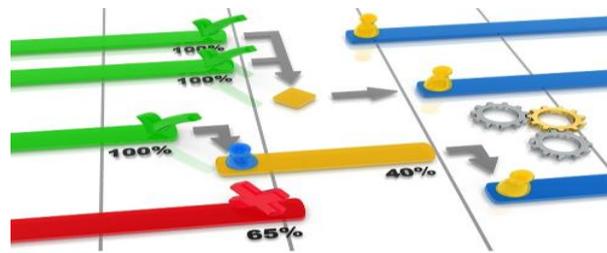


Planification de travaux



« Pour un architecte [et l'équipe de maîtrise d'œuvre], respecter les délais et le budget, c'est comme pour un boulanger cuire le pain à l'heure et ne pas le brûler. » Renzo Piano

Contenu

1. GENERALITES	2
1.1 Introduction.....	2
1.2 Les objectifs.....	2
1.3 Objet du planning.....	3
2. DIFFERENTES CATEGORIES DE PLANNINGS.....	3
2.1 Planning général d'avancement ou planning général TCE	3
2.2 Plannings particuliers par corps d'état.....	5
2.3 Plannings généraux de gestion de l'entreprise	5
3. DIFFERENTS TYPES DE REPRESENTATION	5
3.1 Le planning GANTT (ou planning à barres).....	5
3.2 Le « PERT » et le «POTENTIEL-TACHE».....	5
4. DIFFERENTES REFERENCES AUX PLANNINGS DANS LES REGLEMENTATIONS	6
4.1 Marché public de Maitrise d'œuvre (loi MOP).....	6
4.2 Marchés publics de travaux (C.C.A.G. Travaux)	6
4.3 Marchés privés de travaux (Norme NF P 03-001)	6
5. BASES POUR L'ELABORATION D'UNE PLANIFICATION	6
5.1 Documents nécessaires à l'élaboration des plannings.....	6
5.2 Renseignements obtenus à l'aide des documents.....	7
6. LA CONSTRUCTION DU PLANNING D'EXECUTION (par les Potentiels-Tâches).....	8
6.1 Décomposition de l'opération en tâches de réalisation	8
6.1.1 Durée des tâches	8
6.1.2 Définir les antériorités pour chaque tâche.....	10
6.2 Construction manuelle d'un planning	10
6.2.1 Représentation d'un graphe potentiel.....	10
6.2.2 Tracer du planning GANTT	11
6.2.3 Optimisation des résultats et courbe de main d'œuvre	12
ANNEXE :.....	13

1. GENERALITES

1.1 Introduction

« L'organisation d'un chantier de construction se différencie nettement de l'organisation scientifique du travail dans une entreprise de fabrication d'objets semblables » a écrit un économiste dans une revue spécialisée.

Dans l'industrie classique, les produits manufacturés défilent devant les ouvriers qui travaillent à l'abri des intempéries, en génie civil, les ouvriers se déplacent de chantier en chantier au gré de la météo.

La planification va être l'outil indispensable qui va donc nous permettre d'organiser, donc de prévoir, voyons comment.

1.2 Les objectifs

Nous devons viser trois objectifs :

A. Qualité :

- succession rationnelle des opérations afin d'éviter les détériorations par les autres corporations (gestion des interfaces).

B. Economie :

- plein emploi du personnel et du matériel mis à disposition
- éviter les temps morts par une synchronisation des travaux adaptée aux possibilités de l'entreprise.
- Elimination de tous les travaux parasites tels que percements après coup, raccords, etc...
- Simplification des manutentions par l'étude des installations et des cheminements (circulation des matières).

C. Rapidité d'exécution :

- facteur d'économie en raison des charges importantes supportées par les entreprises pour le maintien du chantier en activité.

En résumé, le but recherché est double :

- 1^{er} : **Prévoir, coordonner et contrôler l'avancement** des activités concernées,
- 2nd : Visualiser de manière simple:
 - a) l'enclenchement des tâches,
 - b) les effectifs,
 - c) les coûts.

Nota : La difficulté d'organiser les chantiers de bâtiment réside surtout dans :

- la diversité des types de chantier créant des conditions particulières à chaque chantier.
- La variété des travaux de construction ou d'aménagement à exécuter par chaque corps d'état. Chacun a sa propre optique, son organisation.
- La gestion des interfaces entre tous les corps d'état.

En conclusion, on peut dire **que toute généralisation est impossible : autant de chantiers, autant de cas particuliers.** Il faudra donc toujours avoir à l'esprit les trois objectifs évoqués ci-avant :

Qualité, économie, rapidité d'exécution.

1.3 Objet du planning

Il est d'abord une analyse des opérations qui doit porter à la fois sur l'ordre de succession (enclenchement) des diverses tâches élémentaires et sur la durée de chacune d'entre elles.

Cet ordre pourra varier légèrement suivant les conditions particulières des programmes à réaliser, et parfois suivant les procédés de mise en œuvre propre aux entreprises, mais quoi qu'il en soit, le planning visera toujours à :

- assurer la continuité des équipes pour le gros-œuvre
- assurer la continuité des corps d'état secondaires pour le programme général.

Il réalisera cet objectif par l'analyse systématique des liaisons logiques d'origines techniques.

Quelques constantes dans le planning :

- Penser aux périodes de ralentissement de l'activité (congés ou intempéries)
- Penser aux étapes clefs : mise hors d'eau, hors d'air (le clos et le couvert)

2. DIFFERENTES CATEGORIES DE PLANNINGS

2.1 Planning général d'avancement ou planning général TCE

Il prévoit, dans le respect du délai contractuel, le jalonnement des étapes d'exécution, l'ordonnancement des phases de travaux, la durée et l'enclenchement des interventions de chaque lots.

Ce planning, indispensable pour la coordination entre les diverses entreprises, nécessite l'établissement d'autres documents plus détaillés et propres à chaque entreprise, s'il veut remplir son rôle et être suivi.

D'où la seconde catégorie de plannings, détaillant ce planning général.

Etude d'un exemple :

Nous disposons du planning enveloppe établi pour la construction d'un bâtiment d'animation portuaire.

⇒ **Donner le délai de réalisation des travaux, la date d'ordre de service (O.S) et la date de réception des travaux ?**

- *L'ordre de service est le document écrit (signé et daté) par lequel le maître d'œuvre ordonne à l'entrepreneur de commencer les travaux à une date précise, origine du délai d'exécution.*

- *La réception des travaux est l'acte par lequel la maîtrise d'ouvrage déclare accepter les travaux exécutés, avec ou sans réserve à l'issue d'une visite de réception.*

On remarque dans cet exemple que les taches correspondent aux différents lots qui composent la construction.

BATIMENT DES ANIMATIONS PORTUAIRES

PLANNING	MARS			AVRIL			MAI			JUN			JUIL					
	13-17	20-24	27-31	03-07	10-14	17-21	24-28	01-05	08-12	15-19	22-27	29-02	05-09	12-16	19-23	26-30	03-07	10-14
	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	S.17	S.18	S.19	S.20	S.21	S.22	S.23	S.24	S.25	S.26	S.27	S.28
A GROS OEUVRE																		
B CHARPENTE BOIS																		
C ETANCHEITE																		
D PLATRERIE																		
E ELECTRICITE																		
F MENUISERIE EXTERIEURE																		
G MENUISERIE BOIS																		
H PLOMBERIE-CLIMATISATION																		
I CARRELAGE																		
J PEINTURE																		
K VOIRIE-RESEAUX DIVERS																		
L NETTOYAGE																		

2.2 Plannings particuliers par corps d'état

Ils concernent l'organisation et permettent le suivi et l'exécution des travaux d'un lot en particulier.

2.3 Plannings généraux de gestion de l'entreprise

Non abordé dans ce cours, on peut néanmoins citer pour ce type de planning :

- Le planning général de financement des différents chantiers de l'entreprise.
- Le planning d'avancement des divers chantiers en cours.
- Le planning général de rotation du gros matériel et de son entretien.
- Le planning général de la main d'œuvre: siège et chantiers.

3. DIFFERENTS TYPES DE REPRESENTATION

3.1 Le planning GANTT (ou planning à barres)

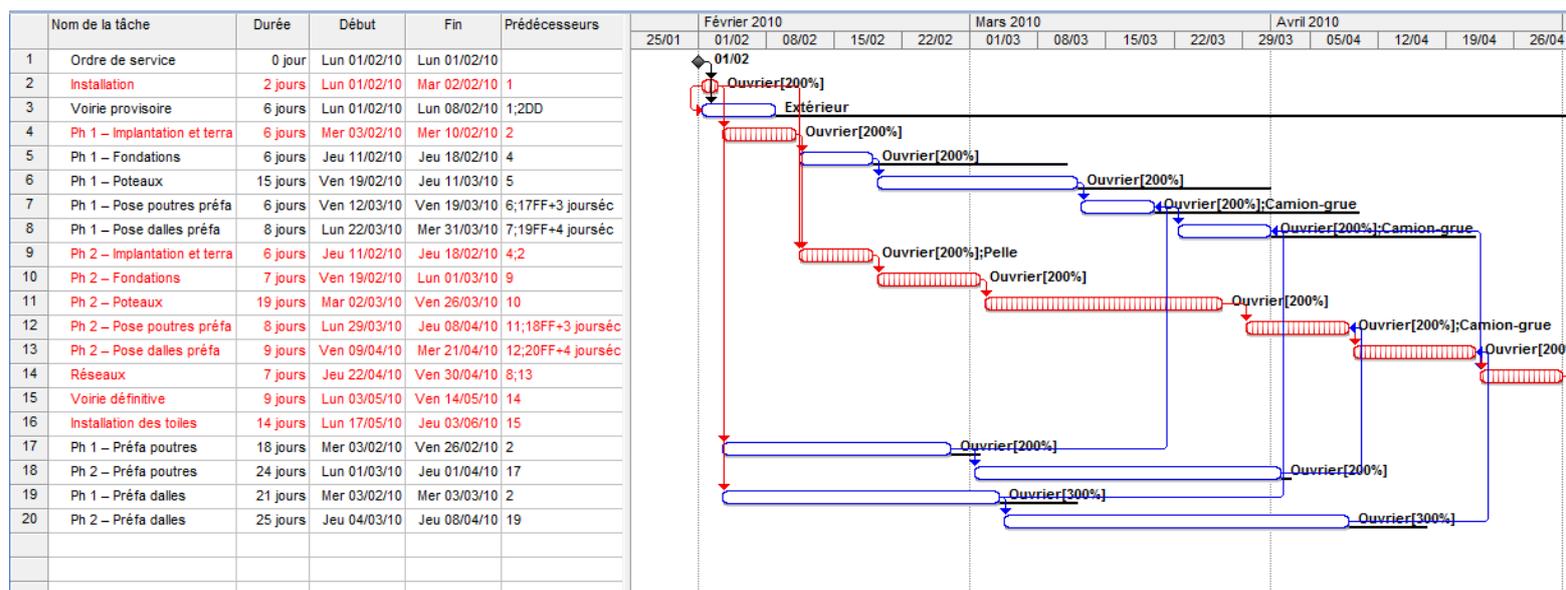
Il s'agit de la représentation, la plus simple et la plus utilisée pour la planification d'un chantier, la gestion du personnel et des interfaces.

Sur ce planning, des traits horizontaux de longueur proportionnelle à la durée représentent la succession des différents éléments de la construction tous corps d'état.

La position relative des barres matérialise des liaisons logiques ou enchaînements.

Exemples de plannings GANTT :

Extrait planning lot GO



3.2 Le « PERT » et le «POTENTIEL-TACHE»

Le «PERT » et le «POTENTIEL-TACHE» sont des METHODES de planification dites à CHEMIN CRITIQUE et non pas des calendriers ou plannings.

Ces deux méthodes traduisent l'enclenchement des tâches et permettent de définir les dates de début et de fin de chacune d'elles grâce à des graphes :

Méthode PERT :	un lien (flèche) = une tâche	un sommet (nœud) = une étape
Méthode POTENTIEL :	un lien (flèche) = une CONTRAINTE	un sommet (nœud) = une tâche

Ces deux méthodes sont traduites ensuite par une représentation en planning GANTT.

4. DIFFERENTES REFERENCES AUX PLANNINGS DANS LES REGLEMENTATIONS

4.1 Marché public de Maitrise d'œuvre (loi MOP)

La loi MOP parle, dans les éléments de mission, de :

- APS : Calendrier de réalisation
- PRO : Délai global de réalisation
- EXE : Calendrier d'exécution prévisionnel des travaux par lot ou corps d'état.

4.2 Marchés publics de travaux (C.C.A.G. Travaux)

Le C.C.A.G. Travaux dit :

Le programme d'exécution des travaux précise notamment les matériels et méthodes qui seront utilisées et le CALENDRIER D'EXECUTION DES TRAVAUX (art.28)

4.3 Marchés privés de travaux (Norme NF P 03-001)

La norme NF P 03-001 donne les définitions suivantes :

CALENDRIER GENERAL :	Document simple indiquant les dates du début et de la fin de l'intervention de chaque corps d'état, la date du début de la période de préparation et la date de livraison de l'ouvrage.
CALENDRIER D'EXECUTION :	Document graphique détaillé s'inscrivant dans le cadre des délais globaux du calendrier général. Ce calendrier prévoit non seulement les interventions des différents corps d'état mais aussi, pour chacun d'eux, le détail des diverses étapes de son intervention.

5. BASES POUR L'ELABORATION D'UNE PLANIFICATION

5.1 Documents nécessaires à l'élaboration des plannings

- le devis quantitatif
- les sous-détails de prix
- les plans d'architecture et d'exécution

Il va de soi que le planning est lié au type d'installation de chantier prévue ainsi qu'au délai contractuel ; l'interférence de tous les éléments du dossier n'est maintenant plus à démontrer, simplement selon le cas, l'un des éléments sera prédominant, c'est à dire :

- Si le cahier des charges impose un délai précis, l'installation de chantier en découlera.
- Si l'installation de chantier est conditionnée par des circonstances particulières :
 - manque de place imposant l'installation d'une grue unique
 - exigüité de la construction limitant l'importance des équipes

C'est alors le planning qui devra se plier à ces impératifs.

L'idéal réside bien entendu dans la latitude laissée à l'entrepreneur pour doser les facteurs installation/équipes/délais, mais l'expérience montre que de tels cas sont exceptionnels ; regrettons le simplement, car leur existence permet toujours la recherche de la rentabilité maximum.

5.2 Renseignements obtenus à l'aide des documents

Le devis quantitatif :

Il donne pour chaque élément de la construction (fondations, murs en sous-sol etc.) les quantités à mettre en œuvre par type d'ouvrages.

Le devis quantitatif devra souvent être retranscrit sous une forme simplifiée (suppression des calculs intermédiaires) qui reconstituera à peu de chose près le déroulement logique de la construction.

Exemple de présentation simplifiée de quantitatif :

Exemple de présentation

1 Installation de chantier

2 Terrassements

2.1	pleine masse	m ³	2000.000
2.2	rigoles	m ³	50.000

3 Fondations

3.1	béton de propreté	m ²	30.00
3.2	coffrage longrines	m ²	150.00
3.3	ferraillage longrines	kg	2000.000
3.4	coulage longrines	m ³	50.000

4 Canalisations

4.1	tuyaux PVC diamètre 100	ml	15.00
4.2	tuyaux PVC diamètre 150	ml	20.00
4.3	regards 50x50x50	U	4
4.4	regards 60x60x80	U	5

5 Dallage du sous-sol

5.1	hérissou gravier TV0/15	m ²	300.00
5.2	dallage épaisseur 0.15 m	m ²	300.00

6 Elévation sous-sol

6.1	coffrage murs béton	m ²	400.00
6.2	coulage murs béton	m ³	50.000
6.3	coffrage piliers	m ²	100.00
6.4	ferraillage piliers	kg	1500.000
6.5	coulage piliers	m ³	10.000

etc. jusqu'à la terrasse

Crédits d'heure de main d'œuvre (C.H.M.O)

On l'obtient en affectant à chaque quantité un temps unitaire, ainsi le poste 6 deviendra, après qu'il ait été complété par les temps unitaires :

		U	QUANT.	T.U	C.H.M.O	
6	Elévation sous-sol					
	6.1	coffrage murs béton	m ²	400,00	1,00	400,00
	6.2	coulage murs béton	m ³	50,000	3,00	150,00
	6.3	coffrage piliers	m ²	100,00	1,50	150,00
	6.4	ferraillage piliers	kg	1500,000	0,04	60,00
	6.5	coulage piliers	m ³	10,000	3,50	35,00
				Total		795,00

Les plans d'architecture et d'exécution

Il ne saurait être question d'étudier un planning à partir du seul devis quantitatif. Il est absolument nécessaire d'examiner les plans afin de s'assurer que la succession des tâches dans le temps n'est pas perturbée par les impératifs de construction particuliers à l'immeuble.

Exemples :

- Si des canalisations sont prévues sous le dallage du sous-sol, il faut bien entendu les exécuter avant ce dallage.
- D'autre part, un plancher intermédiaire mal localisé dans le devis quantitatif, peut conditionner l'exécution d'élévations qu'il supporte.

6. LA CONSTRUCTION DU PLANNING D'EXECUTION (par les Potentiels-Tâches)

6.1 Décomposition de l'opération en tâches de réalisation

A partir du mode constructif retenu pour les divers lots, des avant-métrés d'ouvrages, on inventorie les diverses tâches.

6.1.1 Durée des tâches

Elle est fondée, comme nous l'avons vu, sur les temps totaux par « éléments de construction », tels qu'ils ont été obtenus à partir de l'analyse du devis quantitatif affecté des temps unitaires de l'étude. Ce nouveau document, présenté dans l'ordre rationnel de l'exécution, n'est rien d'autre qu'un devis de main d'œuvre.

Calcul de la durée d'une tâche :

Il s'agit d'une analyse qui fait appel à l'expérience (ratio d'entreprises, chantiers similaires...)

Exemple de calcul de durée :

Poste 6 (précédent) Elévation sous-sol : CHMO = 795 heures

On peut valablement envisager l'équipe suivante :

- grutier	1
- bétonnier	1
- 3 équipes de 2	6
	8 hommes

Etude comparative

Effectifs	8 hommes	10 hommes	8 hommes
	$\frac{795}{8} \cong$ 100h/homme	$\frac{795}{10} \cong 80$ h/homme	100h/homme
Horaire journalier	8 heures	8 heures	10 heures
Délai	$\frac{100h}{8h} = 12,5$ jours	$\frac{80h}{8h} = 10$ jours	$\frac{100h}{10h} = 10$ jours

On voit ici comment interviennent les facteurs variables :

- ⇒ Equipe
- ⇒ Horaire

Exemples de calculs d'effectifs, de durée et de TU en fonctions de contraintes imposées

<u>DONNEES :</u>	Quantités prévues	TU	Planning prévisionnel (durée)	Quantités prévues	TU	Effectif prévu	Quantités réelles mises en œuvre	Planning durée réelle des tâches	Effectif présent sur le chantier
<u>CONCLUSIONS :</u>	EFFECTIF			DUREE			TEMPS UNITAIRE		
<u>EXEMPLES :</u>	<i>Béton de propreté</i>			<i>Longrines de fondation (bétonnage)</i>			<i>Coffrage d'un voile</i>		
	Quantités prévues	TU	Planning prévisionnel (durée)	Quantités prévues	TU	Effectif prévu	Quantités réelles mises en œuvre	Planning durée réelle des tâches	Effectif présent sur le chantier
	400.00 m ²	0.40 h/m ²	5 jours	60.000 m ³	0.80 h/m ³	3 pers.	450.00 m ²	5 jours	4 pers.
	⇒ <u>Effectif :</u>			⇒ <u>Durée :</u>			⇒ <u>Temps unitaire :</u>		

NOTA : ➔ Les quantités prévues seront relevées sur le devis estimatif.

➔ T.U : temps nécessaire à la mise en œuvre d'une unité d'ouvrage (1 m³ de béton, 1 m² de coffrage, 1 kg d'acier, etc.).

➔ Le planning prévisionnel donne les durées prévues pour chaque tâche.

6.1.2 Définir les antériorités pour chaque tâche

Les liens entre ces tâches sont établis par enquête auprès des entreprises chargées des travaux ou à partir de l'expérience du coordonnateur.

6.2 Construction manuelle d'un planning

6.2.1 Représentation d'un graphe potentiel

a. Représentation :

Les tâches sont représentées par une case à l'intérieur de laquelle, on précise :

- L'intitulé de la tâche ou son numéro,
- La durée de la tâche,
- La date de commencement au plus tôt,
- La date de commencement au plus tard,
- Eventuellement l'effectif,
- Toute autre information nécessaire.

Exemple :

Déb+tôt	Tâche	Fin+tôt
Déb+tard	Durée	Fin+tard

b. Ordonnancement des tâches :

Les tâches sont listées afin de définir l'antériorité :

" pour réaliser...(tâche x)... il faut avoir réalisé...(tâche y)... "

Il faut établir un listing des tâches et/ou d'une matrice des antécédents.

c. Définition des rangs :

Le numéro de rang indique l'ordre de réalisation des tâches, on affecte les numéros de rangs :

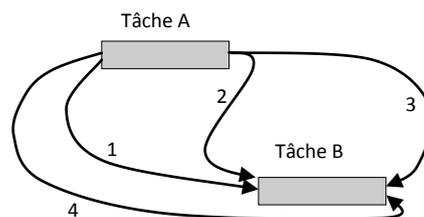
- RANG 1 : Tâches n'ayant pas de tâches antérieures
- RANG 2 : Tâches ayant des tâches antérieures de rang 1, etc...

d. Contraintes entre les tâches :

Les tâches sont interdépendantes les unes des autres et leurs liaisons sont définies par des contraintes d'enclenchement.

Les liens entre tâches envisageables sont :

- ① DD : =Début tâche A à Début tâche B
- ② FD : Fin tâche A à Début tâche B
- ③ FF : Fin tâche A à Fin tâche B
- ④ DF : Début tâche A à Fin tâche B



Les tâches sont reliées entre elles par des traits qui représentent les liens ou les contraintes qui concernent la réalisation de ces tâches.

Nota : Il peut y avoir un décalage entre le début de la précédente et le début de la tâche, entre la fin et la fin, avec pour chacun des cas des délais possibles d'attente (positif ou négatif).

Ces liaisons sont notées :

- FD+1j : Fin-Début avec un décalage d'un jour.
- DD : Début-début : deux tâches doivent débuter en même temps.
- FF-2j : Fin-fin avec un décalage de deux jours.

e. Construction du potentiel :

1. Représenter les tâches par un rectangle dans lequel on inscrit le nom et la durée,
2. Disposer les tâches et leurs durées selon leurs rangs,
3. Représenter les liens par une flèche,
4. Définir le « **début au plus tôt** » de chaque tâche, calculé **depuis l'origine du projet** vers sa fin en suivant les liens, en prenant la plus grande quand plusieurs valeurs sont obtenues,
5. Définir le « **début au plus tard** » de chaque tâche, calculé **depuis la fin du projet** vers son début en suivant les liens et en prenant pour dernière tâche : $deb + \text{tôt} = deb + \text{tard}$,
6. Définir la fin+tôt et fin+tard en leur ajoutant la durée des tâches,
7. Tracer le **chemin critique**, lorsque pour une tâche les dates au plus tôt et au plus tard sont identiques, **cette tâche est dite critique**. L'ensemble des tâches critiques forme le chemin critique.
8. **Notion de marge** : les tâches qui ne sont pas critiques possèdent une marge :
 - **Marge totale** : C'est la différence entre sa date de début au plus tard et sa date début au plus tôt.
Cette marge donne la possibilité à la tâche de se déplacer dans le temps sans affecter la fin du chantier.
 - **Marge libre** : C'est la différence entre la date de début au plus tôt de la tâche suivante et sa fin au plus tôt.
Cette marge donne la possibilité à la tâche de se déplacer dans le temps sans affecter aucune autre tâche.

6.2.2 Tracer du planning GANTT

Les données sont retranscrites sous forme de planning à barres (voir page2) en faisant apparaître la durée, les liens, les dates de réalisation des tâches.

Exemple :

Données :

Tâches	Antécédents	Durée
A	/	5
B	A	1
C	B	2
D	A	4
E	C-D	3

Matrice des antécédents :

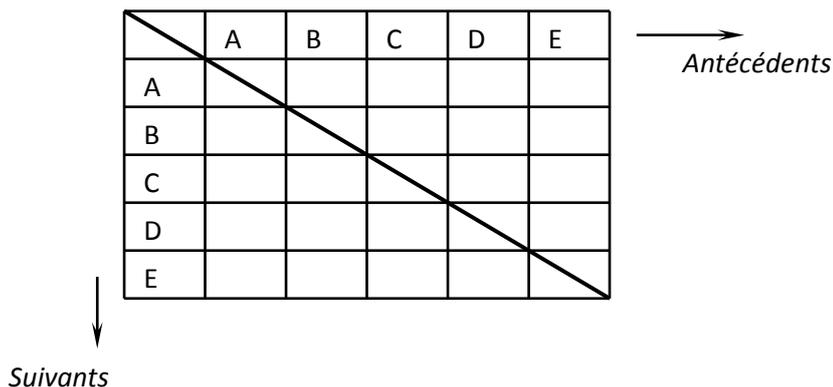
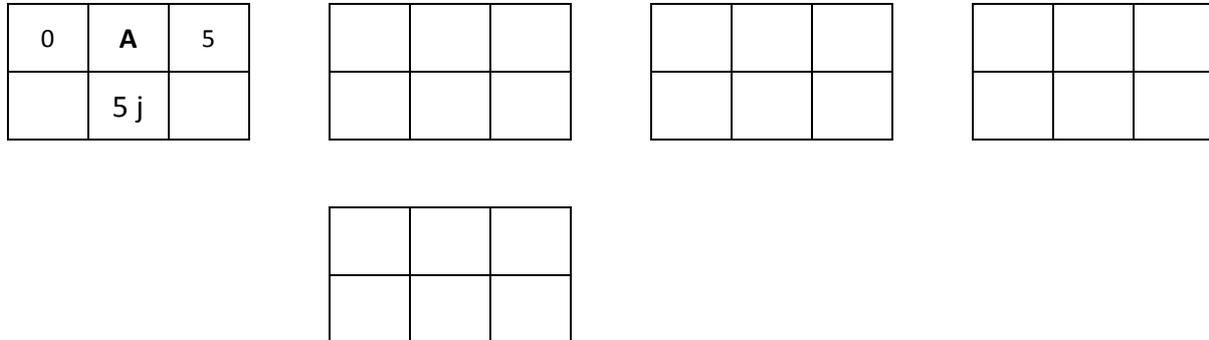


Tableau des rangs :

Rangs	1	2	3	4
Tâches				

Réseau potentiel :



Planning GANTT :

Tâche	Durée															
		S1					S2					S3				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A																
B																
C																
D																
E																

6.2.3 Optimisation des résultats et courbe de main d'œuvre

La méthode du chemin critique a pour but de faire apparaître les tâches critiques et les marges totales tout en restant dans le délai contractuel.

A partir du planning GANTT et des effectifs prévus, on trace l'histogramme de main d'œuvre. Cet histogramme est réalisé en faisant le bilan jour par jour du nombre d'ouvriers présents sur le chantier, les tâches étant calées au plus tôt.

L'optimisation se fait en faisant « glisser » les tâches à l'intérieur de leur marge respective.

Lorsque l'on déplace une tâche dans sa marge, il n'y a pas d'effet sur les autres tâches. Notons que le fait de déplacer une tâche dans sa marge diminue celle-ci, elle peut même devenir critique. **Le but n'est pas de rendre toutes les tâches critiques, ce qui rendrait le chantier particulièrement à risques.**

Conclusion :

L'élaboration de planning fait appel au bon sens et à une certaine culture technologique, l'outil informatique permet suite à une réflexion d'ensemble sur un projet, d'assurer le suivi d'une opération en temps réel après avoir été un outil d'aide à la décision en phase prévisionnelle.

ANNEXE :

LES TROIS PRINCIPAUX CALENDRIERS DES TRAVAUX

Désignation	Stade d'élaboration	Niveau de détail	Méthode d'élaboration	Auteur	Utilité	Documents nécessaires à l'élaboration
PLANNING GENERAL DES TRAVAUX TCE Planning enveloppe	Etudes du projet	1 BARRE = 1 TACHE = 1 LOT	RATIOS GLOBAUX (lit d'hôpital, Surface utile, programmée, etc...)	MAÎTRE D'ŒUVRE*	Connaître les dates de début et de fin d'intervention des différents corps d'état	Programme, avant-projet
PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX TCE	Préparation du chantier	1 BARRE = 1 TACHE PLUSIEURS TACHES PAR LOT	RATIOS DETAILLES (Surface de planchers, surface de cloisons, etc...)	MAITRE D'ŒUVRE* Aidé si possible par CONDUCTEUR DES TRAVAUX de chaque lot	SUIVI ET PAIEMENT DES TRAVAUX	Calendrier général + dossier MARCHÉ DE TRAVAUX
PLANNINGS D'EXECUTION DES TRAVAUX DE CHAQUE LOT	Préparation du chantier	1 BARRE = 1 TACHE PLUSIEURS TACHES POUR LE LOT	TEMPS UNITAIRES ET/OU RENDEMENTS	ENTREPRISES: CONDUCTEUR DES TRAVAUX Aidé si possible par CHEF DE CHANTIER	EXECUTION DES TRAVAUX	Calendrier général TCE + CCTP + DQE ou DPGF + Plans d'exécution

* ou Coordonnateur OPC (s'il y en un)