

# Planification

# Buts du chapitre

- ✓ Présenter les outils de base (PERT, GANTT)
- ✓ Montrer comment organiser les différentes activités d'un projet à partir de ces outils

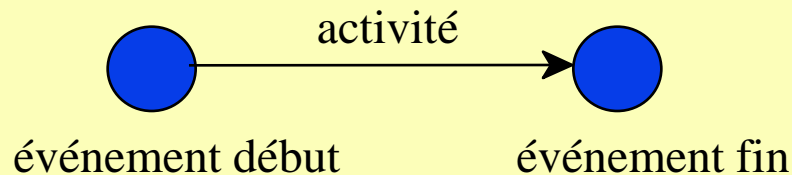
# Le contexte

- ✓ **Organigramme des tâches, fiches de lots de travaux**
  - description **complète** de la réalisation
  - activités **estimées**
- ✓ **Eventuellement approche par niveaux successifs**
  - niveau 1 : ensemble de la réalisation en termes d'objectifs finals
    - **outil de négociation**
  - niveau 2 : subdivision du niveau 1 en termes d'objectifs intermédiaires
    - **planning général** du chef de projet
  - niveau 3 : subdivision du niveau 1 en termes d'objectifs élémentaires
    - **planning détaillé** de réalisation
- ✓ **Organiser les différentes activités**

# PERT et variantes

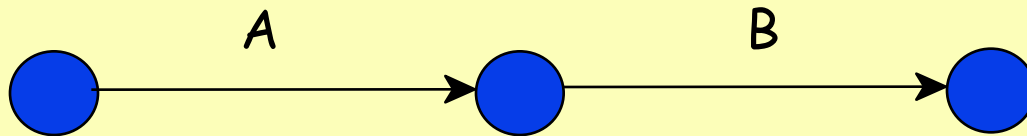
# Méthode PERT : définitions

- ✓ Program Evaluation and Review Technique (US NAVY 1950)
  - ✓ Réseau PERT = graphe orienté où
    - arcs = **activités** (durée (, ressources))
    - noeuds = **événements** (jalons, date déterminée)
- /convention inverse possible/



# Méthode PERT : définitions

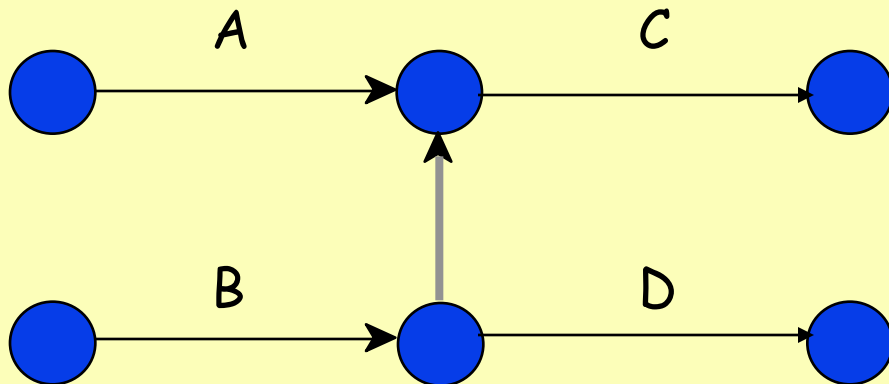
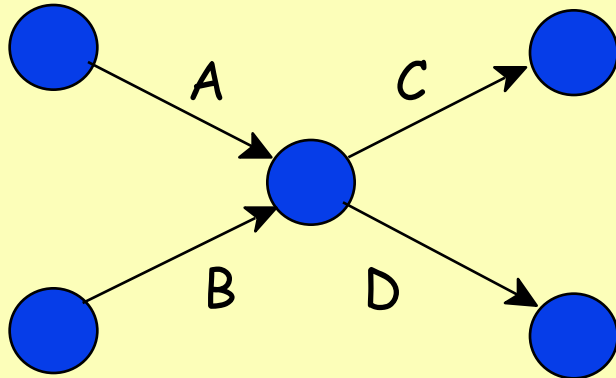
- ✓ Une activité commence **toujours** par un événement **début**, termine **toujours** par un événement **fin** (**identifiables**, **contrôlables**)
- ✓ Un même événement peut être l'événement début ou l'événement fin de plusieurs activités :



L'activité B ne peut commencer que si l'activité A est terminée

- ✓ 2 activités ne peuvent pas avoir même événement début et même événement fin
- ✓ Un événement ne peut se produire que si toutes les activités qui le précèdent sont **achevées** ; auparavant ces dernières sont **indépendantes**
- ✓ Les activités, ayant un événement début commun, ne peuvent commencer que si cet événement **s'est produit** ; à partir de là, elles sont **indépendantes**
- ✓ Projet : événement **début unique** ; événement **fin unique**

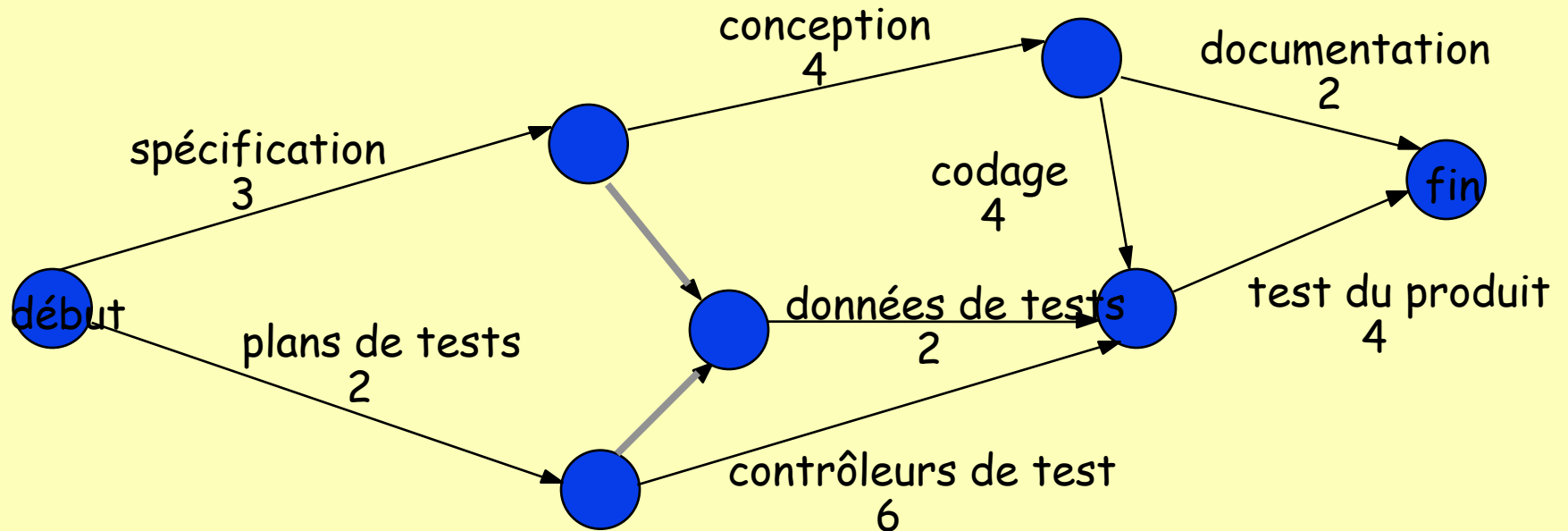
# Méthode PERT : activités fictives



si D n'a pas de relation avec A

→ activité fictive  
(durée nulle, charge nulle)

# Méthode PERT : exemple de réseau





# Méthode PERT : exemple d'utilisation

- ✓ A partir du réseau, déterminer le **meilleur délai**, le **meilleur coût**, le **meilleur couple délai/coût**
- ✓ En général, augmenter la charge (le coût) pour réduire la durée
- ✓ **Aspects coûts**
  - frais indirects (location, encadrement, frais financiers) : proportionnels à la durée
  - frais directs (heures machine, personnel) : inversement proportionnels à la durée
- ✓ **Stratégie possible**
  - choisir la durée pour laquelle la courbe du coût total passe par son minimum (= point d'intersection entre les deux courbes)...mais attention...

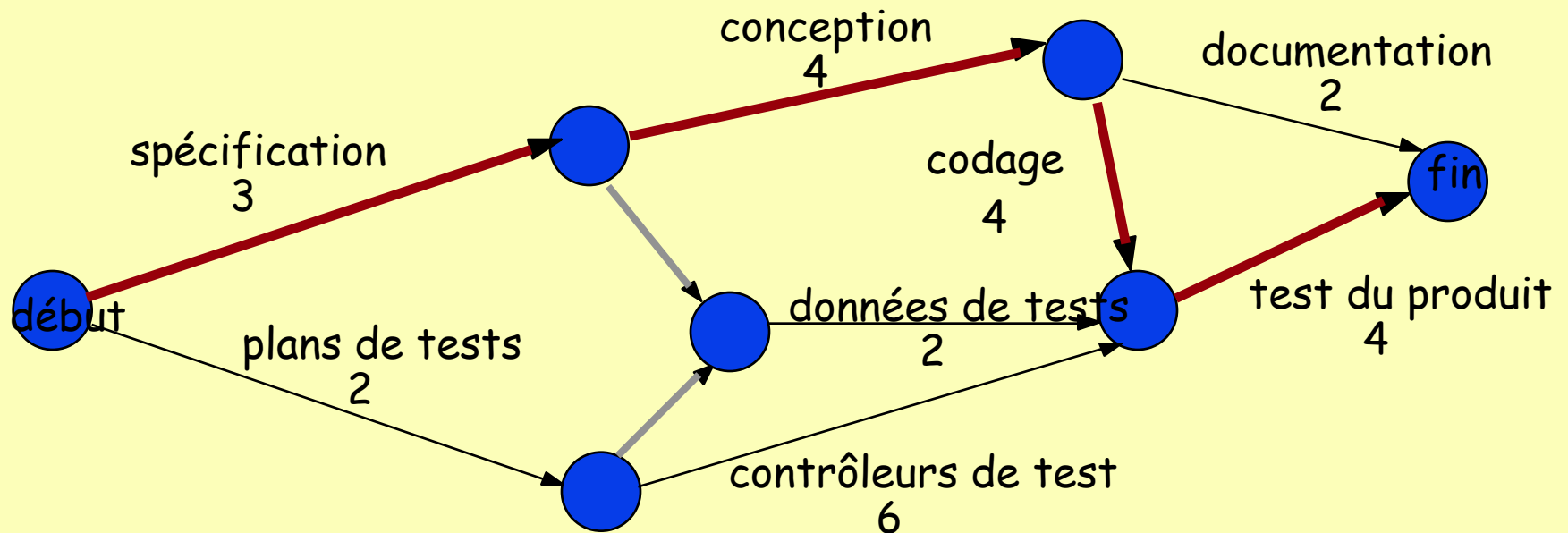
# Méthode PERT : réalisation du réseau

- ✓ Identifier **toutes les activités**, leurs **relations**, les **contraintes** (jalons imposés, événements externes)...voir organigramme des tâches et fiches de lots de travaux
- ✓ Estimer la durée de chaque activité :
  - **sans penser aux ressources** disponibles (en principe) = niveau normal
  - **sans envisager de conflit** entre activités nécessitant des ressources (matérielles, humaines) ou des types de ressources communs
  - temps = **durées oeuvrées**, et non calendaires
  - **même unité** : jour, semaine, mois... selon le niveau, le projet, le besoin
- ✓ Tracer le réseau ; si toutes les contraintes n'ont pas été identifiées :
  - partir de l'événement fin de projet : "quelles activités doivent-t-elles être immédiatement terminées pour être là ?"
  - partir de l'événement début de projet : "à partir de là, que puis-je faire ?"
  - alterner les deux démarches
  - réaliser les deux...

# Méthode PERT : chemin critique

- ✓ **Plus long chemin** reliant l'événement début de projet à l'événement fin de projet (éventuellement plusieurs) = **durée minimale** du projet
- ✓ **Activités du chemin critique** = **activités critiques**
  - tout dépassement de délai d'une activité critique implique un retard sur le projet
- ✓ **Suivi : se concentrer** sur les activités critiques
  - ... mais attention aux chemins pseudo critiques
- ✓ **Chemin critique** = **outil de travail : diminuer** sa durée
  - durée des activités critiques
  - durée des activités communes à plusieurs chemins critiques
  - éclater les activités critiques (parties critiques, parties non critiques)
  - (général) : le plus possible d'activités en parallèle

# Méthode PERT : exemple de chemin critique



◆ et si, en négociant, il est possible de diminuer la durée de la conception à 3 et celle du codage à 2 ? Et d'abord est ce possible ?

# Vers la planification... : les marges

- ✓ De quelle marge dispose-t-on pour réaliser chaque activité ?
  - si une activité débute "au plus tôt", de combien de temps peut-on **rallonger sa durée** sans retarder le projet ?
  - à quelle date "au plus tard" une activité peut-elle commencer sans retarder le projet ?
  
- ✓ Réponses possibles à partir du calcul des marges, reposant lui-même sur le calcul des dates "au plus tôt" et "au plus tard" de chaque activité
  - dates "au plus tôt" : le projet peut être terminé à la date "date au plus tôt"
  - dates au plus tard : le projet doit être terminé à la date "date au plus tard"
  - (avec évidemment " date au plus tard" = "date au plus tôt")

# Exercice

- ✓ Calculer les dates au plus tôt et les dates au plus tard des activités du réseau exemple

# Les marges

## ✓ Marge totale

- délai total qu'une activité peut **consommer**, sans modification de la date de fin du projet
- marge totale consommée : **plus de marge** pour les activités suivantes
- = date de début au plus tard - date de début au plus tôt (idem dates de fin)

## ✓ Marge libre

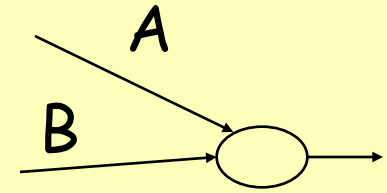
- intervalle de temps à l'intérieur duquel on peut déplacer **librement** une activité, sans avoir à se préoccuper des activités suivantes
- = date au plus tôt de l'événement fin associé - date de fin au plus tôt  
(date au plus tôt de l'événement fin associé = max des dates de fin au plus tôt des activités qui « arrivent » sur le même nœud)

# Exercice

- ✓ Calculer les marges totales et libres des activités du réseau  
exemple



# Marges totales et marges libres



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tâche A	début + tôt	Fin + tôt			Début + tard	Fin + tard			
			Marge totale = 4						
			Marge libre = 3						
Tâche B						Début +tôt			

# « Le PERT » : PERT probabiliste

# Pert probabiliste

- ✓ **A chaque activité : 3 durées**
  - a = cas le plus favorable
  - b = cas le plus défavorable
  - m = cas le plus probable
- ✓ **Estimation = combinaison de a, b, m**
- ✓ **Loi de distribution  $\beta$  de Pearson**

$$\text{durée estimée} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\text{écart type} = \frac{b - a}{6}$$

# Pert probabiliste

## ✓ Loi de distribution $\beta$ de Pearson approchée par une loi normale =>

- dans 68% des cas, la durée réelle de l'activité sera à l'intérieur d'un intervalle d'amplitude  $2 \times \frac{b - a}{6}$  autour de la durée estimée,
- dans 95% des cas, la durée réelle de l'activité sera à l'intérieur d'un intervalle

d'amplitude  $4 \times \frac{b - a}{6}$  autour de la durée estimée,

- dans 99% des cas, la durée réelle de l'activité sera à l'intérieur d'un intervalle

d'amplitude  $6 \times \frac{b - a}{6}$  autour de la durée estimée,

# Pert probabiliste

- ✓ S'il y a  $n$  activités, les écarts type de s'ajoutent pas, l'écart type total est donné par

$$2 \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \left[ \frac{b_i - a_i}{6} \right]^2} \ll \sum_{i=1}^{i=n} \frac{b_i - a_i}{6}$$

valable à partir de  $n = 10$

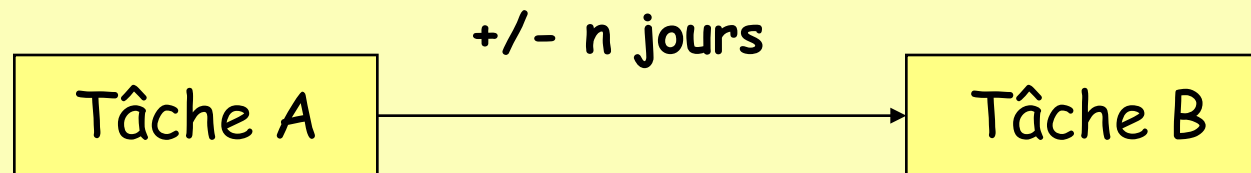
- ✓ Probabilité que la date de fin du projet soit inférieure ou égale à la date de fin estimée = ?

# Méthode des potentiels

# Méthode des potentiels

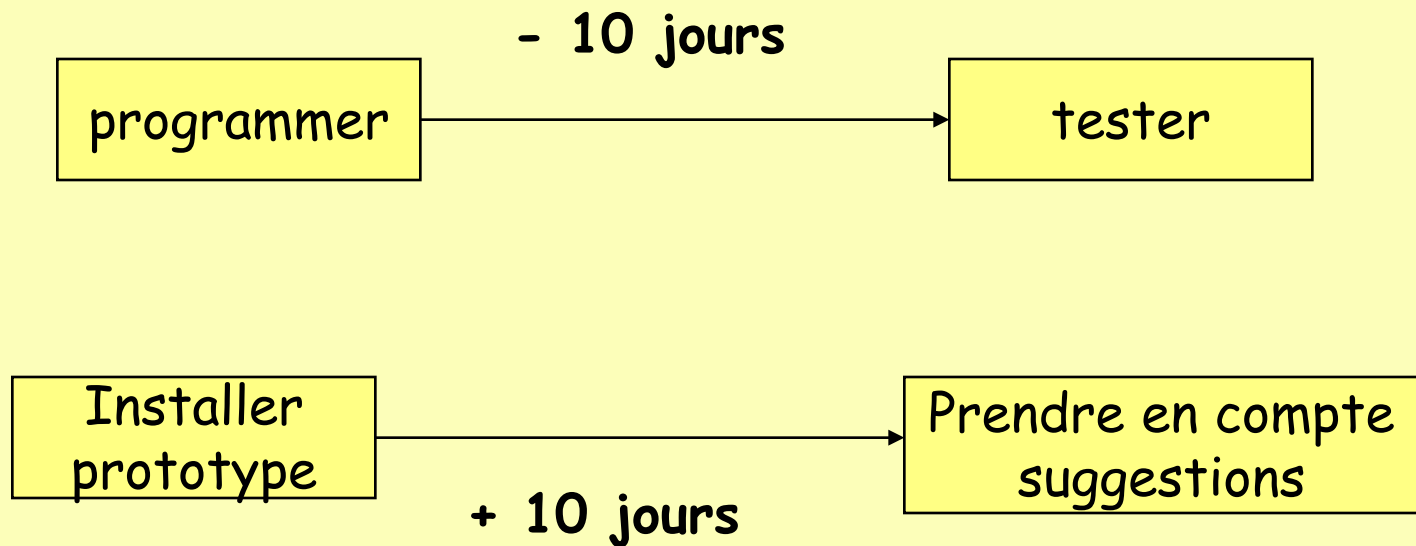
- ✓ **Analogue à la méthode PERT, mais**
  - noeuds = activités
  - arcs = dépendances entre activités
  - contraintes de type
    - » début à début, fin à fin
    - » début à fin, fin à début
- ✓ **Avantages :**
  - plus besoin de tâche fictive
  - ajout, suppression de contrainte plus facile
  - prise en compte aisée de contraintes telles que
    - » "A peut commencer 1 semaine avant la fin de B -de durée 3 semaines-" par simple valuation des arcs
- ✓ **Inconvénients :**
  - risques au niveau de la lisibilité (codage des activités, types de contraintes)
  - peut-être trop détaillée pour les besoins de projets informatiques
  - méthode française

# Lien Fin à Début

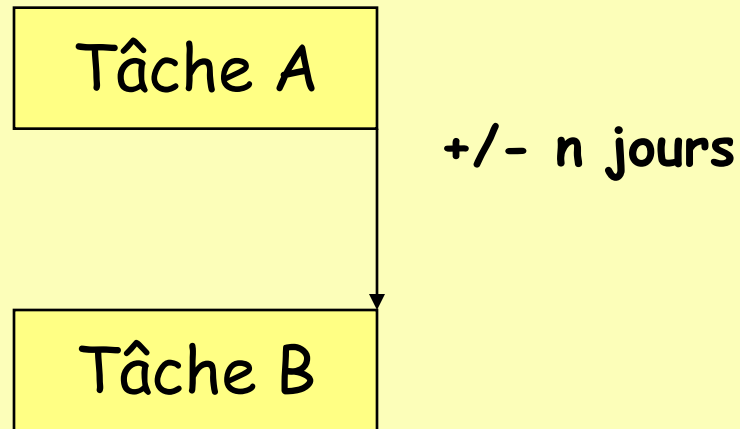




# Lien Fin à Début : exemples

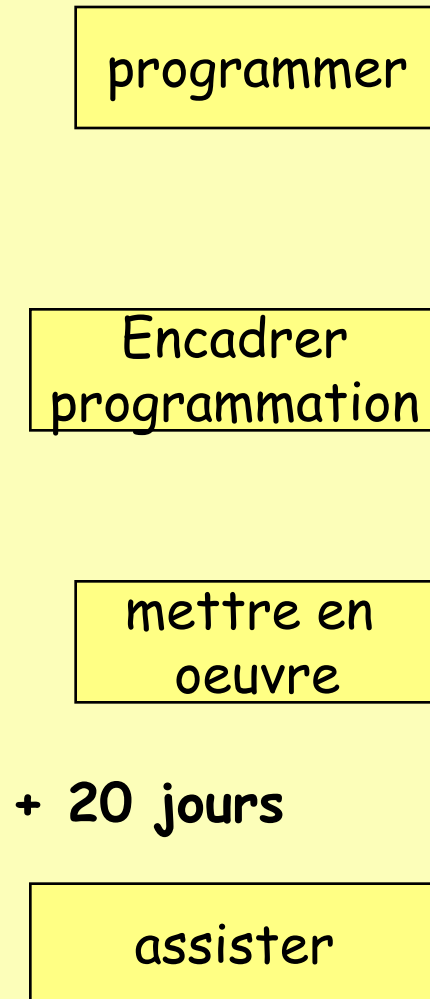


# Lien Fin à Fin

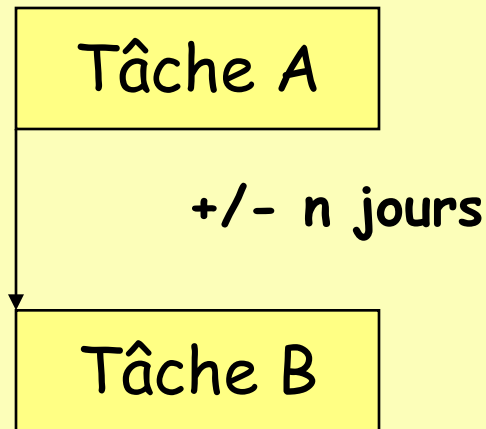


La fin de la tâche A **commande la fin** de la tâche B : B **ne peut terminer** que lorsque A termine

# Liens Fin à Fin : exemples

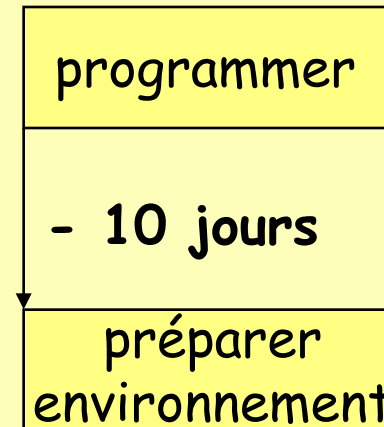
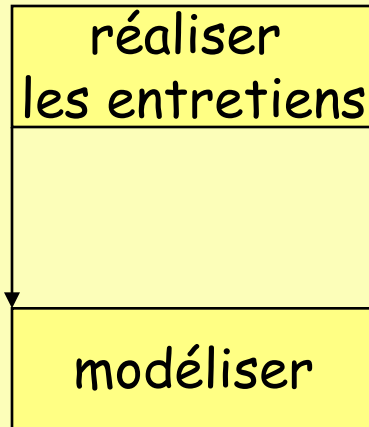


# Lien Début à Début

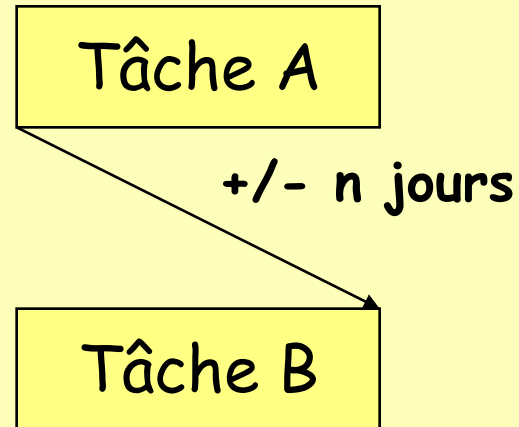


Le début de la tâche A **déclenche le début** de la tâche B : B doit **obligatoirement commencer** quand A commence

# Lien Début à Début : exemples

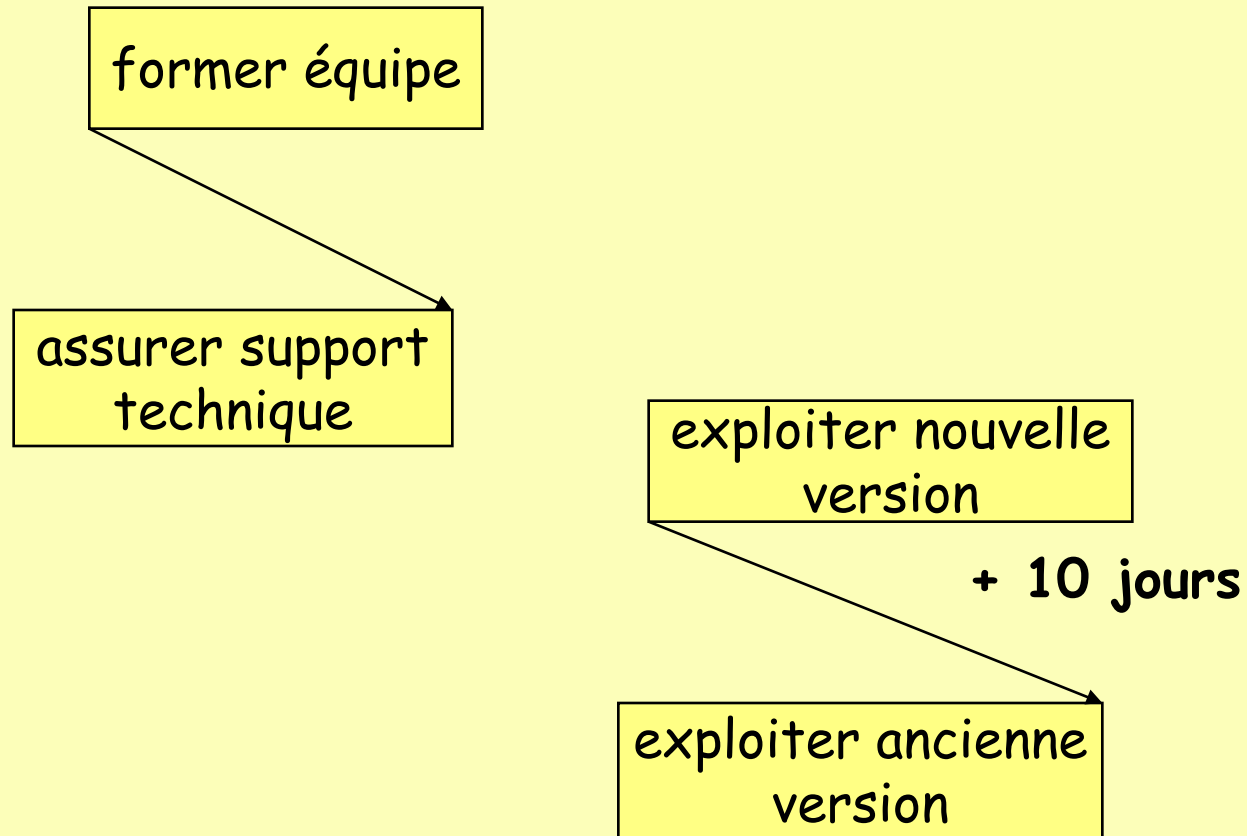


# Lien Début à Fin



**le début de la tâche A marque la fin de la tâche B**

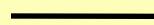
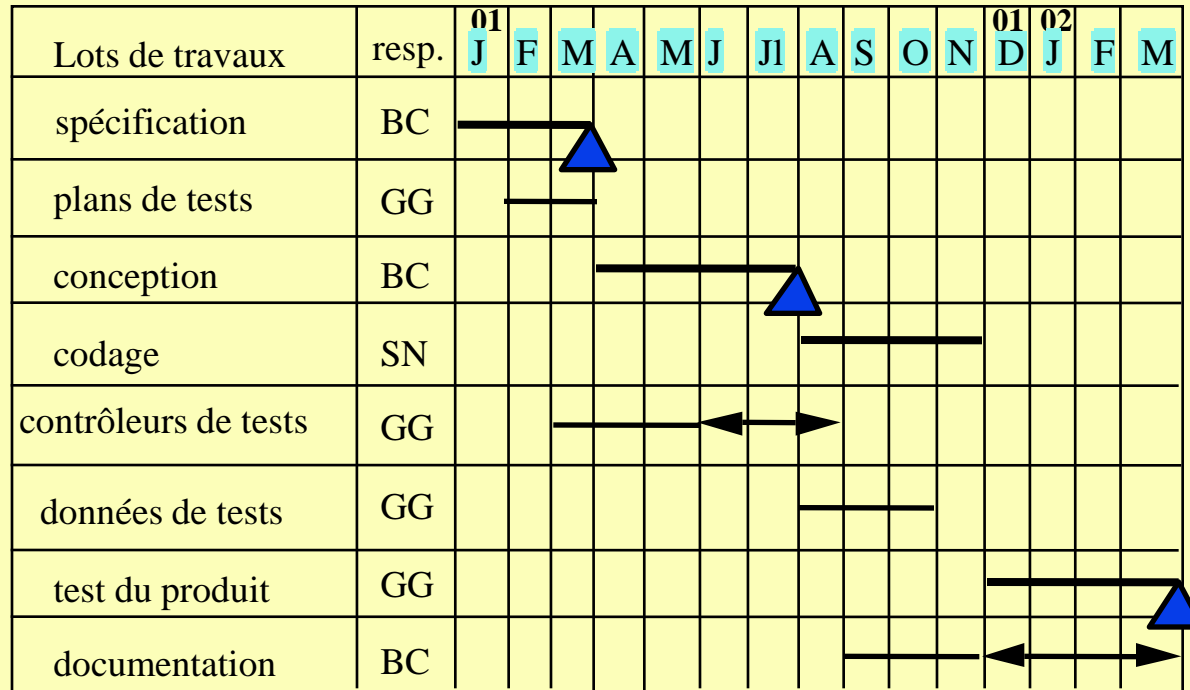
# Lien Début à Fin : exemples



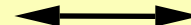
# Diagramme à barres « GANTT »



# Diagramme de Gantt : exemple



activité simple



marge

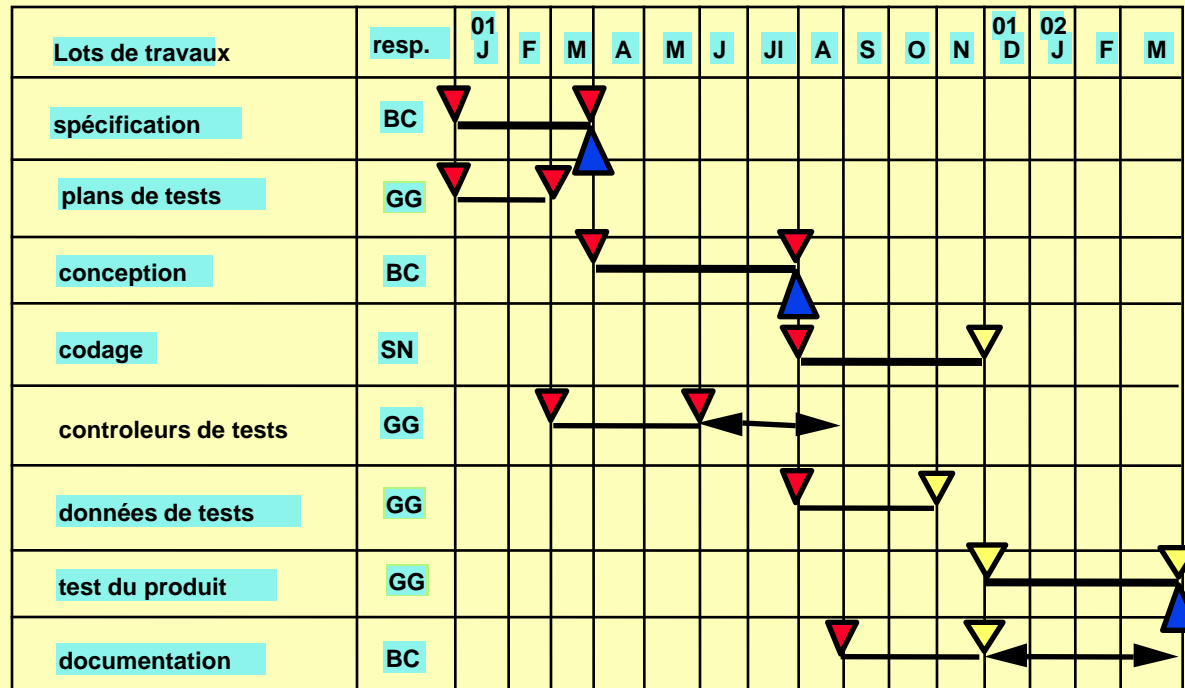


activité critique



jalón

# Diagramme de Gantt : un petit plus



▼ jalon prévu

▼ jalon atteint

# Pert et Gantt sont complémentaires

## ✓ Pert

- activités, **relations de dépendance** entre activités
- **calculs** (chemin critique, marges...)

## ✓ Gantt

- visualisation **très claire** de la **réalisation** des activités dans le temps
- pas de visualisation des dépendances / indépendances entre activités
- progrès des activités visualisé en "tout ou rien" ou avec des pourcentages
- expression **d'une solution**

## ✓ Les deux sont indispensables

- (le PERT "dans le temps" est difficilement utilisable "sur le terrain", "au jour le jour")

# Planification

## Organisation des activités

# Organisation des activités

## Taille de l'équipe

# COCOMO II - Development Time

- ✓ recall, to determine actual calendar development time requires a translation from effort in person-months to development time in calendar months

$$TDEV = [ c \times (PM_{NS})^d ]$$

where

$$c = 3.67$$

$$d = 0.28 + 0.2 \times [b - 1.01]$$

example:

$$\text{if } PM_{NS} = 100 \text{ person-months}$$

$$\text{and } b = 1.15$$

then

$$TDEV = 3.67 \times (100)^{0.308} = 15 \text{ calendar months}$$

# Schedule Realities

- ✓ in the earlier example a 100 person-month effort translates into 15 calendar months
- ✓ why not:
  - 100 people working for 1 month each, or
  - 20 people working 5 months, or
  - 1 person working for 100 months ?
- ✓ are these valid alternatives?

# Other Development Time Models

- ✓ while parametric models may vary **wildly on equation form** and estimates of effort, note how consistent they are with respect to basic form and translation of effort to development time

Watson-Felix	-	$T = 2.5 E^{0.35}$
Putnam	-	$T = 2.4 E^{1/3}$
COCOMO.81	-	$T = 2.5 E^{0.38}$
COCOMO II	-	$T = 3.0 E^{0.33+0.2(b-1.01)}$

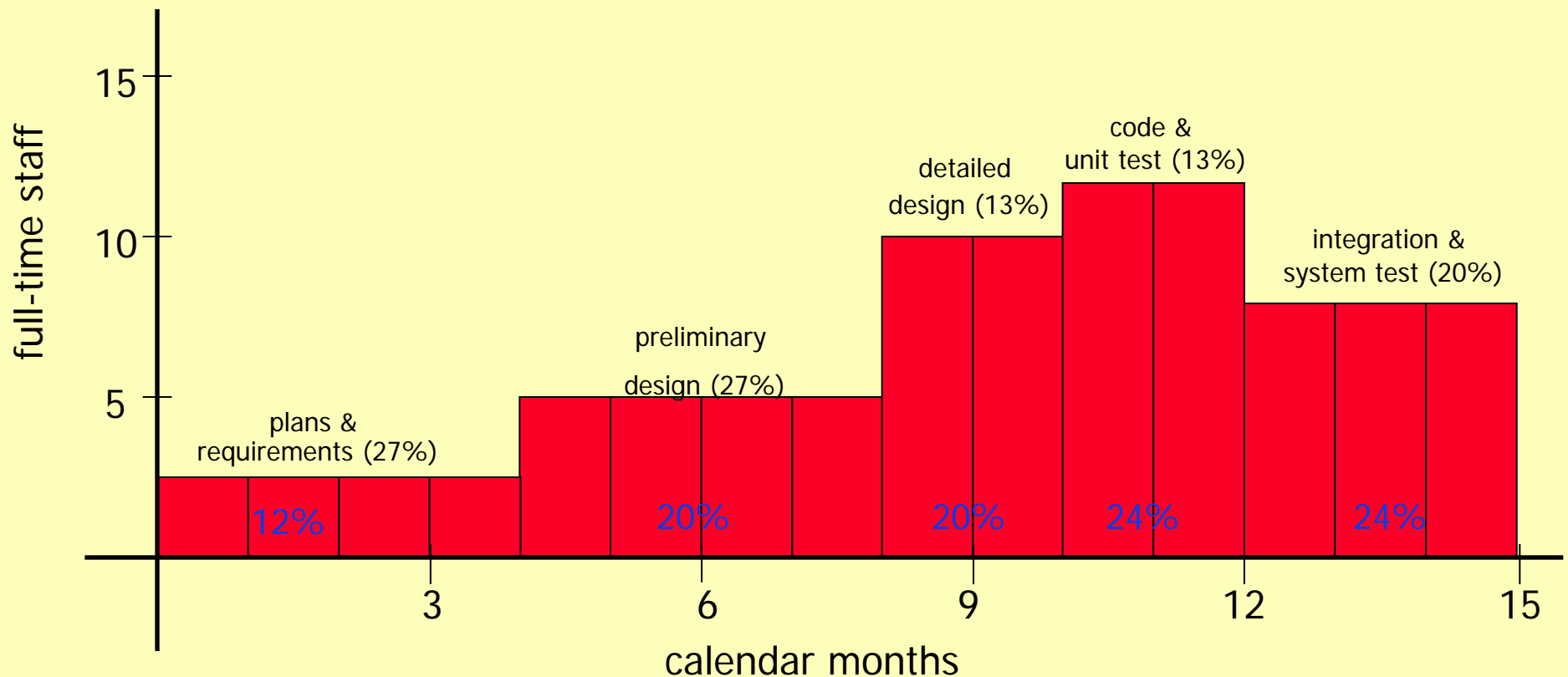


# Staffing Profiles

- ✓ effort and development time provide estimates in support of **total costs** and **total schedule duration**, but they say nothing of the actual labour distribution
- ✓ early “concept” activities may require **small percentages** of total effort yet may require a **significant percentage** of overall schedule
  - certain tasks are **difficult** to achieve with high degrees of **concurrent activities**
- ✓ implementation activities may often represent **two thirds** of the total effort, but are ongoing for **less than half** the overall schedule time
  - **concurrent activities** are **the norm**

# Typical Staffing Profiles (1)

✓ profile of a linear (Waterfall) project

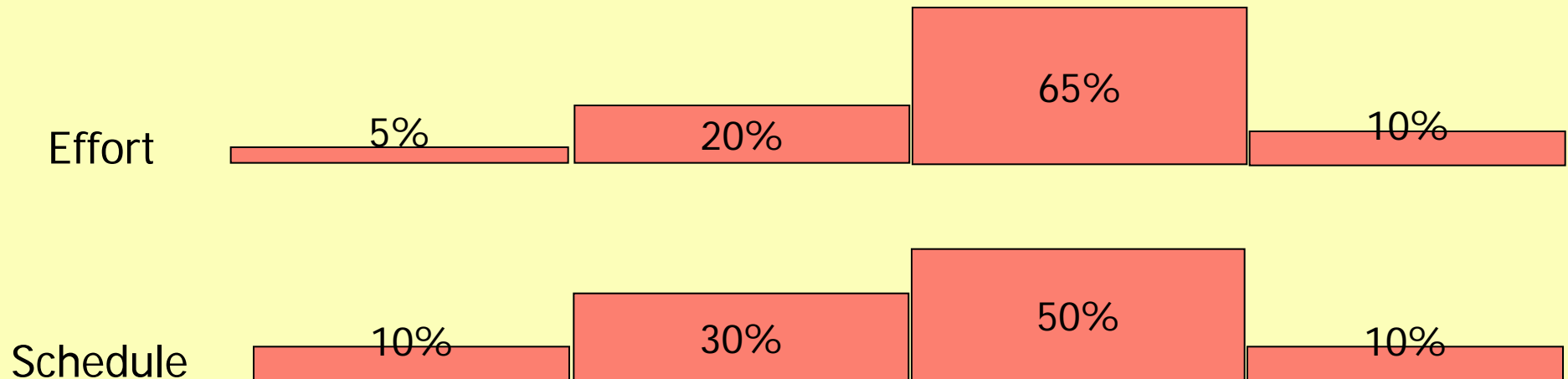


% Effort

# Typical Staffing Profiles (2)

- ✓ default distributions of effort and schedule for a Unified (iterative) project

Engineering Stage		Production Stage	
Inception	Elaboration	Construction	Transition



# Optimum Labour Distribution (1)

✓ more formally, productivity can be derived as follows:

average productivity ,  $P_y = P - L(N-1)^y$   $(0 < y < 1)$

and total productivity,  $P_{\text{tot}} = N \times P_y$

where

$P$  - individual productivity

$N$  - number of members on the team

$L$  - the loss associated with each communication link

$y$  - a measure of the number of communication links

# Optimum Labour Distribution (2)

✓ **example:**

- given a team of 11 people with average productivity of 10 function points per iteration
- assume a productivity loss of 10% (of  $P = 10$ ) per communication link and 80% interaction among team members

$$\begin{aligned}\text{average productivity} \quad P_y &= P - L(N-1)^\gamma \quad (0 < \gamma < 1) \\ &= 10 - 1(11-1)^{0.8} = 3.69 \\ \text{and total productivity,} \quad P_{\text{tot}} &= N \times P_y \\ &= 11 (3.69) \\ &= 40 \text{ function points per iteration}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{et si } \gamma &= 20 \% \\ P_y &= 10 - 1(11-1)^{0.2} = 8.4 \\ P_{\text{tot}} &= 92 \text{ function points per iteration}\end{aligned}$$

# Organisation des activités

## Le Planning

# Planification opérationnelle

- ✓ Matérialisée par un GANTT
- ✓ Prend en compte les contraintes
  - de liaisons entre tâches : cf. PERT
  - temporelles : dates imposées
  - de disponibilité des ressources : congés, autre projet, pénurie...
  - d'exclusion : des tâches logiquement indépendantes ne peuvent pas être planifiées en « simultané », par ex pour des raisons de sécurité. Rare chez nous (ie. recette fonctionnelle, tests de volume sur une même machine...)

# Planification opérationnelle

## ✓ Démarche proposée

- Pert logique
- Gantt **au plus tôt**
- histogramme des charges au plus tôt
- si histogramme non satisfaisant alors
  - modification du GANTT (disponibilité des ressources, pourcentage d'affectation, calendrier, priorité des tâches...)
  - si échec alors ...
  - fin si
- fin si

## ✓ Autre possibilité

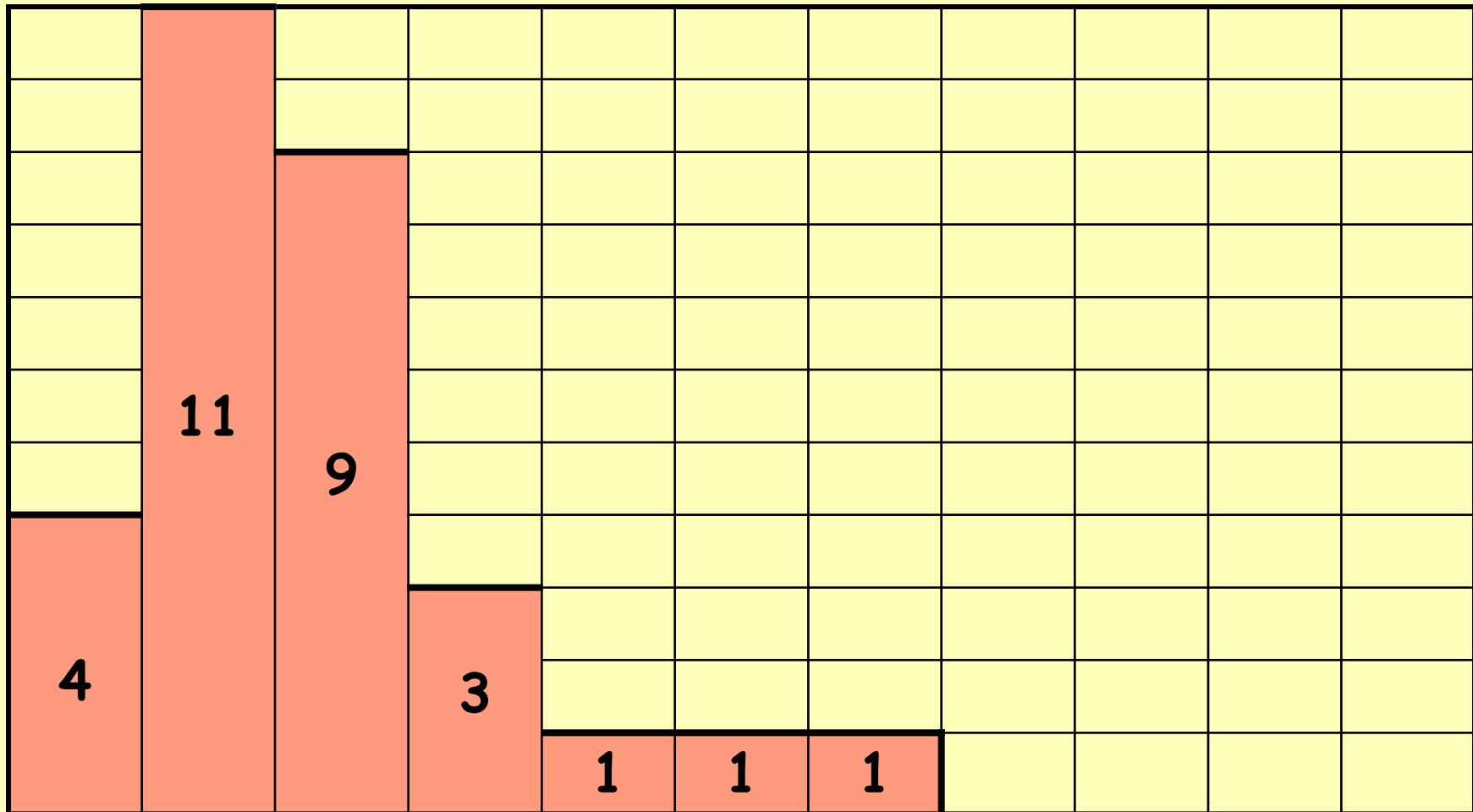
- Démarrer avec les charges **au plus tard**



# Planification opérationnelle (ici un seul type de ressource)

A0										
A1										
A2										
A3										
A4										
A5										
A6										
A7										
A8										
A9										
A10										
A11										

# Histogramme des ressources



# Modifications du Gantt : deux techniques

## ✓ Lissage

- » délais de réalisation des activités **inchangés**, **dates** de réalisation **modifiées**
- » **répartition différente** des ressources
- » **pas de surcharge**, **pas de sous charge**

## ✓ Nivellement

- » prise en compte de la **limitation** des ressources
- » **délais** de réalisation des activités **changés**
- » date de fin de projet si possible respectée

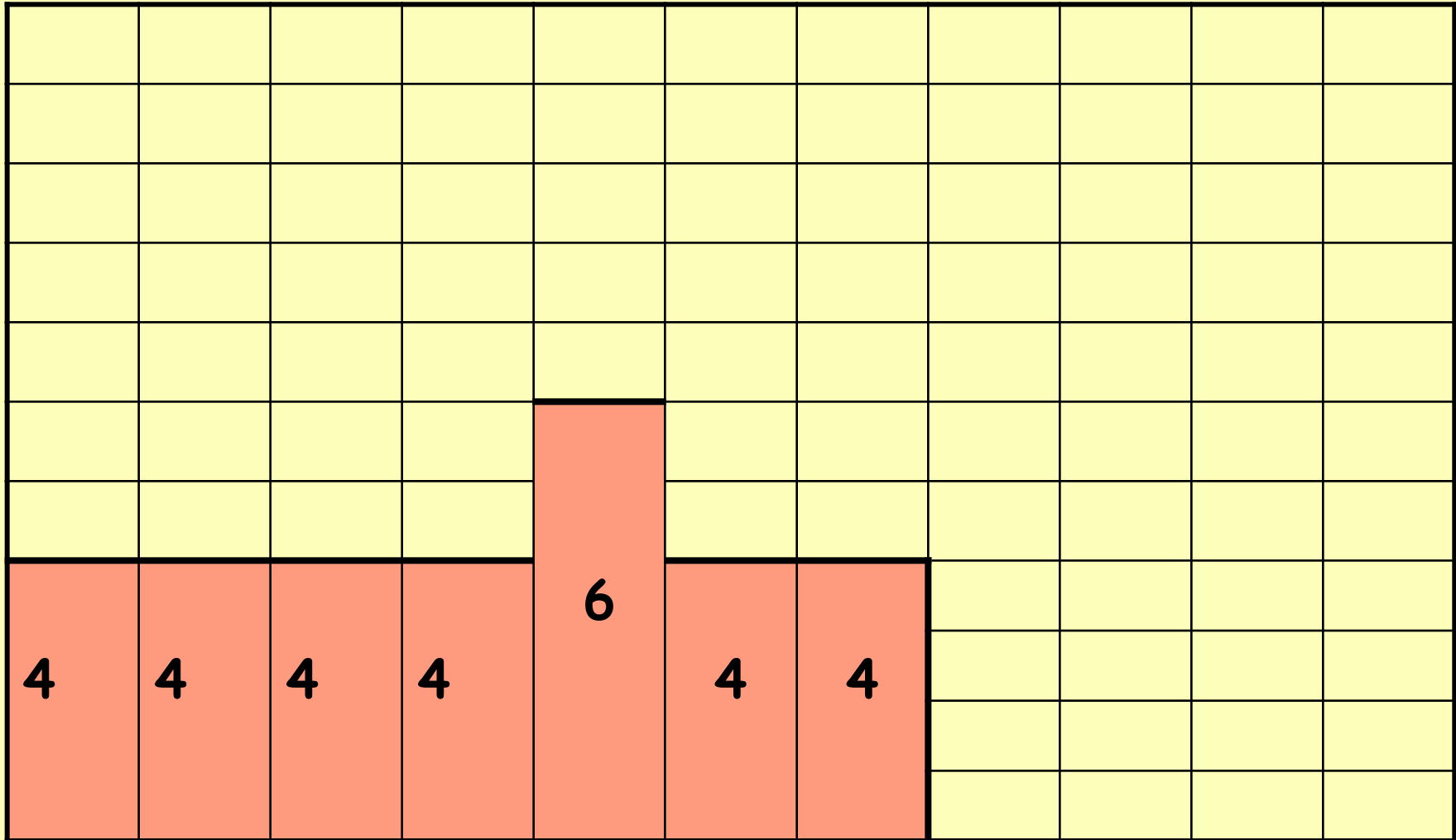
## ✓ Dans les deux cas

- » **utilisation des marges libres**
- » **respect des marges totales**
- » prise en compte des aspects humains...
- » => attention au degré d'automatisation des outils ! (scénarii oui, mais...)

# Planification opérationnelle (ex lissage)

A0										
A1										
A2										
A3										
A4		->								
A5		->								
A6		->								
A7										
A8		->								
A9		->								
A10		->								
A11		->								

# Histogramme des ressources (après lissage)



# Planification opérationnelle (ex nivellement)

A0										
A1										
A2										
A3										
A4		1 / 2 ->								
A5		1 / 2 ->								
A6										
A7										
A8										
A9										
A10										
A11										

# Histogramme des ressources (lissage + nivellement)

