

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITÉ MOULOU D MAMMÈRI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DU GÉNIE DE CONSTRUCTION
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL**

Mémoire

De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme
De Master en génie civil
Option: structure

Thème :

Organisation d'un chantier

Présenté par :

M^{elle} ZIANI Sadjia

Encadré par :

Mme SMAHI Rabiha

Promotion : 2017-2018

Remerciement

Tout d'abord je remercie Dieu tout puissant.

En suite je tiens à remercier vivement Monsieur Bouafia ; les membres de jury pour leur attention et d'avoir accepté de juger ce travail.

Ma gratitude va à Madame Smahi Rabiha, ma promotrice, pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa rigueur dans le travail .Je la remercie pour tout le temps qu'elle m'a consacré, pour tous ses conseils, et pour ses remarques durant la préparation de ce mémoire.

Je tiens à remercier mon cher papa, pour sa présence, son aide, ses conseils et ses critiques tout au long de mon travail.

Je voudrais remercier sincèrement ma mère, ma sœur Sara, mes petits frères adorés Khaled, Ghiles et Adam pour leurs soutiens durant cette période.

Enfin, je voudrai remercier tout mes amies (is), pour leurs discussions intéressantes et leur amitié.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 .Généralités sur l'organisation d'un chantier	
Introduction	3
1. Définition	3
2 .Les intervenants du chantier	3
3. Activité de construction	5
3.1. Facteurs de contre-développement des projets de construction	5
3.1.1. Facteurs économiques et financiers	5
3.1.2. Facteurs techniques	5
3.1.3. Facteurs commerciaux	6
3.1.4. Facteurs sociaux	6
3.1.5. Facteurs organisationnels	6
4. Les domaines du secteur de construction	7
4.1. Le bâtiment	7
4 .1.1. Innovation dans le secteur du bâtiment	7
4.1.1. 1.Les freins structurelles	7
4.1.1.2 Les freins systémiques	8
4.1.2. Conclusion	8
4.2. Travaux public	9
4.2. 1.Entreprises des travaux publics	11
4.2.1.1. Les spécialités des entreprises de Travaux Publics	12
5. Les contraintes du secteur de la construction	13
5.1 .Les contraintes liées aux risques naturels et géotechniques	13
5.2. Les contraintes techniques	15
5.3. Les contraintes liées aux infrastructures	16
6. Conditions de travail dans le secteur de construction	16

Table des matières

6.1. Interruption des travaux	16
6.2. Heures de travail	16
6.3. Situation de sécurité	17
7. Pour une construction durable	17
8. Réunions de chantier	18
9. Conclusion	18

Chapitre2. Modes d'organisation des processus

Introduction	19
1. Démarche processus	19
2. Les types des processus	19
2.1. Processus de réalisation	19
2.2. Processus support	19
2.3. Processus de management	19
3. L'approche processus aux chantiers	20
3.1. Composition d'équipes aux chantiers	20
3.2. L'approche méthodologique	20
4. Mode d'exécution des travaux	20
4.1. Fixation des délais	20
4.2. Programmation des travaux	20
4.3. Documents nécessaires d'exécution	20
4.4. Le contrôle de qualité des travaux	21
5. Quelques exemples des processus réalisés aux chantiers	21
6. La perte de productivité dans les travaux	22
Introduction	22
6.1. Définition	22
6.2. Exemples de Causes de perte de productivité	22

Table des matières

6.2.1. Heures supplémentaires	22
6.2.2. Modifications de l'enchaînement des travaux	22
6.2.3. Les conditions climatiques	22
6.2.4. Conclusion	22
7. Les catégories des méthodes utilisées aux chantiers	23
Introduction	23
7.1. Types des méthodes employées	23
7.1.1. La méthode étude	23
7.1.2. La méthode travaux	24
7.1.3. Les méthodes feedback	24
7.1.4. Conclusion	24
8. Modes d'organisation des processus simples	25
8.1. Définition d'un processus simple	25
8.2. Méthodes d'organisation d'un processus simple	25
8.2.1. Méthode successive d'organisation	25
8.2.1.1. Définition	25
8.2.1.2. Les avantages de la méthode successive	25
8.2.1.3. Les inconvénients de la méthode successive	25
8.2.2. La méthode parallèle d'organisation	26
8.2.2.1. Définition	26
8.2.2.2. Les avantages de la méthode parallèle	26
8.2.2.3. Les inconvénients de la méthode parallèle	26
8.2.3. La méthode successive superposée	26
8.2.3.1. Définition	27
8.2.3.2 Les avantage de la méthode successive superposée	27
9. Les méthodes d'organisation des processus complexes	27
9.1. Définition	27

Table des matières

9.2. Méthodes d'organisation des processus complexes	27
9.2.1. Méthode successive complexe	27
9.2.1.1. Définition	27
9.2.1.2. Les avantage de la méthode successive complexe	27
9.2.1.3. Les inconvénients de la méthode successive complexe	27
9.2.2. Méthode parallèle d'organisation d'un processus complexe	28
9.2.2.1 Définition	28
9.2.2.2. Les avantage de la méthode parallèle	28
9.2.2.3. Les inconvénients de la méthode parallèle	28
9.2.3. La méthode à la chaine d'un processus complexe	28
9.2.3.1. Introduction	28
9.2.3.2. Définition	28
9.2.3.3. Principe de la planification à la chaîne	28
9.2.3.4. Les avantage de la méthode à la chaine d'un processus complexe	29
10. Nouvelles méthodes d'organisation	30
11. Définition des paramètres d'organisation d'un chantier	30

Chapitre 3.La planification du chantier

Introduction	32
1. Objectif d'élaboration d'un planning	32
2. Documents nécessaire à l'établissement du planning	32
3. Modes de représentation du planning	32
3.1. Le planning Gantt	33
3.2. Les méthodes d'ordonnancement	33
3.2.1. La méthode Pert	33
3.2.2. Représentation graphique	34
3.2.3. La méthode des potentiels	34

Table des matières

3.3 .planning du personnel.....	35
3.4. Planning des matériaux	35
3.4.1Diagramme de consommation.....	35
3.4.2. Diagramme d’approvisionnement	35
3.4.3. Diagramme différentiel de stock	35
3.5. Conclusion.....	35
4. Renseignements nécessaire à l’établissement du planning.....	36
4.1. Renseignements à obtenir du maitre de l’ouvrage.....	36
4.2. Renseignements à obtenir des entreprises	36
5. Phases d’élaboration d’un planning.....	36
5.1. Consultation des documents.....	36
5.2. Décomposition en zones	36
5.3. Liste des taches	36
5.4. Elaboration des graphes	36
5.5. Valorisation et saisie des taches	37
5.6. Dessin du planning à barres	37
5.7. Lissage des taches	37
5.8. Mise à jour	37
6. Type des plannings hors chantiers.....	37
6.1. Planning de fabrication et l’approvisionnement du chantier.....	38
6.2. Planning d’utilisation du matériel et des engins.....	38
7. Les tâches	38
7.1. Les tâches élémentaires.....	38
7.2. Les tâches composées	38
8. Conclusion.....	40

Table des matières

Chapitre4. Informatisation des méthodes d'organisation des chantiers

Introduction	41
1. Diagrammes des différentes méthodes d'organisation aux chantiers	41
2. Programmation des méthodes d'organisation sous Excel	43
3. Exemple pratique	48
4. Conclusion	48

Chapitre 5 .Installation de chantier

Introduction	50
1. Le plan d'installation de chantier	50
2. Rôle de l'installation de chantier	51
2.1. Organiser le déroulement du chantier	51
2.2. Ordonner le chantier	51
2.3. Positionner les éléments	51
3. Méthodologie d'installation du chantier	52
4. Les modes d'installations	52
4.1. Cantonnements	52
4.2. Aires de stockages	53
4.2.1. Phase 1 : Etude de la position optimale de l'aire pour un chantier, et des Conditions d'approvisionnement donné	53
4.2.2. Phase 2 : Recherche pratique d'un terrain	53
4.2.2.1. Caractéristiques techniques du terrain	53
4.2.2.2. Modalités d'occupation d'une aire	53
4.2.3. Phase 3 : Agencement de l'aire de stockage	53
4.3. Installation des clôtures dans les chantiers	54
4.4. Installation des Réseaux	54
4.4.1. Alimentation en eau	55

Table des matières

4.4.2. Alimentation électrique.....	55
4.5. Installation des engins de levage	56
5. Conclusion.....	57
Conclusion générale	58
Bibliographie	
Annexes	

Liste des Tableaux

Tableau 1 : La durée de réalisation des travaux de processus (la confection des armatures) en fonction des secteurs.....	42
Tableau 2 : La durée de réalisation des travaux sur trois processus en fonction des Secteurs.....	43
Tableau3 : La durée de réalisation de la confection des armatures sur les trois secteurs.....	44
Tableau4 : La durée de réalisation des processus en fonction des secteurs de travail.....	45
Tableau 5 : La durée de réalisation des travaux (processus simple) en fonction des trois secteurs.....	46
Tableau6 : La durée de réalisation des travaux sur les deux secteurs en fonctions des deux processus	47
Tableau 7 : Calcul de durées des travaux de chaque processus en fonctions des paramètres organisationnels.....	48
Tableau 8 : méthodologie d'élaboration d'un chantier.....	51

Liste des figures

Figure 1 : Exemple d'un chantier bâtiment	7
Figure 2 : Exemple d'ouvrage d'art	9
Figure 3 : Exemple des travaux de terrassement	10
Figure 4 : Exemple de fondation	10
Figure 5 : Exemple des travaux souterrains	10
Figure 6 : Exemple des travaux en site maritimes	11
Figure 7 : Exemples des travaux des vois ferrés	11
Figure 8 : Eboulement des parois rocheuses	13
Figure 9 : Glissement de terrain	14
Figure 10 : Phénomène d'inondation	14
Figure 11 : Contraintes karstiques	15
Figure 12 : Construction aux terrains de forte pente	15
Figure 13 : Etiquettes d'un chantier	17
Figure 14 : Etiquette d'hygiène et sécurité aux chantiers	17
Figure 15 : Modèle mathématique de la méthode Pert	34
Figure 16 : Représentation graphique	36
Figure 17 : Exemple d'un plan d'installation de chantier	49
Figure 18 : Exemple de cantonnements sur chantier	52
Figure 19 : Aires de stockage dans les chantiers de construction	53
Figure 20 : Exemple des clôtures aux chantiers	53
Figure 21 : Exemple d'alimentation en eau aux chantiers	54
Figure 22 : Exemples des coffrets de chantiers	54
Figure 23 : Implantation d'un réseau électrique	55
Figure 24 : Chariots élévateurs	55
Figure 24 : Grue à tour	55

Liste des graphes

Graphe 1 : Méthode successive simple.....	42
Graphe 2 : Méthode successive complexe.....	43
Graphe3 : Méthode successive superposé d'un processus simple	44
Graphe4 : Méthode à la chaine générale.....	45
Graphe5 : Méthode parallèle d'un processus simple	46
Graphe 6 : Méthode parallèle d'un processus complexe	47
Graphe 7 : Cyclogramme des travaux.....	48
Graphe 8 : planning du personnel.....	49

Notations

K_i = module de rythmicité, c'est la période de temps entre le commencement de processus i et $i+1$ sur le même secteur (ce module est utilisé très souvent dans la méthode parallèle d'organisation des travaux).

τ_i =décalage organisationnel du processus i sur un secteur (ce décalage est souvent calculé dans le cas des méthodes à la chaîne).

θ_i =décalage technologique du processus i sur un secteur, du aux contraintes technologique. (décoffrage, délai de durcissements)

t_i =module de temps du processus i sur un secteur .

$i=1$ à m , indice des processus.

$j=1$ à n , indice des secteurs.

L'organisation d'un chantier c'est une étape très importante, pour assurer l'avancement des travaux et la bonne gestion des entreprises.

Une bonne organisation des processus dépend des méthodes utilisées, ces derniers jouent un rôle souvent important ; elles permettent de donner une analyse approfondie sur la nature des travaux, les durées d'exécution et les équipes de travail.

Les méthodes manuelles notamment, la méthode successive, la méthode parallèle et la méthode à la chaîne peuvent présenter en général ; de difficulté de manque de précision

Pour surmonter cette difficulté, on propose une méthode moderne, précise et efficace : La programmation de ces méthodes sous Excel. C'est dans ce contexte que s'inscrit mon travail

D'abord, on présente les généralités d'organisations d'un chantier, les intervenants, les activités de construction, les différents domaines de construction, soit bâtiment ou travaux public et les contraintes de ce secteur. C'est l'objectif du premier chapitre.

Le deuxième chapitre traite des modes d'organisation du processus, en se basant sur leurs types, la nature d'exécution des travaux et les méthodes utilisées aux chantiers.

Le troisième chapitre est basé sur la planification des chantiers, les différents plannings adoptés et les modes d'élaboration.

Le quatrième chapitre traite l'informatisation des différentes méthodes classiques utilisées dans les chantiers en général, en utilisant un logiciel de calcul (Excel) et de proposer des nouvelles méthodes pour mieux gérer les travaux.

Le cinquième chapitre est consacré à l'étude d'installation des chantiers, on se base en général sur les plans d'installation, les méthodes utilisées et les modes d'installation employés.

Chapitre 1
***Généralités sur l'organisation
du chantier***

Introduction

L'organisation de chantier a pour but de réaliser des projets dans des délais courts et à moindres coûts, elle consiste à utiliser la main d'œuvre d'une façon économique.

Afin d'atteindre ces objectifs, il est impératif de :

- Définir avec précision les méthodes d'exécution, les modes opératoires, permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction.
- Repartir et coordonner les travaux par la contraction d'une main d'œuvre spécialisée.
- Structurer convenablement les postes de travail

1. Définition

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions, des méthodes, des moyens pour gérer le travail dans des conditions adéquates.

2. Les intervenants du chantier

1. Le maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage est responsable de la réalisation, le contrôle des travaux et le financement des projets.

2. Le maître de l'œuvre

C'est la personne physique, ou moral (bureau d'étude, groupe d'architectes) désigné par le maître de l'ouvrage pour la conception et le contrôle des ouvrages à réaliser sur le chantier.

3. Chef du chantier

Le chef de chantier est responsable du bon déroulement de chantier. Il doit en assurer la préparation, le suivi technique, coordonner les différents corps de métier, ajuster et veiller à la disponibilité des ressources de façon à respecter les délais de réalisation des travaux.

4. Chef d'équipe

Il organise son travail autour de 3 grandes activités :

- Il vérifie la qualité de travail.
- Il assiste à la réception des travaux à la fin du chantier.
- Il exerce son métier sur le terrain, sous la responsabilité du chef de chantier

5. Conducteur des travaux

C'est la personne responsable de la rédaction des rapports d'entretiens et de définition des moyens de la production (équipe, matériels, matériaux).

6. Conducteur d'engins

C'est l'un des principaux acteurs du chantier, il assure la bonne conduite des divers engins utilisés dans les travaux de terrassement ou de nivellement.

7. L'entrepreneur :

Il est chargé d'exécuter les travaux en conformité avec les documents contractuels et réglementaires

3. Activité de construction

Introduction

L'activité de construction c'est la mise en œuvre des travaux sur chantier, soit des travaux neufs, soit des travaux de réparation ou de rénovation

La construction se subdivise en trois sous secteurs, le gros œuvre (consiste à bâtir les structures), le second œuvre (les activités de mise en place des équipements et des travaux de finition) et les travaux publics (travaux des routes par exemples).

La construction c'est l'une des activités importantes d'un pays. La gestion de ce secteur est très complexe, pour trois raisons principales :

- Primo, cela suppose la maîtrise des contraintes réglementaires, administratives, financières, architecturales et techniques.
- Secundo, la construction nécessite le concours de nombreux intervenants, de professions fortes variées, qui ne sont pas toujours habitués à travailler ensemble.
- Enfin, c'est une opération qui se déroule dans un laps de temps bien précis et bien déterminé, mais relativement long.

3.1. Facteurs de contre-développement des projets de construction

Les facteurs de contre-développement sont regroupés en cinq principaux facteurs :

3.1.1. Facteurs économiques et financiers:

Il s'agit des problèmes de gaspillage (matières premières, matériaux), de surconsommation (énergie, électricité, retouches ou imperfections de production.).

Ces facteurs peuvent être liés aux méthodes et dispositifs de gestion financière, utilisés dans l'organisation (difficulté à maîtriser les prix de revient, absence de contrôle de gestion).

3.1.2. Facteurs techniques:

On distingue ici :

- Les problèmes de qualité (défauts de fabrication, non-qualité des services, méconnaissance ou inadéquation des normes).
- Les problèmes de gestion de production (difficulté à tenir les délais, défaillances de gestion de stocks).
- Les problèmes de matériel (non-fiabilité des matériels, inadéquation des matériels, problèmes de maintenance).
- Les problèmes de conception des produits .

3.1.3. Facteurs commerciaux:

Il s'agit des problèmes d'organisation commerciale (lourdeur dans les procédures de facturation, de tarification, d'encaissement et ristourne; absence ou inadéquation de la stratégie commerciale).

3.1.4. Facteurs sociaux :

Parmi ces problèmes on peut citer :

- Les problèmes liés aux conditions physiques de travail (hygiène et sécurité, fatigue physique ou mentale).
- Les problèmes de sécurité (risques d'accidents de travail).
- Les problèmes de formation (mode de formation adopté, quantité et qualité de ces formations).
- Les problèmes de relations de travail (manque de transparence dans les critères, les contenus d'appréciation et problème de fonctionnement interne de service).

- Les problèmes de rémunération et de classification (rémunération souvent inopportune, filières de promotion non claires).
- Les problèmes de motivation (absence d'enthousiasme et de mobilisation du personnel).

3.1.5. Facteurs organisationnels:

On distingue ici :

- Les problèmes d'organisation de travail (rôles mal définis, échelons hiérarchiques mal intégrés, problèmes de méthodes de travail, manque de gestion prévisionnelle des emplois)
- Les problèmes de gestion du temps (réunions peu maîtrisées et peu efficaces, travail parfois centré sur le court terme).
- Les problèmes d'information et de communication (consignes de travail, documents très nombreux mais peu exploitables et inutiles, insuffisance de délégation, mauvaise circulation de l'information , manque de consultation du personnel sur certains sujets .).

4. Les domaines du secteur de construction

Le secteur de construction se regroupe en deux domaines :

4.1. Le bâtiment :

Introduction

Le secteur de bâtiment c'est l'un des secteurs important dans le domaine de génie civil, c'est la source de développement durable de domaine de la construction.

Avec l'accroissement de la population, ce domaine assure plus de cent millions d'emplois, ce qui illustre l'importance économique de ce secteur.

Il regroupe la construction, l'aménagement et la rénovation des logements collectifs, des maisons individuelles, des locaux commerciaux et industriels (centres commerciaux, usines, bâtiments agricoles...), des centres de loisirs (piscines, salles de sports, de concert, théâtres, cinémas, musées...), des lieux publics (écoles, mairies, hôpitaux...) et encore des bâtiments

historiques (châteaux, monuments anciens).



Figure 1: Exemple d'un chantier bâtiment [1]

4.1 .1. Innovation dans le secteur du bâtiment

L'innovation dans le secteur de bâtiment présente plusieurs freins, les plus connus sont :

4.1.1.1. Les freins structurelles

Les freins structurels c'est un obstacle lié aux contextes, aux comportements socioculturels des parties prenantes, participant à la chaîne de transaction du secteur de bâtiment.

Chacun des relais de cette chaîne développant sa propre logique.

4.1.1.2 Les freins systémiques

L'obstacle systématique est lié à l'activité organisée par projet.

Chaque projet de bâtiment est singulier, mobilise de façon opportune des acteurs très nombreux, des méthodes nouvelles, des modes d'organisation différente d'un projet à un autre.

Cela entraîne des difficultés pour examiner les contraintes, pour rédiger les critères et prendre des décisions . .

4.1.3. Conclusion

Les innovations introduites concernent les produits et systèmes, permettant la réduction de la consommation énergétique qui ont un impact sur l'environnement.

L'innovation apparaît ainsi prioritaire pour répondre aux enjeux de performance.

4.2. Travaux public :

Introduction

Un travail public est un travail de construction, d'aménagement ou d'entretien, effectué par une administration publique, dans un but d'intérêt général, ou en exécution d'une mission de service public.

Les activités de travaux publics peuvent être regroupées sous différentes familles. On distingue ainsi :

- les ouvrages d'art et d'équipement industriel.
- les terrassements généraux.
- les fondations spéciales.
- les travaux souterrains.
- les travaux en site maritime.
- les travaux de voies ferrées.
- les travaux d'hygiène publique et de pose de canalisations diverses.
- les travaux électriques de réseaux, de centrales et d'équipements industriels et tertiaires.



Figure 2 : Exemple d'ouvrage d'art[1]



Figure3 : Exemple des travaux de terrassement[1]



Figure 4 : Exemple de fondation[1]



Figure5 : Exemple des travaux souterrains[1]



Figure 6 : Exemple des travaux en site maritimes[1]



Figure 7 : Exemples des travaux des voies ferrés [1]

4.2.1. Entreprises des travaux publics

Les entreprises de travaux publics construisent et entretiennent des ouvrages de construction bénéficiant au plus grand nombre :

- Pour permettre aux Hommes de mieux communiquer : routes, voies ferrées, ports, aéroports, métros, tramways, ponts, tunnels, viaducs, réseaux de télécommunications (wifi).
- Pour aménager le cadre de vie : voirie, éclairage public, voies piétonnes, pistes cyclables, stades, équipements sportifs.
- Pour améliorer l'environnement : traitement des eaux usées et des déchets, équipements antibruit et antipollution.

-Pour la production de l'énergie : barrages, centrales hydrauliques, éoliennes.

- Pour l'acheminement de l'eau potable, de l'électricité et du gaz.

4.2.2. Les spécialités des entreprises de Travaux Publics

L'activité des Travaux Publics se décompose en dix spécialités :

a) Le terrassement :

Il permet de modeler le terrain pour l'adapter aux constructions à venir : par exemple les stades, les autoroutes, les pistes d'aéroports.

b) Le génie civil :

Il concerne toutes les constructions en béton armé ou à structure métallique, comme les ponts, les barrages, les centrales nucléaires, les réservoirs.

c) Les travaux souterrains :

Ils permettent la circulation des personnes ou des marchandises en galerie (comme les tunnels) et le transport des fluides (comme l'eau ou la vapeur d'eau pour le chauffage).

d) Les fondations spéciales :

Elles servent à asseoir un ouvrage sur un terrain dont la constitution oblige à réaliser au préalable des sondages, des forages ou d'autres moyens pour conforter l'assise du sol.

e) Les travaux maritimes, fluviaux :

Il s'agit de l'aménagement, de l'entretien des ports, des rivières, des canaux et des plans d'eau.

f) La construction de routes :

Il s'agit de réaliser les corps de chaussées, les revêtements et les ouvrages accessoires tels que les bordures, les glissières de sécurité.

g) Les voies ferrées :

Autour du rail, il y a toute une vie pour les travaux Publics : installer, entretenir, renouveler les voies et leurs équipements complémentaires (électrification, signalisation).

h) L'eau :

Cette activité porte notamment sur les stations de captage, de pompage, de stockage d'eau, le traitement des eaux usées, la réalisation des réseaux de transport (eaux pluviales, eau potable, assainissement).

i) Les travaux électriques :

Il faut équiper des centrales de production d'électricité, installer des réseaux électriques d'éclairage et de télécommunication, ainsi que des installations électriques industrielles.

j) Les aménagements urbains :

C'est la construction des voies piétonnes, des parcs, des stades et de tous les équipements qui facilitent le quotidien dans la ville.

5. Les contraintes du secteur de la construction

Durant ces dernières années, le secteur de construction a subi plusieurs contraintes. L'identification de ces contraintes se base, sur des critères de réalisation des travaux (schéma des structures).

Ainsi que sur les critères aboutissant à la délivrance d'un permis de construction, soit la construction d'un bâtiment (permis d'urbanisme), soit la division de terrain en plusieurs lots (permis de lotir).

Les contraintes de la construction sont de natures diverses et peuvent être regroupées dans différentes catégories tels que :

- Les contraintes liées aux risques naturels et géotechniques.
- Les contraintes techniques.
- Les contraintes liées aux principales infrastructures.

5.1 .Les contraintes liées aux risques naturels et géotechniques

Les risques d'éboulement de parois rocheuses, les risques de glissement de terrain, les inondations, les phénomènes karstiques, font parti des risques naturelles et géotechnique les plus connus.

Les travaux doivent être dans les meilleures conditions de protection.

- Périmètres à risque d'éboulement de parois rocheuses :

Le non respect de distance séparé entre les zones urbanisées et les parois rocheuses (de forte pente) est considéré comme la source d'éboulement de ces parois ce qui provoque des encagements très graves.



Figure 8 : Eboulement des parois rocheuses[1]

- Périmètres à risque de glissement de terrain :

Les glissements de terrain sont des mouvements de terrain, caractérisés par des déplacements (décimétriques à métriques), plus ou moins rapides de volumes de terrains meubles Ils peuvent avoir plusieurs origines :

- ✓ Météorologique : (précipitations importantes et de longue durée, fonte des neiges).
- ✓ Anthropique (modification d'un versant par terrassement ou surcharge).
- ✓ Modification de l'hydrologie ou de l'hydrogéologie.



Figure 9 : Glissement de terrain[1]

- Périmètres d'aléa d'inondation :

Pour protéger la construction d'inondations, il faut identifier dans un premier temps les zones à risques et les méthodes de leur urbanisation.



Figure 10 : Phénomène d'inondation[1]

- Périmètres de contraintes karstiques :

Le mot karst désigne une région calcaire ou, plus largement, une région de roches solubles dont le paysage est marqué par les effets de la dissolution.

Le rabattement des nappes d'eau souterraine peut également avoir un impact non négligeable sur la réactivation de ces phénomènes.

Les terrains soumis aux contraintes karstiques présentent des risques de formation de dolines ; d'effondrement et de recul des chanoirs (points d'engouffrement de l'eau sous terre) vers l'amont.



Figure 11 : Contraintes karstiques[1]

5.2. Les contraintes techniques :

- Les périmètres de forte pente :

La construction sur les terrains de forte pente doit faire l'objet de précautions particulières, tant pour des raisons techniques (risques d'éboulements, érosion, sécurité...) que d'intégration urbanistique.

L'urbanisation de terrains situés le long de talus doit être examinée plus particulièrement car les modifications du relief du sol qu'elles impliquent (notamment pour l'accès aux habitations) peuvent entraîner des problèmes d'instabilité de terrain .



Figure 12 : Construction aux terrains de forte pente[1]

5.3. Les contraintes liées aux infrastructures :

Les autorités publiques doivent rencontrer de manière durable les besoins sociaux, économiques et de mobilité de la collectivité.

L'inscription au plan de secteur de périmètres de réservation, contribue à rencontrer durablement cet objectif puisque ces périmètres permettent de réserver des terres à des projets destinés à compléter le réseau des principales infrastructures de communication et de transport de fluides et d'énergie.

6. Conditions de travail dans le secteur de construction

6.1. Interruption des travaux :

Dans le secteur de construction, il arrive souvent que les travaux doivent être suspendus, à cause de manque des outils de travail et la mauvaise gestion de réalisation des processus .

6.2. Heures de travail :

La durée officielle du travail est variable, le règlement fixe quatre bandes horaires : 40, 44 ,45 et 48 heures.

La législation sur les heures de travail et les heures supplémentaires est loin d'être appliqué. Il y a une forte propension aux heures supplémentaires dans la construction, soit pour respecter les délais de livraison d'un ouvrage (faute de quoi l'entreprise subit une pénalité), soit parce que certains travaux ne peuvent s'étendre sur plusieurs journées (par exemple, couler une dalle).

6.3. Situation de sécurité :

La sécurité est une préoccupation secondaire tant pour les employeurs, que pour les employés. Une différence importante existe entre petites et grandes entreprises.

Les grandes entreprises qui exécutent les plus grands travaux, comme les bâtiments, la construction des routes, se rendent compte de la nécessité des mesures de sécurité et de santé aux chantiers.

Dans ces cas, les moyens de protection personnelle existent et sont souvent utilisés par une grande partie des travailleurs

- **Améliorer la sécurité aux chantiers de construction**

Parmi les méthodes qui améliorent la productivité, on peut citer :

- 1- Une campagne d'information, de formation et de sensibilisation de tous les acteurs de projet.
- 2 -Actualiser la réglementation sur la sécurité et la santé dans le secteur de la construction.



Figure 13 : étiquettes d'un chantier [1]



Figure 14 : étiquette d'hygiène et sécurité aux chantiers [1]

7. Pour une construction durable

En construction, il faut identifier toute source de pollution, soit le cas des matériaux de construction (sol de revêtement, produit d'isolation), soit de la nature des travaux.

Dans le cas de matériaux, il est préférable l'exclusion des substances polaires dans la composition chimique de ces produits, en utilisant des matériaux dotés selon le règlement algérien , ou bien des matériaux qui utilisent des matières premières recyclables.

Dans le cas des travaux, l'opération de démolition doit être complète et soigné.

Les constructions doivent être flexibles, de préférence l'utilisation des systèmes préfabriqués pour la diminution des déchets aux chantiers.

8. Réunions de chantier

L'entrepreneur est tenu d'assister aux rendez-vous de chantier provoqués par le maître d'œuvre, pour donner sur le champ des ordres nécessaires pour un bon déroulement des travaux.

Au cours de ces réunions, tous les problèmes liés à l'exécution des travaux sont abordés et notamment :

- La mise à jour des plannings.
- Les décisions à prendre pour résoudre des problèmes d'ordre technique.
- Les remarques qui peuvent être faites sur la qualité des travaux.
- Les remarques pouvant être faites dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité.

Les réunions de chantier sont l'occasion de dialogues entre le maître d'œuvre et les entrepreneurs, pour être efficaces, elles doivent être bien préparées.

De plus, les comptes rendus doivent être rédigés , en adoptant une présentation qui restera la même durant tout le chantier.

Les comptes rendus ont une valeur de constat et sont d'ailleurs appelés souvent « procès verbaux ».

Afin que ces réunions puissent avoir le plus d'utilité, il est nécessaire de les conduire d'une manière rigoureuse.

9. Conclusion

Après les études réalisées, on peut conclure que, le secteur de construction c'est un domaine très complexe, en tenant compte des ses activités diverses et des ses contraintes.

Il est important de chercher des solutions pour diminuer les problèmes de sécurité et d'organiser les travaux pour assurer une bonne conduite des chantiers.

Chapitre 2

*Modes d'organisation des
processus*

Introduction

Les chantiers de construction se composent des différents processus, l'organisation d'un chantier dépend de l'organisation de ces processus.

Un processus comporte des activités coordonnées et bien maîtrisées par les intervenants d'un chantier, afin d'assurer l'achèvement des travaux et la réalisation des projets.

Dans ce chapitre, on va entamer dans la première partie, les différentes méthodes d'organisation des processus, soit simple ou complexe.

Dans la deuxième partie on parlera des nouvelles modes d'organisation pour mieux gérer et organiser les chantier.

1. Démarche processus

-La performance et la productivité sont les objectifs visés, pour une meilleure organisation des travaux.

L'amélioration de ses objectifs dépend de la maîtrise des processus du travail soit complexe soit simple, qui se caractérise par :

-La sensibilisation et la mobilisation des acteurs du chantier.

-L'amélioration des méthodes et d'outils du travail.

2. Les types des processus

Quelque soit un processus simple ou complexes, la nature des processus est regroupée en trois familles :

2.1. Processus de réalisation [2] :

Il contribue directement à la réalisation des travaux.

2.2. Processus support [2] :

Il contribue au bon déroulement des autres processus, en leur apportant les ressources nécessaire.

2.3. Processus de management [2] :

Il permet de déterminer la stratégie de déroulement des travaux et la mise en œuvre des améliorations.

3. L'approche processus aux chantiers :

L'approche processus est une méthode d'analyse et de modélisation, pour assurer

l'avancement des travaux aux chantiers.

L'identification des processus doit être claire, en se basant sur les méthodes employées et les outils utilisés afin d'améliorer la productivité et l'aspect économique des chantiers.

3.1. Composition des équipes aux chantiers :

La composition des équipes de travail est liée à plusieurs paramètres, tels que l'expérience des ouvriers, leurs compétences et leurs méthodes.

Une équipe doit comporter au moins trois ouvriers, le nombre d'équipe dépend de la nature des processus et le délai fixé pour l'achèvement des travaux.

Les travaux réalisés par les équipes respectent la réglementation, en matière de norme des processus, la qualité d'exécution et les conditions de travail.

3.2. L'approche méthodologique :

Le choix de la méthode d'exécution des travaux, repose sur l'analyse des plusieurs variantes, tels que la nature des zones d'intervention et la disponibilité des moyens (humains, matériels, matériaux).

4. Mode d'exécution des travaux :

L'exécution des travaux dans le chantier se fait en plusieurs étapes tels que :

4.1. Fixation des délais :

Avant de commencer les travaux, l'entreprise respecte les contrats dont laquelle le maître d'ouvrage fixe les délais de réalisation des processus.

4.2. Programmation des travaux :

Le programme des travaux contient les indicateurs suivants :

- L'avancement des travaux
- Le nombre d'ouvriers pour la réalisation de chaque processus
- Les engins utilisés.

4.3. Documents nécessaires d'exécution :

La direction des travaux donne les instructions nécessaires à l'exécution des travaux ; tels que les plans, les plannings et les clauses administratives liée au règlement.

4.4. Le contrôle de qualité des travaux :

Le contrôle des travaux se base sur la qualité et l'état d'avancement des processus .

Durant les travaux, il faut tenir compte des évolutions des nouvelles technologiques et des réglementations en matière de matériaux, de matériels et de sécurité.

5. Quelques exemples des processus réalisés aux chantiers :

Les procédures d'exécution exigées sont les suivantes :

- Implantation et terrassements.
- Opérations de levage à la grue.
- Exécution et enlèvement des batardeaux,
- Exécution des fouilles,
- Réalisation des ouvrages provisoires de première catégorie,
- Coffrages et parements.
- Ferrailages.
- Bétonnage.
- Réalisation des enrochements.
- Réalisation des ouvrages de soutènement,
- Fabrication en usine du matériel hydromécanique.
- Transport des éléments du matériel hydromécanique.

6. La perte de productivité dans les travaux

Introduction

La productivité des travaux est l'une des raisons pour laquelle la productivité réelle est différente de celle qui était estimée.

C'est un thème de grand intérêt pour l'amélioration des travaux aux chantiers.

6.1. Définition

C'est la somme des différences quotidiennes, entre les heures réellement dépensées et les heures facturées sur une période bien définie.

6.2. Exemples de Causes de perte de productivité :

La perte de productivité est liée à plusieurs causes tels que :

6.2.1. Heures supplémentaires :

L'obligation des heures supplémentaires peut avoir des effets défavorables sur le déroulement des travaux, cela est lié à la dépense d'efforts et d'énergie des travailleurs.

6.2.2. Modifications de l'enchaînement des travaux :

Les travaux discontinus peut induit la perte du rythme, perte de motivation chez les ouvriers, ce qui provoque la diminution de productivité du travail.

6.2.3. Les conditions climatiques :

Les conditions climatiques défavorables peuvent entrainer un ralentissement des travaux, ce qui provoque la diminution de productivité aux chantiers.

6.2.4. Conclusion

Les réclamations dues à la productivité sont très importantes, car l'analyse de la productivité assure le bon fonctionnement des processus .

La productivité permet d'anticiper les problèmes liés soit à la nature des travaux, soit aux conditions de travail , soit aux acteurs de chantier.

7. Les catégories des méthodes utilisées aux chantiers

Introduction

Quelque que soit la catégorie de la méthode employée, son but est toujours de fournir une organisation qualifiante, en vue d'optimiser :

- Le cout de construction.
- La sécurité des travailleurs.
- La satisfaction des clients.

L'atteinte de ces objectifs dépend des modes de construction ,des modes opératoires, du planning utilisé, du matériau et matériels mise en œuvre.

Les différentes méthodes utilisées permettent de faire apparaître clairement et rapidement les données liées à la réalisation des travaux, telles que : le temps, les délais et les moyens (ressources).

7.1. Types des méthodes employées :

Il existe trois catégories de méthode, on peut les citer comme suit :

- Les méthodes études.
- Les méthodes travaux.
- Les méthodes feedback [2]

7.1.1 .La méthode étude :

Ces méthodes concernent l'étude des prix, en tenant compte de :

- L'analyse de chantier et les moyens d'optimisation.
- Réalisation du métré opérationnel.
- Définition des moyens d'installation (nombre de grue, centre à béton).
- Définition des modes opérationnels.
- Etablissement de planning prévisionnel.

7.1.2. La méthode travaux :

Ces méthodes concernent la phase d'exécution des travaux, ces missions les plus courantes sont les suivantes :

- Finalisation de plan d'installation.
- Finalisation de planning des travaux.
- Vérification et reprise de métré opérationnel.
- Etablissement des plans.

7.1.3. Les méthodes feedback :

Ces méthodes sont des médiateurs entre ces deux pôles précédent, leurs but est de corriger certains erreurs (tels que, les temps unitaires erroné, mauvais choix des matériaux)

Les buts principaux de ces méthodes sont :

- Dégager les points positifs et négatifs des principes de réalisation retenue aux chantiers.
- Ressortir les temps unitaires des processus.
- Réaliser le bilan de chantier.

7.1.4. Conclusion

Ces méthodes sont la base de toute organisation, il est indispensable d'avoir une bonne vision de fonctionnement globale des processus.

8. Modes d'organisation des processus simples

8.1. Définition d'un processus simple

C'est un ensemble des opérations élémentaires, se réalisent par un nombre minimal d'équipe.
(Exemple confection d'une armature).

8.2. Méthodes d'organisation d'un processus simple

En construction, les processus simples sont la base de toute démarche d'un travail, il existe plusieurs méthode d'organisation des travaux d'un processus simple tels que :

8.2.1. Méthode successive d'organisation

8.2.1.1. Définition

C'est la méthode la plus connue depuis des siècles, c'est l'exécution des travaux par une seule équipe du travail d'une manière successive.

8.2.1.2. Les avantages de la méthode successive

La méthode successive présente plusieurs avantages tels que :

- La bonne gestion des projets, en utilisant un nombre minimale d'effectifs et des ressources.
- Le contrôle exact et rapide des travaux (une seule équipe).
- La bonne conduite du chantier.
- Respecte les principes de continuité et d'uniformité.

8.2.1.3. Les inconvénients de la méthode successive

La méthode successive présente plusieurs inconvénients tels que :

- Une grande durée de réalisation des travaux
- La perte d'énergies d'équipe du travail

8.2.2. La méthode parallèle d'organisation

8.2.2.1 Définition

C'est une méthode d'exécution des travaux simultanément pour tous les secteurs.

Chaque équipe exécute les travaux dans son propre secteur, en gardant le même effectif et le même temps de début des travaux.

8. 2.2.2. Les avantages de la méthode parallèle

Parmi les avantages de la méthode parallèle, on peut citer :

-Une durée très courte de réalisation des travaux.

8.2.2.3. Les inconvénients de la méthode parallèle

Parmi les inconvénients de la méthode parallèle, on peut citer :

-Un grand nombre d'équipe (la saturation de chantier).

-Utilisation d'un flux continu du matériel et matériaux ce qui défavorable pour la gestion des projets de construction.

8.2.3. La méthode successive superposée

8.2.3.1. Définition

C'est la méthode d'exécution des travaux d'une manière successive, avec un nombre intermédiaire d'équipes et prendre en considération le décalage de ces équipes.

8.2.3.2 Les avantages de la méthode successive superposée

La méthode successive superposée c'est la méthode classique la plus utilisée. Parmi ces avantages on peut citer :

-Respecte les principes de continuité et d'uniformité.

-Utilisation d'un flux intermédiaire de ressources.

9. Les méthodes d'organisation des processus complexes

9.1. Définition

Un processus complexe c'est un processus de construction, composé de plusieurs processus simples. (Exemple :construction d'un pont en béton armé).

9.2. Méthodes d'organisation des processus complexes

Il existe plusieurs méthodes d'organisation des processus complexes en construction, parmi ces méthodes classiques on peut citer :

9.2.1. Méthode successive complexe

9.2.1.1. Définition

La méthode successive d'organisation d'un processus complexe, c'est une méthode qui permet de réaliser successivement les processus simples d'un processus complexe.

Les modèles du temps diffèrent d'un secteur à un autre et d'un processus à un autre.

9.2.1.2. Les avantages de la méthode successive complexe

Parmi les avantages de la méthode successive complexe, on peut citer :

- Cette méthode respecte le principe d'uniformité et non chevauchement des travaux.
- La méthode respecte le principe d'uniformité.
- La bonne gestion du projet, en gardant le même effectif.
- Utilisation minimale des ressources en matériels et matériaux.

9.2.1.3. Les inconvénients de la méthode successive complexe

Parmi les inconvénients de la méthode successive complexe, on peut citer :

- Perte d'énergie (une seule équipe travaille sur tous les secteurs d'un processus simple).
- Des longues durées de réalisation des travaux.

9.2.2. Méthode parallèle d'organisation d'un processus complexe

9.2.2.1 Définition

C'est une méthode d'exécution des travaux simultanément pour chaque processus, chaque processus est réalisé par un nombre défini d'équipes.

9.2.2.2. Les avantages de la méthode parallèle

Parmi les avantages de la méthode parallèle, on peut citer :

- C'est une méthode qui respecte le principe de synchronisation entre les processus de chantier.
- La durée de réalisation est courte .
- C'est une méthode qui respecte le principe de continuité et d'uniformité.

9.2.2.3. Les inconvénients de la méthode parallèle

Parmi les inconvénients de la méthode parallèle, on peut citer :

- La grande utilisation des ressources.

9.2.3. La méthode à la chaîne d'un processus complexe

Introduction

La production à la chaîne est utilisée dans la plupart des industries avec une amélioration nette de la productivité.

L'industrie de construction essaye de l'appliquer le plus possible avec ses particularités pour améliorer sa productivité.

9.2.3.1. Définition

C'est l'exécution des travaux pour chaque processus, par une équipe spécialisée successivement pour chaque secteur, en gardant les mêmes effectifs.

9.2.3.2. Principe de la planification à la chaîne

- Décomposer l'ouvrage en tâches élémentaires.

- Assurer la continuité du travail des équipes.
- Assurer le non-chevauchement dans les tâches.
- Assurer la répartition uniforme des ressources sur les délais.

9.2.3.3. Les avantages de la méthode à la chaîne d'un processus complexe

- La rapidité d'exécution des processus.
- L'amélioration de la qualité des travaux sur chantier.
- Le décalage entre les équipes est petit.

La méthode à la chaîne d'un processus complexe c'est la meilleure méthode à utiliser, pour la réalisation des travaux.

10. Nouvelles méthodes d'organisation

❖ Les chantiers à l'ère du numérique :

La maquette numérique fait évoluer les méthodes de travail sur les chantiers de construction, pour une meilleure transmission de l'information , une organisation optimisée et plus évidente.

Elle sert à visualiser les évolutions de site, assurer la sécurité des travailleurs, les accès de circulation, les zones de stockage et améliorer les modes de réalisation des processus.

11. Définitions des paramètres d'organisation :

A. La continuité :

Un travail continu c'est un travail sans interruption de matériels et ouvriers.

B. L'uniformité :

Un travail uniforme c'est un travail dont laquelle les équipes gardent le même effectifs sur tous les secteurs d'un chantier. En réalisant les quantités des travaux sur des périodes du temps égaux.

A. Effectifs :

C'est le nombre d'ouvriers nécessaire pour l'exécution des quantités des travaux sur un chantier de construction.

B. Secteur de travail :

C'est le milieu d'exécution des travaux d'un chantier par une équipe déterminé.

Le front de travail est composé de plusieurs secteurs.

C. Volume de travail (V_{Ti})

C'est le temps nécessaire pour l'exécution des quantités des travaux, l'unité de mesure de V_{Ti} est (en hommes-temps).

F. Norme de temps(N_{Ti})

C'est le minimum de temps nécessaire pour réaliser un travail de bonne qualité

$N_{Ti} = \frac{V}{Q}$ tels que : V_{Ti} c'est le volume de travail et Q_i c'est la quantité des travaux.

Son unité est (homme-temps/volume (m^3)).

G. Norme de production (N_{Pi})

C'est la quantité de production des travaux de bonne qualité, effectué par un exécutant (Homme ou engin), en unité de temps.

$N_{Pi} = \frac{1}{N}$, son unité est (volume/hommes-temps).

H. Module de temps (t_i^λ)

C'est la durée d'exécution des travaux d'un processus (i), sur un secteur λ .

I. Les fiches de travaux :

C'est une fiche détaillée, élaborée par le bureau d'étude et remplie par le chef de chantier.

Elle contient les prestations effectuées par les équipes et le temps de réalisation des tâches sur chantier.

D. Cyclogramme des travaux

C'est un graphe ,dessiné manuellement par l'un des responsables de chantier ;dont les tâches sont disposés en cercle; afin d'assurer une bonne organisation des travaux.

Chapitre 3

Planification d'un chantier

Introduction

Les différentes méthodes pour planifier l'exécution des travaux et mettre en évidence toutes les liaisons qui interviennent dans la réalisation d'un ouvrage, c'est la planification des tâches.

Coordonner c'est avant tout prévoir les différentes actions qui aboutissent à livrer, en temps voulu et dans les meilleures conditions, l'ouvrage dont on a la responsabilité.

Cette prévision est obtenue par la planification, c'est-à-dire la décomposition de l'ouvrage à construire en tâches ou interventions et par la mise en ordre logique de ces travaux.

Pour cette raison le planning est le meilleur instrument de réduction de l'erreur inhérente à toute prévision.

La décomposition d'un ouvrage en tâches élémentaires auxquelles on attribue des durées d'exécution, permet de déterminer «à priori» les dates de début de chaque travail et la date de livraison de l'ouvrage.

1. Objectif d'élaboration d'un planning

Le principal objectif d'un planning, c'est l'exercice des fonctions caractérisent l'accomplissement de toute action.

Les fonctions principales d'élaboration d'un planning sont :

- Prévoir : établir les programmes d'actions et les situer dans le temps.
- Organiser : mettre des moyens à la réalisation des prévisions.
- Commander : déclencher l'exécution des différentes phases des travaux.
- Coordonner : relier entre elles les différentes phases d'un travail.
- Contrôler : vérifier que la réalisation des travaux est conforme aux prévisions.

2. Documents nécessaire à l'établissement du planning

Pour l'établissement d'un planning, on doit avoir les documents suivants :

- Les plans d'exécution : Ensemble des dessins spécialisés, nécessaires aux entreprises pour la réalisation de leur lot.
- Le cahier des clauses technique : Le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) est un document contractuel qui rassemble les clauses techniques d'un marché public ; il est rédigé par la maîtrise d'œuvre études et fait partie des pièces constitutives du marché public.
- Le cahier des clauses administratives :
Le cahier des clauses administratives (CCA) est un document qui fixe l'ensemble des aspects

contractuels d'un marché (vérification des prestations, délais, pénalités, conditions générales des travaux).

Il existe cinq cahiers de (CCA) en fonction de l'objet du marché:

- CCA aux travaux.
- CCA aux marchés industriels.
- CCA aux prestations intellectuelles.
- CCA aux fournitures courantes et prestations de services.
- CCA aux techniques de l'information et de communication.

-Le devis descriptif : Document contractuel, comprenant la description de l'ouvrage et précisant les modes d'exécution et les matériaux utilisés.

3. Modes de représentation du planning

Les modes de représentation des plannings sont divers, on peut citer :

3.1. Le planning Gantt

Le planning Gantt [3] c'est un planning à barres, met en évidence la durée de chaque tâche et permet de noter l'avancement ou le retard des travaux.

Ce planning présente certains avantages tels que :

- Il visualise bien la durée des processus.
- Il permet de visualiser aussi l'avance ou le retard d'une opération à partir d'un pointage.

Ce planning présente aussi certains inconvénients, tels que :

- Difficulté d'estimer les conséquences, d'une avance ou d'un retard d'une tâche sur les autres tâches et sur le délai final.
- Difficulté de repérer les tâches, dont le délai d'exécution conditionne le délai final.

Le planning Gantt est d'une utilité contestable pour les entreprises, d'un faible secours pour la direction du chantier car c'est un planning peu opérationnel

3.2. Les méthodes d'ordonnement

3.2.1. La méthode Pert

Le planning PERT [3] est un outil d'analyse et d'organisation ; il servira à établir les autres types de planning parce qu'il est peu pratique pour visualiser l'évolution journalière des opérations, ne comportant ni échelle de temps, ni calendrier.

La méthode PERT consiste à analyser de façon systématique et critique les diverses opérations d'un projet et leur enchaînement dans le temps.

3.2.2. Représentation graphique

La méthode repose sur un modèle mathématique, le graphe se compose de deux éléments

- Les arcs : qui représentent des tâches qui sont parcourus par un flux qui est le temps.
- Les sommets (nœuds) : qui représentent les étapes des travaux

1 : date au plus tôt de réalisation de l'étape.

2 : date au plus tard de réalisation de l'étape.

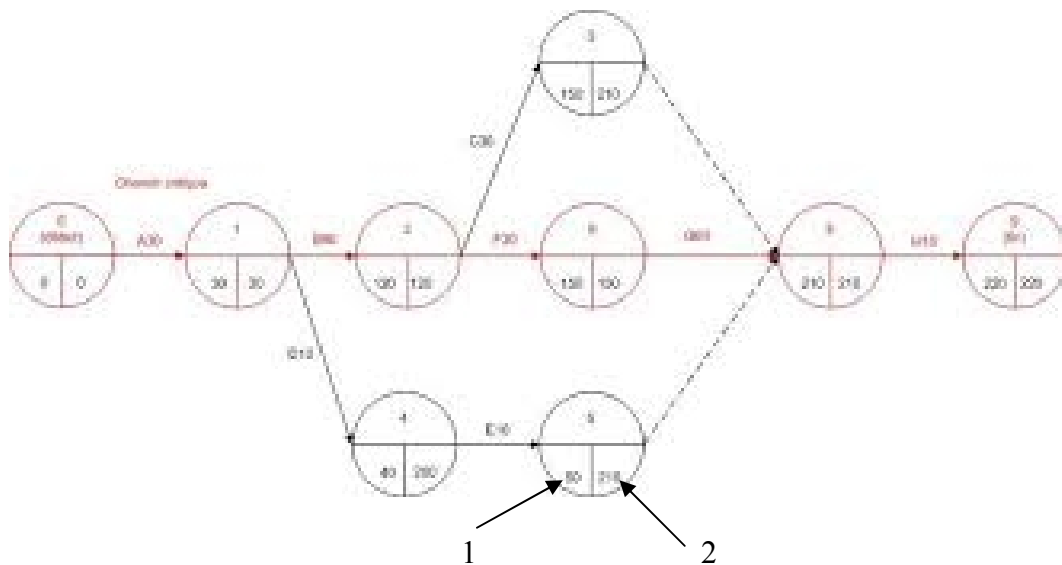


Figure 15 : Modèle mathématique de la méthode Pert [3]

3.2.3. La méthode des potentiels [4]

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

- Les sommets(les nœuds) : représentent les tâches.
- Les arcs : représentent la contrainte entre deux tâches.

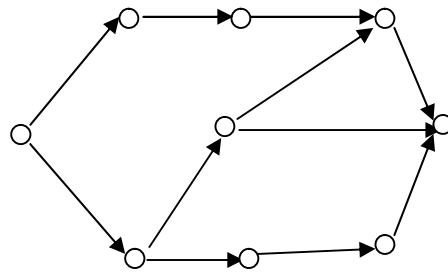


Figure16 : Représentation graphique

3.3 .Planning du personnel :

Il donne en fonction du temps l'effectif cumulé du chantier.

3.4. Planning des matériaux :

Ces diagrammes permettent de connaître journallement, la consommation, l'approvisionnement et le stock de chaque matériau de base (ciment, graviers, sable, acier, bois).

3.4.1 Diagramme de consommation :

Il est tracé à partir du diagramme Gant, connaissant l'échelonnement des processus et leurs durées, ce diagramme permet d'établir la consommation journalier du matériau, en fonctions de travaux et du temps d'exécution.

3.4.2. Diagramme d'approvisionnement :

C'est le diagramme qui montre la quantité approvisionné quotidiennement pour chacun des matériaux.

Il est tracé à partir du diagramme de consommation, en tenant compte de la possibilité d'approvisionnement (moyens de transport), des conditions de stockage sur le chantier, des conditions financières ainsi que de la nature du matériau.

3.4.3. Diagramme différentiel de stock :

C'est le diagramme qui représente la différence entre la quantité approvisionné et la quantité consommée (le stock en fonction du temps)

3.5. Conclusion

En Algérie, le planning Gant est le plus utilisé dans les bureaux d'études et les entreprises, pour la planification des travaux aux chantiers.

4. Renseignements nécessaire à l'établissement du planning

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

4.1. Renseignements à obtenir du maître de l'ouvrage

Il faut un accord définitif du maître de l'ouvrage sur le nombre de tranches, la date et l'ordre des travaux.

4.2. Renseignements à obtenir des entreprises

- Renseignements sur le matériel et les moyens qu'elles doivent mettre en œuvre.
- Renseignement sur les installations de chantier.
- Renseignement sur l'enchaînement des opérations.
- Renseignement sur la répartition des travaux.

5. Phases d'élaboration d'un planning :

Les différentes phases d'élaboration d'un planning sont les suivantes :

5.1. Consultation des documents :

Cette phase est accomplie, quels que soient les moyens utilisés pour l'établissement du planning, il s'agit de prendre connaissance des documents du dossier marché (plans..).

5.2. Décomposition en zones :

Chaque zone d'un chantier comporte un planning séparé, il indique les travaux de structure et d'équipements.

5.3. Liste des tâches :

On établit une liste des tâches élémentaires, en recueillant des informations complémentaires pour leur exploitation future.

5.4. Elaboration des graphes :

Avec les éléments préparés, on dessine les liaisons entre les tâches, on utilise soit la méthode PERT ou la méthode des potentiels.

Un croquis manuel du graphe est indispensable, pour la représentation des contraintes relatives aux tâches.

Les informations seront strictement limitées aux tâches successives.

5.5. Valorisation et saisie des taches :

La valorisation porte sur la durée, sur le cout et les informations nécessaire à l'élaboration de divers calendrier.

5.6. Dessin du planning à barres :

Avant de commencer le dessin du planning, le délai global doit être respecté.

Le dessin est obtenu directement par une commande interne au logiciel utilisé. Ce qui permet d'obtenir des résultats immédiats.

5.7. Lissage des tâches

Lisser les tâches consiste à les entrainer pour rentrer dans le délai global, il y'a souvent des marges libres, introduites sous forme des tâches fictives, pour gérer les aléas et les contraintes technique.

Le logiciel donne l'écart entre le planning et le délai global, si ce dernier n'est pas respecté, il est nécessaire les effectifs.

5.8. Mise à jour

La mise à jour est nécessaire quand un décalage important s'est produit par rapport aux délais initiaux.

Ces tâches permettent l'établissement d'un planning, d'une exploitation facile sans traitement informatique.

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

- Il doit être définissable dans le temps et dans l'espace.
- Il ne correspond pas toujours à un élément du quantitatif ou à un prix unitaires.
- Son cout est faible en égard au montant du marché.
- La durée est courte pour que la gestion en soit facilitée.

6. Exemples des plannings hors chantiers

Certaines opérations hors chantier sont en relation directe avec les travaux exécutés, parmi les plannings concernant les actions hors chantier sont :

6. 1.Planning de fabrication et l'approvisionnement du chantier

Le planning d'approvisionnement du chantier a une très grande importance, ce dernier conditionne le planning d'exécution des travaux.

Il faut toujours coordonner le planning des approvisionnements avec celui des cyclogrammes des travaux.

6.2. Planning d'utilisation du matériel et des engins

Ce planning permet :

- D'assurer la quantité et la qualité du matériel et engins.
- De comparer les dépenses réelles avec le crédit accordé pour le chantier.

7. Les tâches :

Il existe deux types de tâches :

7.1. Les tâches élémentaires

Une tâche élémentaire (ou un élément) est un travail de courte durée, réalisée en un lieu unique, par une équipe qui appartient à un seul corps d'état (c'est-à-dire qu'elle doit respecter à la fois les trois unités suivantes : le lieu, l'action et le temps).

Exemple : ferrailage, la peinture.

7.2. Les tâches composées

Une tâche composée regroupe des tâches élémentaires de même nom, qui appartient à différentes unités d'œuvre de planification

Exemples : ossature en béton armée.

8. Conclusion

D'après les études réalisées, la planification d'un chantier c'est une étape importante pour mieux gérer les travaux et coordonner les taches.

Chapitre 4
Informatisation des méthodes
d'O.D.C

Introduction

Depuis des années, les ingénieurs en génie civil ont utilisées des méthodes manuelles, pour l'organisation des travaux aux chantiers.

Avec le développement et l'utilisation des nouveaux logiciels de calcul au domaine de génie civil .on a essayé dans cette partie d'informatiser les méthodes précédentes en utilisant le logiciel (EXCEL).

1. Diagrammes des différentes méthodes d'organisation aux chantiers

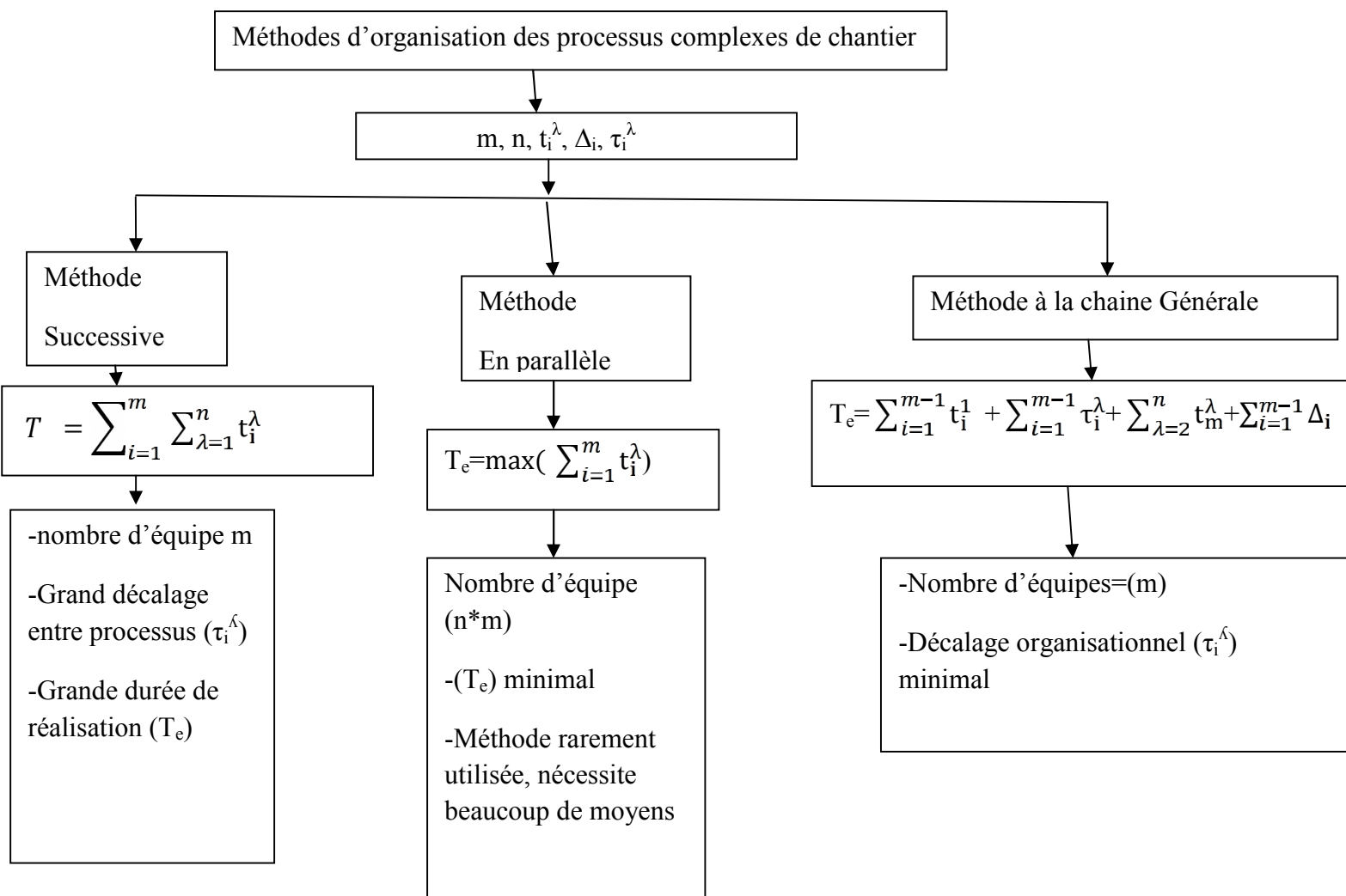


Diagramme comparatif des différentes méthodes

2. Programmation des méthodes d'organisation sous Excel

A-Exemple de la méthode successive d'un processus simple :

-Le processus simple : la confection des armatures.

-On a trois secteurs de travail.

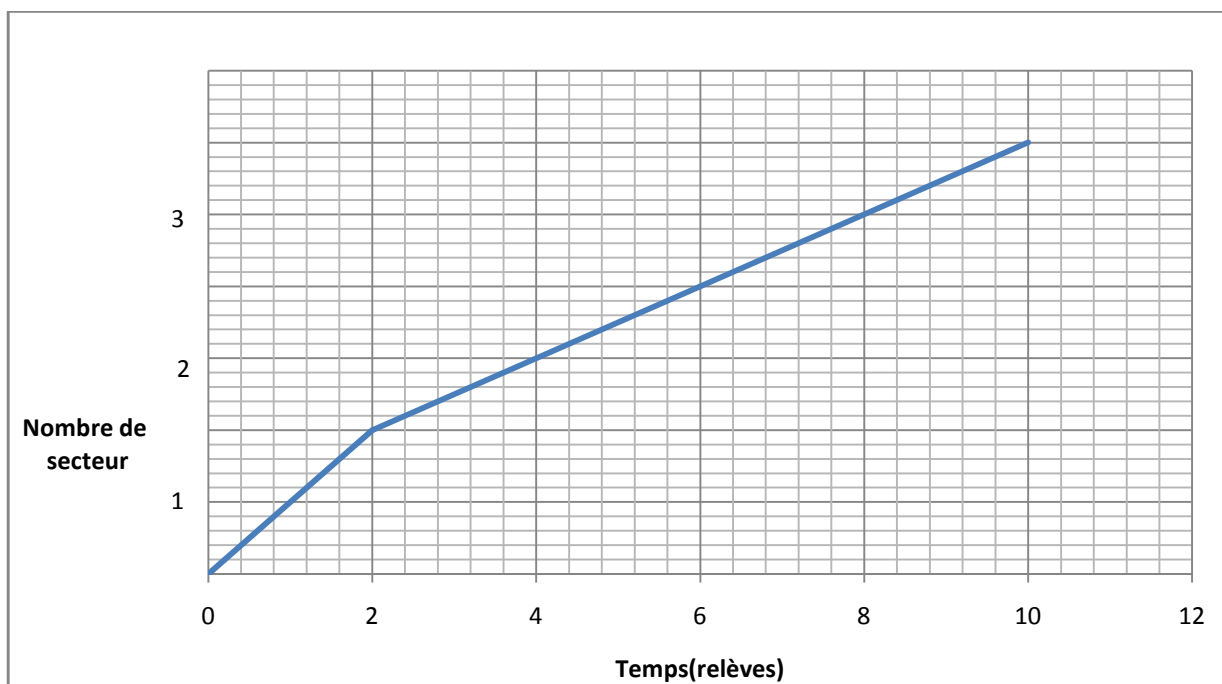
- Une seule équipe pour l'exécution des travaux.

-m: le nombre des processus, dans ce cas (i=1)

- λ : le nombre de secteurs, dans ce cas ($n=3$).

m \ λ	1	2	3
processus	$t_1^1=3$	$t_1^2=3$	$t_1^3=3$

Tableau 1 : La durée de réalisation des travaux de processus (la confection des armatures) en fonction des secteurs



Graphique 1 : Méthode successive simple

Application :

-La durée totale d'exécution des travaux :

$$T_{e1} = \sum_{\lambda=1}^3 t_1^{\lambda} = t_1^1 + t_1^2 + t_1^3 = 2 + 4 + 4 = 10 \text{ relèves}$$

B-Exemple de la méthode successive d'un processus complexe

-Processus complexe: ossature en béton armé

- On considère les processus simples suivants : montage du coffrage; montage des armatures; coulage du béton.

- On divise le travail en cinq secteurs

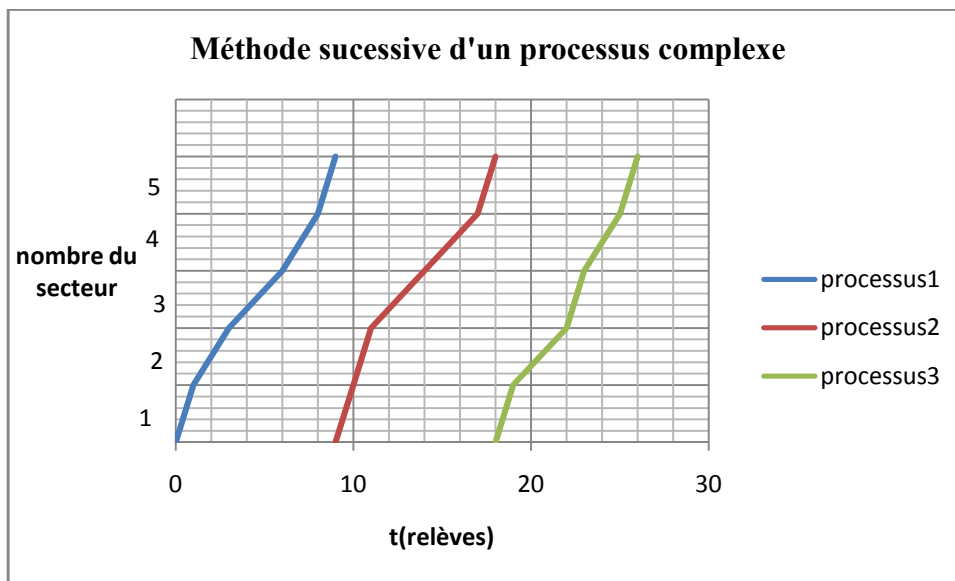
- trois équipes pour trois processus

-m : le nombre des processus, dans ce cas (i=3)

- λ: le nombre de secteurs, dans ce cas (λ=5).

m \ λ	1	2	3	4	5
processus1	$t_1^1=1$	$t_1^2=2$	$t_1^3=3$	$t_1^4=2$	$t_1^5=1$
processus2	$t_2^1=1$	$t_2^2=1$	$t_2^3=3$	$t_2^4=3$	$t_2^5=1$
processus3	$t_3^1=1$	$t_3^2=3$	$t_3^3=1$	$t_3^4=2$	$t_3^5=1$

Tableau 2: La durée de réalisation des travaux sur trois processus en fonction des secteurs



Graph 2 : La méthode successive d'un processus complexe

Application :

-La durée d'exécution des travaux :

$$T_e = \sum_{i=1}^3 \sum_{\lambda=1}^5 t_i^\lambda = 1+2+3+2+1+1+1+3+3+1+1+3+1+2+1 = 26 \text{ relèves}$$

C-Exemple de la méthode successive superposé d'un processus simple

-Le processus simple : la confection des armatures

-Le travail est divisé en quatre secteurs du travail

- K_1 = le décalage (le pas) entre les deux équipes de travail sur les secteurs ($K=1$)

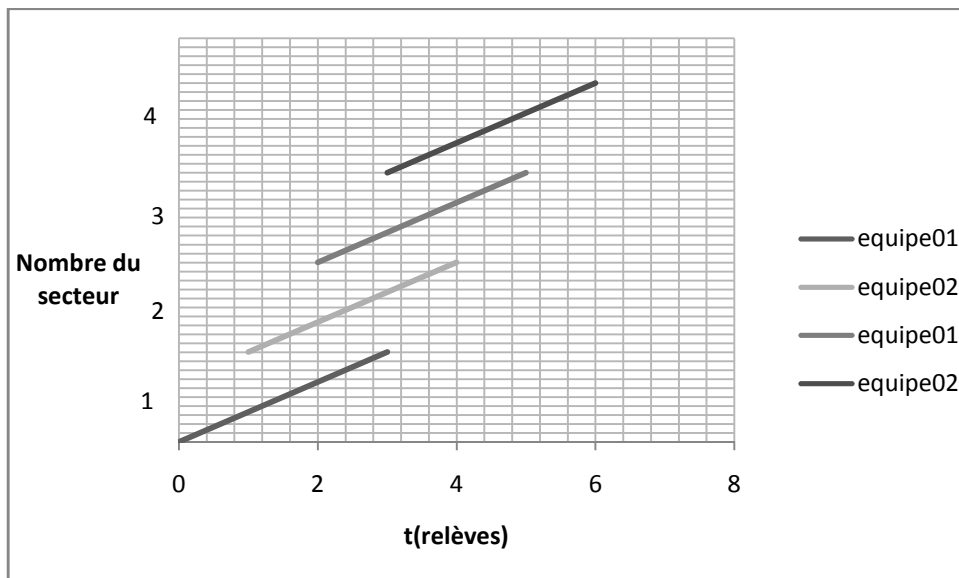
- $b_1 = c$ 'est le nombre d'équipe de la réalisation de processus 1 (confection des armatures), $b=2$.

- m : le nombre des processus simples ($m=1$).

- λ : le nombre de secteurs ($\lambda=4$).

m \ λ	1	2	3	4
processus	$t_1^1=3$	$t_1^2=3$	$t_1^3=3$	$t_1^4=3$

Tableau3: La durée de réalisation de la confection des armatures sur les trois secteurs



Graph3 : Méthode successive superposé d'un processus simple

Application :

-La durée totale d'exécution des travaux :

$$\text{La durée totale d'exécution des travaux : } T_{ei} = t_i + (n-1)k_i$$

$$T_{e1} = t_1 + (4-1)*1 \quad ; \quad t_1 = b_1 * k_1 \quad ; \quad b_1 = 2 \text{ et } k_1 = 1 \quad ; \quad n = 4$$

$$T_{e1} = 2 + (4-1)*1 = 5 \text{ relèves}$$

D-Exemple de la méthode à la chaîne générale :

-Le processus complexe : ossature en béton armée

-On considère 7 secteurs de travail.

-Quatre processus simple : coffrage, ferrailage, bétonnage, décoffrage.

-Le module de temps : t_i^λ .

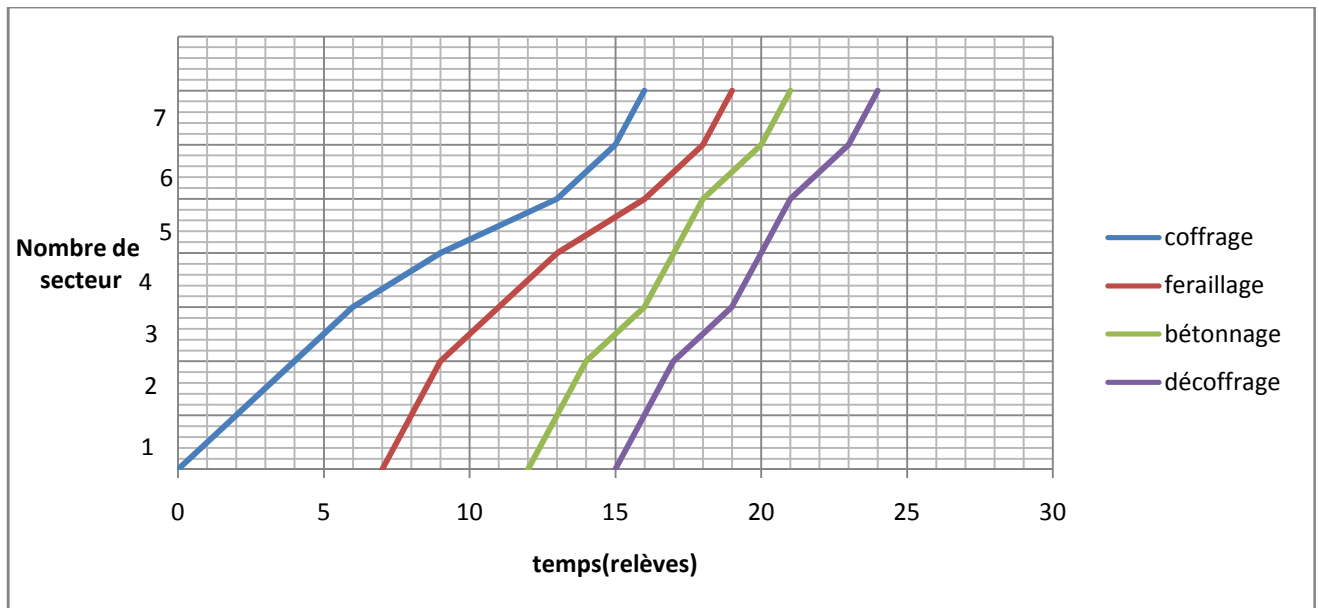
-i : le nombre des processus simples.

-m: le nombre des processus simples (m=4).

- λ : le nombre de secteurs ($\lambda=7$).

m \ λ	1	2	3	4	5	6	7
Processus1	$t_1^1=2$	$t_1^2=2$	$t_1^3=2$	$t_1^4=3$	$t_1^5=4$	$t_1^6=2$	$t_1^7=1$
Processus2	$t_2^1=1$	$t_2^2=1$	$t_2^3=2$	$t_2^4=2$	$t_2^5=3$	$t_2^6=2$	$t_2^7=1$
Processus3	$t_3^1=1$	$t_3^2=1$	$t_3^3=2$	$t_3^4=1$	$t_3^5=1$	$t_3^6=2$	$t_3^7=1$
Processus4	$t_4^1=1$	$t_4^2=1$	$t_4^3=2$	$t_4^4=1$	$t_4^5=1$	$t_4^6=2$	$t_4^7=1$

Tableau4 : La durée de réalisation des processus en fonction des secteurs de travail



Graphe4 : Méthode à la chaîne générale

Application :

-La durée de réalisation des travaux :

$$T_e = \sum_{i=1}^n t_i^1 + \sum_{i=1}^{m-1} t_i^1 + \sum_{i=1}^n \Delta_i + \sum_{\lambda=1}^n t_m^\lambda$$

$$T_e = 5 + (5+4) + 2 + (1+2+1+1+2+1) = 24 \text{ relèves}$$

E-Exemple de la méthode parallèle d'un processus simple

-Le processus simple : la confection des armatures

- Le travail est divisé en trois secteurs du travail

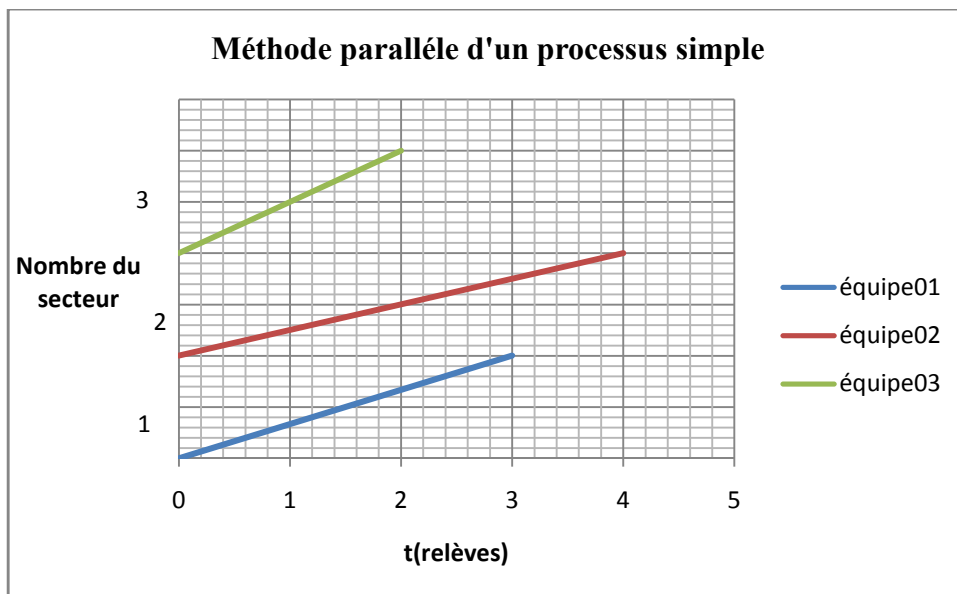
-On prend trois équipes pour trois secteurs (soit λ équipes pour λ secteur)

-m : le nombre des processus simples (m=1).

- λ : le nombre de secteurs ($\lambda=3$).

m \ λ	1	2	3
Processus	$t_1^1=3$	$t_1^2=4$	$t_1^3=2$

Tableau 5 : La durée de réalisation des travaux (processus simple) en fonction des trois secteurs



Graphe5 : Méthode parallèle d'un processus simple

Application :

-La durée totale d'exécution des travaux :

$$T_e = \max(t_i^\lambda); T_e = \max(3, 4, 2); T_e = 4 \text{ relèves}$$

F-Exemple de la méthode parallèle d'un processus complexe

-On a deux secteurs de travail

- On a deux processus

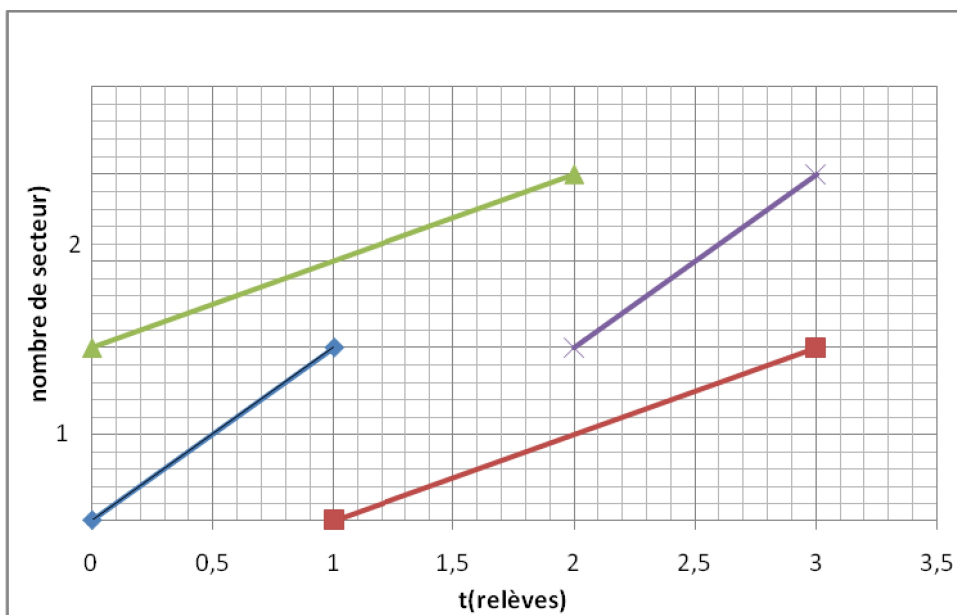
- Quatre équipes du travail ; deux équipes pour chaque processus

-m : le nombre des processus simples (m=2).

-λ : le nombre de secteurs (λ=2).

m \ λ	1	2
Processus 1	$t_1^1=1$	$t_1^2=2$
Processus2	$t_2^1=2$	$t_2^2=1$

Tableau6 : La durée de réalisation des travaux sur les deux secteurs en fonctions des deux processus



Graph 6 : Méthode parallèle d'un processus complexe

Application :

-La durée d'exécution des travaux :

$$T_e = \max \sum_{i=1}^2 t_i^\lambda ; T_e = \max (t_1^1 + t_2^1 ; t_1^2 + t_2^2) = 3 \text{ relèves}$$

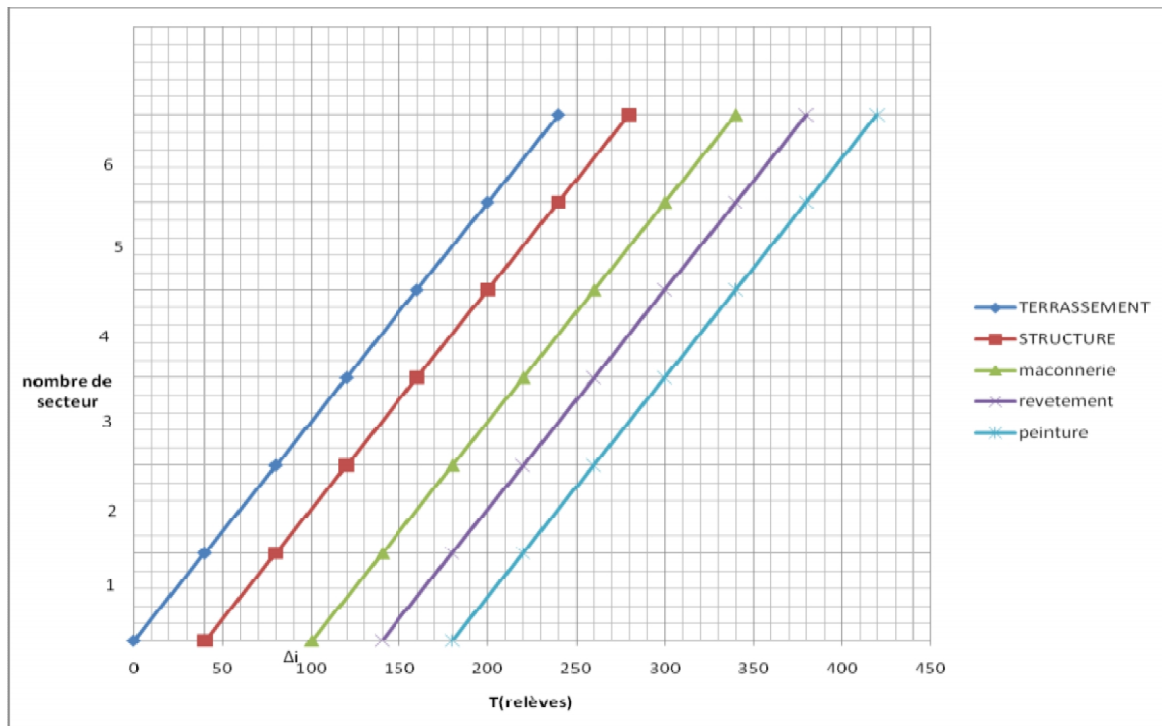
3-Exemple pratique [9]

Soit un projet de 180 logements identiques, repartis en bâtiment de 30 logements pour chacun, les données par bâtiment sont dans le tableau suivant

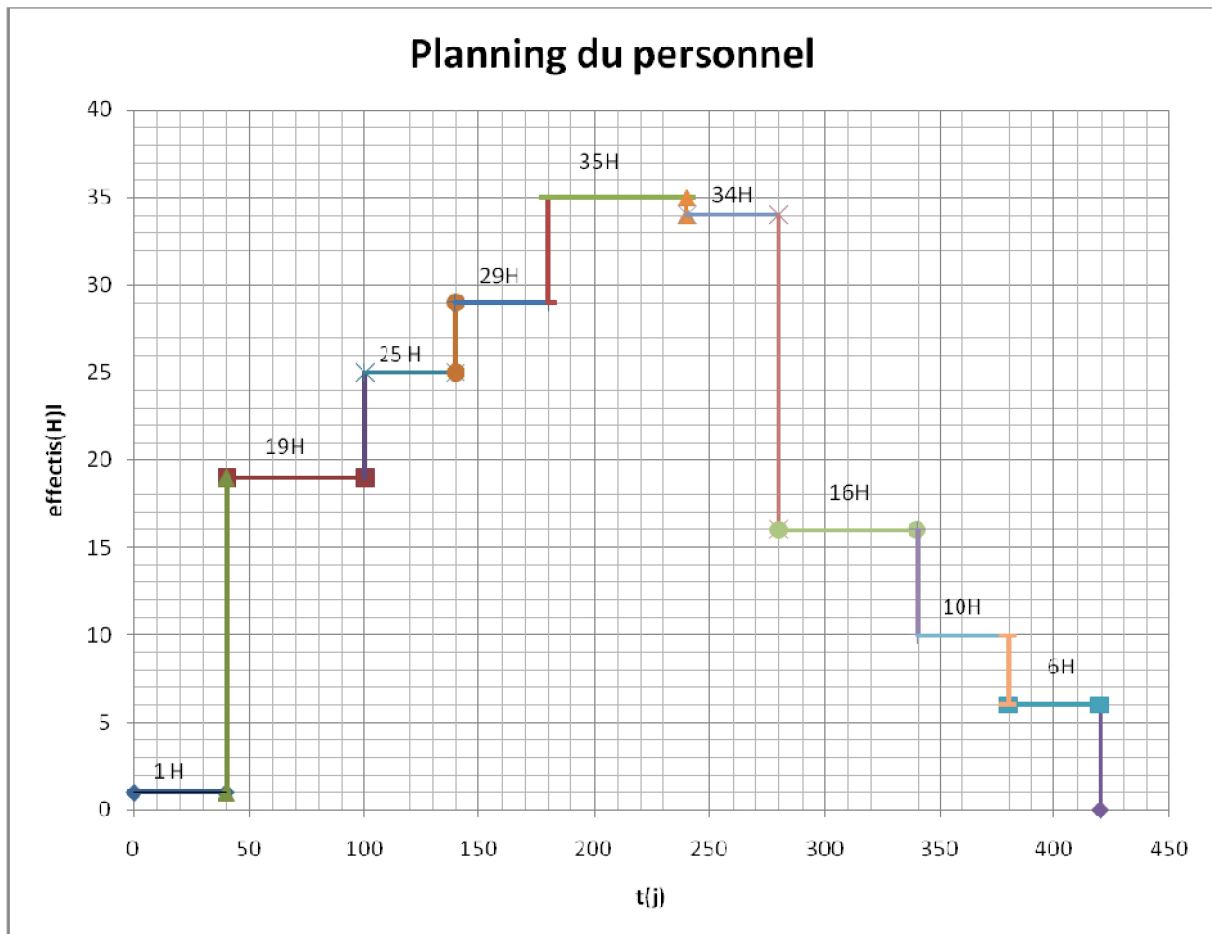
- Le nombre de secteurs : 6 secteurs égaux.
- Le décalage technologique est de 20 jours, entre le 2ème et le 3ème processus ($\Delta_i=20$ jours).
- La durée totale d'exécution des travaux : $T_e=420$ jours

N ordre	Nom du processus	Module de temps(T_i)	Quantité de travaux(Q_i)	Normes	Nombre d'équipe (b_i)	Effectifs (e_i) (H)	Début (jrs)	fin	Durée (jrs)
1	Terrassement	40	3200m ³	20m ³ /hp	1	1	0	240	240
2	Structure	40	2560m ³	2.25Hh/m ³	1	18	40	280	240
3	Maçonnerie	40	2880m ³	1.50m ² /hH	1	6	100	340	240
4	Revêtement	40	640m ²	0.50m ² /hH	1	4	140	380	240
5	Peinture	40	5760m ²	3m ² /hH	1	6	180	420	240

Tableau 7: Calcul de durées des travaux de chaque processus en fonctions des paramètres organisationnels



Graphe 7 : Cyclogramme des travaux



Graphe8 : planning du personnel

4. Conclusion

Il est très important de maîtriser les méthodes de travail sur chantiers, de les choisir en tenant compte de la nature des tâches à réaliser.

Une méthode de travail efficace assure une organisation de travail.

Chapitre 5

Installation d'un chantier

Introduction

L'installation de chantier est une opération difficile, complexe à réaliser par la multitude des connaissances nécessaires, les multiples contraintes à prendre en compte, le nombre des travaux à installer et leurs interactions.

Les installations de chantier sont des dispositifs (provisoires), implantées dans des emprises définitive ou temporaires, destinées à accueillir les Hommes, le matériels, les matériaux nécessaires à la construction d'une structure.

L'installation de chantier a pour rôle:

- D'organiser le déroulement du chantier.
- D'ordonner le chantier.
- De positionner les éléments

1. Le plan d'installation de chantier

Un plan d'installation de chantier est un document qui définit les cantonnements pour accueillir le personnel du chantier, les matériels fixes nécessaires à la réalisation des ouvrages.

Ce plan est établi par l'entreprise, approuvé par le maitre d'œuvre, sur la base des indications contenant dans le plan général de coordination en matière de sécurité et de santé (PGC).



Figure 17: Exemple d'un plan d'installation de chantier [1]

➤ **Objectif de plan d'installation du chantier**

- Prévoir le matériel (grue, bétonnières, silos à ciment) nécessaire à l'exécution du chantier.
- Prévoir l'aménagement des lieux, afin de recevoir le matériel et le matériau dans de bonnes conditions.
- Attribuer à chaque entreprise des surfaces, pour le stockage de matériaux ou de matériel.
- Avoir la vision globale de la future organisation de chantier.
- Prévoir les dispositifs de sécurité et d'hygiène.

➤ **Contenu du plan d'installation**

Un plan d'installation est proposé par le coordonnateur de sécurité, il définira les points suivants :

- Organisation des cheminements (piétons, véhicules, engins ...)
- Matérialisation des mitoyens
- Implantation des zones de cantonnement
- Implantation des zones d'approvisionnement, de stockage, de fabrication, de tri et d'évacuation des déchets de toute nature
- Clôtures de chantier .
- Installation des réseaux divers.

2. Rôle de l'installation de chantier

L'installation de chantier a pour objectif de :

2.1. Organiser le déroulement du chantier :

- L'étude des méthodes d'organisation
- Prévoir les différentes phases de réalisation.
- Faciliter la cohabitation et le dialogue entre les différents corps d'états.

2.2. Ordonner le chantier

- Gain de temps : diminue les temps unitaires.
- Evite les pertes (matériaux) et double emplois (matériels).
- Améliore la sécurité.
- Améliore la qualité (réussir du premier coup au moindre coût).

2.3. Positionner les éléments

- Humains.

- Matériels.

- Réseaux.

3. Méthodologie d'installation de chantier

La méthodologie d'élaboration d'un chantier se traduit dans le tableau ci-dessous :

Phases	Démarches
Visiter le site, identifier l'environnement	Faire l'état des lieux et prendre connaissance: <ul style="list-style-type: none"> -Des accès au chantier. - La topographie du terrain. - Des réseaux aériens et souterrains (Service des voiries, eau, égouts...). - De la position actuelle des clôtures.
Analyser les pièces écrites	-Etudier les plans, coupes, détails techniques du projet. - Lister toutes les contraintes imposées. - Envisager des modes constructifs(les moyens matériels et humains nécessaires).
Contacteur les services administratifs et les riverains	-Prendre connaissance des conditions de travail. -Identifier les règles d'hygiène et de sécurité (catégorie du chantier). -Obtenir les autorisations nécessaires à l'ouverture du chantier.
Etablir un fond de plan	A partir du plan de masse : <ul style="list-style-type: none"> - représenter l'ouvrage à construire, l'emprise du terrassement, les accès et routes existants, les ouvrages voisins, les réseaux et les obstacles.

Tableau 8 : méthodologie d'élaboration d'un chantier

4. Les modes d'installations

4.1. Cantonnements :

Les cantonnements sont installés à l'entrée du chantier pour assurer aux personnels un minimum de confort et d'hygiène et une bonne organisation durant les travaux.

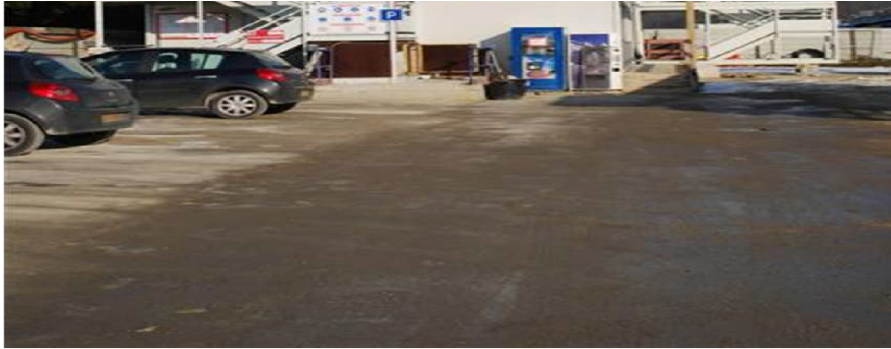


Figure18 : Exemple de cantonnements sur chantier [1]

4.2. Aires de stockages :

La recherche et les études des aires de stockage passent par un certain nombre de phases qui sont dans l'ordre chronologique.

4.2.1. Phase 1 : Etude de la position optimale de l'aire pour un chantier et les conditions d'approvisionnements donnés :

Il s'agit de déterminer l'emplacement d'une aire de stockage, parmi l'ensemble des solutions possibles, en fonction principalement :

- Des distances de transport (distances de la carrière (l) à l'aire et de l'aire aux lieux de mise en œuvre)
- Des coûts de l'aire proprement dite (frais d'acquisition ou de location, frais d'aménagement).

4.2.2. Phase 2 : Recherche pratique d'un terrain

4.2.2.1Caractéristiques techniques du terrain :

Les principales caractéristiques à prendre en compte sont :

- la situation du terrain,
- la géométrie et la nature du terrain.
- l'équipement de l'aire.

4.2.2.2. Modalités d'occupation d'une aire

On peut envisager deux formules :

- la mise à disposition temporaire d'un terrain,
- l'achat d'un terrain.

4.2.3. Phase 3 : Agencement de l'aire de stockage

C'est une opération importante nécessitant une étude sérieuse. Un bon agencement des différentes unités permettra de disposer l'ensemble dans un minimum de place en ménageant les espaces libres nécessaires (pistes, aires de manœuvre, distance minimale entre tas).ce qui assure un bon déroulement de chantier.



Figure 19: Aires de stockage dans les chantiers de construction [1]

4.3. Installation des clôtures dans les chantiers

Le Plan d'Installation de Chantier (PIC) oblige les entreprises à sécuriser le chantier en entourant la totalité du chantier d'une clôture, dont l'objectif d'en interdire l'accès aux personnes non-autorisées.

Il est essentiel de représenter dans le PIC, les clôtures qui ont été choisies pour le chantier en précisant:

- le type de clôture choisie.
- la hauteur de la clôture: en général au moins deux mètres



Figure20: Exemple des clôtures aux chantiers [1]

4.4. Installation des Réseaux

Les réseaux des fluides concernent les réseaux des alimentations en eau, électricité, téléphone ainsi que les réseaux des évacuations.

L'implantation des réseaux sur le plan d'installation du chantier est nécessaire pour les demandes d'autorisation aux concessionnaires.

4.4.1. Alimentation en eau :

L'alimentation en eau se fait à l'aide de bassin de pompes et de conduite.



Figure 21 : Exemple d'alimentation en eau aux chantiers [1]

4.4.2. Alimentation électrique

En général l'électricité est distribuée à partir d'une armoire générale, située à côté du poste de transformation jusqu'à une armoire à moyenne sensibilité.

Des coffrets sont placés à chaque niveau pour l'alimentation des matériels portatifs.

En général les canalisations électriques extérieures sont placées dans un fourreau à une profondeur de 0.6 m pour les aires non accessibles aux voitures.



Figure 22 : Exemples des coffrets de chantiers [1]



Figure 23 : Implantation d'un réseau électrique [1]

4.5. Installation des engins de levage

Les engins de levage sont constitués d'un dispositif de chargement suspendu à des éléments porteurs, crochets de levage, câbles et chaînes et de systèmes de butée pour retenir l'élément porteur au dispositif de levage.

Les plus fréquemment utilisés sur les chantiers sont :

- les chariots élévateurs et chariots de levage multifonctionnels.
- les grues à tour,
- les grues automotrices,
- les plates-formes mobiles élévatrices avec nacelles de levage de personnes.
- ascenseurs de chantier



Figure 24: Chariots élévateurs [1]



Figure 25 : Grue à tour [1]



Figure3.10 : Grue automotrices [1]



Figure3.11 : Ascenseurs des chantiers [1]

5. Conclusion

L'objectif de notre travail de recherche est de proposer un système d'aide à la génération Optimisée des installations de chantier, en prenant en compte des critères d'évaluation variés ,en respectant les contraintes géométriques et techniques du site de construction.

Dans le cadre de ce travail, on a fixé comme objectif la programmation des méthodes classique d'organisation d'un chantier, en utilisant un logiciel de calcul Excel.

Un programme de calcul a été élaboré pour déterminer les durées d'exécution des travaux, en tenant compte des exemples pratiques de réalisation des processus.

Il est à noter, que la mise en œuvre informatique n'est pas simple, mais reste très efficace et précise, par rapport aux méthodes manuelles.

A travers ces méthodes, on a pu réduire le temps d'exécution, qui a un facteur déterminant sur l'organisation de chantier, les résultats sont précis et efficaces par rapport aux méthodes manuelles.

Sur la base de ces résultats, il serait souhaité d'informatiser des nouvelles méthodes d'organisation et imposer une précision acceptable, pour le calcul de la durée d'exécution des travaux sur chantier.

Finalement organiser un chantier c'est pas facile ,c'est un problème d'optimisation a plusieurs objectifs

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : www.elmohandis.com

[2] : SCARIE,NIVYINTIZO (1995). Déterminant de performance dans le secteur du bâtiment et travaux publics .Paris : Hachette ,240P.

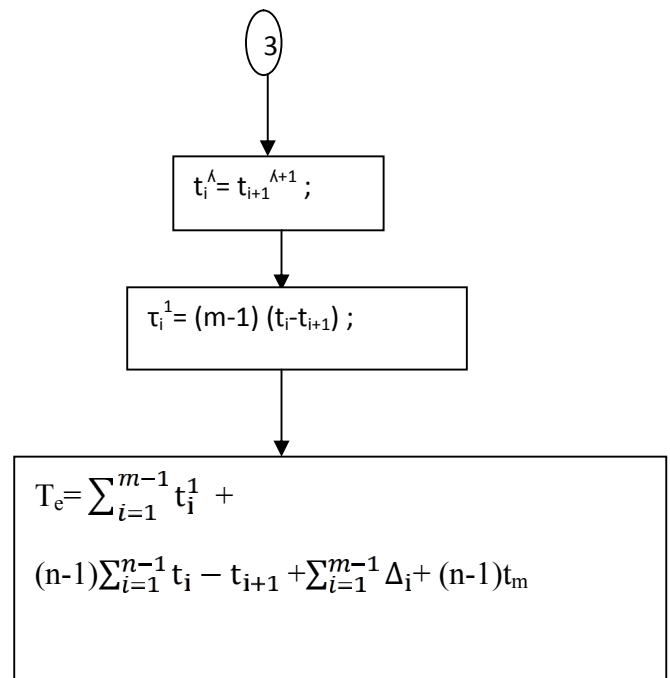
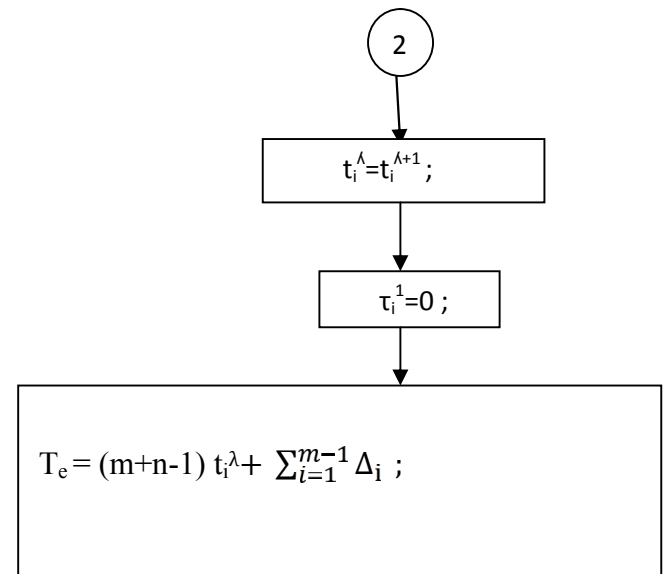
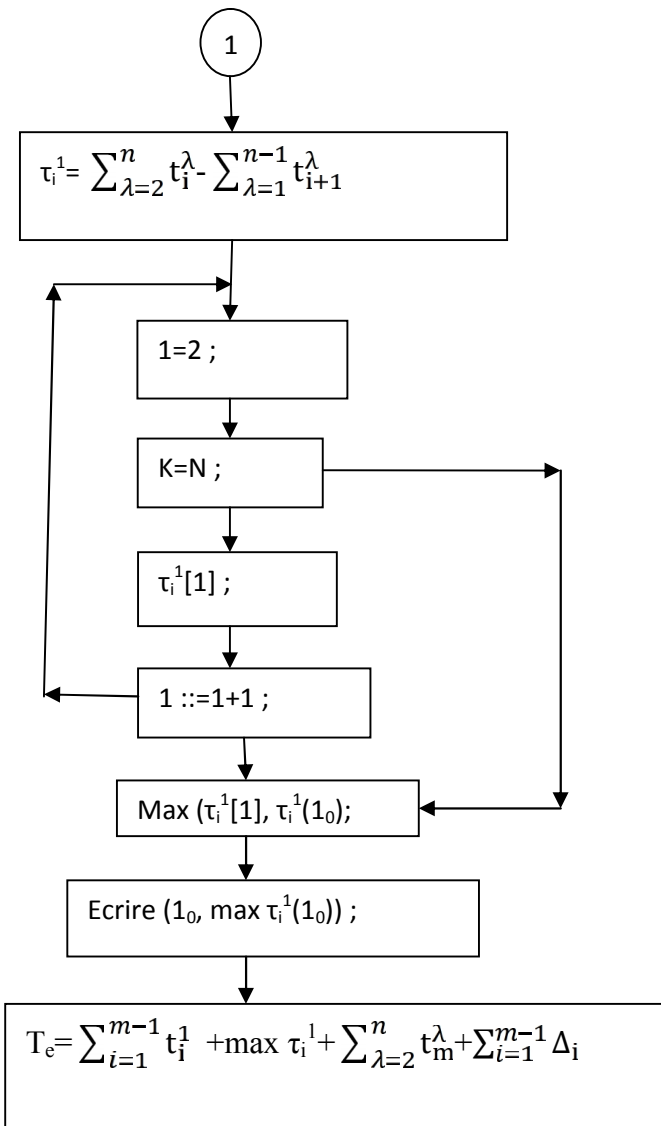
[3] : OLIVIER., EMILE(2000). Organisation pratique des chantiers, 5^e éd. Paris : Colin, 400P.

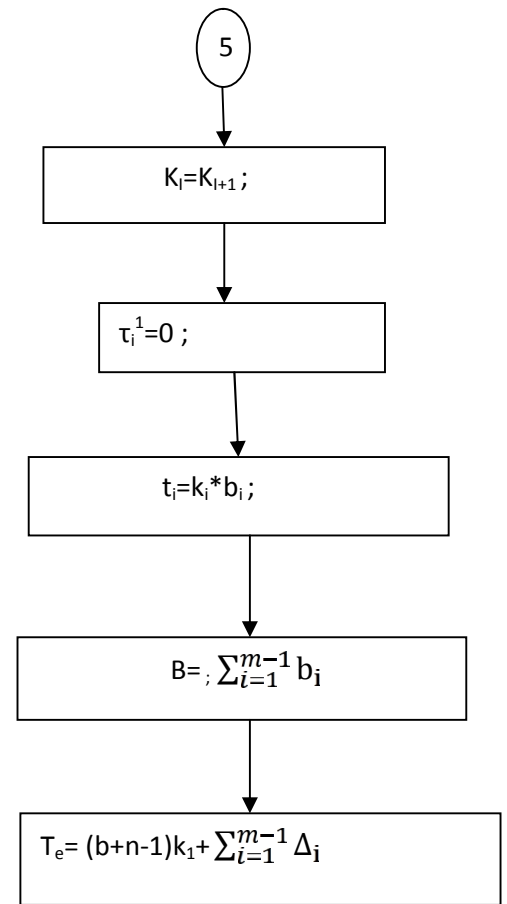
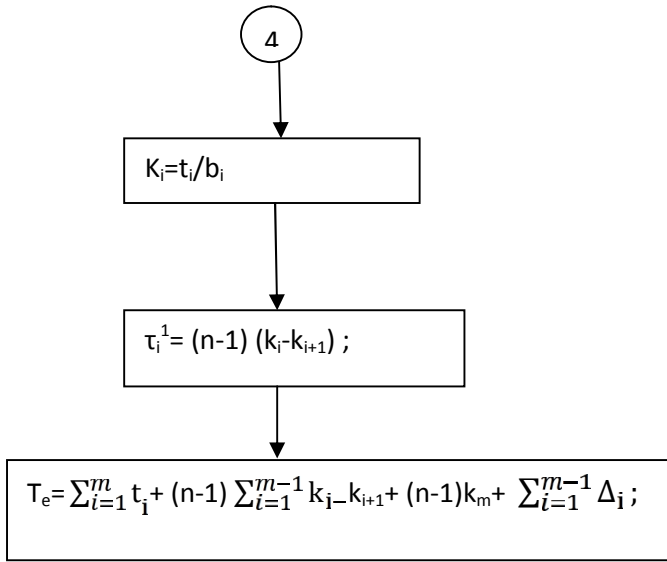
[4] : ARMAND, JACQUES (1994). Conduire son chantier, 7^e éd. Paris : Hachette, 330P.

Annexes

Annexe A

Organigrammes des méthodes classiques d'organisation





- 1 : Méthode à la chaîne générale.
- 2 : Méthode des bandes.
- 3 : Méthode partiellement rythmique.
- 4 : Méthode à la chaîne successive superposée.
- 5 : Méthode à la chaîne modulée.

Annexe B

MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

ARTICLE 4.01. TRANCHEES COMMUNES :

4.01.1. - Terrassements :

Dans la mesure du possible, les terrassements seront exécutés mécaniquement en tenant compte des câbles, fourreaux et canalisations ainsi que des règlements de sécurité et des impératifs de circulation sur le chantier et ses abords.

a) Boisage :

Au fur et à mesure de l'avancement, l'entrepreneur devra procéder aux étaitements nécessaires, au soutènement des terres selon la nature du sol et la profondeur. Les boisages sont inclus dans les sujétions normales de terrassement et ne seront pas rémunérés en supplément.

b) Canalisations souterraines :

L'entrepreneur prendra à ses frais toutes les mesures nécessaires au maintien des canalisations de toutes natures rencontrées et même non identifiées. Il prendra contact avec les propriétaires ou services intéressés et se conformera aux instructions.

4.01.2. - Enrobages des canalisations et remblais :

Les remblais seront exécutés par couche de 20 cm et soigneusement compactés jusqu'au niveau fond de forme de chaussée. L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait qu'un remblaiement partiel des tranchées pourra être autorisé pour effectuer les essais d'eau potable.

4.01.3. - Réfection des sols :

- Pour les parties de tranchées situées sous voiries existantes, la structure de chaussée sera reconstituée à l'identique.

Les travaux comprennent tous les mouvements de terre nécessaires, toutes manutentions et transports.

4.01.4. - Circulation :

Dans la limite fixée par les règlements en vigueur, l'entrepreneur prendra toutes les mesures utiles pour assurer le maintien de la circulation.

L'entrepreneur fera son affaire des formalités et demandes d'autorisations qui lui sont nécessaires.

En particulier, il devra se rendre compte sur place des conditions de raccordement et apprécier toutes les sujétions de travaux de maintien de circulation en résultant, telles que :

- signalisation et mesures de protection des tranchées,
- mise en place de feux tricolores ou mise à disposition d'ouvriers pour régler la circulation (après accord des services publics concernés),
- mise en place de passerelles provisoires pour riverains ou autres utilisateurs,

4.01.5. - Grillages avertisseurs :

Au cours des opérations de remblaiement des tranchées, l'entreprise aura à sa charge de fournir et placer au-dessus des réseaux, les grillages avertisseurs réglementaires.

4.01.6. - Enrobage béton des fourreaux :

Les fourreaux seront enrobés de 0.10 m de béton en traversée de chaussée.

4.01.7. - Approbation :

Avant le démarrage, l'entreprise devra s'assurer :

- du dépôt auprès des services concernés du dossier "autorisation de construire" articles 49, et de la forclusion des délais s'y rapportant.

4.01.8. - Plans de récolement :

Après mise sous tension, l'entreprise devra remettre au distributeur un contre calque de plan masse au 1/200^e, conformément aux spécifications du distributeur avec le tracé du réseau basse tension y compris l'éclairage public, les sections des conducteurs et la position des coffrets et des organes de coupure et dérivations.