordonnancement :**

Muller<sup>3</sup> dit : « *Nous ne possédons qu'un seul verbe, planifier, là où les anglo-saxons en possèdent deux très différents :*

- *To plan qui signifie prévoir ;*
- *To schedule qui signifie littéralement « échelonner » ou positionner dans le temps qui correspondent aux deux phases de la planification. »*

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, and al. *Op.cit. pp. 191-193.*

<sup>2</sup>ISO. *Norme internationale ISO 10006 Op.cit. p. 11.*

<sup>3</sup>MULLER, Jean-Louis. *Op.cit. p. 44.*

La planification comporte deux notions relatives : planning – correspondant à l'identification des tâches et l'établissement d'une logique d'enchaînement ; et scheduling – correspondant à l'attribution de dates pour chacune des tâches identifiées.<sup>1</sup>

En d'autres termes, le scheduling est un sous-ensemble du management des délais qui inclut l'identification des tâches, leurs liaisons, leurs durées, l'affectation des ressources, la modélisation (sous forme de planning), l'optimisation, voire la replanification, en vue d'atteindre l'objectif de délai du projet.<sup>2</sup>

On peut dire que la planification n'est pas l'ordonnancement. La planification consiste à déterminer logiquement l'ensemble des tâches à effectuer au cours d'un projet. L'ordonnancement est le processus de définition de la tranche de temps durant laquelle chaque tâche sera exécutée, déterminant par-là les dates de départ et d'achèvement du projet.

On peut dire aussi que :

- La planification définit le « quoi », ce qui doit être fait ;
- L'ordonnancement indique le « quand » il faut le faire ;
- La gestion des ressources décrit le « comment » le travail doit se faire.<sup>3</sup>

La planification de projet consiste à identifier toutes les activités nécessaires pour réussir le projet. L'ordonnancement du projet consiste à déterminer l'ordre séquentiel des activités planifiées, à affecter des durées réalistes à chaque activité et à déterminer les dates de début et de fin de chaque activité.

Ainsi, la planification du projet est une condition préalable à l'ordonnancement du projet car il n'existe aucun moyen de déterminer la séquence ou les dates de début et de fin des activités jusqu'à ce qu'elles soient identifiées.

---

<sup>1</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op.cit.* p. 31.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit.* p. 200.

<sup>3</sup>MINYEM, Henri Georges. *Op.cit.* p. 123.

Cependant, les termes de planification et ordonnancement du projet sont souvent utilisés de façon synonyme parce que la planification et l'ordonnancement sont exécutés de manière interactive.

Par exemple, une liste spécifique d'activités peut être planifiée et programmée pour un projet. Ensuite, après la revue de l'échéancier, on peut décider que des activités supplémentaires devraient être ajoutées ou que certaines activités devraient être réarrangées afin d'obtenir le meilleur échéancier des événements pour le projet.

La planification est plus difficile à accomplir que l'ordonnancement. Le véritable test du planificateur / ordonnanceur de projet est sa capacité à identifier tout le travail requis pour compléter le projet.

La planification est la première étape pour l'ordonnancement du projet. La planification est un processus et pas une activité discrète. La planification devrait clairement identifier le travail requis par chaque individu et l'interface du travail entre les individus. Il devrait également inclure un délai raisonnable pour l'échange d'informations entre les participants au projet, y compris le délai pour les revues et les approbations.<sup>1</sup>

Un plan peut être considéré comme la liste ou l'affichage visuel qui résulte lorsque toutes les activités du projet ont été soumises à l'estimation, au séquençage logique, au timing cible et à la détermination des priorités. Un échéancier est obtenu en effectuant des travaux supplémentaires sur le plan initial, de sorte que les ressources nécessaires pour mener à bien toutes les activités du projet qui sont prises en compte.<sup>2</sup>

#### **4. Techniques et méthodes de planification :**

La méthode de planification consiste à représenter, sous forme d'un graphe, les tâches d'un projet et leurs liaisons. Ces méthodes permettent de déterminer les dates au plus tôt et les dates au plus tard des tâches du projet, à partir de leurs durées élémentaires et des liaisons entre les tâches. Il existe un certain nombre de méthodes de planification dont les fondements théoriques sont identiques (théorie

---

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.cit.* pp. 139-140.

<sup>2</sup>LOCK, Dennis. *Project Management*. Ashgate Publishing Limited, 2007. p. 81.

des graphes), mais qui se différencient essentiellement par leur représentation graphique et leurs types de liaisons entre tâches ou évènements.<sup>1</sup>

Donc la théorie de graphe est utilisée comme support de la plupart des méthodes de planification de projet, et un graphe est utilisé pour représenter les tâches et les liens de précedence entre les tâches de projet.

En général, le but de ces méthodes dans le cas de la planification de projet est de :

- Présenter concrètement les objets planifiés (tâches, activités, choix, intervalles,...), ainsi que les contraintes de précedence, les orientations possibles aux différents points de décision,...
- Calculer/optimiser les paramètres de durée, coût et marges de tâches.<sup>2</sup>

Pour planifier des tâches, l'on passe communément par plusieurs phases nécessaires à la représentation réaliste du projet :

- Analyse quantitative du projet ;
- Estimation de la durée des activités ;
- Estimation des délais ;
- Représentations graphiques ;
- Optimisation du délai.<sup>3</sup>

En planification de projet, selon l'auteur, deux approches de représentation des tâches/activités sont possibles :

- L'approche potentiel-tâches : les tâches sont représentées par des sommets et les relations de précedence par des arcs orientés ;
- L'approche potentiel-étapes : tout comme dans le graphe potentiel-tâches, le graphe potentiel-étapes commence par une étape de début de projet et se termine par une étape de fin de projet.

Par contre Bakir propose une analyse bibliographique des méthodes de planification de projet de 1958 (année de développement des méthodes PERT/CPM/MPM) à 2003. Chaque analyse permet de distinguer deux principaux groupes d'approches :

---

<sup>1</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit.* p. 167.

<sup>2</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op.cit.* p. 32.

<sup>3</sup>MINYEM, Henri Georges. *Op.cit.* p. 124.

- Les réseaux d'activités déterministes : PERT, CPM, GANTT, MPM, PDM,...
- Les réseaux d'activités généralisés : GAN, GERT, Q-GERT, CAAN, GANN,...<sup>1</sup>

D'après Muller<sup>2</sup>, il n'y a fondamentalement qu'une seule méthode de planification, c'est celle qui constitue la réponse à la question : quelles sont les clés d'une bonne planification ?

En revanche, il existe plusieurs représentations du planning. Parmi les représentations, on distingue deux grandes familles :

- Les représentations en réseaux : PERT, MPM, PDM,...
- Les diagrammes à échelles de temps : GANTT, GANTT fléché, PERL, chemin de fer,...

La technique utilisée pour la planification du projet varie en fonction de la taille, de la complexité, de la durée, du personnel et des exigences du propriétaire.

Le chef de projet doit choisir une technique de planification simple à utiliser et facilement interprétée par tous les participants au projet.

Pour cela, les principes clés pour la planification et l'ordonnancement sont :

- Commencer à planifier avant de commencer le travail, plutôt qu'après le début des travaux ;
- Impliquer les personnes qui feront le travail dans le processus de planification et d'ordonnancement ;
- Inclure tous les aspects du projet : portée, budget, calendrier et qualité ;
- Renforcer la flexibilité dans le plan, inclure l'allocation pour les changements et les délais pour les examens et les approbations ;
- Se rappeler que le calendrier est le plan pour faire le travail, et il ne sera jamais exactement correct ;
- Garder le plan simple, éliminer les détails non pertinents qui empêchent le programme d'être lisible ;

---

<sup>1</sup>NGUYEN, Trong Hung. *Op.cit.* pp. 32-33.

<sup>2</sup>MULLER, Jean-Louis. *Op.cit.* p. 45.

- Communiquer le plan à toutes les parties car tout plan ne sert à rien que s'il est connu.<sup>1</sup>
- Pour cela, on va citer les méthodes les plus utilisées en planification de projet :

**a. Méthode PERT (Program of Evaluation and Review Technique Method):**

Méthode de planification faisant partie des méthodes dites « potentiel-étapes », qui permet de visualiser la séquence dans laquelle les tâches d'un projet doivent être réalisées. Elle a été créée en 1957 par la Missiles Systems Division de Lockheed Aircraft Company et le cabinet de consultants Booz, Allen et Hamilton pour contrôler l'avancement du projet d'étude et de fabrication des fusées POLARIS de l'US Navy. Elle s'attache essentiellement à mettre graphiquement en évidence les liaisons qui existent entre les tâches. Elle n'utilise que des liaisons de type fin-début, exprimées implicitement dans des étapes, et représentées graphiquement par un diagramme fléché. Chaque tâche est représentée par une flèche dont la longueur n'a pas de signification. Cette flèche indique le sens de déroulement du travail dans le temps. Chaque tâche a un début et une fin matérialisés par une étape à chaque extrémité de la flèche. Les flèches sont assemblées de manière à montrer les relations d'ordre entre les tâches (la fin de l'une est égale au début de l'autre).<sup>2</sup>

**b. Méthode CPM :** méthode de planification, faisant partie des méthodes dites potentiel-étapes, qui permet de déterminer le degré de flexibilité de l'échéancier du projet (des marges des tâches sur divers chemins du réseau d'un projet, et de déterminer la durée globale minimale du projet. Elle est identique à la méthode PERT quant à la définition et au traitement des graphiques, mais ajoute une relation coût-délais utilisée pour optimiser le coût du projet.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.cit.* pp. 141-143.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit.* p. 172.

<sup>3</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit.* p. 166.

La méthode du chemin critique calcule, pour toutes les activités et sans tenir compte d'aucune limitation de ressource, les dates théoriques de début et de fin au plus tôt et au plus tard. Ces dates résultantes ne constituent pas nécessairement l'échéancier du projet ; elles indiquent plutôt les intervalles de temps pendant lesquels l'activité peut être prévue, compte tenu de la durée de l'activité, des liens logiques, des décalages avec avance et avec retard, et des contraintes connues.<sup>1</sup>

- c. Méthode de la chaîne critique :** méthode de planification permettant de définir la chaîne critique. Cette méthode permet de gérer un projet en y intégrant, non seulement les aspects méthodologiques, mais également le facteur humain, et permettant de terminer le projet dans des délais significativement plus courts qu'avec celle du chemin critique.<sup>2</sup>

La chaîne critique permet de modifier l'échéancier du projet pour tenir compte de ressources limitées. Au début, le diagramme du réseau est établi à partir d'estimations de la durée, avec les dépendances requises et les contraintes définies en données d'entrée. Le chemin critique est ensuite calculé, et une fois identifié, la disponibilité des ressources est entrée et l'échéancier à ressources limitées qui en résulte est déterminé. L'échéancier ainsi obtenu présente souvent un chemin critique modifié.<sup>3</sup>

- d. Méthode des potentiels métra MPM :** méthode de planification, faisant partie des méthodes dites potentiel-tâches, qui permet de visualiser la séquence dans laquelle les tâches d'un projet doivent être réalisées.<sup>4</sup>

En France, en 1958 Bernard Roy met au point la méthode MPM. Celle-ci sera utilisée pour la construction des centrales nucléaires et du paquebot « France ». Il s'agit, comme on a déjà cité, d'une méthode potentiel-tâches ou AON (Activity On Noddles). La méthode MPM est d'utilisation plus aisée que PERT car très intuitive et ne nécessitant pas le recours aux tâches fictives.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup>INSTITUTE, *Project Management. Op.cit. p. 128.*

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit. p. 167.*

<sup>3</sup>INSTITUTE, *Project Management. Op.cit. p. 130.*

<sup>4</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit. p. 169.*

<sup>5</sup>ESTÈVE, Michel. *Comprendre la planification de projet. Innovation, 2011. p. 40.*

L'avantage de ce type de représentation vient du fait que toutes les informations concernant une étape sont rassemblées dans un seul nœud. Dans le réseau d'activités MPM, les informations suivantes doivent être disponibles pour chaque étape :

- Désignation de l'étape ou de l'unité de travail ;
- Durée ;
- Date de début au plus tôt ;
- Date de début au plus tard ;
- Date de fin au plus tôt ;
- Date de fin au plus tard.

Ces dates sont généralement indiquées en jours et inscrites dans les nœuds du plan de déroulement.<sup>1</sup>

**e. Diagramme de Gantt :** En plus, le diagramme de Gantt est une représentation graphique la plus courante des tâches d'un projet, où les tâches sont représentées sur une échelle de temps par des barres horizontales dont la longueur est proportionnelle à leur durée. Il permet de représenter graphiquement l'avancement du projet. C'est également un bon outil de communication entre les différents acteurs d'un projet. En revanche, cette représentation ne permet pas de visualiser la logique d'enchaînement des tâches. Cette représentation graphique, appelée communément « diagramme à barres », a été mise au point par H.L. Gantt en 1917 pour répondre aux problèmes d'ordonnement en ateliers spécialisés. Elle est encore aujourd'hui la représentation la plus utilisée. Ce type de diagramme met parfois en évidence les liaisons entre les tâches. On parle alors de diagramme de Gantt fléché. Ce diagramme permet de représenter les différents niveaux de tâches : des macro-tâches jusqu'aux tâches élémentaires.<sup>2</sup>

Les diagrammes de Gantt sont d'excellentes aides visuelles et leur efficacité peut être améliorée par l'utilisation de différentes couleurs. Les diagrammes

---

<sup>1</sup>FÜHRER Andreas, ZÜGER Rita-Maria. *Op. cit.* p. 63.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.cit.* p. 80.

de Gantt sont utiles pour la planification des ressources très simple parce que le montant de tout type particulier de ressources nécessaires dans une période de temps donnée peut être calculé en additionnant le nombre de fois que les tâches qui ont besoin de cette ressource apparaissent dans chaque colonne de période.

Cependant, les graphiques de Gantt ne permettent pas clairement de montrer toutes les interdépendances complexes qui existent entre les différentes tâches de la plupart des projets. Sauf que tous les programmes informatiques de management de projet compétents peuvent convertir des diagrammes de réseau de chemin critique dans les diagrammes de Gantt, en option, en montrant toutes les dépendances inter-tâches complexes.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>LOCK, Dennis. *Op.cit.* p. 187.

**Conclusion :**

Nous avons pu voir dans ce premier chapitre comment, grâce aux divers travaux entrepris dans ce domaine, le management de projet permet de planifier, structurer, visualiser les différentes étapes du projet pour arriver avec succès à sa finalité.

L'évolution de la concurrence incite les entreprises à rentrer dans cette logique et oriente le management de projet vers l'amont du processus de développement.

Pour autant, on a clarifié l'efficacité du recours au management de projet pour une meilleure configuration organisationnelle spécifique compte tenu de la diversité des ressources nécessaires au projet.

---

**Chapitre 2**  
**Outils et Techniques**  
**d'Ordonnement**

---

**Introduction :**

Le succès des managers sera facilité par leur capacité à développer un système d'information et de contrôle entièrement intégré pour planifier, instruire, surveiller et contrôler de grandes quantités de données, rapidement et précisément pour faciliter la résolution de problèmes et le processus de prise de décision.

Pour atteindre ces objectifs, le chef de projet a besoin d'une boîte à outils complète - comme un plombier travaille avec un sac d'outils, le chef de projet travaille avec un ordinateur qui produit des organigrammes, des structures de répartition du travail, des graphiques à barres, des histogrammes de ressources et des états de flux de trésorerie<sup>1</sup>.

La gestion de projet est une tentative d'améliorer l'efficacité et l'efficacité dans l'utilisation des ressources en faisant en sorte que le travail circule de façon multi directionnellement à travers une organisation.

Dans ce chapitre, on va exposer les organigrammes des tâches, les différents outils, méthodes et techniques utilisés dans ce sens. Cette panoplie est très variée et diverse, on va se contenter des plus importants et qui vont être utilisés dans la partie pratique.

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Project Management: Planning and Control Techniques*. 4th ed. Wiley, 2003. p.1.

---

---

## Section 1: WBS (Work Breakdown Structure)

**1. Dimensions du projet :** Un projet typique a de nombreuses dimensions. Les principales sont les suivantes :

- la dimension organisationnelle, c'est-à-dire la façon dont les différentes personnes et fonctions sont regroupées et réparties ;
- la dimension travail - dont la compréhension commence par la définition du projet, puis se poursuit par l'énumération des tâches et se termine par la définition de la structure de répartition du travail ;
- la dimension des coûts - c'est-à-dire les coûts estimés et réels de l'ensemble du travail, à la fois par les tâches individuelles et collectives ;
- la dimension temporelle ;
- la dimension des ressources - qui est une vue plus détaillée des compétences personnelles et des ressources matérielles (y compris l'argent) sans lesquelles aucun projet ne peut être réalisé.

Aucune de ces dimensions n'existe en soi et toutes sont inter reliées de diverses manières, à la fois au sein du projet et avec les procédures générales de gestion et de comptabilité de l'entreprise<sup>1</sup>.

### 2. Concept d'un organigramme :

Un organigramme est une représentation schématique de l'organisation d'un système, d'un projet, d'une société, etc., faisant apparaître les relations entre ses éléments, comme la hiérarchie des responsabilités et les liaisons de contrôle<sup>2</sup>.

Entre autres, un organigramme est une représentation formelle de la répartition de l'autorité et des responsabilités dans l'entreprise. Il formalise les relations hiérarchiques au sein de l'entreprise et identifie les unités de travail ainsi que leurs missions principales. Cette méthode permet notamment de représenter les relations entre individus par rapport à des métiers et fonctions pour atteindre un ou plusieurs objectifs communs, afin d'optimiser la définition des tâches et responsabilités.

---

<sup>1</sup>LOCK, Dennis. *Project Management*. Ashgate Publishing Limited, 1 novembre 2007. p.179.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Dictionnaire de management de projet*. AFNOR, 2010. p.186.

---

L'organigramme sert à définir des relations hiérarchiques (degré des pouvoirs) et fonctionnelles (par métier) ou décrire un processus de résolution d'une problématique comme la gestion d'un projet<sup>1</sup>.

### 3. Concept du WBS (Work Breakdown Structure):

En fait, la gestion de projet repose sur une modélisation de la réalité permettant d'appréhender l'objet complexe et impalpable que représente le projet. Une modélisation réaliste permet indirectement de détecter d'où proviennent les problèmes et, par conséquent, de mettre en place les plans d'action adaptés pour les corriger. Elle permet également de connaître le degré d'avancement du projet au niveau souhaité et surtout de faire des prévisions<sup>2</sup>.

La structure de découpage du projet est le support de cette modélisation. Différentes structures sont à créer pour aboutir à la structure finale d'accueil de l'information du travail. La structure clé à partir de laquelle il est possible de gérer le projet est le WBS (Work Breakdown Structure.

C'est, d'une part, une structure arborescence permettant de décomposer le projet en éléments simples et gérables, et, d'autre part permettant d'identifier l'ensemble des travaux à effectuer pour réaliser le projet<sup>3</sup>.

- a. **WBS :** C'est Un organigramme des tâches est une décomposition ordonnée et exhaustive de l'ensemble du projet qui sert à analyser les tâches et les moyens nécessaires pour réaliser les produits ou services prévus<sup>4</sup>.

Le WBS a d'abord été élaborée dans les années 1960 dans le cadre des efforts visant à améliorer la définition des projets et il est rapidement devenu l'épine dorsale du système de planification et de contrôle. Le WBS est un excellent outil pour quantifier l'étendue des travaux sous forme de liste de lots de travaux et un outil essentiel pour s'assurer que l'estimation ou le devis comprend l'ensemble des travaux.

---

<sup>1</sup>MEIER, Olivier. *Dico du manager : 500 clés pour comprendre et agir*. Paris : Dunod, 8 juillet 2009. p.147.

<sup>2</sup>MOINE, Jean-Yves. *Le grand livre de la gestion de projet*. Afnor, 2013. p.55.

<sup>3</sup>Ibid. p.55.

<sup>4</sup>MEIER, Olivier. *Op.Cit.* p.147.

Le WBS peut également être considéré comme une forme hiérarchique de carte conceptuelle qui aide à décomposer la complexité en composantes simples et gérables<sup>1</sup>.

Le Work breakdown structure (WBS) est une représentation graphique de la structure de décomposition du projet en tâches. C'est un outil essentiel de management de projet, qui permet de construire le programme de réalisation, le planning, le budget, etc. La construction du WBS résulte le plus souvent d'un processus itératif<sup>2</sup>.

Pour cette raison, l'élaboration du WBS est un processus continu qui commence lorsque le projet est attribué pour la première fois au chef de projet et se poursuit jusqu'à ce que tous les lots de travaux aient été définis. Le chef de projet lance le processus de développement du WBS en identifiant les principaux domaines du projet.

Au fur et à mesure que les membres de l'équipe de projet définissent plus en détail le travail à effectuer, le WBS est ajusté en conséquence. Ainsi, le WBS est utilisé du début à la fin du projet pour la planification et le contrôle.

C'est un moyen efficace de définir l'ensemble du projet, par parties, et de fournir des canaux de communication efficaces pour l'échange des informations nécessaires à la gestion du projet<sup>3</sup>.

Turner définit le WBS comme : « Une cascade de produits livrables, dans laquelle le produit ou l'objectif global du projet est divisé en sous-produits, assemblages et composants ».

Les principales composantes du WBS sont les suivantes :

- Structure ;
- Méthodes de subdivision ;
- Système de numérotation ou de codage ;
- Niveau de détail ;
- Nombre de niveaux du WBS ;

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.* p.115.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.* p.186.

<sup>3</sup>OBERLENDER, Garold D. *Project management for engineering and construction. 2. ed. Boston, Mass. : McGraw-Hill, 2000. p.106.*

- Récapitulation ;
- Intégration de la WBS/OBS pour assigner les responsabilités<sup>1</sup>.

### **b. Méthodes de subdivision et niveaux du WBS :**

Un organigramme technique de projet est une arborescence logique et hiérarchique de toutes les tâches nécessaires à la réalisation d'un projet. Le sommet de l'arbre est le projet lui-même. La couche ou le niveau suivant contient les principaux « lots de travaux ». Les niveaux inférieurs deviennent de plus en plus détaillés jusqu'à ce que le niveau inférieur soit atteint et affiche toutes les plus petites tâches quotidiennes ou composantes du projet<sup>2</sup>.

Pour les projets de toutes tailles, grands ou petits, il est nécessaire d'élaborer une structure d'organisation du travail (WBS) bien définie qui divise le projet en parties identifiables qui peuvent être gérées. Le concept du WBS est simple : pour gérer un projet entier, il faut gérer et contrôler chacune de ses parties. Le WBS est la pierre angulaire du plan de travail du projet. Il définit le travail à effectuer, détermine l'expertise nécessaire, aide à la sélection de l'équipe de projet et établit une base pour la planification et le contrôle du projet<sup>3</sup>.

Pour cela, le processus de découpage ou de segmentation du projet doit assurer sept fonctions fondamentales :

- Il assure la cohérence coûts-délais-performances ;
- Il permet d'avoir une définition exhaustive d'un projet ;
- Il va constituer le squelette logique du système d'information du projet (dépenses, planning, gestion de configuration...) ;
- Il permet de résumer et synthétiser des informations par niveau d'intérêt et de délégation (support de la codification) ;
- Il sert de base à l'organigramme fonctionnel pour l'allocation des lots de travaux ainsi qu'à l'élaboration de la charte de responsabilité (il distribue donc précisément les responsabilités) ;

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory, *Op.Cit.* p.115.

<sup>2</sup>LOCK, Dennis. *Op.Cit.* p.165.

<sup>3</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.Cit.* p.106.

- Le choix du niveau de découpage est une question de bon sens. Il faut gérer des paquets simples mais visibles, compréhensibles. L'unité élémentaire de gestion et base de la délégation de responsabilité est le lot de travaux ;
- Il ne peut y avoir de " base de données ", donc de capitalisation de l'expérience et du savoir-faire sans organigramme technique<sup>1</sup>.

La logique de décomposition du WBS varie également d'un projet à l'autre.

Les formes les plus courantes de décomposition du WBS sont les suivantes :

- Fonction ;
- Rôle ;
- Méthode ;
- Produits livrables (composantes)<sup>2</sup>.

Le but de l'organigramme technique de projet (WBS) est de subdiviser la portée des travaux en lots de travaux gérables qui peuvent être estimés, planifiés et assignés à un responsable ou à un département pour être achevés. La répartition devrait regrouper des travaux similaires afin d'améliorer l'efficacité productive, la méthode construite et la stratégie exécutive<sup>3</sup>.

Le choix des tâches incorporées dans la structure de répartition du travail (WBS) est mieux fait par l'équipe de projet en s'appuyant sur leur expérience combinée ou en participant à une session de brainstorming.

C'est pour cette raison, le WBS est le point de départ logique des réseaux de planification ultérieurs. Un autre avantage est qu'une allocation des coûts peut être affectée à chaque tâche dans le WBS et, si nécessaire, un facteur de risque peut être ajouté. Cela permettra de calculer le coût total du projet et de créer un registre des risques en vue d'une évaluation ultérieure plus rigoureuse des risques.

---

<sup>1</sup>LADOUANI, Abdelkrim. Norme : ISO.21500 - Lignes directrices sur le management de projet. 16 novembre 2014. pp.78-79.

<sup>2</sup>NORMAN, Eric S., & al . Work Breakdown Structures: The Foundation for Project Management Excellence. John Wiley & Sons, 23 septembre 2010. p.29.

<sup>3</sup>BURKE, Rory. Op.Cit. p.115.

---

L'objectif de tout cela est de pouvoir contrôler le projet en allouant des ressources (humaines, matérielles et financières) et en donnant des contraintes de temps à chaque tâche<sup>1</sup>.

Dès que le contenu et les livrables sont déterminés, l'ensemble du projet peut être successivement divisé en éléments de travail, ou sous-ensembles, de plus en plus petits. Le résultat de ce processus hiérarchique porte le nom de structure de découpage du projet (SDP). Il s'agit en quelque sorte d'un plan détaillé du projet qui permet au gestionnaire de s'assurer que tous les éléments de travail sont bien définis. La SDP donne également un aperçu des niveaux de détails<sup>2</sup>.

Une fois la portée et les produits livrables identifiés, le travail du projet peut être successivement subdivisé en éléments de travail de plus en plus petits. Le résultat de ce processus hiérarchique est appelé organigramme technique de projet (WBS). La WBS est une carte du projet. L'utilisation du WBS permet d'assurer aux chefs de projet que tous les produits et éléments de travail sont identifiés, à intégrer le projet à l'organisation actuelle et à établir une base pour le contrôle. Fondamentalement, le WBS est un aperçu du projet avec différents niveaux de détail<sup>3</sup>.

La première étape de la création d'un WBS consiste à diviser l'ensemble du projet en catégories principales. Ces principales catégories sont ensuite divisées en sous-catégories qui, à leur tour, sont subdivisées, et ainsi de suite. Cette répartition niveau par niveau se poursuit, de sorte que la portée et la complexité des éléments de travail sont réduites à chaque niveau de répartition. L'objectif de la procédure est de réduire le projet en éléments de travail qui sont si clairement définis qu'ils peuvent, individuellement, être budgétisés, ordonnancés et contrôlés avec précision.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup>LESTER, Albert. *Project Management, Planning and Control: Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects to PMI, APM and BSI Standards*. Butterworth-Heinemann, 16.09.2013. p.40.

<sup>2</sup>LARSON, Erik W. & al. *Management de projet - 2e édition*. 2e édition. Paris : Dunod, 2 juillet 2014. p.118.

<sup>3</sup>Ibid. p.108.

<sup>4</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Project management for business, engineering, and technology : principles and practice*. 3rd ed. [S. l.] : Elsevier Butterworth Heinemann, 2008, p. 164.

---

Un WBS typique peut comprendre les quatre niveaux suivants (le nombre de niveaux varie, de même que le nom de la description de l'élément à chaque niveau ; différentes méthodologies de projet utilisent des termes différents)<sup>1</sup>.

Les niveaux supérieurs du WBS reflètent généralement les principaux domaines de travail livrables du projet, décomposés en groupes logiques de travail. Le contenu des niveaux supérieurs peut varier en fonction du type de projet et de l'industrie concernés. Les éléments du WBS inférieurs fournissent les détails et l'orientation appropriés pour le soutien des processus de management de projet, comme l'élaboration du calendrier, l'estimation des coûts, l'affectation des ressources et l'évaluation des risques<sup>2</sup>.

Un WBS est une représentation graphique du projet qui montre la division du travail dans un système à plusieurs niveaux.

Le projet est ensuite décomposé de façon à ce que les composantes à chaque niveau soient des sous-ensembles du niveau supérieur suivant. Le nombre de niveaux d'un WBS varie en fonction de la taille et de la complexité du projet. La plus petite unité du WBS est un lot de travaux. Un lot de travaux doit être défini avec suffisamment de détails pour que les travaux puissent être mesurés, budgétés, planifiés et contrôlés<sup>3</sup>.

L'élaboration du WBS peut être décrite comme un processus de décomposition qui aboutit à un niveau de détail qui saisit avec précision toute la portée du projet tout en fournissant un niveau de détail approprié pour des communications, une gestion et un contrôle efficaces. Le niveau de détail dépend des besoins du projet, le chef de projet s'efforçant de trouver le juste équilibre entre la complexité, les communications, les risques et le besoin de contrôle<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* p.164.

<sup>2</sup> NORMAN, Eric S. & al. *Op.Cit.* p.12.

<sup>3</sup> OBERLENDER, *Op.Cit.* p.106.

<sup>4</sup> NORMAN, Eric S., & al. *Op.Cit.* p.28.

En d'autres termes, la SDP définit tous les éléments du projet selon une structure hiérarchique et établit des liens avec les experts finaux du projet. Il suffit d'imaginer le projet comme un gros lot de travaux, lequel est successivement divisé en lots de travaux plus petits. Cette structure hiérarchique facilite l'évaluation des coûts, du temps et de la performance à tous les niveaux de l'organisation et tout au long du projet<sup>1</sup>.

En résumé, chaque lot de travaux de la SDP permet de :

- Définir le travail (quoi) ;
- Déterminer le temps nécessaire à l'accomplissement d'un lot de travaux (combien de temps) ;
- Dresser un budget ordonnancé pour exécuter un lot de travaux (coûts) ;
- Déterminer les ressources nécessaires à l'exécution d'un lot de travaux (combien) ;
- Désigner un responsable des unités de travail (qui) ;
- Etablir des points de surveillance pour évaluer l'avancement des travaux.

Pour chaque niveau du WBS, l'étendue des travaux est subdivisée en plusieurs lots de travaux, avec une augmentation correspondante du niveau de détail. Pour des raisons pratiques, trois ou quatre niveaux devraient suffire pour atteindre le niveau souhaité de planification et de contrôle, pas plus que cela, et comme une pyramide, la base du WBS commencerait à devenir difficile à manier. Le nombre de niveaux est influencé par :

- Niveau de détail ;
- Niveau de risque ;
- Niveau de contrôle ;
- Précision estimée ;
- Valeur du lot de travaux ;
- Nombre d'heures-personnes du lot de travaux.

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* p.120.

---

De cette façon, le WBS peut effectivement augmenter le nombre de niveaux de découpage, chaque chef de projet se concentrant sur son propre domaine de travail et ses propres responsabilités<sup>1</sup>.

**c. Importance du WBS et intérêt : L'intérêt du découpage :**

- Oblige le management du projet à étudier l'ensemble du projet et imaginer tous les détails du projet ;
- Aide à la mise en place du système d'information du projet ;
- Permet de définir exactement la nature de chaque tâche ou activité ;
- Permet la récapitulation.

Cela nécessite pour son élaboration une bonne connaissance de projets similaires et d'associer toutes personnes impliquées dans le projet<sup>2</sup>.

Le WBS a été utilisé pour ". . . s'assurer que le projet total est entièrement planifié et que tous les plans dérivés contribuent directement aux objectifs souhaités » (NASA, 1962)<sup>3</sup>.

La pratique quotidienne révèle de plus en plus régulièrement que la création d'un WBS pour définir la portée du projet permettra d'assurer la réalisation des objectifs et des résultats du projet.

Le WBS sert également de point de départ pour le management de la portée et fait partie intégrante d'autres processus de management de projet et, par conséquent, des normes selon lesquelles ces processus dépendent explicitement ou implicitement du WBS. Les normes qui tirent avantage du WBS utilisent soit le WBS comme intrant et la Norme de pratique pour l'établissement du calendrier, soit incorporent le WBS comme outil privilégié pour développer la définition du champ d'application.

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.* p.123.

<sup>2</sup>LADOUANI, Abdelkrim. *Op.Cit.* p.79.

<sup>3</sup>NORMAN, Eric S. & al, *Op.Cit.* p.5.

---

Le WBS est une composante fondamentale du management de projet et, à ce titre, il constitue un apport essentiel à d'autres processus du management de projet, comme les définitions d'activités, les diagrammes de réseau du projet, les calendriers des projets et des programmes, les rapports de performance, l'analyse des risques, les outils de contrôle ou l'organisation du projet<sup>1</sup>.

Le WBS définit tous les éléments du projet dans un cadre hiérarchique et établit leurs relations avec les éléments finaux du projet. Cette structure hiérarchique facilite l'évaluation des coûts, du temps et de la performance technique à tous les niveaux de l'organisation pendant toute la durée du projet. Le WBS fournit également à la direction l'information appropriée à chaque niveau. Chaque élément du WBS nécessite une estimation du temps et des coûts. Grâce à ces informations, il est possible de planifier, d'ordonner et de budgétiser le projet. Le WBS sert également de cadre pour le suivi des coûts et du performance au travail<sup>2</sup>.

#### **4. Différents organigrammes en relation avec WBS**

En subdivisant un projet, en fonction des livrables physiques, il est facile d'associer des exigences de performance, de coût et de temps à chaque livrable et d'attribuer la responsabilité pour satisfaire à ces exigences. Cela est nécessaire pour que d'autres parties du plan directeur, y compris le budget et le calendrier du projet, puissent être préparées<sup>3</sup>.

Le WBS sert à relier les unités organisationnelles responsables de l'exécution du travail. En pratique, le résultat de ce processus est l'organigramme de l'organisation (OBS). L'OBS décrit la façon dont l'entreprise s'est organisée pour assumer ses responsabilités professionnelles. L'OBS a pour but de fournir un cadre permettant de récapituler les performances de travail des unités organisationnelles, identifier les unités organisationnelles responsables des lots de travaux et associer l'unité organisationnelle aux comptes de contrôle des coûts.

---

<sup>1</sup> NORMAN, Eric S. & al. *Op.Cit* pp.7-12.

<sup>2</sup> LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* p.109.

<sup>3</sup> NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* p.165.

---

Comme dans le WBS, l'OBS attribue à l'unité organisationnelle inférieure la responsabilité des lots de travaux dans un compte de coûts<sup>1</sup>.

L'un des éléments essentiels de la SDP consiste à définir les unités organisationnelles chargées de l'exécution du travail. Dans la pratique, ce processus consiste en la conception d'un organigramme fonctionnel (OF). L'OF permet de connaître la façon dont l'entreprise a délégué les responsabilités. Les objectifs d'un tel organigramme consistent à résumer les tâches des unités organisationnelles, à indiquer les unités responsables des lots de travaux et à associer chaque unité organisationnelle à un compte collectif de contrôle des coûts<sup>2</sup>.

**a. Le Code PBS (Product Breakdown Structure) :** Le PBS est la déclinaison du projet en une arborescence de produits. Il s'agit de décomposer le projet en produits cohérents du point de vue technologique (techniques et métier), géographique (localisation) et temporel (dates de réalisation).

Le code OBS (Organization Breakdown Structure): C'est l'Organigramme représentant la structure des niveaux de responsabilité de réalisation de l'ensemble des lots de travaux d'un même organigramme des tâches (OT)".

**b. Le Code RBS (Ressources Breakdown Structure) :** C'est le recensement, selon les besoins, des ressources critiques nécessaires au projet. C'est un ensemble d'échéanciers des besoins en ressources critiques.

**c. Le Code CBS (Costing Breakdown Structure) :** C'est le processus d'affectation de coûts aux différentes tâches du WBS et qui aboutit au budget prévisionnel du projet<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* p.113.

<sup>2</sup>*Ibid.* p.122.

<sup>3</sup>LADOUANI, Abdelkrim. *Op.Cit.* p. 79.

---

## Section 2 : Outils et méthodes

**1. Diagramme de réseau :** Un réseau est une représentation graphique d'un plan de projet, montrant les relations réciproques entre les différentes activités. Les réseaux sont également appelés "diagrammes en flèche". Lorsque les résultats des estimations de temps et des calculs soient ajoutés à un réseau, il peut être utilisé comme un calendrier de projet<sup>1</sup>.

Un diagramme pour représenter la relation des activités pour mener à bien le projet. Le réseau peut être dessiné sous forme de "diagramme en flèche" ou de "diagramme de priorité"<sup>2</sup>.

Les réseaux sont particulièrement utiles pour planifier la synchronisation et

L'exécution d'ensembles complexes d'activités interdépendantes de programmes et de projets. Les réseaux aident également le personnel chargé de la conception des projets à identifier les activités critiques.

Un réseau de projet inclut toutes les activités d'un projet liées les unes aux autres. Les activités du projet sont schématisées dans un ordre logique, au fur et à mesure que le projet progresse de son début à sa fin.

Le diagramme de réseau est probablement le moyen le plus efficace de décrire un projet, et le moins utilisé. Il montre les relations logiques (les dépendances entre les différents livrables, activités et tâches). Les diagrammes de réseau peuvent être utilisés pour identifier des points de vérification naturels dans le projet, là où plusieurs liens du réseau se rejoignent. Ils sont essentiels pour calculer l'étendu du projet et déterminer le chemin critique.

Le diagramme de réseau doit être utilisé lorsqu'une séquence complexe d'évènements nécessite d'être clairement montrée. Il est particulièrement utile de la première élaboration du plan, lorsque les dépendances logiques ne sont pas toujours évidentes. C'est également un format utile lors de la planification des

---

<sup>1</sup>MODER, Joseph J. & al. *Project Management With Cpm, Pert and Precedence Diagramming*. Subsequent edition. New York : Van Nostrand Reinhold, 1 juin 1983, pp. 23 -26.

<sup>2</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.Cit.* pp. 143-145.

---

ateliers, pour déterminer des dépendances entre les activités, avant que toute idée de calendrier/durée ait été arrêtée<sup>1</sup>.

Le diagramme de réseau montre la séquence des activités où ces relations logiques peuvent être obligatoires ou facultatives. Les dépendances obligatoires ou rigides sont des limitations de la méthode de construction. Par exemple, sur un projet de construction, les fondations doivent être construites avant la construction des murs et du toit, tandis que la planification des travaux électriques avant les travaux de plomberie est discrétionnaire. Avant de pouvoir dessiner le diagramme de réseau, on doit définir les relations logiques entre toutes les activités. Il existe deux relations de base :<sup>2</sup>

- Activités en série ;
- Activités en parallèle.

Le réseau de projet est l'outil utilisé pour planifier, ordonnancer et surveiller l'avancement du projet. Le réseau est développé à partir des informations collectées pour la WBS et constitue un organigramme graphique du plan de travail du projet. Le réseau décrit les activités du projet qui doivent être terminées, les séquences logiques, les interdépendances des activités à terminer et, dans la plupart des cas, les heures de début et de fin des activités, ainsi que le plus long chemin (s) du réseau : chemin critique. Le réseau constitue le cadre du système d'information de projet qui sera utilisé par les responsables de projet pour prendre des décisions concernant les délais, les coûts et les performances du projet.

Le réseau est facile à comprendre pour les autres utilisateurs, car il présente un affichage graphique du déroulement et de la séquence des travaux effectués dans le projet. Une fois le réseau développé, il est très facile de modifier ou de changer lorsque des événements inattendus se produisent au fur et à mesure de l'avancement du projet.

Le réseau du projet fournit d'autres informations et informations précieuses. Il fournit la base pour l'ordonnancement de la main-d'œuvre et des

---

<sup>1</sup>BUTTRICK, Robert. *Gestion de projets : Le guide exhaustif du management de projets, 4e édition enrichie*. 4<sup>e</sup> éd. Paris : Pearson, 6 September 2012, p. 361.

<sup>2</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.* pp. 132-133.

équipements Il améliore la communication en associant tous les gestionnaires et groupes pour atteindre les objectifs de temps, de coûts et de performance du projet. Le réseau donne les moments où les activités peuvent commencer et se terminer et quand elles peuvent être retardées. Il constitue la base de la budgétisation des flux de trésorerie du projet. Il identifie les activités « critiques » et ne doit donc pas être retardé si le projet doit être achevé comme prévu. Il met en évidence les activités à prendre en compte si le projet doit être compressé pour respecter un délai.

Les praticiens ont souvent déclaré que le réseau de projet représentait les trois quarts du processus de planification. C'est peut-être une exagération, mais cela montre l'importance perçue du réseau par les responsables de projets sur le terrain<sup>1</sup>.

**a. Du WBS au diagramme de réseau :** La structure de répartition du travail (WBS) fournit une ventilation structurée de la portée du travail en lots de travaux gérables qui peuvent ensuite être développés en une liste d'activités. Le processus suivant consiste à établir une relation logique entre les activités à l'aide d'un diagramme de réseau.

Dans sa forme la plus simple, deux informations seulement sont requises :

- Liste des activités ;
- Contraintes logiques, également appelées liens logiques, dépendances logiques ou relations logiques entre les activités.

Le diagramme de réseau, également appelé méthode du diagramme de précedence (MPD), est un développement du concept d'activité-un-nœud (AON) dans lequel chaque activité est représentée sous la forme d'un nœud ou d'une boîte<sup>2</sup>.

Les réseaux de projets sont développés à partir du WBS. Le réseau de projet est un organigramme visuel de la séquence, des interrelations et des dépendances de toutes les activités à réaliser pour mener à bien le projet.

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* pp. 157-158.

<sup>2</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.*, p. 131.

Une activité est un élément du projet qui prend du temps, par exemple, le travail ou l'attente. Les lots de travaux de la WBS sont utilisés pour créer les activités trouvées dans le réseau du projet. Une activité peut inclure un ou plusieurs lots de travaux.

Les activités sont placées dans un ordre qui permet de mener à bien le projet. Les réseaux sont construits en utilisant des nœuds (boîtes) et des flèches (lignes). Le nœud décrit une activité et la flèche indique la dépendance et le flux de projet.

Les réseaux fournissent le calendrier du projet en identifiant les dépendances, le séquençement et le calendrier des activités, ce que la WBS n'est pas conçue pour faire.

Les principaux intrants permettant de développer un plan de réseau de projet sont des lots de travaux. Un lot de travaux est défini indépendamment des autres, a ses points de départ et d'arrivée définis, nécessite des ressources spécifiques, inclut des spécifications techniques et a un coût estimé pour le lot. Cependant, la dépendance, le séquençement et le calendrier de chacun de ces facteurs ne sont pas inclus dans le package de travail<sup>1</sup>.

**Format du réseau :** Un format de diagramme horizontal est devenu la norme dans l'industrie de la construction. La synthèse générale d'un réseau va du début à la fin, du début du projet à gauche à son achèvement à droite. La relation séquentielle d'une activité à une autre est désignée par les lignes de dépendance qui les séparent. Pour identifier les activités, nous vous recommandons d'écrire la description de chaque activité plutôt que d'utiliser des symboles.

Les réseaux sont beaucoup plus intelligibles et utiles lorsque chaque activité est clairement identifiée sur le diagramme. Dans les cas où les descriptions d'activité deviennent trop longues, certaines informations vitales, telles que le lieu de travail, le type d'opération ou la responsabilité, peuvent être codées dans le numéro d'activité plutôt qu'énoncées explicitement dans la description<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* p. 158.

<sup>2</sup>SEARS, S. Keoki & al. *Construction Project Management. [S. l.] : John Wiley & Sons, 9 janvier 2015, p. 83.*

**Activité** : L'exécution d'une tâche nécessaire à la réalisation du projet, telle que la conception des fondations, la révision de la conception, la passation de marchés en acier ou la formation de poteaux en béton. Une activité nécessite du temps, des coûts, ou à la fois du temps et des coûts<sup>1</sup>.

Une activité est une partie d'un projet qui consomme du temps ou des ressources et dont le début et la fin peuvent être définis. Les activités peuvent inclure du travail, des travaux sur papier, des négociations contractuelles, le fonctionnement de machines, etc. Les termes couramment utilisés comme synonymes « activité » sont « tâche » et « travail ».

Dans le schéma de flèches de la mise en réseau, les activités sont représentées graphiquement par des flèches, généralement avec des descriptions et des estimations de temps écrites le long de la flèche<sup>2</sup>.

Pour le gestionnaire de projet, une activité se définit comme tout élément d'un projet qui requiert du temps. Elle peut ou non nécessiter des ressources, mais elle prend du temps – soit pendant que les employés travaillent, soit pendant qu'ils attendent. En guise d'exemple, notons les périodes d'attente précédant la signature d'un contrat, l'arrivée de matériel, ... En général, une activité représente une ou plusieurs tâches d'un lot de travaux<sup>3</sup>.

**b. Étapes de création d'un diagramme de réseau** : Les huit règles suivantes s'appliquent en général lors du développement d'un réseau de projet :

- Les réseaux circulent généralement de gauche à droite.
- Une activité ne peut commencer tant que toutes les activités liées précédentes ne sont pas terminées.
- Les flèches sur les réseaux indiquent la priorité et le flux. Les flèches peuvent se croiser.
- Chaque activité doit avoir un numéro d'identification unique.
- Un numéro d'identification d'activité doit être supérieur à celui de toutes les activités qui le précèdent.

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.Cit.* pp. 143-145.

<sup>2</sup>MODER, Joseph & al. *Op.Cit.* pp. 23-26.

<sup>3</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.*, p. 177.

- 
- La mise en boucle n'est pas autorisée (en d'autres termes, le recyclage via une série d'activités ne peut avoir lieu).
  - Les instructions conditionnelles ne sont pas autorisées (c'est-à-dire que ce type d'instruction ne doit pas apparaître : en cas de succès, faites quelque chose ; sinon, ne faites rien).
  - L'expérience montre que lorsqu'il existe plusieurs démarrages, un nœud de démarrage commun peut être utilisé pour indiquer un début de projet clair sur le réseau. De même, un seul nœud final de projet peut être utilisé pour indiquer une fin claire<sup>1</sup>.

**c. Les règles fondamentales de l'élaboration des réseaux de projet :** Voici huit règles qui s'appliquent généralement à l'élaboration d'un réseau de projet :

- Le tracé du réseau va généralement de gauche à droite ;
- Une activité ne peut pas commencer tant que toutes les activités précédentes qui y sont liées ne sont pas terminées ;
- Les flèches du réseau indiquent l'antériorité et la progression. Elles peuvent se croiser quoiqu'on doive réduire le nombre de croisement au maximum ;
- Chaque activité doit avoir un numéro d'identification qui lui est propre ;
- Le numéro d'identification d'une activité doit être plus grand que celui de chacune des activités qui la précèdent ;
- Les boucles sont interdites. Autrement dit, on ne peut que repasser une deuxième fois par un ensemble d'activités ;
- Les énoncés conditionnels du type « si cette activité réussit, faire telle chose ; sinon, ne rien faire » sont interdites ;
- L'expérience tend à démontrer que, lorsqu'il y a de nombreuses activités de démarrage en parallèle, on peut se servir d'un nœud de départ commun pour indiquer nettement le commencement du projet dans le réseau. De même, on utilisera un seul nœud final pour indiquer clairement la fin du projet<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* pp. 160-161

<sup>2</sup> *Ibid.* p. 177.

**d. Différentes approches de création d'un diagramme de réseau :**

- **Règles du réseau:** Les quelques règles de mise en réseau basées sur le schéma de flèche peuvent être classées comme étant les règles de base de tous les systèmes de réseau de flèches et imposées par l'utilisation d'ordinateurs ou de méthodes tabulaires de calcul du chemin critique.

Règles de base de la logique de réseau :

Règle 1. Avant de commencer une activité, toutes les activités qui la précèdent doivent être terminées. (Les activités sans prédécesseur s'activent automatiquement lorsque le projet commence.)

Règle 2. Les flèches n'impliquent qu'une priorité logique. Ni la longueur de la flèche ni sa direction "compas" sur le dessin n'ont de signification.

Règles supplémentaires imposées par certains ordinateurs ou méthodes tabulaires :

Règle 3. Les numéros d'événement ne doivent pas être dupliqués dans un réseau.

Règle 4. Deux événements peuvent être directement reliés par au plus une activité.

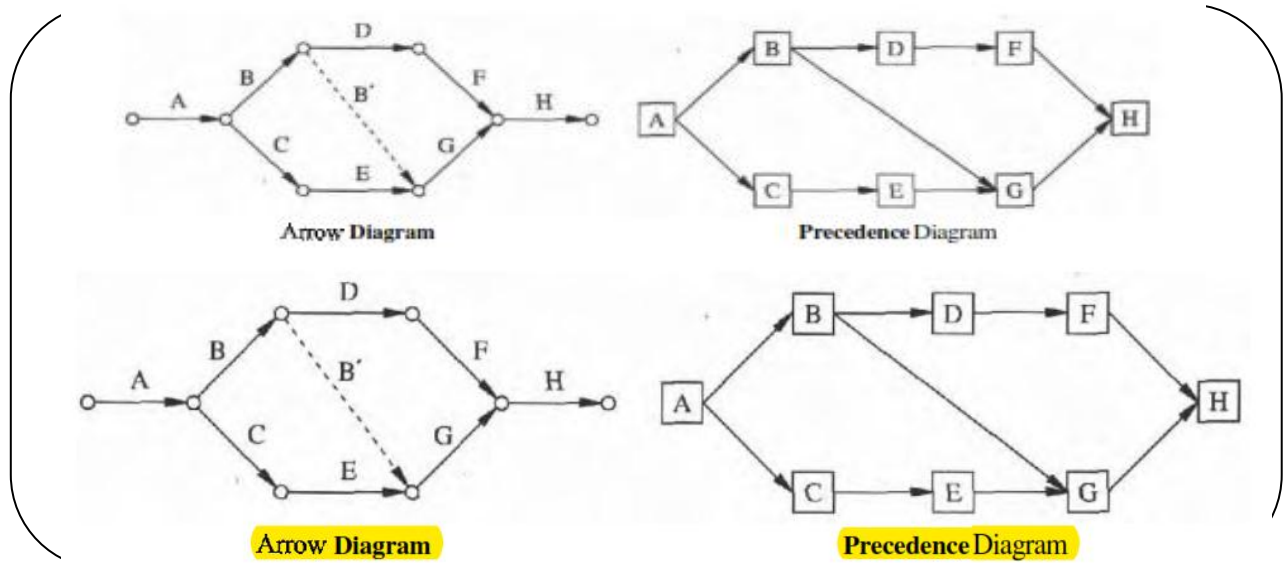
Règle 5. Les réseaux ne peuvent avoir qu'un seul événement initial (sans prédécesseur) et un seul événement terminal (sans successeur)<sup>1</sup>.

- **Deux approches :** Les deux approches utilisées pour développer les réseaux de projets sont appelées activités sur nœud (AON) et activités sur flèche (AOA). Les deux méthodes utilisent deux blocs de construction, la flèche et le nœud. Leurs noms découlent du fait que le premier utilise un nœud pour décrire une activité, tandis que le second utilise une flèche pour décrire une activité.

En pratique, la méthode d'activité sur les nœuds (AON) domine la plupart des projets.<sup>2</sup>

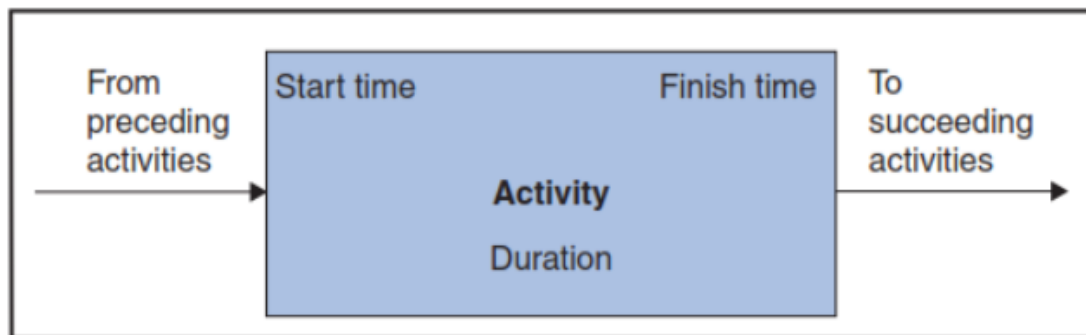
<sup>1</sup>MODER, Joseph J. & al. *Op.Cit.* pp. 23-26.

<sup>2</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* p. 198.

Figure 2.1 : Définitions *Basiques de CPM*

Source : OBERLENDER, Garold D. *Project management for engineering and construction*. 2. ed. Boston, Mass. : McGraw-Hill, 2000. p.145.

Figure 2.2 : Présentation d'une Activité par AON



Source : NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Project management for siman : principles and practice*. 3rd ed. [S. l.] : Elsevier Butterworth Heinemann, 2008. P 198

**Deux méthodes :** Les deux méthodes employées pour élaborer des réseaux de projet sont connues sous les noms de 'méthode des antécédents' – AON – et 'méthode du diagramme fléché' – AOA -. Toutes deux utilisent comme 'matériaux de construction' le nœud et la flèche. Leurs noms proviennent du fait que la première représente chaque activité par un nœud ; la seconde fait appel à une flèche.

En pratique, la méthode des antécédents domine dans presque tous projets<sup>1</sup>.

## 2. Différents systèmes de notation de réseau :

Plusieurs systèmes de réseau ont vu le jour au cours de la seconde moitié du XXe siècle, mais ils s'inscrivent tous dans l'un ou l'autre des deux groupes principaux, déterminés par la méthode de notation utilisée :

- Réseaux d'activité sur flèche (souvent simplement appelés réseaux de flèche) - les noms utilisés dans ce groupe comprennent :
  - ADM (méthode du diagramme en flèche), CPM (méthode du chemin critique) ou CPA (analyse du chemin critique). Ces trois noms sont maintenant synonymes à toutes fins utiles ;
  - PERT (technique d'évaluation et de révision de programme), qui utilise la notation ADM mais avec des prévisions probabilistes pour la durée des tâches (meilleures, pires et les plus probables).
- Réseaux d'activité sur nœud - ceux-ci comprennent :
  - PDM (méthode du diagramme de priorité), qui est de loin le plus couramment utilisé aujourd'hui ;
  - Méthode Roy (nommée d'après son inventeur), également appelée méthode des potentiels (MOM ou MPM). Il s'agit d'un système d'activité précoce sur nœud, très similaire à la notation de priorité, qui est maintenant rarement utilisé (voire jamais) ;
  - Quelques réseaux de flèches très tôt, qui ne sont plus utilisés, qui placent les activités sur les nœuds circulaires au lieu des flèches de liaison<sup>2</sup>.

**a. Les principes de base de la méthode des antécédents :** La grande accessibilité aux ordinateurs personnels et aux programmes graphiques a stimulé l'utilisation de la méthode des antécédents, parfois appelée 'méthode du diagramme des antécédents'. La figure 2.2 illustre quelques utilisations typiques de boîtes pour l'élaboration d'un réseau où chaque activité est représentée par un nœud. Ce nœud peut prendre diverses formes, mais au cours des dernières années

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* p. 176.

<sup>2</sup>LOCK, Dennis. *Op.Cit.* pp. 188-189.

---

celle du rectangle a dominé. Les liens de dépendances entre les activités sont indiqués à l'aide de flèches entre les rectangles. Ces flèches montrent les relations entre les activités et l'ordre hiérarchique dans lequel elles doivent être effectuées. Leur longueur et leur pente sont arbitraires et servent uniquement à faciliter le tracé du réseau. En pratique, les activités ont chacune leur numéro d'identification et leur description.

Trois relations de base doivent être établies pour les activités comprises dans le réseau de projet. On détermine ces relations en répondant aux trois questions suivantes pour chaque activité :

- Quelles activités doivent être exécutées immédiatement avant cette activité ? ces activités sont appelées antécédents ;
- Quelles activités doivent être exécutées immédiatement après cette activité ? ces activités portent le nom de successeurs ;
- Quelles activités doivent être exécutées en même temps que cette activité ? il s'agit alors d'une relation de concomitance ou parallèle<sup>1</sup>.

A ce stade, notre réseau de projet permet la forme d'une carte schématique des activités indiquant leur ordre de succession et leurs liens de dépendance. Cette information est extrêmement utile pour les employés qui gèrent le projet. Toutefois, une estimation de la durée de chaque activité augmentera davantage la valeur de ce réseau. Un plan et un calendrier du projet réalistes exigent des estimations de durée fiables pour chaque activité. L'ajout de ces durées au réseau permet d'évaluer la durée du projet dans son ensemble. A partir de ces estimations, il est possible de déterminer le moment où les activités peuvent ou doivent commencer, quand les ressources doivent être disponibles, les activités qui peuvent être retardées sans problème et le moment où l'ensemble du projet devrait être terminé. Pour établir des estimations de la durée de chaque activité, il faut d'abord évaluer les besoins en ressources, c'est-à-dire en personnel, en équipement et en matériel. Essentiellement, le réseau qui comporte des

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* pp. 178-179.

---

estimations de telles durées relie la planification, l'ordonnement et le contrôle des projets<sup>1</sup>.

**b. Contraintes :** Pour être réaliste, un plan d'emploi doit refléter les contraintes ou les contraintes pratiques d'une sorte ou d'une autre qui s'appliquent à la plupart des activités professionnelles. Ces restrictions découlent d'un certain nombre de considérations pratiques. Les restrictions de la logique de travail elle-même pourraient être appelées contraintes physiques. Le fait de poser des coffrages et de renforcer l'acier d'armature peut être considéré comme une contrainte à la coulée du béton. Ces restrictions normales découlent de l'ordre nécessaire dans lequel les opérations de construction sont physiquement accomplies et font simplement partie de la logique de travail décrite précédemment.

Les limitations pratiques de ce type au début de certaines activités sont appelées contraintes de ressources, ou plus particulièrement, dans ce cas, contraintes de matière. Un autre exemple courant de contrainte d'emploi est la contrainte d'équipement, dans laquelle une activité professionnelle donnée ne peut commencer tant que l'équipement de construction n'est pas disponible.

Il peut parfois y avoir des contraintes de sécurité, en particulier lors du séquençage des opérations structurelles sur des bâtiments à plusieurs étages. La reconnaissance et la prise en compte des contraintes de l'emploi constituent un élément important de la planification de l'emploi.

Certaines contraintes sont présentées comme des activités prenant du temps. Par exemple, la préparation des dessins d'atelier et la fabrication et la livraison du matériel sont des contraintes matérielles qui nécessitent du temps et sont décrites comme des activités sur les réseaux du projet. Les restrictions sont également indiquées sous la forme de dépendances entre les activités. Si la même

---

<sup>1</sup> LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* pp. 180-181.

---

grue est requise pour deux activités, une contrainte d'équipement est imposée en faisant en sorte que le début d'une activité dépende de la finition de l'autre<sup>1</sup>.

**c. Opérations répétitives :** Certains types de projets de construction impliquent une longue série d'opérations répétitives. Les lignes de transport, les autoroutes, les pipelines, les bâtiments de plusieurs étages et les logements résidentiels sont des exemples bien connus d'emplois dans le secteur de la construction qui impliquent plusieurs opérations parallèles. Un exemple de projet de construction civile lourde décrit à la section 2.18 concerne le déplacement de cinq kilomètres de gazoduc. C'est un bon exemple d'une opération de construction qui impliquera des opérations répétitives qui se déroulent simultanément. L'analyse des opérations répétitives conviendrait pour un immeuble de grande hauteur, mais comme notre exemple de construction est à un seul étage, la discussion des opérations répétitives sera laissée au segment pipeline du projet civil lourd<sup>2</sup>.

Pour ce faire, divisez le pipeline en sections répétitives arbitraires mais typiques. La longueur de la section de répétition choisie peut être très variable, en fonction de la longueur du pipeline, du terrain, des dispositions du contrat et d'autres conditions du travail<sup>3</sup>.

Une fois la phase de travail commencée, elle se poursuivra de manière plus ou moins continue jusqu'à son achèvement. Ce type de projet linéaire très répétitif est propice à la représentation dans un graphique de ligne de balance, qui sera présenté dans le chapitre suivant.

**d. Diagramme de GANTT :** Le diagramme de réseau est essentiellement une excroissance du graphique à barres développé par Gantt dans le contexte des besoins militaires de la Première Guerre mondiale. Le graphique à barres est principalement conçu pour contrôler l'élément temporel d'un programme. Le graphique à barres répertorie les principales activités constituant un projet

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki & al. *Op.Cit.* pp. 75-76.

<sup>2</sup>*Ibid.*, p. 88.

<sup>3</sup>*Ibid.*, p. 89.

---

hypothétique, leurs heures de début et de fin planifiées et leur statut actuel. Les étapes suivies pour préparer un graphique à barres sont les suivantes :

- Analysez le projet et spécifiez l'approche de base à utiliser.
- Découpez le projet en un nombre raisonnable d'activités à planifier.
- Estimez le temps requis pour effectuer chaque activité.
- Placez les activités dans l'ordre chronologique, en tenant compte du fait que certaines activités doivent être exécutées de manière séquentielle, tandis que d'autres peuvent être exécutées simultanément.
- Si une date d'achèvement est spécifiée, le diagramme est ajusté jusqu'à ce que cette contrainte soit satisfaite.

Le principal avantage du diagramme à barres est que le plan, la planification et l'avancement du projet peuvent tous être représentés graphiquement ensemble. Malgré cet avantage important, les diagrammes à barres n'ont pas eu beaucoup de succès sur des projets ponctuels à fort contenu technique ou sur des projets de grande envergure. Les raisons en sont les suivantes :

- La planification et la planification sont considérées simultanément.
- La simplicité du diagramme à barres empêche de fournir suffisamment de détails pour permettre une détection rapide des retards d'horaire dans les activités d'une durée relativement longue.
- Le diagramme à barres ne montre pas explicitement les relations de dépendance entre les activités. Il est donc très difficile d'attribuer les effets sur l'achèvement du projet de retards dans l'avancement des activités.
- Le diagramme à barres est essentiellement une procédure manuelle-graphique. Il est difficile à mettre en place et à entretenir pour de grands projets, et il a tendance à devenir rapidement obsolète et à perdre son utilité<sup>1</sup>.

Le graphique de Gantt, (Henry Gantt 1917, assistant de Taylor) est la représentation classique des tâches par des barres sur un calendrier. La longueur de la barre est proportionnelle à la durée de la tâche.

---

<sup>1</sup>MODER, Joseph J. & al. *Op.Cit.* p. 5.

---

L'inconvénient de ce mode de représentation est la difficulté d'exprimer les liaisons entre les tâches de différentes lignes d'un planning et de calculer les marges des tâches<sup>1</sup>.

La technique de planification la plus simple et la plus couramment utilisée est le diagramme de Gantt (ou diagramme à barres), nommé d'après le consultant en gestion Henry L. Gantt (1861-1919).

Le graphique consiste en une échelle horizontale divisée en unités de temps en jours, en semaines ou en mois, et en une échelle verticale indiquant les éléments de travail du projet - tâches, activités ou lots de travaux.

Les heures de début et de fin des colis sont indiquées par le début et la fin de chaque barre.

La préparation du diagramme de Gantt intervient après une analyse WBS et l'identification des lots de travaux ou d'autres tâches. Lors de l'analyse WBS, le responsable fonctionnel, le contractant ou d'autres personnes responsables d'un lot de travaux estiment son temps et ses conditions préalables. Les éléments de travail sont ensuite répertoriés dans l'ordre chronologique, en tenant compte des éléments à compléter avant que d'autres puissent être démarrés. Chaque lot de travaux ou tâche du WBS doit apparaître comme une activité planifiée sur le diagramme de Gantt.

Dans chaque projet, il existe une relation de priorité entre les tâches (certaines tâches doivent être terminées avant de pouvoir en commencer d'autres) et cette relation doit être déterminée avant que les tâches ne puissent être planifiées<sup>2</sup>.

Les caractéristiques positives du diagramme de Gantt peuvent être résumées comme suit :

- La présentation en histogrammes est facile à assimiler et à comprendre.
- Le graphique à barres affiche la progression de l'activité de manière très claire et simple.

---

<sup>1</sup>LADOUANI, Abdelkrim. *Op.Cit.*, pp. 72-73.

<sup>2</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* pp. 177-178.

- Le flotteur d'activité est plus facile à comprendre lorsqu'il est affiché sur un diagramme à barres.
- Un graphique à barres planifié est une condition préalable à la prévision du calendrier des achats, de l'histogramme des ressources et du tableau des flux de trésorerie.
- Le diagramme à barres révisé est un excellent outil de gestion pour la planification et le contrôle.
- Un diagramme à barres peut être utilisé pour communiquer et diffuser des informations sur les horaires.
- Un diagramme à barres est un document clé pour la fonction de prise de décision de gestion.
- Mais le diagramme de Gantt (dans sa forme originale) présente également deux inconvénients principaux :
  - Montrer les interrelations.
  - Prise de décision multiple.

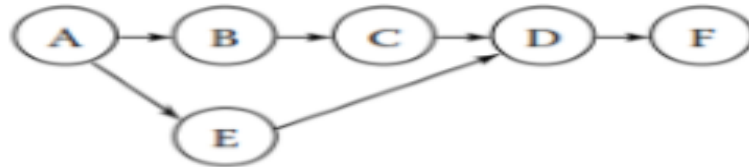
**e. Interrelations :** Le diagramme de Gantt n'indique pas explicitement les séquences et les interrelations entre les activités. Si une activité est accélérée ou retardée, il n'est pas toujours possible de voir l'effet que cela aura sur un autre projet complexe.

### **3. Méthodes :**

**a. The Critical Path Method (CPM) :** La méthode du chemin critique (CPM) a été développée en 1956 par la société Du Pont, avec Remington Rand comme consultant, comme approche déterministe de la planification. La méthode CPM est couramment utilisée dans les secteurs de l'ingénierie et de la construction. Une méthode similaire, la technique d'évaluation et d'examen de programme (PERT), a été mise au point en 1957 par la US Navy, avec Booz, Allen et Hamilton Management Consultants, comme approche probabiliste de la planification. Il est plus couramment utilisé par l'industrie manufacturière ; Cependant, il peut être utilisé pour évaluer les risques de projets très

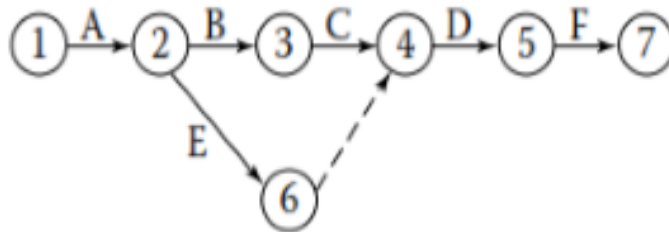
incertains. Les deux méthodes sont souvent appelées un système d'analyse de réseau.

Figure 2.3 : Technique PERT



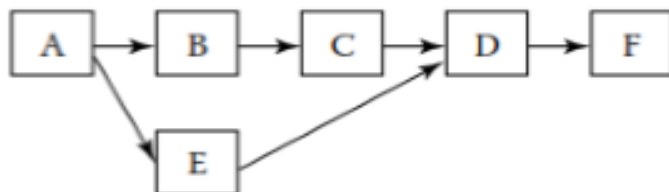
Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 73

Figure 2.4 : Technique CPM



Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 73

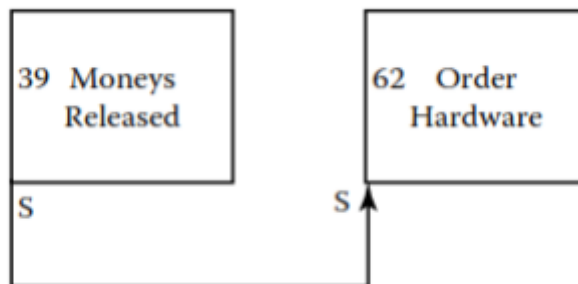
Figure 2.5 : Technique PDM



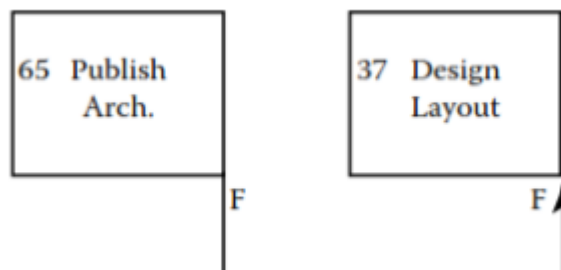
Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 74

Figure 2.6 : Relation Fin - Début

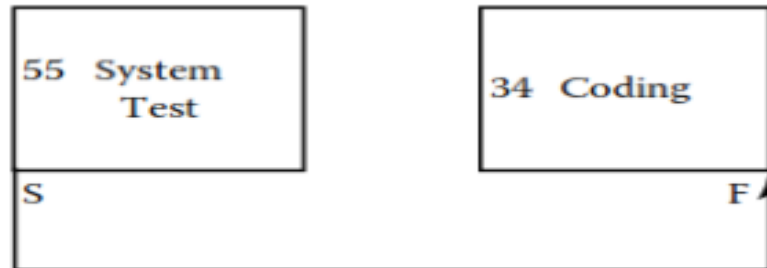
Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 74

Figure 2.7 : Relation Début - Début

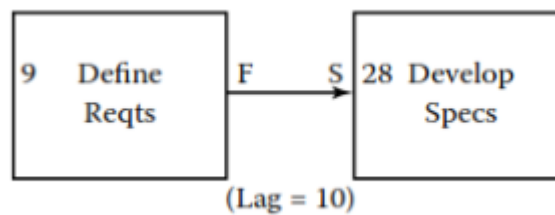
Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 75

Figure 2.8 : Relation Fin -Fin

Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 75

Figure 2.9 : Relation Début -Fin

Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 75

Figure 2.10 : Relation Fin - Début

Source : MILLER, Dennis P. Op. Cit, p. 75

Le CPM assure l'interrelation des activités et la planification des coûts et des ressources. C'est également une technique efficace pour la planification globale du projet et la planification détaillée de la construction. Cependant, il présente certaines limites lorsqu'il est appliqué aux travaux de conception technique détaillée au début d'un projet, car il nécessite une description détaillée des relations entre les activités<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. Op.Cit. pp. 143-145.

Dans CPM, les activités sont situées sur les flèches (arcs) et les cercles (nœuds) sont des points de connexion pour la logique. Là encore, seule la relation Finition-début (F-S) est disponible.

Cette orientation des activités représentées par des flèches est unique à CPM. Cette fonctionnalité unique nécessite une autre forme de flèche (arc) - "l'activité factice". Une activité factice permet d'établir une relation d'exclusivité entre les chemins convergents d'un réseau. Aujourd'hui, le CPM est d'intérêt historique et décrit (utilisé) uniquement dans la littérature sur la gestion de projet<sup>1</sup>.

La planification et l'ordonnancement des projets de construction utilisent normalement une procédure de gestion basée sur le réseau appelée méthode de chemin critique (CPM). CPM a été développé spécialement pour fournir une procédure efficace et réalisable pour la planification et la planification des opérations de construction. Largement utilisé par le secteur de la construction, et faisant souvent l'objet d'un contrat, le CPM implique un ensemble défini de procédures de gestion et constitue la base des méthodes de planification et de planification.

Le cœur de CPM est un plan de travail graphique qui montre toutes les activités de construction nécessaires à l'achèvement des travaux et l'ordre dans lequel elles seront effectuées. Ce réseau graphique décrit, sous une forme simple et directe, les relations temporelles complexes et les contraintes entre les différents segments d'un projet. Il présente l'énorme avantage de permettre facilement des modifications, des améliorations et des corrections. Il fournit au chef de projet 12 éléments inestimables d'informations de contrôle du temps et de dispositifs de contrôle :

- Informations concises sur la séquence prévue des opérations de construction.

---

<sup>1</sup>MILLER, Dennis P. *Building a Project Work Breakdown Structure: Visualizing Objectives, Deliverables, Activities, and Schedules*. Boca Raton : Auerbach Publications, 28 juillet 2008, pp. 72-75.

- Un moyen de prédire avec une précision raisonnable le temps requis pour l'achèvement global du projet et le temps nécessaire pour atteindre les objectifs de construction intermédiaires (communément appelés jalons).
- Dates de début et de fin proposées pour les activités du projet conformément au plan de construction.
- Identification des activités «critiques» dont l'exécution rapide est cruciale pour l'achèvement du projet dans les délais.
- Un guide pour réduire le temps du projet.
- Une base pour la planification des sous-traitants et des livraisons de matériaux sur le chantier.
- Une base pour une planification équilibrée de la main-d'œuvre et des équipements de construction sur le projet.
- L'évaluation rapide du temps requis pour d'autres méthodes de construction.
- Un modèle efficace pour calculer numériquement l'état du projet.
- Un véhicule essentiel pour les rapports d'avancement, l'enregistrement et l'analyse.
- Une base pour évaluer les effets sur le temps des modifications et des retards de construction.
- Un langage pour la communication des plans, processus et objectifs pour toute l'équipe du projet<sup>1</sup>.

**b. Méthode « PERT » :** Cette méthode (Program Evaluation and Review Technique) a été créée par la « Marine Américaine » pour l'élaboration de ses missiles Polaris en 1956. La présentation graphique considère la tâche comme une flèche avec deux étapes au bout, une étape de début et une étape de fin, l'ensemble des tâches liées entre forment un réseau PERT.

Le chemin critique dans le réseau PERT est la suite des tâches critiques (qui n'ont pas de marge) qui détermine le délai, tout retard d'une tâche critique entraîne un retard dans la date de fin du projet. Cette présentation considère les liens entre les tâches de type fin- début égale à zéro. Cette présentation a

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki & al. *Op.Cit.* pp. 24-25.

été amélioré par la suite pour exprimer les différents types de lien possible pour devenir la méthode des potentiels<sup>1</sup>.

- c. Méthode des potentiels :** La méthode des potentiels PDM (Precedence Diagram Method) est une méthode de planification qui se base sur la méthode de planification PERT, sur laquelle on a introduit les types de lien et leurs valeurs, elle est utilisée par les outils actuels de gestion de projet<sup>2</sup>.

Les procédures d'ordonnancement de réseau discutées jusqu'à présent supposaient une relation séquentielle stricte dans laquelle le début d'une activité est subordonné à l'achèvement de ses prédécesseurs immédiats. Cette relation stricte début-seulement-lorsque les prédécesseurs-sont-finis s'appelle la fin du début, FS. La représentation du réseau du service fixe est limitée par le fait qu'elle exclut les tâches de ce type qui peuvent être lancées lorsque leurs prédécesseurs ne sont que partiellement (mais pas complètement) terminés.

Le PDM permet cela et d'autres situations similaires. En plus de la relation FS habituelle, PDM autorise les relations de débutant (SS), de finition finale (FF) et de débutant à la fin (SF). Cela permet également des décalages temporels entre le début et la fin de plusieurs activités. Ces relations spéciales sont décrites ci-après<sup>3</sup>.

PDM a quatre types de relations différents :

- Fin du début (Finish-to-Start F-S): Cette relation est la « relation normale » et peut couvrir 100% d'un plan de projet détaillé. Il peut définir toute situation réelle et peut donc être utilisé exclusivement.
- Démarrer pour démarrer (Start-to-Start S-S): Cette relation est précieuse pour « verrouiller » le début d'une activité au début d'une autre.
- Finition à finition (Finish-to-Finish F-F) : Cette relation est précieuse pour « verrouiller » la fin d'une activité à la fin d'une autre.

---

<sup>1</sup>LADOUANI, Abdelkrim., *Op.Cit.* pp. 72-73.

<sup>2</sup>*Ibid*, pp. 72-73.

<sup>3</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* p. 212.

- 
- Du début à la fin (Start-to-Finish S-F) : Cette relation est peu utilisée et n'est pas implémentée dans la plupart des logiciels PC<sup>1</sup>.
  - d. Décalage :** Il existe une autre caractéristique de PDM non contenue dans les autres styles de réseau, à savoir le décalage. Un retard est un retard sur la relation entre les activités. Cela peut être une fonctionnalité intéressante avec certaines limitations. Si le délai est vraiment un délai, son utilisation est appropriée, telle que «délai d'expédition» ou «délai de livraison». Un délai ne consomme aucune ressource et représente une situation indépendante de la volonté du responsable du projet. Son utilisation est inappropriée si elle est destinée à "masquer" une activité. Étant donné que la plupart des logiciels n'affiche pas le décalage sur les schémas de réseau, cela peut être un facteur de confusion. Son utilisation n'est évidente que dans les dates figurant dans le calendrier du projet<sup>2</sup>.
  - e. Lignes de tableaux d'équilibre dans les projets de construction :** Il existe cependant une autre méthode de hiérarchie tout à fait différente. Cela convient aux projets dans lesquels un certain nombre de bâtiments similaires ou identiques doivent être construits dans un ordre planifié.

#### 4. Outils :

- a. Le calcul de la durée du réseau d'activités :** Les jalons sont des points dans le temps qui ont été identifiés comme des points de référence intermédiaires importants lors de la réalisation des travaux. Les événements marquants peuvent inclure des dates imposées par le propriétaire pour l'achèvement de certaines tâches ainsi que des dates cibles définies par l'entrepreneur pour l'achèvement de certains segments du travail. Un jalon est généralement la date prévue pour le début ou la fin d'un aspect difficile ou important du projet. Sur les grands projets, les entrepreneurs établissent souvent une série de jalons tout au long du projet et les utilisent comme points de référence pour le suivi du projet. Les événements ou les instants n'apparaissent pas

---

<sup>1</sup>MILLER, Dennis P. *Op.Cit.* pp. 72-75.

<sup>2</sup>*Ibid.* pp. 72-75.

comme tels dans le diagramme de priorité habituel. Néanmoins, des jalons peuvent être affichés sur un réseau de projet, si la direction du projet le souhaite. La convention habituelle consiste à afficher un événement sous forme de zone de durée nulle à l'emplacement approprié dans le diagramme<sup>1</sup>.

**b. Le jalonnement aval et les dates au plus tôt :** Le jalonnement aval commence avec les premières activités du projet et consiste à suivre chaque chemin à travers le réseau jusqu'aux dernières activités du projet. A mesure que l'on progresse dans un chemin, on additionne les durées des activités. Le chemin le plus long indique la durée d'exécution du plan du projet et porte le nom de 'chemin critique'.

Il faut rappeler trois choses dans le jalonnement aval des durées des activités :

- On additionne les durées des activités le long de chaque chemin du réseau ( $DH + \text{Durée} = FH$ ) ;
- On reporte la fin au plus tôt, ou fin hâtive (FH), à l'activité suivante dont elle devient le début au plus tôt, ou début hâtif (DH), sauf si, ...
- L'activité qui suit est une activité de raccordement. Dans ce cas, on choisit la valeur la plus élevée de la fin au plus tôt, ou fin hâtive (FH), de toutes les activités qui la précèdent immédiatement.

**c. Le jalonnement amont et les dates au plus tard :** Le calcul au plus tard, appelé jalonnement amont, commencer avec les dernières activités du réseau. Il s'agit de suivre à rebours chaque chemin en soustrayant les durées des activités de façon à déterminer le début et la fin au plus tard de chaque activité. Avant de procéder au calcul au plus tard, il faut choisir une date d'achèvement au plus tard des dernières activités du projet. Au cours des premières étapes de la planification, on fixe généralement cette date au moment correspondant à la fin au plus tôt de la dernière activité du projet ou, dans le cas de nombreuses dernières activités, de celle ayant la valeur de fin au plus tôt la plus élevée. Dans certains cas, l'échéance est imposée pour la durée du projet, et on s'en sert comme point de départ.

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al. *Op.Cit.* p. 134.

Dans le jalonnement amont, on procède de la même façon que dans le jalonnement aval. Il suffit donc de se rappeler trois choses :

- On soustrait la durée des activités le long de chaque chemin en commençant par la dernière activité du projet (FT-Durée=DT) ;
- On reporte chaque début au plus tard à l'activité qui la précède immédiatement pour déterminer sa fin au plus tard sauf si ...
- Le prochain antécédent est une activité souche. Dans ce cas, on choisit la valeur la moins élevée du début au plus tard de tous ses successeurs immédiats pour en faire son achèvement au plus tard.

### Section 3 : Techniques et Ordonnement

#### 1. Définitions :

**a. Ressource (ressource):** Ensemble des moyens nécessaires à la réalisation d'une tâche (FD X50-138). Les ressources sont de différents types : ressources humaines, moyens matériels, moyens logiciels et moyens financiers. Elles ont toutes un coût d'utilisation et un taux de disponibilité. La ressource type est d'ordre générique (profil de personne, type de matériel, etc.). La ressource nominative est identifiée (personne, matériel numéroté, etc.).

Dans certains cas, on distingue les ressources de type « travail » (possédant un calendrier) et les ressources de type « matériel » (assimilées à du consommable et n'ayant pas de calendrier).

Les caractéristiques des ressources utilisables par le projet peuvent être regroupées dans un tableau des ressources<sup>1</sup>.

**b. Management des ressources :** De nombreuses ressources sont nécessaires pour mener à bien la phase de construction d'un projet.

Les ressources comprennent les personnes, les équipements, les matériaux et les sous-traitants.

Chaque ressource doit être gérée de la manière la plus efficace pour réduire les coûts au minimum pendant la construction.

---

<sup>1</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.*, pp. 227-228.

Le type et le nombre d'équipements utilisés dans un projet dépendent de la nature du projet. Par exemple, la construction d'un grand barrage en terre peut nécessiter une grande quantité de racleurs, de bulldozers, de wagons à eau, de compacteurs et de niveleuses. Cependant, la construction d'un centre commercial en bandes ne nécessite peut-être qu'un petit chargeur frontal, un camion et une petite grue portable. La sélection et l'utilisation de l'équipement sur un projet doivent faire partie intégrante du plan de construction global et du calendrier, tout comme il doit y avoir un plan pour les travailleurs du projet. Il incombe au gestionnaire de projet de construction et à son chef de chantier d'élaborer un plan d'équipement pour le projet.

Un système de gestion des matériaux comprend les principales fonctions d'identification, d'acquisition, de stockage, de distribution et d'élimination des matériaux nécessaires à un projet de construction. L'utilisation efficace des personnes peut être grandement améliorée en s'assurant que des matériaux de qualité sont disponibles au moment et à l'endroit requis.

Un plan matériel variera en fonction de la taille du projet, de l'emplacement, des besoins en trésorerie et de la procédure d'achat et de contrôle.

Le calendrier de livraison des matériaux sur le lieu de travail est extrêmement important, car les retards de construction sont souvent dus à des retards : livraison tardive des matériaux, livraison incomplète des matériaux, ou livraison du mauvais type de matériaux. Les matériaux nécessitant un long délai doivent être inclus dans le calendrier du projet de construction. Il incombe à l'entrepreneur de s'assurer qu'un système de gestion des articles et un plan de gestion des articles bien définis sont élaborés pour le projet<sup>1</sup>.

Le terme ressource fait référence à la main-d'œuvre, aux équipements de construction, aux matériaux et aux sous-traitants.

Ces ressources contrôlent totalement la progression des travaux et doivent être gérées avec soin pendant le processus de construction. Des

---

<sup>1</sup>OBERLENDER, Garold D. *Op.Cit.* pp. 285-286.

calendriers des besoins futurs en ressources sont préparés et des mesures positives sont prises pour garantir que les ressources adéquates seront disponibles au besoin.

Les livraisons de matériaux favorables nécessitent une attention particulière à l'approvisionnement, à l'examen et à l'approbation des dessins d'atelier, à l'accélération et au contrôle de la qualité. Les équipes de travail et les équipements de construction doivent être programmés et organisés. Les sous-traitants doivent être tenus informés du calendrier global des travaux et informés à l'avance lorsque leurs services sont requis, et leur travail doit être coordonné avec l'effort total du projet.

La gestion des ressources implique également d'autres aspects. Les horaires de travail doivent parfois être ajustés pour réduire la demande quotidienne de certaines ressources à des niveaux plus pratiques. Le regroupement impraticable des ressources de l'emploi doit être nivelé selon un profil de demande plus fluide et plus réalisable<sup>1</sup>.

**c. Aspects du management des ressources :** Une condition préalable à la gestion de la main-d'œuvre est une analyse détaillée des besoins en main-d'œuvre nécessaire pour respecter le calendrier du projet. À l'aide des informations recueillies, le chef de projet peut ensuite comparer ces besoins à une estimation de la main-d'œuvre disponible afin de déterminer si le calendrier du projet est généralement réalisable. Une fois que ce calcul a été effectué et qu'aucun ajustement de la date d'achèvement du travail n'est nécessaire, le responsable du projet peut alors se concentrer sur la régularisation des pointes et des creux de la demande de main-d'œuvre.

Si le décollage des besoins en main-d'œuvre révèle que la demande dépassera l'offre, la situation de la gestion peut devenir considérablement plus complexe. Dans de tels cas, les dépassements de temps et / ou de coûts sont presque inévitables. Les mesures correctives pour lutter contre une offre de travail insuffisante peuvent inclure le détournement de la main-d'œuvre

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki & al. *Op.Cit.* p. 52.

d'activités non critiques vers des activités critiques, ou le recours à une méthode permettant d'accélérer les activités critiques. L'extension d'activités non critiques, le recours à des heures supplémentaires ou la sous-traitance pour des activités critiques peuvent permettre de respecter le calendrier établi à l'origine, mais souvent moyennant un coût supplémentaire. Sinon, le chef de projet est confronté à la difficile tâche d'allouer la main-d'œuvre disponible de la manière qui offre le plus grand avantage tout en minimisant la durée des dépassements de temps du projet.

En ce qui concerne la gestion de l'équipement, la plupart des grandes décisions concernant l'équipement du travail ont été prises au moment de l'estimation du coût du travail. Néanmoins, le chef de projet est responsable de veiller à ce que le travail soit correctement équipé. De manière analogue à la vérification des besoins en main-d'œuvre, une compilation quotidienne de la demande totale en équipements est établie. S'il existe des conflits entre les activités de projet pour les mêmes équipements, le rééchelonnement des activités non critiques résoudra souvent ce problème. Si ce n'est pas possible, faire des heures supplémentaires, la fin de semaine ou des quarts de travail multiples peuvent contourner la difficulté. Une autre solution pourrait consister à faire en sorte que du matériel supplémentaire soit fourni par une source extérieure. Si l'une de ces façons ne permet pas d'améliorer les exigences excessives en équipements, il peut être nécessaire d'explorer d'autres types d'équipements ou méthodes de construction.

La gestion des matériaux sur un projet de construction est essentiellement une question de soutien logistique. Les matériaux de travail en quantité et qualité spécifiées doivent être disponibles au bon endroit et au bon moment. Tous les aspects de l'achat de matériel, de la commande à la livraison, sont orientés vers cet objectif et un système positif de contrôles et de vérifications doit être mis en place pour assurer sa réalisation<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al. *Op.Cit.* pp. 194-195.

**d. Types des ressources du projet :** Les ressources sont des personnes, des équipements et du matériel sur lesquels on peut compter pour accomplir quelque chose. Dans les projets, la disponibilité ou non des ressources aura souvent une influence sur la façon dont les projets sont gérés.

Les personnes. C'est la ressource la plus évidente et la plus importante du projet. Les ressources humaines sont généralement classées en fonction des compétences qu'elles apportent au projet. Dans de rares cas, certaines compétences sont interchangeableables, mais entraînent généralement une perte de productivité.

Matériaux. Les matériaux de projet couvrent un large. La disponibilité matérielle et les pénuries ont été imputées au retard de nombreux projets. Lorsqu'il est connu qu'un manque de disponibilité des matériaux est important et probable, les matériaux doivent être inclus dans le plan et le calendrier du réseau du projet. Tout retard de livraison signifie un retard coûteux d'un an.

Équipement. L'équipement est généralement présenté par type, taille et quantité. Dans certains cas, les équipements peuvent être interchangés pour améliorer les horaires, mais cela n'est pas typique. L'équipement est souvent négligé en tant que contrainte. La supervision la plus courante consiste à supposer que le pool de ressources est plus que suffisant pour le projet.

Dans les environnements multi-projets, il est prudent d'utiliser un pool de ressources commun pour tous les projets. Cette approche oblige à vérifier la disponibilité des ressources pour tous les projets et à réserver l'équipement pour les besoins spécifiques du projet à l'avenir. La reconnaissance des contraintes d'équipement avant le début du projet permet d'éviter des coûts de crash importants et des retards<sup>1</sup>.

**e. Structure de décomposition des ressources ((RBS) Resource breakdown structure) :** Outil de structuration permettant d'identifier, de manière arborescente et exhaustive, l'ensemble des ressources d'un projet, classées par catégorie et par type. On dit aussi « décomposition hiérarchisée des ressources

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* pp. 255-257.

» et « structure de découpage des ressources ». Elle est utilisée pour identifier et évaluer qualitativement et quantitativement les ressources nécessaires au projet. Le résultat est formalisé sous forme d'un organigramme des ressources<sup>1</sup>.

**f. Histogramme d'une ressource :** Selon le dictionnaire de projet, l'histogramme de ressource est une représentation de l'utilisation de la ressource en fonction du temps. Il est utilisé pour les opérations de lissage et de nivellement<sup>2</sup>.

En fait, l'histogramme de ressources est un outil de planification populaire, car il donne une bonne présentation visuelle, facile à assimiler et à comprendre. Les conditions préalables pour dessiner l'histogramme de la ressource sont les suivantes :

- Diagramme à barres de départ précoce (après avoir pris en compte les besoins d'approvisionnement garantissant la disponibilité du matériel et de l'équipement) ;
- Préviation de ressources par activité.

En utilisant le diagramme à barres de départ anticipé, il est supposé que le planificateur souhaite commencer toutes les activités dès que possible et laisser l'activité flottante pour plus de flexibilité. Une fois que les besoins en ressources ont été ajoutés au diagramme à barres de départ rapide, les besoins quotidiens sont additionnés en parcourant chaque jour le diagramme à barres pour donner le total des ressources nécessaires par jour.

Le total des besoins quotidiens en ressources est ensuite tracé verticalement pour donner l'histogramme des ressources. Il est important de noter que des histogrammes de ressources distincts sont requis pour chaque type de ressource<sup>3</sup>.

**g. Tableau des ressources :** Tableau regroupant les caractéristiques des ressources nécessaires au projet (dénomination, type de ressource,

---

<sup>1</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.* , p. 240.

<sup>2</sup>*Ibid* p. 129.

<sup>3</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.*, p. 184.

disponibilité, coût, calendrier, intensité d'utilisation, etc.). Il est établi à partir de l'organigramme des ressources<sup>1</sup>.

## 2. Ordonnement

**a. Principes d'ordonnement des ressources :** Il existe des arguments concernant l'attitude de la direction de l'entreprise vis-à-vis de la stabilité de ses effectifs. Dans une organisation qui veille à la stabilité d'une force de travail, avec la sécurité d'emploi et de développement élevé de carrière à long terme sur la liste des facteurs de motivation du personnel perçus, l'ordonnement des ressources peut être considérée comme le processus d'identification des ressources disponibles pour l'organisation du projet, puis tenter de déployer ces ressources aussi efficacement que possible pour atteindre les objectifs de l'entreprise. Le nombre d'organisations qui adoptent cette approche semble avoir diminué ces dernières années.

La gestion des ressources peut également être envisagée sous d'autres angles, selon la nature de l'entreprise et les attitudes de management. Dans les industries à forte proportion de main-d'œuvre temporaire ou qui sous-traitent de grandes parties de leur travail, l'ordonnement détaillé des ressources internes peut généralement être limité au nombre relativement restreint d'employés permanents du siège. Cependant, même dans ces secteurs, une certaine connaissance des besoins futurs en ressources est souhaitable, de sorte que les sous-traitants peuvent être prévenus par exemple.

Une organisation qui gère des projets en utilisant sa propre main-d'œuvre permanente d'ingénierie et de fabrication ou de construction devra prendre l'ordonnement des ressources très au sérieux. Il devra calculer des horaires de travail détaillés qui répondent non seulement aux besoins de chaque projet individuel, mais également à l'effet combiné de tous les travaux sur le pool de ressources total de l'organisation. Les effets possibles des nouveaux travaux prévus doivent être testés, de préférence en utilisant la

---

<sup>1</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.* p. 248.

modélisation «Quoi-si?». Des informations doivent être recueillies sur les exigences de travail à plus long terme de l'organisation, afin que les installations puissent être planifiées et fournies pour la charge de travail future prévue<sup>1</sup>.

**b. Avantages d'ordonnancement des ressources :** Il est important de se rappeler que, si les ressources sont vraiment limitées et que les estimations du temps d'activité sont exactes, le calendrier limité en ressources se matérialisera au fur et à mesure de la mise en œuvre du projet. Par conséquent, l'échec de l'ordonnancement des ressources limitées peut entraîner de graves problèmes pour un chef de projet. L'avantage de créer ce calendrier avant le début du projet laisse le temps d'envisager des alternatives raisonnables. Si le retard programmé est inacceptable ou le risque d'être retardé est trop élevé, l'hypothèse d'une contrainte de ressources peut être réévaluée. Des compromis coût-temps peuvent être envisagés. Dans certains cas, les priorités peuvent être modifiées.

Les calendriers des ressources fournissent les informations nécessaires pour préparer des budgets de lots de travaux échelonnés dans le temps avec des dates. Une fois établis, ils fournissent un moyen rapide à un chef de projet pour mesurer l'impact d'événements imprévus tels que le chiffre d'affaires, les pannes d'équipement ou le transfert du personnel du projet. Les calendriers des ressources permettent également aux chefs de projet d'évaluer la flexibilité dont ils disposent sur certaines ressources. Cela est utile lorsqu'ils reçoivent des demandes d'autres gestionnaires pour emprunter ou partager des ressources<sup>2</sup>.

**c. Ordonnancement des personnes (et autres ressources réutilisables) :** Lorsque les ressources doivent être planifiées à une échelle plus réaliste, l'utilisation d'un ordinateur est essentielle. Chaque chef de projet ou planificateur sera confronté à des questions qui soulèvent des problèmes ou

---

<sup>1</sup>LOCK, Dennis. *Op.Cit.*, p. 229.

<sup>2</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* p. 272.

obligent à prendre des décisions lorsque les données sont assemblées pour l'ordinateur.

Dans une organisation typique, ce sont les travailleurs directs plutôt que le personnel indirect (infrastructure de gestion) qui doivent être programmés. Par exemple, supposons qu'il y ait 20 personnes capables de concevoir l'ingénierie mécanique dans le département d'ingénierie d'une entreprise. Il est évidemment souhaitable de programmer la question des tâches de conception mécanique à ces personnes à un rythme qui n'en nécessite jamais plus de 20 en même temps. Cependant, le temps du directeur de l'ingénierie sera très largement réparti sur toutes les tâches de son service et sera probablement traité comme des frais généraux (indirects). La principale définition des travailleurs indirects est que leur temps ne peut pas être facilement attribué à des tâches directes, et il n'est donc pas judicieux de les ordonnancer<sup>1</sup>.

**d. Ordonnancement avec les contraintes de ressources :** Chaque activité nécessite des ressources telles que fonds de roulement, personnel, équipement, matériel et même espace. Ces ressources ne sont pas toujours disponibles. Il faut examiner l'ordonnancement de projet avec des contraintes de ressources et l'effet de ces contraintes sur la fluctuation de la charge de travail et la durée du projet<sup>2</sup>

**e. Disponibilité de la ressource et durée du projet :** Disponibilité de la ressource est la distribution par unité de temps du potentiel de charge admissible par une ressource donnée. Cette disponibilité s'exprime en unités (exemple : heures/jour ou homme/mois) ou en pourcentage<sup>3</sup>.

Dans de nombreux cas, c'est la disponibilité de travailleurs qualifiés, de machines, d'équipements et de fonds de roulement qui détermine si les activités peuvent être planifiées à un stade précoce ou doivent être retardées. Cela est particulièrement vrai lorsque plusieurs activités nécessitant les mêmes ressources sont planifiées pour la même heure. Lorsque les ressources ne

---

<sup>1</sup>LOCK, Dennis. *Op.Cit*, p. 249.

<sup>2</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit*. p. 217.

<sup>3</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit*. p. 82.

suffisent pas pour satisfaire les besoins de toutes, certaines activités doivent être retardées.

En général, les projets ont tendance à être limités par les ressources ou par le temps. Un projet est limité en ressources lorsque ses ressources sont limitées d'une manière ou d'une autre et que sa date d'achèvement est déterminée par la disponibilité de ces ressources. Un projet est soumis à des contraintes de temps lorsqu'il doit être achevé dans les délais impartis, même s'il est supposé disposer de ressources suffisantes pour respecter cette date. Un projet dont les ressources et le temps sont limités peut ne pas disposer de ressources suffisantes pour être achevé à la date requise<sup>1</sup>.

**f. Affectation d'une ressource :** Accord formalisé pour affecter une ressource à une tâche. On dit aussi « allocation d'une ressource » ou « attribution du travail ». Une même ressource peut être affectée à plusieurs tâches d'un même projet (ou de projets différents). Plusieurs ressources peuvent être affectées à une même tâche. Cette affectation est complétée par l'intensité d'utilisation d'une ressource et par son calendrier d'utilisation. L'affectation d'une ressource à une tâche peut prendre plusieurs formes (selon la relation : charge de travail = durée de la tâche ´ intensité d'utilisation des ressources) :

- La tâche est définie par une durée et une intensité d'utilisation des ressources ainsi, la charge de travail pour les ressources est déduite de leur calendrier ;
- La tâche est définie par une durée et une charge de travail pour les ressources - ainsi, l'intensité d'utilisation des ressources est déduite de leur calendrier ;
- La tâche est définie par une intensité d'utilisation des ressources et une charge de travail pour les ressources – ainsi, la durée est déduite de ces deux éléments et du calendrier.

Le cumul des affectations de la ressource aux différentes tâches est représenté à l'aide de l'histogramme de la ressource<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* p. 217.

<sup>2</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.* pp. 8-9.

**g. Allocation de ressources, charge de travail et chargement :** Les termes : allocation de ressource, charge de travail et chargement de ressource expriment des concepts liés mais différents. L'allocation de ressources consiste à affecter une ou plusieurs ressources à une activité ou à un projet. La charge de travail fait référence à la quantité de travail imposée à une ressource. La charge de ressources fait référence à la quantité d'une ressource particulière nécessaire pour mener toutes les activités d'un projet auquel elle est affectée. Pour une ressource individuelle (telle qu'une personne), la charge de travail peut être spécifiée sous la forme d'un pourcentage du potentiel de la charge de travail totale de la ressource, ou plus généralement dans des unités telles que les heures de travail. Pour une installation ou une catégorie de main-d'œuvre (telle qu'un département ou une équipe de travailleurs possédant une compétence spécifique), la charge de travail est spécifiée en termes de nombre de travailleurs.

Le chargement des ressources est important car pratiquement toutes les ressources sont limitées et beaucoup sont rares. Ainsi, le chargement des ressources (la quantité totale des ressources nécessaires pour un ou plusieurs projets à un montant donné) ne peut pas dépasser le montant disponible. Lorsque les ressources sont rares, leur allocation est limitée, et parfois les activités d'un projet doivent être reprogrammées pour tenir compte de la rareté<sup>1</sup>.

### 3. Techniques

**a. Nivellement des ressources :** Processus de recherche d'un ordonnancement des tâches conduisant à respecter les contraintes de limitation de ressources. Lorsqu'une tâche ne peut être réalisée à une certaine date faute de ressources suffisantes, elle est avancée ou retardée jusqu'au moment où les ressources nécessaires seront disponibles, ce qui conduit souvent à allonger la durée du projet. Le résultat est la disparition des surcharges. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour sélectionner les tâches à décaler : la tâche la plus prioritaire, la tâche ayant la durée la plus courte, la tâche de marge totale la plus faible, la tâche dont

---

<sup>1</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* p. 218.

---

la date de début au plus tôt est la plus précoce, etc. Le nivellement ne doit pas être confondu avec le lissage.<sup>1</sup>

**b. Mise à niveau d'un projet soumis à des contraintes de temps :** Étant donné que le chargement pour une ressource particulière dépend de la quantité de ressources requise par les activités individuelles et du calendrier de ces activités dans le projet, le chargement pour une ressource particulière a tendance à varier tout au long du projet lorsque différentes activités sont démarrées et achevées. Un modèle courant de chargement de ressources dans un projet est une accumulation régulière de la quantité de ressources nécessaire, un pic puis un déclin progressif. Ainsi, relativement peu de ressources sont nécessaires tôt et tard dans le projet, mais beaucoup plus au milieu. Ceci est problématique pour les responsables fonctionnels responsables d'un pool stable et uniforme de travailleurs et d'équipements, entraînant des périodes de sous-utilisation ou de surmenage du pool. Une charge de travail relativement uniforme sur le pool de ressources serait certainement préférable. C'est l'objectif de la mise à niveau des ressources : modifier le calendrier des activités de projet individuelles de manière à ce que le montant d'une ressource requise qui en résulte soit à peu près constant tout au long du projet.

Le problème est résolu en jonglant entre les activités, en tirant parti des périodes creuses et en déplaçant les activités non critiques plus tard que prévu, de manière à réduire les pointes de charge de travail et à combler les creux.

Bien que la mise à niveau des ressources soit souvent nécessaire pour atténuer les situations de charge de travail difficile à gérer, elle augmente potentiellement le risque de retard du projet en raison du déplacement des activités et de la réduction des temps morts.<sup>2</sup>

**c. Mise à niveau de plusieurs ressources :** Le nivellement est facile pour une seule ressource mais peut être difficile pour plusieurs ressources simultanément. Étant donné que les lots de travaux nécessitent généralement des ressources de

---

<sup>1</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.* pp. 179-180.

<sup>2</sup>NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit.* pp. 218-220.

---

plusieurs unités fonctionnelles ou sous-traitantes, un calendrier qui fournit un niveau de chargement pour une unité organisationnelle peut entraîner une surcharge ou des fluctuations difficiles à gérer pour d'autres.

Il est impossible de niveler le chargement de toutes les ressources à la fois. Les meilleurs résultats proviennent de l'application de l'équivalent d'ordonnancement de « l'optimum de Pareto » ; c'est-à-dire planifier les activités dans le meilleur intérêt du projet, mais essayer de minimiser le nombre de conflits et de problèmes dans les départements et organisations qui fournissent les ressources. Lorsqu'on considère plusieurs ressources simultanément, le calendrier est ajusté pour niveler les ressources « prioritaires » - ressources pour lesquelles les chargements irréguliers sont les plus coûteux pour le projet ou démoralisant les travailleurs. Les coûts financiers et sociaux élevés associés à l'embauche, aux heures supplémentaires et aux mises à pied imposent souvent que les « ressources humaines » - les travailleurs - reçoivent la plus haute priorité.

Retarder les activités est une méthode de nivellement de l'utilisation des ressources ; d'autres doivent :

- Éliminez certains segments de travail ou activités.
- Ressources de substitution.
- Substituer des activités moins gourmandes en ressources.

Ces méthodes éliminent ou modifient les segments de travail et les tâches pour consommer moins ou des ressources différentes.<sup>1</sup>

**d. Lissage des ressources :** Processus de recherche d'un ordonnancement des tâches conduisant à une utilisation la plus régulière possible des ressources, sans remettre en cause la date de fin du projet. Le lissage s'impose surtout lorsque le délai imparti au projet est limité. Le lissage admet une augmentation éventuelle des ressources prévues initialement. Le résultat est une meilleure répartition de la charge de travail de chaque ressource dans le temps sans jamais déplacer les

---

<sup>1</sup> NICHOLAS, John M. et STEYN, Herman. *Op.Cit* . pp. 222-223.

---

tâches au-delà de leur marge totale. Le lissage ne doit pas être confondu avec le nivellement.<sup>1</sup>

Le lissage des ressources est le processus consistant à déplacer des activités pour améliorer le profil de chargement des ressources. La première étape consiste à sélectionner la ressource à lisser, car il n'est pas possible de lisser plus d'une ressource à la fois. Pour décider quelle ressource lisser, considérez :

- La ressource la plus surchargée.
- La ressource la plus utilisée dans le projet.
- La ressource la moins flexible - il s'agit de la ressource qui vient d'outre-mer, qui est difficile à obtenir ou qui est moins disponible.
- La ressource la plus chère à embaucher.

Une fois que vous avez lissé la ressource choisie, les autres ressources doivent suivre le calendrier révisé. Malheureusement, vous devrez accepter ce compromis avec les autres ressources, car lisser une autre ressource risque de surcharger la première ressource. Le lissage des ressources nivelle la surcharge des ressources pour répondre aux ressources disponibles.

L'histogramme de ressource peut être nivelé en éloignant les activités de la zone surchargée :

- Changer la logique du réseau.
- Déplacement des activités non critiques dans leur flotteur afin que la date de fin du projet ne soit pas affectée, tout en s'assurant que la logique du réseau est maintenue. Cela revient à attribuer d'abord des ressources aux activités critiques.<sup>2</sup>

**e. Chargement des ressources :** La prévision des ressources est maintenant comparée aux ressources disponibles. La situation idéale est celle où les besoins en ressources correspondent aux ressources disponibles. Malheureusement, dans le monde réel, cela se produit rarement, car il n'est pas toujours possible d'ajuster l'offre à la demande, de sorte qu'une forme de rééchelonnement est nécessaire.

---

<sup>1</sup>ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Op.Cit.*, p. 149.

<sup>2</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.*, p. 186.

Une surcharge de ressources se produit lorsque le besoin de prévision de ressources dépasse les ressources disponibles, tandis qu'une sous-charge de ressources se produit lorsque la prévision de ressources est inférieure à la ressource disponible. Une surcharge de ressources entraînera un retard de certaines activités, ce qui pourrait retarder l'achèvement du projet. Alors qu'une sous-charge de ressources sous-utilisera les ressources de l'entreprise, ce qui pourrait avoir un effet néfaste sur la rentabilité de l'entreprise.

L'histogramme des ressources affiche désormais les prévisions et les ressources disponibles à la fois sous forme d'histogramme et de manière numérique. Les surcharges et sous-charges peuvent désormais être identifiées et traitées comme suite :

- Lissage des ressources : affectez d'abord les ressources aux activités critiques, puis essayez de déplacer les autres activités pour atténuer toute surcharge et sous-utilisation.
- Planification des ressources à durée limitée : la date de fin du projet est fixe, les ressources doivent donc être augmentées pour remédier à toute surcharge.
- Planification des ressources limitées en ressources : le nombre maximal de ressources est fixe, de sorte que la date de fin peut devoir être prolongée pour remédier à toute surcharge.
- Augmenter les ressources : pour remédier à une surcharge.
- Réduire les ressources : pour remédier à une sous-charge (sous-utilisée).<sup>1</sup>

**f. Fractionnement des activités :** Le fractionnement des tâches est une technique de planification utilisée pour obtenir un meilleur calendrier de projet et / ou pour augmenter l'utilisation des ressources. Un planificateur divise le travail continu inclus dans une activité en interrompant le travail et en envoyant la ressource vers une autre activité pendant une période de temps, puis en faisant reprendre le travail de la ressource sur l'activité d'origine. Le fractionnement peut être un outil utile si le travail impliqué n'inclut pas d'importants coûts de démarrage ou d'arrêt, par exemple, le déplacement de l'équipement d'un lieu d'activité à un autre. L'erreur la plus courante est d'interrompre le «travail des

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op.Cit.*, pp. 185-186.

---

gens», là où les coûts conceptuels de démarrage et d'arrêt sont élevés. Par exemple, demander à un concepteur de ponts de s'absenter pour travailler sur le problème de conception d'un autre projet peut faire perdre à cet individu quatre jours pour changer de vitesse conceptuelle dans et hors de deux activités.

Le coût peut être caché, mais il est réel. La figure 8.11 illustre la nature du problème de division. L'activité d'origine a été divisée en trois activités distinctes : A, B et C. Les délais d'arrêt et de démarrage allongent la durée de l'activité d'origine.

Certains ont soutenu que la propension à faire face aux pénuries de ressources par le fractionnement est une des principales raisons pour lesquelles les projets ne respectent pas le calendrier. Nous sommes d'accord.

Les planificateurs devraient éviter autant que possible le fractionnement, sauf dans les situations où les coûts de fractionnement sont connus pour être faibles ou lorsqu'il n'y a pas d'alternative pour résoudre le problème des ressources.

Le logiciel informatique offre l'option de fractionnement pour chaque activité ; utilisez-le avec parcimonie. Voir Instantané de la pratique : évaluation de l'allocation des ressources.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>LARSON, Erik W. & al. *Op.Cit.* pp. 270-271.

**Conclusion :**

La présentation du contexte dans lequel est né le projet nous a permis de montrer la panoplie des différents outils et méthodes dont dispose les chefs de projets pour mieux cerner et planifier leurs projets avant sa réalisation. Une caisse à outils riche et diversifiée pour une meilleure prise de décision lors du suivi et le contrôle des projets dans le but d'atteindre les objectifs et les finalités.

Tout ce qu'on a exposé dans ce chapitre, commençant par les organigrammes des tâches, par la suite les différents outils, méthodes et techniques utilisés, est une panoplie très variée et diverse pour être utilisés dans la partie pratique.

---

## **Chapitre 3**

# **Planification des tâches répétitives et optimisation des ressources**

**Cas du management des projets de construction  
en Algérie période 2009-2019**

---

**Introduction :**

Les ressources jouent un rôle essentiel dans les projets de construction. La performance de l'industrie de la construction dépend principalement de le meilleur management des ressources. L'optimisation joue un rôle central dans la gestion des ressources, mais la tâche est très aléatoire et chaotique sous l'influence de la complexité et de l'immensité. La direction recherche toujours l'utilité optimale des ressources disponibles avec eux. Par conséquent, le management de projet a une place importante en particulier dans l'allocation des ressources et le bon fonctionnement avec le budget alloué. Pour atteindre ces objectifs et exercer une optimisation accrue, certains outils sont utilisés pour une allocation optimale des ressources<sup>1</sup>.

Après avoir présenté une revue de littérature du management des ressources depuis 2000 à 2018, une revue qui s'est focalisée sur les travaux conçus précisément sur l'ordonnancement, la planification et optimisation de l'utilisation des ressources avec différentes techniques et méthodes. D'après cette revue, on a pu mettre en évidence tous les concepts et les informations suscitées dans les chapitres précédents pour se concentrer sur un sujet bien déterminé et bien défini.

Dans ce chapitre, nous présentons une démarche plus optimiste déduite des différentes méthodes illustrées dans la revue pour arriver à notre démarche d'optimisation.

---

<sup>1</sup>REDDY, B.S.K., & al. A study on optimization of resources for multiple projects by using primavera. *Journal of Engineering Science and Technology*. Février 2015, Vol. 10, pp. 235-240.

## Section 1 : Outils informatiques et logiciels

Une révolution a eu lieu dans le domaine de la planification et du contrôle de projets jusqu'aux années 1980. Tout le traitement des données était effectué soit par de gros ordinateurs centraux soit à la main, mais maintenant avec l'introduction de matériel informatique personnel et de logiciels puissants et peu coûteux, il y a eu un déplacement dramatique de la puissance de traitement de l'information du département de traitement des données au bureau du chef de projet ou de l'équipe de projet. Cette baisse du coût de la puissance informatique est également le moteur d'une nouvelle ère d'expérimentation avec les systèmes de gestion.<sup>1</sup>

### 1. Importance de l'outil informatique :

**a. Automatisation des tâches de gestion de projet :** La gestion et le contrôle du temps, des coûts, des ressources et des finances du projet par l'entrepreneur pendant le processus de construction sur le terrain exigent que le chef de projet génère, manipule, résume et interprète de grands volumes de données numériques. Afin de générer ces informations et de les appliquer de manière optimale, le chef de projet s'appuie habituellement sur un logiciel informatique pour fournir une large gamme de traitements de données et pour automatiser les tâches de routine. Les chefs de projet doivent réagir rapidement aux conditions changeantes et leurs décisions doivent être prises avec la certitude qu'ils agissent sur la base de renseignements adéquats, précis et à jour. Un logiciel de gestion moderne peut grandement aider à rendre ces informations disponibles et à fournir des informations pour l'évaluation d'autres plans d'action. Comme la plupart des manipulations de données chronophages sont automatisées, le chef de projet peut consacrer plus de temps à la résolution de problèmes et au développement d'approches plus rentables.

Cependant, en raison de l'émergence continue de nouvelles technologies en termes de matériel et de logiciel, l'accent est mis sur les sources d'information, l'importance de la gestion des données générées par divers

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op. cit.*, p. 321.

appareils de calcul et la manière dont ces données sont appliquées au contrôle d'un projet de construction<sup>1</sup>.

- b. **Applications du logiciel :** Les ordinateurs sont largement utilisés par les entrepreneurs en construction en conjonction avec leurs systèmes de coûts de projet. La comptabilité analytique et l'analyse peuvent devenir laborieuses et prendre du temps, même pour des opérations relativement petites. L'ordinateur offre les avantages de la vitesse, de l'économie et de la précision. En outre, l'ordinateur offre un système de coûts avec une flexibilité et une profondeur que les systèmes manuels ne peuvent souvent pas égaler. Cela ne signifie pas que les coûts de travail ne peuvent pas être développés manuellement de manière satisfaisante. De nombreux petits entrepreneurs ont des systèmes de coûts manuels parfaitement adéquats. L'expérience montre cependant que peu d'entrepreneurs de taille importante sont en mesure de générer manuellement des rapports sur les coûts sur le terrain en temps opportun avec les détails nécessaires pour servir un véritable objectif de contrôle des coûts. Les entrepreneurs trouvent souvent que les méthodes manuelles servent bien à générer des informations d'estimation, mais pas à contrôler les coûts. Une expérience courante à cet égard est que le projet est terminé avant que l'entrepreneur ne connaisse le statut de profit du travail. Il est réaliste de reconnaître que la plupart des entrepreneurs considèrent que le soutien informatique est une partie nécessaire de leur système de coûts de projet.

Les logiciels de comptabilité analytique sont désormais très flexibles en ce sens que pratiquement tous les rapports de coûts ou informations que la direction de projet peut souhaiter peuvent être générés. Les programmes couramment utilisés par les entrepreneurs exécutent en fait une vaste série de fonctions de comptabilité analytique et de comptabilité financière. Après la saisie des informations sur les coûts et la production, l'ordinateur génère des chèques de paie, tient des registres de paie, tient à jour les comptes de

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al, *Op. cit.* p. 29.

l'équipement et exécute d'autres fonctions, ainsi que la production de divers rapports de productivité et de coûts et de prévisions de coûts de projet<sup>1</sup>.

## **2. Utilisation de l'outil informatique :**

**a. Applications informatiques pour la planification :** Les ordinateurs sont devenus un outil inestimable qui est indispensable lorsque les professionnels de la construction planifient, ordonnent et contrôlent des projets. En raison de l'évolution rapide de la technologie informatique et de la sophistication des logiciels, seuls les principes fondamentaux des applications informatiques peuvent être discutés.

La planification est la phase la plus importante de la gestion de projet, et aussi la plus difficile et la plus longue. En effet, les connaissances, l'expérience et l'aperçu de l'équipe de projet doivent être réunies pour identifier un plan à la fois complexe et incertain. Pendant des années, le processus consistait à tenir une réunion de planification, à dessiner le réseau sur papier, à tenir une autre réunion de planification et à réviser le dessin du réseau encore et encore jusqu'à ce que l'équipe soit satisfaite.

Les ordinateurs ont eu un impact majeur sur le processus de planification, permettant de développer des réseaux sur l'écran de l'ordinateur, puis de les réviser en temps réel au fur et à mesure de l'avancement de la planification. Bien que la planification initiale de l'équipe se fasse encore souvent sur un tableau blanc, le résultat de cette planification est rapidement transféré dans un environnement numérique. Une personne, à l'aide de l'ordinateur, peut enregistrer des idées pendant que le plan est en cours d'élaboration. Chaque ajout au plan peut être vu, compris et si nécessaire critiqué par les autres membres de l'équipe.

De cette façon, les compétences de l'équipe sont combinées et un plan dynamique est développé en beaucoup moins de temps que ce qui était auparavant nécessaire dans un environnement manuel. Avec les ordinateurs en réseau, il est désormais possible de tenir la réunion de planification dans un

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al, *Op. cit.* p. 307.

environnement virtuel dans lequel tous les participants peuvent être dans leur propre bureau sur leur propre ordinateur. Cela facilite la planification de projets importants et complexes, avec une expertise provenant de n'importe où dans le monde. Le développement de réseau informatisé offre une flexibilité supplémentaire significative par rapport à la rédaction manuelle. Des activités individuelles ou des groupes entiers d'activités peuvent être déplacés sur l'écran. Des parties individuelles du réseau peuvent être créées indépendamment puis combinées avec le réseau principal.

Plusieurs approches à un problème de planification particulier peuvent être créées, évaluées et comparées avec la meilleure solution utilisée dans le plan final. La meilleure partie de ce type de planification est peut-être qu'elle implique chaque membre de l'équipe de projet dans un processus de planification hautement collaboratif. Le plan qui en résulte est perçu comme le plan de l'équipe plutôt que comme celui fourni par un individu ou le service de planification. Tout le monde dans l'équipe a désormais intérêt à faire fonctionner ce plan<sup>1</sup>.

**b. Applications informatiques pour l'ordonnancement :** Une logique de travail réaliste et des estimations précises de la durée des activités doivent résulter des connaissances, de l'expérience, de l'intuition et du discernement de l'équipe de gestion de projet. Il est important de noter que la logique du réseau et les durées d'activité ainsi développées fournissent un modèle de travail graphique et mathématique. Ce modèle est très puissant en ce qu'il permet à un gestionnaire de regarder vers l'avenir et de prendre des décisions de projet en fonction des informations du modèle. Comme tous les modèles, la qualité des informations obtenues est directement proportionnelle à la précision du modèle lui-même.

En ce qui concerne le processus mécanique d'ordonnancement des projets, cependant, les ordinateurs bénéficient d'un avantage distinct dans leur capacité à effectuer des calculs de temps avec précision, avec une grande rapidité, et à

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al, *Op. cit.* pp. 94-95.

présenter ces informations sous diverses formes utiles. En conséquence, les ordinateurs sont utilisés universellement à des fins d'ordonnancement de projet. Les ordinateurs peuvent fournir à l'équipe de projet un éventail presque illimité de données de projet et de représentations graphiques des informations de planification du réseau. En plus des calculs en amont et en aval, l'ordinateur peut convertir les jours ouvrables expirés en dates calendaires. Différentes activités peuvent être affectées à différents échéanciers.

Les calculs effectués par ordinateur peuvent être affichés graphiquement sous la forme de réseaux de projet (ou de parties de ceux-ci) ou sous la forme de rapports tabulaires. Ceux-ci peuvent être conçus pour couvrir différentes parties du projet global et différentes périodes de temps. Les ordinateurs ont la capacité de trier les informations en termes d'activités spécifiques, de périodes de temps, d'emplacement physique sur le site, de zones de responsabilité ou d'autres critères souhaités. Cette capacité allège le fardeau de transmettre les bonnes informations à la bonne personne au bon moment. Les programmes informatiques ont généralement la capacité de réduire l'échéancier du réseau sous forme de graphique à barres. Ceux-ci fonctionnent bien pour signaler l'avancement des travaux aux propriétaires, aux professionnels de la conception et à d'autres personnes concernées par l'échéancier de construction.

Les programmes informatiques utilisés pour l'ordonnancement des projets peuvent différer considérablement les uns des autres à de nombreux égards importants, et une grande variété de programmes d'ordonnancement sont disponibles. Pour cette raison, il faut veiller à sélectionner le programme le mieux adapté aux besoins de gestion spécifiques d'un projet donné. La plupart de ces programmes permettront d'attribuer une heure prévue pour l'achèvement de la construction et effectueront le passage arrière en utilisant cette date de fin désignée plutôt que la valeur obtenue lors du passage avant. Les dates prévues peuvent également être attribuées aux jalons du réseau<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al, *Op. cit.* pp. 139-140.

**c. Logiciel de planification :** Le logiciel de planification de projet est utilisé en conjonction avec le traitement de texte et les feuilles de calcul. Les feuilles de calcul en particulier offrent des feuilles de contrôle simples. Le logiciel de planification peut être largement séparé par le coût du package. Bien qu'il soit tentant d'associer des prix plus élevés à des fonctions plus riches et une meilleure qualité, certains des logiciels les moins chers peuvent offrir des capacités similaires. En général, les programmes les plus chers sont capables de gérer des projets plus importants, de définir les contraintes plus en détail (plus de précision) et de produire des rapports plus flexibles. En revanche, les programmes moins chers sont plus faciles à utiliser, ont des écrans mieux conçus, sont plus interactifs et traitent les données beaucoup plus rapidement.

Les programmes à prix plus élevé ont tendance à gérer plus efficacement les exigences de coût du projet, offrant plus de champs de coûts, une intégration des coûts de planification de la valeur acquise et une gamme plus large de rapports de gestion. Le reporting est un autre domaine de différence, les programmes plus chers proposant des rédacteurs de rapports complets, qui permettent à l'utilisateur de générer presque tous les types de rapports de gestion. Les packages à petit budget ont généralement un nombre limité de formats de rapports disponibles avec une personnalisation limitée<sup>1</sup>.

**d. Logiciel d'ordonnement :** La mise à jour de l'échéancier est l'une des applications informatiques les plus utiles et les plus importantes de tout le système de gestion de projet. Les logiciels d'ordonnement peuvent fournir des informations de gestion en temps opportun sous une forme facilement compréhensible et immédiatement utilisable. Les informations de progression sur le terrain sont entrées dans le logiciel d'ordonnement, ce qui nécessite un effort minimal. Le logiciel d'ordonnement est très flexible en ce sens qu'il peut fournir à peu près n'importe quel type de rapport souhaité par le chef de projet. Les rapports peuvent être préparés de manière sélective pour n'importe quel niveau de gestion ou de supervision. Des états récapitulatifs générés pour la haute direction aux rapports très détaillés pour les superviseurs

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op. cit.*, p. 324.

de terrain, le logiciel peut produire des informations sur l'état du temps pour tout niveau de gestion des tâches souhaité.

Au niveau de la supervision sur le terrain, le logiciel d'ordonnement produit une

Grande variété de données utiles exprimées en jours et dates calendaires. Les Informations typiques générées peuvent être :

- Durée estimée et durée réelle de chaque activité terminée.
- Dates de début prévues et dates de début réelles de toutes les activités terminées ou en cours.
- Date de fin prévue et date de fin réelle de chaque activité terminée.
- Statut temporel de chaque activité en cours, indiquant la date de fin prévue et le nombre de jours en avance ou en retard.
- Une date d'achèvement du projet révisée avec une indication du dépassement ou de la sous-exécution prévue du temps.
- Dates de début et de fin initialement prévues et révisées pour chaque activité non encore commencée.
- Identification des activités critiques.
- Les valeurs flottantes de toutes les activités.

Ces informations peuvent être générées en utilisant n'importe quelle date souhaitée comme point de départ du passage en arrière<sup>1</sup>.

**e. Quand un ordinateur est nécessaire :** Pour décider de traiter un réseau particulier par des calculs manuels ou par ordinateur, les facteurs suivants doivent être pris en compte :

- Taille du réseau : Plus le réseau est grand, bien sûr, plus il est probable qu'un traitement informatique sera nécessaire. Cependant, il n'y a pas de nombre spécifique d'activités qui nécessiteraient un ordinateur, en raison de l'influence des autres facteurs énumérés ci-dessous.
- Disponibilité de l'ordinateur : Un ordinateur approprié et un logiciel de chemin critique adéquat doivent être disponibles à un coût raisonnable.

---

<sup>1</sup>SEARS, S. Keoki, & al, *Op. cit.* pp. 270-271.

- Fréquence prévue de mise à jour : Si le réseau est avant tout un outil de planification et n'est pas susceptible d'être révisé et mis à jour tout au long du projet, le traitement informatique peut ne pas en valoir la peine, même si le réseau est vaste.
- Listes de sortie souhaitées : Si des listes imprimées des activités du réseau sont souhaitées, sélectionnées et triées par flottant, responsabilité, dates de début, numéros d'activité, etc., et si ces listes sont souhaitées pour chaque calcul de mise à jour sur le projet, le traitement informatique est la réponse la plus pratique.
- Analyses avancées : Dans la plupart des cas, des ordinateurs et le logiciel approprié sont nécessaires pour le compromis de temps, l'allocation des ressources, les statistiques PERT et les analyses de contrôle des coûts.
- Format réseau : Lorsque le format de réseau de priorité est utilisé, les calculs manuels de l'horaire de base sont complexes, ce qui rend l'utilisation du traitement informatique décidément avantageuse.

Chaque utilisateur potentiel doit tenir compte de ces facteurs par rapport à son projet et au programme particulier disponible<sup>1</sup>.

### **3. Logiciel approprié au management de projet :**

- a. **Choisir un logiciel adapté :** Les premiers utilisateurs de logiciels de gestion de projet hésitaient à saisir toutes les opportunités offertes par les très rares bons systèmes qui existaient. La plupart des gens se sont contentés d'exécuter une analyse du temps, d'imprimer les résultats et d'essayer d'exécuter leurs projets en utilisant les dates les plus précoces possibles sans tenir compte des contraintes de ressources. Dans les industries avec une grande flexibilité des ressources, ou où le travail est généralement sous-traité à d'autres qui doivent fournir et gérer les ressources, ce mépris de la planification détaillée des ressources était (et reste) une approche sensée. Dans de nombreuses entreprises, cependant, de graves difficultés ont été rencontrées pour essayer

---

<sup>1</sup>MODER, Joseph & al. *Op.Cit. pp. 338-339.*

de terminer le travail à temps, alors qu'on ne voyait pas de moyen facile de répartir les maigres ressources entre tous les emplois qui les réclamaient.

Plusieurs programmes sont devenus disponibles dans les années 1960 et ont été annoncés comme étant en mesure de déclarer les coûts et de planifier les ressources. Seuls deux ou trois d'entre eux ont réellement fonctionné, notamment divers produits de K & H Projects Systems et PERT 1900 d'ICL. La technologie K & H survit sur ce marché avec 4c Systems Ltd, dont le produit 4c est parmi les moins connus mais probablement les plus package de gestion de projet polyvalent et puissant disponible partout. Les autres programmes qui ont depuis acquis une grande réputation sont Deltek Open Plan <sup>TM</sup> Professional de Deltek et Primavera. Artemis est un autre nom de réputation.

Tous les logiciels mentionnés jusqu'ici se situent dans le haut de gamme du marché, parmi les programmes capables d'exécuter de très grands réseaux et de multiples projets, avec de nombreuses fonctionnalités de gestion, et méritant bien l'adjectif « puissant ». Ces systèmes sont relativement chers à l'achat et ils nécessitent une formation spéciale avant de pouvoir profiter de tous leurs avantages ou même, dans certains cas, avant même de pouvoir être mis en service. Microsoft Project est de loin le package le plus connu et le plus utilisé, avec des millions d'utilisateurs. Faisant partie de la suite de programmes Microsoft Office, il est convivial et ses fonctionnalités de base sont faciles à apprendre. Il est idéal pour les très nombreux utilisateurs dont les projets ne nécessitent pas les capacités étendues des produits du haut de gamme, ou qui ne peuvent pas justifier l'investissement plus important en coût et en formation que ces systèmes plus puissants exigent<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>LOCK, Dennis. *Op.Cit.* pp.285-286.

**b. Informatique en Gestion de projet :** Le PMBOK indique que « le logiciel de gestion de projet est largement utilisé pour aider à l'élaboration de l'échéancier. Ces produits automatisent le calcul de l'analyse mathématique et du nivellement des ressources et permettent ainsi de considérer rapidement de nombreuses alternatives d'ordonnancement. Ils sont également largement utilisés pour imprimer ou afficher les résultats de l'élaboration des horaires.

Il y avait autrefois des discussions sur la résistance au changement causée par l'introduction de systèmes informatiques, mais maintenant les ordinateurs sont devenus un outil essentiel pour le chef de projet pour planifier et contrôler ses projets, et il y a une acceptation universelle de cette nouvelle technologie. Même les petits projets bénéficient de simples graphiques à barres qui décrivent clairement la portée des travaux, l'échéancier des travaux et qui est responsable. Des informations précises seront toujours une condition préalable à une bonne résolution des problèmes et une bonne prise de décision.

L'utilisation des ordinateurs est désormais un élément central du système d'information et de contrôle, l'accent devrait donc non seulement inclure les composants matériels et logiciels, mais aussi l'environnement du bureau de projet en tant que centre du système de gestion de projet<sup>1</sup>.

**c. Utilisation de logiciels de gestion de projet :**

- **PRIMAVERA P6 :**PRIMAVERA P6 est un très bon logiciel de planification, certainement un des meilleurs du marché. Il est largement utilisé dans l'industrie sur des grands projets industriels internationaux, notamment dans les secteurs de l'énergie, la défense, le transport, le BTP, etc. Véritable base de données, sa puissance et sa fiabilité sont telles que les clients imposent contractuellement son utilisation.

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op. cit.*, p. 321.

À la différence de PRIMAVERA P3, P6 est un logiciel multiutilisateur, multi projets, il peut néanmoins s'utiliser en mode mono projet<sup>1</sup>.

- **MS Project** : MS Project est le logiciel de planification le plus utilisé aujourd'hui, c'est pourquoi une aide est proposée sur cet outil. La maîtrise d'un outil de ce type est indispensable pour tout chef de projet et planificateur. Les fonctionnalités de l'outil et la littérature sont si abondantes qu'il est difficile de saisir l'essentiel en termes de bonnes pratiques afin de créer simplement un planning correct. Pour cela, il faut définir les étapes suivantes :

- Paramétrer l'outil ;
- Construire et mettre à jour un planning ;
- Gérer les ressources et les coûts à travers la création d'un planning<sup>2</sup>.

Le MS Project est un logiciel de gestion des projets conçu par Microsoft et fonctionne sous Windows.

C'est un utilitaire destiné aux planificateurs, aux responsables de l'exécution et de suivi des projets, et à ceux qui sont appelé à trouver un juste équilibre entre la qualité, le coût et le délai. Les secteurs concernés sont variés (BTP, Industrie, Services, Administration et Collectivités, personnel...).

Lorsque le planificateur est confronté à un nombre important de tâche, avec des liens compliqués entre elles, des ressources différentes à affecter à plusieurs tâches, des délais très longs et précis, des budgets de plus en plus importants et difficiles obtenir, des exigences des clients très pesants ; les outils de planification traditionnels dans ces cas-là sont très limités, trop lents et inefficaces.

MS Project permet d'établir toute sorte de planning et de document entre autres :

- Le diagramme Gantt, Gantt relative aux marges, Gantt relative au suivi avec des mises à jour.
- Le réseau PERT ou l'organigramme des tâches.

---

<sup>1</sup>MOINE, Jean-Yves. *Op.Cit.* p. 316.

<sup>2</sup>*Ibid.* *Op.Cit.* p. 293.

- Les graphes de toute sorte de ressources (main d'œuvre, engin, matériaux) en heures, en coût ou en unité de pointe.
- Les tableaux des tâches, des ressources.
- Les rapports instantanés de la situation du projet.
- Les différentes comparaisons entre le planifié et le réel.
- L'optimisation des ressources.
- L'audit des coûts.
- Importer ou exporté des données d'autres logiciels.

Le MS Project peut lier des centaines de milliers de tâches et de ressources, sur un délai qui va pour le moment jusqu'à l'an 2050.

A l'aide du MSP, on peut proposer sur place aux clients, en sa présence, les différents délais et les coûts correspondants, en fonction des ressources disponibles, ou bien, définir les ressources à mettre en œuvre pour respecter le délai exigé par le client (maître de l'ouvrage).

Les rapports instantanés présentés par le MSP, permettent lors des réunions de coordination des responsables du suivi du projet, de prendre des décisions rapides pour le bon déroulement des opérations ; car ses rapports présentent des informations claires et précises sur les opérations planifiées et les réels. Cela présente un tableau de bord complet qui permet la bonne navigation.

Sur un ordinateur portable muni du MSP, on peut se déplacer de chantier en chantier, d'opérateur en opérateur, pour faire des mises à jour.

Si les chantiers, les ressources, les fournisseurs, les sièges des entreprises ou tous autres opérateurs sont branchés sur l'Internet, le MSP permet par la commande groupe de travail de se connecter directement avec eux et s'échanger les informations utilisées par ce programme.

#### **4. Avantages et inconvénients de l'utilisation l'outil informatique**

**a. Avantages :** Les avantages sont comme suit :

- Le logiciel de gestion de projet offre des calculs rapides. Cela peut être démontré sur une feuille de calcul où les modifications sont traitées presque immédiatement, alors que les calculs manuels seraient très laborieux.
- Les calculs sont toujours corrects, la précision de la sortie étant directement dépendante de la précision de l'entrée des données. La validation de la saisie des données est également possible, ce qui réduira les erreurs humaines.
- L'édition est très rapide une fois la base de données établie.
- Les progiciels d'application offrent généralement des structures d'information bien pensées qui, si elles sont utilisées, aideront à normaliser les méthodes et à appliquer une approche disciplinée.
- Le logiciel a la capacité de traiter de grands projets avec plus de 10 000 activités.
- Les fonctions de sélection et de tri permettent à l'opérateur de présenter les informations dans un format structuré.
- Les rapports de gestion par exception et d'écart sont faciles à obtenir.
- Une fois la base de données établie, l'analyse hypothétique peut être effectuée rapidement.
- La base de données du projet peut être liée à la base de données de l'entreprise.
- Le logiciel peut offrir des rapports centralisés ou distribués qui sont flexibles pour s'adapter à la structure de l'organisation.
- Ils ont des rapports de meilleure qualité ; les documents et graphiques peuvent être personnalisés pour faciliter la diffusion des informations au sein de l'équipe de projet.
- Des calculs plus rapides peuvent conduire à une période de rapport plus courte qui offre un meilleur contrôle et une analyse des tendances plus précise. Il sera également plus rapide de réagir à une situation changeante.

- Les rapports peuvent être structurés par la structure de répartition du travail (WBS) ou la structure de répartition de l'organisation (OBS).
- Le logiciel libèrera les gestionnaires du traitement manuel de grandes quantités de données, ce qui devrait leur donner plus de temps pour se concentrer sur la gestion du projet et les personnes impliquées.
- Il est relativement simple de faire des sauvegardes des données du projet. Cela répond au besoin de gestion des risques pour la reprise après sinistre.
- Les gestionnaires peuvent saisir leurs propres rapports, télécopies et e-mails.

**b. Inconvénients :** Il existe cependant un certain nombre d'inconvénients, notamment :

- Coûts supplémentaires associés à l'éducation et à la formation, à l'achat de matériel et de logiciels et à la perte de production lors de la mise en œuvre du nouveau système.
- Le surcoût d'entretien et de mise à niveau.
- Il se peut que l'organisation doive être restructurée.
- Le nouveau système peut provoquer une résistance au changement qui pourrait affecter le moral et la productivité de l'entreprise.
- Si l'ordinateur tombe en panne, cela pourrait interrompre le fonctionnement de l'entreprise, surtout si des systèmes de sauvegarde efficaces n'ont pas été mis en place.
- Si les précautions de sécurité des données ne sont pas prises, il est possible de perdre de grandes quantités de données, causées par ; attaque de virus, crash de disque dur, incendie ou vol<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>BURKE, Rory. *Op. cit.*, p. 324.

## Section 2 : Planification des ressources

### 1. Planification de délais :

**a. Travail, capacité, durée :** Pour pouvoir planifier des tâches d'un projet nous devons avoir des données de chaque tâche, la durée, la capacité et le travail. Le travail  $T$  d'une tâche (en heure de travail, jour...) d'une main d'œuvre ou d'une machine est (le produit ou la division) entre la quantité des travaux  $V_p$  établis par le métré suivant les plans et la norme de production  $R_p$  (repères de production, rendement) établis par l'entreprise ou par des organismes spécialisés dans la production des données ou normes.

$$T = V_p / R_p \text{ si } R_p \text{ est unité/temps} \quad (2.1)$$

$$T = V_p \times R_p \text{ si } R_p \text{ est en temps/unité} \quad (2.2)$$

La capacité  $C$  est le nombre de la ressource affectée à la tâche de durée  $D$  déterminée. Aussi le travail  $T$  est le produit entre la durée  $D$  et la capacité  $C$  (Ressource).

$$T = D \times C \quad (2.3)$$

$$\text{Capacité} = \text{Travail} / \text{Durée} \quad (2.4)$$

$$\text{Durée} = \text{Travail} / \text{capacité} \quad (2.5)$$

### b. Les liens entre les tâches :

Les liens entre les tâches sont déterminés par le mode opératoire et les considérations techniques entre les tâches, tel que la disponibilité de l'espace, de la ressource, arrêts techniques, exigence du client. Considérant sur la figure suivante deux tâches liées  $T$  et  $T+1$  :

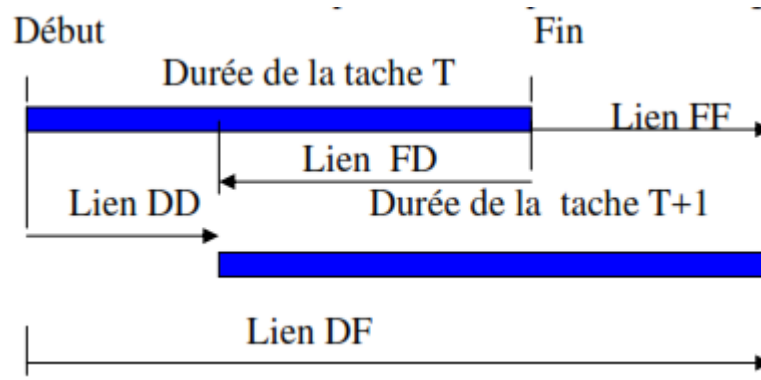
La tâche  $T$  est prédécesseur de la tâche  $T+1$

La tâche  $T+1$  est le successeur de la tâche  $T$

Les liens possibles entre les tâches sont : Début- Début DD, Fin – Début FD,

Début Fin DF, Fin - Fin, et Aucun lien.<sup>2</sup>

Les valeurs des liens peuvent être positives ou négatives.

**Figure 3.1 : Les liens entre les tâches**

Source : LADOUANI Abdelkrim, **Organisation De Chantier Et gestion De Projet**, Polycopie, Département d'Hydraulique, USTOMB, Oran, Algérie, p 71.

$$\text{Lien FD (T, T+1)} = \text{Lien DD (T, T+1)} - \text{Durée (T)} \quad (2.6)$$

$$\text{Lien FF (T, T+1)} = \text{Lien DD (T, T+1)} - \text{Durée (T+1)} - \text{Durée (T)} \quad (2.7)$$

$$\text{Lien DF (T, T+1)} = \text{Lien DD (T, T+1)} + \text{Durée (T+1)} \quad (2.8)$$

**c. Présentation graphique :** Le réseau CPM d'activités affiche le projet sous forme de diagramme d'activités et de relations selon la structure de répartition du travail (WBS). Une bordure rouge autour d'une zone d'activité indique une activité critique. Une ligne reliant les boîtes d'activité indique une relation d'activité.

On peut contrôler presque tous les aspects du réseau d'activités, y compris l'apparence des activités, le contenu des boîtes d'activités et l'espacement entre les activités. On peut aussi enregistrer la disposition du réseau d'activités sur un ordinateur pour envoyer un e-mail à un autre utilisateur du projet ou pour la récupérer plus tard<sup>1</sup>.

Pour pouvoir calculer les dates de début, de fin et les marges de chaque tâche, on utilise les cases suivantes :

<sup>1</sup>P6 Professional User's Guide R 8.3 | License | Software. Dans : Scribd [en ligne]. [s. d.], p. 246. [Consulté le 4 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.scribd.com/doc/196539801/P6-Professional-User-s-Guide-R-8-3>.

**Figure 3.2 : Cases de calcul des tâches**

<b>Début tôt</b> <b>dto</b>	<b>Début tard</b> <b>dta</b>
<b>Nom de la tâche</b>	<b>Durée</b>
<b>Marge libre</b> <b>ML</b>	<b>Marge totale</b> <b>MT</b>

Source : LADOUANI Abdelkrim, Op. Cit.p 73.

#### **d. Calcul des dates, des liens, des marges :**

La marge libre (ML) d'une tâche est une possibilité de retard de celle-ci sans retarder le début des tâches postérieures.

La marge totale (MT) d'une tâche est une possibilité de retard de celle-ci sans affecter la fin tard du projet.

#### **Cas de lien début-début (DD)**

- Début tôt $dto(T+1) = dto(T) + DD$	(2.9)
- Début tard $dta(T) = dta(T+1) - DD,$	(2.10)
- Fin tôt $fto(T) = dto(T) + durée(T)$	(2.11)
- Fin tard $fta(T) = dta(T) + durée(T)$	(2.12)
- $MT(T) = dta(T) - dto(T)$	(2.13)
- $ML(T) = dto(T+1) - DD - dto(T)$	(2.14)

#### **Cas de lien fin-début (FD)**

- Début tôt $dto(T+1) = dto(T) + durée(T) + FD$	(2.15)
- Début tard $dta(T) = dta(T+1) - Durée(T) - FD$	(2.16)
- Fin tôt $fto(T) = dto(T) + durée(T)$	(2.17)
- Fin tard $fta(T) = dta(T) + durée(T)$	(2.18)
- $MT(T) = dta(T) - dto(T)$	(2.19)
- $ML(T) = dto(T+1) - Durée(T) - FD - dto(T)$	(2.20)

**Cas de lien fin -fin (FF)**

$$- \text{Début tôt } d_{to}(T+1) = d_{to}(T) + \text{Durée}(T) + FF - \text{Durée}(T+1) \quad (2.21)$$

$$- \text{Début tard } d_{ta}(T) = d_{ta}(T+1) + \text{Durée}(T+1) - FF - \text{Durée}(T) \quad (2.22)$$

$$- \text{Fin tôt } f_{to}(T) = d_{to}(T) + \text{durée}(T) \quad (2.23)$$

$$- \text{Fin tard } f_{ta}(T) = d_{ta}(T) + \text{durée}(T) \quad (2.24)$$

$$- \text{MT}(T) = d_{ta}(T) - d_{to}(T) \quad (2.25)$$

$$- \text{ML}(T) = d_{to}(T+1) - d_{to}(T) - \text{Durée}(T) - FF + \text{Durée}(T+1) \quad (2.26)$$

**Cas de lien début-fin (DF)**

$$- \text{Début tôt } d_{to}(T+1) = d_{to}(T) + DF - \text{durée}(T+1) \quad (2.27)$$

$$- \text{Début tard } d_{ta}(T) = d_{ta}(T+1) + \text{Durée}(T+1) - DF \quad (2.28)$$

$$- \text{Fin tôt } f_{to}(T) = d_{to}(T) + \text{durée}(T) \quad (2.29)$$

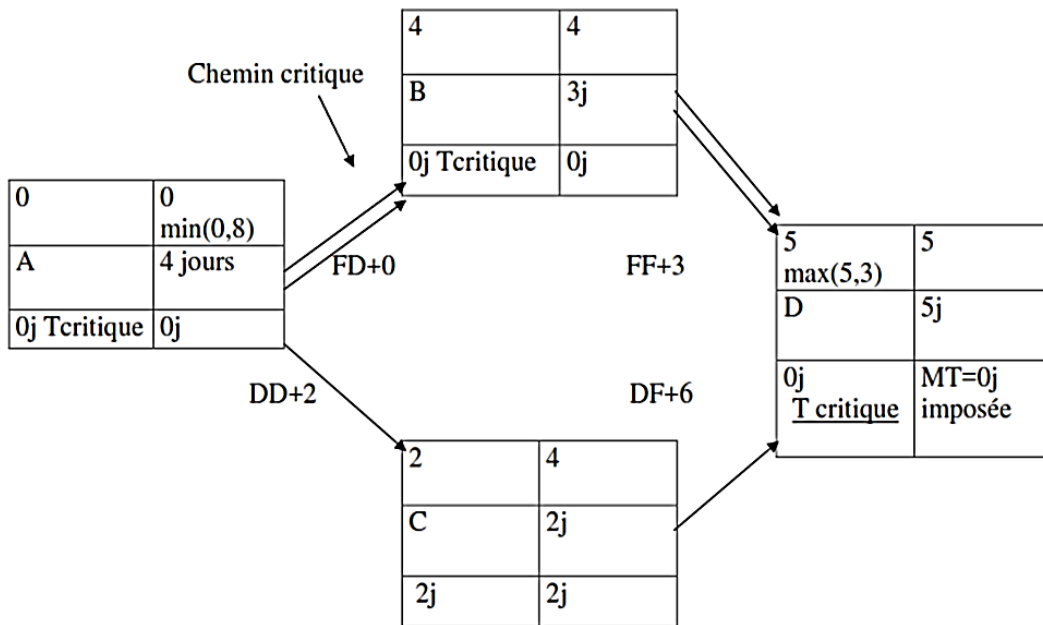
$$- \text{Fin tard } f_{ta}(T) = d_{ta}(T) + \text{durée}(T) \quad (2.30)$$

$$- \text{MT}(T) = d_{ta}(T) - d_{to}(T) \quad (2.31)$$

$$- \text{ML}(T) = d_{to}(T+1) + \text{Durée}(T+1) - DF - d_{to}(T) \quad (2.32)$$

La marge libre d'une tâche est une possibilité de retard de celle-ci sans retarder le début des tâches postérieures.

La marge totale d'une tâche est une possibilité de retard de celle-ci sans affecter la fin tard du projet.

**Figure. 3.3 : Réseau des tâches**

Source : LADOUANI Abdelkrim, Op. Cit.p 76.

**2. Planification des Ressources :** La planification des ressources consiste à les affecter et analyser leur répartition sur le délai. Elle doit être régulière et constante. Les sur utilisations et les sous utilisations sont à éviter.

a. **Saisi des ressources :** Les ressources sont décomposés en ressources travail et en ressource matériel. Les ressources travaux concernent les ressources humaines (heure-humain) ou ressources machines (heure-machine). Les ressources matériels concernent les articles de consommation et ressources cout (taxe, impôt). Pour pouvoir calculer le travail, il faut connaitre le volume physique de la tache VP (unité) et le repère de production de la ressource RP exprimé en unité/heure humaine.

$$\text{Travail} = V_p / R_p \quad (3.1)$$

Si  $R_p$  est exprimé en heure humaine /unité

$$T = V_p \times R_p \quad (3.2)$$

La saisie des ressources travail ou matériel (fourniture) se fait selon trois possibilités de type de tache :

1/ Capacité fixe : On impose la capacité de la ressource C, on modifie la durée D, le travail T est calculé  $T = D \times C$ .

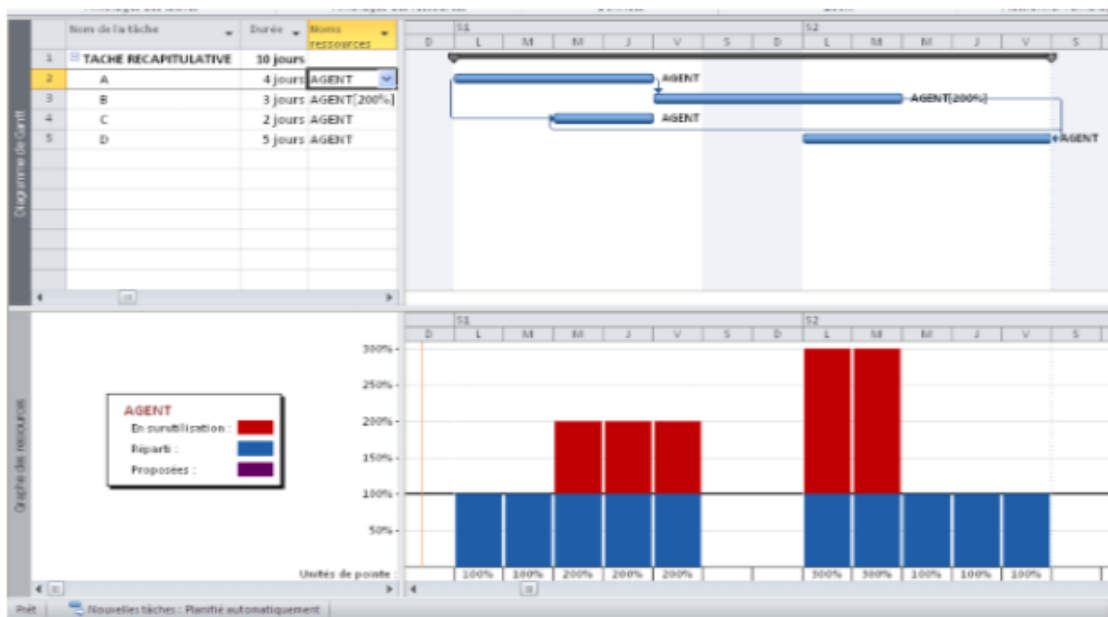
2/ Durée fixe : On impose la durée, modifie la capacité, le travail est calculé.

3/ Travail fixe : On impose le travail, modifie la durée, la capacité est déterminée.  $C = T/D$ .

Une fois que les affectations sont faites, on visualise leurs répartitions pour analyser leur régularité et remettre les affectations individuelles ou collectives aux concernés pour l'exécution.

- b. **Visualisation des ressources :** Lorsque les ressources sont affectées, nous devons visualiser la répartition sur le délai, pour voir les sur utilisations et les inégalités. L'affichage suivant « graphe ressource » nous les montre.

**Figure 3.4 : Présentation du graphe de ressource par MS Project**



Source : LADOUANI Abdelkrim, Op. Cit.p 784.

- c. **Notions de la ressource Maximale et Minimale :** La ressource en question est la main d'œuvre ordinaire ou qualifiée, polyvalente, capable d'intervenir dans la majeure partie des tâches. C'est la ressource la plus importante en nombre dans l'entreprise de production. L'ajustement de la ressource spécialisée qui n'intervient que dans quelques tâches bien précises. Il est question aussi de la ressource machine dont l'ajustement est secondaire. La priorité est donnée à la ressource humaine ensuite aux machines. La notion de

priorité sur Primavera existe et on peut en choisir le degré de priorité selon le cas d'étude.

Pour notre cas des projets de construction, nous proposons aux professionnels de fournir les données suivantes pour chaque tâche/parcelle :

- la ressource minimale  $R_{\min}$  qu'on peut utiliser dans la tâche/parcelle, qui correspond à la durée maximale  $D_{\max}$  de celle-ci. C'est la quantité de la ressource au-dessous de laquelle le travail ne peut pas être accompli convenablement du point de vue de la qualité, la sécurité, la gestion (encombrement, mésentente) et la rentabilité du travail.

- La ressource maximale  $R_{\max}$ , qui correspond à la durée minimale  $D_{\min}$ . C'est la quantité de la ressource au-dessus de laquelle le travail ne peut pas être accompli convenablement du point de vue de la qualité, la sécurité, la gestion (encombrement, mésentente) et la rentabilité du travail.

Entre les deux les professionnels peuvent aussi proposer la ressource usuelle la plus utilisée.

Ces informations déduites des expériences des entreprises sont très importantes pour le planificateur qui pourra ainsi limiter les cas de figure:

- le premier cas limite considère toutes les tâches/parcelles utilisant la ressource maximale et la durée minimale, ce qui donne le délai minimal du projet.

- Le deuxième cas limite considère toutes les tâches/parcelles utilisant la ressource minimale et la durée maximale, ce qui donne le délai maximal du projet.

- Entre ces deux cas limites, il existe un ensemble de cas, dont celui où toutes les tâches/parcelles utilisent la ressource usuelle.

- Parmi tous ces cas il existe le cas optimal où la ressource est uniforme et bien répartie dans le temps.

### Section 3 : Cas pratique

#### 1. Ordonnancement des ressources :

**a. Allocation des ressources avec Critères de priorité :** Pour cela, Primavera offre les démarches suivantes :

- Choisir Projet, Activités.
- Sélectionner l'activité à laquelle on souhaite affecter une ressource.
- Afficher les détails de l'activité, puis cliquer sur l'onglet Ressources.
- Cliquer sur Ajouter une ressource.
- Sélectionner la ressource que vous souhaitez affecter.

Si la sécurité des ressources est activée, on ne peut sélectionner que les ressources auxquelles on a accès.

Cliquer sur le bouton Assign, puis sur le bouton Close<sup>1</sup>.

Dans la section Affectations de ressources, on spécifie comment calculer les valeurs restantes lorsque de nouvelles affectations de ressources sont ajoutées ou supprimées des activités. On choisit les unités, la durée et les unités / temps pour les affectations existantes si on souhaite que les unités, les durées et les unités / temps restent constantes lorsque des ressources supplémentaires sont affectées à une activité.

Lors du remplacement d'une ressource sur une affectation d'activité existante, on choisit d'utiliser les unités / temps et le facteur d'heures supplémentaires de l'affectation actuelle ou de la nouvelle ressource remplaçant l'affectation existante<sup>2</sup>.

Si on planifie manuellement l'allocation des ressources pour la période future dans la feuille de calcul d'utilisation des ressources, les calculs peuvent affecter les valeurs qu'on entre manuellement dans les périodes futures pour une affectation.

Pour les activités à durée fixe et unités, P6 Professional ne recalculera pas les unités réelles pour les affectations de ressources existantes si elles ont des unités / temps, unités ou coûts négatifs<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup>P6 Professional User's Guide R 8.3 | License | Software. Op.Cit. p. 134.

<sup>2</sup>Ibid. p. 57.

<sup>3</sup>Ibid. p. 58.

**b. Nivellement des Ressources :** Lorsqu'il existe des sur-utilisations dans les ressources, le planificateur peut corriger les affectations tenant compte des marges disponibles. Cela consiste à :

- Déplacer les tâches dans la limite de leur contrainte pour réduire les sur- utilisations.
- Augmenter la capacité maximale
- Augmenter la durée de la tâche, en réduisant sa ressource

Il est préférable avant de procéder à l'audit (lissage) de calculer la capacité optimale de la ressource dans le projet, si on veut conserver le délai et exploiter les marges disponibles.

- Choisir Entreprise, Projects and display Project Details.

- Cliquer sur l'onglet General tab, puis sélectionner une priorité de nivellement de 1 (priorité la plus élevée) à 100 (priorité la plus basse).

Lors du nivellement, ce nombre détermine les affectations d'autres projets à prendre en compte dans l'exécution du nivellement.

Si on sélectionne un niveau de priorité pour un nœud ou un projet EPS, la sélection peut affecter l'ordre dans lequel les activités du projet sont nivelées. Si on nivelle un projet en fonction de la priorité du projet, toutes les activités du projet de priorité supérieure sont nivelées, puis les activités du projet de priorité inférieure sont nivelées<sup>1</sup>.

On peut inclure des affectations de projets fermés pendant le nivellement en cochant la case Considérer les affectations dans d'autres projets avec une priorité égale / supérieure à de la boîte de dialogue Ressources de niveau. On Indique une priorité de nivellement de projet pour ces projets dans l'onglet Général de la fenêtre Projets.

Pour utiliser le niveau de priorité comme point de départ lors du nivellement, on inclue la priorité de nivellement du projet sous Priorités de nivellement dans la boîte de dialogue Ressources de niveau<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>P6 Professional User's Guide R 8.3 | License | Software. Op.Cit. p. 108.

<sup>2</sup>Ibid. p. 109.

Bien que le nivellement des ressources offre un moyen de résoudre les conflits de ressources, on peut également envisager des solutions alternatives, telles que la modification des relations d'activité ou la réaffectation des ressources.

La notion de quantité maximale de travail seulement existe sur Primavera. Elle est définie par la valeur Unités / Temps max. De la ressource dans l'onglet Unités et prix des Détails de la ressource<sup>1</sup>.

- c. Optimisation des Ressources :** Nous entamerons la méthode de Ladouani dans le contexte établi ci-dessus où on doit calculer les paramètres d'optimisation. Ensuite, on compare avec les conditions du cas optimal. Si les résultats se rapprochent à ces conditions, le cas est optimal.

## 2. Modèle d'optimisation proposé :

### a. Explication des symboles :

**d**=>nombre de donnée par tâche/parcelle  
**D** => délai du projet  
**Di**=>durée de la tâche i  
**Di,j**=>durée de la tâche/parcelle  
**m** => nombre total de parcelles  
**n**=>nombre total de tâches  
**QT**=>quantité de travail totale du projet  
**QT<sub>i</sub>**=>quantité de travail de la tâche i  
**QT<sub>i,j</sub>**=>quantité de travail par tâche/parcelle  
**R<sub>max,t</sub>**=>ressource maximale du projet au temps t  
**R<sub>moy</sub>**=>ressource moyenne du projet  
**R<sub>i,j</sub>**=>quantité de la ressource par tâche/parcelle  
**VR1**=>variation maximale de la ressource du projet  
**VR2**=>variation moyenne de la ressource  
**VR3<sub>i</sub>**=> variation moyenne de la ressource par tâche  
**i**=>indice de la tâche  
**j**=>indice de la parcelle

<sup>1</sup> P6 Professional User's Guide R 8.3 | License | Software. Op.Cit.. p. 208.

**b. paramètres d'optimisation :**

- **La variation maximale de la ressource VR1 :** La variance maximale de la ressource VR1 est le rapport entre la ressource maximale de l'ensemble du projet au temps t sur la ressource moyenne du projet. Elle exprime le degré maximal de dispersion de la ressource par rapport à la ressource moyenne.

Cette dispersion doit être diminuée au maximum pour minimiser les sur-utilisations de la ressource.

Les ressources qui se trouvent au-dessus de la ressource moyenne sont des sur-utilisations. Les ressources qui se trouvent au-dessous de la ressource moyenne sont des sous-utilisations.

$$VR1 = \frac{R_{\max,t}}{R_{\text{moy}}} \quad (1)$$

La ressource maximale au temps t,  $R_{\max,t}$  est égale à la somme des ressources  $R_{i,t}$  de toutes les tâches qui sont prévues dans le temps t qui varie de 1 jour jusqu'au délai D.

$$R_{\max,t} = \text{Max} \sum_{i=1}^n R_{i,t}$$

Avec t qui varie de 1 jour à D jours

(2)

$R_{i,t}$ , la quantité de la ressource de la tâche i au temps t.

Les tâches i varient de 1 jusqu'à n.

Les parcelles j varient de 1 jusqu'à m.

La ressource moyenne du projet,  $R_{\text{moy}}$ , est égale au rapport de la quantité de travail totale dans le projet QT sur le délai D.

C'est la ressource théorique constante qui doit être utilisée durant tout le projet.

$$R_{\text{moy}} = \frac{QT}{D} \quad (3)$$

La quantité de travail totale du projet est égale à la somme des quantités de travail de chaque tâche/parcelle  $QT_{i,j}$  qui est le produit de la ressource  $R_{i,j}$  par la durée  $D_{i,j}$ .

$$QT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{i,j} \cdot D_{i,j} \quad (4)$$

La variation maximale de la ressource est supérieure ou égale à 1, qui est le cas idéal. Parmi les cas de figure, le projet qui présente une valeur de VR1 proche de l'unité est considéré comme optimal.

- **La variation moyenne de la ressource VR2 :** La variation moyenne de la ressource VR2 est le rapport entre la quantité de travail de la sur-utilisation et de la sous-utilisation de la ressource sur la quantité de travail totale du projet QT. Elle exprime le degré de la dispersion des ressources dans le temps par rapport à la ressource moyenne du projet  $R_{moy}$ .

$$VR2 = \frac{\sum_{t=1}^D |R_{moy} - \sum_{i=1}^n R_{i,t}|}{QT} \quad (5)$$

La variation moyenne de la ressource est toujours inférieure à l'unité, elle est idéale lorsqu'elle est égale à zéro. Parmi tous les cas de figure d'un projet, le cas qui présente la plus faible valeur est considéré comme optimal.

- **La variation moyenne de la ressource par tâche VR3,i :** Le principe de la variation moyenne de la ressource par tâche VR3,i est identique à la variation moyenne de la ressource VR2 mais dans ce cas le rapport concerne uniquement la tâche considérée. Elle exprime le degré de dispersion des ressources de la tâche i par rapport à la ressource moyenne de la tâche i,  $R_{moy,i}$ .

$$VR3,i = \frac{\sum_{t=1}^D |Rmoy,i - Ri,t|}{QTi} \quad (6)$$

$$Rmoy,i = \frac{Qti}{Di} \quad (7)$$

$QT_i$ , la quantité de travail de la tâche considérée  $i$ .

$$QT_i = \sum_{j=1}^m Ri,j \cdot Di,j \quad (8)$$

La variation moyenne de la ressource par tâche est toujours inférieure à l'unité, elle est idéale lorsqu'elle est égale à zéro. Le cas optimal d'un projet est celui qui présente les variations moyennes des ressources par tâches les plus faibles.

### c. Conditions optimales

- La variation maximale de la ressource est supérieure ou égale à 1
  - $VR1 \geq 1$
- La variation moyenne de la ressource est toujours inférieure à l'unité, elle est idéale lorsqu'elle est égale à zéro
  - $0 \leq VR2 < 1$
- La variation moyenne de la ressource par tâche est toujours inférieure à l'unité, elle est idéale lorsqu'elle est égale à zéro.
  - $0 \leq VR3,i < 1$

### 3. Algorithme proposé (déroulement) :

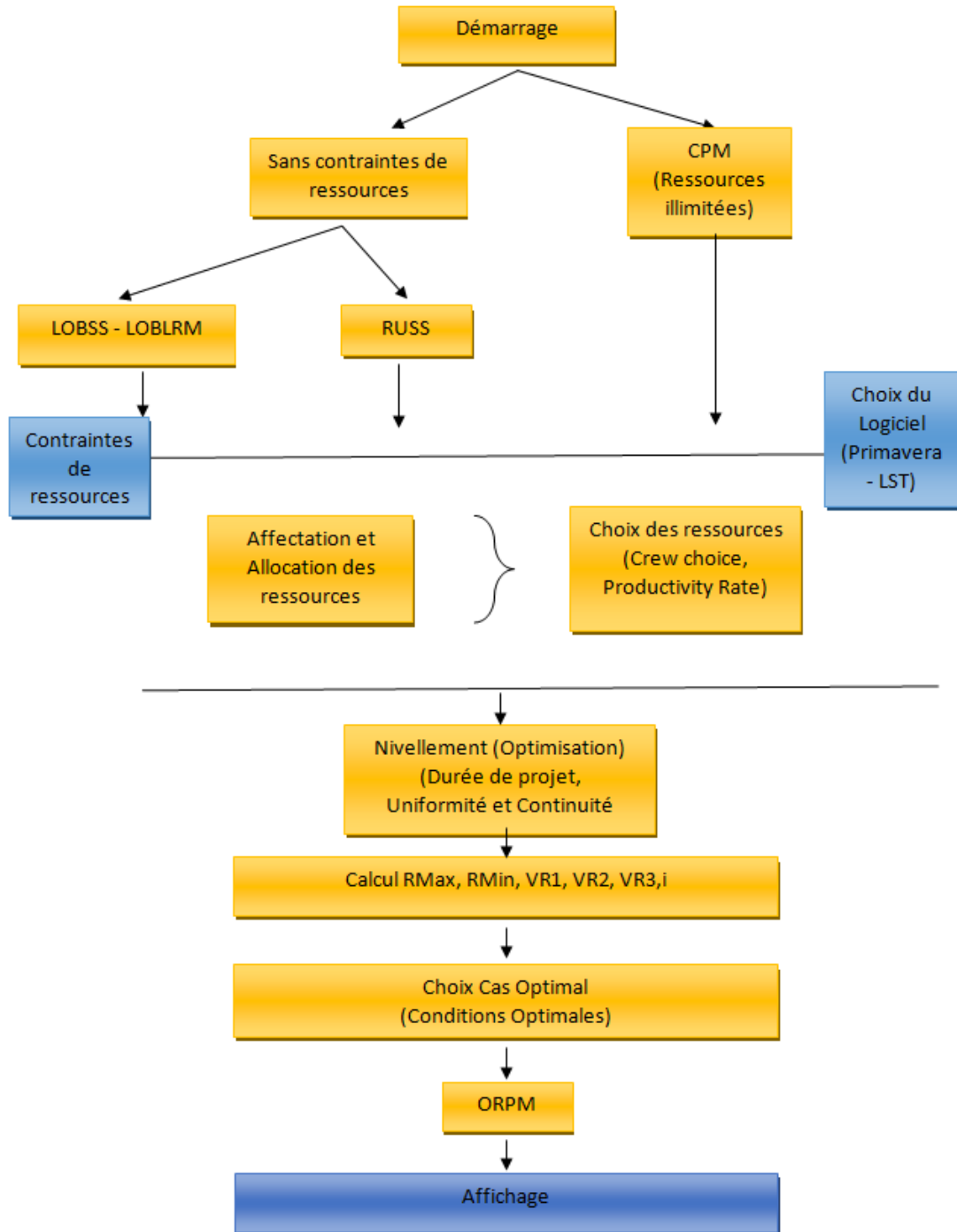
#### a. Vue générale de l'algorithme

En démarrage, il faut saisir toutes les données importantes et indispensables à la constitution d'un ordonnanceur complet et fiable pour la réalisation du projet.

Vu ce qui a été étudié jusqu'à maintenant dans la littérature, la solution optimale commence dès la constitution du réseau des tâches sans contraintes de ressources, ensuite, l'allocation et l'affectation des ressources, le nivellement et le

lissage, enfin le choix du cas optimal selon la notion de la ressource maximale et minimale.

**Figure 3.5** les Etapes de déroulement de l'algorithme proposé



*Source : Elaboré par étudiant sur la base d'un ensemble de références.*

**b. Explication de la Figure 3.5 :**

La constitution du réseau peut se faire de plusieurs façons, mais selon la partie théorique suscitée il y a des méthodes mieux élaborées pour se rapprocher au réseau d'activités le plus optimal avec un délai mieux adapté. Dans notre contexte qui est la programmation des tâches répétitives dans les projets de construction, la méthode la plus adaptée est celle de LOB (Line Of Balance).

Cette méthode<sup>1</sup> a pour objectifs :

- Établir un algorithme efficace qui facilite l'informatisation de la planification LOB et fournir un outil qui peut gérer les limites logiques et stratégiques causées par les caractéristiques particulières des activités individuelles.
- Incorporer le phénomène d'apprentissage dans les calculs LOB par lequel la durée réelle d'une activité est réduite à mesure que la répétition augmente.
- Réalisation d'une analyse d'optimisation des coûts.
- Intégration de différents types d'activités répétitives et non répétitives dans la planification LOB.
- Éliminer les problèmes d'ordre visuel avec la présentation non seulement de diagrammes LOB mais aussi de diagrammes à barres associés.

Le programme gère les problèmes associés aux systèmes existants, à savoir identifier les nombreux chemins entre l'origine et les nœuds terminaux, appliquer des taux d'apprentissage, incorporant différents types de répétitifs (linéaires et non linéaires) et des activités non répétitives, traitant des différentes limites logiques et stratégiques (dépendances temporelles et spatiales), traitant des contraintes du projet (congrès, jalons et ressources partagées), effectuer des calculs LOB, optimiser le calendrier du projet, identifier les activités critiques, calculer les flotteurs et concevoir des graphiques de présentation utilisables.

Le programme exécute le processus appelé « optimisation du calendrier » pour compresser le calendrier, chose existante sur le logiciel Primavera). Le programme n'ayant pas encore déterminé les activités critiques LOB, toutes les activités dont les cadences de production peuvent être augmentées en augmentant

---

<sup>1</sup>ARDITI, DAVID, & al. *Scheduling system for repetitive unit construction using line-of-balance technology. Engineering, Construction and Architectural Management. MCB UP Ltd, Janvier 2001, Vol. 8, n° 2, pp. 90-103.*

le nombre d'équipages, à condition qu'elles soient disponibles, sont candidates à la compression dans le processus d'accélération.

S'il s'avère que la durée du projet est réduite, le programme attribue le taux de production accru de l'activité compressée comme son nouveau taux de production.

Le processus se poursuit soit jusqu'à ce que les jalons contractuels soient atteints, soit jusqu'à ce que toutes les activités soient complètement comprimées car toutes les équipes disponibles ont été épuisées.

Cette méthode a été améliorée par celles de LOBLRM (Line of BalancebasedResource Leveling Model) et LOBSS (Line of Balancescheduling system) plus récente et plus complète.

L'optimisation<sup>1</sup> de l'utilisation des ressources consiste à corrélérer les ressources, leur session de temps de disponibilité et à réduire leur inactivité ainsi que les fluctuations indésirables de la demande. La préférence de nivellement des ressources à la station d'approvisionnement en ressources par le gestionnaire de ressources garantit des avantages optimaux. La livraison de ressources à des projets multi sites à partir d'une seule station de base de ressources après avoir nivelé la demande combinée est toujours économique. L'absence de connaissances sur les ressources et leurs détails d'engagement entre les différentes bases de sources de ressources conduira à une sous-utilisation des ressources. Le nivellement des ressources sur le chantier du projet et la transmission de l'ensemble de la demande limitent le meilleur partage viable/possible des ressources entre les projets. Le décaissement des ressources de la station à ressources combinées ou uniques par plusieurs projets agrégés et la demande nivelée entraîne une réduction des ressources.

Suite aux travaux de ARDITI et al, les chercheurs TANG et al ont poursuivi l'étude et le développement des recherches précédentes, en particulier celle de ARDITI et al.

---

<sup>1</sup>REDDY, B.S.K., & al. *Op. cit.* p. 248.

Le cadre d'optimisation du nivellement des ressources<sup>1</sup> pourrait être décrit à l'aide des points suivants :

- Considéré comme le premier facteur clé concernant la technique CP (Constraint Programming), le problème d'optimisation du nivellement des ressources basé sur LOB a été décrit comme un problème lié à la satisfaction des contraintes, dans lequel l'heure de début et le nombre d'équipages affectés sont considérés comme des variables de décision. Les valeurs de ces variables peuvent être choisies dans une certaine plage. Diverses contraintes, telles que la durée, la mémoire tampon, la continuité de l'équipage et les ressources, sont traitées comme des contraintes de problème.
- Une fonction objectif de nivellement des ressources est ajoutée pour le problème CSP (Constraint Satisfaction Problem).
- CP est utilisé pour obtenir une solution optimale ou quasi-optimale au problème CSP, de sorte qu'un programme orienté vers le nivellement des ressources qui satisfasse toutes les contraintes mentionnées ci-dessus puisse être obtenu.

Cette étude propose le modèle LOBRLM. LOBRLM est un modèle d'optimisation de calendrier adapté au nivellement linéaire des ressources de projet basé sur des CSP résolus à l'aide de techniques LOB. LOBRLM a été développé en tenant compte des avantages et des inconvénients des précédents modèles de nivellement des ressources basés sur les LOB afin d'améliorer sa flexibilité, sa praticité et sa capacité d'optimisation. Par rapport aux précédents modèles basés sur les LOB proposés par Damci, LOBRLM possède les caractéristiques et les nouvelles capacités suivantes :

- La planification des activités et l'allocation de nivellement des ressources sont synchronisées dans LOBRLM. Un horaire fixe donné n'est donc pas nécessaire. La flexibilité du processus d'optimisation est donc améliorée et la qualité de la solution est améliorée.
- Les objets d'optimisation et la sélection de valeurs de variables sont complets et flexibles. Le processus d'optimisation se concentre sur toutes les activités à

---

<sup>1</sup>TANG, Yuanjie, SUN, Quanxin, LIU, Rengkui, et al. *Resource Leveling Based on Line of Balance and Constraint Programming. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2018, Vol. 33, n° 10, pp. 864 -884.*

la fois plutôt que sur quelques activités éligibles (les activités ont une relation de fin à début avec les activités précédentes et suivantes dans la première ou la dernière unité), et les variables sont autorisées à sélectionner librement des valeurs dans leur domaine donné, ce qui implique une plus grande possibilité d'obtenir des solutions supérieures.

- Toute modification du nombre d'équipes affectées à une activité donnée est interdite pendant la construction ; la continuité de la main-d'œuvre est donc maintenue. De plus, l'inclusion du concept de rythme naturel permet d'éviter complètement l'apparition de temps d'inactivité indépendamment de la violation du rythme naturel ou des changements de taux de production pendant la construction. Une productivité optimale est donc atteinte.
- Les contraintes logiques entre les activités sont explicitement exprimées et des contraintes plus globales sont prises en compte. Le CPM (Critical Path Method) n'est plus requis pendant le processus d'optimisation du calendrier. De plus, les descriptions des nouvelles contraintes, telles que les ressources, les jalons et les contraintes temporelles, ont été ajoutées ainsi que celles des tâches d'optimisation de planification basées sur celles-ci.
- Les avantages tels que la gestion des ressources multiples et le concept de rythme naturel des modèles précédents ont été maintenus dans le modèle proposé.

De nombreuses fonctions objectives pourraient être adoptées pour être utilisées avec des stratégies de nivellement des ressources. Parmi ceux-ci, l'étude proposée utilise celui le plus couramment utilisé dans les applications de nivellement des ressources de projet linéaire, c'est-à-dire la somme des valeurs absolues de la différence entre l'utilisation quotidienne et l'utilisation moyenne d'une ressource.

Cette étude examine les problèmes de nivellement des ressources rencontrés dans les projets linéaires répétitifs dans le cadre du schéma LOB. Les études existantes basées sur les LOB ont été examinées et analysées, leurs avantages et leurs limites identifiés, et des améliorations aux méthodes adoptées dans ces études ont été suggérées. Par la suite, un modèle combiné d'optimisation du

calendrier de nivellement des ressources basé sur les LOB et les CSP, appelé LOBRLM, a été proposé. Lors de la construction de LOBRLM, les caractéristiques des modèles rapportés dans les études précédentes, telles que la gestion des ressources multiples et le concept de rythme naturel, ont été incorporées et réalisées. De plus, des améliorations qui pourraient être apportées aux modèles suggérés précédemment ont également été envisagées, permettant ainsi au LOBRLM d'acquérir de nouvelles capacités, notamment la planification synchronisée des activités et l'allocation nivelée des ressources sans avoir besoin de spécifier un calendrier fixe ; capacité à réaliser une optimisation de planning sur des objets d'optimisation plus complets (toutes les activités et pas seulement quelques-unes éligibles) et des valeurs variables ; maintenir la continuité de la main-d'œuvre tout en éliminant complètement l'apparition de temps d'inactivité indépendamment de la violation du rythme naturel ou des changements de taux de production pendant la construction et en réalisant une productivité optimale ; l'ajout de contraintes logiques entre les activités ainsi que certaines contraintes nouvelles ont été explicitement exprimés, rendant ainsi les contraintes plus globales. LOB, par conséquent, n'est plus seulement un outil de planification graphique, et CPM, qui est généralement combiné avec LOB pendant le processus de planification basé sur LOB, n'est plus nécessaire. Les capacités mentionnées ci-dessus servent à améliorer la flexibilité, la praticité et la qualité de la solution du modèle proposé.

Un système d'ordonnancement, appelé LOBSS, a également été développé pour assister LOBRLM dans les tâches d'ordonnancement et de visualisation, et le modèle final a été combiné avec la technique CP. En raison des caractéristiques combinées du problème d'optimisation d'ordonnancement et de la technique CP,

Les ordonnanceurs pourraient obtenir des solutions optimales ou quasi optimales aux problèmes dans un laps de temps relativement court.

Ce modèle a pris en considération plusieurs contraintes en considération :

- Contrainte de durée (Duration constraint) ;
- Contrainte de jalon (Milestone constraint) ;

- Contrainte de tampon (Buffer constraint) ;
- Contrainte de continuité de l'équipage (Crew continuity constraint) ;
- Contrainte temporelle (Time-dependent constraint) ;
- Contrainte spatiale (Space-dependent constraint) ;
- Contrainte de disponibilité de l'équipage (Crew availability constraint) ;
- Contrainte de ressource (Resource constraint).

En dernier et en cours de la réalisation du projet, une recherche très intéressante a été élaborée pour accompagner les chefs de projet lors de l'exécution et la réalisation du projet.

Dans cette recherche, les approches heuristiques conventionnelles sont utilisées pour sélectionner les activités à construire à partir de l'ensemble réalisable d'activités  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  comme suit, mais sans s'y limiter :

- . Les activités qui ont démarré et nécessitent une continuité doivent être sélectionnées ;
- . Les activités doivent être sélectionnées en fonction de l'ordre des priorités ;
- . L'utilisation des ressources doit être aussi fluide que possible, mathématiquement,
- . L'utilisation des ressources doit être maximisée, mathématiquement.

L'ORPM (Object-oriented Resource-based Planning Method) est différent de l'approche CPM dans laquelle la dépendance technologique est la seule contrainte de planification, les demandes de ressources sont rattachées à un calendrier et la construction d'une activité est un processus ininterrompu. De toute évidence, ORPM présente des avantages dans tous ces aspects par rapport à la méthode du chemin critique (CPM).

### **c. Explication de l'algorithme :**

Toute différenciation entre l'ordonnancement linéaire et la technique de la ligne d'équilibre (LOB) n'est qu'une question d'accent. Dans l'application habituelle, la technique LOB est utilisée pour planifier ou enregistrer les événements cumulatifs de l'achèvement de l'unité, tandis que la planification

linéaire met l'accent sur la planification ou l'enregistrement de la progression de plusieurs activités qui se déroulent continuellement en séquence tout au long d'un seul projet.

La gestion de projet, et en particulier la planification de projet, a traditionnellement été l'un des premiers domaines à être informatisé. Une tentative de développement d'une application informatique a été faite pour programmer la construction d'unités répétitives par Psarros (1987). Le système de planification d'unités répétitives (SYRUS - System for Repetitive Unit Scheduling) a été développé pour les utilisateurs de planification linéaire dans l'industrie de la construction. SYRUS est un programme piloté par menu basé sur une combinaison de technologies réseau et LOB. Premièrement, l'utilisateur fournit des données pour les nombreuses unités répétitives ; Le programme de tuiles analyse ce réseau. Le résultat généré par cette analyse est ensuite connecté à la procédure LOB qui produit finalement un diagramme LOB pour les activités critiques.

Pour notre cas, le calendrier utilisé est celui déduit de la méthode d'ARDITI et al qui est nivelé et optimisé.

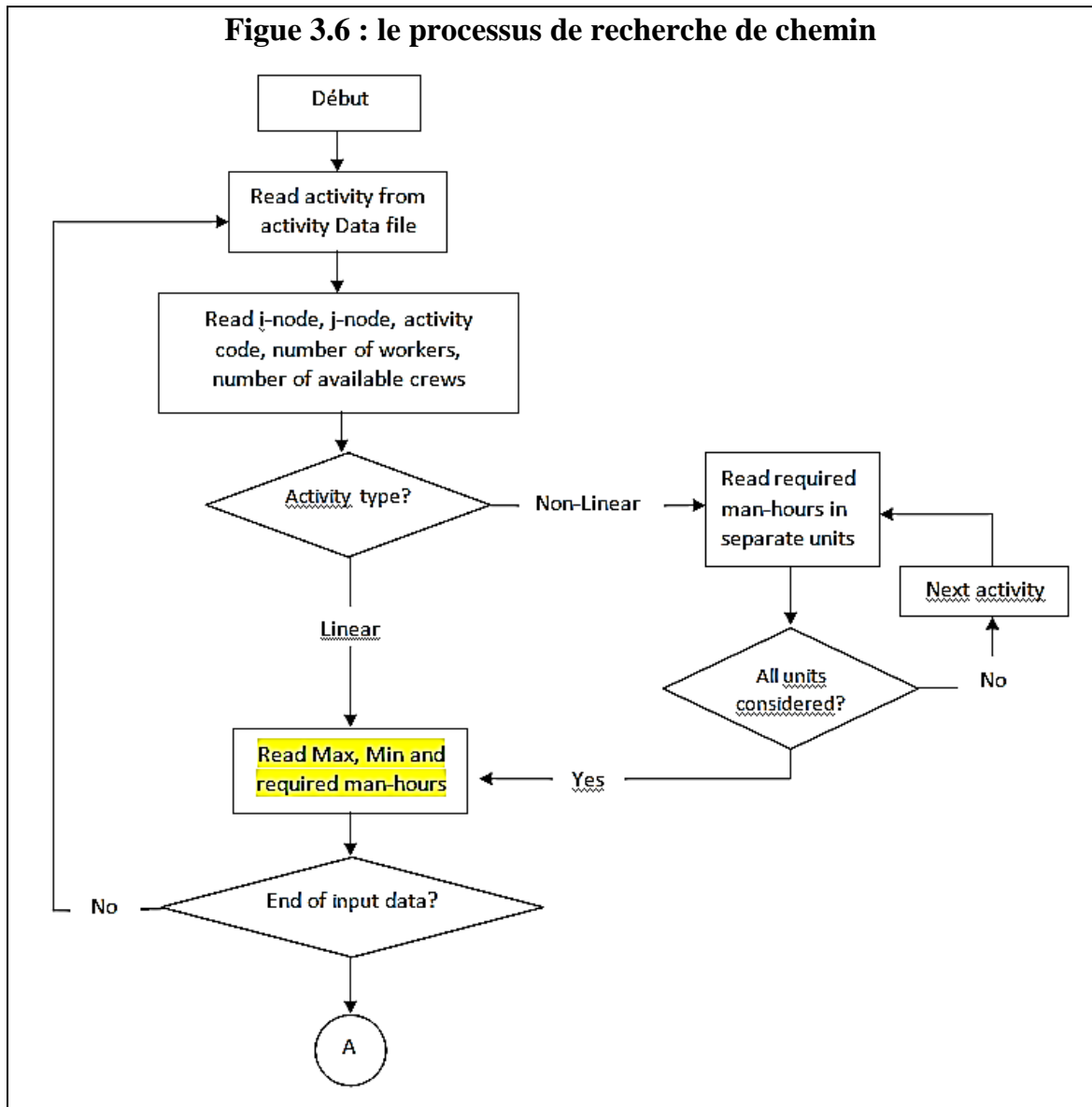
D'une manière générale, les avantages des modèles suscités sont maintenus vu leur efficacité dans notre modèle. Les caractéristiques du modèle rapportées dans le travail de ARDITI et al telles que Path-finding process, Applying learning rates, Non-linear and discrete activities, Time- and space-dependent activities, Line-of-balance analysis, Schedule optimization, free Floats, Critical activities ; en plus de l'optique de LADOUANI rapportée et améliorée.

De plus, des améliorations qui pourraient être apportées aux modèles suggérés précédemment ont également été envisagées, permettant ainsi à notre modèle d'acquérir de nouvelles capacités, notamment en rajoutant une autre technique de choix du cas optimal, en plus de l'allocation nivelée des ressources ; maintenir la continuité de la main-d'œuvre tout en éliminant complètement l'apparition de temps d'inactivité indépendamment de la violation du rythme

naturel ou des changements de taux de production pendant la construction et en réalisant une productivité optimale.

L'objectif principal de l'étude rapportée ici est de marier différentes modèles pour pouvoir arriver à une solution optimale ou proche de l'optimale dans les différentes étapes de constitution dd l'ordonnanceur qui traite le problème des tâches répétitives dans le domaine de construction. Notre objectif est aussi d'étudier et de rassembler les différentes tentatives d'informatiser l'ordonnancement de la construction d'unités répétitives. Les objectifs sont notamment les suivants :

- Établir un algorithme efficace qui engendre la solution d'ARDITI et al pour en bénéficier des avantages acquises de leur solution qui facilite l'informatisation de la planification LOB et fournir un outil qui peut gérer les limites logiques et stratégiques causées par les caractéristiques particulières des activités individuelles.
- Maintenir le "phénomène d'apprentissage" dans les calculs LOB par lequel la durée réelle d'une activité est réduite à mesure que la répétition augmente.
- Intégration de différents types d'activités répétitives et non répétitives dans la planification LOB.



**Source :** Réalisé par l'étudiant sur la base d'ARDITI, DAVID, & al. Scheduling system for repetitive unit construction using line-of-balance technology. *Engineering, Construction and Architectural Management*. MCB UP Ltd, Janvier 2001, Vol. 8, n° 2, p. 92

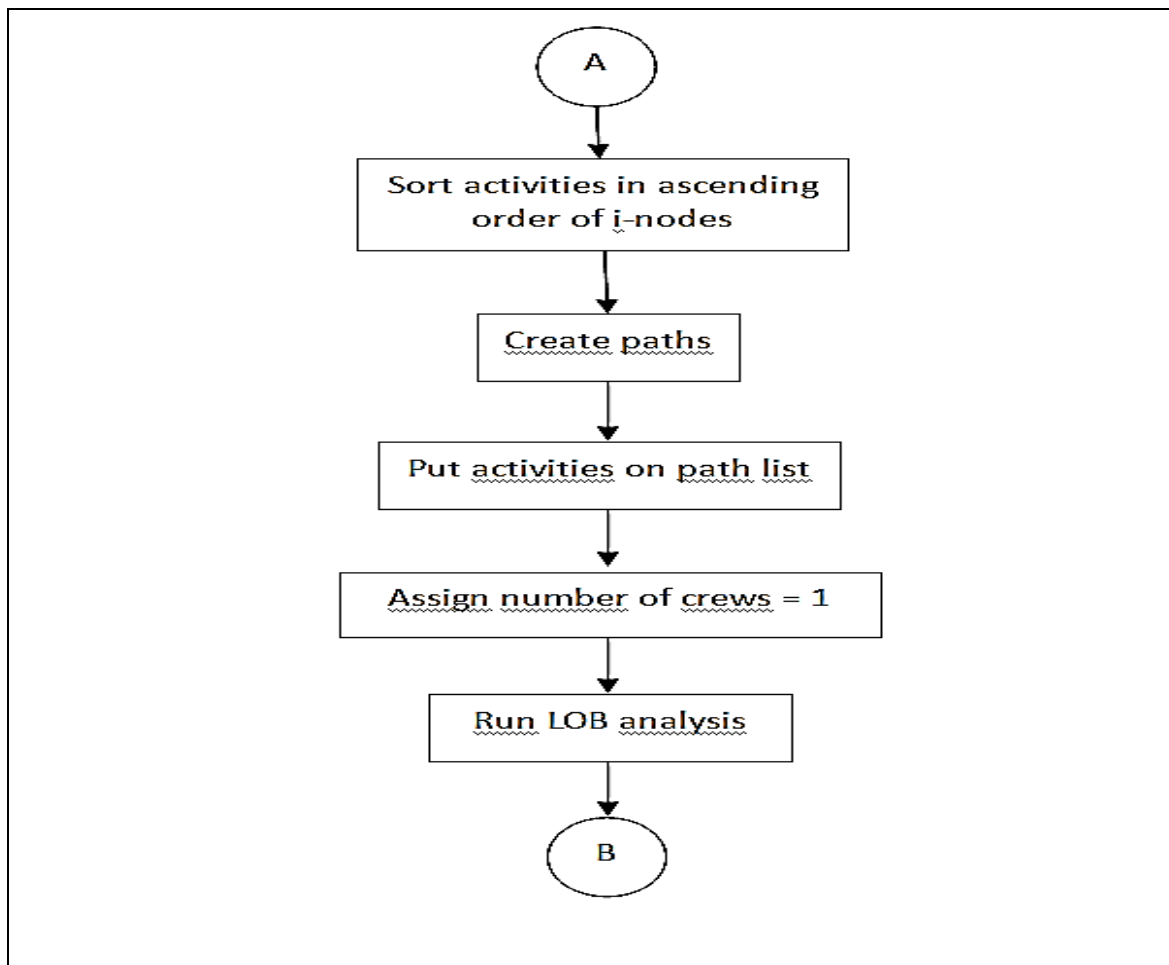
Cet algorithme a été développé sur la base de la solution rapportée par ARDITI et al en intégrant la solution de LADOUANI pour répondre au besoin d'un système opérationnel et facile à utiliser pour planifier des projets de construction de nature répétitive afin d'atteindre une productivité maximale dans toutes les activités et rechercher une solution optimale basée sur la notion de la ressource maximale et minimale. En plus la solution d'ARDITI et al est basé sur les concepts généraux de l'optimisation des ressources. L'entrée obtenue de l'utilisateur se compose d'informations sur le projet, de relations de priorité

d'activité, d'heures de travail ou d'heures d'équipement requises, de la taille des équipes, des ressources disponibles.

On va introduire la valeur maximale et minimale de la ressource nécessaire pour accomplir cette activité, une information très importante que seule l'expérience des planificateurs ou les chefs de projet ont une connaissance du terrain de travail.

L'algorithme identifie les nombreux chemins entre l'origine et les nœuds terminaux, applique des taux d'apprentissage, incorporant différents types de répétitifs (linéaires et non linéaires) et des activités non répétitives, traitant des différentes limites logiques et stratégiques (dépendances temporelles et spatiales), traitant des contraintes du projet (congé, jalons et ressources partagées), effectue des calculs LOB, optimise le calendrier du projet, identifie les activités critiques et calcule les flotteurs.

**Figure 3.7 : le processus de recherche de chemin**

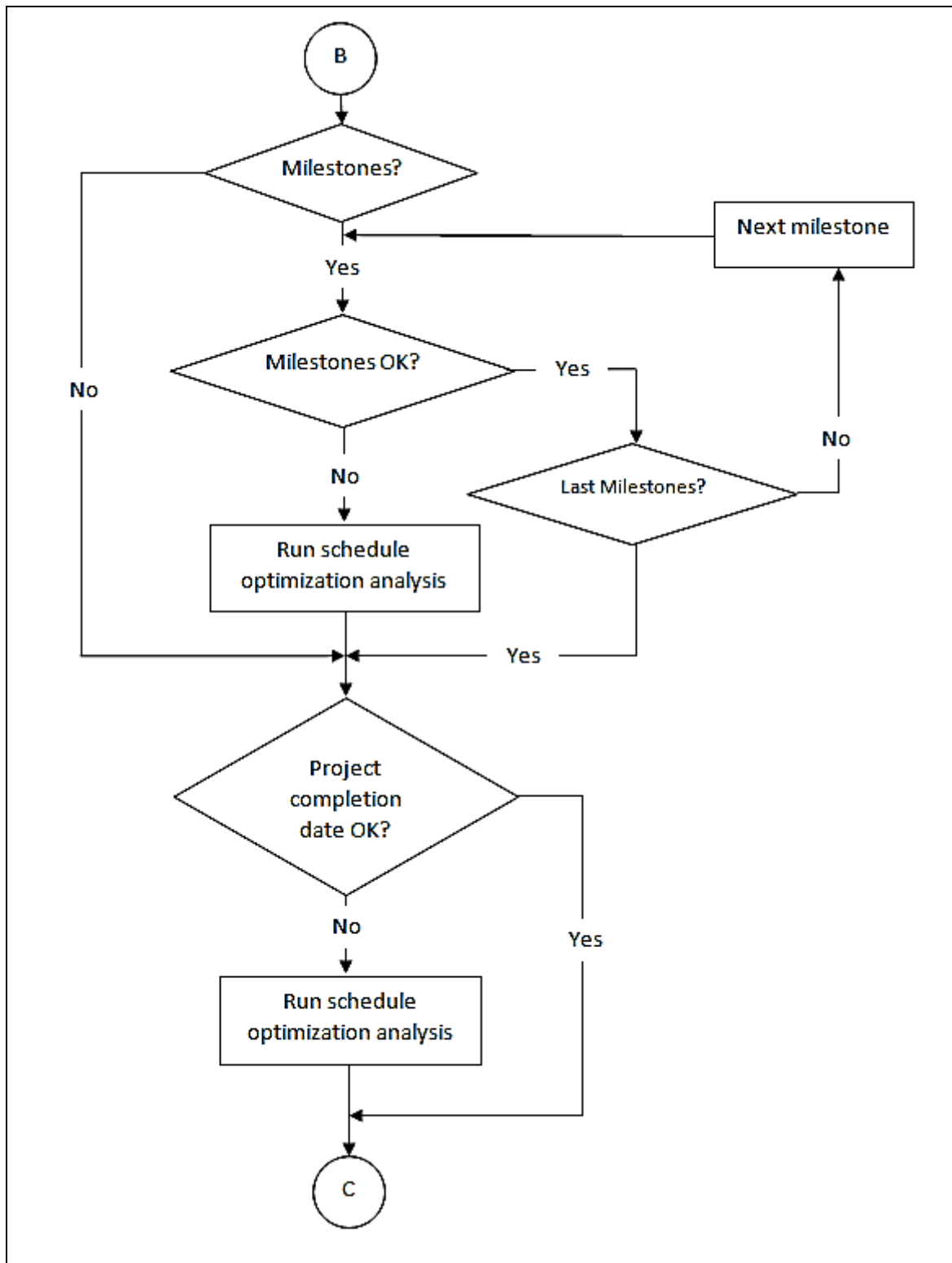


**Source :** Réalisé par l'étudiant sur la base d'ARDITI, DAVID, & al. Op. Cit. p. 93

L'algorithme analyse un réseau d'unités construit pour l'une des nombreuses unités répétitives et calcule le taux de production de chaque activité en visant une productivité maximale et en tenant compte de l'effet d'apprentissage. Ces données sont ensuite insérées dans la procédure LOB qui produit un tableau des heures de début et de fin pour chaque activité, soit dans toutes les unités, soit uniquement dans la première et la dernière unité selon les préférences de l'utilisateur, ainsi l'introduction des valeurs des ressources maximales et minimales pour chaque activité. La criticité des activités et les flottants disponibles sont également calculés à l'aide des principes LOB, une procédure très différente des calculs de chemin critique dans un réseau traditionnel.

Compte tenu des relations de priorité d'activité (numéros de nœud-i et de nœud-j) spécifiées par l'utilisateur, le déroulement de l'algorithme identifie d'abord tous les chemins possibles entre l'origine et les nœuds terminaux. Il crée le « fichier de données des chemins » qui répertorie tous les chemins constitués d'activités en série. La durée unitaire est définie comme la durée d'un dans chaque unité individuelle de production. Le programme calcule la durée unitaire de chaque activité en heures en divisant les heures-homme requises par le nombre de travailleurs dans une équipe. Le taux de production de chaque activité est obtenu en divisant une unité par la durée unitaire. Les calculs, jusqu'à présent, sont effectués en utilisant un seul équipage dans chaque activité, quel que soit le nombre d'équipages disponibles. Le « fichier de données des chemins » comprend les numéros I/D des chemins, les codes d'activité, la durée unitaire et les taux de production.

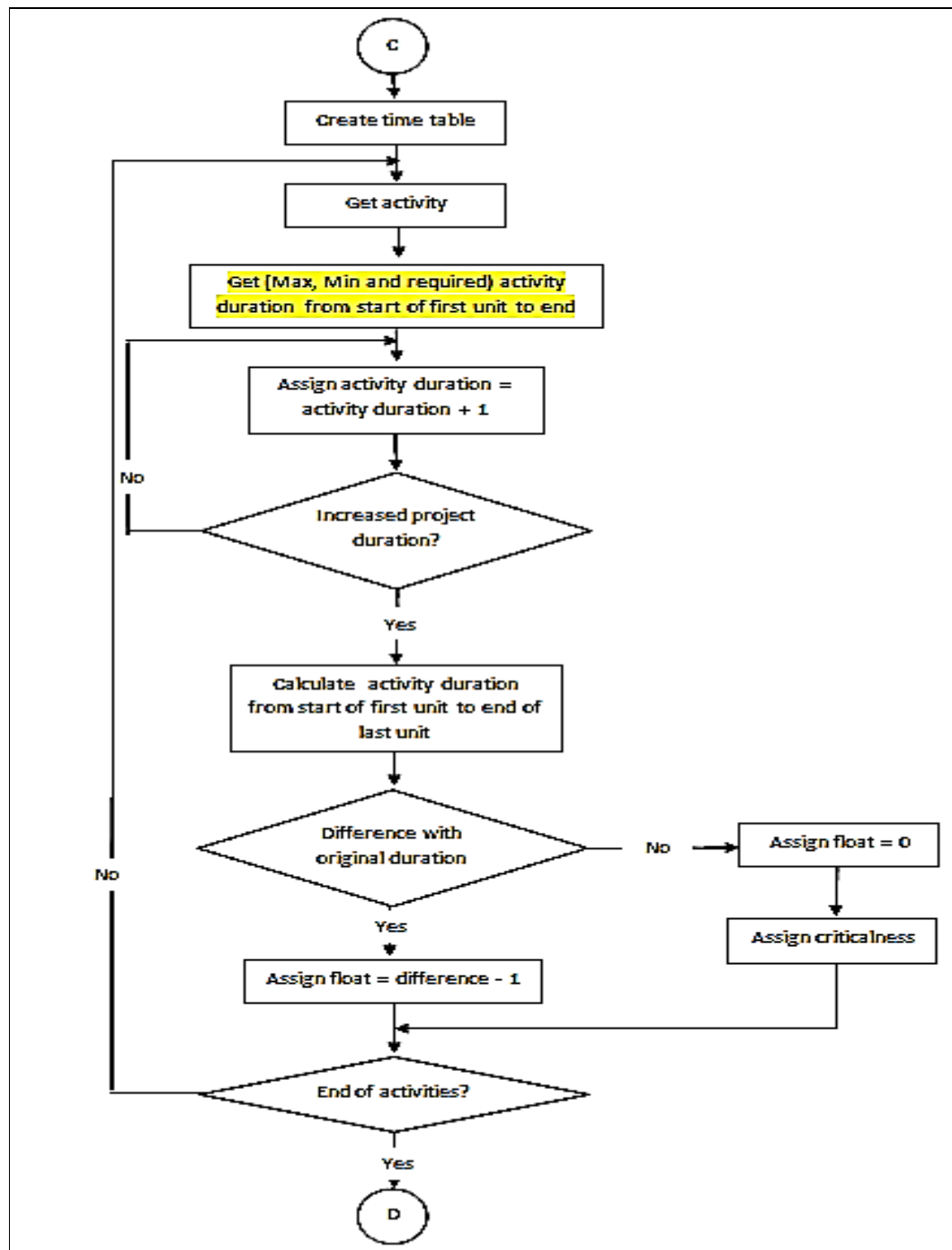
On conserve toutes les informations relatives à toute activité en tant que propriété de cette activité. Toute tentative de modification des informations d'origine est traitée comme de nouvelles informations stockées dans des fichiers de données temporaires. L'avantage de cette approche du point de vue de la programmation est la facilité d'utilisation et la possibilité de récupérer toutes les informations pertinentes à une activité à tout moment surtout lorsque des changements fréquents de données d'entrée sont nécessaires.

**Figure 3.8 : Application des jalons et des taux d'apprentissage**

Source : Réalisé par l'étudiant sur la base d'ARDITI, DAVID, & al. Op. Cit. p. 94

Les heures de début et de fin des activités individuelles de la première unité à la dernière unité sont calculées sur la base d'informations comprenant les données de projet et d'activité, les dépendances temporelles et spatiales et les contraintes de ressources. Si des jalons contractuels sont fournis par l'utilisateur dans des activités particulières, ou si une date d'achèvement de projet est spécifiée dans le contrat, le programme compare les temps d'activité calculés avec les jalons et la date d'achèvement de projet calculée avec la date d'achèvement de projet spécifiée par l'utilisateur. Le processus se termine si les temps calculés satisfont aux jalons et/ou à la date d'achèvement spécifiés par l'utilisateur, car le calendrier indique que le projet peut être achevé dans le laps de temps spécifié en utilisant un minimum de ressources (une seule équipe ou un seul ensemble d'équipements) dans chaque activité à travers les nombreuses unités. Dans le cas où les délais calculés ne satisfont pas à la date spécifiée et/ou à la date d'achèvement, le calendrier est compressé pour répondre aux exigences. Un processus appelé « optimisation du calendrier » est exécuté pour compresser le calendrier, une option très essentielle qui existe dans le logiciel Primavera.

La présence d'un flotteur dans le calendrier permet une flexibilité dans l'organisation et l'exécution des activités non critiques, produisant ainsi l'utilisation la plus économique des ressources et permettant la résolution de problèmes imprévus. Le flottant est le temps supplémentaire maximum qui peut être mis à disposition pour terminer une activité particulière et qui ne peut être dépassé sans retarder le projet. La solution RUSS est conçu pour calculer uniquement les flottants anticipés, car une hypothèse est faite dans le calendrier LOB selon laquelle toutes les activités devraient commencer et se terminer le plus tôt possible. Afin de calculer le flottant anticipé, le programme prolonge récursivement l'heure de fin d'une activité d'un jour jusqu'à ce que le temps d'achèvement du projet augmente. Le nombre cumulé de jours qui tombent juste en deçà de l'augmentation du temps d'achèvement du projet est considéré comme le flottant précoce de cette activité.

**Figure 3.9 : Analyse et optimisation du chemin des activités selon le taux de production**

Source : Réalisé par l'étudiant sur la base d'ARDITI, DAVID, & al. Op. Cit. p. 94

Une fois que les taux de production des activités linéaires, non linéaires et discrètes sont calculés après avoir pris en compte les taux d'apprentissage et les dépendances temporelles et spatiales, l'algorithme procède à l'analyse LOB du premier chemin dans le « fichier de données des chemins ».

Les heures de début et de fin des activités du premier chemin sont calculées dans chaque unité. Une fois que les heures de début et de fin de toutes les activités du premier chemin sont déterminées, la même procédure est utilisée pour calculer les heures de début et de fin de toutes les activités du chemin suivant stockées dans le « Fichier de données des chemins ». En plus, on introduit la durée maximale et minimale pour l'achèvement de chaque activité en utilisant la ressource minimale et maximale respectivement. Cette notion est importante pour connaître la marge de temps nécessaire pour la réalisation de l'activité dans les deux cas extrêmes.

Une «activité non linéaire» est caractérisée par des opérations répétitives où la sortie des opérations n'est pas uniforme à chaque unité. Ces activités sont appelées non linéaires car la représentation LOB de ces activités suit un modèle d'achèvement inégal par opposition au modèle linéaire présenté par les activités linéaires.

D'autre part, les « activités discrètes » sont des activités non répétitives (uniques) et ne sont pas affichées dans le réseau d'unités car le réseau d'unités ne contient que des activités répétées dans chaque unité. Une fois que la durée de l'activité discrète et les relations logiques entre l'activité discrète et ses activités précédentes et suivantes sont spécifiées par l'utilisateur, ces informations sont utilisées dans l'analyse LOB pour insérer l'activité discrète dans le diagramme LOB et calculer la criticité et le float .

Lorsqu'une activité doit être réalisée juste après l'activité précédente, ces deux activités sont qualifiées d'activités à 'dépendance temporelle'. Par conséquent, une activité dépendante du temps n'a pas la liberté  $t_0$  exécutée à son propre rythme de production. Son taux de production est régi par le taux de production de son activité de contrepartie dépendante du temps.

Selon l'algorithme utilisé, le taux de production des activités dépendantes du temps est égal au taux de production de l'activité dominante. Une fois que l'utilisateur a spécifié les activités dépendantes du temps et l'activité qui domine, les taux de production des activités dépendantes du temps sont automatiquement définis pour être égaux au taux de production de l'activité dominante.

Si le taux de production originel de l'activité dominée est supérieur à celui de l'activité dominante, des temps morts inévitables surviennent pour les équipages de l'activité dominée. En revanche, si le taux de production originel de l'activité dominée est inférieur à celui de l'activité dominante, il faut accélérer l'activité dominée pour rattraper le taux de production de l'activité dominante. Dans de tels cas, l'algorithme augmente automatiquement le nombre d'équipages utilisés dans l'activité dominée.

Le phénomène de « dépendance à l'espace » se rencontre principalement dans la construction d'immeubles de grande hauteur. Dans ce cas, une activité dépendante (concrète) n'a pas la liberté d'être exercée à son propre rythme de production rapide ; les équipes de cette activité devront attendre que d'autres activités au sein de la même unité soient terminées.

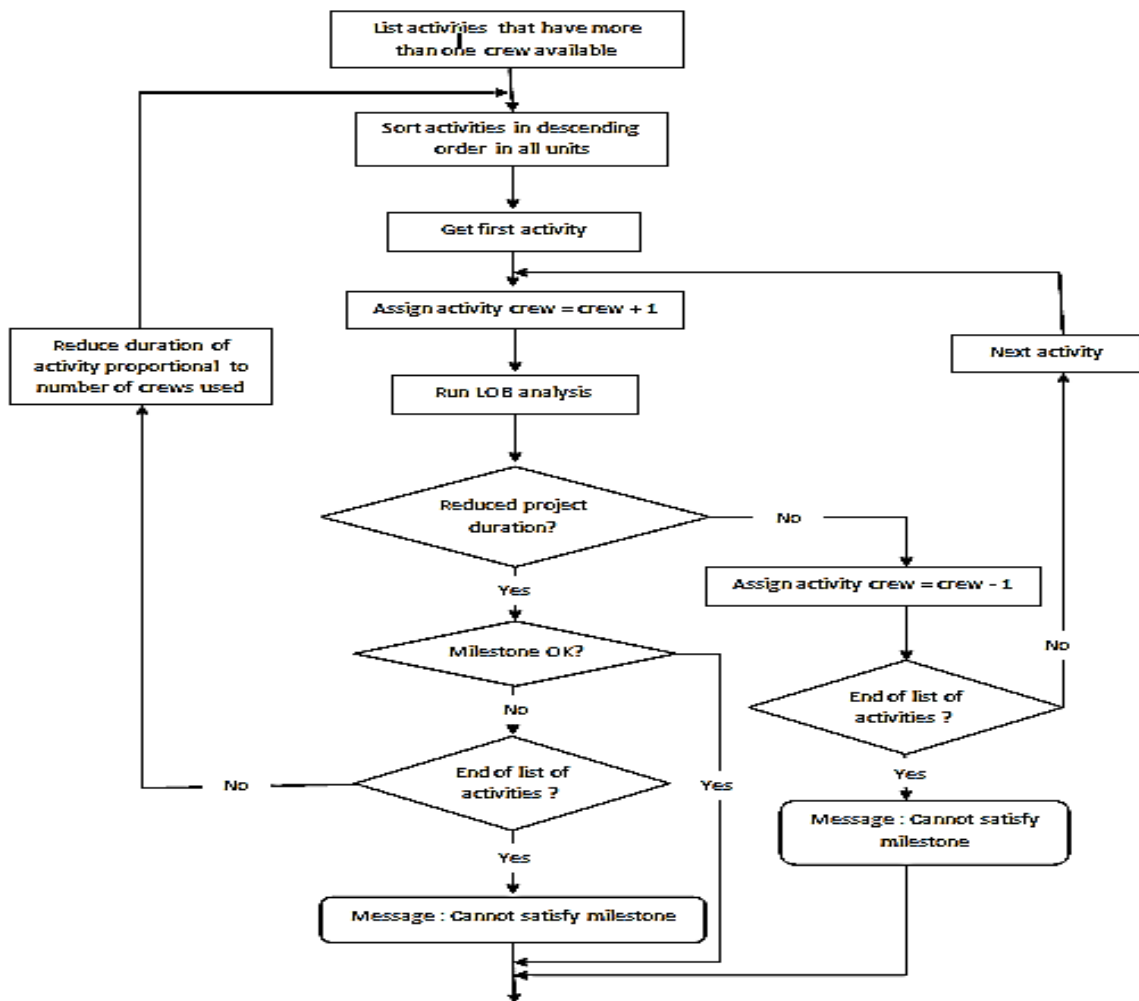
Selon la notion apportée par ARDITI et al, les informations de dépendance spatiale spécifiées par l'utilisateur permettent au programme RUSS de considérer les activités dépendantes de l'espace comme une activité combinée dont la durée unitaire est calculée en additionnant la durée unitaire de chaque activité dépendante de l'espace. Il est donc inévitable que les activités dépendantes de l'espace aient des temps morts. Même si plusieurs équipes sont disponibles pour l'une des activités dépendantes de l'espace, le nombre réel d'équipes utilisées est toujours une, en supposant qu'une équipe est la main-d'œuvre affectée à la totalité d'un étage. En conséquence, fournir plus d'équipages n'est pas la bonne façon d'augmenter le taux de production, si l'accélération des activités dépendantes de l'espace est nécessaire.

Dans l'analyse de réseau, au moins un chemin critique existe. Les activités qui sont sur le chemin critique doivent être démarrées et terminées aux heures qui leur sont assignées si la durée totale du projet ne doit pas être prolongée. Dans la

méthode LOB, cependant, la criticité est un phénomène basé sur le temps et les ressources alors que dans les calculs de réseau, elle est simplement basée sur le temps. En raison des différents taux de production des activités individuelles, les activités critiques du réseau d'unités peuvent coïncider ou non avec les activités critiques du programme LOB.

Pour déterminer le caractère critique des activités, le programme utilise le calendrier LOB final. Par définition, les activités critiques sont les activités dont les heures de fin influencent strictement la durée totale du projet. Un jour de retard dans une activité critique entraîne une augmentation de 1 jour de la durée totale du projet. Par conséquent, une activité critique dans le calendrier LOB est déterminée en vérifiant si le temps d'achèvement du projet augmente chaque fois qu'un jour est ajouté à l'heure de fin de l'activité dans la dernière unité.

**Figure 3.10 : Optimisation du Calendrier**

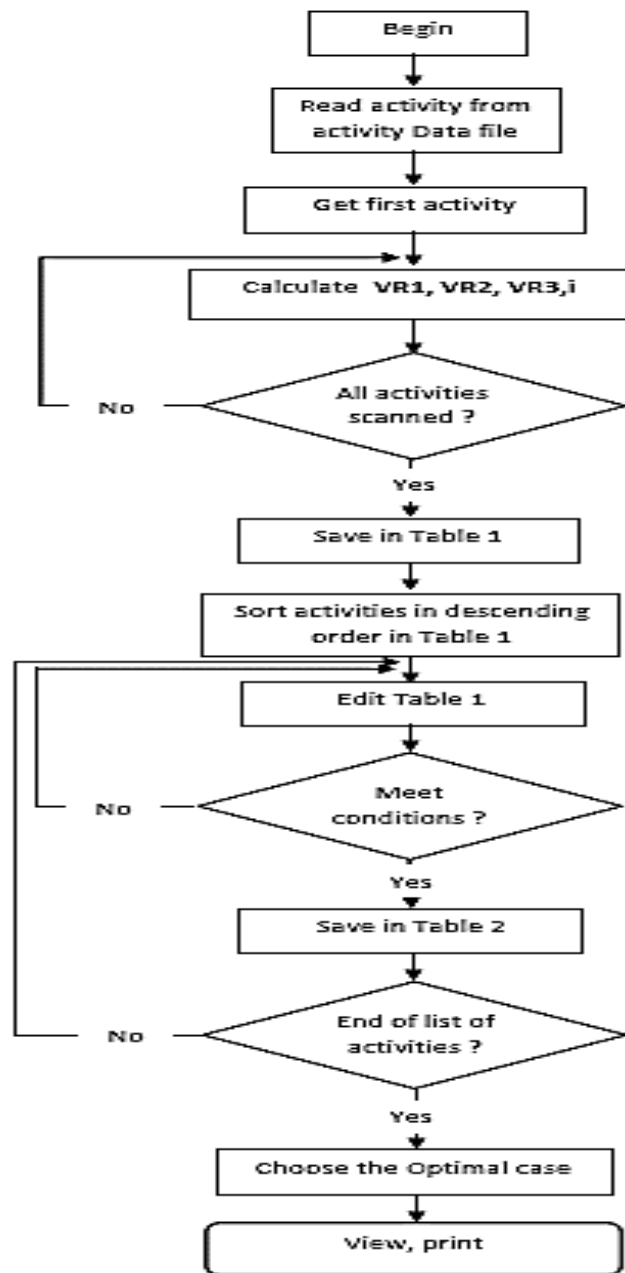


Source : Réalisé par l'étudiant sur la base d'ARDITI, DAVID, & al. Op. Cit. p. 99

Une durée unitaire plus longue signifie évidemment une cadence de production plus lente car les calculs LOB ont jusqu'à présent été effectués avec une seule équipe. L'activité avec la durée unitaire la plus longue a le potentiel le plus élevé de réduire la durée totale du projet en raison de son taux de production plus faible. Une fois que l'activité avec le taux de production le plus bas est déterminée et compressée en employant deux équipes au lieu d'une, l'algorithme illustré ajuste les heures de début et de fin des activités associées en fonction des heures de début et de fin de l'activité compressée.

Il compare ensuite la durée du projet recalculée avec la précédente. S'il s'avère que la durée du projet est réduite, le programme attribue le taux de production accru de l'activité compressée comme son nouveau taux de production. S'il s'avère cependant que la durée du projet n'est pas réduite, alors l'algorithme rétablit le rythme de production à son rythme d'origine. L'algorithme sélectionne alors l'activité avec le deuxième taux de production le plus bas. La même procédure est appliquée à cette activité et à d'autres par ordre de durée unitaire croissante. Le processus se poursuit soit jusqu'à ce que les jalons contractuels soient atteints, soit jusqu'à ce que toutes les activités soient complètement comprimées car toutes les équipes disponibles ont été épuisées. Dans ce dernier cas, les jalons contractuels peuvent ne pas avoir été respectés. Enfin, la solution de L'adouai est schématisée suite à la figure 3.11.

Figure 3.11 : Solution de LADOUAI schématisée



**Source :** Réalisé par l'étudiant sur la base LADOUANI, Abdelkrim, Op. Cit. pp. 17-24.

**Remarque :** De nombreuses fonctions objectives pourraient être adoptées pour être utilisées avec des stratégies de nivellement des ressources. Parmi ceux-ci, l'étude proposée utilise celui le plus couramment utilisé dans les applications de nivellement des ressources de projet linéaire, c'est-à-dire la somme des valeurs absolues de la différence entre l'utilisation quotidienne et l'utilisation moyenne d'une ressource.

**d. Analyse :**

- Etude faite à partir de revue de littérature depuis 2000 à 2018 ;
- Etude et utilisation du logiciel le plus adéquat ;
- Intégration d'un autre modèle d'optimisation ;
- Tracer un chemin directeur pour arriver à un plan utilisant le cas optimal dans chaque étape de conception ;
- Réseau d'activités le plus performant ;
- saisi des ressources selon les priorités ;
- allocation des ressources le plus optimal ;
- nivellement des ressources optimal avec critères de priorité ;
- lissage des ressources en cas de nécessité pour préserver la durée optimal du projet ;
- Algorithme d'optimisation pour choisir le meilleur plan de projet ;

**e. Restriction de l'étude**

Chaque travail d'algorithmique doit se concrétiser par un travail de programmation, qui doit être exécuté et validé en le faisant fonctionner dans des situations représentatives et de vérifier si sa sortie est comme prévu.

Pour notre cas, la nécessité d'une équipe de recherche pluridisciplinaire pour concrétiser le travail de programmation est indispensable. Pour cela, notre travail reste théorique mais basé sur des recherches approuvées et expérimentées. Sauf qu'en général, il est impossible de tester un programme dans toutes les conditions de fonctionnement possibles. Ainsi, il est nécessaire d'identifier des « cas tests » appropriés qui fournissent suffisamment de preuves que le comportement souhaité sera manifesté dans tous les cas suggérés.

Par conséquent, il existe un besoin pour des méthodes de planification plus puissantes qui permettront à l'utilisateur d'utiliser de manière optimale le temps et les ressources, d'exécuter le projet de manière efficace et de surveiller efficacement les progrès.

Sachant que la solution RUSS dont on s'est inspirée, a été testée pour différentes situations. Plusieurs réseaux unitaires hypothétiques représentant une unité type ont été soigneusement sélectionnés pour avoir des alternatives possibles concernant les réseaux (factice, goulot d'étranglement, activités linéaires, non linéaires et discrètes, etc.). Les tests menés dans cette recherche impliquaient d'utiliser différentes combinaisons d'activités, nombre d'unités, jalons et dates d'achèvement de projet, différents taux d'apprentissage, différentes combinaisons d'activités dépendantes du temps, dépendantes de l'espace et limitées en ressources. Les résultats des tests concordaient toujours avec les résultats des calculs manuels.

**a. Suggestions :**

Le choix du logiciel Primavera n'est pas arbitraire mais extraire des études et des sondages des études ultérieures. Un logiciel qui offre une facilité d'utilisation et des solutions diversifiées avec des représentations graphiques claires et compréhensibles. Il offre aussi un moyen de collaboration de plusieurs intervenants interconnectées et un moyen de suivi continu jusqu'à l'achèvement du projet.

Pour cela, on suggère que cette étude soit prise en considération et de joindre cet algorithme à Primavera pour plus de détails aux gestionnaires de projet suite à l'existence de la notion de la ressource maximale dans les paramètres et critères de la ressource. Cette notion est caractérisée par des données supplémentaires utiles pour une meilleure prise de décision et un intervalle important pour les gestionnaires dans les situations multiples et variées lors de la réalisation du projet vu la contrainte de ressource limitée.

Dans ce sens, le gestionnaire de projet a besoin d'une caisse à outils diversifiés car les situations dont il est affronté sont imprévisibles et inopinées et la décision doit être rapide et des fois instantanée. Donc, la disponibilité de l'outil informatique est quasi primordiale avec le logiciel adéquat qui contient une panoplie de solutions claires et efficaces.

Pour le cas de la gestion des projets de notre pays l'Algérie, l'utilisation de ces outils est un moyen de survie, de transition, de maîtrise des ressources, d'économie des coûts et une rationalisation des dépenses pour le management des projets suite à l'apparition de la crise économique et financière due à la chute des prix des hydrocarbures. De ce fait, l'Algérie doit impérativement gérer ces projets d'une façon rigoureuse, planifiée et contrôlée pour remédier à tout problème de retard, de surévaluation et même d'échec du projet dans sa totalité.

Suite au plan d'action présidentiel de solutionner la crise de logement en construisant 1 million de logements d'ici 2024, les projets de construction représentent un ensemble unique d'activités qui doivent avoir lieu pour produire un produit unique. Le succès d'un projet est jugé en respectant les critères de coûts, de temps, de sécurité, d'allocation des ressources et de qualité telle que déterminé par les besoins de la population.

Cette optique revient à maîtriser un ensemble de méthodes, de techniques et d'outils qui vont permettre d'atteindre – dans des délais, des coûts et une qualité prédéterminés – l'objectif initialement fixé.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons dans un premier temps présenté la nécessité de l'outil informatique et les avantages acquis lors de sa bonne exploitation précisément le logiciel Primavera conçu pour le management de projet.

Dans un deuxième temps, nous avons exposé les différentes étapes du management des ressources où à chaque étape nous avons mentionné la meilleure manière de la concevoir suite aux études préalables pour bénéficier de la meilleure solution.

L'algorithme proposé que nous avons développé dans le cadre de ces travaux de recherche a pour objectif de fournir à des décideurs tels que des chefs de projet, des informations pertinentes leur permettant de choisir la meilleure présentation à appliquer dans le cadre de l'optimisation des ressources pour les tâches répétitives d'un projet de construction.

L'une des limites de ce modèle se retrouve tout à fait dans le cadre de la programmation informatique pour l'évaluation des cas d'étude. En effet, la programmation informatique exige une équipe pluridisciplinaire et une licence pour l'intégration de ce module dans un logiciel comme Primavera.

Aujourd'hui, cet algorithme n'est pas intégré dans le logiciel, puisque nous n'avons ainsi retenu uniquement le modèle logique dont les résultats ne sont pas appliqués sur les projets. Cette évolution fera ainsi l'objet de développements et travaux ultérieurs à la thèse.

---

## **Conclusion Générale**

---

### **Conclusion générale :**

Les travaux de recherche, à la base de cette thèse, s'intéressent aux optimisations de l'utilisation des ressources en management de projet. Ceci afin d'accroître nos performances en management des différents projets de construction. Ces dernières jouent un rôle clé dans la réussite ou l'échec du projet. Il est nécessaire d'augmenter nos connaissances du processus de planification et d'ordonnancement en gestion de projet et du rôle joué par le chef de projet dans celle-ci.

Pour cette raison, il est nécessaire d'accroître nos connaissances des divers outils, techniques et méthodes de management des ressources. Ces dernières jouent un rôle clé dans tout le processus de management de projet.

Aussi, à une époque où le management de projet prend de plus en plus de place, il est essentiel de mieux comprendre tout le déroulement du projet, les processus en faisant partie.

La recension de la littérature nous a permis de définir les étapes d'ordonnancement des ressources d'un projet ainsi que les méthodes d'optimisation de l'utilisation des ressources à exploiter dans la démarche de conception de l'ordonnancement des différentes tâches des activités recensées dans la réalisation du projet. Lors de la recherche, les chercheurs ont tenté de mieux cerner et contrôler les ressources lors de la gestion des chefs de projet au cours de leur pratique quotidienne.

Cette thèse résume les modèles à employer pour optimiser la gestion des ressources d'un chef de projet au cours des diverses étapes du cycle de vie d'un projet.

Nous avons déterminé les différentes étapes de l'ordonnancement des ressources et avons tenté de les explorer dans un contexte spécifique aux projets de construction. D'où la nécessité ou l'obligation de s'intéresser à cette discipline et d'approfondir les connaissances et dans le futur d'en acquérir un savoir-faire.

Aussi, la revue de la littérature nous a permis de limiter notre champ d'étude permettant l'élaboration d'un algorithme permettant de mieux gérer cette ressource. L'algorithme proposé que nous avons développé dans le cadre de ces travaux de recherche a pour objectif de fournir à des décideurs tels que des chefs de projet, des informations pertinentes leur permettant de choisir la meilleure présentation à appliquer dans le cadre de l'optimisation des ressources pour les tâches répétitives d'un projet de construction.

Cette recherche nous a permis d'établir la démarche d'optimiser la planification des tâches répétitives dans la gestion des projets de construction en utilisant des ressources appropriées que le chef de projet veille considérablement selon le type et la taille du projet, l'étape du cycle de vie du projet appropriée et le secteur. Ceci vient donc confirmer notre question de recherche. Cette question qui se résumait en : **Comment peut-on optimiser la planification des tâches répétitives dans la gestion des projets de construction en utilisant des ressources appropriées?** D'où on peut répondre aux questions posées que :

- Toute répétition de tâches induit une vraie préoccupation pour mieux la cerner, ensuite mieux la gérer. D'après cette recherche, la gestion des projets englobe des processus pendant toute la période de la mise en œuvre du projet et sa structure délimite la latitude de la planification.
- La contrainte ressource est le seul facteur qui peut déterminer une solution managériale car cette contrainte est limitée d'où sa gestion est critique pour finaliser un projet dans le meilleur délai avec le meilleur délai ; D'où les méthodes approximatives et exactes de planification pour pouvoir planifier les tâches répétitives.

- La solution informatique au problème de la contrainte ressource ou la répétition de tâches est adaptable au contexte algérien et peut être améliorée avec les nouveaux logiciels appropriés et spécialisés au management de projet ;

Les principales limites de ce modèle résident tout à fait dans le cadre de la programmation informatique pour l'évaluation des cas d'étude. En effet, la programmation informatique exige une équipe pluridisciplinaire et une licence pour l'intégration de ce module dans un logiciel comme Primavera.

Aujourd'hui, cet algorithme n'est pas intégré dans le logiciel, puisque nous n'avons ainsi retenu uniquement le modèle logique dont les résultats ne sont pas appliqués sur les projets. Cette évolution fera ainsi l'objet de développements et travaux ultérieurs à la thèse.

Aussi, la limite concernant la difficulté d'accès, de collecte et d'acquisition des données essentielles concernant les projets de construction des entreprises algériennes spécialisées dans le domaine. Pour cela, on ne peut pas appliquer notre modèle sur des projets de construction de notre cas pratique envisagé en Algérie.

Cette recherche étant exploratoire son but était de décrire, en contexte de management de projet, le processus de planification des différentes ressources utilisées et d'identifier les tâches répétitives dans la gestion des projets de construction appropriées.

Les données recueillies au cours de cette recherche serviront à préciser les variables à étudier lors de prochaines recherches sur le management des ressources en management de projet.

Il serait intéressant, en outre, de répliquer cette étude par secteur d'activité afin d'approfondir les liens entre l'optimisation des ressources et les tâches répétitives dans les différents types et tailles de projets dans le but d'identifier des pratiques managériales susceptibles de contribuer au succès de la gestion des projets.

Nous croyons donc que la présente recherche permettra à d'autres chercheurs d'avoir des connaissances de base afin d'approfondir le sujet.

---

## *Références bibliographiques*

---

Les Ouvrages en Français

Les Ouvrages

1. AFITEP, *Association Francophone de Management de Projet. Dictionnaire de management de projet.* AFNOR, 2010.
2. CHEVALIER, Gilles. *Éléments de management public : le management public par la qualité.* Afnor, 2009.
3. CRENER, Maxime. *Le Management.* PUQ, 2014.
4. ELSEBETH, Lange. *Les 100 mots du management de projet.* Editions OPHRYS, 2014.
5. ESTÈVE, Michel. *Comprendre la planification de projet.* Innovation, 2011.
6. FÜHRER Andreas, ZÜGER Rita-Maria. *Gestion de projet - notions de base en matière de gestion: principes et méthodes théoriques avec exemples, exercices et solutions modèles.* Compendio Bildungsmedien AG, 2006.
7. INSTITUTE, *Project Management.* Guide du corpus des connaissances en management de projet. Newtown Square : Project Management Institute, 2000.
8. ISO. *Norme internationale ISO 10006 - Systèmes de management de la qualité - Lignes directrices pour le management de la qualité dans les projets.* AFNOR, 2003.
9. MINYEM, Henri Georges. *De l'ingénierie d'affaires au management de projet.* Eyrolles, 2011.
10. MOINE, Jean-Yves. *Le grand livre de la gestion de projet.* AFNOR, 2013.
11. MULLER, Jean-Louis. *Management de projet.* AFNOR, 2005.
12. RAMOND, Philippe. *Le management opérationnel : Direction et animation des équipes.* Maxima, 2004.
13. ASSOCIATION FRANCOPHONE DE MANAGEMENT DE PROJET. *Dictionnaire de management de projet.* AFNOR, 2010.
14. BUTTRICK, Robert. *Gestion de projets : Le guide exhaustif du management de projets, 4e édition enrichie. 4e éd. Paris : Pearson, 6 septembre 2012.*
15. LARSON, Erik, GRAY, & al. *Management de projet - 2e édition. 2e édition. Paris : Dunod, 2 juillet 2014.*
16. MEIER, Olivier. *Dico du manager : 500 clés pour comprendre et agir.* Paris : Dunod, 8 juillet 2009.
17. Garel G., *Le management de projet,* Editions La Découverte, collection repères, 2003.

**Les Thèses :**

18. GUILLEMET, Richard. *La gestion de projets fondés sur des connaissances scientifiques en voie d'émergence : le cas d'un projet de recherche relatif à un emballage biodégradable à base de bios polymères issus d'amidon de blé*. Thèse de doctorat. Reims, 2007.
19. HE, Jie. *L'utilisation et la valeur des outils et techniques de la gestion de projet en Chine*. Masters. Rimouski, Québec : Université du Québec à Rimouski, 2012.
20. MARLE, Franck. *Modèles d'information et méthodes pour aider à la prise de décision en management de projets*. Thèse de doctorat. Ecole Centrale Paris, 2002.
21. MURPHY, Catherine. *Une étude descriptive des communications en gestion de projet*. Masters. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières, 2007.
22. NENKAM, Serge Rodrigue. *La gestion des gaspillages dans les projets au sein des entreprises de production : application d'un nouveau modèle de management de projet Lean à Sotrem-Maltech*. Thèse de doctorat. Chicoutimi : Université du Québec à Chicoutimi, 2015.
23. NGUYEN, Trong Hung. *Contribution à la planification de projet : proposition d'un modèle d'évaluation des scénarios de risque-projet*. Thèse de doctorat. Institut National de Polytechnique de Toulouse, 2011.

**Les Articles (les Revues) :**

24. GAREL, Gilles. *Pour une histoire de la gestion de projet. Gérer et comprendre*. 2003, Vol. 74, n° 1.
25. LADOUANI, Abdelkrim. *Optimisation de l'utilisation de la ressource dans les projets à tâches répétitives*. *La Revue Francophone du Management de Projet*. 3trimestre 2010, n° 110.
26. MORIN, Pierre-Paul. *La nouvelle norme 21500 : grandeur et servitude*. *La Revue Francophone du Management de Projet*. 1trimestre 2012, n° 116.
27. RUAT, Thibault. *Défaillances de pilotage et de synchronisation au cours d'un projet de construction : un risque organisationnel pour les parties prenantes du projet*. *Management & Avenir*. 2015, n° 7.

**Les Rapports :**

28. LADOUANI, Abdelkrim. *Norme : ISO.21500 - Lignes directrices sur le management de projet*. 16 novembre 2014.

**Books in English**

**The works :**

29. KERZNER, Harold R. ***Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling***. Wiley, 2009.
30. KERZNER, Harold. ***Advanced Project Management: Best Practices on Implementation***. John Wiley & Sons, 2004.
31. LOCK, Dennis. ***Project Management***. Ashgate Publishing Limited, 1 November 2007.
32. MUIR, Bob. ***Challenges Facing Today's Construction Managers***. Fall, 2005.
33. NICHOLAS John M, STEYN Herman. ***Project management for business, engineering, and technology : principles and practice***. 3rd ed. Elsevier Butterworth Heinemann, 2008.
34. OBERLENDER, Garold D. ***Project management for engineering and construction***. 2. ed. Boston, Mass. : McGraw-Hill, 2000.
35. SEARS, S, and al. ***Construction Project Management***. John Wiley & Sons, 2015.
36. STELLINGWERF, Rommert and ZANDHUIS, Anton. ***ISO 21500 Guidance on project management-A Pocket Guide***. Van Haren, 2013.
37. WALKER, Anthony. ***Project Management in Construction***. John Wiley & Sons, 2015.
38. BURKE, Rory. ***Project Management: Planning and Control Techniques***. 4th ed. Wiley, 2003.
39. LARSON, Erik W. et GRAY, Clifford F. ***Project Management: The Managerial Process***. Canadian ed of 5th revised ed. New York : McGraw Hill Higher Education, 16 mars 2010.
40. LESTER, Albert. ***Project Management, Planning and Control: Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects to PMI, APM and BSI Standards***. Butterworth-Heinemann, 16 septembre 2013.
41. MILLER, Dennis P. ***Building a Project Work Breakdown Structure: Visualizing Objectives, Deliverables, Activities, and Schedules***. Boca Raton : Auerbach Publications, 28 juillet 2008.
42. MODER, Joseph J., PHILLIPS, Cecil R. et DAVIS, Edward W. ***Project Management With Cpm, Pert and Precedence Diagramming***. Subsequent edition. New York : Van Nostrand Reinhold, 1 juin 1983.
43. John M., STEYN Herman. ***Project management for business, engineering, and technology : principles and practice***. 3rd ed. Elsevier Butterworth Heinemann, 2008.
44. NORMAN, Eric S., and all. ***Work Breakdown Structures: The Foundation for Project Management Excellence***. John Wiley & Sons, 23 September 2010.
45. BURKE, Rory. ***Project Management: Planning and Control Techniques***. 4th ed. Wiley, 2003.

46. *P6 Professional User's Guide R 8.3 | License | Software*. Dans : Scribd [en ligne]. [s. d.], p. 246. [Consulté le 4 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.scribd.com/doc/196539801/P6-Professional-User-s-Guide-R-8-3>.
47. Dvir D. & Shenhar A.J. **Toward a typological theory of project management**, *Research Policy*, n°25, 1996.

**The articles (journals) :**

48. ARDITI, DAVID, & al. **Scheduling system for repetitive unit construction using line-of-balance technology**. *Engineering, Construction and Architectural Management*. MCB UP Ltd, Janvier 2001, Vol. 8, no 2, pp. 90-03.
49. AL-JIBOURI, Saad. **Effects of resource management regimes on project schedule**. *International Journal of Project Management*. 2002, Vol. 20, n° 4.
50. YANG Jyh-Bin, KAO Chih-Kuei. **Critical path effect based delay analysis method for construction projects**. *International Journal of Project Management*. 2012, Vol. 30, n° 3.
51. REDDY, B.S.K., & al **A study on optimisation of resources for multiple projects by using primavera**. *Journal of Engineering Science and Technology*. Février 2015, Vol. 10.
52. DEMIR, Kadir. **A Comparison of Project Management Software Tools (PMST)**. *softwaresuccess.org*, Consulté le 28 décembre 2020.
53. GAREL, Gilles. **A history of project management models: From pre-models to the standard models**. *International Journal of Project Management [en ligne]*. Juillet 2013, Vol. 31, no 5.
54. PANWALKAR, S.S. et ISKANDER, Wafik. **A Survey of Scheduling Rules**. *Operations Research*. INFORMS, 1977, Vol. 25, no 1.
55. SUKHOO, A., & al. **A survey of project management tools, techniques and methodologies used in Mauritius: The status 2004**. [Consulté le 27 avril 2017].
56. WHITE, Diana et FORTUNE, Joyce. **Current practice in project management — an empirical study**. *International Journal of Project Management*. Janvier 2002, Vol. 20, no 1.
57. POLLACK, Julien. **The changing paradigms of project management**. *International Journal of Project Management*. Avril 2007, Vol. 25, no 3.
58. TURNER, Rodney, & al. **The Evolution of Project Management Research: The Evidence from the Journals**. *The Oxford Handbook of Project Management*. 2011.
59. FOX, Terry L. & al. **Tools of the trade: A survey of project management tools**. *Project Management Journal*. Septembre 1998, Vol. 29, no 3.
60. WINCH, Graham M. et KELSEY, John. **What do construction project planners do?** *International Journal of Project Management*. Février 2005, Vol. 23, no 2.
61. LASLO, Zohar. **Project portfolio management: An integrated method for resource planning and scheduling to minimize planning/scheduling-dependent expenses**. *International Journal of Project Management*. Août 2010, Vol. 28, no 6.

## Résumé :

Le présent document de recherche porte sur le management de projet, mais précisément sur le processus de planification où se situe notre problématique qui est la programmation des tâches répétitives et optimisation des ressources appropriées dans les projets de construction.

Dans cette étude, nous avons entamé une étude exploratoire. En premier, nous avons cité les notions de base du management de projet. En second, nous avons abordé les notions du processus de planification particulièrement, ainsi les méthodes et les techniques utilisées. En plus, nous avons étudié la contrainte ressource en détail et les différentes méthodes d'estimation et d'affectation à des tâches répétitives.

En fin, en tenant compte de l'indispensabilité de l'outil informatique, nous avons procédé à l'optimisation de l'utilisation de la ressource à travers la conception d'un algorithme en se basant sur leur organigramme de tâches pour une meilleure maîtrise et efficacité.

**Mots clés :** Management de projet, planification des tâches, management des ressources, algorithme d'optimisation.

## Abstract:

This research paper focuses on project management, but precisely on the planning process where our problem is located which is the programming of repetitive tasks and optimization of appropriate resources in construction projects. In this study, we started an exploratory study. First, we mentioned the basics of project management. Second, we discussed the concepts of the planning process in particular, as well as the methods and techniques used. In addition, we have studied the resource constraint in detail and the different methods of estimation and assignment to repetitive tasks.

Finally, taking into account the essentials of the IT tool, we proceeded to optimize the use of the resource through the design of an algorithm based on their work flowchart for better control, and efficiency.

**Keywords:** Project management, task planning, resource management, optimization algorithm.

## المخلص:

يركز هذه العمل على إدارة المشاريع، وعلى وجه التحديد عملية التخطيط حيث تكمن الإشكالية المطروحة، وهي برمجة المهام المتكررة وتحسين الموارد المناسبة في مشاريع البناء.

في هذه الدراسة تطرقنا إلى المفاهيم الأساسية لإدارة المشاريع، ومفاهيم عملية التخطيط بالخصوص، والأساليب والتقنيات المستخدمة في ذلك. حيث قمنا بدراسة قيود الموارد بالتفصيل والطرق المختلفة لتقدير وإسناد المهام المتكررة. مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية البرمجة الآلية، ثم شرعنا في تحسين استخدام المورد من خلال تصميم خوارزمية بناءً على مخطط انسيابي للمهام من أجل تحكم أفضل وبكفاءة في الهيكل التنظيمي للمهام.

**الكلمات المفتاحية:** ادارة المشاريع، تخطيط المهام، ادارة الموارد، خوارزمية التحسين. -