

# LA FONCTION ORDONNANCEMENT

## Chapitre 3

# Plan du chapitre

2

- 1. Responsabilités**
- 2. Vocabulaire de l'ordonnancement**
- 3. Ordonnancement des DI**
- 4. Ordonnancement des projets**

# 1 - Responsabilités

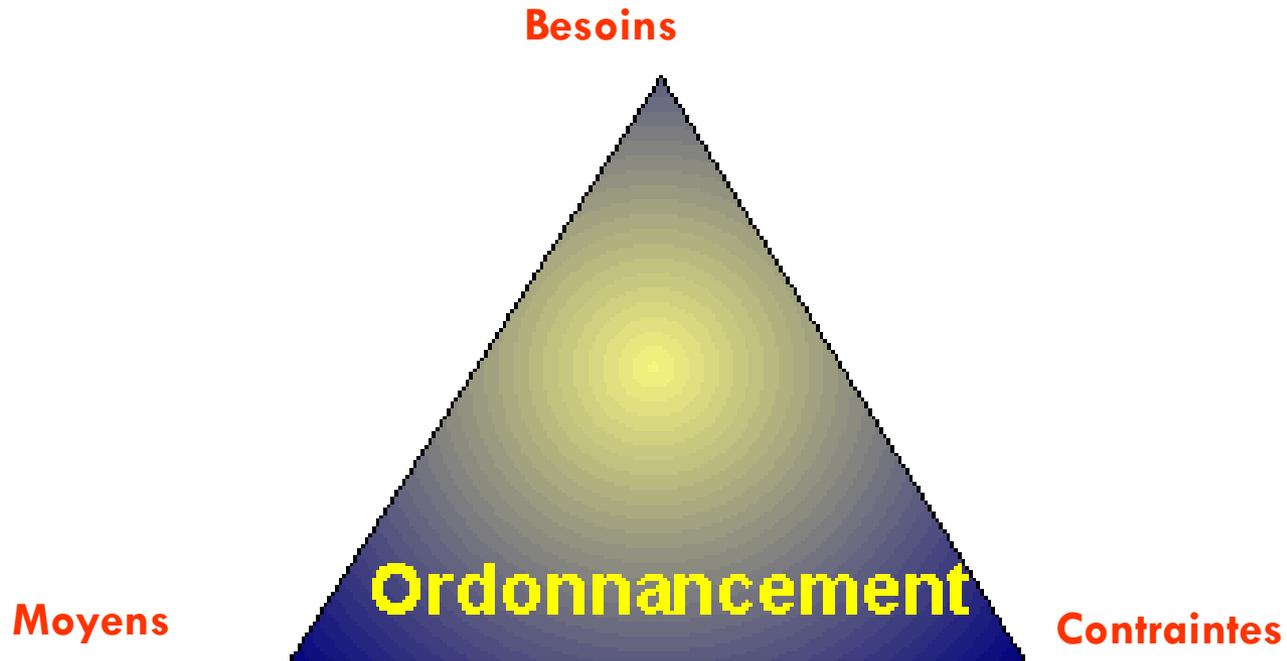
3



- **Mission : conduire et synchroniser les interventions qu'elles soient en interne ou externalisées**

# 1 - Responsabilités

4



Ordonnancer c'est orchestrer

# A – Les besoins



Encore en panne!.. Où il est le réparateur?..

□ toutes les interventions et les travaux qui doivent être réalisées par le service Maintenance

□ Problème :

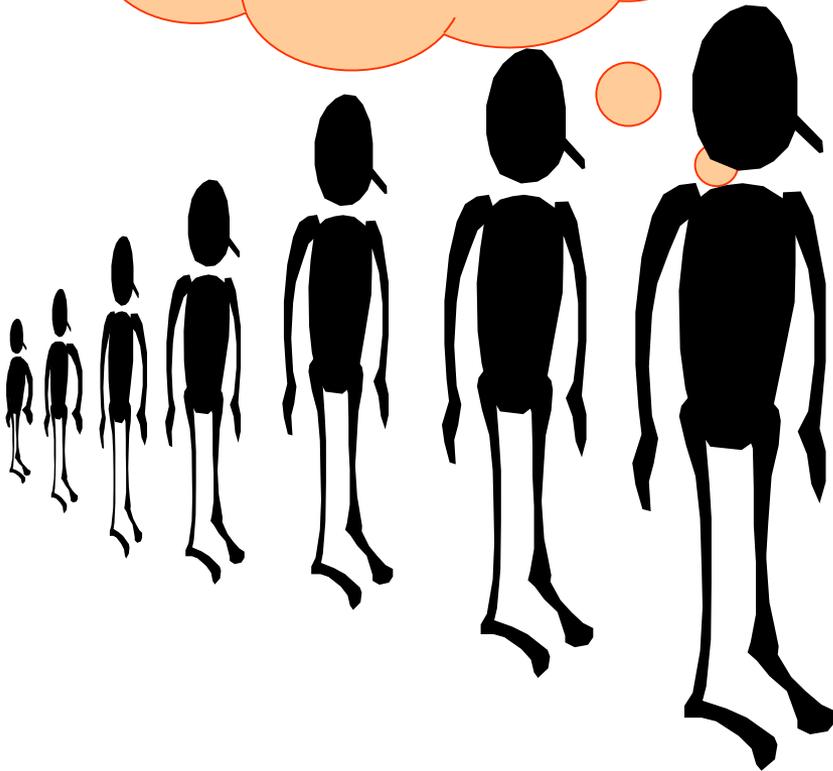
⇒ tâches très diverses

⇒ durées variables

⇒ délais d'intervention de plus en plus court

## B – Les moyens

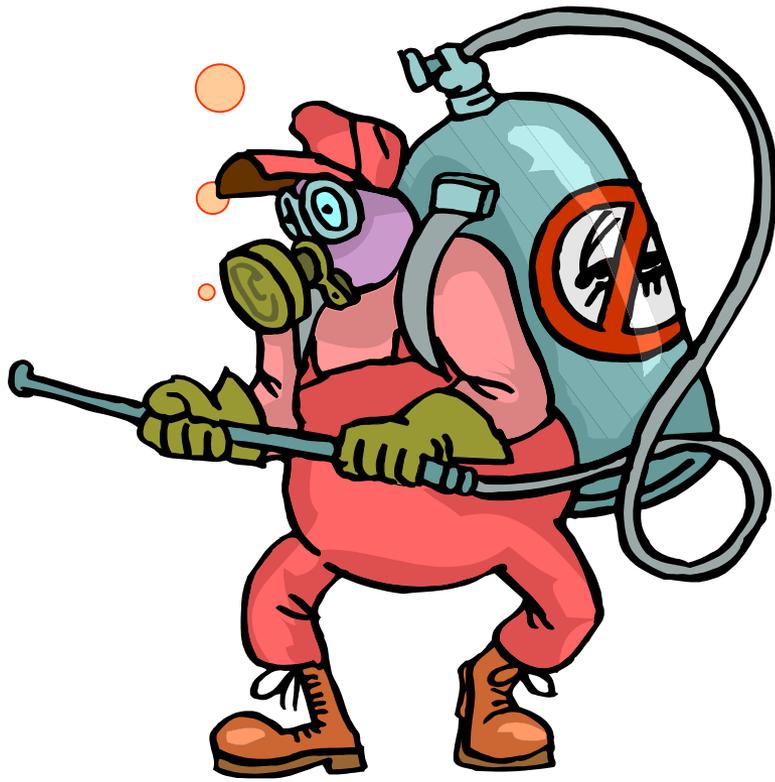
**Oh les moyens !  
Je ne veux voir  
qu'une seule tête!**



- les hommes
- le matériel et outillage
- les moyens logistiques
- les pièces de rechange
- les prestataires extérieurs
- devront être mobilisés au bon moment
- moyens externes

# C – Les contraintes

Laissez la place  
aux gens qui  
travaillent!



- **contraintes externes imposées par la réglementation qui doivent être parfaitement maîtrisées par les responsables**
- **contraintes internes générées par le système lui-même :**  
la production est souvent maîtresse du temps, les arrêts sont planifiés et on ne peut y déroger

## D – Les missions

- **L'ordonnancement à un rôle de chef d'orchestre**
- **Ce rôle n'est pas simple au regard des trois ensembles précédents**

**C'est moi le chef  
!  
Tous en même  
temps!**



## D – Les missions essentielles

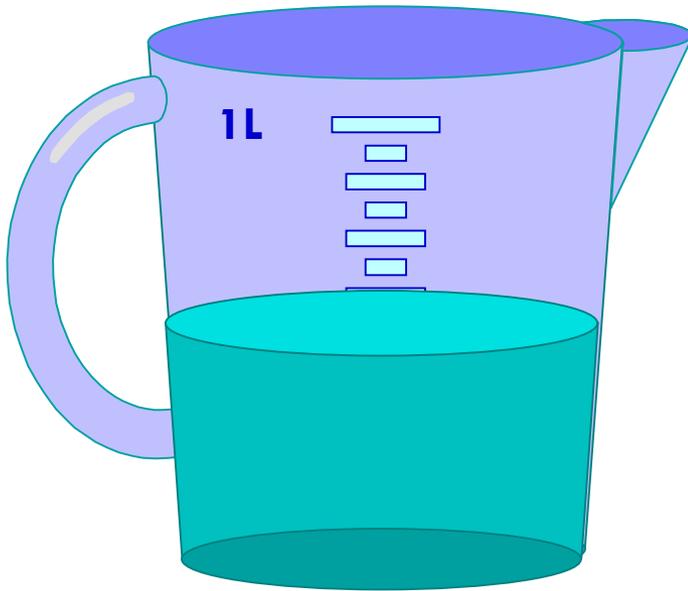
1. **codification de l'urgence de chaque intervention**
2. **prévision de la chronologie et du déroulement des interventions**
3. **l'optimisation des ressources nécessaires**
4. **lancement des travaux au moment voulu avec les moyens nécessaires**
5. **contrôle de l'avancement et de la fin des travaux**
6. **gestion des projets (prévision, optimisation logistique, avancement, respect des délais)**
7. **l'analyse des écarts entre le « prévu » et le « réalisé »**

## 2 – Vocabulaire de l'ordonnancement

- **Capacité de charge**
- **Charge de travail**
- **Tâche, projet**
- **Planification**
- **Planning**
- **Positionnement**
- **Marge libre**
- **Chemin critique.....**



# 1 – Capacité et charge de travail



- **Analogie : cruche d'eau**
- **Capacité = volume total**
- **Charge = quantité d'eau (ou d'autre chose) que l'on y met**

## A – Capacité de charge

- **Potentiel d'heures travaillées qu'une équipe (ou une personne) représente dans un horaire normal de travail**

**Capacité théorique =**

**$\text{Nb\_d'heures/sem} \times \text{Nb\_d'hommes} \times \text{Nb\_semaines/an}$**

**Exemple :**

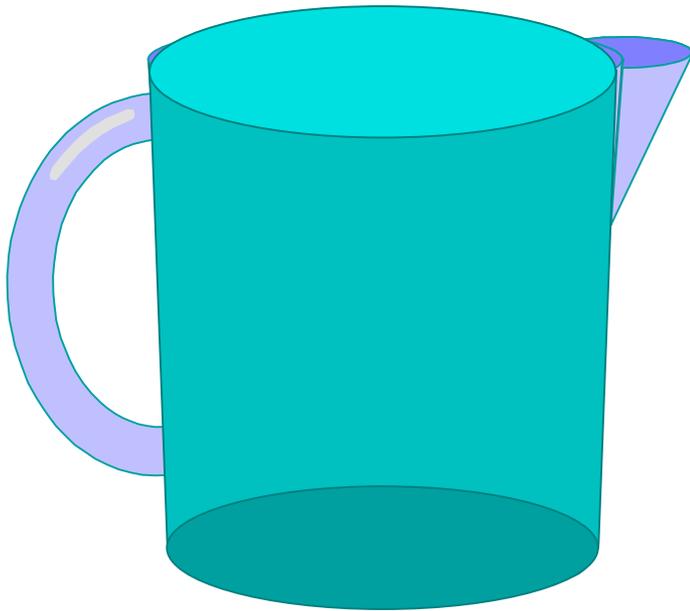
**6 hommes - 35h/semaine - 47 semaines/an**

**= 9870 heures**

## B – Charge de travail

- **temps prévu pour chacune des activités affectées à une équipe (ou une personne) pendant une période de référence donnée**
- **cette période de référence est encore appelée « unité d'ordonnancement »**
- **tout le problème de la fonction ordonnancement est d'adapter la charge à la capacité**

## C – Surcharges



- **dés lors qu'on veut plus qu'un litre**
- **peuvent être conjoncturelles (coups de feu) ou permanentes**

# Comment pallier aux surcharges conjoncturelles

15

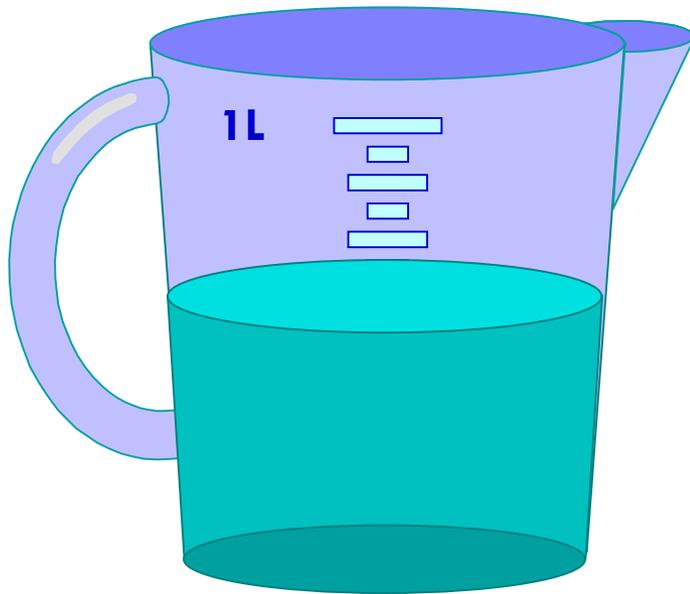
- ❑ **Recourir aux heures supplémentaires**
- ❑ **Demander un effort ponctuel**
- ❑ **Recourir à la sous-traitance (à éviter en cas d'urgence)**
- ❑ **Renforcer les équipes**
- ❑ **Reporter les travaux les moins urgents**
- ❑ **Faire du dépannage plutôt que de la réparation**

# Comment pallier aux surcharges permanentes

16

- Repenser le politique de maintenance :
  - ⇒ **augmenter le préventif**
  - ⇒ **améliorer dès que c'est possible**
  - ⇒ **préparer et ordonnancer (chasse au gaspi)**
- Externaliser ce qui n'est pas le cœur du métier
- Motiver les techniciens pour augmenter leur productivité
- Transférer les interventions de niveaux 1 et 2 à la production
- Embaucher du personnel

## C – Sous-charges



- **problème de sureffectif qui peut être conjoncturel ou permanent**
- **nécessité de réadapter l'organigramme du service à la charge**

## 2 – Tâche et projet

- **Tâche = opération élémentaire ou un ensemble d'opérations élémentaires qu'il est logique de regrouper en une seule et que l'on confie à une même équipe d'intervention**
- **le début, la fin, la durée ainsi que le contenu sont parfaitement définis et contrôlables**

# Planification d'une tâche

- **consiste à situer sur une période donnée son exécution en fonction d'un certain nombre de paramètres à prendre en compte : durée, antériorité, etc..**
- **concerne toutes les activités de maintenance, depuis l'intervention préventive simple jusqu'aux interventions lourdes, mais aussi les congés, périodes de formation, etc..**

# Difficulté de planification en maintenance

20

- **C'est le caractère fortuit des interventions correctives**
- **Il ne peut y avoir de planification si 90% des activités dans une entreprise sont correctives**

**Inversement, s'il n'y en a plus que 40%, cela devient gérable**

# Pour diminuer les difficultés de planification

21

- Une seule solution : le retour d'expérience
- Exemple : si, sur l'année  $n-1$ , on sait que 30% de la charge de travail sont constitués de petits dépannages fortuits
  - ⇒ on réserve 30% de la capacité de l'équipe pour les dépannages l'année  $n$
  - ⇒ on réajuste l'année  $n+1$ .
- Cette estimation statistique s'appelle « charge réservée »

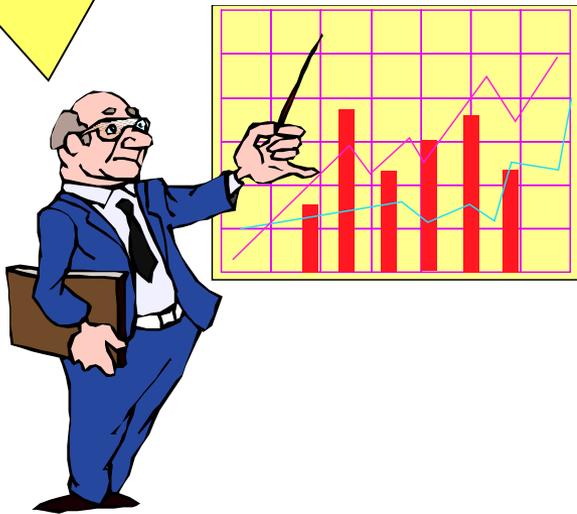
# C - Projet

22

- Un projet est un ensemble organisé de tâches qui doit être achevé à l'intérieur d'un intervalle de temps en utilisant des ressources appropriées
- Ces tâches, dont les durées sont connues sont liées entre elles par la notion d'antériorité

# 3 – Planning de GANTT

Salut, mon nom est  
**GANTT**,  
James GANTT!



- **outil qui permet de visualiser facilement la succession des tâches caractéristiques d'une période d'activité ou d'un projet**
- **permet de prévoir suffisamment à l'avance les actions à penser ou à faire comme la commande de matériel qui prend parfois beaucoup de temps**

# Méthode de Gantt

24

- **Elle consiste à déterminer la meilleure manière de positionner les différentes tâches d'un projet à exécuter, sur une période déterminée, en fonction :**
  - ⇒ **des durées de chacune des tâches**
  - ⇒ **des contraintes d'antériorité existant entre les différentes tâches**
  - ⇒ **des délais à respecter**
  - ⇒ **des capacités de traitement**



# B – Jalonnement

26

- **ensemble des dates permettant de situer dans le temps la réalisation des tâches compte tenu des contraintes de temps**
- **permet d'avoir une idée de la latitude dont on dispose pour réaliser chaque tâche en respectant à la fois les enchaînements et les contraintes de temps**
- **jalonnement intrinsèque : ne tient compte que de la durée du projet (durée la plus courte possible)**
- **jalonnement cohérent : tient compte de la totalité des contraintes (durées et dates imposées)**

# Jalonnement d'une activité

27

**Englobe les dates caractéristiques suivantes :**

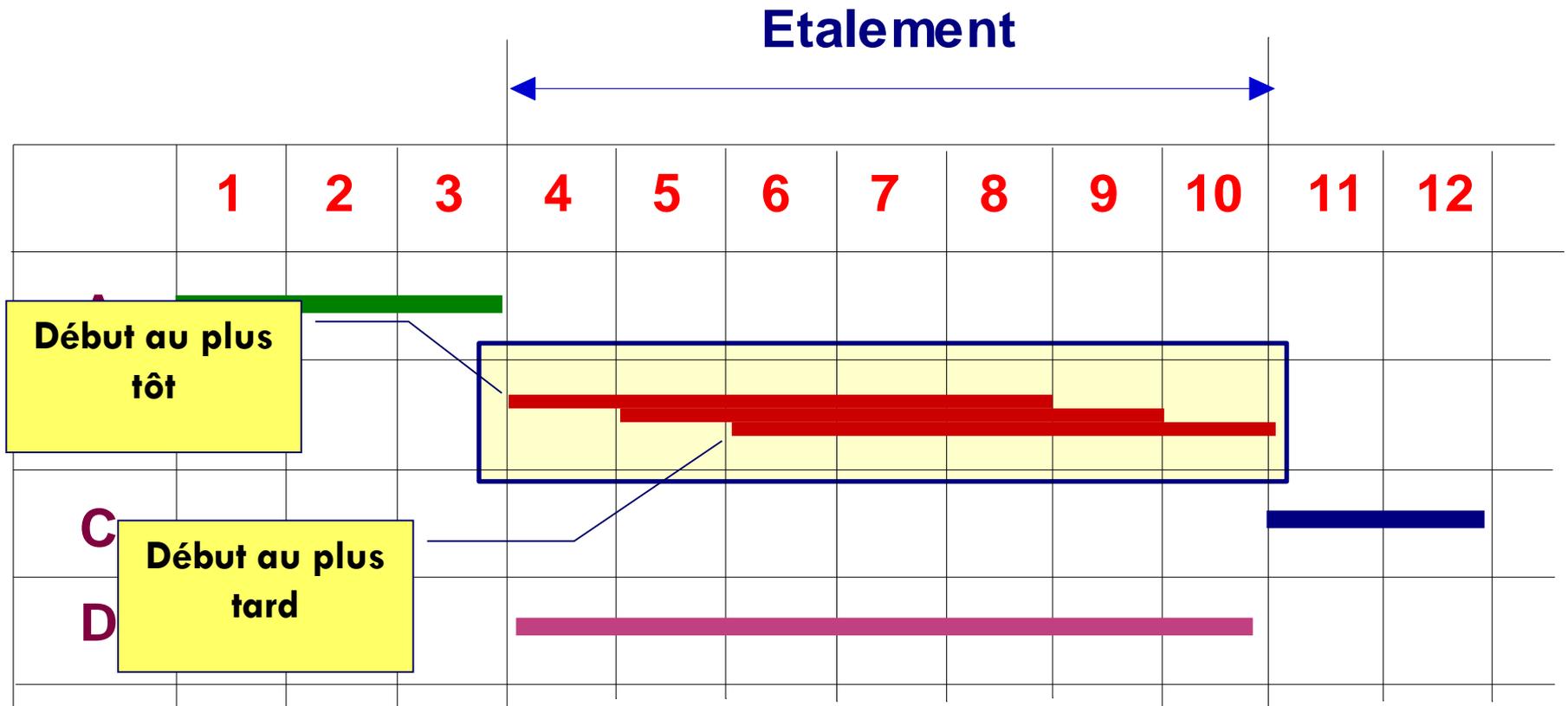
- **début ou fin *au plus tôt***
- **début ou fin *au plus tard***
- **fin au plus tôt de la tâche postérieure la plus précoce**
- **tâche au plus tard de la tâche antérieure la plus tardive**

# C – Positionnement et marge libre

- **Selon l'importance de la tâche, le responsable de l'ordonnancement devra avoir le souci de définir un ensemble précis de critères permettant de placer de manière optimale la tâche dans la *période fixée***
- **C'est le *positionnement de la tâche***
- **La *période fixée* est aussi appelée « *étalement* »**

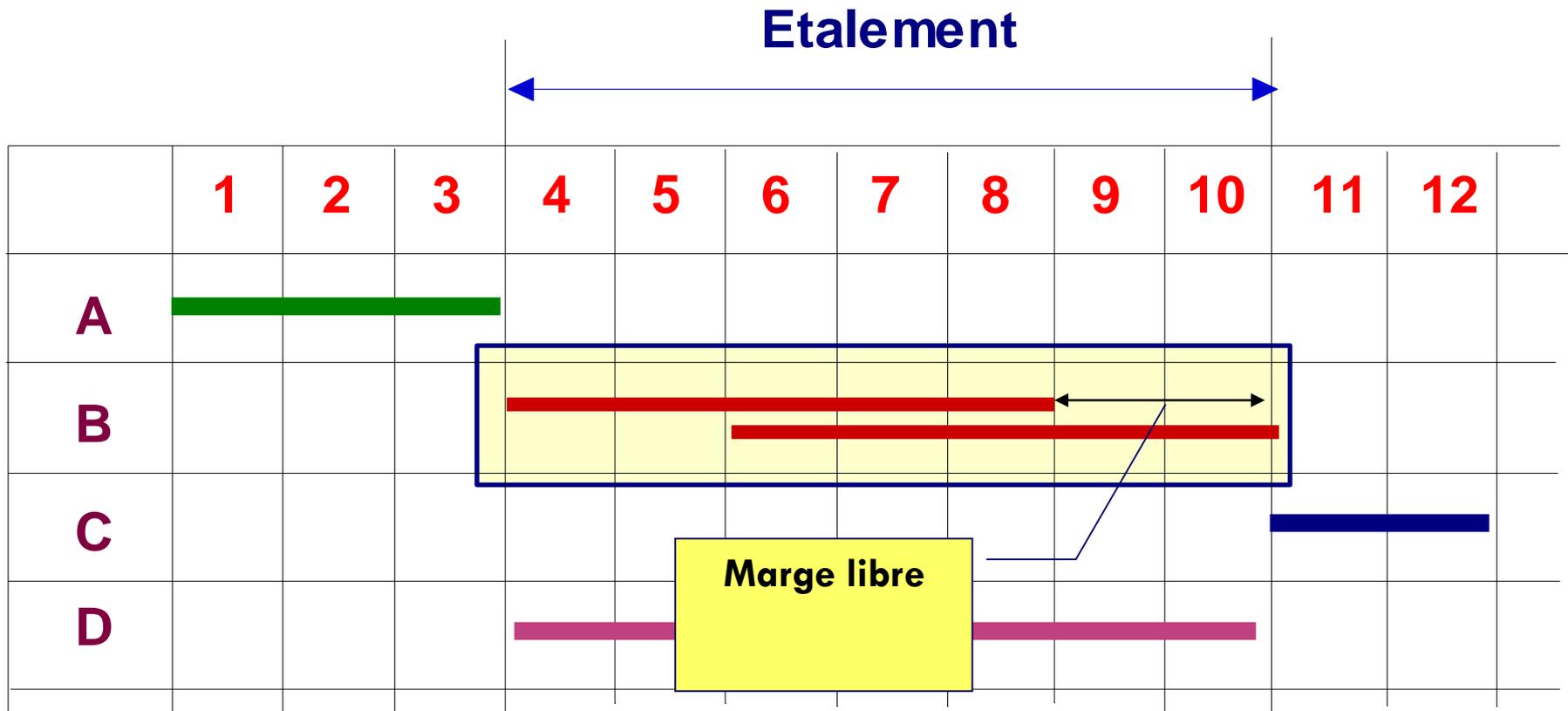
# Positionnement

Si l'étalement est plus large que la durée de la tâche, il est possible de planifier celle-ci « au plus tôt » ou alors « au plus tard »



# Marge libre

On appelle « marge libre » le temps dont on peut retarder la date de fin d'une tâche sans empêcher les tâches postérieures de commencer à leur date au plus tôt





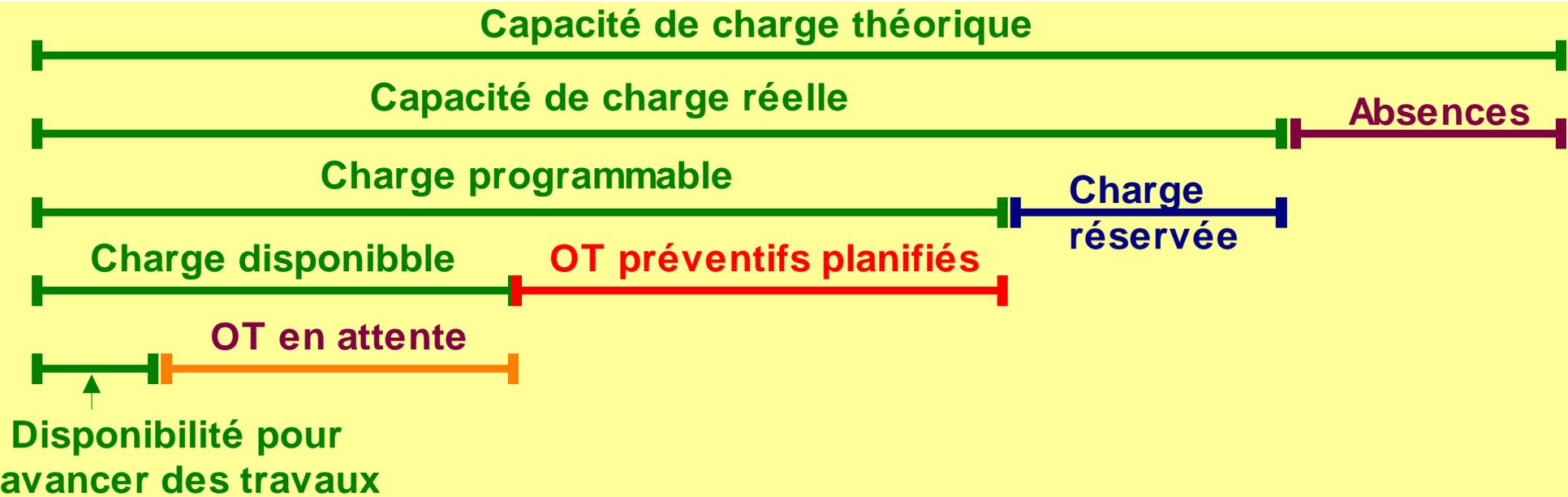
# D – Chemin critique

32

- **Les tâches qui appartiennent au chemin critique sont appelées « tâches critiques »**
- **La durée du projet est constituée par la somme des durées des tâches critiques**

# Construction du tableau de charge

33



# 4 – Ordonnancement des projets

34

**Projet = succession de tâches soumises à des contraintes :**

⇒ de temps (délais à respecter pour l'exécution des tâches)

⇒ d'antériorité (certaines tâches doivent être exécutées avant d'autres)

⇒ de simultanéité (certaines tâches peuvent être réalisées en même temps)

⇒ de production (temps d'occupation du matériel ou des hommes qui l'utilisent).

# Un outil fondamental : le PERT

35

- **PERT = Program Evaluation Research Task**  
**= Technique d'élaboration et de contrôle des programmes**
- **Créé en 1957 pour l'US Navy afin qu'elle puisse développer son programme de fusées Polaris**
- **Programme Polaris = 250 fournisseurs principaux + 9000 sous-traitants**
- **Durée initialement prévue 7 ans ramenée à 2,5 ans!**

# Présentation du PERT

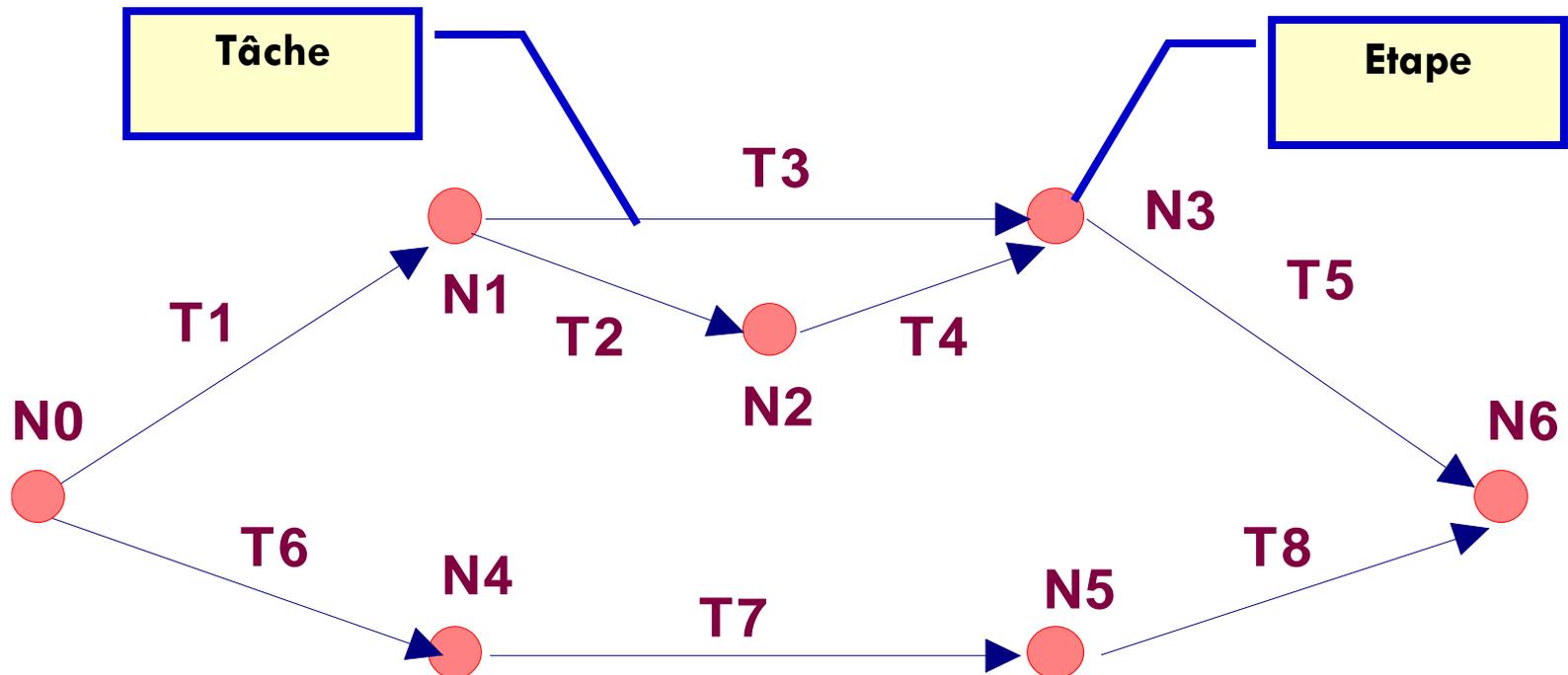
36

1. **Un réseau**
2. **Des étapes**
3. **Des tâches**
4. **Des contraintes**
5. **Des temps estimés de réalisation**

# 1 - Réseau ou diagramme PERT

37

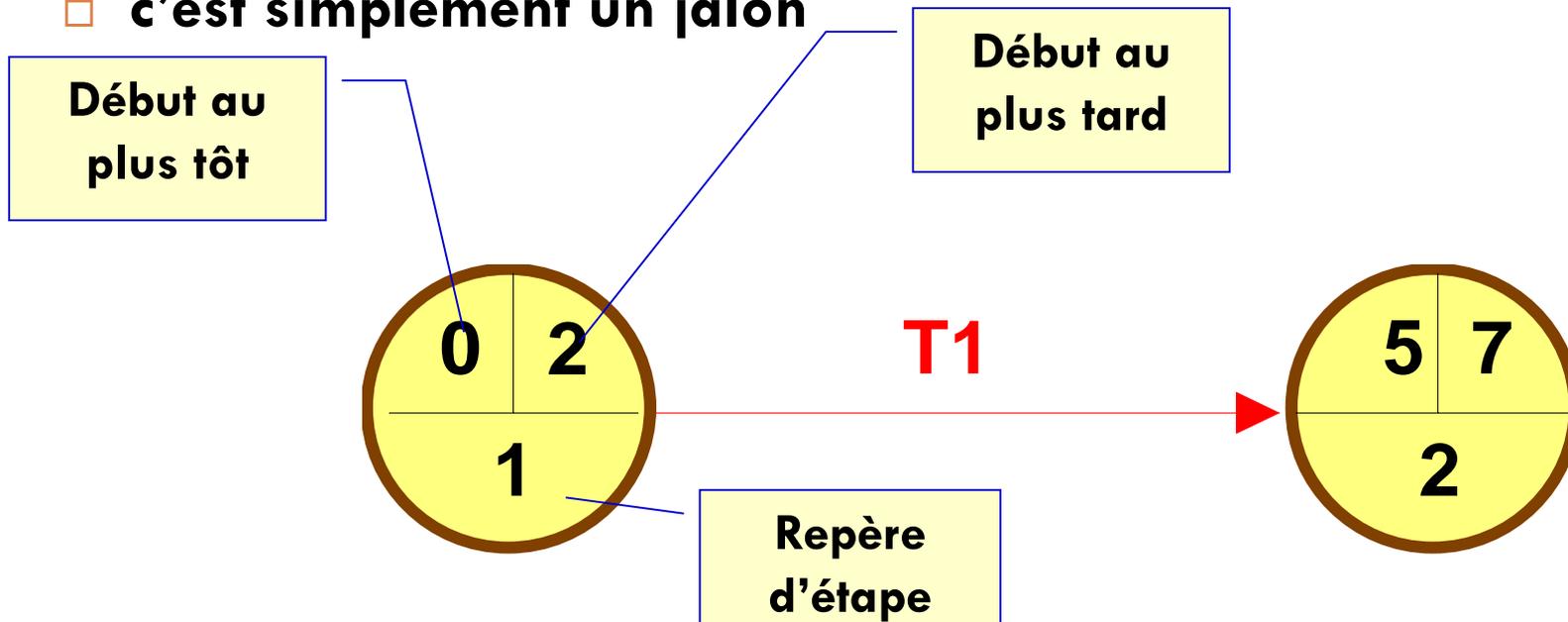
- ensemble des tâches et des étapes qui forment un projet
- constitué de nœuds (ou sommets) et d'arcs (ou chemins)



# 2 -Etape

38

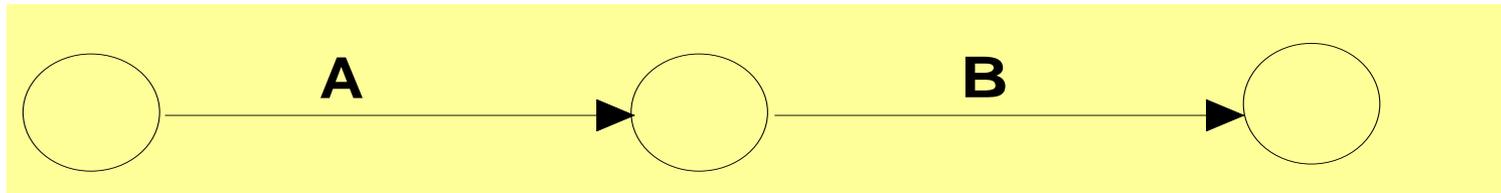
- correspond au début ou à la fin d'une ou plusieurs tâche
- n'a aucune durée propre et ne demande pas de moyens
- c'est simplement un jalon



# 3 – Contraintes d'antériorité

39

## *C1) Règle d'enclenchement*

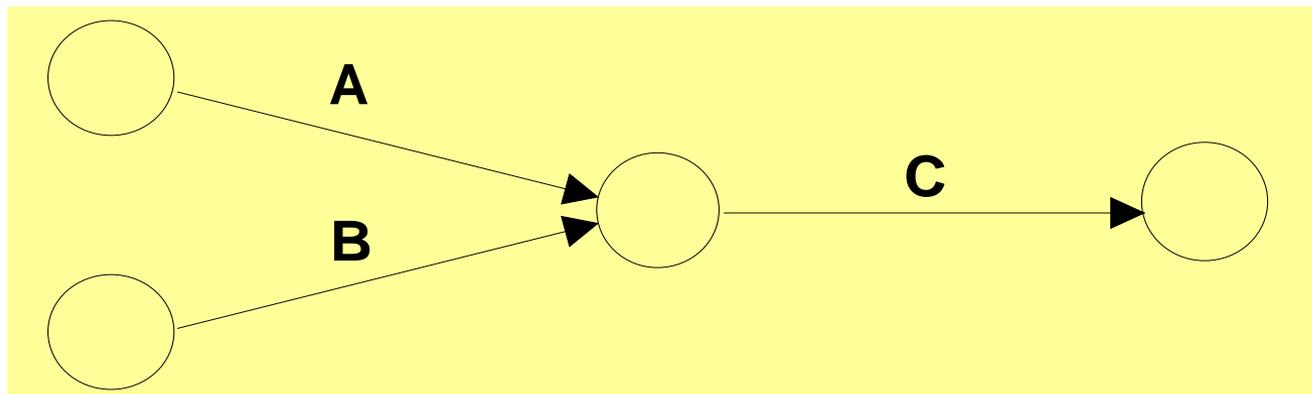


**B ne peut commencer que si A est achevée**

# 3 – Contraintes d'antériorité

40

## C2) Règle de convergence

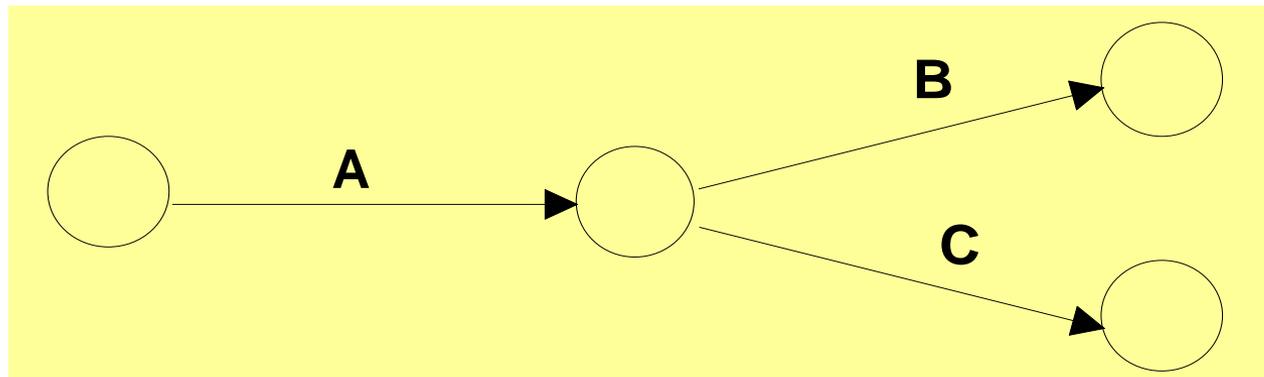


**C ne peut commencer que si A et B sont achevées**

# 3 – Contraintes d'antériorité

41

## C3) Règle de divergence

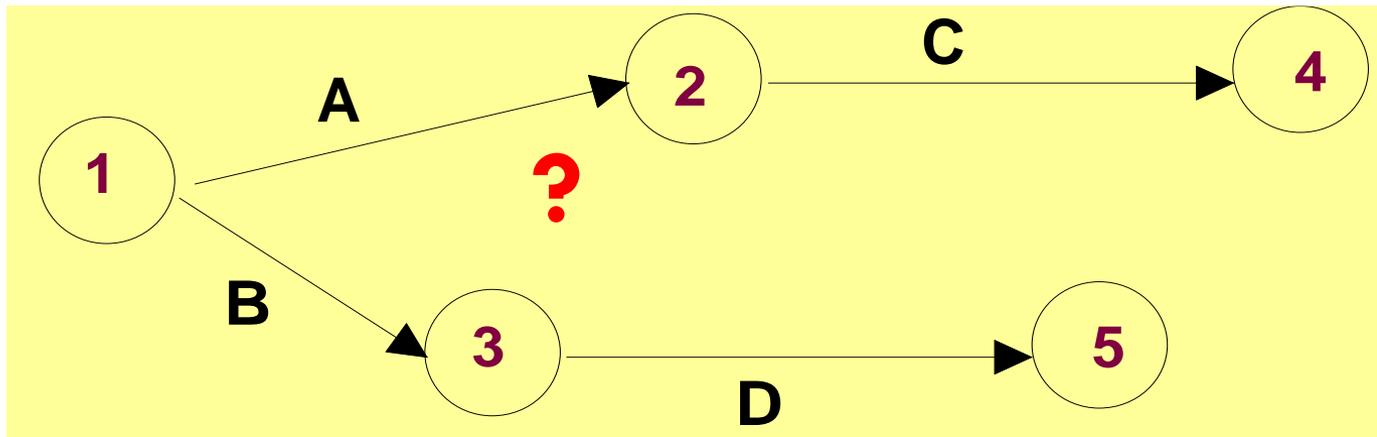


**B et C peuvent commencer si A est achevé, ce qui n'implique pas qu'elles doivent commencer simultanément**

# 3 – Contraintes d'antériorité

42

## C4) Tâche fictive

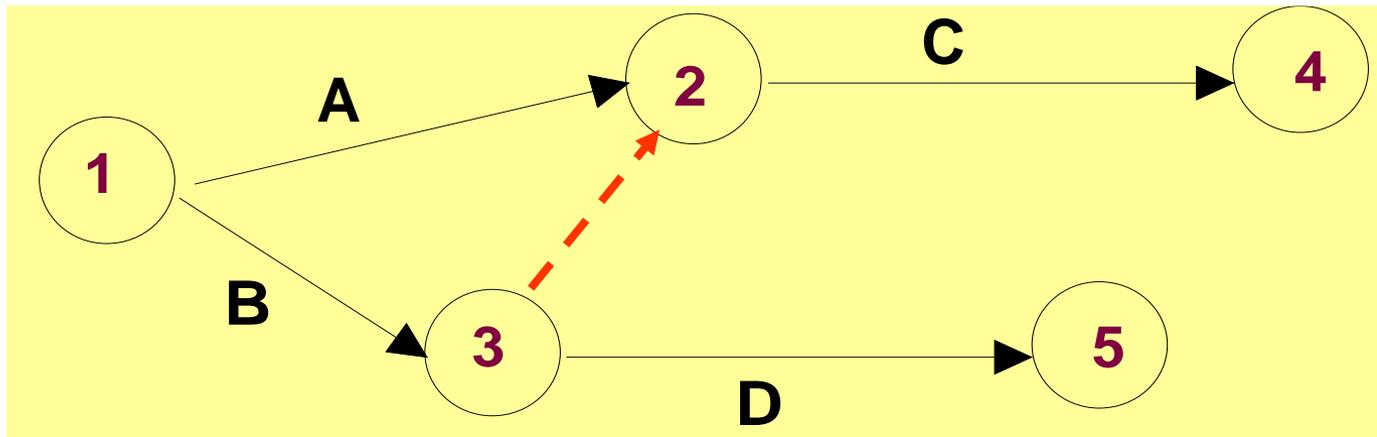


**C a pour antériorité A et B, D suit B, mais pas C**

# 3 – Contraintes d'antériorité

43

**Il n'y a pas de tâche à effectuer entre les étapes 2 et 3**



**Lorsqu'une étape aval est conditionnée par une étape amont sans opération réelle, on crée une tâche fictive (durée nulle) en traçant une liaison en pointillé**

# 4 – Temps estimés

**Pour chiffrer la durée d'une tâche, on va demander à la personne qualifiée planifiant un travail d'engager sa responsabilité sur trois délais :**

- **le temps optimiste  $t_o$  si tout va anormalement bien !..**
- **le temps pessimiste  $t_p$  si tous les retards envisageables se manifestent**
- **le temps réaliste  $t_r$  correspondant à des circonstances normales d'exécution**

# 4 – Temps estimés

45

- **Toutes ces prévisions sont fermes et non révisables**
- **Durée estimée d'une tâche**

$$t_m = \frac{t_0 + t_p + 4t_r}{6}$$

- **Écart type:**

$$\sigma = \frac{t_p - t_0}{6}$$

# 13 étapes pour appliquer le PERT

1. **analyse détaillée du projet (identification des grandes phases, dimensions techniques et économiques de celles-ci, contraintes à respecter)**
2. **liste des tâches (on répertorie de manière exhaustive toutes les actions à entreprendre)**
3. **détermination de la durée des tâches**
4. **définition des contraintes d'enchaînement (on identifie les tâches immédiatement antérieures et immédiatement postérieures)**

# 13 étapes pour appliquer le PERT

47

5. **élaboration du schéma d'enclenchement des tâches (il permet de visualiser graphiquement l'enchaînement des tâches**
6. **tracé du réseau PERT**
7. **calcul des dates au plus tôt et au plus tard**
8. **identification du chemin critique**
9. **ajustement des délais prévisionnels**
10. **établissement du planning GANTT**
11. **équilibrage des charges de travail**
12. **arrêt de l'échéancier (prise de décision)**
13. **contrôle du déroulement**

# Application

<b>Tâches</b>	<b>Tâches antérieures</b>	<b>Durée</b>
<b>A</b>		<b>3h</b>
<b>B</b>	<b>A</b>	<b>6h</b>
<b>C</b>	<b>B</b>	<b>2h</b>
<b>D</b>	<b>A</b>	<b>5h</b>
<b>E</b>	<b>G – F</b>	<b>2h</b>
<b>F</b>	<b>C – D</b>	<b>10h</b>
<b>G</b>	<b>B</b>	<b>3h</b>

**Matrice d'enclenchement**

Matrice des antériorités : autant de lignes et de de colonnes que de tâches recensées

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E						X	X
F			X	X			
G		X					

**On place une croix dans chaque case correspondant à une antériorité**

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E						X	X
F			X	X			
G		X					

## Elaboration du tableau des niveaux de sortie

x

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E						X	X
F			X	X			
G		X					

**Niveau de sortie 0 : on recherche la tâche n'ayant pas d'antériorité**

# Matrice des sorties

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>A</b>				

Niveau de sortie 1 : on réitère le procédé précédent en recherchant une ligne vide d'antériorité

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E						X	X
F			X	X			
G		X					

# Matrice des sorties

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>A</b>	<b>B</b> <b>D</b>			

Niveau de sortie 2 : on a maintenant les tâches C et G qui n'ont plus d'antériorité

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E						X	X
F			X	X			
G		X					

# Matrice des sorties

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>A</b>	<b>B</b> <b>D</b>	<b>C</b> <b>G</b>		

Niveau de sortie 3 : on voit tout de suite que seule, la tâche F est vide d'antériorité

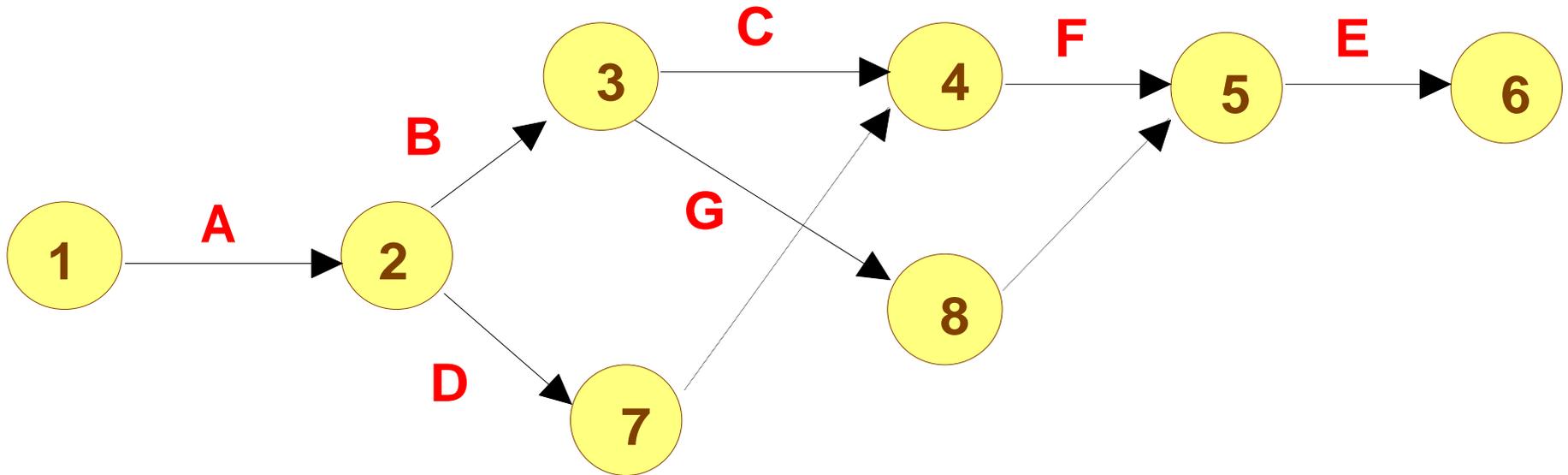
	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E						X	X
F			X	X			
G		X					

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
	<b>D</b>	<b>G</b>		

<b>Tâches</b>	<b>Tâches antérieures</b>	<b>Durée</b>
<b>A</b>		<b>3h</b>
<b>B</b>	<b>A</b>	<b>6h</b>
<b>C</b>	<b>B</b>	<b>2h</b>
<b>D</b>	<b>A</b>	<b>5h</b>
<b>E</b>	<b>G – F</b>	<b>2h</b>
<b>F</b>	<b>C – D</b>	<b>10h</b>
<b>G</b>	<b>B</b>	<b>3h</b>

# Tracé du réseau PERT

59



Tâches	Tâches antérieure	Durée (en jours)
A	G	6
B	-	6
C	B	8
D	-	9
E	C	10
F	-	4
G	F	10
H	A , E	9
I	J,K	7
J	C	9
K	L,D	3
L	B	4

- 1.Tracer la matrice des antériorités.
- 2.Représenter le réseau PERT.
- 3.Calculer les dates au plus tôt et les dates au plus tard.
- 4.Calculer les battements de chaque étape.
- 5.Déterminer le chemin critique.
- 6.Si après quelques jours on apprend que le temps nécessaire pour effectuer la tache H n'est plus 9 jours mais de 12 jours, ce retard nuira-t-il à la réalisation du projet ?