

# Ingénierie du logiciel : cours 1

Frédéric Gava (d'après Vincent Loachner)

Master ISIN, Université de Paris-Est Créteil

*Cours Ingénierie du logiciel du M2 ISIN*

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

# Déroulement du cours

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

# Introduction (1)

## Ce que nous verrons brièvement

- Le contexte de la gestion de projet
- Découper pour estimer
- Estimer pour planifier
- La planification du projet

## Contexte

- Les origines de la gestion de projet
- La situation en informatique aujourd'hui
- Les causes des échecs (selons les fournisseurs ou utilisateurs)
- Les objectifs, les acteurs, le triangle projet
- Le contexte psychologique et motiver l'équipe de projet

# Introduction (2)

## Les origines

- **Années 1950** : réflexion pour les grands projets industriels (aéronautique, armement, travaux public)
- **Aujourd'hui** : projet importants ou nombreux (app mobiles)
- **Besoin de méthodes** : constat d'échec et situation de crise (coût, délais, non-fiabilité, etc.)

## Exemples (marquants)

- Avion F16 déclaré "sur le dos" au passage de l'équateur
- Mission Vénus, passage à 500000 km au lieu de 5000 km
- Métro "fantôme" à San-Francisco
- Explosion de la fusée Ariane V
- Mauvais réglage des scanners des hôpitaux
- etc.

# Introduction (3)

## Notion de projet : ensemble d'activités

- Appartement à différentes phases
- Ayant un objectif commun
- Permettant la satisfaction d'un besoin identifié
- Nécessitant (Mobilise) des équipes de spécialistes aux compétences variées (multiples) et complémentaires
- Sur lesquelles s'exercent 3 types de contraintes : coûts, délais, qualité

## Caractéristiques

- 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

# Introduction (4)

## Évaluer

- Le résultat attendu et les enjeux
- La pertinence de la demande
- La cohérence du projet dans le contexte de l'organisation
- La conduite du projet

## Lancement d'un projet (comme d'un stage)

Avant acceptation ou lancement, se poser des questions. Toute difficulté identifiée devra faire l'objet d'un dialogue approfondi avec le demandeur pour :

- Annuler, infléchir ou différer le projet
- Négocier des moyens de réussite à hauteur des enjeux et des conditions de réussite identifiées

# Introduction (5), suite évaluer

- Le résultat et les enjeux :
  - Générateur de résultats économiques ?
  - Initiateur de changements dans les structures et comportements ?
- La pertinence de la demande, est-elle mûre ?
  - Identifier le demandeur (initiateur, décideur, destinataire)
  - Cerner la demande : clairement exprimé, nature, cadre, délais
- La cohérence :
  - Les résultats escomptés sont ils en accord avec la stratégie de l'entreprise ?
  - Le projet s'inscrit-il dans la planification général de l'entreprise ?
  - Comment se positionne le projet vis-à-vis d'autre projets ou actions ? (antinomies, synergies, compétition)
- La conduite, 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 ?

# Situation en informatique

Plusieurs niveaux :

- **Chaotique** : aucune procédure formalisée de conduite, menant à la course au délais, à des plans successifs, à l'absence d'études de faisabilité et à la gestion des dérives
- **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 productions, de génie/ingénierie logiciel et méthodes formelles.
- **Structuré** : il y a des méthodes de conception, une cellule "méthodes", des techniques et outils de production. Le découpage et l'estimation restent empiriques. Une équipe qualité; contrat, relation-clients; développement, mise-en-oeuvre, *etc.*
- **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 outils formelles de génie/ingénierie logiciel
- **Sécurisé** :  $\neq$  qualité. Spécialisation (voir cours sécurité ISIDIS). Non négligeable.

# Les causes d'échecs

## Côté fournisseur

- Syndrome du cahier des charges
- Mise en oeuvre de moyens inadaptés, contrainte de délais, charges et coûts
- démotivation de l'équipe, absence d'outils d'ingénierie logiciel

⇒ mène à la perte de contrôle du projet

## Côté utilisateur

- Incapacité à dialogue entre partenaires
- Mauvaise définition des objectifs
- Absence d'implication des utilisateurs
- Manque de qualité du produit livré
- Absence de calcul des risques

⇒ mène à un résultat décevant ou à l'échec

# Conséquence : la perte de contrôle

- Perte de contrôle sur certains responsabilité
- 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

# Pour y arriver

## Les objectifs, "quoi faire" ?

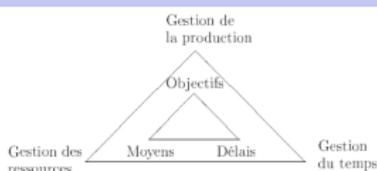
- Définir le domaine couvent en termes de fonctionnalités
- La difficulté réside dans les détails techniques : temps de réponse d'un système, évolution des volumes traités (ex : réservation hôtelière), sécurité et qualité
- Difficulté à prévoir en termes de faisabilité, délais et coûts

## Les acteurs : "avec qui faire" ?

Diversité d'acteurs et intérêts :

- Clients : décideurs, chef de projets, usagers, *etc.*
- Fournisseurs : chef de projet, concepteurs, *etc.*

## Le triangle projet



# Contexte psychologique

## En général

- Connaître, appréhender l'état d'esprit de l'équipe
- Certains écueils typique : mythe du "super-programmeur", fascination de l'outil, équipe idéale, spécificité du produit à fabriquer

## Motivation

- Chaque acteur s'engagera d'autant plus que :
  - Le résultat de son action engagé est visible et désiré
  - Sa confiance dans sa capacité à agir est grande
- Provoquer ces 3 facteurs :
  - S'accroder sur le chemin à parcourir
  - S'assurer la continuité du processus
  - Faire adhérer les équipes/agir par la hiérarchie
  - Investir en ressources humaines, matériel (temps, argent)

⇒ Méthode **Scrum** (daily) ; réunion quotidienne de 15 minutes

# Déroulement du cours

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 **Découpage d'un projet**
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

# Introduction

- Pourquoi découper ?
- Les difficultés du découpage ?
- Principes du découpage
- Choisir une méthode de découpage (PBS, WBS, OBS, temporel standard, norme AFNOR)

# Alors ?

## 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  $\Rightarrow$  ordonnancer

## Les difficultés du découpage

- Identifier précisément les tâches (et ne pas en oublier)
- Recenser les lots à fabriquer

## Principe du découpage

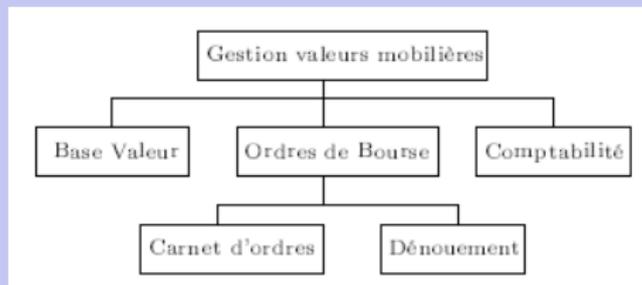
- Éléments autonomes qui : produisent un résultat final, ont une charge mesurable, ont des contraintes d'antériorité identifiable
- Méthodes : sur critère temporel (succession d'étapes et de phases) ou structurel (définition des modules/objets)

# Choisir une méthode de découpage

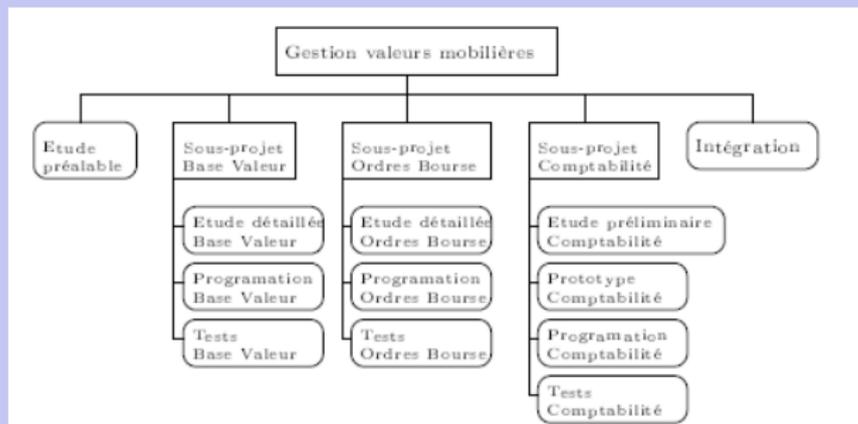
- Normes internationales :
  - PBS ⇒ **P**roduct **B**reakdown **S**tructure
  - WBS ⇒ **W**ork **B**reakdown **S**tructure
  - OBS ⇒ **O**rganisation **B**reakdown **S**tructure
- Découpage temporel standard
- Norme de conduite de projet AFNOR Z67-101
- Méthode de conception informatique
  - MERISE (SGBD)
  - SADT
  - UML!!!!

# Exemples (1)

## PBS : Product Breakdown Structure



## WBS : Work Breakdown Structure



## Exemples (2)

### Découpage temporel standard (projet industriel)

- Étude de faisabilité : analyse, recherche, étude de terrain
- Définition des solutions : représentation précise de l'objectif, solutions possibles
- Conception détaillée : contrats de réalisation, cahier des charges fournisseurs
- Réalisation : exécutions des contrats achevées par des recettes

### Problèmes pratiques

- L'étude de faisabilité peut dépendre beaucoup de la technologie en cours. On peut être amené à prévoir des évolutions techniques (former le personnel)
- 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

Étude préalable :	<ul style="list-style-type: none"><li>● Exploration</li><li>● Conception d'ensemble</li><li>● Appréciation des solutions</li></ul>
Conception détaillée :	<ul style="list-style-type: none"><li>● Conception du S.I.</li><li>● Spécifications fonctionnelles</li><li>● Étude organique générale</li></ul>
Réalisation :	<ul style="list-style-type: none"><li>● Étude organique détaillée</li><li>● Programmation, tests, doc</li><li>● Validation technique</li></ul>
Mise en oeuvre :	<ul style="list-style-type: none"><li>● Réception provisoire</li><li>● Exploitation sous contrôle</li></ul>
Évaluation :	<ul style="list-style-type: none"><li>● Évaluation du S.I.</li><li>● Benchmarks</li></ul>

# Déroulement du cours

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier**
- 4 Techniques de planification

# Introduction

- Pourquoi estimer ?
- Estimation à différents niveaux
- Estimation de la charge
- Estimation des coûts
- Méthodes existantes :
  - Delphi
  - Répartition proportionnelle
  - COCOMO
  - Points fonctionnels
- Estimation du risque

# Alors :

## Pourquoi estimer ?

- Cerner la durée du projet
- Déterminer les ressources à mettre en oeuvre et la faisabilité techniques du projet
- Pouvoir négocier et éviter les dérives de coûts

## Différents niveaux

- Projet : déterminer l'enveloppe budgétaire ; poids du projet en termes d'effort ; estimer la rentabilité ; évaluer une durée vraisemblable
- Étapes : ajuster le découpage ; sous-traiter ; prévoir délais pour planifier l'ordonnancement ; prévoir ressources
- Phases : planification précise ; calendrier fournitures intermédiaires ; prévoir suivi de projet ; montées/baisses en charge
- Tâches : toutes individuelles

# Estimer les niveaux

## Estimer la charge

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

jours ouvrables ( $j_o$ )	$52 \times 5 =$	260
jours fériés		12
congés		34
nb jours improductifs ( $j_i$ )		46

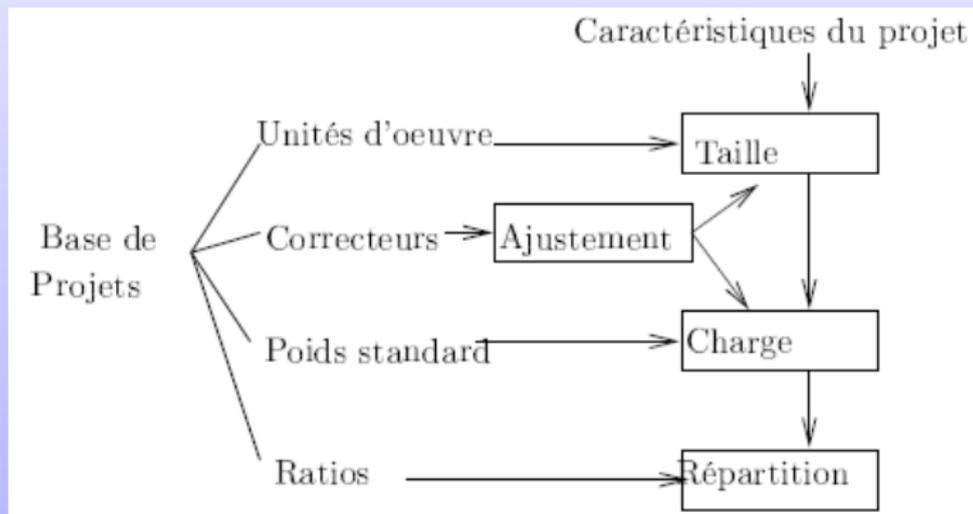
Coefficient de productivité  $\frac{j_o}{j_o - j_i} = \frac{260}{214} = 1,21$

## Estimer les coûts

Planification	10%		
		Spécification	18%
		Conception	15%
Développement	30%	Programmation	21%
		Tests	34%
		Intégration	22%
		Correction bugs	25%
Maintenance	60%	Optimisation	15%
		Compatibilité	21%
		Évolutivité	34%

# Utiliser une méthode

- Basées sur jugement d'experts
- De répartition proportionnelle
- Basées sur un modèle de calcul



# Des méthodes (1)

## Oracle de Delphi

- Chaque expert donne anonymement une estimation ;  
rassemblement des résultats et exposé au groupe
- Chaque expert argumente son estimation puis on s'accorde sur  
une estimation consensuelle

## Répartition proportionnelle

Étape	Ratio
Étude préalable	10% du projet
Étude détaillée	20% à 30% du projet
Étude technique	5% à 15% de la charge de réalisation
Réalisation	2 fois la charge d'étude détaillée
Mise en oeuvre	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

# Des méthodes (2)

## COCOMO (1)

Soit  $t$  le nombre de centaines de lignes de code livrées (sans les commentaires/assertions). 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	$c$ en mois/homme	$d$ en mois
Simple	$3,2 \times t^{1,05}$	$2,5 \times c^{0,38}$
Moyen	$3 \times t^{1,12}$	$2,5 \times c^{0,35}$
Complexe	$2,8 \times t^{1,2}$	$2,5 \times c^{0,32}$

# Des méthodes (3)

## COCOMO (2)

	Facteur	Bas	Moy	Élevé
Produit	fiabilité requise	0,88	1	1,15
	taille SGBD	0,95	1	1,08
	Complexité Produite	0,85	1	1,15
Ordinateur	Contrainte temps d'exec	-	1	1,11
	Contrainte taille mémoire	-	1	1,06
	instabilité logiciel	0,87	1	1,15
Personnel	Expérience du domaine	1,13	1	0,91
	Qualification programmeur	1,17	1	0,86
	Familiarité logiciel	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

# Des méthodes (4)

## Points fonctionnels

- Estimation à partir des fonctions du futur système
- Trois degrés de complexité (faible/moyen/élevé)
- Cinq types d'unité d'oeuvre :
  - 1 Groupe de logique de données internes
  - 2 Groupe de logique de données externes
  - 3 Entrée
  - 4 Sortie
  - 5 Interrogations
- Évaluation en 3 étapes :
  - 1 Calcul de la taille
  - 2 Ajustement de la taille
  - 3 Transformation du nombre de points de fonction en charge

# Gestion des risques

## Estimation des risques

En général :  $\text{Risque} = \text{Coûts} \times \text{Probabilité}$ . Pour les S.I. :

- Taille du projet ; Difficultés techniques ; Degré d'intégration
- Configuration organisationnelle ; Le changement du projet
- 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						

# Déroulement du cours

- 1 Introduction à la Gestion de Projets
- 2 Découpage d'un projet
- 3 Estimer pour planifier
- 4 Techniques de planification

# Objectifs

Gérer le découpage temporel et structurel avec :

## Graphe de Pert

- 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

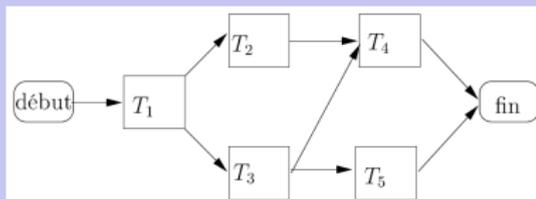
## Diagramme Gantt

- Faire des hypothèses sur les ressources
- Faire des hypothèses sur les disponibilités
- Établir un calendrier de travail

# Méthode Pert

## Généralités

- Pert  $\equiv$  Project Evaluation and Review Technique
- Établissement de l'ensemble des tâches et leur durée estimée
- Ordonnement des tâches selon dépendances



Objectif, définir :

- Pour chaque tâche : la date au plus tôt/tard
- Le chemin critique (pire scénario)

## Graphe de 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  $d(T_i)$
- Ensembles  $Succ(T_i)$  et  $Pred(T_i)$

# Les dates

## Au plus tôt

La tâche ne peut débuter avant  $d_{tot}(T_i)$  et finir avant  $f_{to}(T_i)$  :

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

$$f_{tot}(T_i) = d_{tot}(T_i) + d(T_i)$$

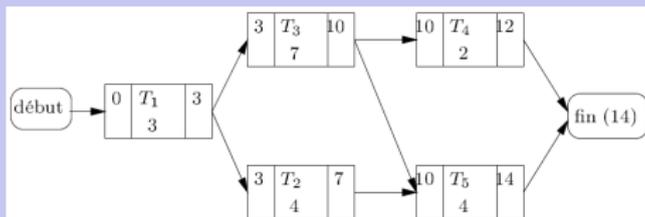
## Au plus tard

La tâche doit débuter au plus tard  $d_{tard}(T_i)$  et finir  $f_{tard}(T_i)$  :

$$d_{tard}(T_i) = \begin{cases} \min(d_{tard}(Succ(T_i))) & \text{si } Succ(T_i) \neq \emptyset \\ t_f & \text{sinon} \end{cases}$$

$$f_{tard}(T_i) = f_{tard}(T_i) + d(T_i)$$

## Exemple



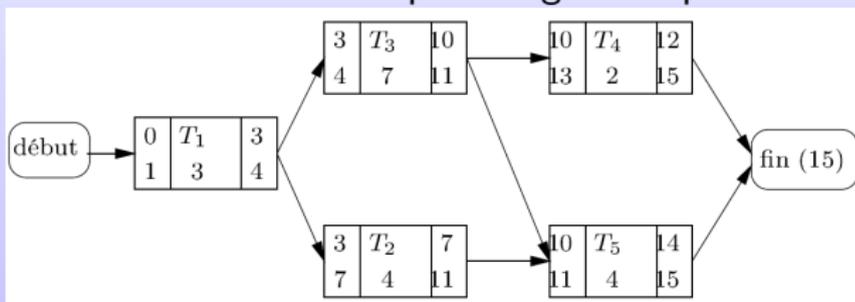
$$d_{tot}(T_5) = \max(f_{tot}(\{T_2; T_3\}))$$

$$= \max(\{7, 10\})$$

$$= 10$$

# Marges et chemin critique

- Marge (de manoeuvre) :  $m(T_i) = d_{tard}(T_i) - d_{tot}(T_i)$   
 $= f_{tard}(T_i) - f_{tot}(T_i)$
- Chemin critique : chemin tel que la somme des marges est minimale  $\Rightarrow$  chemin le plus long. Exemple :



Le chemin critique est  $T_1; T_3; T_5$

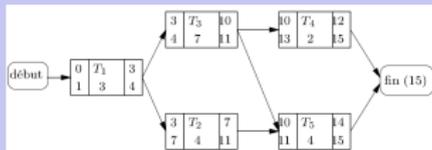
- Cas particulier avec uniquement un lien fin-début (projet vide)

# Diagramme de Gantt (1)

## Établir un planning

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

## Exemple (au plus tôt)



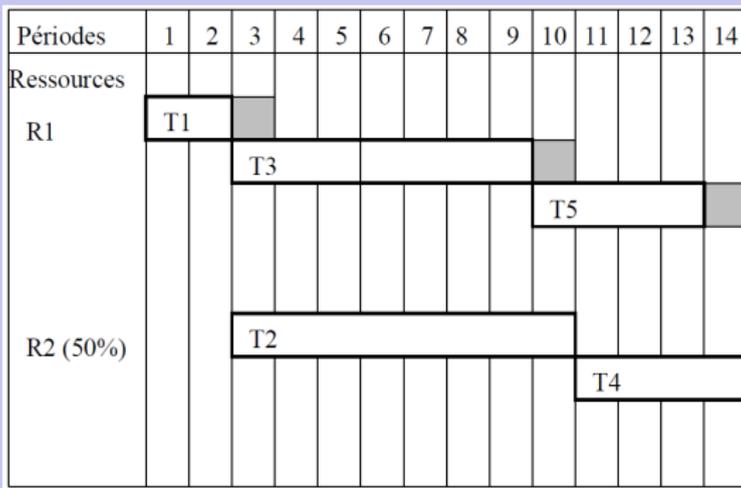
Périodes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Ressources																
R1		T1														
				T3												
											T5					
R2				T2												
												T4				



# Diagramme de Gantt (3)

## Lissage

Répartir l'utilisation d'une ressource dans le temps :



A la semaine prochaine