

Génie Logiciel

Coût d'un projet logiciel avec la méthode COCOMO¹

TD/TP2

Séverine Affeldt

MLDS - LIPADE
UFR Mathématiques et Informatique

Université Paris Descartes

¹COConstructive COst MOdel

Estimation des coûts avec COCOMO²

Intérêt

- Estimer l'effort à fournir dans un développement logiciel
- Estimer la durée du projet et le nombre de personnes requises

L'estimation

- Peut intervenir à différentes étapes du projet
- Se base sur le nombre de lignes de code

²GL - PARIS 5 L3 - P1 - INTRO, à partir du slide 42

Quelques règles d'estimation

- Prendre le temps de réfléchir
- Prévoir du temps de planification et d'estimation
- Se baser sur les données de projets précédents
- Prendre l'avis des participants (e.g. développeurs)
- Faire une estimation par consensus (intra et inter équipes)
- Proposer des dates au plus tôt et au plus tard
- Estimer par difficultés (facile, moyen, difficile)
- Ne pas oublier les tâches récurrentes: documentatin, démo, formation, intégration à l'existant, récupération des données, réunions, gestion qualité, RTT, congés, maladie...
- Utiliser plusieurs techniques d'estimation

Trois grandes phases dans le processus d'estimation

- Estimer la taille du produit (e.g. nombre de lignes de code)
- Estimer l'effort Homme Mois
- Estimer la durée en mois ou semaine

Formule d'estimation de l'effort nominal de développement

$$\text{Effort nominal} = A \times \text{KLOC}^B$$

- Unité → nombre de Homme Mois (HM) [1 HM = 152h]
- KLOC (Kilo Lines Of Code): nombre de milliers d'instructions
- Productivité nominative → $A = 2.94$
- Facteur d'échelle B ($1 < B < 1.26$; valeur nominale $B = 1.16$)

Le facteur d'échelle prend en compte:

- **PREC, connaissances préalables** Mesure la compréhension des objectifs du produit, s'il y a une expérience sur des logiciels proches, s'il y a un besoin d'architecture innovante
- **FLEX, flexibilité (liberté) vis-à-vis de spécifications** Mesure s'il faut se conformer avec des spécifications ou pas
- **RESL, bonne gestion des risques** Mesure s'il y a un plan de gestion des risques, le % du temps du projet consacré à établir l'architecture, l'utilisation d'outils pour réduire les risques...
- **TEAM, bonne cohésion de l'équipe** Mesure la cohésion entre les intervenants sur le projet : utilisateurs, client, développeurs, supports...
- **PMAT, bonne maturité des processus de développement** Mesure la pertinence du plan qualité mis en oeuvre

$$\text{Facteur d'échelle } B = 1.01 + 0.01 \times \sum \text{facteurs}$$

Valeur nominale 1,16	1,15						
	-	<u>Très faible</u>	<u>Faible</u>	<u>Nominale</u>	<u>Elevée</u>	<u>Très élevée</u>	<u>Très très élevée</u>
PREC connaissances préalable		5	4	3	2	1	0
	2				x		
FLEX Flexibilité		5	4	3	2	1	0
	3			x			
RESL bonne gestion des risques		5	4	3	2	1	0
	3			x			
TEAM bonne cohésion de l'équipe		5	4	3	2	1	0
	3			x			
PMAT bonne maturité des processus de développement		5	4	3	2	1	0
	3			x			

1/ Calcul de l'effort de développement nominal

Calculer l'effort de développement nominal en Homme Mois à partir des caractéristiques suivantes:

- Nombre de lignes de code estimé: 14500
- Facteur d'échelle: 1.16 (valeur nominale)

$$\text{Effort} = A \times KLOC^B = 2.94 \times 14.5^{1.16} = 65.4 \text{ Homme Mois}$$

Ce facteur est corrigé par l'ajout du facteur d'échelle. Estimer à nouveau l'effort de développement dans les deux cas suivants:

- cas où le facteur d'échelle est le plus défavorable
- cas où le facteur d'échelle est le plus favorable
- cas où $B = 1.26 \Rightarrow \text{Effort} = 85.4 \text{ Homme Mois}$
- cas où $B = 1 \Rightarrow \text{Effort} = 42.6 \text{ Homme Mois}$

Qu'en déduisez-vous?

Effort de développement avec ajustement

$$\text{Effort} = (\text{Effort nominal}) \times A_j$$

$A_j \rightarrow$ facteur d'ajustement (produit de 17 facteurs de productivité²),

- 3 facteurs liés au projet (TOOL, SITE, SCED)
- 3 facteurs liés à la plateforme d'exécution (TIME, STOR, PVOL)
- 5 facteurs liés au logiciel à développer (RELY, DATA, CPLX, RUSE, DOCU)
- 6 facteurs liés au personnel (PCAP, ACAP, PCON, AEXP, PEXP, LTEX)

²GL - PARIS 5 L3 - P1 - INTRO, à partir du slide 51

3 facteurs liés au projet

Facteurs liés au projet	
<u>TOOL</u>	Mesure l'apport de l'utilisation d'outils
<u>SITE</u>	Mesure les impacts du travail sur plusieurs sites de l'équipe de projet
<u>SCED</u> un projet développé selon un calendrier accéléré nécessite plus d'efforts qu'un projet développé sur son calendrier optimal	Mesure les contraintes de planning imposées à l'équipe de projet qui développe le logiciel

3 facteurs liés à la plateforme d'exécution

Facteur	
<u>TIME</u>	Mesure la contrainte imposée sur le temps d'exécution du logiciel à développer
<u>STOR</u>	Mesure le pourcentage du stockage disponible utilisé par le logiciel
<u>PVOL</u>	Mesure la complexité du logiciel et du matériel qui est utilisé par le logiciel en cours de développement (le développement d'une base de données par exemple s'appuie sur du matériel et un système d'exploitation)

5 facteurs liés au logiciel à développer

Facteurs	
<u>RELY</u>	Définit le degré de fiabilité attendue de l'application à développer
<u>DATA</u>	Mesure l'effet d'une quantité importante de données à gérer (car cela entraîne un temps important consacré aux tests)
<u>CPLX</u>	Mesure la complexité de l'application à développer en terme de : contrôles, calculs, utilisations de périphériques, de gestion des données, d'interface utilisateur
<u>RUSE</u>	Mesure l'effort additionnel à produire pour que l'application développée puisse être réutilisée
<u>DOCU</u>	Mesure la pertinence de la documentation à l'adéquation avec le cycle de vie du projet

6 facteurs liés au personnel

Facteurs	
<u>PCAP</u>	Ce facteur évalue les capacités du développeur en relation avec les autres membres de l'équipe de projet en terme de minutie, d'efficacité... mais aussi capacité à communiquer et collaborer
<u>ACAP</u>	Idem que le facteur PCAP mais appliqué à l'analyste qui travaille sur le projet
<u>PCON</u>	Mesure le turnover annuel dans l'équipe de projet
<u>AEXP</u>	Mesure le degré d'expérience des applications de l'équipe de projet
<u>PEXP</u>	Mesure la compréhension dans l'utilisation de plateforme de plus en plus complexe (interface utilisateur, bases de données, accès réseau...)
<u>LTEX</u>	Mesure l'expérience de l'équipe : langages de programmation et outils logiciel

2/ Calcul de l'effort de développement avec ajustement

On cherche à présent à évaluer l'impact de facteurs d'ajustement sur le calcul de l'effort. Estimer à nouveau l'effort de développement dans les deux cas suivant, en fixant B à sa valeur nominale:

- cas où les facteurs sont les plus défavorables

- $TOOL = 1.24$, $SITE = 1.24$, $SCED = 1.1$
- $TIME = 1.66$, $STORE = 1.56$, $PVOL = 1.3$
- $RELY = 1.4$, $DATA = 1.16$, $CPLX = 1.65$, $RUSE = 1.4$, $DOCU = 1.23$
- $PCAP = 1.42$, $ACAP = 1.46$, $PCON = 1.42$, $AEXP = 1.29$, $PEXP = 1.21$, $LTEX = 1.14$

$$\Rightarrow A_j = 137.6$$

$$\Rightarrow \text{Effort} = 65.4 \times 145 > 9000 \text{ Homme mois !!!}$$

- cas où les facteurs sont les plus favorables

- $TOOL = 0.82$, $SITE = 0.6$, $SCED = 0.82$
- $TIME = 1$, $STORE = 1$, $PVOL = 0.87$
- $RELY = 0.75$, $DATA = 0.94$, $CPLX = 0.7$, $RUSE = 0.87$, $DOCU = 0.81$
- $PCAP = 0.6$, $ACAP = 0.6$, $PCON = 0.7$, $AEXP = 0.82$, $PEXP = 0.9$, $LTEX = 0.95$

$$\Rightarrow A_j = 0.02$$

$$\Rightarrow \text{Effort} = 65.4 \times 0.02 < 2 \text{ Homme mois !!!}$$

Un projet réalisé dans de mauvaises conditions est infaisable...

Estimation du temps de développement

$$\text{Temps developpement} = 3.67 \times \text{Effort1}^{(0.28+0.2 \times (B-1.01))}$$

- *Effort1* est l'effort en Homme mois sans prendre en compte le facteur SECD
- *B* est le facteur d'échelle
- L'unité de temps de développement est en mois

3/ Calcul du temps de développement

Quel est le temps de développement en mois dans le cas où les facteurs d'ajustement valent 1 et le facteur d'échelle vaut 1.16?

$$[3.67 \times \textit{Effort} 1^{(0.28+0.2 \times (B-1.01))}] = 13.4 \textit{ mois}$$

Combien de personnes seront requises dans ces conditions?

$$\textit{Nombre de personnes} = \textit{Effort} / \textit{Temps} = 5 \textit{ personnes}$$

Quel est leur rythme de travail?

8 heures par jour, 5 jours par semaine

Les points de fonctions

Concept

- Unité pour mesurer la taille fonctionnelle d'un système d'information vu par les utilisateurs
- Mesure indépendante des techniques de réalisation et d'exploitation du système
- Largement utilisé dans les grands projets informatique

Objectifs

- Estimer les charges de développement
- Mesurer la taille des applications d'une entreprise
- Réaliser des bilans de projets

Les points de fonctions

Fichier Internes Logique	ILF	Groupement de données utilisateur ou d'informations de contrôle utilisés ou générés à l'intérieur du logiciel
Fichier d'Interface Externe	EIF	Fichier passé ou partagé entre programmes
Entrée	EI	Chaque données unique d'utilisateur ou de contrôle qui entre dans le logiciel et ajoute ou modifie des données dans un fichier logique interne
Sortie	EO	Chaque donnée unique d'utilisateur ou de contrôle qui quitte le logiciel
Intérogation Externe	EQ	Chaque combinaison d'entrée/sortie où les entrées génèrent une sortie immédiate (une question)

$$\text{Nombre de points} = \sum (\text{points de fonctions} \times \text{poids})$$

4/ Calcul des points de fonctions

Avec quelques amis vous décidez de monter une start-up. L'équipe de projet est constituée de quelques étudiants et d'un expert du domaine: celui du développement d'applications pour téléphone portable. Vous avez pu obtenir un premier financement qui couvre le développement du prototype d'une application avec lequel vous espérez pouvoir lever des fonds et développer votre activité.

On suppose qu'une étude des points de fonctions a été menée et a abouti au résultat ci-dessous.

Type de points de fonctions	Valeur		faible	moyen	élevé
Fichier interne logique	30	Fichier interne logique	7	10	15
Fichier d'interface externe	4	Fichier d'interface externe	5	7	10
Entrée	30	Entrée	3	4	6
Sortie	57	Sortie	4	5	7
Interrogation externe	25	Interrogation externe	3	4	6

Points de fonctions

Complexité

Calculer le nombre total de points de fonctions en prenant les complexités les plus faibles.

Convertir les points de fonctions en lignes de code (Java) à l'aide du tableau ci-dessous,

Java	55
JEE	57
C	148
C++	59

On suppose que le facteur d'échelle vaut 1.15, et que les facteurs d'ajustement sont faibles, calculer l'effort avec ajustement.

Type de points de fontions	Valeur		faible	moyen	élevé
Fichier interne logique	30	Fichier interne logique	7	10	15
Fichier d'interface externe	4	Fichier d'interface externe	5	7	10
Entrée	30	Entrée	3	4	6
Sortie	57	Sortie	4	5	7
Interrogation externe	25	Interrogation externe	3	4	6

Points de fonctions**Complexité**

Calculer le nombre total de points de fonctions en prenant les complexités les plus fortes.
Déduire le nombre de lignes de code.