

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" ?

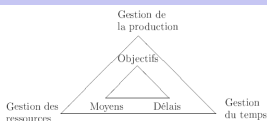
- Définir le domaine couvert en termes de fonctionnalités
- La difficulté réside dans les détails techniques : temps de réponse d'un système, évolution des volumes traités (ex : réservation hôtelière), sécurité et qualité
- Difficulté à prévoir en termes de faisabilité, délais et coûts

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

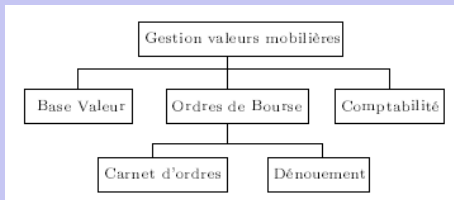
- Éléments autonomes qui : produisent un résultat final, ont une charge mesurable, ont des contraintes d'antériorité identifiable
- Méthodes : sur critère temporel (succession d'étapes et de phases) ou structurel (définition des modules/objets)

Choisir une méthode de découpage

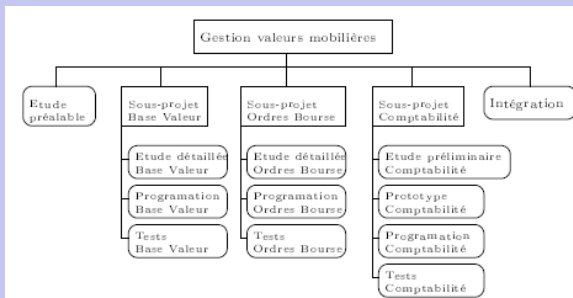
- Normes internationales :
 - PBS ⇒ **P**roduct **B**reakdown **S**tructure
 - WBS ⇒ **W**ork **B**reakdown **S**tructure
 - OBS ⇒ **O**rganisation **B**reakdown **S**tructure
- Découpage temporel standard
- Norme de conduite de projet AFNOR Z67-101
- Méthode de conception informatique
 - MERISE (SGBD)
 - 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">● Exploration● Conception d'ensemble● Appréciation des solutions
Conception détaillée :	<ul style="list-style-type: none">● Conception du S.I.● Spécifications fonctionnelles● Étude organique générale
Réalisation :	<ul style="list-style-type: none">● Étude organique détaillée● Programmation, tests, doc● Validation technique
Mise en oeuvre :	<ul style="list-style-type: none">● Réception provisoire● Exploitation sous contrôle
Évaluation :	<ul style="list-style-type: none">● Évaluation du S.I.● Benchmarks

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 \times 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

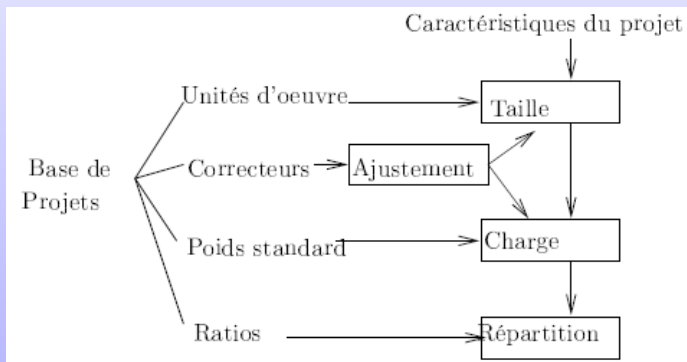
Coefficient de productivité $\frac{j_o}{j_o - j_i} = \frac{260}{214} = 1,21$

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

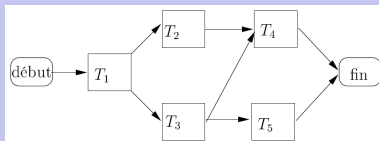
Diagramme Gantt

- 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
- Ordonnancement 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 $f_{to}(T_i)$:

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

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

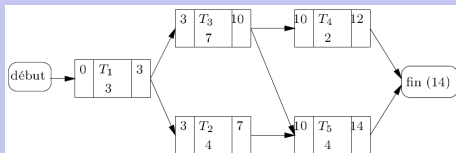
Au plus tard

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



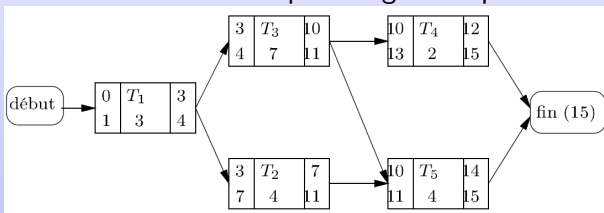
$$d_{tot}(T_5) = \max(f_{tot}(\{T_2; T_3\}))$$

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

$$= 10$$

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 $T_1; T_3; T_5$

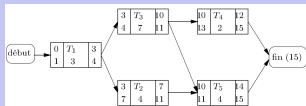
- Cas particulier avec uniquement un lien fin-début (projet vide)

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)

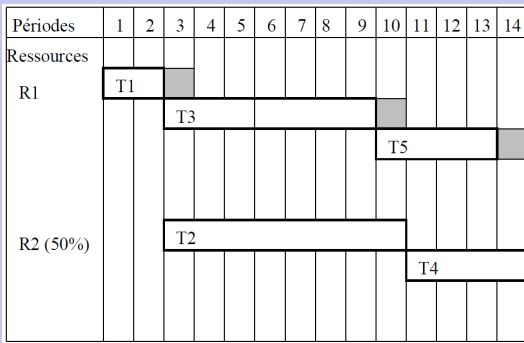


Périodes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ressources															
R1		T1													
				T3											
											T5				
R2				T2											
												T4			

Diagramme de Gantt (3)

Lissage

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



A la semaine prochaine