

Vincent Loechner  
loechner@icps.u-strasbg.fr

## Introduction à la Gestion de Projet

1. Le contexte de la gestion de projet
2. Découper pour estimer
3. Estimer pour planifier
4. La planification du projet

## I. Le contexte

1. Les origines de la gestion de projet
2. La situation en informatique aujourd'hui
3. Les causes des échecs (selon les fournisseurs)
4. Les causes des échecs (selon les utilisateurs)
5. Les objectifs
6. Les acteurs
7. Le triangle projet
8. Le contexte psychologique
9. Motiver l'équipe de projet

## Les origines

- **années 1950** : réflexion pour les grands projets industriels (aéronautique, armement, travaux public)
- **aujourd'hui** : projets de plus en plus importants
- **besoin de méthode** : constat d'échec et situation de crise (coûts, délais, non-fiabilité...)

### *Exemples :*

- Avion F16 déclaré «sur le dos» au passage de l'équateur
- mission Vénus : passage à 500000 km au lieu 5000 km
- non-reconnaissance du missile exocet
- métro «fantôme» à San-Francisco

## Notion de projet

Ensemble d'activités :

- appartenant à différentes phases
- ayant un objectif commun
- permettant la satisfaction d'un besoin identifié
- nécessitant des équipes de spécialistes aux compétences variées
- sur lesquelles s'exercent trois types de contraintes : coûts, délais, qualité

## Caractéristiques d'un projet

- une action unique et ponctuelle, non répétitive
- limité dans le temps : dates de début et de fin
- une démarche spécifique : atteindre l'objectif en maîtrisant la qualité du produit fini, les coûts et les délais grâce à des étapes et des jalons
- mobilise des compétences multiples et complémentaires

## Lancement d'un projet

Avant acceptation ou lancement, se poser des questions :

Toute difficulté identifiée devra faire l'objet d'un dialogue approfondi avec le demandeur pour

- soit annuler, infléchir ou différer le projet
- soit négocier des moyens de réussite à hauteur des enjeux et des conditions de réussite identifiées.

### Évaluer

- Évaluer par le résultat attendu
- Évaluer par la pertinence de la demande
- Évaluer par la cohérence du projet dans le contexte de l'organisation
- Évaluer par la conduite de projet

## Évaluer le projet

- Évaluer par le résultat attendu et les enjeux
  - générateur de résultats économiques ?
  - initiateur de changements dans les structures et comportements ?
- Évaluer par la pertinence de la demande : est-elle mûre ?
  - identifier le demandeur (initiateur, décideur, destinataire)
  - cerner la demande : demande énoncée clairement, nature de la demande, cadre de la demande, les délais
- Évaluer par la cohérence du projet dans le contexte de l'organisation
  - Les résultats escomptés sont ils en accord avec la stratégie de l'entreprise ?
  - Le projet s'inscrit-il dans la planification générale de l'entreprise ?
  - Comment se positionne le projet vis-à-vis d'autres projets ou actions ? (antinomies, synergies, compétition )
- Évaluer par la conduite de projet : les risques d'aléas
  - garanties de progression et d'achèvement ?
  - programme des étapes et décisions intermédiaires connus ?
  - les indicateurs de bonne fin sont ils précisés ?

## La situation en informatique aujourd'hui

Selon le *Capability Maturity Model*, 4 niveaux :

1. **chaotique** : aucune procédure formalisée de conduite, menant à la courses au délais, à des plans successifs, à l'absence d'études de faisabilité et à la gestion des dérives.
2. **reproductible** : il existe des techniques de planification, un découpage en phases, une ébauche contrôle-qualité. Il y a des réticences sur la documentation et l'adoption d'outils de production.
3. **structuré** : il y a des méthodes de conception, une cellule "méthodes", des techniques et outils de production. Le découpage et l'estimation restent empirique.
4. **dirigé** : on intègre la conduite de projet, et le processus de fabrication est «industriel». On tente d'améliorer en permanence le processus de fabrication, et on utilise des AGL (Ateliers de Génie Logiciel).

70% des entreprises au niveau 1

## Les causes d'échecs (1)

### Côté fournisseur

- syndrome du cahier des charges
- mise en œuvre de moyens inadaptés
- contraintes de délais, charges et coûts
- démotivation de l'équipe
- absence d'outils

⇒ mène à la perte de contrôle du projet

## Les causes d'échecs (2)

### Côté utilisateur

- l'incapacité à dialoguer entre partenaires
- la mauvaise définition des objectifs
- l'absence d'implication des utilisateurs
- le manque de qualité du produit livré
- l'absence de calcul des risques

⇒ mène à un résultat décevant ou à l'échec

## La perte de contrôle

- perte de contrôle sur certains responsables
- on ne peut plus s'engager sur la date de livraison
- la qualité du produit en développement est incertaine
- non-détection à temps des écarts de délai, de coûts ou de conformité aux spécifications

## Les objectifs

«Quoi faire ?»

⇒ Définir le domaine couvert en termes de fonctionnalités

La difficulté réside dans les détails techniques, par exemple :

- temps de réponse d'un système informatique
- évolution des volumes traités par un système de réservation
- qualité des matériaux d'un bâtiment

Difficulté à prévoir en termes de faisabilité, délais, et coûts.

## Les acteurs

« Avec qui faire ? »

Diversité d'acteurs et d'intérêts :

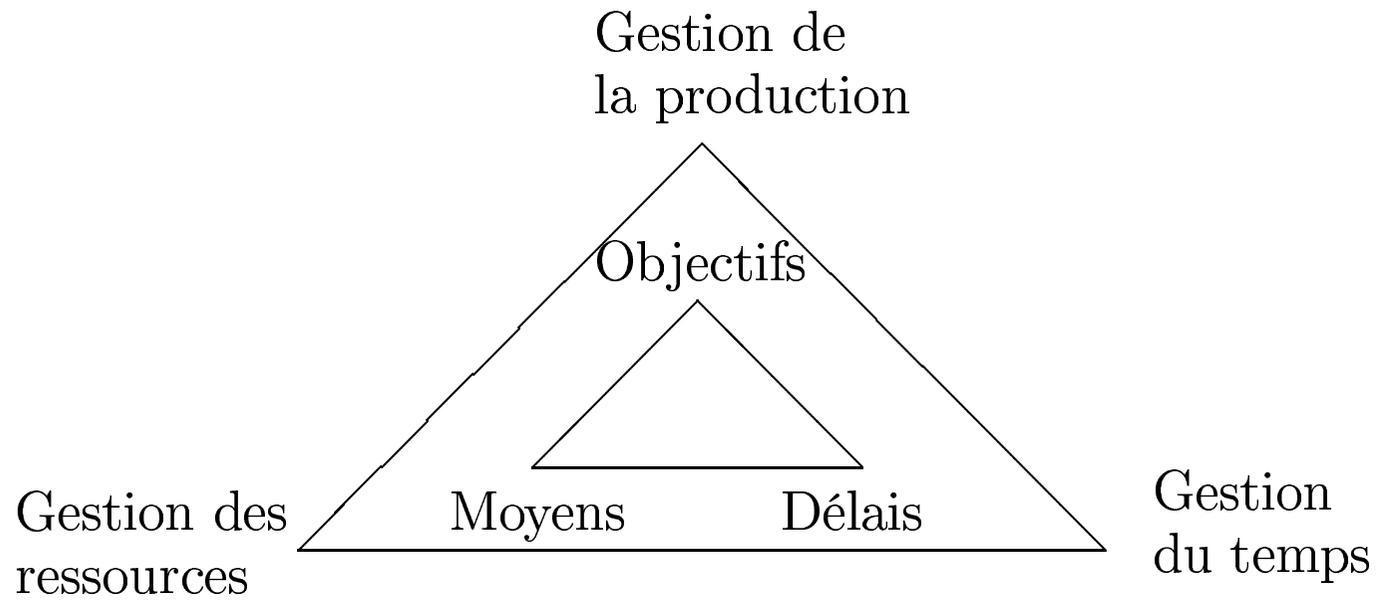
parmi les clients :

- les décideurs
- le chef de projet
- les usagers

parmi les fournisseurs :

- le chef de projet
- les concepteurs
- les équipes de fabrication

# Le triangle projet



## Le contexte psychologique

Connaître, appréhender l'état d'esprit de l'équipe de projet

En informatique, certains écueils typiques :

- le mythe du «super-programmeur»
- la fascination de l'outil
- l'équipe idéale
- la spécificité du produit à fabriquer

## Motiver l'équipe de projet

Chaque acteur s'engagera d'autant plus que :

- le résultat de son action est visible
- le résultat envisagé est désiré
- sa confiance dans sa capacité à agir est grande

Provoquer ces trois facteurs :

- s'accorder sur le chemin à parcourir
- assurer la continuité du processus
- faire adhérer les équipes
- agir par la hiérarchie
- investir en ressources humaines, temps, argent

## II. Le découpage d'un projet

1. Pourquoi découper ?
2. Les difficultés du découpage
3. Principes du découpage
4. Choisir une méthode de découpage
5. Découpage PBS, WBS et OBS
6. Découpage temporel standard
7. Découpage selon norme AFNOR

## Pourquoi découper ?

- faire face à la complexité des activités
- aborder le projet en termes d'unités de fabrication
- diminuer les risques de dérives
- affecter des activités aux acteurs
- ordonnancer

## Les difficultés du découpage

- Identifier précisément les tâches
- Recenser les lots à fabriquer
- Ne pas oublier de tâches

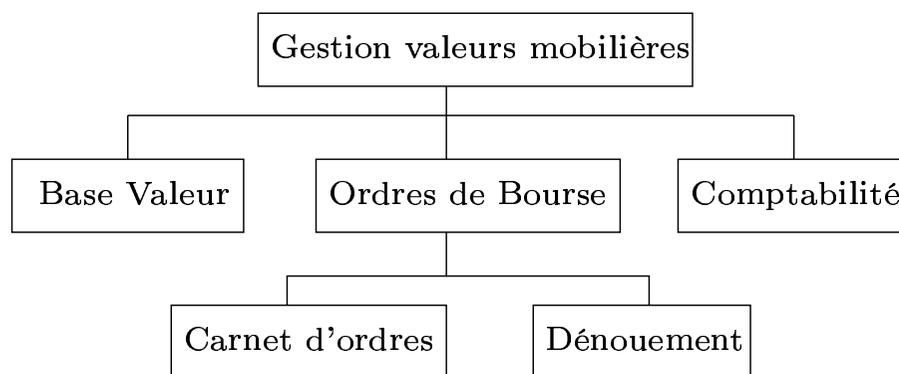
## Principes du découpage

- **Découpage** en éléments autonomes qui :
  - produisent un résultat final
  - ont une charge mesurable
  - ont des contraintes d'antériorité identifiables
- **Méthodes** courantes de découpage :
  - sur critère temporel : succession d'étapes et de phases
  - sur critère structurel : définition des modules

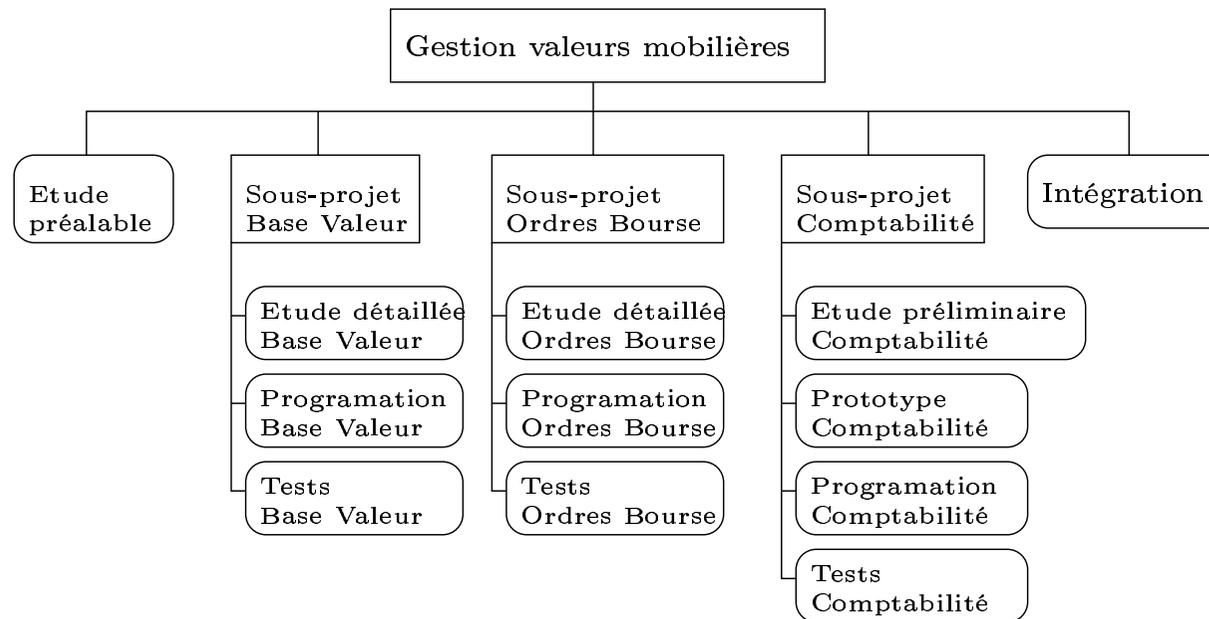
## Choisir une méthode de découpage

- Normes internationales :
  1. PBS (*Product Breakdown Structure*)
  2. WBS (*Work Breakdown Structure*)
  3. OBS (*Organisation Breakdown Structure*)
  
- Découpage temporel standard
- Norme de conduite de projet AFNOR Z67-101
  
- Méthodes de conception informatique :
  - Merise
  - SADT
  - *etc*

## Exemple : PBS



## Exemple : WBS



## Découpage temporel standard

Méthode pour projets industriels

1. **Étude de faisabilité**  
(analyse, recherche, études de terrain)
2. **Définition des solutions**  
(représentation précise de l'objectif, solutions possibles)
3. **Conception détaillée**  
(contrats de réalisation, cahier des charges fournisseurs)
4. **Réalisation**  
(exécution des contrats achevés par des recettes)

L'étape 4 occupe généralement 90% des efforts et dépenses

## Problèmes pratiques

- L'étude de faisabilité peut dépendre beaucoup de la technologie en cours. On peut être amené à prévoir des évolutions techniques.
- Le cahier des charges peut être difficile à établir :  
si le client ne peut décrire tout ce qu'il veut au début, le cahier des charges est établi en fin de réalisation, avec l'imprécision qui s'ensuit.

**Norme AFNOR Z67-101**

1. Étude préalable	Exploration Conception d'ensemble Appréciation solution
2. Conception détaillée	Conception du S.I. Spécifications fonctionnelles Etude organique générale
3. Réalisation	Etude organique détaillée Programmation et tests Validation technique
4. Mise en oeuvre	Réception provisoire Exploitation sous contrôle
5. Évaluation	Evaluation du système info. Evaluation du S.I.

## Exemple : institut de formation

- gestion des demandes de stages
- gestion des stages
- suivi budgétaire

## Exemple : institut de formation (2)

### Application 1 : Gestion des candidatures

1. Etude préalable
  11. Lancement de la phase
  12. Recueil de l'existant
  13. Conception
  14. Appréciation
  15. Validation de la phase
2. Etude détaillée
  21. Conception fonctionnelle générale
  22. Conception fonctionnelle détaillée
  23. Conception technique et validation
3. Réalisation
  31. Etude technique
  32. Production du logiciel

## Exemple : institut de formation (3)

### 1. Etude préalable

#### 14. Appréciation

141. Etude des scénarios de développement

142. Elaboration du bilan

143. Rédaction du dossier de choix

143. Réunion du comité directeur

#### 142. Elaboration du bilan

1421. Recueil des éléments de coûts

1422. Recherche des éléments de gains attendus

1423. construction des bilans par scénario

## III. Estimer pour planifier

1. Pourquoi estimer ?
2. Estimations à différents niveaux
3. Estimation de la charge
4. Estimation des coûts
5. Méthodes existantes
  - «Méthode» Delphi
  - Méthode de répartition proportionnelle
  - Modèle COCOMO
  - Méthode des points fonctionnels
6. Estimation du risque

## Pourquoi estimer ?

- cerner la durée du projet
- déterminer les ressources à mettre en œuvre
- déterminer la faisabilité technique du projet
- pouvoir négocier
- éviter les dérives de coûts

## Estimations à différents niveaux

- niveau projet    déterminer enveloppe budgétaire  
                          poids du projet en termes d'effort  
                          estimation de la rentabilité  
                          évaluer une durée vraisemblable
- niveau étape    ajuster le découpage  
                          sous-traiter  
                          prévoir délais pour planifier l'ordonnancement  
                          prévoir ressources
- niveau phase    planification précise  
                          calendrier des fournitures intermédiaires  
                          prévoir suivi de projet  
                          prévoir les montées/baisses en charge
- niveau tâche    évaluer les tâches (souvent individuelles)

## Estimer la charge

La *charge* est la quantité de travail (en mois×hommes), pondérée par coefficient de productivité.

jours ouvrables $j_o = 52 \times 5 =$	260
jours fériés	12
congés	30
maladie	3
formation	4
réunions	6
nb jours improductifs ( $j_i$ ) =	55

Coefficient de productivité =

$$\frac{j_o}{j_o - j_i} = \frac{260}{205} = 1,26$$

**Estimer les coûts**

Étude IEEE 1986 et Control-Data 1985-86

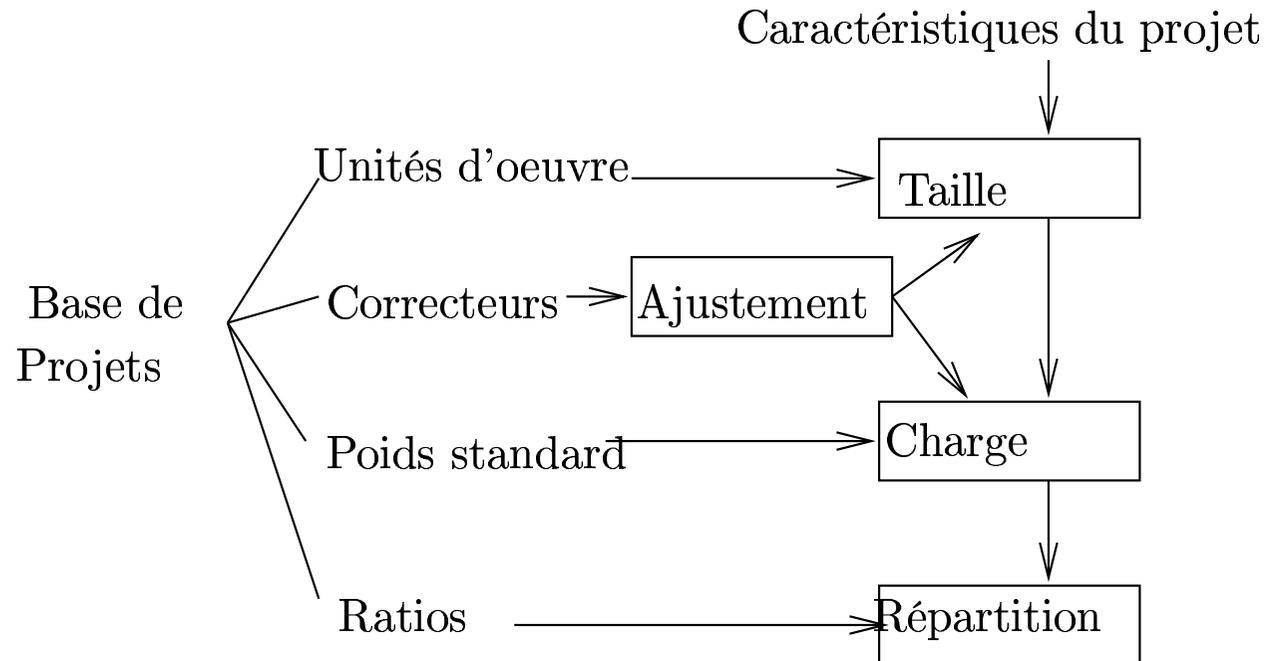
---

Planification	10%		
Développement	30%	{	spécifications 18%
			conception 15%
			programmation 21%
			tests 34%
			intégration 22%
Maintenance	60%	{	correction erreurs 25%
			optimisation 15%
			compatibilité 20%
			évolutivité 40%

---

## Utiliser une méthode

- méthodes basées sur jugement d'expert
- méthodes de répartition proportionnelle
- méthodes basées sur un modèle de calcul



## «Méthode» Delphi

- Chaque expert donne anonymement une estimation
- Les résultats sont rassemblés et exposés au groupe
- Chaque expert argumente sur son estimation
- Les experts s'accordent sur une estimation consensuelle

## Méthode de répartition proportionnelle

Recommandations :

Etape	Ratio
Etude préalable	10% du projet
Etude détaillée	20 à 30% du projet
Etude technique	5 à 15% de la charge de réalisation
Réalisation	2 fois la charge d'étude détaillée
Mise en œuvre	30 à 40% de la charge de réalisation

Phase	Ratio
Observation	30 à 40% de l'étude préalable
Conception/Organisation	50 à 60% de l'étude préalable
Appréciation	10% de l'étude préalable

## Méthode COCOMO

Soit  $t$  le nombre de milliers de lignes de code livrées (sans les commentaires). Le type de projet est alors :

taille $t$	type de projet
$t \leq 50$	simple
$50 \leq t \leq 300$	moyen
$t > 300$	complexe

La charge  $c$  et le délai  $d$  sont estimés par :

Type projet	Charge en mois/homme	Délai en mois
simple	$c = 3,2 \times t^{1,05}$	$d = 2,5 \times c^{0,38}$
moyen	$c = 3 \times t^{1,12}$	$d = 2,5 \times c^{0,35}$
complexe	$c = 2,8 \times t^{1,2}$	$d = 2,5 \times c^{0,32}$

## Facteurs correcteurs COCOMO

	Facteur	bas	moy.	élevé
Produit	fiabilité requise	0,88	1	1,15
	taille base données	0,95	1	1,08
	complexité produit	0,85	1	1,15
Ordinateur	contrainte temps d'exec.	-	1	1,11
	contrainte taille mémoire	-	1	1,06
	instabilité logiciel de base	0,87	1	1,15
Personnel	Expérience du domaine	1,13	1	0,91
	Qualification programmeur	1,17	1	0,86
	Familiarité logiciel de base	1,10	1	0,90
	Expérience du langage	1,02	1	0,95
Projet	Utilis. méthode moderne	1,10	1	0,91
	Utilisation d'outils			
	d'aide à la programmation	1,10	1	0,91
	Contrainte de délais	1,08	1	1,04

## Méthodes des points fonctionnels

Estimation à partir des *fonctions* du futur système

Trois degrés de complexité (faible/moyen/élevé)

Cinq type d'unité d'œuvre

---

Groupe de logique de données internes

Groupe de logique de données externes

---

Entrée

Sortie

Interrogations

---

Évaluation en trois étapes :

1. calcul de la taille
2. ajustement de la taille
3. transformation du nombre de points de fonction en charge

## Estimation des risques

En général :

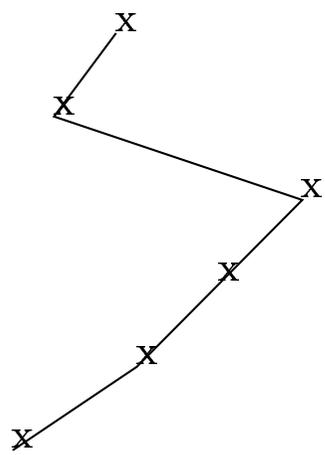
$$\text{Risque} = \text{Coût} \times \text{Probabilité}$$

Pour les S.I.

1. taille du projet
2. difficulté technique
3. degré d'intégration
4. configuration organisationnelle
5. le changement
6. instabilité de l'équipe projet

## Profil de risque

Nature du risque	Degré du risque					
	0	1	2	3	4	5
Taille projet						
Difficulté technique						
Degré d'intégration						
Config. organisationnelle						
Changement						
Instabilité équipe						



## IV. Techniques de planification

Objectif : gérer le découpage temporel et structurel

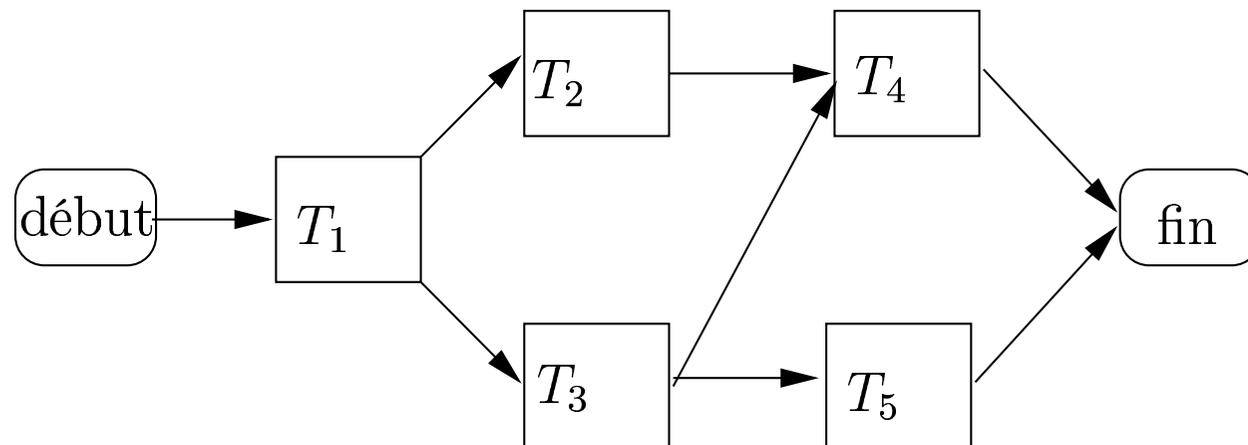
Techniques :

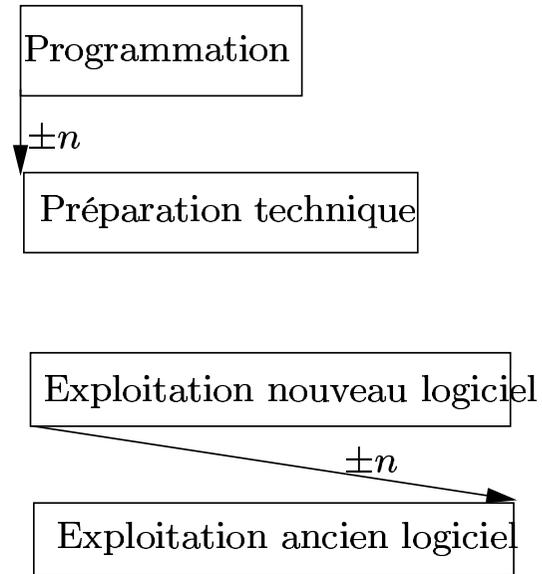
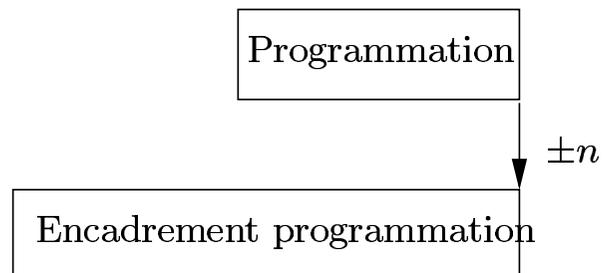
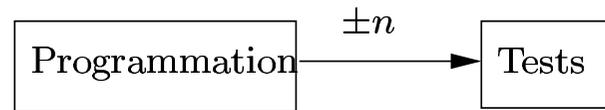
- Graphe Pert pour :
  - mettre en évidence les dépendances entre tâches
  - mettre en évidence le parallélisme potentiel
  - calculer la durée minimum du projet
  - mettre en évidence les temps d'attente
  
- Diagramme Gantt pour :
  - faire des hypothèses sur les *ressources*
  - faire des hypothèses sur les disponibilités
  - établir un calendrier de travail

## Méthode Pert

(Project Evaluation and Review Technique)

- Établissement de l'ensemble des tâches et leur durée estimée
- Ordonnancement des tâches selon dépendances





## Graphe Pert

- Le projet est caractérisé par
  - un ensemble de tâches  $T$
  - une date de début  $t_0$
  - une date de fin  $t_f$
- Une tâche  $T_i$  possède :
  - une durée  $d(T_i)$
  - un ensemble de prédécesseurs  $Pred(T_i)$
  - un ensemble de successeurs  $Succ(T_i)$

⇒ Objectif : définir

- la date *au plus tôt* de chaque tâche
- la date *au plus tard* de chaque tâche
- le *chemin critique*

## Dates au plus tôt/tard

la tâche ne peut débuter avant  $d_{tot}(T_i)$

la tâche ne peut finir avant  $f_{tot}(T_i)$

$$\begin{array}{l}
 d_{tot}(T_i) = \begin{cases} \max(f_{tot}(Pred(T_i))) & \text{si } Pred(T_i) \neq \{\} \\ t_0 & \text{sinon} \end{cases} \\
 f_{tot}(T_i) = d_{tot}(T_i) + d(T_i)
 \end{array}$$

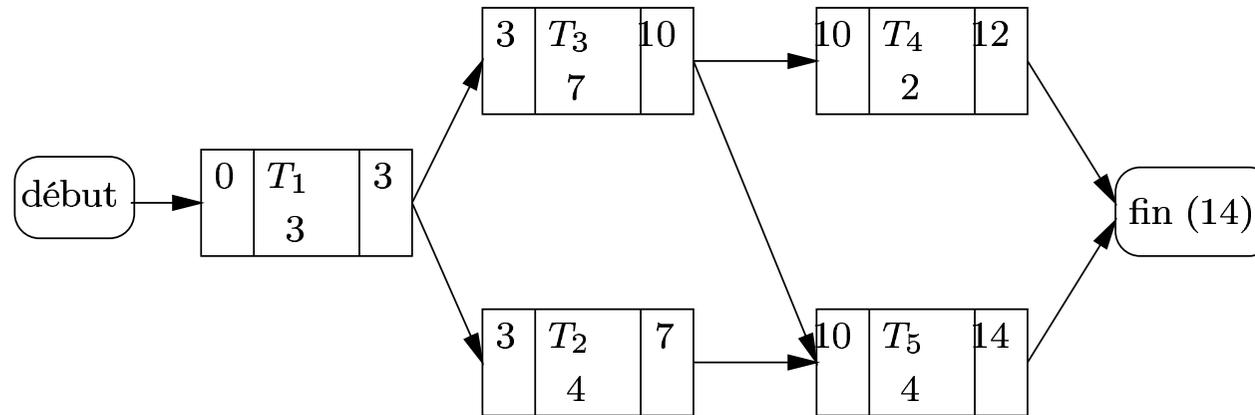
la tâche doit débuter au plus tard à  $d_{tard}(T_i)$

la tâche doit finir au plus tard à  $f_{tard}(T_i)$

$$\begin{array}{l}
 f_{tard}(T_i) = \begin{cases} \min(d_{tard}(Succ(T_i))) & \text{si } Succ(T_i) \neq \{\} \\ t_f & \text{sinon} \end{cases} \\
 d_{tard}(T_i) = f_{tard}(T_i) - d(T_i)
 \end{array}$$

★ : si tous les liens sont de type fin-début

## Exemple dates au plus tôt

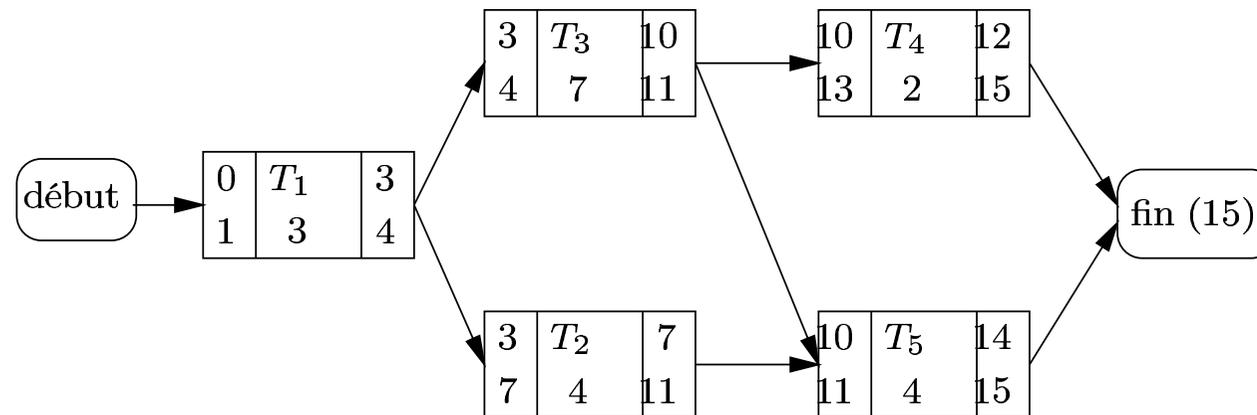


La tâche  $T_5$  a plusieurs prédécesseurs :

$$d_{tot}(T_5) = \max(f_{tot}(\{T_2; T_3\})) = \max(\{7, 10\}) = 10$$

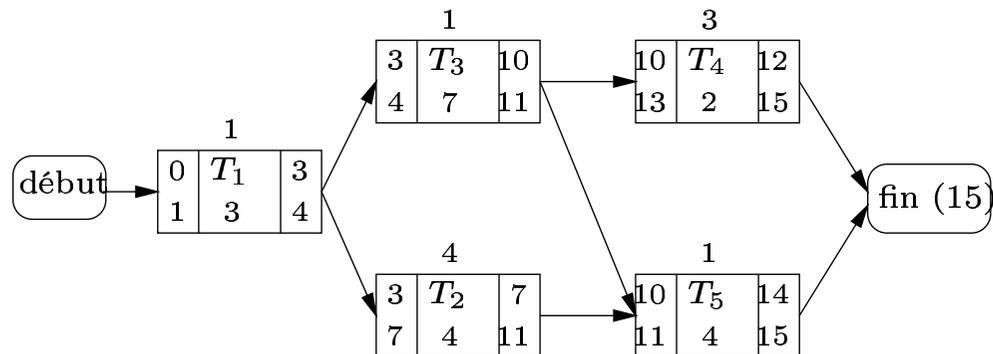
## Exemple dates au plus tard

Supposons  $t_f = 15$  (estimation de la fin du projet)



## Marges et chemin critique

- Marge (de manœuvre) :  $m(T_i) = d_{tard}(T_i) - d_{tot}(T_i)$   
 $= f_{tard}(T_i) - f_{tot}(T_i)$
- Chemin critique :  
 chemin tel que la somme des marges est minimale
- Cas particulier avec uniquement liens fin-début  
 Chemin critique  $\Leftrightarrow$  Chemin le plus long



Ici : le chemin critique est  $\{T_1; T_3; T_5\}$

Exercice :

Tâche	durée	lien
$t_1$	5	fin $t_1$ - début $t_3$
$t_2$	2	fin $t_2$ - début $t_4, t_5$
$t_3$	10	fin $t_3$ - début $t_6, t_8$
$t_4$	8	fin $t_4$ - début $t_6$
$t_5$	10	fin $t_5$ - début $t_7$
$t_6$	25	fin $t_6$ - début $t_{11}$
$t_7$	4	fin $t_7$ - début $t_{11}$
$t_8$	10	fin $t_8$ - début $t_9, t_{10}, t_{11}$
$t_9$	2	fin $t_9$ - début $t_{13}$
$t_{10}$	1	fin $t_{10}$ - début $t_{13}$
$t_{11}$	15	début $t_{11}$ - début $t_{12}$ fin $t_{11}$ - début $t_{13}$
$t_{12}$	10	fin $t_{12}$ - début $t_{14}$
$t_{13}$	12	fin $t_{13}$ - fin
$t_{14}$	30	fin $t_{14}$ - fin

## Pert Probabiliste

- Inclure risque et incertitude dans la durée
- Durée d'une tâche considérée comme une variable aléatoire
- La durée totale est une variable aléatoire
- Conditions
  - nombre suffisant de tâches
  - ordre de grandeur semblables pour les durées
  - indépendances entre durées des tâches
- La durée probable obéit à une loi de distribution normale (Laplace-Gauss)
- Trois paramètres :
  - opt* : durée optimiste
  - pes* : durée pessimiste
  - vrai* : durée vraisemblable

## Pert probabiliste (2)

- Pour une tâche :
  - Calculer la durée probable d'une tâche  $i$  :

$$prob_i = \frac{opt_i + 4\ vrai_i + pes_i}{6}$$

- Mesurer l'incertitude de l'estimation en calculant l'indicateur de dispersion de la durée de la tâche  $i$  :

$$d_i = \frac{pes_i - opt_i}{6}$$

## Pert probabiliste (3)

- Pour un chemin constitué des tâches  $\{1; 2; \dots; n\}$

- Mesurer la durée estimée du chemin

$$D = \sum_{i=1}^n prob_i$$

- Mesurer l'écart-type de l'estimation pour le chemin :

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^n d_i^2}$$

### Note sur la variance et l'écart-type :

Exemple : on a  $k$  nombres  $\{n_1, \dots, n_k\}$ .

La moyenne est  $m = (\sum_{i=1}^k n_i)/k$ .

La variance est  $v = (\sum_{i=1}^k (n_i - m)^2)/k$  et l'écart-type est  $\sigma = \sqrt{v}$ .

## Pert probabiliste (4)

Obtenir la durée du chemin avec une probabilité  $p$  :

$$\mathcal{D}(p) = D + E \times G(p)$$

où  $G$  est la fonction associée à la loi normale :

$p$	$G(p)$	$p$	$G(p)$	$p$	$G(p)$
99,9	3,00	92,1	1,41	50	0
99	2,31	90	1,28	42,1	-0,2
98	2,06	89,1	1,23	34,5	-0,4
97	1,88	85,1	1,04	27,4	-0,6
95	1,65	70,2	0,53		

Exemple :

Les estimations sont  $D = 100$  et  $E = 15$ .

La durée probable à 90% est :

$$\mathcal{D}(90) = 100 + 15 \times G(90) = 100 + 15 \times 1,28 \approx 119$$

**Pert probabiliste (5)**

La durée probable à 70% est

$$\begin{aligned}\mathcal{D}(70) &= 100 + 15 \times G(70) \\ &= 100 + 15 \times 0,53 \\ &\approx 108\end{aligned}$$

La probabilité de terminer en 90 jours est

$$\begin{aligned}90 &= 100 + 15 \times G(p) \\ G(p) &= -10/15 = -2/3\end{aligned}$$

d'où  $p \approx 27\%$

## Exercice Pert probabiliste

<i>t<sub>i</sub></i>	Description	<i>opt</i>	<i>pes</i>	<i>vrai</i>
<i>t1</i>	faire fondre le beurre et le chocolat	6	9	7,5
<i>t2</i>	séparer les oeufs en jaunes et blancs	1	4,5	3
<i>t3</i>	ajouter les jaunes au mélange, faire cuire	6	8	7
<i>t4</i>	monter les blancs en neige	2	12	5
<i>t5</i>	arrêter la cuisson du mélange, et incorporer les blancs au mélange	2	6	3
<i>t6</i>	faire cuire au four	16	22	18

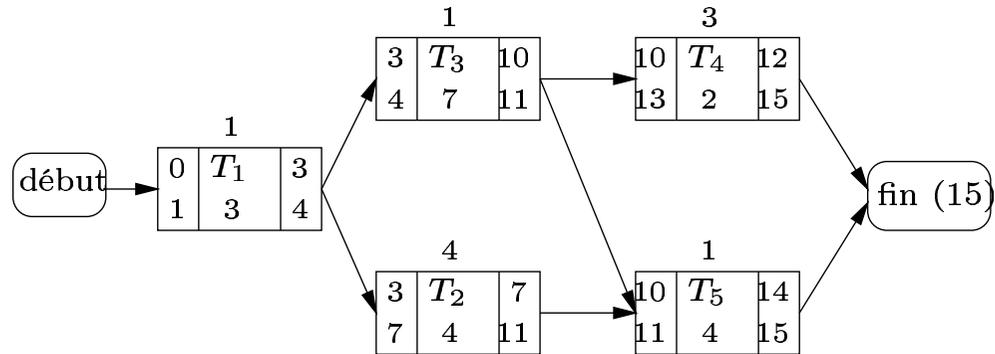
1. Tracer le graphe PERT (sans contrainte de ressources)
2. Calculer la durée probable, l'écart-type de chaque tâche
3. Déterminer le chemin critique
4. Quelle est la durée estimée de préparation du gâteau,
  - avec une probabilité de 90% ?
  - avec une probabilité de 95% ?
5. Quelle est la probabilité de terminer en 37 minutes ?

## Diagramme Gantt

### Établir un planning

- Un réseau Pert donne les dates (au plus tôt, au plus tard) sans tenir compte des contraintes de ressources
- Planning  $\Rightarrow$  faire des hypothèses sur les ressources
- Diagramme Gantt : qui fait quoi et quand ?
- Possibilité de modifier le planning en
  - jouant sur les ressources affectées
  - jouant sur le chargement (au plus tôt, au plus tard)

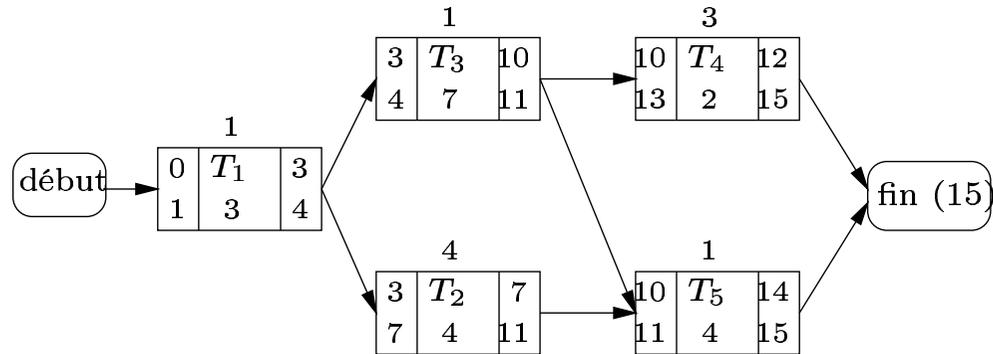
## Diagramme Gantt (2)



Hypothèses : ressources R1 et R2, et chargement au plus tôt

Périodes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Ressources																
R1	T1															
				T3												
											T5					
R2				T2												
											T4					

## Diagramme de Gantt (3)

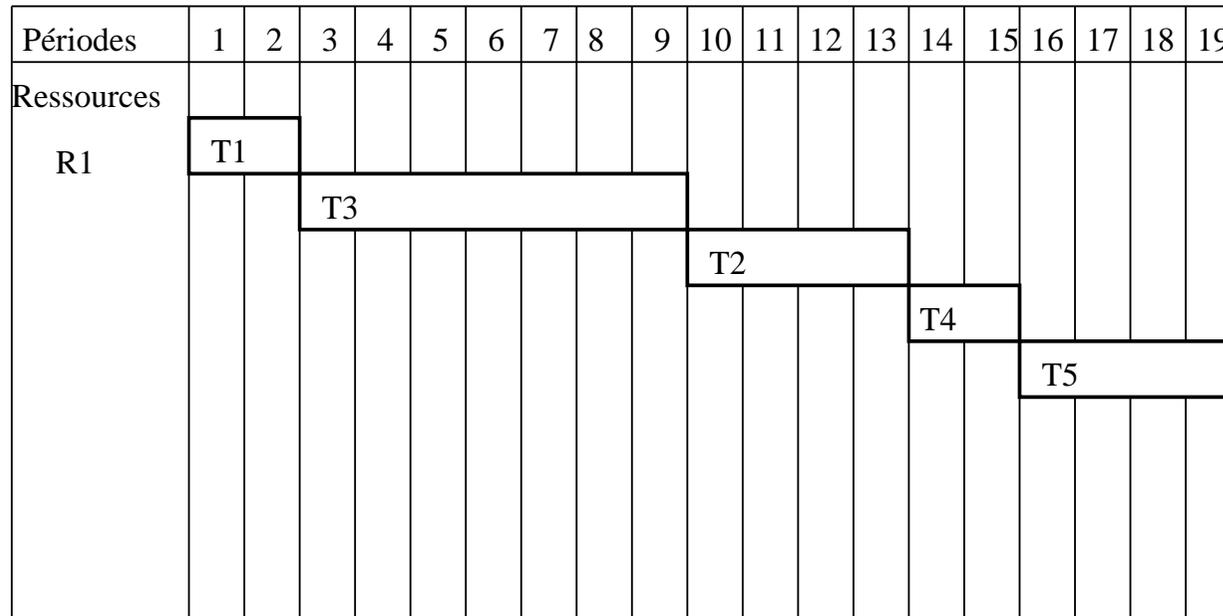


Hypothèses : ressources R1 et R2, et chargement au plus tard

Périodes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ressources														
R1		T1												
			T3											
										T5				
R2			T2											
										T4				

## Diagramme Gantt : le nivellement

Le *nivellement* : limiter les ressources utilisées



## Diagramme Gantt : le lissage

Le *lissage* : répartir l'utilisation d'une ressource dans le temps

Périodes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ressources														
R1	T1													
			T3											
										T5				
R2 (50%)			T2											
										T4				

## Exercice (suite)

Reprenez l'exercice (graphe Pert), et proposez des plannings à l'aide de diagrammes de Gantt :

1. en chargeant au plus tôt ;
2. en chargeant au plus tard ;
3. pour les trois ressources R1, R2 et R3, avec les contraintes suivantes :
  - R1 est absent entre les périodes 26 et 50 ;
  - R2 ne peut pas commencer avant la période 8 ;
  - R3 travaille à 50%.

Exercice :

Pour obtenir son diplôme un étudiant doit passer les 12 modules semestriels suivants, en respectant les contraintes de précédence :

Module	Prédécesseur
A : Comptabilité I	
B : Comptabilité II	A
C : Comptabilité analytique	A
D : Analyse financière	K,B
E : Système d'information I	C,B
F : Système d'information II	H
G : Marketing I	I
H : Marketing II	G
I : Gestion de production	B,J
J : Économie	
K : Gestion Ressources Humaines	J
L : Stratégie	E,G

1. Tracez le graphe Pert. Quelle est la durée minimale des études ?
2. Proposez, au moyen de diagrammes de Gantt, trois plans d'études :
  - en suivant les modules au plus tôt ;
  - en suivant les modules au plus tard ;
  - en répartissant au mieux la charge sur toute la durée des études.