



# Estimations de charges

## **Les orientations de la Commission**

*L'estimation prévisionnelle des charges est un problème récurrent. Fréquemment, des Adéliens nous interrogent à ce sujet. L'an dernier, l'article « Que sont les estimations devenues ? » de La LETTRE n° 35 d'avril 1999 lançait un projet de commission. Cette commission réunit quatre participants dont l'un d'eux nous a transmis une contribution. D'autres membres se sont déclarés intéressés par la diffusion des résultats.*

*Aujourd'hui, nous vous proposons cette introduction qui jette les bases des travaux de cette commission.*

## **Introduction**

Le calcul du montant prévisionnel des coûts et des délais est un facteur crucial pour le succès des projets. La partie critique de la prévision des coûts repose sur l'estimation de la charge de travail en jourhommes<sup>1</sup>. Les autres éléments de coûts (matériels, logiciels standard, locaux, liaisons, documentations, reprographie, formations, déplacements, indemnités, assurances, frais financiers etc.) semblent plus faciles à chiffrer.

La détermination réaliste d'un délai s'effectue à partir de la connaissance des charges dont la répartition n'est pas aussi compressible qu'on le souhaiterait.

Des modèles d'estimations de charges et de délais, pour le développement de systèmes applicatifs, ont été élaborés, diffusés et étalonnés depuis une quinzaine d'années. Si ces modèles restent, pour l'essentiel, encore valables pour le développement traditionnel de systèmes d'information de gestion, ils ne sauraient s'appliquer, tels quels, à d'autres activités : intégration de systèmes, mise en œuvre de progiciels, création de sites, mise en œuvre d'une gestion de la sécurité etc., qui se sont affirmées au cours de ces dernières années.

La première phase des travaux d'une commission consiste à recenser :

- l'ensemble des besoins à couvrir ;
- les démarches, méthodes et techniques utilisées pour les différents métiers de l'informatique.

La seconde phase devrait proposer des modèles adaptés aux diverses activités, afin de conforter les estimations et surtout d'en favoriser la capitalisation.

Ce document de travail présente une première trame générique susceptible de constituer, après adaptation, une culture commune. Les techniques, propres à chaque métier, pourront s'articuler autour de cette base.

## **Les estimations de charges d'un projet**

### **Les particularités du projet**

Il est relativement courant d'estimer, avec une bonne précision, les charges et les délais nécessaires pour la réalisation de travaux classiques répétitifs (construction d'un bâtiment, transports de charges identiques sur des parcours connus etc.). En revanche, il apparaît plus délicat de prévoir :

- en un temps limité, lorsque l'on ne dispose pas encore de tous les aspects spécifiques ;

---

<sup>1</sup> Nous utiliserons les termes *heurhomme*, *jourhomme*, *moishomme*, *anhomme* pour désigner les unités de charges qui mesurent le travail d'un être humain moyen pendant les unités de temps correspondantes.

- les **charges** et les **délais** d'un **projet**, destiné à réaliser un ouvrage **unique**, dans un contexte **original** (environnement relationnel, organisationnel et technique spécifique de ce projet).

### **Les recettes empiriques**

À défaut d'engager une étude méthodique de l'estimation, il est tentant de faire appel à des approches moins contraignantes. Chacune des approches suivantes présente un intérêt, mais il serait dangereux de s'en remettre à une seule d'entre elles, qui ne fournit qu'une vue très partielle et biaisée du problème.

#### **Prévisions d'experts**

On peut recourir aux services d'experts, externes au projet, qui possèdent une solide culture personnelle, régulièrement actualisée par l'analyse des bilans de projets terminés. Mais, quelle est leur crédibilité sur des projets novateurs pour lesquels ils n'ont pas encore d'expériences ?

#### **Homothétie**

On peut utiliser une formule de proportionnalité - voire une simple règle de trois - pour établir les estimations d'un nouveau projet, à partir des résultats mesurés sur un projet terminé, considéré comme similaire. Mais, comment apprécier le degré de similitude entre des projets passés et des projets futurs ?

#### **Méthode de Parkinson**

Cette approche s'appuie sur la capacité des ressources mobilisables, en faisant l'hypothèse que ces ressources humaines, convenablement motivées, seront suffisantes pour réaliser la totalité du projet dans les délais impartis. Si je dispose de 6 personnes et si le délai souhaité est de 12 mois, puis en conclure que la charge idéale serait de 1500 jourhommes ?

#### **Méthode du moins-disant**

En situation compétitive, il est très tentant de s'aligner sur les prévisions des propositions rivales, en annonçant des charges et des délais légèrement inférieurs tout en espérant que les estimations concurrentes ne seront pas bâties de la même façon !

### **La démarche méthodique**

Sans négliger les apports des approches empiriques évoquées ci-dessus, une démarche méthodique préconise le cycle d'activités suivantes :

- formaliser des éléments de prévision (ce que l'on appelle un modèle) ;
- les mettre en application, dans le cadre des prévisions pour un projet ;
- procéder à un bilan pour analyser les écarts observés à l'issue de la réalisation ;
- corriger les éléments du modèle de prévision pour les futures estimations.

### **Les limites du projet**

Pour renforcer la pertinence des estimations prévisionnelles, il convient de :

- délimiter formellement les contours de l'objectif du projet ;
- définir les modalités de réalisation ;
- déterminer les conditions contractuelles d'acceptation de l'ouvrage par le client.
- recouper les résultats de plusieurs approches d'estimation.

En effet, il faut éviter qu'après un accord conclu sur des bases floues, chaque partie veuille l'interpréter de la façon qui lui serait la plus favorable.

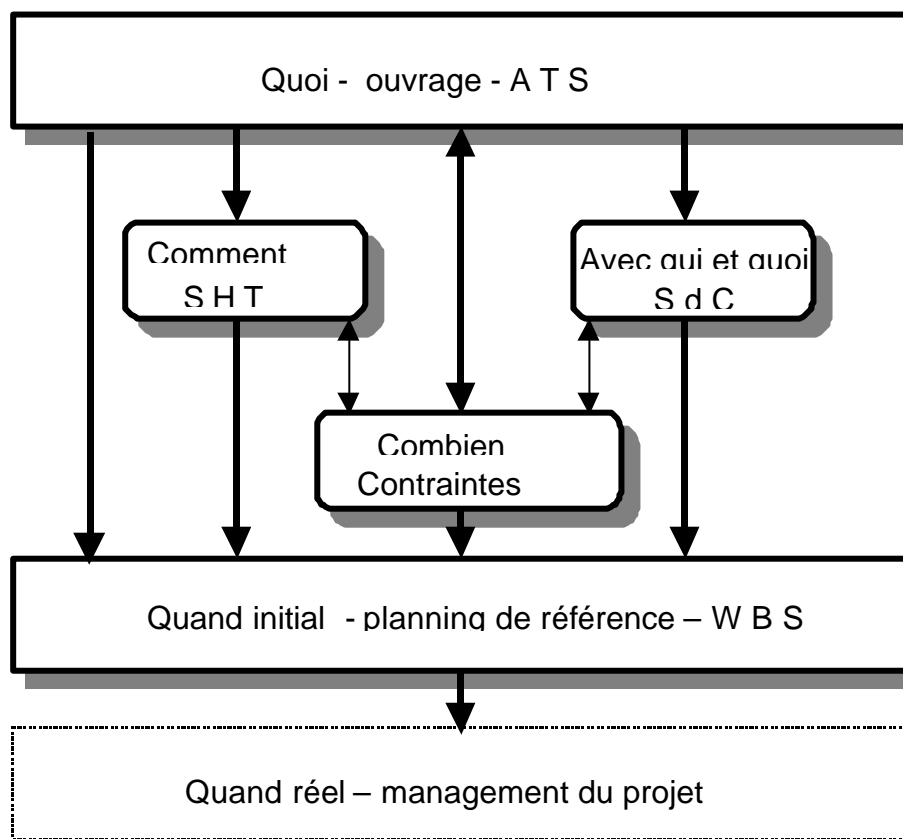
- Le maître d'ouvrage souhaite, à partir d'un devis estimatif, considéré comme invariant, intégrer toutes les prestations qui contribueront à la satisfaction des besoins de ses utilisateurs.
- Le maître d'œuvre souhaite écarter, ou reporter sur d'autres fournisseurs, toute prestation qui n'est pas explicitement spécifiées dans l'accord.

Pour prévenir la création d'un climat conflictuel, il est impératif de définir clairement l'objectif.

- Quelles sont les limites de la demande ?
- Quelles sont les frontières avec d'autres systèmes ?
- Quelles sont les interfaces requises ?
- Quels sont les services attendus ?
- Quelles sont les prestations annexes ?
- Quel est l'environnement technique ?
- Quelles seront les conditions de réalisation ?

## Évaluation des charges d'un projet

Les techniques de gestion de projet nous apprennent à planifier l'ensemble des travaux nécessaires à la production d'un ouvrage et à la conduite du projet. Pour cela, on suit une démarche rationnelle qui repose sur un enchaînement chronologique des questions (quoi, comment, avec qui et quoi, combien, quand) qu'il faut se poser pour définir complètement et précisément un projet.



Sur ce schéma de principe :

- les rectangles marquent les activités nécessaires à l'élaboration des différentes représentations du projet (arborescence technique du système, arborescence des activités, organisation des ressources, WBS, etc.).
- les flèches indiquent les principales interactions entre ces activités.

Ainsi, par exemple, des contraintes impératives de délais peuvent conduire à une révision des objectifs de l'ouvrage, des modalités de réalisation et des ressources.

### **Quoi : l'ouvrage**

L'ouvrage est décrit sous forme d'une Arborescence Technique du Système (ATS) qui indique la nomenclature de toutes les fournitures à livrer.

Dans le cas de système d'information, l'ouvrage se décompose en sous-systèmes :

- plates-formes (matériels et logiciels standard) ;
- logiciels spécifiques (applicatifs ou techniques) ;
- documentations associées ;
- services associés (conseils, formations, monitorats).

Chaque sous-système fait l'objet d'une décomposition en éléments de niveaux inférieurs. Le nombre de niveaux de description est une mesure de la précision de la description de l'ouvrage ; lors des estimations préliminaires, on se limite aux tout premiers niveaux.

### **Comment : l'œuvre**

De la nomenclature de l'ouvrage, on peut extrapoler la Structure Hiérarchisée des Travaux (SHT) à accomplir :

- production, acquisition ;
- assemblage, intégration ;
- essais, recette ;
- mise en service, conduite du changement, déploiement.

Le développement et la mise en service d'une solution nécessitent l'exécution de tâches organisées en gammes opératoires. Chaque mode de fabrication impose ses propres conditions de charges et de délais qui interviennent dans l'estimation.

### **Avec quels moyens : les ressources**

Après avoir déterminé ce qu'il faut faire et comment le faire, il faut identifier la Structure de Contribution (SdC) : qualification, disponibilité et coût unitaire des ressources matérielles, logicielles et humaines.

### **Combien : les prévisions**

Il faut enfin tenir compte des contraintes imposées aux délais et éventuellement aux coûts globaux. Des délais trop tendus entraînent la mise en place des moyens supplémentaires qui augmentent les charges.

### **Quand : la planification de référence**

Les décompositions précédentes, faites sur des bases rationnelles, permettent :

- de regrouper les tâches en lots de travaux affectés ;
- de planifier l'enchaînement des lots de travaux.

C'est le WBS (Work Breakdown Structure = Organigramme des Tâches). Ce WBS ne peut être créé avec précision que si l'on a défini l'ouvrage et si l'on connaît les techniques de réalisation.

La planification de référence, au niveau le plus fin, permet d'évaluer les charges nécessaires à chaque lot de travaux, qu'il convient de cumuler pour obtenir les charges globales du projet.

### **Quand et combien, réels : le suivi**

L'application du plan d'assurance qualité définit les modalités de management du projet :

- responsabilités réciproques des maîtrises d'ouvrage et d'œuvre ;
- organisation du suivi ;
- échéancier des livraisons et modalités de recette ;
- conditions de validation ;
- mesures correctives contractuelles.

L'efficacité présumée du management de projet est un facteur à prendre en compte dans les estimations. Il ne faut pas sous-estimer le travail de management du projet qui représente entre 10 et 25% de la charge totale.

# Choix d'un modèle d'estimation

## ***Les résultats attendus***

Les grandeurs que l'on veut déterminer, à l'issue d'une estimation, sont parfaitement identifiées :

- ventilation des charges en mois/hommes par qualification et par lot ;
- courbe d'effectif, en fonction du temps ;
- délais de réalisation des différentes tranches du projet ;
- coût total du projet.

## ***Les paramètres connus***

Comme pour l'établissement du planning, les estimations se bâtissent progressivement à partir :

- des caractéristiques de l'ouvrage – c'est le quoi ;
- des modalités des travaux de production – c'est le comment ;
- des ressources (qualité, quantité, coût) à la disposition du projet – c'est avec qui et quoi ;
- des contraintes, essentiellement sur les délais – c'est le combien ;
- de la planification – c'est le quand initial ;
- des conditions de management du projet.

## **Les paramètres relatifs à l'ouvrage**

### **Type d'ouvrage**

Les applications informatiques se répartissent en différents types :

- intégration de systèmes ;
- mise en service de progiciels ;
- application de gestion ;
- réalisation de services techniques ;
- conduite de processus ;
- etc.

### **Taille de l'ouvrage**

La taille, pour un logiciel c'est le nombre d'instructions (ou de kilo-instructions) du système terminé.

### **Complexité de l'ouvrage**

Par exemple, alors que la longueur d'un programme permet de mesurer sa taille, le nombre de niveaux imbriqués, caractérise sa complexité.

### **Innovation de l'ouvrage**

La nouveauté d'un système caractérise l'intégration d'éléments originaux, dont on n'a pas encore l'expérience :

- règles de gestion novatrice ;
- première version d'un logiciel de base ;
- matériel sophistiqué récent.

### **Environnement technique et organisationnel**

L'environnement est caractérisé par le type de plates-formes, la nature des systèmes frontaliers, la typologie des utilisateurs, les principes d'organisation autour de la solution etc.

### **Exigences documentaires**

Ce sont les exigences documentaires relatives aux différents dossiers à rédiger :

- plan d'assurance qualité ;
- plan de développement ;
- rapport d'étude préalable ;
- spécifications fonctionnelles ;
- conception technique ;

- manuels d'installation et d'utilisation ;
- etc.

## **Les paramètres relatifs à l'œuvre**

### Méthodes et outils

- Cycle de développement ;
- Prise en compte de méthodes et d'outils préconisés par le client ;
- Degré de maîtrise des outils envisagés.

### Environnement

- Gestion de la plate-forme de développement.

## **Les paramètres liés à l'organisation des ressources**

### Composition de l'équipe

- Compétences individuelles ;
- Cohésion de l'équipe ;
- Motivations.

### Intendance

- Disponibilité des Interlocuteurs ;
- Locaux ;
- Liaisons et communications ;
- Accès aux machines.

## **Paramètres liés aux contraintes**

- Exigences sur les délais.

## **Paramètres liés à la planification de référence**

- Nombre et poids relatifs des lots de travaux.

## **Paramètres liés au management de projet**

- Existence et rigueur du plan d'assurance qualité ;
- Outils de suivi de projet ;
- Gestion des modifications.

## ***Le choix d'un modèle de calcul des charges***

Un modèle est un opérateur (au sens mathématique) qui détermine des résultats en fonction de la valorisation des paramètres initiaux.

Un modèle prédictif peut être **statique** ou **dynamique**, selon qu'il fournit une charge totale en mois/homme ou une répartition de l'effectif en fonction du temps.

Il faut limiter le **nombre de paramètres** à prendre en compte en entrée du modèle.

Alors qu'un modèle global ne fournit qu'une charge qui cumule toutes les prévisions de consommations, un modèle détaillé fournit des charges par catégorie de tâches (spécification, conception technique, production des composants, intégration, validation, mise en œuvre) et par catégorie de qualification.

Pour choisir un modèle, il faut vérifier la structure de la formule (convient-elle aux besoins spécifiques d'estimation ?) et valider le choix des paramètres (sont-ils accessibles ?).

Ce choix étant fait, il faut encore :

- initialiser les coefficients numériques (qui n'appartiennent pas à la formule car ils sont variables en fonction du contexte) ;
- expérimenter, en appliquant la formule avec ce premier jeu de coefficients numériques, en contrôlant systématiquement les résultats obtenus ;
- analyser les écarts entre les résultats calculés par le modèle et les constatations des valeurs réelles ;
- ajuster les paramètres pour corriger les écarts observés.

### Détermination des délais

La détermination du délai, à partir de la charge, ne pose pas de grosses difficultés. On utilise généralement la règle suivante

$$D = 2,5 * (\text{CHARGE})^{1/3}$$

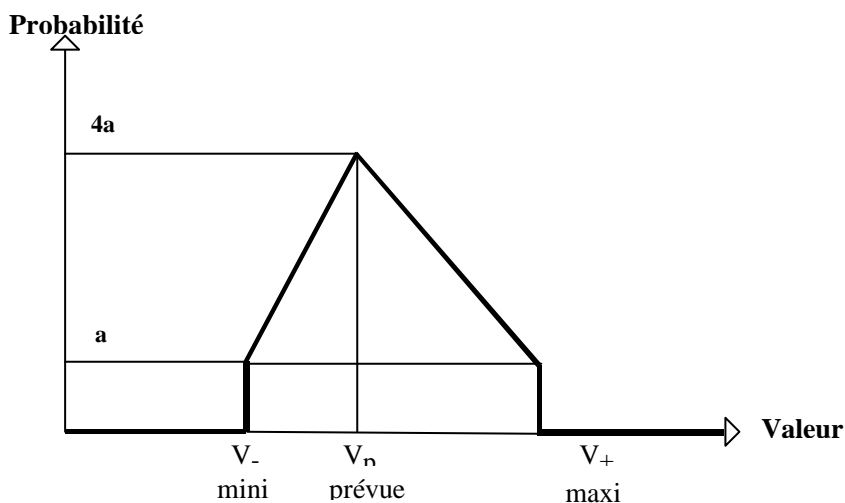
le délai en mois est voisin de 2,5 fois la racine cubique<sup>2</sup> de la charge en moishommes.

### Estimations probabilistes

Le principe consiste à recouper les indications fournies par plusieurs experts que nous appellerons « estimateurs ». Chaque estimateur doit fournir sa propre prévision en 3 valeurs :

- l'une probable ( $V_p$  valeur prévue) ;
- une valeur minimale ( $V_-$  optimiste) ;
- une valeur maximale ( $V_+$  pessimiste).

On fait l'hypothèse d'une répartition triangulaire des probabilités.



On fait l'hypothèse que la valeur  $V_p$  est 4 fois plus probable (probabilité =  $4*a$ ) que les valeurs extrêmes  $V_-$  et  $V_+$  (probabilité =  $a$ ).

Pour chaque estimateur on calcule :

- une valeur moyenne  $V_m = (V_- + 4 * V_p + V_+)/6$  ;
- un écart type  $et = (V_+ - V_-)/6$  ; (racine carrée de la variance).

<sup>2</sup> La racine cubique s'explique par la forme parabolique de la courbe d'effectif en fonction du temps. Si l'effectif  $y$  est égal à  $k*t*(D-t)$  soit  $k(D*t - t^2)$ , on obtient par intégration une charge égale à  $k D^3/6$ . Le délai est donc égal à  $(6/k)^{1/3} (Charge)^{1/3}$ .

Chaque estimation individuelle se ramène à une présence dans un intervalle symétrique autour d'une valeur moyenne. Ainsi avec  $V_p = 90$ ,  $V_- = 60$  et  $V_+ = 150$ , la valeur réelle sera très probablement comprise entre 80 et 110.

### **Synthèse des prévisions de plusieurs estimateurs**

En faisant l'hypothèse d'une répartition aléatoire des écarts, nous pouvons calculer une valeur estimée moyenne qui est la moyenne des valeurs individuelles estimées, accompagnée d'un écart-type, ce qui diminue l'incertitude.

Cette méthode présente quelques inconvénients :

- aucun estimateur n'est tenu de justifier ses prévisions ;
- il n'y a donc pas de transmission du savoir-faire.

Mais, en contrepartie, elle offre des avantages indéniables :

- la méthode est facilement automatisable autour d'un tableur ;
- elle permet des itérations ;
- les valeurs finales intègrent tous les avis ; aucun avis n'est prédominant ;
- personne ne supporte seul le poids du résultat final, ce qui est une façon élégante de répartir les responsabilités.

### **Méthode consensuelle dite de Delphes**

Cette méthode ajoute un peu de convivialité à la synthèse précédente. Chaque estimateur fournit une estimation anonyme après avoir reçu d'éventuels compléments d'information.

Un animateur coordinateur procède à une confrontation des réponses. Si les résultats des différents estimateurs sont trop dispersés, il sollicite de chaque estimateur :

- une nouvelle estimation ;
- la justification des variations par rapport à la première estimation.

On peut enrichir la méthode par des travaux de groupe en canalisant, avant chaque itération, une discussion entre les estimateurs.

## **Les estimations à l'issue des phases**

Plus l'estimation des charges est précoce, plus grande est son incertitude. Une estimation faite lors de l'analyse des besoins fournit un ordre de grandeur avec une grande plage d'incertitude qui sera réduite après les spécifications fonctionnelles.

### **Analyse des besoins**

À l'issue de l'analyse des besoins, on peut faire une estimation selon les facteurs mis en évidence par l'étude, essentiellement ceux liés à l'ouvrage.

L'estimation repose sur des bases fonctionnelles minimales, objectives et compréhensibles des Utilisateurs, par exemple les fonctions types globales.

### **Spécification fonctionnelle**

Les Spécifications fonctionnelles décrivent l'ouvrage avec une bonne précision. On peut y repérer les écarts observés par rapport aux spécifications préliminaires. D'autre part, on peut commencer à prendre en compte les paramètres liés à l'organisation des travaux et à leur planification.

## **Les parades aux principales causes de dérive**

La manipulation de modèles d'estimation apportera une réponse d'autant plus satisfaisante que l'on saura endiguer les causes les plus fréquentes de dérive.



### ***La maîtrise des évolutions***

Lorsque les limites du projet n'ont pas été correctement fixées, des tendances d'extensions continues se manifestent sans que l'on puisse les écarter, faute d'un engagement contractuel suffisamment précis. **Il faut mettre en place une procédure de gestion des demandes de modification.**

### ***L'implication de la maîtrise d'ouvrage***

Le maître d'ouvrage est responsable de la définition des besoins fonctionnels. Il doit arbitrer entre les utilisateurs et choisir les options souhaitables et possibles. Un maître d'ouvrage qui ne joue pas son rôle constitue un risque majeur pour l'ensemble du projet. **Il faut impliquer le maître d'ouvrage dans le cadre du plan d'assurance qualité.**

### ***La motivation des ressources humaines***

La gestion quantitative des ressources doit être complétée par une **animation du contexte relationnel**. La motivation de l'équipe est une tâche prioritaire du responsable de projet.

### ***La maîtrise des innovations technologiques***

La prise en compte de technologies innovantes et peu maîtrisées serait un risque difficilement chiffrable. Les **aides** (formations, assistances) **promises par le fournisseur** de la technologie doivent être accordées. Les dates de disponibilité et la qualité des produits annoncés doivent être **garantis**.

## **En conclusion**

Merci de nous faire part de vos remarques sur ce projet de trame susceptible de nous servir à recenser les informations qualitatives et quantitatives, relatives à vos expériences.

*Alain Coulon*  
*Direction Technique et Qualité*  
*Bull – CSI – Conseil et Intégration de Systèmes*