

**Cours de Recherche Opérationnelle**

**Année 2002 - 2003**

**NOTIONS D'ORDONNANCEMENT**

<b><i>I. Notions de projet</i></b> _____	<b>2</b>
<b><i>II. Méthodes existantes</i></b> _____	<b>3</b>
<b>1. Méthode (diagramme) de GANTT</b> _____	<b>3</b>
<b>2. Méthode PERT</b> _____	<b>5</b>
<b><i>III. Exercice</i></b> _____	<b>7</b>
<b><i>IV. Résumé</i></b> _____	<b>9</b>
<b>1. PERT :</b> _____	<b>9</b>
<b>2. MPM :</b> _____	<b>9</b>
<b>3. GANT :</b> _____	<b>9</b>
<b>4. Informations complémentaires :</b> _____	<b>10</b>
<b><i>V. Chemin critique</i></b> _____	<b>11</b>
<b><i>VI. Exercice « construction d'une maison »</i></b> _____	<b>12</b>
<b>Tâches</b> _____	<b>12</b>
<b>Désignation Tâche</b> _____	<b>12</b>
<b>Durée</b> _____	<b>12</b>
<b>Prédécesseurs</b> _____	<b>12</b>

## I. Notions de projet

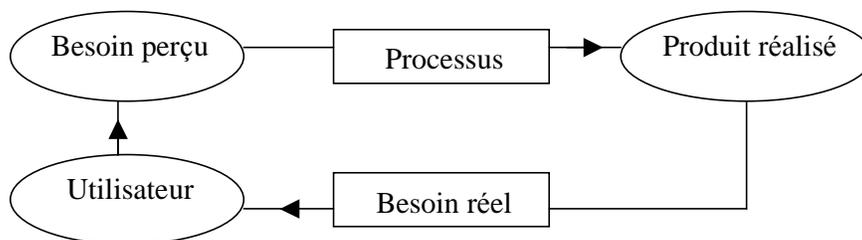
**Notion de projet :** (différence entre planification et gestion de projet)

- ensemble de tâches
- la notion de tâche est relative
- la notion de projet est relative

Sur un projet, ne jamais descendre sur une tâche inférieure à 15 jours.

**Projet :**

Projet = ensemble de tâche ayant pour but l'obtention des objectifs coût performances délais.

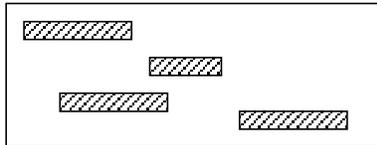


**Contraintes :**

- Potentielle :
  - ∅ préséance (exemple : une tâche B ne peut commencer que si la tâche V est terminée)
  - ∅ localisation temporelle : contrainte par rapport aux dates (exemple : une tâche A doit commencer à une date donnée (1/1/96))
- Disjonctives  
Exemple : la machine A ne doit pas fonctionner en même temps que la tâche B
- Cumulatives

## II. Méthodes existantes

### Ī Méthode de GANTT



Remplacée par la méthode CPM (Critical Method Path) et la méthode PERT (1958).

### Ī Méthode PERT

Ordonnancer, calculer des délais de fin de projet, des marges (latitudes).

- ⇒ création d'un schéma
- ⇒ nécessite la création de chose abstraite
- ⇒ création de tâche inexistante dans le projet

### Ī Méthode MPM

Méthode Potentiels Metna (Bernard Roy)

## 1. Méthode (diagramme) de GANTT

### Objectifs :

mettre en évidence les durées des tâches et leurs positionnements relatifs.

### Avantages :

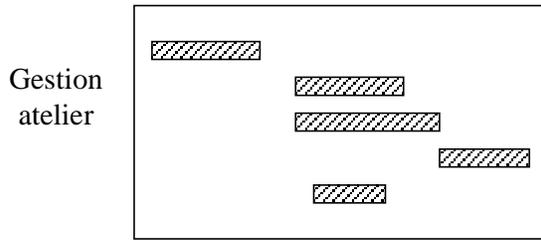
- extrêmement compréhensible par tous
- permet de suivre le déroulement des opérations dans le temps
- permet une certaine synthèse de l'ensemble du projet

### Inconvénients :

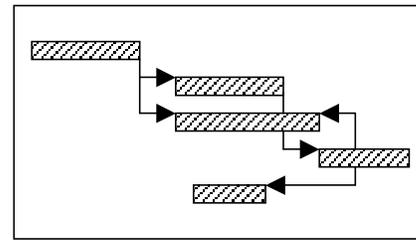
- ne prend pas en compte les contraintes
- ne permet pas de connaître le chemin critique
- difficulté de remise à jour (pour les systèmes manuels)

NOTIONS D'ORDONNANCEMENT

Variante existant entre PERT/GANTT



GANTT



PERT/GANTT

Tâches	Durées prévues	Tâche précédente	Durée planifiée	Durée réalisée
A	4 mois 4		<u>4</u>	4
B	2 mois 3	A	<u>2</u>	
C	3 mois 2	B	<u>3</u>	
D	5 mois 5	C	<u>5</u>	
E	6 mois 7	C	<u>6</u>	
F	1 mois 2	A	<u>1</u>	

Légende :

normal = tableau à l'état initial  
souligné = valeurs prévues dans le planifié  
italique = version 2 de la planification

Planifié	
Réalisé	
Réactualisé	

Tps en mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A																
B																
C																
D																
E																
F																

Tps en mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A																
B																
C																
D																
E																
F																

NOTIONS D'ORDONNANCEMENT

Tps en mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	■	■	■	■												
	■	■	■	■												
B					■	■										
					■	■	■									
C							■	■	■							
							■	■	■							
D										■	■	■	■	■		
										■	■	■	■	■		
E											■	■	■	■	■	
											■	■	■	■	■	■
F					■	■										
					■	■										

## 2. Méthode PERT

### Objectif :

Mettre en évidence les différentes liaisons du projet, c'est à dire des tâches entre elles.  
(nécessité de la méthode : Graphe)

### Structure :

#### Bâtir :

- le graphe correspondant aux tâches et à leurs contraintes
- observer le chemin critique
- notion de temps rattachés à chaque tâche

### Construction d'un réseau PERT :

#### Règles :

1. tâche représentée par un arc  $O \rightarrow O$
2. deux tâches successives sont représentées par deux flèches successives  
 $O \rightarrow O \rightarrow O$  ;  $O$  représente l'étape initiale A
3. le graphe doit avoir une seule entrée
4. le graphe doit avoir une seule sortie
5. le graphe se comporte comme une boucle
6. chaque étape est référencée par un numéro

### Remarques :

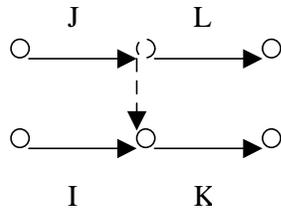
#### Tâche fictive :

- tâche nécessaire pour représenter les contraintes du projet
- elles ont pour valeur 0
- elles sont souvent en pointillés

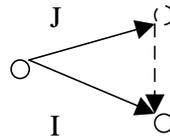
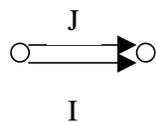
NOTIONS D'ORDONNANCEMENT

Exemple :

○ L succède à J ; K succède à I [ et à J ]



○ I et J fonctionne en parallèle

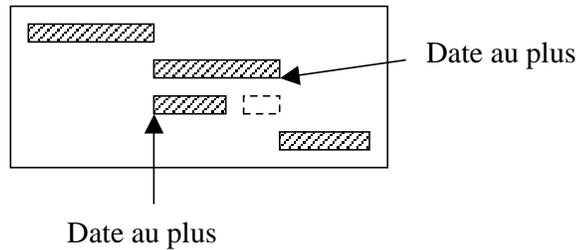


Autres notions :

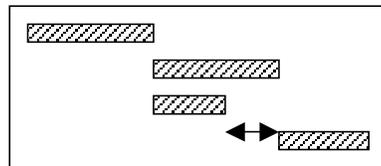
**Chemin critique** : chemin tel que toute augmentation de la durée d'une tâche retarde d'autant la fin du projet. Intervalle de flottement nul.

Date au plus tôt et date au plus tard :

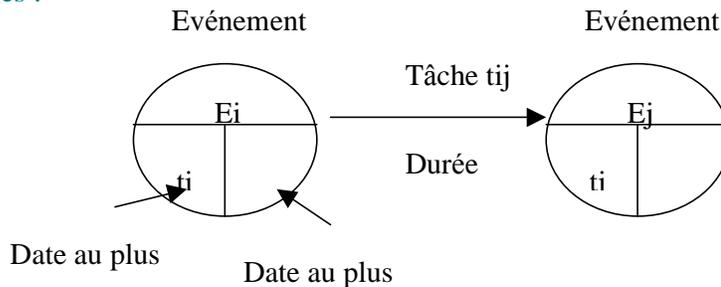
Tâches	A	B	C	D
Précédant		A	A	BC



Intervalle de flottement et marges :



Marges :



NOTIONS D'ORDONNANCEMENT

- Marges libres de Tij :  $M_L(T_{ij}) = t_j - t_i - d_{ij}$   
 Marges totale Tij :  $M_T(T_{ij}) = t'_j - t_i - d_{ij}$   
 Marges certaine Tij :  $M_C(T_{ij}) = t_j - t'_i - d_{ij}$

Marge libre d'une tâche : durée de flottement ou retard maximal de la tâche, sans perturber la date au plutôt de l'événement suivant.  
 Marge totale : durée de flottement ou retard maximal sans perturber la date de fin de projet.

Mise au point et gestion d'un PERT :

1. recueil des informations :
  - les tâches
  - les implications des tâches
  - les durées de chacune d'elles
  - ...
2. feuillets de remise à jour + procédure
3. dépouiller
4. traiter, analyser
5. interprétations éventuelles
6. responsabilité + actions correctives

III. Exercice

Réalisation d'un ouvrage.

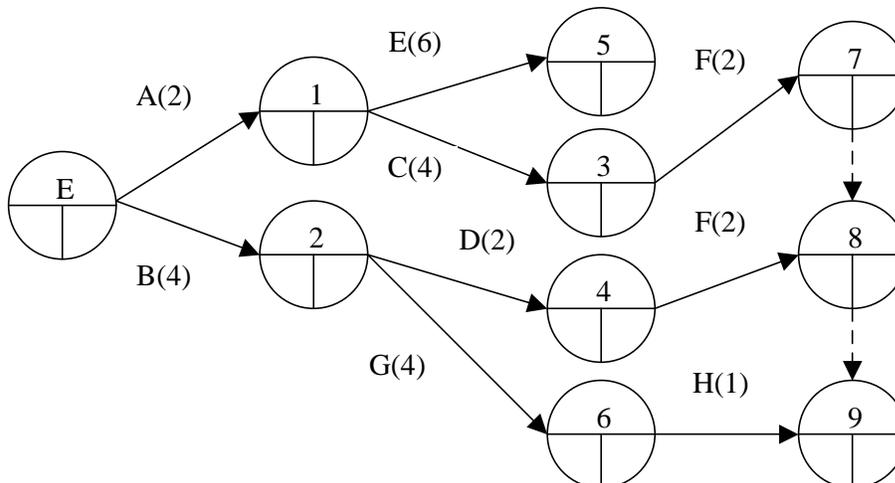
Les tâches A, B, C, D, E, F, G, H

Les durées (en jours) : A = 2, B = 4, C = 4, D = 2, E = 6, F = 2, G = 4, H = 1

Les contraintes :

Tâches	A	B	C	D	E	F	G	H
Précédant			A	B	A	C D	B	F G

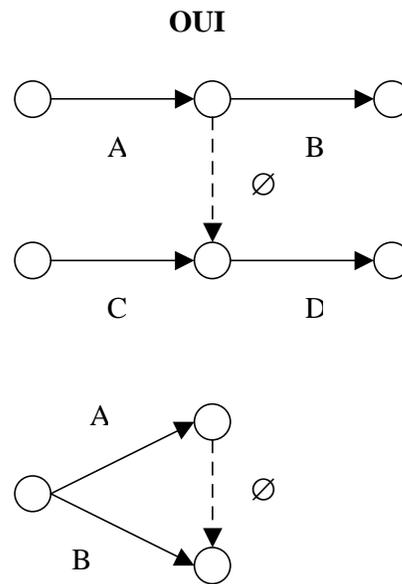
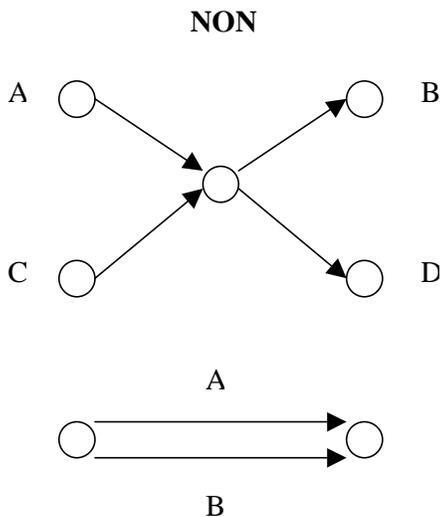
1. construction d'un réseau PERT



NOTIONS D'ORDONNANCEMENT

Un événement (par exemple) = contrat signé

Tâches	Précédant
B	A
D	A C

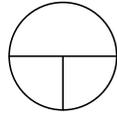


Limite : on aurait tendance à créer trop de tâche fictive pour simplifier le graphe.

2. Calcul des dates au plutôt :  $t_j = \text{Max. } \{t_i + d_{ij}\}$
3. calcul des dates au plus tard : inverser le graphe, c'est à dire
  - l'entrée devient l'événement de sortie
  - la sortie devient l'événement d'entrée
  - inverser les flèches

### IV. Résumé

#### 1. PERT :



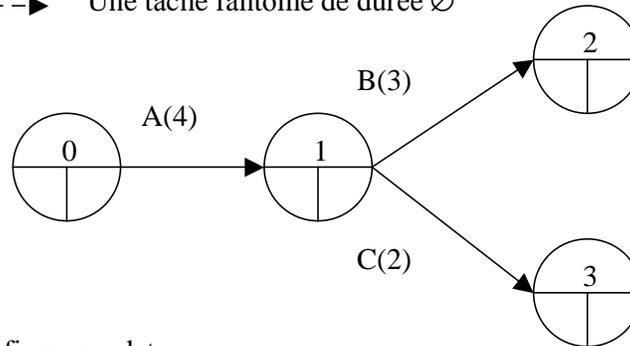
Un événement, rendez-vous technique



Une tâche



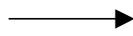
Une tâche fantôme de durée  $\emptyset$



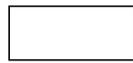
Intérêt : fixer une date

Variante : la longueur de la tâche proportionnelle à la durée de la tâche → visuelle

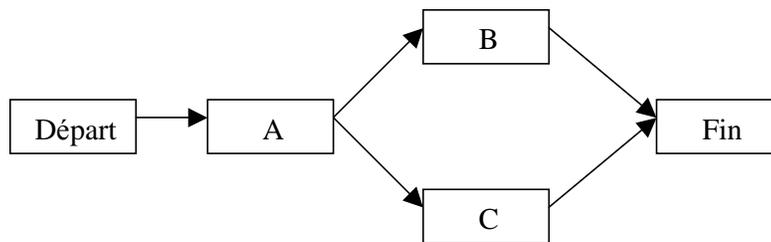
#### 2. MPM :



Lien de dépendance



Tâche, forme indépendante de la durée de la tâche

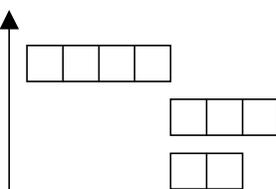


#### 3. GANT:



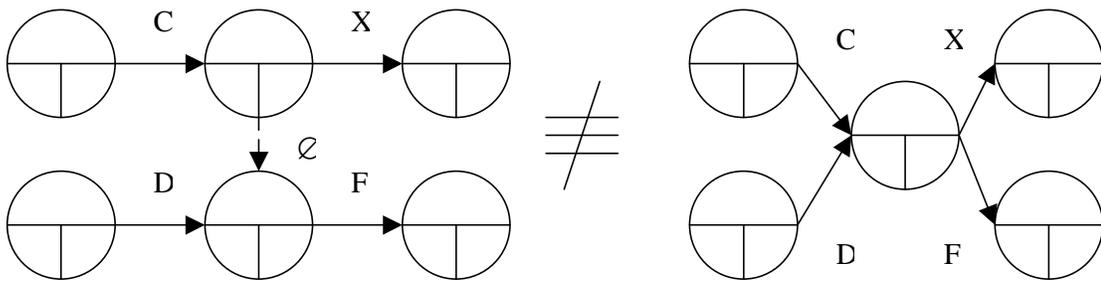
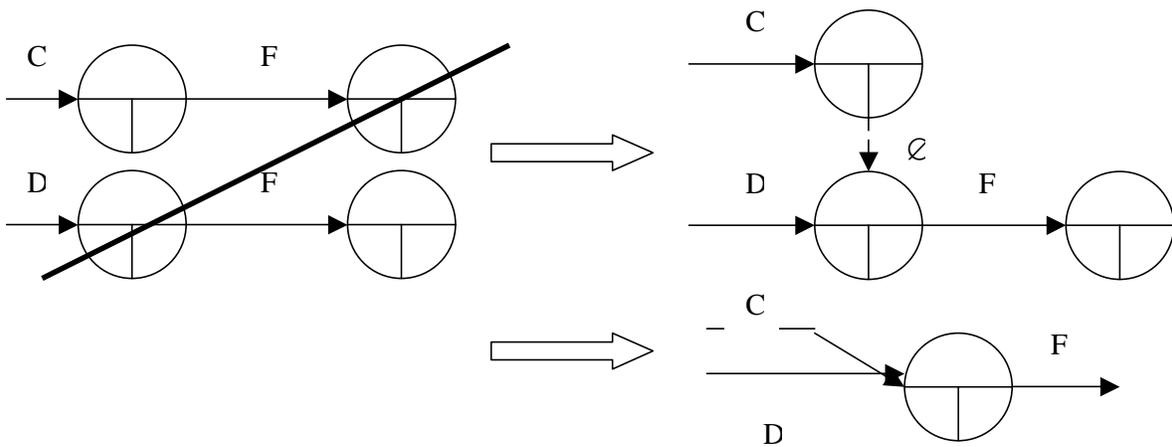
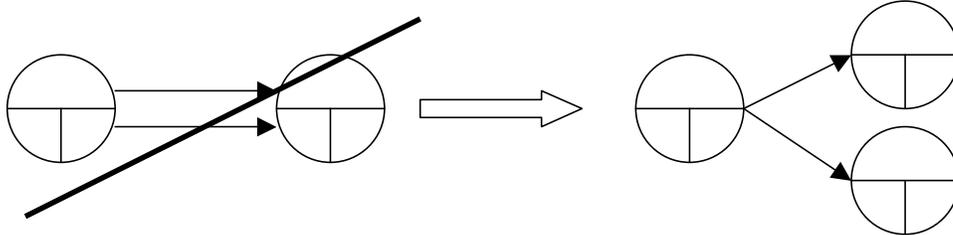
Tâche

Tâche



Temps

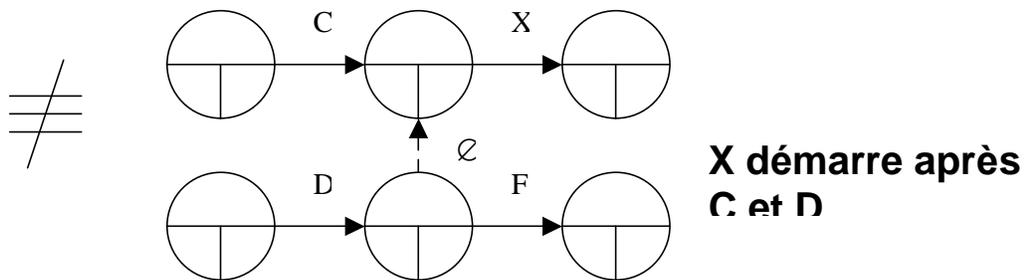
**4. Informations complémentaires :**



**X démarre après C**

F démarre après C et D

X démarre après C et D

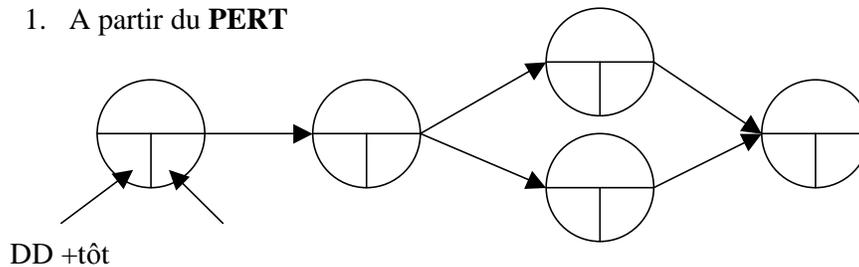


**X démarre après  
C et D**

## V. Chemin critique

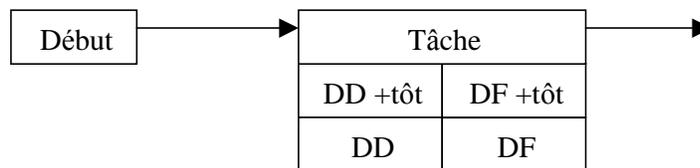
Chemin critique : « CHEMIN LE PLUS LONG, DUREE MAXIMALE DU PROJET »

1. A partir du **PERT**



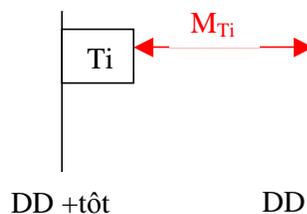
Chemin critique  $\rightarrow DD +tôt = DD +tard$

2. A partir du **MPM**



Chemin critique  $\rightarrow DD +tôt = DD +tard$

3. A partir du **CALCUL DES MARGES LIBRES POUR CHAQUE TACHE**



$$M_{Ti} = DF +tard - DD +tôt - D_{Ti}$$

**Tâche critique si**

4. A partir du **TABLEAU DES POTENTIELS**

Chemin critique = les tâches n'ayant aucune « marge libre »

## VI. Exercice « construction d'une maison »

1. Enumérer les différentes tâches
2. Tracer le tableau des tâches préalables

<b>Tâches</b>	<b>Désignation Tâche</b>	<b>Durée</b>	<b>Prédécesseurs</b>
A 1	Cmd et livraison câblage	3	
B 2	Pose câblage	4	A,I
C 3	Inspection câblage	1	B
D 4	Cmd et livraison mat plomberie	4	
E 5	Travaux plomberie extérieure	2	H,D
F 6	Travaux plomberie extérieure	5	I,∅,E
G 7	Terrassement	1	
H 8	Fondation	3	G
I 9	Construction ossature	5	H
J 10	Cmd et livraison brique	6	
K 11	Briquetage	3	J,I
L 12	Cmd et livraison tuile	14	
M 13	Construction charpente	2	I
N 14	Pose couverture	2	M,L
O 15	Revêtement intérieur	3	M,C,F
P 16	Aménagement intérieur	3	N,O
Q 17	Inspection générale	2	P,S
R 18	Nettoyage extérieur	1	N,K,O
S 19	Aménagement extérieur	3	R

∅ : Redondant