

A cartoon illustration of a man with a large nose, wearing a blue suit and white shirt, holding a yellow sign with both hands. The sign contains the text 'Gestion de Projet' in red. The background is a light yellow gradient, and the entire image is framed by a thick blue border.

**Gestion  
de  
Projet**

# Définitions et objectifs

- ☞ **Projet**: ensemble de **tâches** visant à atteindre un objectif commun
- ☞ **Programme**: projet très complexe, de longue haleine
- ☞ **Gestion de projet**: planifier, **ordonner** (les tâches dans le temps), superviser, contrôler le projet ou le programme ainsi que les **ressources** requises afin de réaliser l'objectif fixé, à l'intérieur des limites technologiques, de coût et de temps données
- ☞ Utilisé en général pour
  - ✓ des projets ou programmes complexes
  - ✓ avec des multiples tâches interdépendantes
  - ✓ qui requièrent de moyens importants
  - ✓ et plusieurs intervenants



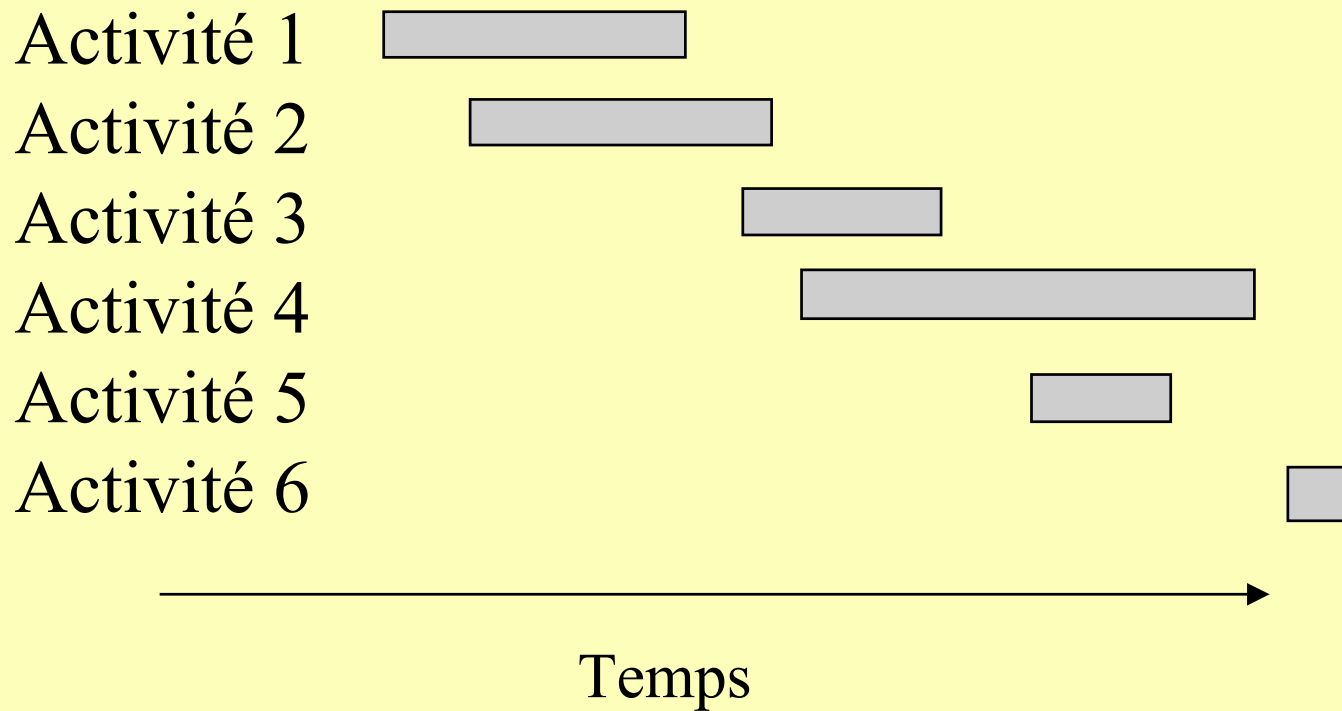
# Méthode

- ☞ Préciser l'objectif
- ☞ Identifier les tâches (activités)
  - ✓ exécution indépendante
  - ✓ dimension et complexité "gérables"
  - ✓ autorité d'exécution
- ☞ Définir la structure organisationnelle d'exécution et de contrôle
- ☞ Estimer la durée et les ressources pour chaque tâche
- ☞ Estimer les risques et prévoir des marges
- ☞ Calculer la durée totale et le coût total du projet
- ☞ Dresser un calendrier d'échelonnement des activités
- ☞ Allouer les ressources
- ☞ Mesurer, surveiller, ajuster le programme ...

# Outils de contrôle

- ☞ Facteurs: temps, coût, disponibilité et consommation des ressources
- ☞ Nombreuses méthodes “graphiques”
  - ✓ diagrammes de Gantt
  - ✓ (voir Exhibit 3.3, pg 63, Chase, Aquilano & Jacobs 9<sup>ième</sup>)

# Exemple de diagramme de Gantt



# Ordonnancement de projet

- ☞ Les méthodes les plus utilisées sont basées sur de modèles et méthodes de réseaux
  - ✓ Méthode du chemin critique  
Critical Path Method - CPM
  - ✓ Technique d'évaluation et de révision de programme  
Program Evaluation and Review Technique - PERT

# CPM – “Critical Path Method”

- ⌘ Pour Du Pont (et Remington-Rand) (1957)
- ⌘ Projet: entretien préventif d’usines chimiques
- ⌘ Projet répétitif de nature connue
- ⌘ But: compresser la durée du projet, en accélérant certaines tâches, contre coûts additionnels

# PERT – “Program Evaluation and Review Technique”

- ☞ Pour la marine américaine (1958)
- ☞ Projet missiles Polaris
- ☞ Projet innovateur de nature incertaine
- ☞ Buts: calculer à partir des estimés de la durée de chaque activité (trois estimés: optimiste, pessimiste, « normal »), la durée moyenne et la variance du programme (et sous-programmes)
  - ⇒ calculer la probabilité de finir à temps



# PERT ou CPM?

- ⌘ Ancêtre commun: les diagrammes de Gantt  
(pas de procédures d'estimation des temps)
- ⌘ Au début: méthodes différentes
- ⌘ Actuellement: une seule méthode : **PERT/CPM**
- ⌘ Bâtir un réseau d'activités et y trouver  
**le plus long chemin = le chemin critique**

# Construction du réseau

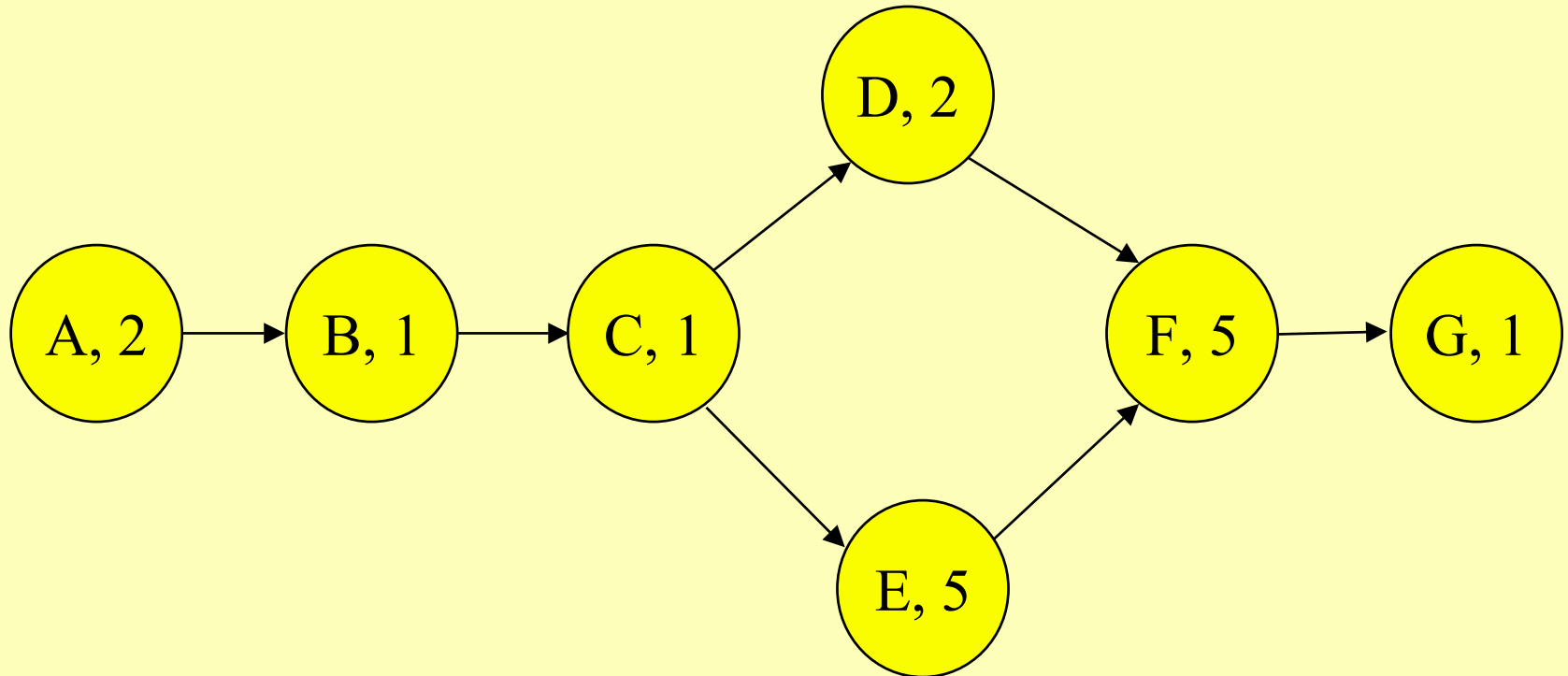
- ☞ Nœuds = Activités  
Chaque activité a une *durée* et des *activités immédiatement la précédant*
- ☞ Arcs = Relations de précédence
- ☞ Le réseau peut aussi être bâti avec des activités sur les arcs et des instants temporels aux nœuds



## Exemple CPM

Activité	Nom	Prédécesseurs	Durée (sem)
Identifier les besoins des clients	A	aucun	2
Rédiger et soumettre la proposition	B	A	1
Obtenir l'approbation	C	B	1
Développer esprit et buts d'équipe	D	C	2
Entraîner les employés	E	C	5
Former les groupes TQC	F	D, E	5
Ecrire le rapport d'évaluation	G	F	1

## Le réseau



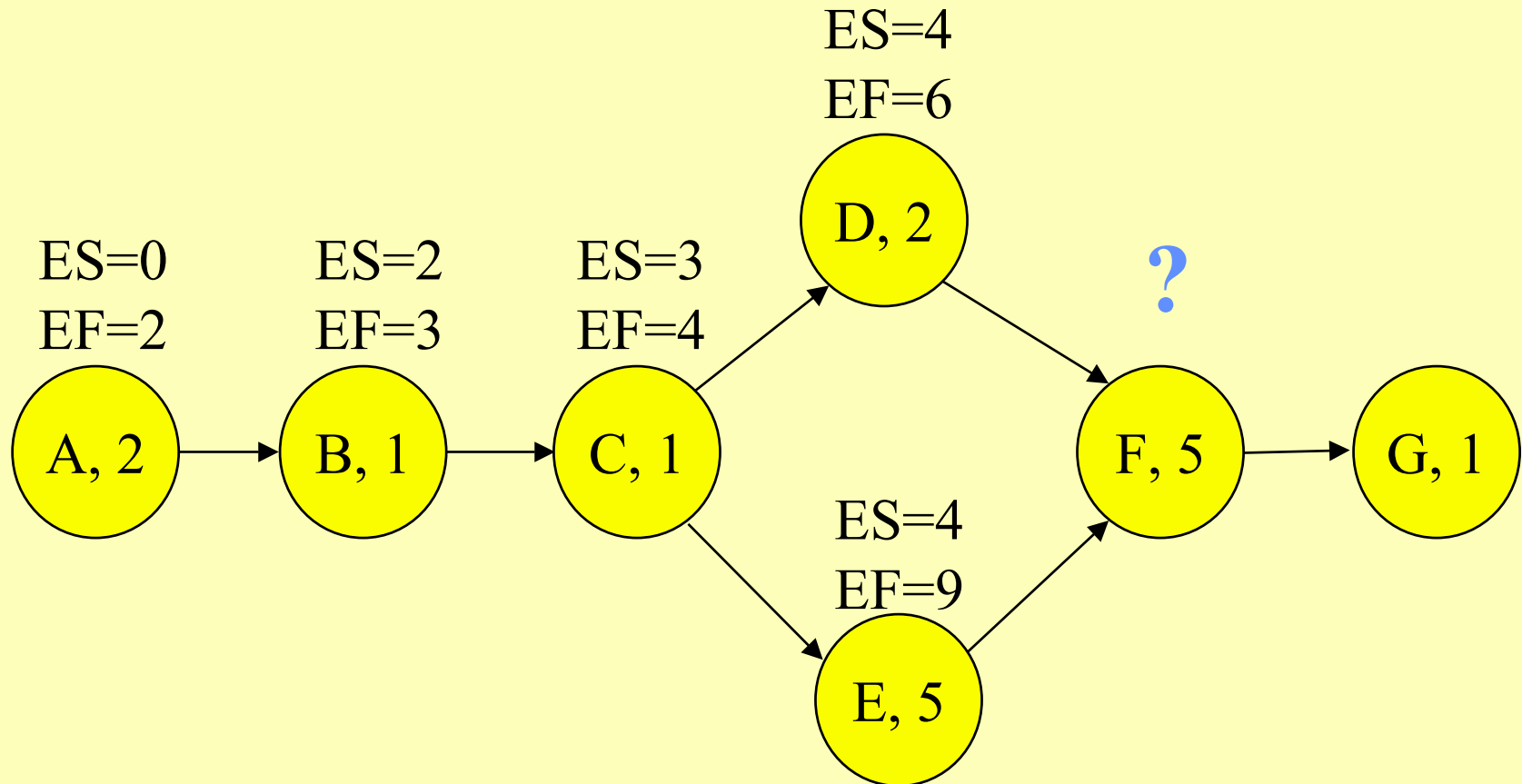
# Chemin critique

## Moments au plus tôt

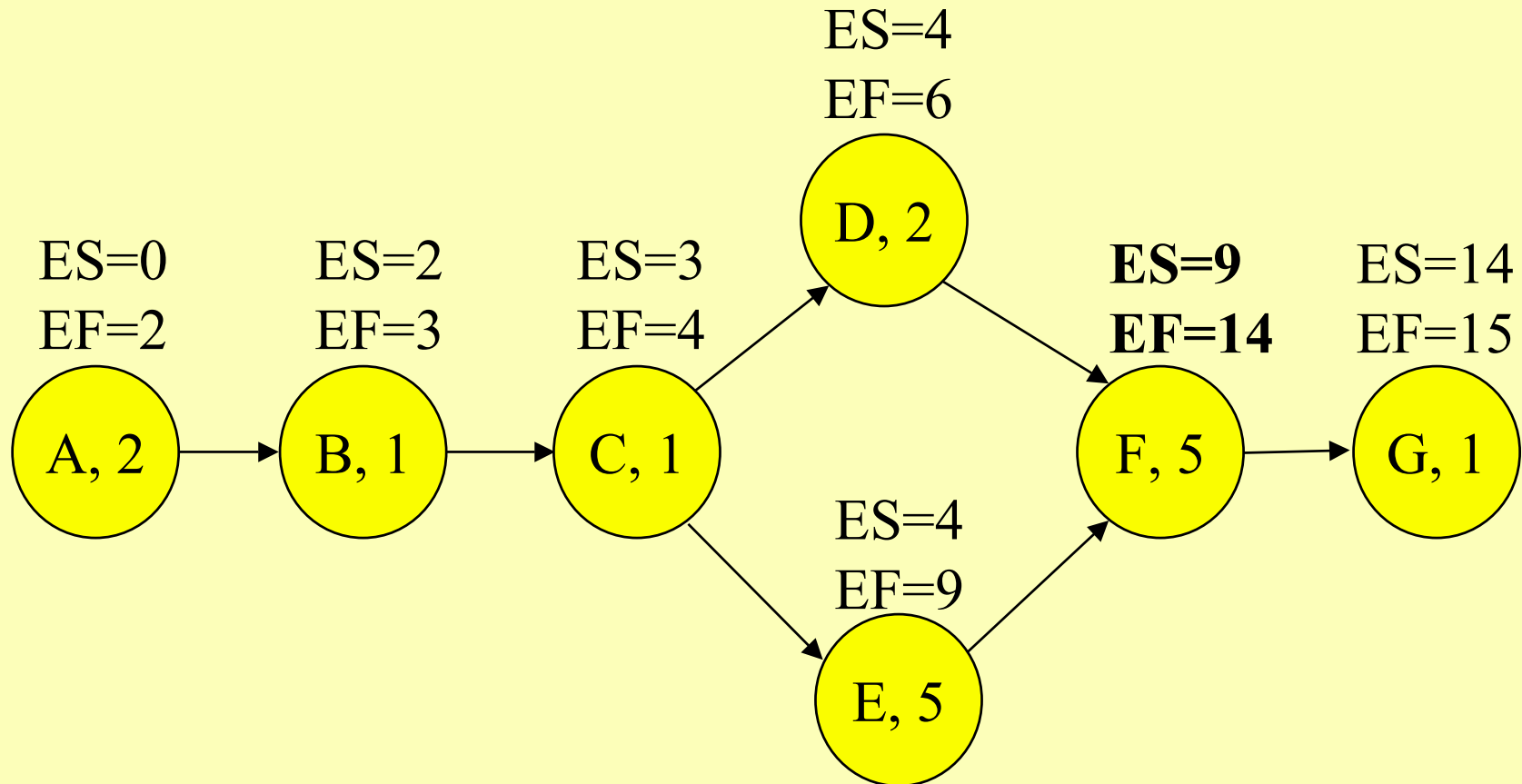


- ☞ **Début au plus tôt** (“Earliest Start Time”) *ES*  
L’instant le plus rapproché du début du projet pour commencer l’activité
- ☞ Fin de toutes les tâches précédentes
- ☞ **Fin au plus tôt** (“Earliest Finish Time”) *EF*  
Début au plus tôt + Durée
- ☞ *ES* d’une tâche =  $\max \{EF \text{ des précédentes}\}$
- ☞ Calcul par passe “avant” (origine vers fin)

# CPM - Temps au plus tôt

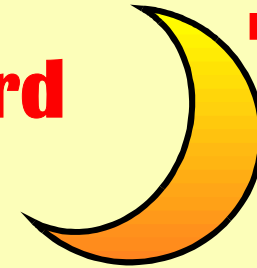


# CPM - Temps au plus tôt



# Chemin critique

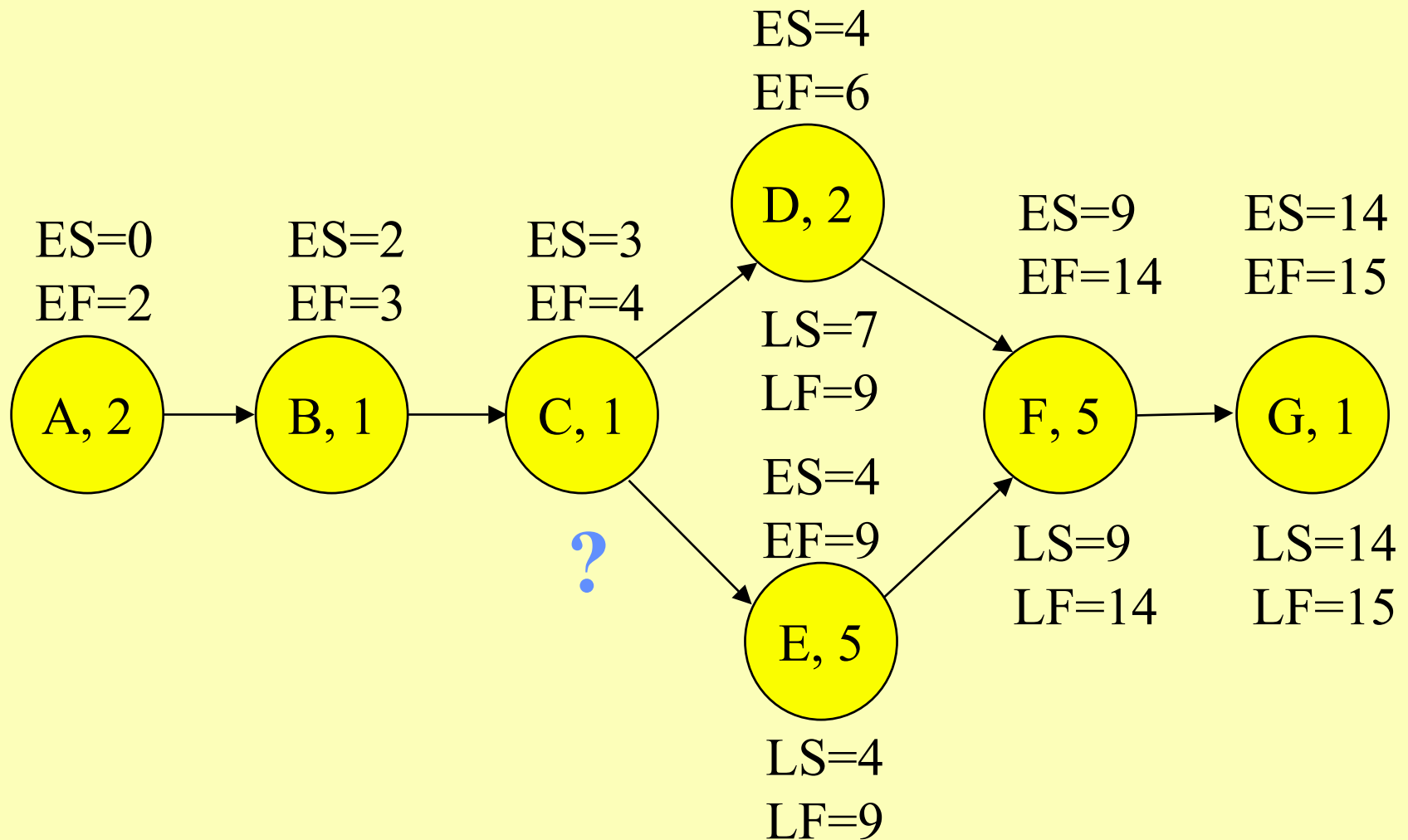
## Moments au plus tard



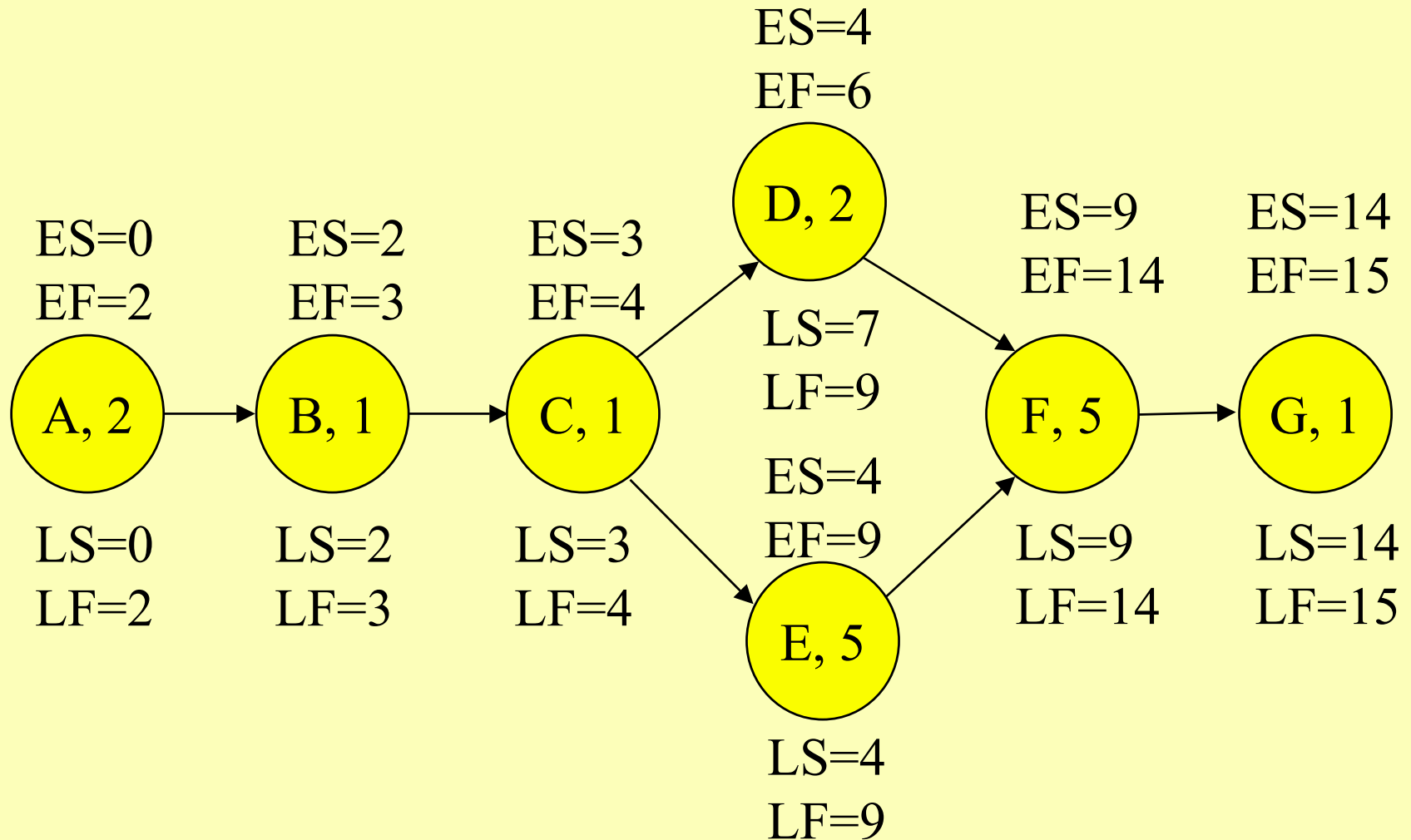
- ☞ **Fin au plus tard** (“Latest Finish Time”) *LF*
- ☞ L’instant le plus tardif pour compléter une activité sans retarder le projet
- ☞ **Début au plus tard** (“Latest Start Time”) *LS*  
Fin au plus tard – Durée
- ☞ Calcul par passe “à rebours”  
(fin vers origine)
- ☞ *LF* d’une activité =  $\min \{LS \text{ des successeurs}\}$



# CPM - Temps au plus tard



# CPM - Temps au plus tard



# Chemin critique

☞ **Marge** (“Slack”) d’une tâche =

Début au plus tard – Début au plus tôt ( $LS - ES$ )

Fin au plus tard – Fin au plus tôt ( $LF - EF$ )

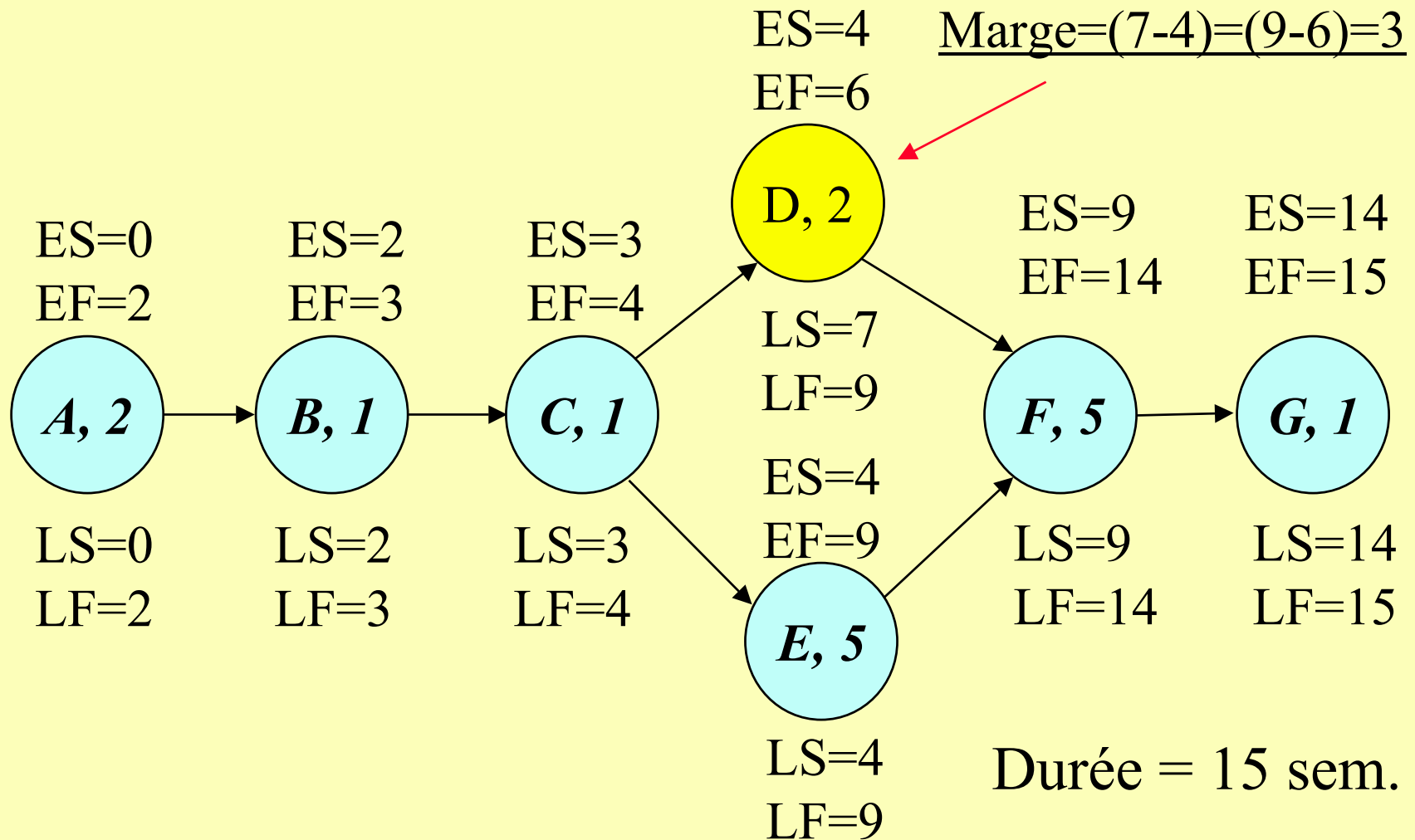
⇔ Retard maximum « admissible »

☞ **Tâche critique** = marge nulle

☞ **Chemin critique** = suite d’activités à marge nulle du début à la fin du projet

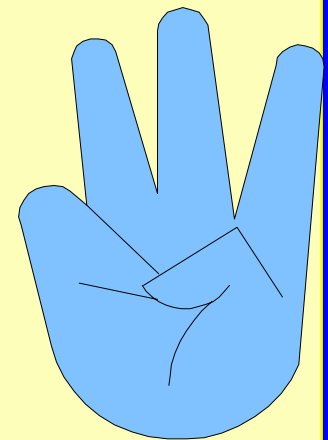


# CPM - Chemin critique

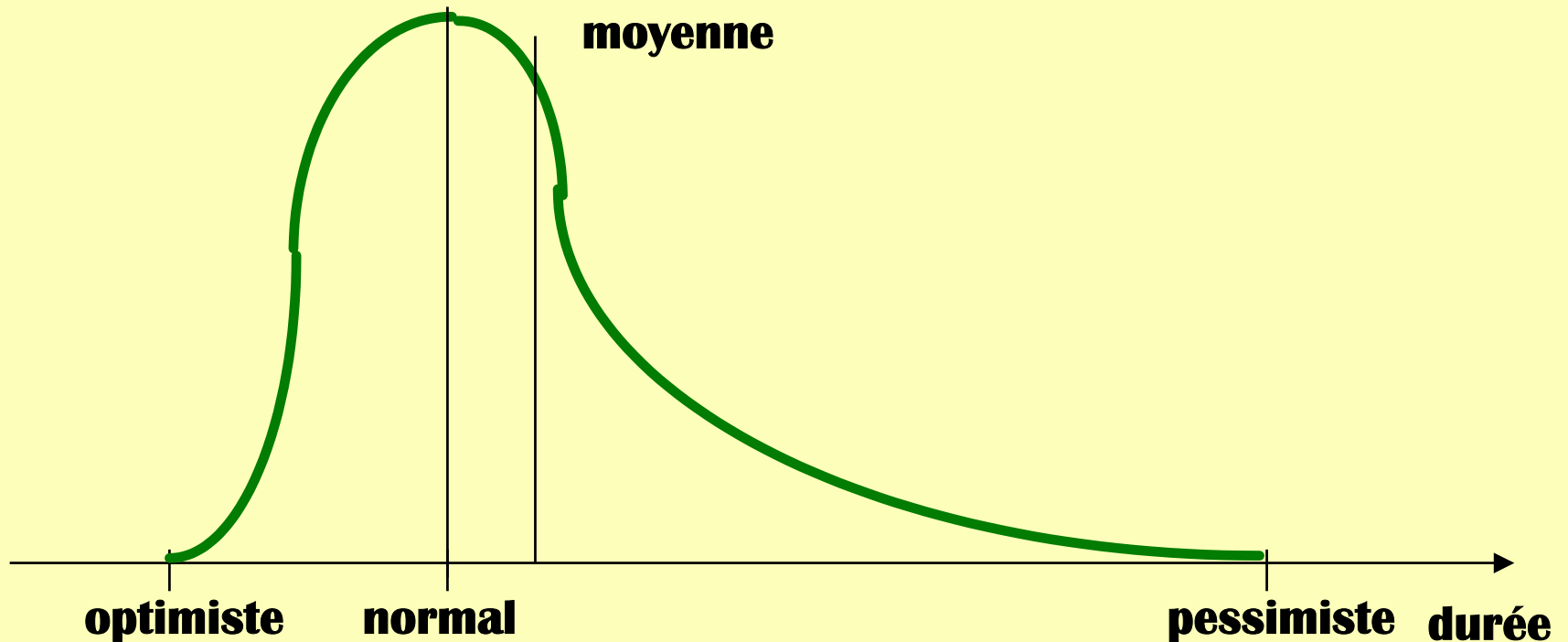


# PERT – Trois estimations de durée

- ☞ Durée de chaque activité assumée « aléatoire » (distribution de probabilité asymétrique - *beta*)
- ☞ Trois estimations:
  - ✓ optimiste (le plus vite)
  - ✓ pessimiste (le plus lent)
  - ✓ la plus probable (normal)
- ☞ Durée espérée (moyenne) de l'activité =  $(vite + 4normal + lent) / 6$
- ☞ Écart type ( $\sqrt{variance}$ ) de l'activité =  $(lent - vite) / 6$
- ☞ Chemin critique avec durées moyennes



# Distribution asymétrique – *Beta*



**asymétrique: normal - optimiste  $\ll$  = pessimiste - normal**

# PERT – Potentiel

- ☞ Possibilité de calculer la *probabilité de compléter le projet à temps* (durée totale = loi normale)

- ☞ 
$$Z = \frac{D - E(EFP)}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}}$$

- ✓  $D$  = Date prévue de fin = Durée prévue

- ✓  $E(EFP)$  = Date de fin au plus tôt *espérée*  $\Leftrightarrow$  Durée espérée

- ✓  $\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}$  = Somme des variances des activités

- ☞ Probabilité {Compléter le projet à temps} =  
Probabilité  $\{E(EFP) \leq D\} = \text{Prob}\{N(0,1) \leq Z\}$

- ☞ “facile” à calculer

## Exemple PERT

Tâche	Prédécesseurs immédiats	Durée estimée (jours)		
		Optimiste	Probable	Pessimiste
A	-	3	6	15
B	-	2	4	14
C	A	6	12	30
D	A	2	5	8
E	C	5	11	17
F	D	3	6	15
G	B	3	9	27
H	E, F	1	4	7
I	G, H	4	19	28

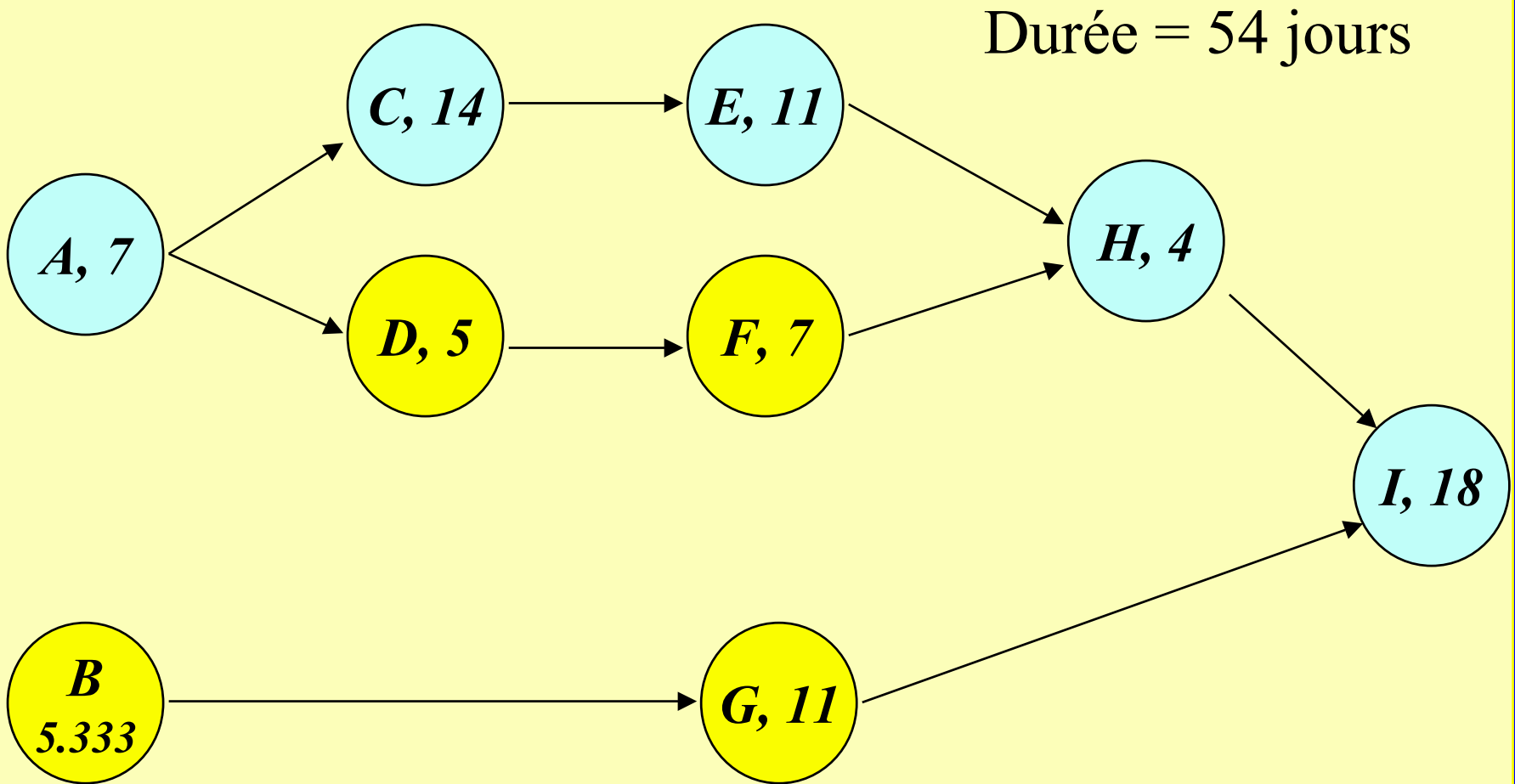
$$\text{Durée espérée} = \frac{\text{Optimiste} + 4 (\text{La plus probable}) + \text{Pessimiste}}{6}$$



## PERT - Durée espérée et variance

Tâche	Prédécesseurs immédiats	Durée espérée	Variance
A		7	4
B	- -	5.333	4
C	A	14	16
D	A	5	1
E	C	11	4
F	D	7	4
G	B	11	16
H	E,F	4	1
I	G, H	18	16

# PERT Chemin critique

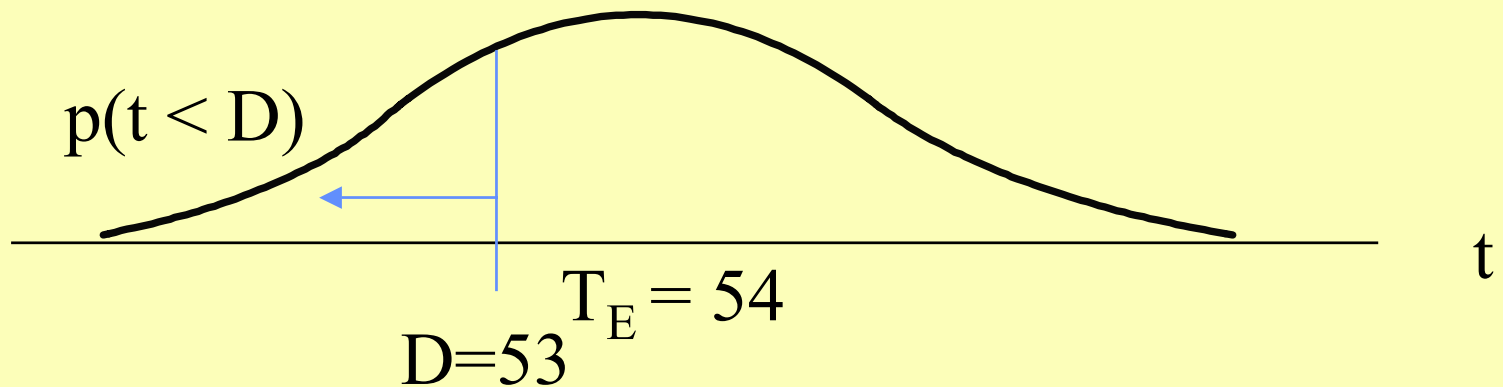


## Résultats

- ⌘  $E(EFP) = \text{Durée espérée} = 54 \text{ jours}$
- ⌘ Chemin critique: A, C, E, H, I
- ⌘ Variance = 41 jours

## Exemple PERT

Quelle est la probabilité de finir en 53 jours ou moins?



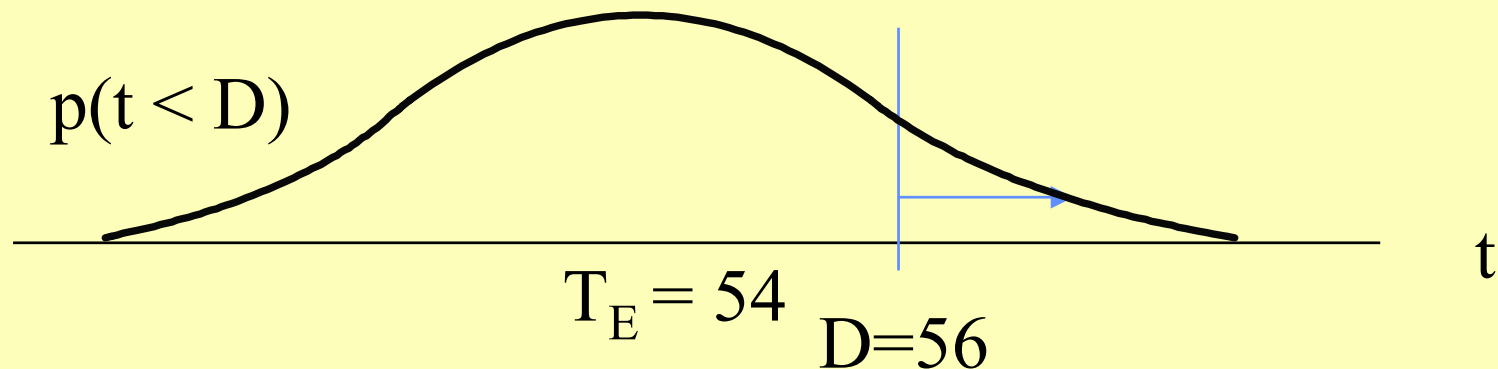
$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}} = \frac{53 - 54}{\sqrt{41}} = -.156$$

$$P(Z < -.156) = .436$$

Il y a une probabilité de 43,6% de finir en 53 jours ou moins

## Exemple PERT

Quelle est la probabilité de finir en plus de 56 jours?



$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}} = \frac{56 - 54}{\sqrt{41}} = .312$$

$$P(Z < -.312) = .378$$

Il y a une probabilité de 37,8% de finir en plus de 56 jours

# PERT – Commentaires

- ☞ Hypothèses pas toujours faciles à valider
  - ✓ Distribution beta pour la durée de chaque tâche
  - ✓ Les durées des tâches indépendantes les unes des autres
- ☞ Données empiriques, lorsqu'elles existent, permettent de valider statistiquement ces hypothèses
- ☞ Approche alternative : simulation
- ☞ Données empiriques (historiques, observations, ...) sont encore plus nécessaires.

# Compromis coûts – durée

- ⌘ Accélérer le projet en accélérant certaines tâches par un accroissement des ressources
- ⌘ Coût et durée normaux  
Coût et durée accélérés  
Coûts « indirects » journaliers
- ⌘ Quelles activités accélérer et de combien afin de minimiser les coûts totaux du projet?
- ⌘ “à bras” activité par activité  
“optimal” : programmation linéaire

