

Jean-Yves Moine

Préface de Xavier Leynaud  
(Alstom Renewable Power Hydro)

Le grand  
livre de la  
gestion  
de projet

Copyright © 2013 AFNOR.

afnor  
ÉDITIONS



Jean-Yves Moine

Préface de Xavier Leynaud  
(Alstom Renewable Power Hydro)

Le grand  
livre de la  
gestion  
de projet

Copyright © 2013 AFNOR.

**afnor**  
ÉDITIONS

## L'auteur

Jean-Yves Moine est consultant en gestion de projet depuis plus de 15 ans. Praticien, il a exercé pour de grands groupes industriels sur des projets allant de la fabrication de boîtes de vitesses, jusqu'aux terminaux méthaniers ou aux infrastructures de tramways, en France et à l'international.

Il est l'auteur des ouvrages « Manuel de gestion de projet », « Le pilotage de portefeuilles de projets » et « Gestion de projet avancée » parus chez AFNOR Éditions. Son ouvrage « Management de projet 3D – Le cube projet » paru aux éditions Cépaduès décrit en détail la méthode WBS 3D dont il est le créateur (<http://3d-wbs.blogspot.fr/>).

Il a effectué plusieurs conférences à l'AFITEP et au PMI, au sujet du WBS 3D.

Il participe régulièrement à l'ouvrage « Management des projets » d'AFNOR, à la revue « La cible » de l'AFITEP, ainsi qu'à de nombreux forums spécialisés sur internet. Il est le créateur de l'entreprise Cubix Project Management (<http://cubixpm.com/>).

Il est l'initiateur et le concepteur fonctionnel du logiciel Cubix 360, basé sur la méthodologie WBS 3D: <http://cubix360.fr/>

© AFNOR 2013

Couverture : création AFNOR Éditions – Crédit photo © 2013 Fotolia

ISBN 978-2-12-465427-7



Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992, art. L 122-4 et L 122-5, et Code pénal, art. 425).

AFNOR – 11, rue Francis de Pressensé, 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex

Tél. : + 33 (0) 1 41 62 80 00 – [www.afnor.org/editions](http://www.afnor.org/editions)

# Sommaire

<b>Préface</b> .....	<b>XI</b>
<b>Terminologie</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1 Un peu d'histoire</b> .....	<b>1</b>
1.1 La recherche opérationnelle : l'outil mathématique .....	1
1.2 La méthode PERT : la gestion des premiers grands projets industriels .....	2
1.3 Les évolutions de la méthode PERT : déclinaisons et démocratisation	3
<b>2 Les portefeuilles de projets</b> .....	<b>5</b>
2.1 Généralités .....	6
2.2 L'organisation accueillant le portefeuille .....	9
2.3 La mécanique stratégique .....	19
2.4 La gouvernance du portefeuille.....	23
<b>3 Le cadre des projets</b> .....	<b>27</b>
3.1 Les portefeuilles de projets .....	27
3.2 Les programmes .....	29
3.3 Les projets.....	30
3.4 La structure d'accueil des projets.....	30
3.5 Le phasage des projets .....	32
3.6 Le cycle de vie des projets .....	33
3.7 Le cycle de vie des produits .....	34
3.8 Le management par projets .....	34

3.9	Les parties prenantes.....	35
3.10	Modèle de maturité du management de projet .....	38
3.11	Les phases du management de projet.....	39
<b>4</b>	<b>L'organisation des projets .....</b>	<b>41</b>
4.1	Le projet .....	41
4.2	La typologie des projets .....	42
4.3	Les structures organisationnelles .....	44
4.4	L'ingénierie concourante .....	48
4.5	Les tâches du chef de projet .....	49
4.6	Les tâches du contrôleur de projet.....	50
<b>5</b>	<b>Analyse fonctionnelle de la gestion de projet.....</b>	<b>51</b>
5.1	Introduction .....	52
5.2	Liste des fonctions principales .....	52
5.3	Liste des fonctions de contraintes.....	53
5.4	Conclusion .....	54
<b>6</b>	<b>Structuration de projet.....</b>	<b>55</b>
6.1	Contexte .....	56
6.2	Présentation de l'ouvrage.....	56
6.3	La méthode WBS 3D .....	59
6.4	L'arborescence Produit (PBS) : « Quoi ? ».....	60
6.5	Les Produits instanciés (PBSi).....	61
6.6	L'arborescence des Activités (ABS), « Comment ? ».....	62
6.7	L'arborescence des Zones (ZBS), « Où ? » .....	63
6.8	Croisement des Produits et des Activités.....	63
6.9	Croisement des Produits et des Zones .....	65
6.10	Obtention de la liste des tâches structurée.....	65
6.11	Double structure, WBS du contrat (CWBS) .....	67
6.12	L'organisation (OBS).....	67
6.13	Les ressources (RBS) : « Qui ? » .....	68
6.14	RBS <i>versus</i> WBS : « Qui fait quoi ? ».....	69
6.15	Création du planning .....	70
6.16	L'arborescence des coûts (CBS) : « Combien ? » .....	70
6.17	Définition des lots de travaux .....	73

6.18	Les fiches de lots .....	74
6.19	Synthèse .....	75
<b>7</b>	<b>Mise en place du référentiel.....</b>	<b>77</b>
7.1	La planification de référence.....	77
7.2	L'estimation des coûts .....	97
7.3	Les budgets et les coûts .....	102
7.4	Initialisation des risques qualitatifs.....	110
<b>8</b>	<b>Méthodes et outils de pilotage.....</b>	<b>121</b>
8.1	Préambule.....	121
8.2	Les courbes en S .....	123
8.3	La mise à jour du planning .....	125
8.4	La méthode du reste à faire .....	126
8.5	La méthode de la valeur acquise .....	150
8.6	Valeur acquise, l'approche Top-down .....	171
8.7	La méthode de la chaîne critique.....	194
8.8	L'ouverture et la fermeture des lots .....	203
8.9	Le management de projet par les écarts .....	204
8.10	La maîtrise des risques qualitatifs.....	211
8.11	L'approche quantitative des risques .....	213
8.12	La gestion de la configuration.....	227
8.13	La gestion des modifications.....	229
8.14	La communication.....	231
8.15	La documentation.....	232
8.16	Les contrats.....	233
8.17	La qualité.....	235
8.18	Le plan de management de projet .....	237
8.19	La dimension humaine .....	239
<b>9</b>	<b>Les rapports et tableaux de bord.....</b>	<b>243</b>
9.1	Rapports délais .....	243
9.2	Rapports coûts.....	249
9.3	Risques qualitatifs.....	258
<b>10</b>	<b>La méthode WBS 3D.....</b>	<b>261</b>
10.1	Introduction .....	261

10.2 Les structures arborescentes.....	262
10.3 Le croisement entre le WBS et l'OBS .....	271
10.4 Le cube projet.....	271
10.5 Les différentes natures de liens logiques.....	274
10.6 Le réseau logique du planning (PERT 3D).....	275
10.7 Le cycle en V du WBS 3D .....	276
10.8 L'identification des interfaces .....	277
10.9 Vers un management de projet intégré .....	280
10.10 Le cube au centre du projet.....	283
10.11 Le Gantt 3D .....	285
10.12 Apports du modèle 3D .....	287
10.13 Conclusion .....	291
<b>11 Utilisation de logiciels de gestion de projet.....</b>	<b>293</b>
11.1 MS Project.....	293
11.2 PRIMAVERA P6.....	316
<b>12 Tester vos connaissances .....</b>	<b>347</b>
12.1 Tester vos connaissances en planification opérationnelle.....	347
12.2 Testez vos connaissances en coûtérence .....	350
12.3 Tester vos connaissances en maîtrise des risques .....	352
12.4 Réponses aux questionnaires.....	355
<b>Bibliographie .....</b>	<b>357</b>

*À ma cousine Vanessa.*



# Préface

Lorsque Jean-Yves m'a demandé de rédiger la préface de son dernier ouvrage, je ne m'attendais pas à ce qu'il s'agisse de son anthologie du management de projet. J'ai donc accepté sans me douter que la tâche serait plus ardue qu'il n'y paraissait car l'ouvrage est l'un des plus conséquents qu'il n'ait jamais rédigé.

J'ai connu Jean-Yves lorsque j'ai participé à son recrutement au sein de la société de service CLC (dont la branche industrie qu'il a intégrée a aujourd'hui disparu). Je sais, puisqu'il me l'a dit depuis, que c'est son travail pour cette société qui est à l'origine de sa totale et inconditionnelle passion pour la gestion et le management de projet et j'ai naturellement choisi cette confiance pour fil conducteur de cette préface.

En tant que son manager à l'époque, j'ai eu la chance de pouvoir lui faire prendre conscience au travers de différentes missions, de trop rares formations mais surtout d'un dialogue permanent et d'un suivi régulier, des principes fondamentaux des différentes techniques du contrôle de projet. En effet, j'ai toujours eu beaucoup d'admiration pour les personnes comme Jean-Yves qui n'ont pas commencé avec un poste « offert » à eux par leurs études dans de grandes écoles ou universités, et ont su évoluer à un niveau où notre système éducatif ne les destinait pas au départ. C'est peut-être pour cela que j'ai pris grand plaisir à gérer son passage et son évolution dans cette société.

Dès le départ, Jean-Yves a mis un acharnement à comprendre en profondeur tout ce qu'il mettait en application et à le développer à la limite de ce qui était possible dans le contexte où il intervenait. Des questions, toujours plus de questions auxquelles il était de plus en plus difficile d'apporter des réponses

à la hauteur de ses attentes. Et bien sûr, un beau jour il se lassa et se tourna vers d'autres horizons professionnels.

Nous avons toujours gardé contact après son départ de CLC, et j'ai veillé à donner régulièrement mon opinion sur ses différents travaux, toujours plus novateurs, prenant de plus en plus d'ampleur avec le temps. De publication en publication, j'ai suivi son évolution avec admiration jusqu'à la parution de son ouvrage sur le WBS 3D qui constituait pour moi l'apogée de ce qu'il pouvait faire.

Mal m'en a pris car depuis Jean-Yves n'a pas cessé de m'étonner encore, non pas par son comportement qu'on lui connaît facétieux, mais pas sa volonté d'avancer encore et encore et de laisser une petite empreinte dans l'histoire de la gestion de projet. Cet ouvrage, qu'il dit être son dernier, est donc sûrement encore une étape vers le but inconscient qui semble l'animer et qui le pousse à progresser tous les jours.

Pour conclure, j'attirerai particulièrement l'attention du lecteur sur le plan de l'ouvrage. Ici encore, on pourra constater une approche relativement novatrice : expliquer la gestion de projet en partant du portefeuille de projet pour aller vers le projet singulier.

Ceci correspond bien aux challenges que les acteurs projets ont aujourd'hui à relever au sein des entreprises où, de plus en plus au-delà d'une certaine taille, tout est projet. Il ne s'agit plus de gérer un projet très bien mais de gérer de manière optimum un ensemble de projets, avec leurs contradictions, leurs synergies, et les impératifs modernes de qualité, de sécurité, d'éthique et de respect environnemental.

Or pour cela, comme dirait un entraîneur de rugby que j'ai connu avec sa si charmante gueule de travers, rien de tel qu'un « retour aux fondamentaux »... Cet ouvrage vous permettra de satisfaire, avec beaucoup plus de légèreté qu'il n'y paraît, à cet éternel besoin de reprendre à zéro qui anime toute personne consciencieuse et humble qui pratiquera bientôt ou pratique déjà au quotidien le management de projet.

Xavier Leynaud  
Directeur planification  
et plan de charge des projets Europe,  
Alstom Renewable Power Hydro

# Terminologie

<b>ABS</b>	<i>Activity breakdown structure</i> , arborescence des activités déployées sur un produit pour le réaliser. Une activité est une action, au sens processus.
<b>ACWP</b>	<i>Actual cost of work performed</i> = VR.
<b>BAC</b>	<i>Budget at completion</i> = Budget à date.
<b>BCWP</b>	<i>Budget cost of work Performed</i> = VA.
<b>BCWS</b>	<i>Budget cost of work Scheduled</i> = VP.
<b>CBS</b>	<i>Cost breakdown structure</i> , consolidation des coûts sur le WBS.
<b>CBTE</b>	Coût budgété du travail effectué = VA.
<b>CBTP</b>	Coût budgété du travail prévu = VP.
<b>CPF</b>	Coût prévisionnel final.
<b>CPI</b>	<i>Cost performance index</i> = VA/VR.
<b>CRTE</b>	Coût réel du travail effectué = VR.
<b>CV</b>	<i>Cost variance</i> = VA – VR
<b>CWBS</b>	<i>Contract work breakdown structure</i> . WBS orienté contrats.
<b>EAC</b>	<i>Estimate at completion</i> = CPF.
<b>ETC</b>	<i>Estimate to complete</i> = Reste à faire (RAF).
<b>EV</b>	<i>Earned value</i> = VA.
<b>LB</b>	Ligne budgétaire, correspondant au dernier élément du WBS.
<b>LT</b>	Lot de travaux.

<b>OBS</b>	<i>Organisational breakdown structure</i> , structure organisationnelle du projet.
<b>OT</b>	Organigramme des tâches = WBS.
<b>PBS</b>	<i>Product breakdown structure</i> , structure de décomposition du produit. Élément physique tel qu'un équipement, un matériel ou un ouvrage de génie civil.
<b>PERL</b>	Planning d'ensemble par réseaux linéaires, représentation graphique d'un planning intégrant plusieurs tâches sur la même ligne.
<b>PERT</b>	<i>Program evaluation and review technic</i> , méthodologie de planification de projet.
<b>RAF</b>	Reste à faire (coûts, délais).
<b>RBS</b>	<i>Resource breakdown structure</i> , arborescence des ressources du projet. Prolongement de l'OBS.
<b>SPI</b>	<i>Schedule performance index</i> = $VA/VP$ .
<b>SV</b>	<i>Schedule variance</i> = $VA - VP$ .
<b>SBS</b>	System breakdown structure, structure de décomposition du projet en systèmes fonctionnels. Le SBS est prolongé par le PBS.
<b>VA</b>	Valeur acquise = CBTE.
<b>VP</b>	Valeur prévue = CBTP.
<b>VR</b>	Valeur réelle = CRTE.
<b>WBS</b>	<i>Work breakdown structure</i> , structure de décomposition du travail à effectuer. Aussi appelée OT (organigramme des tâches).
<b>ZBS</b>	<i>Zone breakdown structure</i> , structure de décomposition du projet en Zones physico-fonctionnelles. Les Zones peuvent être fonctionnelles ou physiques, géographiques par exemple. Les Zones sont des regroupements de Produits.

# 1

## Un peu d'histoire

L'aphorisme vieux comme le monde : « Si on ne sait pas où on va, on est sûr de ne pas y arriver ! » est depuis 50 ans associé à des méthodes qui le rationalisent à outrance afin d'arriver au but fixé, et le plus tôt possible, particulièrement dans le cadre de projets industriels aux enjeux financiers évidents.

Créée en 1958, la méthode PERT (*Program evaluation and review technique* ou méthode des « potentiel-étapes ») est la base de l'ordonnancement de projet. Elle évolue, se perfectionne, voire se complexifie, mais aucune révolution n'est à noter.

La planification opérationnelle, puis la coûtéance (ou la maîtrise/le contrôle des coûts), sont devenues les outils incontournables du management de projet d'aujourd'hui ; ce chapitre synthétise l'histoire de cette discipline.

### 1.1 La recherche opérationnelle : l'outil mathématique

Au XVII<sup>e</sup> siècle Descartes pose les bases de la décomposition d'un problème complexe en éléments simples, c'est le principe de la méthode d'analyse et de structuration des projets actuels. À la même époque Pascal et Pierre de Fermat inventent la notion d'« espérance mathématique », la théorie des probabilités se développe, diverge vers différentes branches, comme notamment, depuis le milieu du siècle dernier, la **recherche opérationnelle**.

Il est à noter que le terme « opérationnelle » indique son origine militaire : c'est pendant la Seconde Guerre mondiale que cette discipline démontre toute sa puissance.

Les Britanniques étudient, d'une part, la possibilité de disposer les radars de surveillance sur le territoire de façon optimale, d'autre part, la protection des convois de navires marchands entre la Grande-Bretagne et les États-Unis. Ces modèles mathématiques jouent un rôle déterminant lors de la bataille d'Angleterre.

La recherche opérationnelle consiste à aider à la prise de décisions dans un univers incertain ; une de ses branches est la **théorie des graphes**. Un graphe est, par exemple, un réseau routier ou téléphonique, une sorte de toile d'araignée. La problématique peut consister à trouver le chemin le plus court pour se rendre d'un point à un autre. Un graphe, c'est aussi un planning. Parmi un ensemble de tâches ou de travaux liés logiquement pour réaliser un projet, il est utile de chercher un chemin optimal (le plus long) pour terminer le projet au plus tôt ; c'est le principe de l'ordonnancement de projet.

À la veille de la guerre 1939-1945, Leonid Kantorovitch applique la **programmation linéaire** à la théorie des graphes, c'est la naissance de la **planification**.

## 1.2 La méthode PERT : la gestion des premiers grands projets industriels

En 1960, John Kennedy lance le programme Apollo, il s'agit de se rendre sur la Lune avant une période de dix ans. À l'époque, il y a peu d'ordinateurs et de moyens de communication, ce qui ne fait qu'augmenter la difficulté de gestion du projet. C'est un programme d'une ampleur colossale aussi bien au niveau des moyens humains mobilisés que matériels. Le budget du projet correspond à 150 milliards de nos euros actuels ! L'organisation du projet joue un rôle déterminant dans la réussite de ce projet qui se termine en 1969.

D'autre part, en 1958, en pleine guerre froide, les États-Unis décident de développer le système d'armes Polaris. Il s'agit de missiles nucléaires de longue portée embarqués dans des sous-marins. L'amiral Rayburn pense que l'organisation est plus importante que les problèmes techniques. Une forte contrainte caractérise ce projet en termes de délais : il est nécessaire que les missiles soient opérationnels au plus tôt compte tenu de la menace de l'URSS. **La méthode de planification PERT** est développée, par l'US Navy et deux cabinets de conseil, pour réaliser ce projet dans les délais prévus.

Cette méthode est définie à partir de **la méthode CPM** (*Critical path method*), très similaire, développée quelques années plus tôt par la *Dupont Company* et la *Remington Rand Univac Division*. L'application de la méthode PERT conduit à un gain de deux ans sur la durée du projet Polaris, qui est donc réalisé en cinq ans au lieu de sept.

Ces deux projets sont à l'origine des méthodes actuelles de gestion de projet.

### 1.3 Les évolutions de la méthode PERT : déclinaisons et démocratisation

En 1885, Henri **Gantt** démocratise le **diagramme** qui porte son nom aujourd'hui, c'est le diagramme le plus utilisé à l'heure actuelle. Le génie de Gantt, c'est de dire qu'une « tâche planning » est représentée par un cartouche dont la longueur est proportionnelle à la durée de la tâche. Ce diagramme est une représentation graphique, les tâches ne sont pas liées logiquement et il ne s'agit donc pas d'un graphe au sens de la recherche opérationnelle.

L'association de la méthode PERT à la **représentation de Gantt** donne naissance au Gantt fléché, qui est utilisé aujourd'hui, notamment par les logiciels de gestion de projets disponibles sur le marché. Un diagramme de PERT est en effet assez souvent considéré comme difficilement lisible par les praticiens.

Mais avant d'aboutir au Gantt fléché, des améliorations sont apportées à la méthode PERT, dite « **potentiel-étapes** » (ADM : *Arrow Diagram Method*). Une méthode très similaire, dite « **potentiel-tâches** », est créée. C'est la base méthodologique du Gantt fléché.

La méthode potentiel-tâches est déclinée en plusieurs variantes : d'une part la **méthode des potentiels Métra** (MPM) mise au point par Bernard Roy à Paris et utilisée pour l'aménagement des superstructures du paquebot France ainsi que pour la construction de certaines centrales EDF, et d'autre part la **méthode des antécédents** (PDM : *Precedence Diagram Method*), plus complète, qui est utilisée aujourd'hui.

La méthode de la chaîne critique (CCPM : *Critical Chain Project Management*), dérivée de la théorie des contraintes, développée très récemment par Eliyahu M. Goldratt est la dernière évolution de la méthode PERT, elle est implémentée sur certains logiciels du marché mais peu utilisée aujourd'hui.

Par ailleurs, différentes représentations graphiques de plannings sont créées, comme par exemple le diagramme « chemin de fer », inventé depuis la naissance

des réseaux ferroviaires. Ils sont initialement destinés à calculer les horaires et les vitesses des trains circulant sur voie unique, et sont couramment utilisés aujourd'hui dans l'industrie pour des besoins spécifiques, notamment dans le secteur ferroviaire et la construction d'infrastructures linéaires. Il ne s'agit pas initialement de graphes au sens où l'entend la recherche opérationnelle. Aujourd'hui, avec les logiciels disponibles, il s'agit de véritables outils de planification.

Il est à noter qu'en 1957, Charles Auguste Villemain créé pour EDF le diagramme de PERL (planning d'ensemble par réseaux linéaires) qui est une représentation proche du Gantt fléché. Dans cette représentation, plusieurs tâches sont affichées sur une même ligne.

En résumé, la méthode de planification utilisée par la plupart des outils de gestion de projets disponibles (MS Project, Primavera P6, PSNext, Cascade, Artemis, Planisware 5, Open plan, Spider Project, Asta PowerProject, etc.) et dans la majorité des projets industriels d'aujourd'hui, est la méthode PERT version potentiel-tâches, déclinée par la méthode des antécédents et associée à une représentation de type Gantt fléché.

Par abus de langage, il est dit couramment que la méthode utilisée est la méthode PERT. Elle est simplement traduite par : *Pour Éviter les Retards Traditionnels*.

# 2

## Les portefeuilles de projets

Aujourd'hui, la gestion de projet n'a plus uniquement le caractère opérationnel que lui donnait l'industrie, notamment en ce qui concerne les projets informatiques (IT, Information Technology). Il s'agit désormais de préparer en amont les projets afin d'être certain de choisir et de réaliser « les bons projets » — condition préalable pour les réussir.

L'industrie du tertiaire intègre plusieurs types de projets (développements informatiques, maintenance, évolutions majeures/mineures...) qui naissent en permanence au sein des Directions systèmes d'information (DSI). Se posent alors les questions : doit-on réaliser ce projet ? Peut-on le réaliser en fonction du budget annuel et du plan de charge ? De la stratégie de l'entreprise ? Quand doit-on le commencer ? Ce projet est-il prioritaire ?...

Toute cette phase amont de préparation (la plus importante en fait) qui se résume en IDÉE et en SÉLECTION des projets, constitue la partie stratégique de la gestion de projets.

On gère maintenant des projets comme des investissements financiers, on parle et met en œuvre des solutions de pilotage de portefeuille de projets notamment dans les DSI (banques, assurances...), mais aussi dans l'industrie.

L'aspect opérationnel reste classique, il s'agit surtout de planifier d'un point de vue budgétaire et temporel, et de piloter la réalisation du projet par rapport au référentiel de départ.

## 2.1 Généralités

### 2.1.1 Origine

Harry Markowitz est à l'origine de la gestion de portefeuille en finance. Son article « Portfolio selection », paru en 1952 dans le Journal of Finance, lui a valu le prix Nobel en 1990.

Il a introduit et détaillé la notion d'équilibre entre la diversification du risque et la valeur.

### 2.1.2 Le portefeuille

Un portefeuille est un ensemble homogène de ressources et d'actifs. Un projet est une ressource, ses résultats (et ses livrables) ont de la valeur, c'est ce qu'on appelle l'actif. Les ressources permettent par combinaisons de créer d'autres ressources et/ou actifs.

Une base de données est établie sur cet ensemble de ressources, c'est le référentiel.

L'intérêt de la gestion d'un portefeuille est de gérer les projets dans leur ensemble, et pas uniquement individuellement. On va chercher, par exemple, à maximaliser le gain en fonction des différents types de risques.

### 2.1.3 Les enjeux de la gestion de portefeuille

On distingue 4 enjeux principaux :

- ▶ l'alignement des projets sur la stratégie de l'entreprise ;
- ▶ l'amélioration de l'arbitrage et de la prise de décision ;
- ▶ l'amélioration du pilotage du budget et des ressources ;
- ▶ l'amélioration de la transparence, de la visibilité et de la communication.

Il s'agit par exemple d'éviter que les premiers projets arrivés soient les premiers projets pris en compte, et notamment de rationaliser l'allocation des ressources humaines, c'est-à-dire de les allouer là où elles auront le plus de valeur.

### 2.1.4 La gestion d'un portefeuille

Gérer un portefeuille c'est fixer des objectifs, décider en fonction de ces objectifs et s'assurer que les décisions deviennent réalité.

Tout comme le fait un « trader » spéculant avec ses titres en bourse, il s'agit de répartir au mieux les risques en fonction de la viabilité, à un moment donné, de tel ou tel projet.

## 2.1.5 Le portefeuille de projets

Un projet informatique peut être un acte d'évolution du système d'information ; dans un portefeuille, les « actions » (comme la maintenance) sont aussi considérées comme des projets.

Un portefeuille de projets est un ensemble homogène de projets, intégrant de plus le référentiel.

## 2.1.6 La complexité des portefeuilles de projets

G. Kapur appréhende et identifie en 2003 la complexité des portefeuilles de projets dans le but de fournir un indicateur synthétique.

La figure ci-dessous présente cet indicateur. Sur l'axe des X on trouve la complexité métier, sur l'axe des Y la complexité technique. L'échelle varie de 1 à 4 sur les 2 axes.

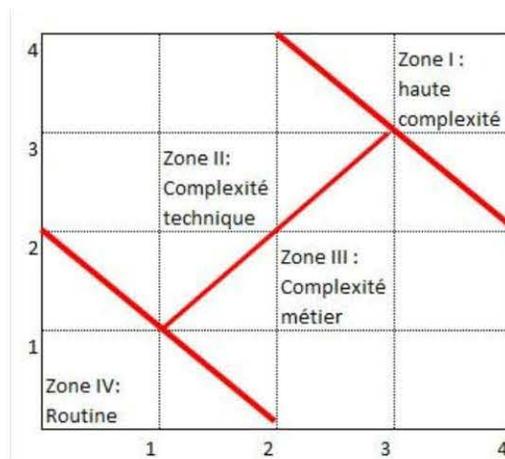


Figure 2.1 Complexité des portefeuilles

4 zones sont identifiées :

- ▶ Zone I : haute complexité.
- ▶ Zone II : complexité technique.
- ▶ Zone III : complexité métier.
- ▶ Zone IV : routine.

La complexité métier s'évalue en fonction : du sponsor, de l'objectif, des problèmes non résolus, de la politique de l'entreprise, des règlements gouvernementaux, de l'équipe métier, du temps de réalisation, de la géographie, et des règles métiers. Chaque paramètre est évalué sur une échelle de 1 à 4. Le score final métier est la somme des scores que divise la somme de l'ensemble des critères.

La complexité technique s'évalue en fonction : de l'architecture, de la maturité, du réseau télécoms, de l'équipe projet, de la location de l'équipe, du niveau d'intégration, de volume de transaction, de la tolérance des pannes. Chaque paramètre est évalué sur une échelle variant de 1 à 4. Le score final technique est la somme des scores que divise la somme de l'ensemble des critères.

Ainsi, on positionne en X et Y un point sur ce diagramme pour identifier à quel degré de complexité le portefeuille est évalué.

Cette vision est utile pour identifier rapidement les risques et difficultés à appréhender.

## 2.1.7 Le cycle de vie des projets

L'idée naît, et le projet doit être commandité. Le projet est ensuite instruit et sélectionné (notion de criblage) parmi d'autres.

Puis, il passe en phase de réalisation avec planification opérationnelle et allocation des ressources et, bien sûr, il est réalisé. Il suit la phase d'exploitation et enfin le retrait.

La phase d'instruction possède le potentiel de gain le plus fort. Elle permet en effet :

- ▶ d'améliorer la qualité des projets lancés ;
- ▶ de réguler la demande des projets ;
- ▶ de mieux servir la stratégie.

## 2.1.8 Domaine d'application

La gestion de portefeuille de projets s'applique bien entendu pour les projets informatiques. Les entreprises du tertiaire possèdent en effet un grand nombre de petits projets qu'il s'agit de gérer en très peu de temps, d'où la nécessité de sélectionner les projets et de les prioriser, notamment.

Cette gestion de portefeuille de projets s'applique aussi à l'industrie. Même si assez souvent il s'agit simplement d'une gestion multiprojets. Le portefeuille est alors simplement une consolidation de projets de mêmes natures.

Mais dans certaines grandes sociétés industrielles, il existe une vraie gestion de portefeuille de projets. De la phase d'étude d'opportunité jusqu'à la décision d'engager le projet, les projets sont sélectionnés, priorisés, et arbitrés en fonction du nombre de ressources disponibles et de la stratégie de l'entreprise (souvent axée sur la satisfaction client). Seulement ces étapes s'effectuent relativement lentement par rapport à l'univers des projets informatiques. Le cycle de traitement de l'information est beaucoup plus long, de l'ordre de quelques trimestres et se gère par des réunions et une méthodologie plutôt qu'avec un outil intégré.

De plus, l'industrie intègre aujourd'hui des bureaux de projet (PMO), appelés autrement comme « centre d'excellence », qui apportent ressources et supports aux ressources opérationnelles. Le cycle en V, initialement créé pour les projets de développement logiciels est aujourd'hui reconduit dans l'industrie, avec quelques adaptations. Les concepts de portes (gates) et de phases, provenant de l'automobile et bien présent dans la gestion de portefeuilles de projets sont eux aussi mis en œuvre.

Par ailleurs, les grandes sociétés industrielles intègrent maintenant un concept interne de client fournisseur (MOA, MOE) tout comme dans le tertiaire. L'objectif est le même que pour les projets informatiques : il s'agit de réaliser les « bons projets ».

## 2.2 L'organisation accueillant le portefeuille

### 2.2.1 Le sponsor

C'est l'acteur principal du pilotage de portefeuille de projets. C'est une personne hautement placée qui s'identifie aux méthodes adoptées et les défend.

Le sponsor passe notamment les messages sur les thèmes suivants :

- ▶ la logique du portefeuille ;
- ▶ les retours qu'il apporte ;
- ▶ les critères de réussite.

De plus, il surveille la performance des projets et apporte un support aux chefs de projets.

Le sponsor est la personne qui commandite le projet. C'est lui ainsi que son organisation qui reçoivent les bénéfices du projet et, souvent mais pas toujours, qui apporte les fonds nécessaires à sa réalisation.

## 2.2.2 Le comité d'investissement

C'est un groupe pluridisciplinaire, intégrant les finances, les commerciaux, les responsables produits, l'informatique..., composé des plus hauts membres de l'entreprise.

À partir des statuts des projets, il est chargé de coordonner le portefeuille, en veillant notamment à son alignement avec la stratégie de l'entreprise.

## 2.2.3 Le bureau des projets

### ◆ Définition

*« Help to manage the future, not just recalculate the past. »*

Murphy (1997)

Il n'est plus envisageable aujourd'hui de disposer d'un portefeuille de projets sans une structure permettant de gérer et de piloter ce portefeuille. Le bureau des projets ou Project Office (PO), **Project Management Office** (PMO), Project Excellence, ou autres appellations..., s'en charge.

Le Bureau des projets est un groupe d'individus autorisés à parler pour les projets (Cleland et Kergner, 1985) et à définir des méthodes et procédures pour améliorer la performance des projets (Frame & Block, 1998).

Le PMO surveille et organise à partir d'un point central ou pas, il peut en effet exister des PMO décentralisés ou satellites. Le PMO analyse la performance des projets et produit des rapports réguliers.

Le PMO permet de :

- ▶ piloter les projets ;
- ▶ maintenir l'adéquation avec les objectifs ;
- ▶ sélectionner les projets.

Un peu comme une tour de contrôle aérienne, le bureau des projets est un guide pour les projets, il fournit un appui aux chefs de projets.

La tâche principale du PMO est d'établir un référentiel unique des projets de l'entreprise en ce qui concerne les ressources humaines, les aspects financiers, la planification et les livrables, l'avancement, la gestion des coûts, la documentation...

Le bureau des projets apporte une vision consolidée au niveau approprié selon l'axe d'analyse (organisationnel/projets).

Une tâche importante du bureau des projets est de trier les projets en fonction de leur priorité : vont-ils vraiment dans le sens de l'entreprise ?

De cet exercice sur les priorités résulte d'un équilibre entre :

- ▶ les risques ;
- ▶ les innovations ;
- ▶ les ressources disponibles ;
- ▶ les délais ;
- ▶ le retour sur investissement.

Le bureau des projets est souvent appelé « gardien du temple », pour les méthodes communes, standardisées et un langage commun qu'il préconise et met en œuvre.

Un bureau des projets est avant tout constitué d'Hommes, on peut y trouver les rôles suivants :

- ▶ le responsable du PMO ;
- ▶ l'analyste du portefeuille ;
- ▶ le project manager (assistant du chef de projet) ;
- ▶ le responsable outils ;
- ▶ la hot line ;
- ▶ le portfolio manager ;
- ▶ le spécialiste méthodologique ;
- ▶ l'administrateur de données.

Par l'organisationnel, le PMO intervient de manière matricielle par rapport aux autres départements/services.

### ◆ Les fonctions d'un PMO

Il existe plusieurs descriptions d'un PMO notamment parce que le concept évolue. Il est courant de distinguer les fonctions projet des fonctions entreprises.

#### **Les fonctions projet**

La fonction principale d'un PMO est le support aux chefs de projets.

3 types de supports sont définis :

- ▶ la fourniture de personnel aux équipes projet ;
- ▶ l'assistance technique aux équipes projet ;
- ▶ les missions de conseil.

Plusieurs domaines d'assistance peuvent être pris en compte par le PMO :

- **L'établissement des standards de management de projet** : il s'agit des procédures de planification générales et détaillées, du WBS, du cycle de vie des projets définissant notamment leurs débuts et leurs fins, les circuits de validation des documents...
- **La standardisation des tableaux de bord** : le PMO fournit des trames de tableaux de bord et de rapports (reporting) aux équipes projets afin de disposer d'un langage commun et d'outils de pilotage.
- **La sélection, l'administration et la maintenance des solutions de gestion du portefeuille de projets** : les domaines pris en compte par les solutions actuelles couvrent la gestion de la configuration, la planification, l'estimation et la gestion des coûts, l'utilisation des ressources, et les risques. Les équipes projet ont besoin de l'assistance du PMO dans l'utilisation et la maintenance de ces solutions.
- **La définition et l'implémentation de standards pour les réponses à appel d'offres** : Il s'agit de la définition des éléments de l'offre, des méthodes d'estimation, de la stratégie de réponse à l'appel d'offres...
- **La fourniture d'une « Start-up team »** : Tant que le projet n'est pas lancé, le chef de projet ne dispose pas forcément de ressources pour accomplir les différents travaux inhérents à cette phase de démarrage. Le PMO peut alors fournir des ressources pour mettre en place les méthodes et outils de gestion de projet.
- **Établissement de la charte projet** : Ce document permet au chef de projet de structurer les relations de communication avec les autres membres de l'équipe. Il peut être préparé par l'équipe PMO.
- **L'aide au « Kick off meeting »** : Cette réunion clé de lancement d'un projet ne doit pas être un monologue du chef de projet. Le PMO peut aider à rendre cette réunion plus ouverte et à promouvoir le projet.
- **L'aide à la gestion des risques** : Le PMO peut préparer des modèles de documents pour chaque projet, aider à l'analyse et la classification des risques, à leur traitement, apporter un support en particulier pour l'application de la méthode Monte-Carlo...
- **Maintenir la « war room »** : Notamment lorsque le projet fonctionne en mode multisites, les membres de l'équipe doivent pouvoir partager des idées, données et actions. Ceci s'effectue à l'aide d'un site intranet

ou « war room ». Le PMO peut aider à la mise en place/mise à jour de celui-ci, ainsi que dispenser des formations sur son utilisation.

- **L'aide à la gestion des modifications** : Le PMO peut préparer des formulaires de réponses aux modifications/avenants ou ordres de service, des procédures de traitement. Il peut définir les circuits d'approbations des modifications.
- **Maintenir le système documentaire** : Le PMO peut apporter du support à l'équipe projet pour maintenir la documentation, et gérer éventuellement la configuration.
- **Améliorer la saisie des temps passés** : Le PMO peut apporter un support pour la saisie du temps passé, en créant une feuille de temps électronique, en centralisant les imputations, ou par exemple en collectant les données.
- **Assistance technique** : Le PMO peut aider l'équipe projet à maîtriser les délais, risques et coûts. Il peut apporter une assistance technique pour le suivi de projet : calcul de la valeur acquise, estimation du reste à faire, du coût prévisionnel final...
- **Standardisation des revues de projet** : Le PMO peut prendre part à la préparation de ces réunions (agenda, formats standards) ; il peut aussi y participer activement et réaliser les comptes rendus de réunion.
- **Traitements de faits courants** : Le PMO peut contribuer au traitement des actions en cours et non résolues, en proposant des méthodes de priorisation des actions.
- **Support au processus de fin de projet** : Le PMO peut fournir des équipiers pour assister le projet dans les processus de fin de projet (rapports, préparation des dossiers d'acceptation finale par le client, réunion de clôture, rapport de retour d'expérience...).

### Les fonctions entreprise

Le PMO a un rôle :

- ▶ de promotion des bonnes pratiques de gestion de projet au sein de l'entreprise ;
- ▶ de collecte des données relatives aux projets afin de mieux préparer les projets futurs ;
- ▶ de mise en place des meilleures pratiques au sein de l'entreprise ;
- ▶ de formation auprès des équipiers projet.

Le PMO assure notamment les fonctions suivantes :

- **Estimation** : Le PMO peut développer des modèles analogiques et/ou paramétriques pour estimer les coûts des projets. Il peut mettre à disposition des ratios pour l'estimation des délais des projets. Il apporte un support à l'estimation des ressources nécessaires à la réalisation des projets, et aide à la réalisation des courbes de trésorerie.
- **Sélection des projets** : Au sens large, c'est-à-dire de la gestion des idées de projets, leur sélection mais aussi la priorisation des projets, et les simulations (trésorerie, retour sur investissement, ressources) dans le but d'aligner les projets sur la stratégie de l'entreprise, en fonction des ressources disponibles. Les projets sont souvent regroupés en catégories de même nature, et la sélection s'effectue au sein de ces catégories. La sélection s'opère en fonction de l'importance stratégique du projet, de sa taille et complexité, du budget, du planning, des besoins en termes de montée en compétence du personnel, de la valeur que représente le projet pour le client, et du bassin de ressources disponibles. Ainsi, la contribution des livrables des projets maximalise les objectifs de l'organisation.
- **L'intégration des données** : Le PMO se doit d'implémenter un système de management de projets commun à tous les projets, il doit d'ailleurs être leader sur ce point, et cela passe souvent par l'utilisation d'une solution informatique commune. De plus, des procédures cohérentes avec les objectifs stratégiques de l'entreprise doivent être établies. Dans un environnement multiprojets, il convient en effet de consolider et d'agréger les données, pour produire des rapports communs.
- **L'influence sur les rémunérations** : Dans les systèmes où les plus méritants sont récompensés, le PMO peut évaluer le système de rémunération et le modifier.
- **Les audits des projets** : Le PMO peut auditer un projet à toute période du cycle de vie du projet afin d'obtenir une vision du vrai statut du projet en termes de management du projet, de méthode, de procédure, de budget, de dépenses, d'avancement... Cet audit, sert à évaluer le chef de projet et sa performance, mais aussi à capitaliser les données et à transférer les meilleures pratiques sur d'autres projets.
- **Facilitation de la communication** : C'est le point critique de la fonction d'un PMO. Il s'agit de promouvoir les bonnes pratiques de management de projets.

- **La satisfaction client** : Le PMO peut évaluer au fur et à mesure de l'avancement du projet la satisfaction du client à travers les livrables du projet ; et ce, pour le projet mais aussi pour l'organisation des projets futurs.

#### ◆ **Les niveaux de maturité du PMO**

Il existe différents niveaux de maturité d'un PMO.

Plus le niveau de maturité du PMO évolue, plus il s'axe sur la gestion de portefeuille de projets. Il devient le centre d'information du comité d'investissement. On parle de PMO-2 (2<sup>e</sup> génération) aujourd'hui, un PMO qui se situe entre l'univers business et projets.

Généralement on distingue 4 ou 5 niveaux de maturité du PMO, et par extension de l'entreprise :

- ▶ Le niveau 1, projets : dont l'objectif est d'achever les projets dans le temps et le budget impartis. L'environnement se compose d'un (ou plusieurs) projet(s).
- ▶ Le niveau 2, maîtrise des processus : dont l'objectif est de fournir une méthodologie standard et répétable pouvant s'appliquer aux projets. L'environnement se compose de plusieurs projets et programmes. Le PMO fournit un support aux projets à temps partiel.
- ▶ Le niveau 3, support et processus : dont l'objectif est d'établir une structure de support pour l'environnement projets. Le PMO fournit un support à temps complet.
- ▶ Le niveau 4, PMO avancé – maturité business : Le management de projets est utilisé pour atteindre les objectifs business.
- ▶ Le niveau 5, centre d'excellence – alignement stratégique : le PMO manage en continue l'amélioration des processus interdépartement pour atteindre les objectifs business et stratégiques de l'entreprise. Le portefeuille se compose de plusieurs programmes.

### 2.2.4 Méthode de gestion du portefeuille

#### ◆ **Plusieurs besoins**

Le portefeuille de projets doit répondre à plusieurs besoins, notamment ceux :

- ▶ du contrôle de gestion ;
- ▶ de la recherche & technologie (R & T) – Avant-projet ;
- ▶ des NPD (New Products Development, développement de nouveaux produits) ;

- ▶ des opérationnels ;
- ▶ des exploitants.

Il doit disposer d'un vaste ensemble de fonctionnalités et d'interfaces couvrant les domaines d'activités de chacun.

### ◆ **Processus de décision**

La structure de décomposition du projet en phases « indépendantes » et distinctes est la clef sur laquelle s'appuient les processus de décision.

Les décisions sur le projet se prennent mensuellement dans le cadre d'un comité de direction, et trimestriellement sur une partie du portefeuille dans le cadre également d'une réunion spécifique.

### ◆ **Les phases et le jalonnement**

Il est efficace de gérer les phases, de l'étude d'opportunités à la fermeture du projet, de manière indépendante et non pas par une planification où tout est lié et dans laquelle l'ensemble des tâches du projet fait partie intégrante d'un objet unique.

On parle alors de planification d'ensemble : de phases et de jalonnements.

Les phases s'imbriquent, il peut et il doit y avoir des recouvrements. On n'attend pas la fin d'une phase pour démarrer la phase suivante, pour des raisons évidentes de gain de temps.

La continuité entre les phases s'effectue par des listes de livrables liés aux jalons. Ces jalons, quand ils sont atteints, permettent de démarrer une activité au sein d'une phase.

Cette décomposition du projet en phases bien distinctes permet de palier une logique trop contraignante, voire impossible à modéliser entre phases car elle est parfois floue. La modélisation globale via un planning d'ensemble classique génère parfois des délais supplémentaires du fait que cette planification est forcément « grossière », vue la complexité des interfaces entre les phases.

### ◆ **Le processus un mois**

Le passage d'une grande phase à l'autre est validé par le comité de direction (CODIR) qui se compose de différents intervenants :

- ▶ Les responsables RH.
- ▶ Les finances.
- ▶ Les représentants du projet.

Ces CODIR ont lieu tous les mois, on y collecte des informations provenant du terrain, des demandes internes/externes de la finance, des données planning ainsi que des risques en cours.

Le but est de fixer des directions pour le projet, de le réaligner sur une trajectoire conforme à la stratégie de l'entreprise.

### ◆ **Le processus trois mois**

Lors de ces réunions, appelées « steering committees », on considère un ensemble de projets, regroupés par famille.

En fonction des budgets, des ressources disponibles, des risques et du planning, on y gère ceux qui rentrent ou sortent du pipeline.

Ce processus trimestriel permet une gestion globale des projets de l'entreprise.

### ◆ **Classement et composition du portefeuille**

Il est nécessaire de classer les projets du portefeuille afin de bien distinguer ceux qui :

- ▶ sont lancés ;
- ▶ sont décidés et non lancés ;
- ▶ sont non décidés à être lancés ;
- ▶ sont abandonnés.

Les projets « non décidés à être lancés » sont :

- ▶ obligatoires ;
- ▶ souhaitables (intérêt ROI, axe stratégique) ;
- ▶ et possibles (gérés par les services).

### ◆ **Sélection et équilibrage du portefeuille**

Il s'agit ensuite de sélectionner les projets destinés à entrer dans le portefeuille, c'est-à-dire les plus pertinents, ceux qui apportent le plus de valeur, en fonction notamment des axes stratégiques, des risques et des moyens de financement de l'entreprise.

### ◆ **Hiérarchisation et planification**

Les objectifs de cette hiérarchisation sont notamment de :

- ▶ minimiser les « en cours » (projets non valorisables, projets les plus courts possibles) ;

- ▶ satisfaire le client ;
- ▶ obtenir un bon ROI.

La contrainte principale est financière.

On peut distinguer 2 types de projets :

- ▶ les projets d'évolution ;
- ▶ et les projets de rupture.

Il s'agit de trouver le bon équilibre pour minimiser les coûts.

### ◆ Suivi et pilotage stratégique

Ce pilotage stratégique s'établit au travers de réunions appelées « steering committees ».

Ces réunions consistent principalement à :

- ▶ Lancer des projets.
- ▶ Répartir l'effort entre les moyens, dans le temps.
- ▶ Décider l'arrêt définitif de projets.

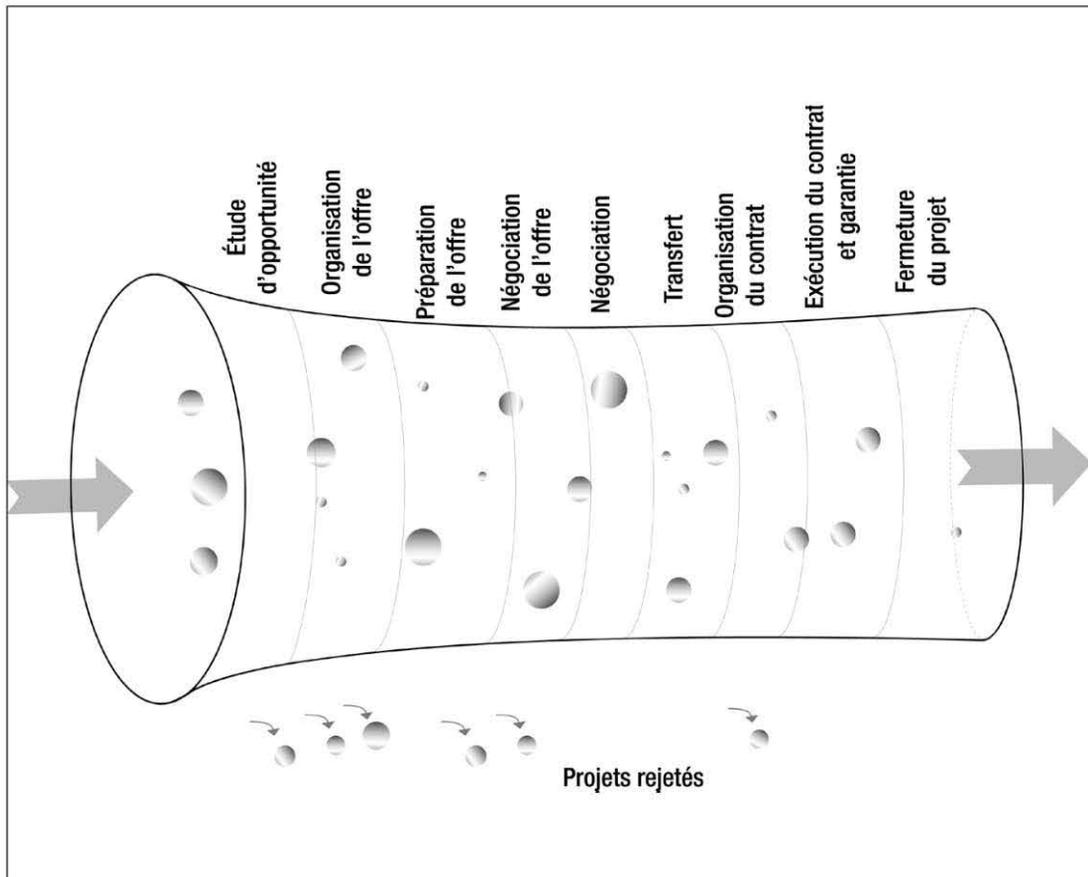


Figure 2.2 Pipeline de projets : minimiser les « en cours » !

## 2.3 La mécanique stratégique

Cette phase de préparation, avant la décision de faire ou de ne pas faire, est aujourd'hui optimisée en termes de méthodes et d'outils. Le délai de préparation est minimisé et la qualité du plan stratégique considérablement formalisée et augmentée.

Les idées de projets, ou demandes de création de projet, passent par des flux d'informations (workflows) dans lesquels tous les acteurs impliqués contribuent à valider la demande de création de projet, ceci en fonction des objectifs stratégiques de l'entreprise et des objectifs métiers.

De plus, les projets candidats à l'entrée dans le portefeuille sont quantifiés notamment en termes d'impacts stratégiques, de charge de travail, de budget et de risques – un score leur est attribué.

En fonction du score, les solutions informatiques actuelles permettent par des algorithmes sous contraintes et objectifs de prioriser les projets.

Des simulations et des scénarios permettent d'optimiser l'ordre de réalisation des projets du portefeuille afin de les aligner sur la stratégie de l'entreprise tout en prenant en compte les ressources disponibles.

La partie opérationnelle permet de générer des tableaux de bord sur les axes organisationnels et/ou projets. Cette boucle de retour sur la partie opérationnelle vers la partie haute permet d'optimiser le portefeuille de projets (figure 2.3).

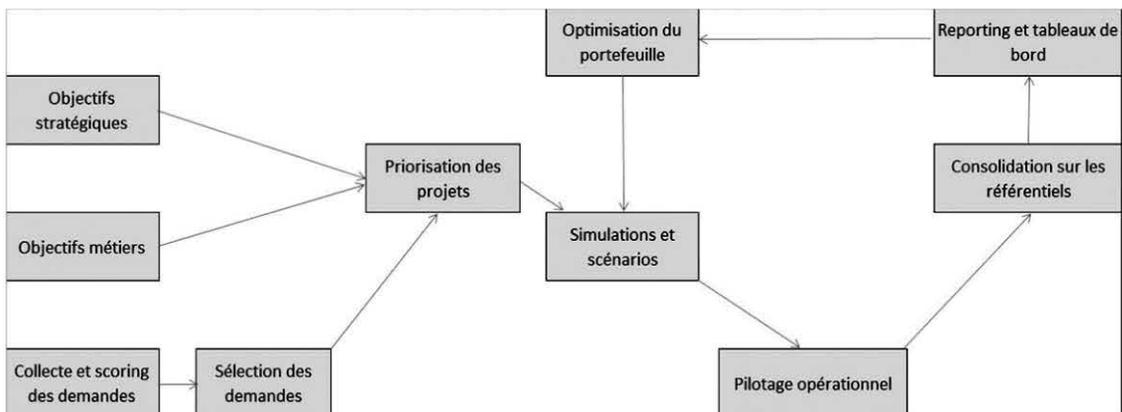


Figure 2.3 Synoptique général partie stratégique

## 2.3.1 Notions de stratégie

« Ce qui est important, c'est l'avenir à long terme de l'entreprise. »

Carlos Ghosn

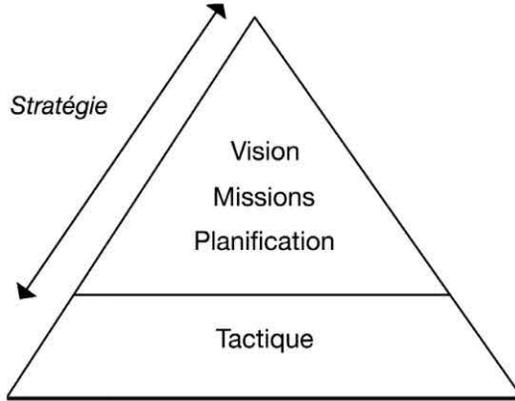


Figure 2.4 La pyramide de la stratégie

Il convient de bien réfléchir avant d'agir, d'étudier soigneusement quelle direction on a souhaité donner à l'entreprise. Cette phase de préparation, avant même de parler de projets, est la plus importante, la plus longue, car elle influe et détermine l'avenir de l'entreprise.

La stratégie correspond à une vision, une direction, une idée. Elle est établie par la sphère décisionnelle.

Le processus de mise en œuvre d'une stratégie est le suivant :

1. La vision est tout d'abord établie.
2. Cette vision est déclinée en objectifs stratégiques.
3. Les objectifs sont ensuite intégrés dans un plan tactique.
4. Enfin, le plan tactique est traité d'un point de vue opérationnel.

Les objectifs stratégiques représentent l'horizon de l'entreprise. Ils correspondent à une combinaison entre les risques et les gains. Par exemple, on peut vouloir :

- ▶ minimiser le risque pour une espérance de gain ;
- ▶ maximaliser le gain et prendre des risques ;
- ▶ minimiser le gain pour un niveau de risque faible ;
- ▶ ...

De plus, il peut s'agir :

- ▶ d'assurer une couverture sur un segment stratégique, un métier ou une fonction ;
- ▶ d'améliorer la satisfaction client ;

- ▶ d'accélérer l'innovation ;
- ▶ de réduire les coûts ;
- ▶ d'optimiser les intérêts des actionnaires ;
- ▶ ...

La citation suivante d'Eisenhower résume bien le pilotage de portefeuille de projets.

*« Plan is nothing, planning is everything. »*

Elle se traduit en Français par « le planning n'est rien, c'est la planification qui compte ».

Ce qui est important c'est la vision, la stratégie. Le plan tactique ou la matérialisation de la stratégie sur un planning est aussi important, mais ce n'est pas l'essentiel. L'idée, la préparation et la direction à prendre prédominent parce que tout se joue avant la décision d'appliquer, de telle ou telle manière. La planification est synonyme de stratégie, elle consiste à prévoir un plan et à le suivre. Paradoxalement, le projet est terminé avant même d'avoir commencé !

### 2.3.2 Les idées et les demandes

Il s'agit généralement de demandes de création d'un projet ou juste d'une idée.

La gestion de la demande fait partie intégrante de la gestion de portefeuille de projets, située au niveau stratégique, elle concerne la phase d'instruction du projet, et permet d'assurer un meilleur criblage et de diminuer de manière pertinente le nombre de demandes. En retenant de meilleurs projets, non seulement on gère mieux l'investissement initial mais on augmente la qualité tout au long du cycle de vie projet – les bons projets n'échouent pas !

Les demandes sont introduites à l'aide de formulaires contenant des types d'informations comme :

- ▶ l'identifiant unique de la demande ;
- ▶ le libellé de la demande et sa description ;
- ▶ le type de demande (nouveau projet, évolution, maintenance...) ;
- ▶ la date de la demande ;
- ▶ l'auteur ;
- ▶ l'importance ;
- ▶ l'urgence ;
- ▶ le statut (créée, en cours, abandonnée, acceptée).

En fonction du type de demande, la demande passe dans un processus (workflow) collaboratif spécifique. Ces flux d'information intègrent des portes/circuits de validation mettant en relation tous les contributeurs.

### 2.3.3 Le score des projets

Les demandes sont complétées d'un point de vue qualitatif et quantitatif :

- a. Des informations générales sur le projet sont collectées.
- b. Les budgets sont définis, par période de contrôle.
- c. Les recettes sont définies, par période de contrôle.
- d. Un macroplanning est proposé, avec généralement des dates de début et de fin.
- e. Les risques sont initialisés qualitativement et quantitativement.
- f. Et enfin l'impact sur les objectifs stratégiques est défini.

Les demandes sont complétées qualitativement, pour ce faire des questions simples sont posées aux contributeurs et il s'agit de répondre par exemple par oui ou par non. La granularité de l'échelle de réponse aux questions peut être plus fine, comme :

- ▶ aucun ;
- ▶ réduit ;
- ▶ moyen ;
- ▶ élevé.

Chaque question est pondérée par rapport à son importance dans le système stratégique. Le score total est alors la somme des produits : Poids, réponse.

Plus la valeur du score est élevée, plus le projet converge avec les objectifs du portefeuille en termes de budget, recettes, planning, risques et impacts sur les objectifs.

### 2.3.4 La sélection des projets

Les objectifs stratégiques de l'entreprise sont définis une fois pour toutes.

Certaines solutions informatiques permettent, par une approche « consensus », de définir les objectifs stratégiques de l'entreprise. Chaque contributeur définit l'importance d'un objectif par rapport à un autre par l'intermédiaire d'une matrice de tri croisé.

Une fois les objectifs définis, les demandes sont comparées aux objectifs puis priorisées.

### 2.3.5 La priorisation des projets

Lors de la phase de priorisation, la solution informatique propose alors un ordre de réalisation des projets comme « dans le meilleur des mondes ».

La priorisation s'effectue de sorte que les projets soient alignés sur la stratégie de l'entreprise. Cette stratégie peut se décliner, par exemple, sur quatre axes :

- ▶ Réduction des coûts.
- ▶ Amélioration de la qualité.
- ▶ Renouvellement du réseau.
- ▶ Convergence des plateformes.

Les projets ne correspondant pas la stratégie de l'entreprise sont annulés ou suspendus.

Il convient de regrouper les projets contribuant à un même but en programmes.

Il est possible de regrouper les projets en fonction :

- ▶ des directions métiers ;
- ▶ du type de retour sur investissement ;
- ▶ de la nature des projets ;
- ▶ ou de leur zone géographique.

### 2.3.6 Simulations, scénarios et optimisation

Des algorithmes permettent ensuite d'optimiser le portefeuille en proposant des scénarios d'ordre de réalisation des projets. Des contraintes budgétaires pour tout le portefeuille peuvent être prises en compte ; il est possible également de forcer la réalisation de certains projets.

## 2.4 La gouvernance du portefeuille

### 2.4.1 Définition

La gouvernance fournit un cadre pour la prise de décision dans une organisation. Ces décisions sont basées sur la transparence et des rôles bien définis. Elle intègre une distinction claire entre les responsables des projets/actions et la notion de contrôle/maîtrise et pilotage.

Son rôle est de définir des objectifs concordant avec les objectifs stratégiques de l'entreprise, ainsi que le chemin pour y parvenir.

La gouvernance fournit une structure pour atteindre ces objectifs et définit les relations entre les contributeurs et les parties prenantes des projets.

## 2.4.2 Les acteurs de la gouvernance

L'acteur le plus important de la gouvernance est le sponsor, notamment parce qu'il commandite le projet, reçoit ses bénéfices et peut parfois apporter les fonds.

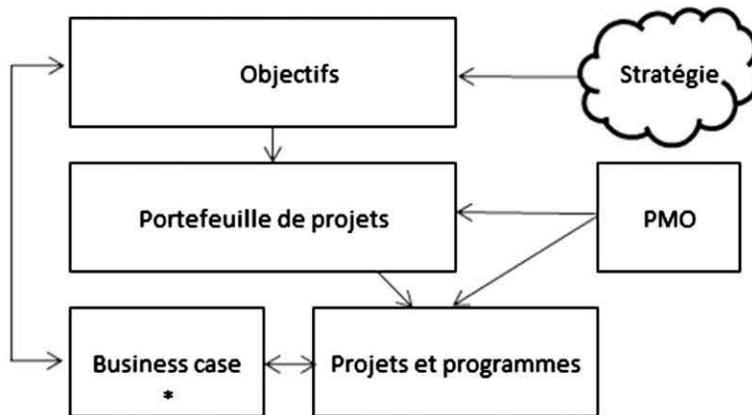
Le « steering group » met en œuvre la gouvernance au sein de l'organisation au travers de réunions (steering committees), intégrant le sponsor, le responsable PMO, le chef de projet (qui participe mais ne fait généralement pas partie du groupe), les responsables de lots, les fournisseurs principaux, les parties prenantes/contributeurs, et d'autres personnes à la demande.

## 2.4.3 Objectif de la gouvernance du portefeuille

Le portefeuille est donc un groupe de projets ayant des caractéristiques et des ressources communes. La gouvernance du portefeuille de projets consiste à prendre des décisions dans les domaines suivants :

- ▶ L'acceptation d'un projet dans le portefeuille, basé sur la stratégie de l'entreprise, celle du portefeuille et la capacité de l'organisation.
- ▶ La priorisation des projets, prenant en compte leurs débuts, fins, les suspensions et aussi les clôtures.
- ▶ L'identification des risques, délais et coûts des projets.
- ▶ La mise en place de plans d'action pour remédier aux risques.

Le principe de la gouvernance d'un portefeuille de projets est résumé sur la figure suivante :



\* évaluation et validation économique

Figure 2.5 Gouvernance d'un portefeuille

Il s'agit donc de bien réaliser les bons projets. Pour ce faire, les meilleurs projets sont sélectionnés, c'est-à-dire ceux qui sont à même de s'achever le plus rapidement possible en accord avec la stratégie de l'entreprise. Il s'agit de mener à bien le plus grand nombre de projets dans le plus court intervalle de temps.

Une structure de communication appropriée doit être établie entre le portefeuille et les projets/programmes. Dans ce contexte, le PMO joue un rôle déterminant en termes d'interface entre les décisions stratégiques, le bassin de ressources, et les projets.

À travers leurs recherches, Cooper, Edgett et Kleinschmidt (2004), ont identifié trois stratégies souvent utilisées dans le management du portefeuille de projets :

- ▶ La maximisation de la valeur : les projets sont sélectionnés souvent par rapport à des valeurs financières comme le retour sur investissement (ROI), ou la valeur actuelle nette (VAN).
- ▶ La balance : Tout comme en finance, les projets ont un poids en fonction des risques et du délai de réalisation, il est utilisé pour la sélection.
- ▶ L'alignement stratégique : pour sélectionner les projets, les objectifs stratégiques sont quantifiés en termes de budgets.

#### 2.4.4 Les modèles standards de gouvernance

Il existe quatre groupes de modèles de gouvernance :

- ▶ Ceux développés et commercialisés par des sociétés de conseils.
- ▶ Ceux développés en interne par une organisation.
- ▶ Ceux développés par des organisations professionnelles.
- ▶ Ceux développés par des organisations gouvernementales.

Les modèles comme ITIL et CobiT sont des modèles pour le management d'opérations (et non de projets) informatiques.

Les modèles les plus connus sont APM (Association for Project Management, 2004), celui du gouvernement de Tasmanie (2008) et enfin MSP, **Managing Successful Projects**, développé par l'office du gouvernement et du commerce (OGC, 2008) du Royaume-Uni.



# 3

## Le cadre des projets

↳ Ce chapitre est extrait de l'ouvrage « Management de projet 3D – Le cube projet » de Jean-Yves Moine, paru aux éditions Cepaduès en mars 2012, et reproduit avec l'aimable autorisation de l'éditeur.

### 3.1 Les portefeuilles de projets

*« Je mets longtemps à prendre une décision, mais quand elle est prise ça va très vite. »*

Un portefeuille de projets est un ensemble de programmes ou de projets, qui peuvent être interdépendants, s'alignant sur les mêmes objectifs stratégiques. Contrairement aux projets ou aux programmes, le portefeuille de projets n'est pas limité dans le temps.

Par exemple, on peut trouver des portefeuilles découpés par régions comme l'Europe, l'Asie, l'Amérique, ces régions peuvent correspondre au découpage organisationnel de l'entreprise.

Les portefeuilles de projets sont gérés par le management général (top management), il est important de prendre conscience qu'un projet s'inscrit dans le contexte d'un portefeuille de projets.

Le pilotage de portefeuilles de projets concerne tout ce qu'il se passe avant de lancer un projet et continue jusqu'aux phases opérationnelles.

La gestion de portefeuilles de projets concerne principalement la partie stratégique. Cette partie s'étend de l'idée initiale à l'arbitrage d'un projet, projet qui fait partie d'un ensemble de projets liés au sein d'une entreprise. Cette partie stratégique est celle qui a sans doute le plus d'importance parce que c'est à ce moment que se prennent tous les risques. Cette notion de risque est un peu comme quand on veut louer un appartement, le propriétaire exige des garanties solides parce qu'une fois le contrat signé, il n'a que très peu de levier en cas d'impayés.

Cette partie stratégique, qui se poursuit dans l'opérationnel quand le projet se déroule, se décompose en plusieurs étapes.

Tout d'abord il y a l'idée de création de projet, cette idée passe par processus collaboratif (workflow), elle devient petit à petit projet, elle est classifiée et catégorisée. Ensuite, le projet est sélectionné parmi les tous les projets candidats, il est comparé notamment aux objectifs métiers et stratégiques de l'entreprise, pour voir s'il est en adéquation, c'est ce qu'on appelle le criblage.

Puis, tous les projets sont priorisés : il s'agit de les planifier à un niveau macroscopique, d'un point de vue temporel et budgétaire, en fonction de la capacité à faire (ressources disponibles, budget...) et des objectifs de l'entreprise.

Au préalable, les projets ont été quantifiés, c'est ce que l'on appelle la notation ou le « scoring », pour permettre cette priorisation. Vient ensuite la phase d'optimisation du portefeuille : tout comme le font les traders avec leurs actions en bourses, on peut utiliser pour ce faire le concept de la frontière efficace par exemple, pour minimiser les risques et maximaliser les gains, but ultime de la gestion de portefeuille.

Parce que ce qui compte, finalement ce sont les gains, le retour sur investissement, ce qu'il se passe après la réalisation du projet ! Il existe une boucle entre la partie haute (stratégique) et la partie basse (opérationnelle), il s'agit des consolidations budgétaires notamment sur l'arborescence des investissements (l'EPS, Entreprise Breakdown Structure). Des revues régulières permettent de décider des actions à prendre sur l'ensemble des projets. Cette arborescence constitue le référentiel, avec les données qu'elle contient.

Le cône (ou le pipeline) d'un portefeuille de projets est présenté ci-après (figure 3.1). Des projets entrent dans le cône, ils sont alors traités en phase opérationnelle. D'autres projets sont rejetés du cône, ils sont arrêtés. L'enjeu, au sein de ce cône, est de minimiser les projets en cours, c'est-à-dire le nombre de projets à traiter en parallèle, tout en maintenant l'adéquation de la charge par rapport aux ressources disponibles.

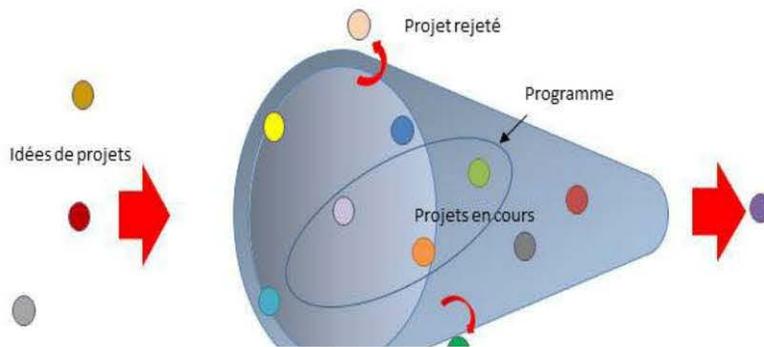


Figure 3.1 Le cône du portefeuille de projets

Le management général (les directeurs de portefeuilles) gère les portefeuilles de projets de l'entreprise par l'intermédiaire de comités directeurs (CODIR) et de pilotage (COFIL). On parle par abus de langage de management multiprojets.

La gestion de portefeuilles de projets est présente depuis longtemps dans l'industrie, elle est très présente dans le tertiaire parce que les projets à traiter sont nombreux et relativement courts. Il est alors indispensable, pour des projets informatiques, de disposer de solutions informatisées pour formaliser la méthode et gagner en efficacité.

## 3.2 Les programmes

Un programme est un ensemble de projets connexes gérés de façon coordonnée. Un programme peut comprendre un nombre de projets distincts ayant des similitudes et/ou des objectifs communs. Les programmes sont mis en place pour atteindre un but stratégique.

Par exemple, on peut trouver des programmes de transport urbains (métro, tramways, bus à hauts niveaux de services) ou de transport ferroviaires (lignes classiques, réseaux ferrés rapides, lignes à grande vitesse).

Les directeurs de programmes gèrent les programmes.

## 3.3 Les projets

Un projet est un processus unique, innovant, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des étapes de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, de coûts et de technique (physicofonctionnel).

Les directeurs de projet ou chefs de projet gèrent les projets.

Il existe différents types de projets :

- ▶ les projets de type EPC, (Engineering, Procurement, Construction) comme la construction d'une infrastructure de tramways ou d'une plate-forme pétrolière ;
- ▶ les projets de développement produit comme la construction de missiles ;
- ▶ des projets informatiques ;
- ▶ des projets événementiels ou de services.

Les projets peuvent être détaillés en sous-projets. Les sous-projets sont souvent réalisés par une organisation extérieure à l'équipe projet (sous-traitance).

D'un point de vue technique, un multiprojet est un ensemble de projets liés logiquement entre eux (notion d'interfaces).

## 3.4 La structure d'accueil des projets

Les projets sont regroupés dans une structure d'accueil appelée EPS pour Enterprise Breakdown Structure. Cette arborescence et les données qu'elle contient constituent ce que l'on appelle « le référentiel » en particulier pour le portefeuille de projets.

Des portefeuilles de projets sont décomposés en programmes qui eux-mêmes sont décomposés en projets.

Les projets peuvent être liés logiquement entre eux par l'intermédiaire de liens logiques d'entrée et de sortie. Les projets peuvent être détaillés en sous-projets.

La figure suivante (figure 3.2) représente une structure EPS.

Les projets sont décomposés en tâches élémentaires. L'EPS est donc prolongée par le WBS.

Nous verrons qu'un projet est composé de 3 dimensions pour le WBS auquel s'ajoute une 4<sup>e</sup> dimension qu'est l'OBS.

Le WBS est composé de structures arborescentes élémentaires que sont les zones (ZBS), les produits (PBS) et les activités (ABS). Outre l'OBS qui est une structure à part, les projets similaires ou de même nature (une même ligne de Produit) ne diffèrent que par les zones du WBS qui sont spécifiques à chaque projet.

Ces projets similaires ont en effet en commun un certain niveau d'activités (étage) et un certain niveau de produits. Parce que les zones sont spécifiques à chaque projet.

Il est à noter qu'il n'est théoriquement pas possible d'établir de plannings standards ou types (!), en revanche on peut disposer d'arborescences d'activités (ABS) et de produits (PBS) standards, ou cartographies, que l'on déploie sur chaque projet à un niveau adapté.

Cette notion d'arborescences communes en termes d'activités et de produits pour des projets similaires est intéressante quand il s'agit de comparer des structures de projet sur l'EPS, et notamment les coûts qu'elles portent, ceci en particulier pour estimer les coûts d'un projet par analogie avec des projets similaires.

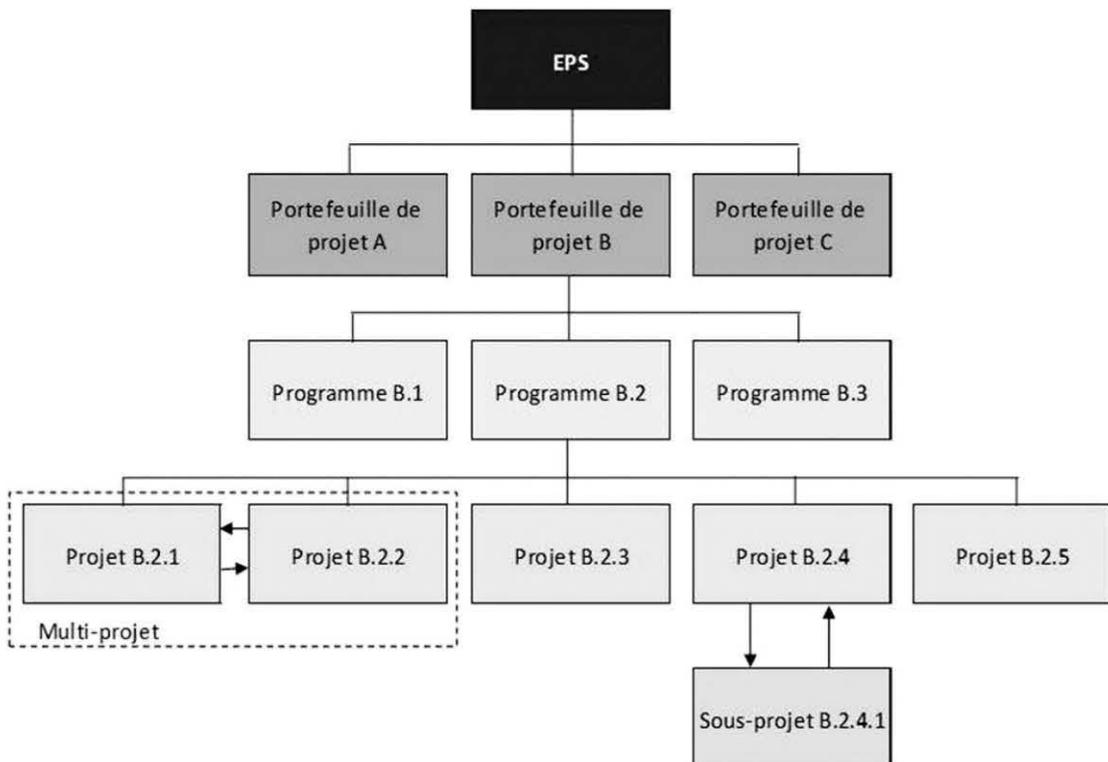


Figure 3.2 Enterprise Breakdown Structure

### 3.5 Le phasage des projets

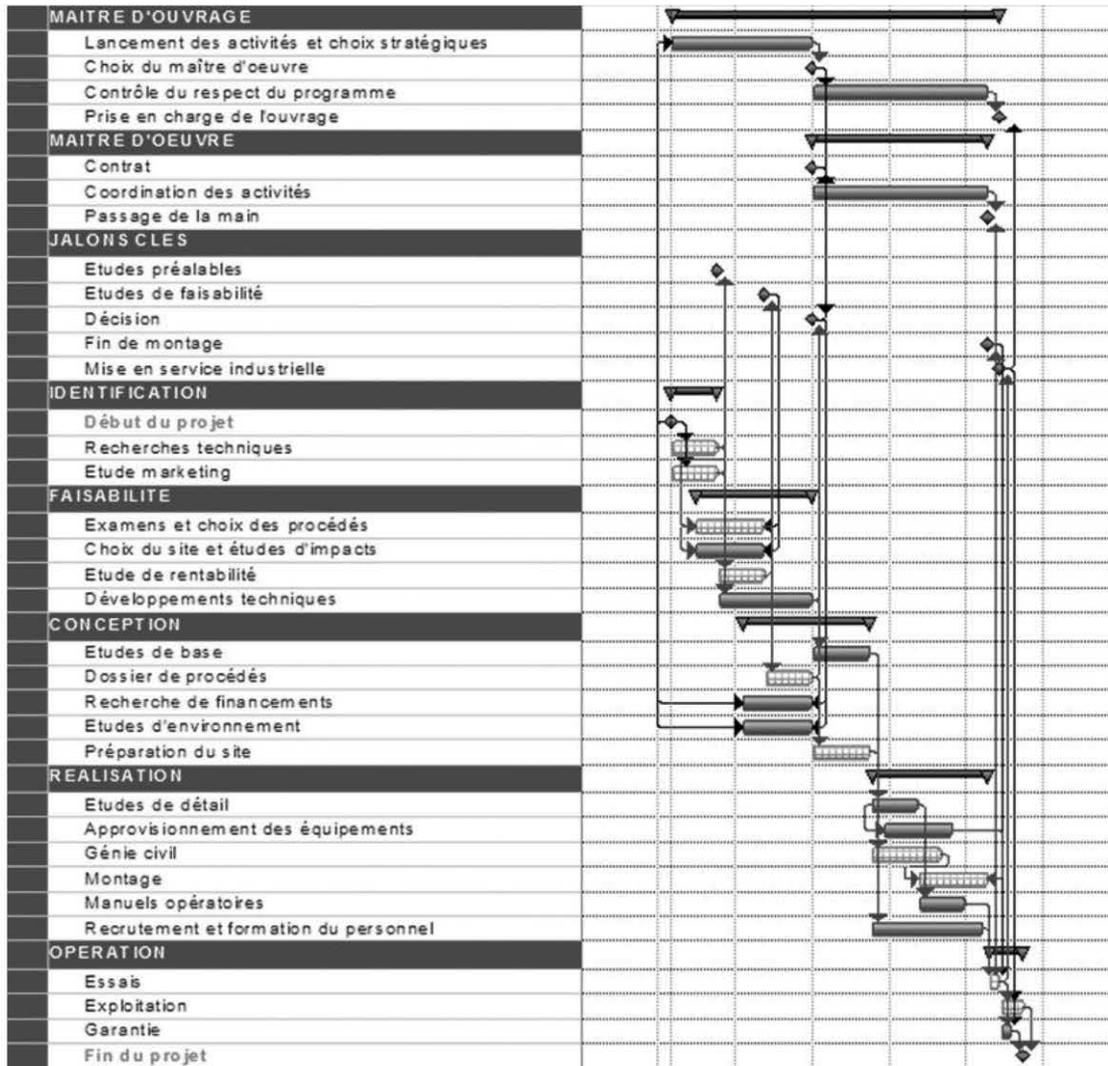


Figure 3.3 Phasage d'un projet

Le maître d'ouvrage lance le projet, effectue des choix stratégiques, choisit le maître d'œuvre puis contrôle le respect du programme. Quand le contrat est signé, le maître d'œuvre intervient et coordonne le projet. Le projet passe par différentes phases ponctuées par des étapes clés comme la passation du contrat ou la mise en service industrielle, moment où le maître d'œuvre transfère le contrôle du projet au maître d'ouvrage pour les essais.

On peut découper le projet en cinq grandes phases qui s'enchaînent avec recouvrements :

1. l'identification du besoin ;
2. l'étude de faisabilité ;
3. les études de conception ;

4. la phase de réalisation avec ses études de détail, l'approvisionnement des équipements, le génie civil et le montage ;
5. et enfin la phase d'opérations. Le projet est terminé à la fin de la période de garantie.

Le planning présenté ci-dessus (figure 3.3) montre comment s'enchaînent ces phases et leurs activités macroscopiques.

Il est intéressant de noter que tous les projets disposent du même phasage, c'est-à-dire du même planning de niveau zéro !

Nous verrons que les phases d'un projet et leurs activités de hauts niveaux sont des éléments de l'organigramme des activités (ABS), c'est-à-dire une des trois dimensions du cube du projet.

## 3.6 Le cycle de vie des projets

Quelles que soient la taille et la complexité du projet, son cycle de vie, en l'occurrence l'effort à fournir en fonction du temps et des phases du projet, se représente comme indiqué sur la figure suivante (figure 3.4).

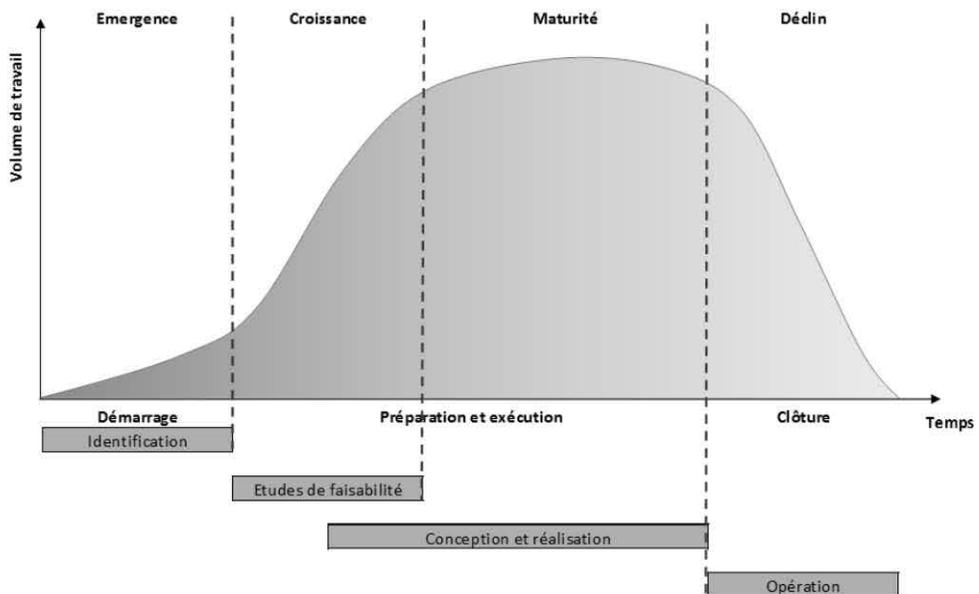


Figure 3.4 Cycle de vie des projets

On distingue sur cette courbe la phase d'émergence, puis la forte croissance de la phase de préparation, un niveau constant pendant la phase de réalisation, et enfin une décroissance du volume de travail.

Il faut être conscient que le projet peut s'arrêter à tout moment, pour force majeure par exemple ou bien lors des étapes clés ponctuant les phases pour d'autres raisons.

## **3.7 Le cycle de vie des produits**

Le produit final ou l'ouvrage final est un ensemble de produits qui travaillent ensemble. Il constitue le résultat du projet. Il peut être matériel (équipement, ouvrage) ou immatériel (service).

Le produit naît avec l'expression fonctionnelle des besoins (EFB), il suit une analyse fonctionnelle des besoins (AFB) qui est formalisée dans un cahier des charges fonctionnel (CdCF). Il vient ensuite la spécification technique des besoins (STB) définissant les caractéristiques techniques du produit. Le produit est alors conçu au sein des systèmes puis des sous-systèmes auxquels il appartient, puis il est acheté ou fabriqué.

Après fabrication, il est testé en sortie d'usine (FAT, Factory Acceptance Tests) puis transporté sur le site de construction (notion de logistique et d'incoterms pour les projets internationaux) sur lequel il est installé pour participer à la construction d'un ensemble plus général. Le produit est alors testé de manière isolée, puis au sein des sous-systèmes et enfin des systèmes auxquels il participe lors de la phase des essais.

Le cycle de vie du produit décrit un cycle en V qui met en regard ce qui est étudié en début de projet par rapport à ce qui est testé en fin de projet.

La gestion de la configuration gère les évolutions du produit pendant tout son cycle de vie, en termes d'adéquation entre ce qui est spécifié et ce qui est réalisé.

## **3.8 Le management par projets**

Le management de projet et le management par projets sont souvent confondus. Le management de projet se focalise sur la réussite individuelle des projets alors que le management par projets impacte toute l'entreprise dont la pérennité et le développement dépendent de la réussite des projets.

La gestion de portefeuilles de projets est au cœur du management par projets, avec l'identification, la sélection et le choix des projets à réaliser en fonction des objectifs stratégiques de l'entreprise, le principe de l'amélioration continue, ainsi que la capitalisation de l'expérience acquise.

De la direction générale aux équipes projets, en passant par l'ensemble des entités de l'entreprise (services techniques, comptabilité, marketing, finance, ressources humaines, etc.), toutes les ressources de l'entreprise sont mobilisées et œuvrent pour assurer la réussite des projets. Les individus et l'organisation sont au centre du management par projet, on parle de « culture projet ».

## 3.9 Les parties prenantes

Les parties prenantes du projet rassemblent l'ensemble des personnes ou entités internes ou externes intéressées directement ou indirectement par le projet.

Les principales parties prenantes d'un projet sont présentées dans les paragraphes qui suivent.

### 3.9.1 Le maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage (**MOA**, ou le client) ou son représentant (le commanditaire) est responsable de l'adéquation du résultat du projet par rapport à l'organisation qui a commandé l'ouvrage et aux besoins des utilisateurs.

Son rôle porte sur la définition de ce résultat, la vérification du résultat obtenu et la façon dont le résultat est atteint en termes de coûts et délais. Il a la charge de vérifier que le maître d'œuvre (MOE) est sur la bonne trajectoire pour atteindre l'objectif. Fréquemment le MOA se fait assister par un consultant, un sous-traitant.

Les principaux livrables du MOA sont :

- ▶ un document qui définit le résultat du projet (le cahier des charges) ;
- ▶ l'approbation du planning et du budget du MOE ;
- ▶ la vérification de l'avancement du projet ;
- ▶ la vérification des résultats du projet lors des différentes étapes concluant les phases du projet ;
- ▶ la coordination du projet avec les projets connexes ;
- ▶ et l'établissement du bilan du projet.

### 3.9.2 Le maître d'œuvre

Le maître d'œuvre (MOE, ou Engineer) agit en délégation du MOA pour atteindre l'objectif fixé. Ses responsabilités sont orientées vers la production en temps et en heure des résultats prévus.

Sa mission couvre :

- ▶ la définition et la conduite des travaux ;
- ▶ l'établissement et la maîtrise du planning ;
- ▶ la définition du système qualité ;
- ▶ la communication au sein de son équipe et vers la MOA de l'avancement du projet ;

En termes de responsabilités, le MOE veille à la conformité du déroulement du projet et assure la gestion opérationnelle du projet.

Son activité s'exerce sur tous les plans : structuration et gestion du périmètre, gestion du planning, gestion des ressources, contractualisation, pilotage du budget qu'il a reçu du MOA. Toutes ses activités s'appuient sur le système qualité.

### 3.9.3 Le chef de projet

Le chef de projet (PM, Project Manager), ou directeur de projet selon la taille du projet, est la personne responsable du management du projet. Il est désigné par l'entreprise réalisatrice et est responsable de l'atteinte des objectifs du projet sur toutes les thématiques du management de projet.

Le chef de projet est responsable en particulier de la communication avec toutes les parties prenantes du projet, en interne ou en externe à l'entreprise.

### 3.9.4 L'équipe projet

L'équipe projet comprend l'ensemble des acteurs et contributeurs du projet : le chef de projet, l'équipe de management de projet, et le personnel technique chargé de la réalisation du projet. Cette équipe peut intégrer des personnes externes à l'entreprise qui réalise.

### 3.9.5 Le bureau des projets

Le Bureau des projets ou Project Management Office (**PMO**) est une unité organisationnelle, un groupe d'experts qui interviennent de manière matricielle par rapport aux projets et leur apportent un support. Un peu comme une tour de contrôle aérienne, le bureau des projets est un guide pour les projets, il fournit un appui aux chefs de projets.

Trois types de supports peuvent être déployés :

- ▶ la fourniture de personnel aux équipes projet ;

- ▶ l'assistance technique aux équipes projet ;
- ▶ les missions de conseil.

Plusieurs domaines d'assistance peuvent être déployés par le bureau des projets comme :

- ▶ l'établissement des standards de management de projet ;
- ▶ l'administration et la maintenance des solutions de gestion de projets ;
- ▶ la fourniture d'une « start-up team » pour le lancement du projet ;
- ▶ le maintien de la « war room » ou le site intranet mettant à disposition des projets, les méthodes et outils de management de projet.

La tâche principale du bureau des projets est d'établir un référentiel unique à l'entreprise en ce qui concerne toutes les thématiques de management de projet.

Le rôle du bureau des projets est :

- ▶ de promouvoir les bonnes pratiques de management de projet au sein de l'entreprise ;
- ▶ de collecter des données relatives aux projets afin de mieux préparer les projets futurs ;
- ▶ de former les équipiers projet.

Le bureau des projets peut auditer les projets afin d'obtenir une vision du statut du projet en termes de management du projet. Outre le fait de suggérer des recommandations pour améliorer la performance du projet, cet audit est utile pour capitaliser les données dans le but de transférer les meilleures pratiques sur d'autres projets.

### **3.9.6 Les autres parties prenantes**

Les parties prenantes d'un projet intègrent aussi :

- ▶ les membres internes de l'organisation qui réalise le projet (responsables fonctionnels) ;
- ▶ les vendeurs et les partenaires commerciaux ;
- ▶ l'ensemblier et les entrepreneurs (contractants) ;
- ▶ les fournisseurs d'équipements et de matériaux ;
- ▶ les fabricants ;
- ▶ les transporteurs ;
- ▶ les organismes de contrôle et d'assurance ;
- ▶ les administrations ;

- ▶ les bailleurs de fonds et actionnaires ;
- ▶ plus généralement tous les acteurs et contributeurs directs ou indirects du projet ;
- ▶ et bien sûr le client final (l'entité qui a commandé l'ouvrage et qui finance le projet) ;
- ▶ et enfin les utilisateurs finaux et leurs besoins.

Les parties prenantes sont des personnes ou des entités qui prennent une part plus ou moins active au projet et dont les intérêts peuvent être affectés directement ou indirectement par le projet.

On distingue les parties prenantes des personnes physiques et morales impactées par le projet, telles que les assureurs, les banquiers, les associations diverses.

### 3.10 Modèle de maturité du management de projet

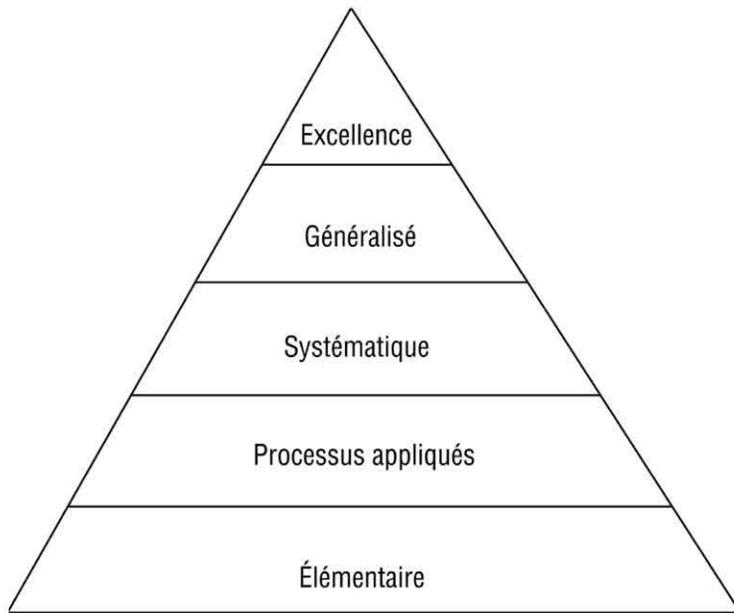


Figure 3.5 Maturité du management de projet

Les modèles de maturité définissent des niveaux de capacité en matière de performance du système de management, facilitant l'identification et la compréhension des étapes à parcourir pour atteindre l'excellence.

Il existe différents modèles de maturité en management de projet, les plus connus sont ceux du CMMI® et l'OPM3 du PMI.

Il existe généralement cinq niveaux de maturité :

- ▶ La connaissance des processus élémentaires.
- ▶ Les processus sont appliqués sur les projets importants.
- ▶ Le management de projet est systématique.
- ▶ Le management s'intègre dans un système multiprojets.
- ▶ L'amélioration permanente.

Ceci est présenté sur la figure présentée ci-contre (figure 3.5).

### 3.11 Les phases du management de projet

Lorsqu'un projet débute, suite à l'analyse fonctionnelle du besoin, on commence par réaliser l'analyse du projet. Vient ensuite la phase de structuration du projet avec la création des organigrammes WBS et OBS. Puis, on estime les coûts et les délais de manière unifiée, et enfin on gère les aspects coûts, délais, risques, la configuration, etc.

Le management du projet débute dès l'analyse fonctionnelle, et se termine lors de la phase de clôture.

Le management de projet comprend la surveillance et la maîtrise ou le contrôle (le terme anglais « Project Control » est plus approprié) de tous les aspects du projet. Le phasage des domaines du management de projet est illustré sur la figure suivante (figure 3.6).

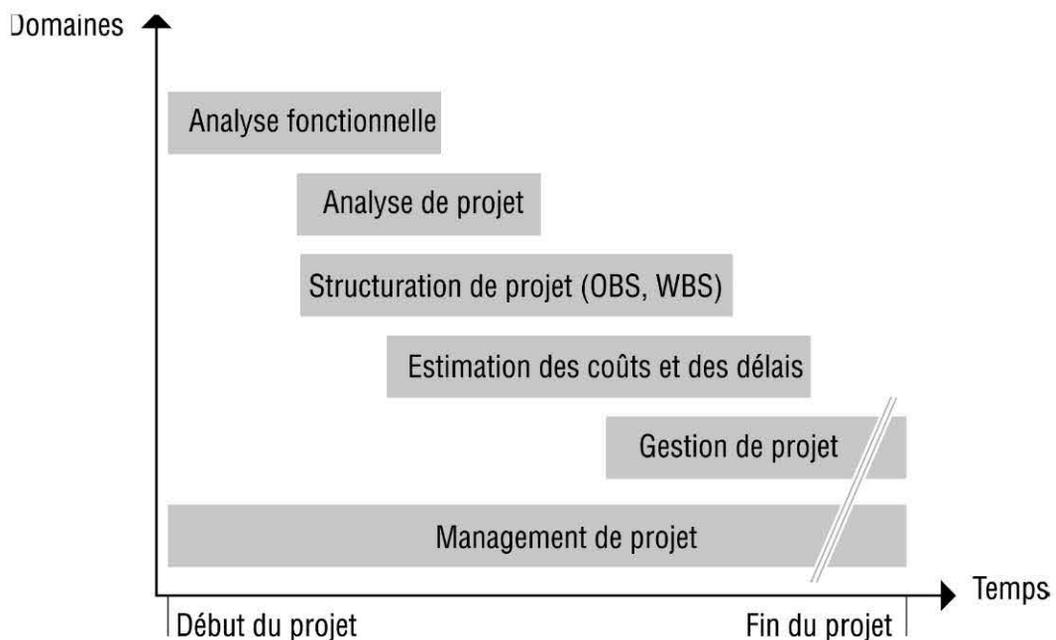


Figure 3.6 Phases du management de projet



# 4

## L'organisation des projets

### 4.1 Le projet

#### ↳ **Projet**

.....  
C'est une œuvre, innovante et complexe, un ensemble d'opérations destinées à atteindre un objectif précis. Un projet a un début et une fin. La construction d'un véhicule, d'une usine ou d'un RADAR, par exemple, sont des projets industriels.  
.....

On distingue plusieurs **types de projets** :

- ▶ les projets de type EPC (Engineering, Procurement, Construction), tels que la réalisation d'une centrale nucléaire ou d'une usine ;
- ▶ les projets d'infrastructure, comme la construction d'une autoroute ou d'une infrastructure de tramway ;
- ▶ les projets de développement produit ou de mise en place de produits nouveaux ;
- ▶ les projets informatiques (IT) ;
- ▶ les projets de maintenance et d'intervention ;
- ▶ les projets de recherche et développement (R & D) ;
- ▶ les projets de service ou événementiels.

Bien que les caractéristiques de ces projets soient différentes, la **méthodologie de gestion** est toujours la même :

- ▶ l'objectif est défini précisément ;
- ▶ le schéma envisagé pour atteindre cet objectif est établi au point de vue délais, coûts, moyens et qualité ;
- ▶ l'avancement physique du projet est contrôlé périodiquement ;
- ▶ le résultat prévisionnel en est déduit, et comparé périodiquement à l'objectif.

Sur le **plan organisationnel**, le projet repose sur des responsabilités partagées entre le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et les responsables de lots de travaux.

Le maître d'ouvrage (MOA) est le propriétaire de l'ouvrage futur.

Il a la responsabilité de la définition des objectifs (il définit notamment le cahier des charges).

Le maître d'œuvre (MOE) assume deux rôles :

- ▶ un rôle d'architecte, d'ensemblier (responsable des choix de conception globaux et de décomposition en lots de travaux) ;
- ▶ un rôle de coordinateur de la réalisation de l'ouvrage (organisation des appels d'offres sur les lots, choix des contractants, planification, suivi et contrôle de la réalisation des lots).

Les responsables de lots assurent la réalisation des tâches élémentaires de l'ensemble.

## 4.2 La typologie des projets

Cette typologie, proposée par ECOSIP (Économie des systèmes de production), repose sur le poids économique du projet dans l'entreprise. Trois catégories sont retenues, A, B, C, illustrées ci-après.

### Les projets de type A

Ce type A correspond à une configuration où une entreprise dominante, pouvant mobiliser d'autres entreprises, est impliquée dans de très « gros » projets, vitaux pour sa survie. C'est le cas de l'industrie automobile. Le projet est organisé et structuré de manière forte, il est très autonome, ce qui ne manque pas de créer des problèmes au sein de l'entreprise.

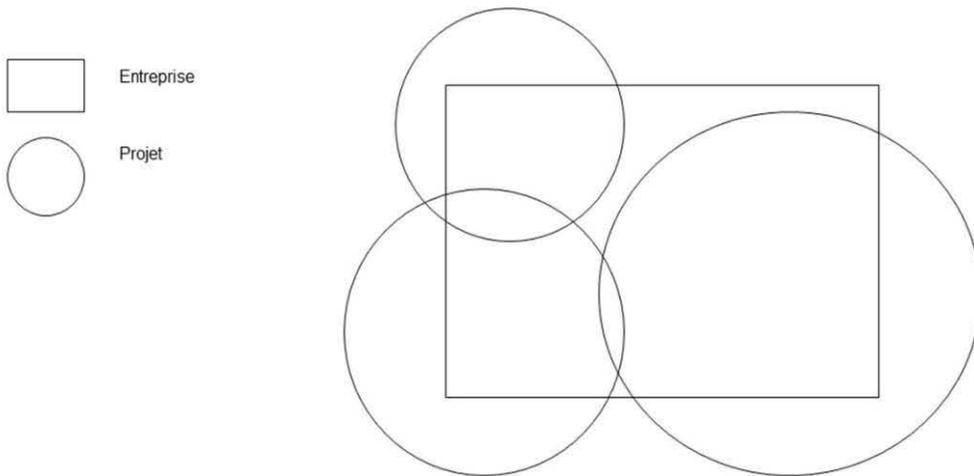


Figure 4.1 Projet de type A

## Les projets de type B

C'est le projet qui est au centre de la régulation : il correspond à l'entité la plus forte, dotée d'une personnalité juridique et financière. Les acteurs et les entreprises que le projet coordonne n'ont pas forcément l'habitude de travailler ensemble. C'est dans ce deuxième type que le modèle standard de l'ingénierie est le plus prédominant. Les relations contractuelles sont beaucoup plus développées.

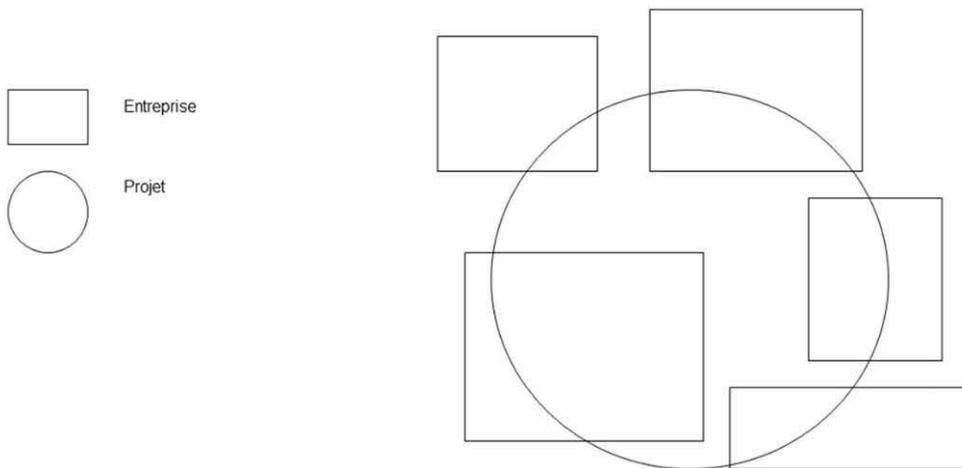


Figure 4.2 Projet de type B

## Les projets de type C

On a affaire à une entreprise qui gère un nombre élevé de « petits » projets, relativement indépendants les uns des autres, et dont aucun ne met en cause,

à lui seul, la pérennité de l'organisation. L'autonomie du projet est plus réduite que dans le premier type. Il n'y a pas forcément d'organisation spécifique, la fonction de chef de projet pouvant se cumuler avec une autre.

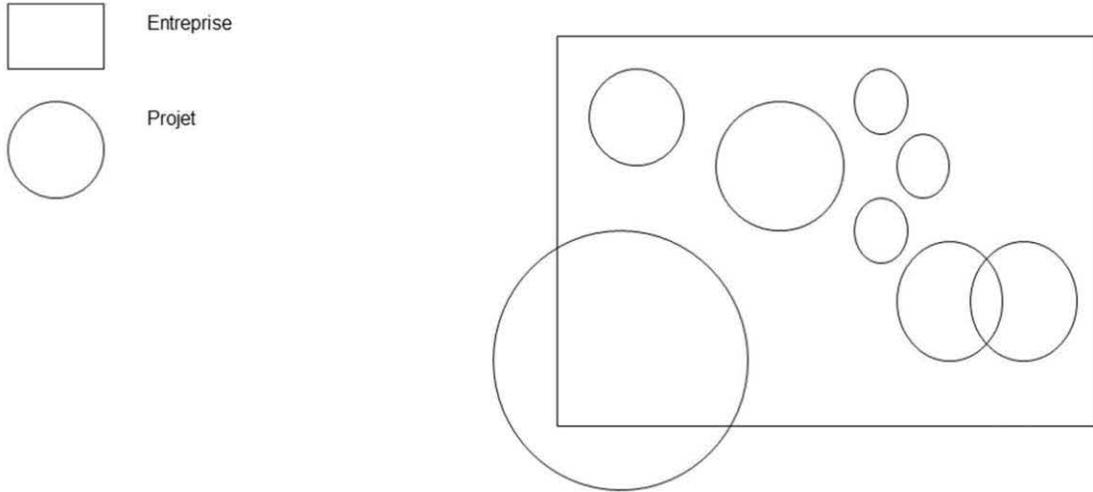


Figure 4.3 Projet de type C

## 4.3 Les structures organisationnelles

On distingue plusieurs structures organisationnelles au sein des entreprises :

- ▶ l'organisation fonctionnelle ;
- ▶ l'organisation matricielle faible ;
- ▶ l'organisation matricielle équilibrée ;
- ▶ l'organisation matricielle forte ;
- ▶ l'organisation par projets ;
- ▶ l'organisation mixte.

### 4.3.1 Organisation fonctionnelle

Cette organisation repose sur la hiérarchie, où chaque employé a un supérieur bien identifié. Les équipes sont regroupées par spécialités ou disciplines (électricité, mécanique, instrumentation, etc.).

Les organisations fonctionnelles peuvent réaliser des projets mais le contenu du travail à réaliser se limite à la fonction.

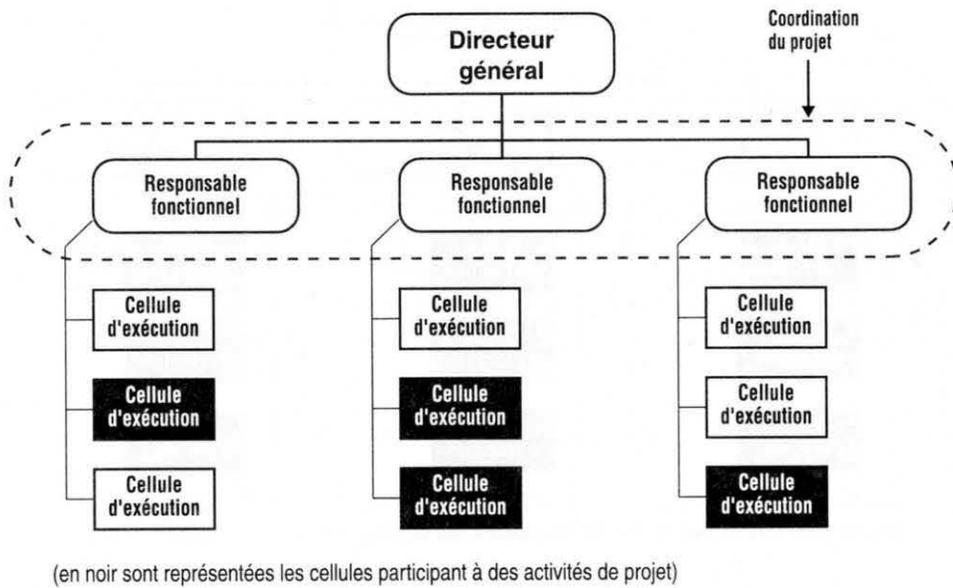


Figure 4.4 Organisation fonctionnelle  
 PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 4.3.2 Structure matricielle faible

Les matrices faibles conservent les caractéristiques des structures fonctionnelles et le rôle du chef de projet est davantage celui d'un coordinateur ou d'un facilitateur que celui d'un patron.

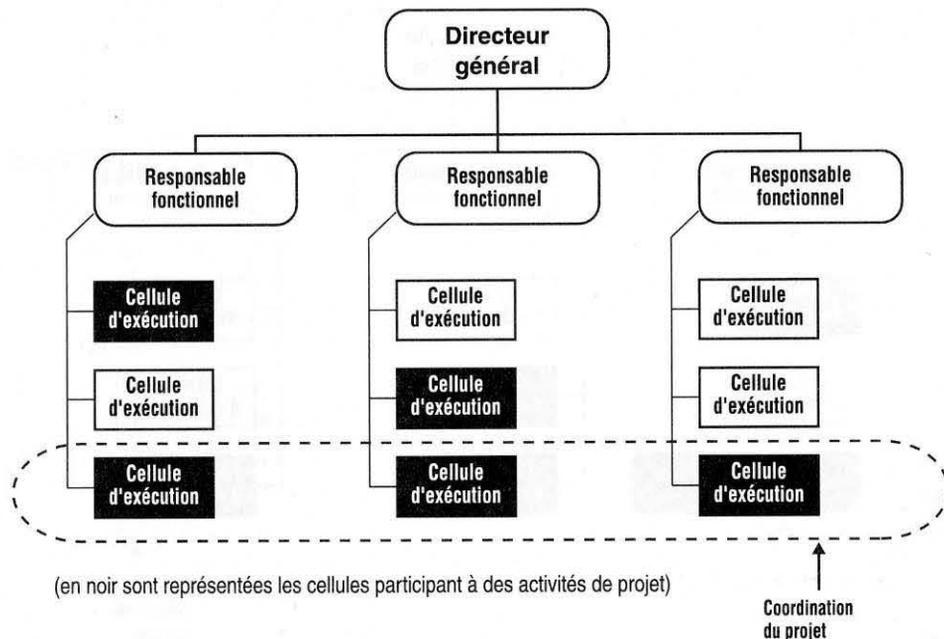


Figure 4.5 Structure matricielle faible  
 PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 4.3.3 Structure matricielle équilibrée

Dans cette structure, le chef de projet fait partie d'un département, il a plus de pouvoir que dans la structure matricielle faible.

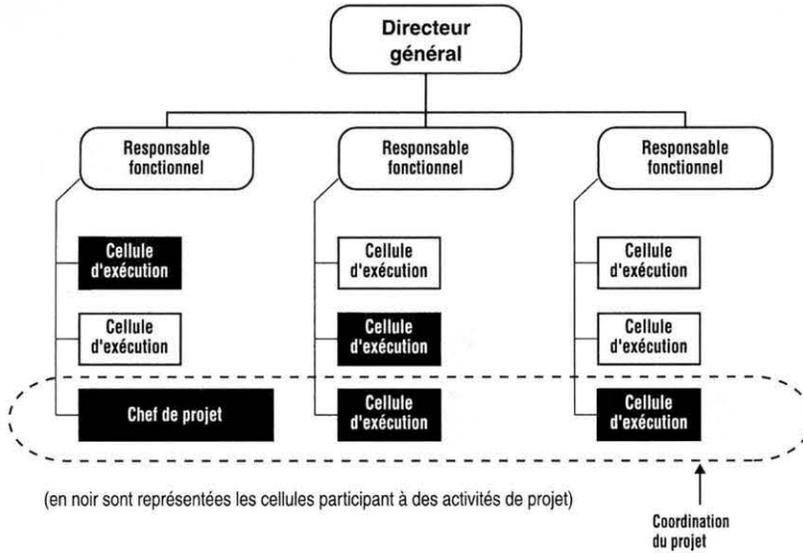


Figure 4.6 Structure matricielle équilibrée  
PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 4.3.4 Structure matricielle forte

Les matrices fortes ressemblent beaucoup à l'organisation par projets – avec des chefs de projet à temps plein, ayant une forte autorité, et une équipe de gestion de projet à plein-temps.

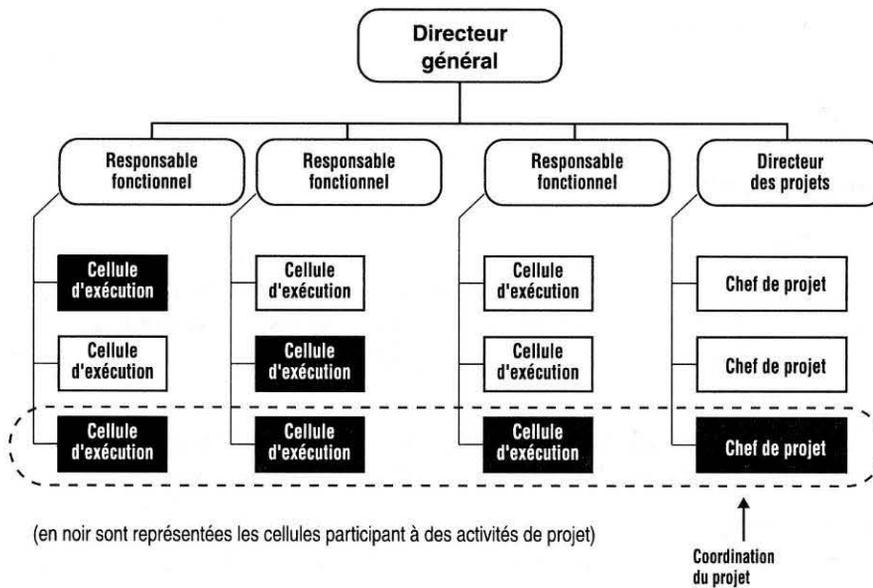


Figure 4.7 Structure matricielle forte  
PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 4.3.5 Organisation par projets

Dans l'organisation par projets (Task force), les membres de l'équipe de projet sont souvent regroupés dans un même local. Une grande partie des ressources de la structure est impliquée dans les projets et les chefs de projet ont une grande marge d'indépendance et d'autorité.

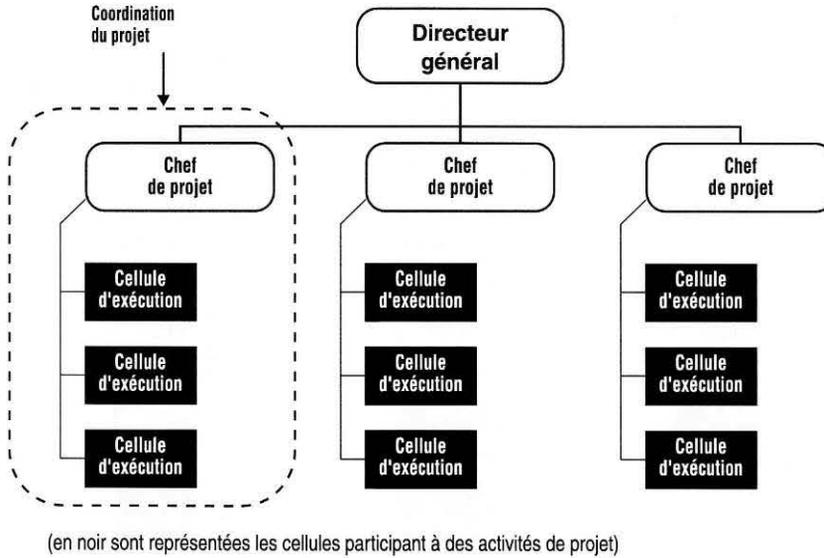


Figure 4.8 Organisation par projet (task force)  
 PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 4.3.6 Organisation mixte

C'est une organisation qui utilise toutes les structures, à des niveaux différents.

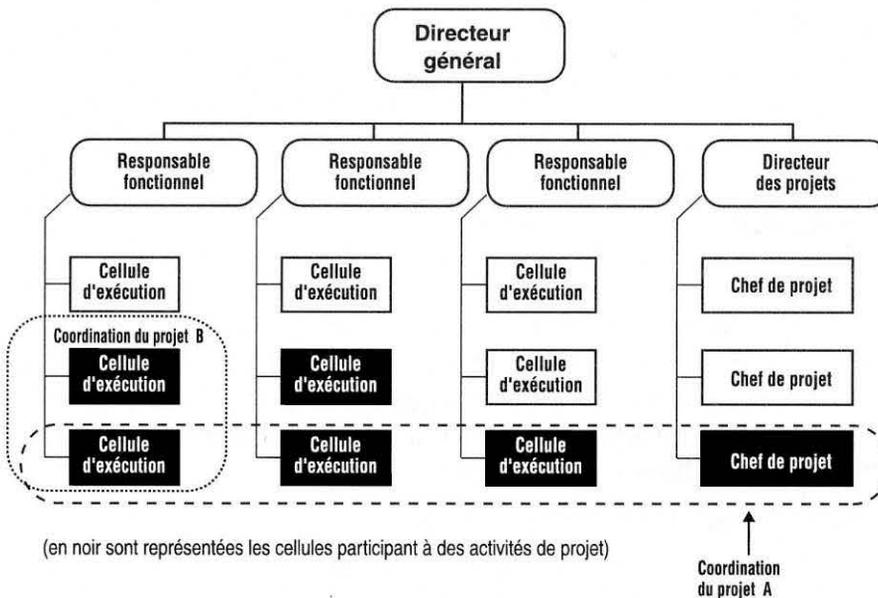


Figure 4.9 Organisation mixte  
 PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 4.3.7 Influence des structures organisationnelles sur le projet

Caractéristique du projet	Type d'organisation	Matricielle			Organisation par projet
	Fonctionnelle (hiérarchique)	Matrice faible	Matrice équilibrée	Matrice forte	
Autorité du chef de projet	faible ou nulle	limitée	faible à modérée	modérée à forte	forte à presque totale
Proportion du personnel de l'organisme en charge affecté à plein temps au projet	presque pas	0 – 25 %	15 – 60 %	50 – 95 %	85 – 100 %
Rôle du chef de projet	temps partiel	temps partiel	plein temps	plein temps	plein temps
Titre habituel du chef de projet	Coordinateur ou responsable de projet		Chef de projet	Chef ou Directeur de projet	Directeur de projet ou de programme
Affectation de l'équipe de gestion	temps partiel	temps partiel	temps partiel	plein temps	plein temps

Figure 4.10 Influence des structures organisationnelles sur le projet  
PMI, *Management de projet – Un référentiel de connaissances*, AFNOR Éditions, 1998

## 4.4 L'ingénierie concourante

La gestion de projet est un processus qui a obligé à innover en matière procédurale pour faire travailler ensemble des acteurs appartenant à des services de culture et de préoccupations disparates. La plus importante de ces innovations concerne l'ingénierie concourante.

Dans le modèle traditionnel, les projets apparaissent comme une séquence d'étapes successives confiées à des experts différents.

L'ingénierie concourante – ou simultanée – introduit une rupture par rapport à ce modèle : elle organise le chevauchement entre les différentes phases du projet. Elle se traduit par un allongement des phases mais leurs chevauchements permettent de raccourcir le délai global du projet, et les surcoûts.

Ces derniers points constituent l'objectif de l'ingénierie concourante.

Cette mobilisation des expertises est facilitée par la mise en place de plateaux qui réunissent physiquement dans un même lieu les différents acteurs.

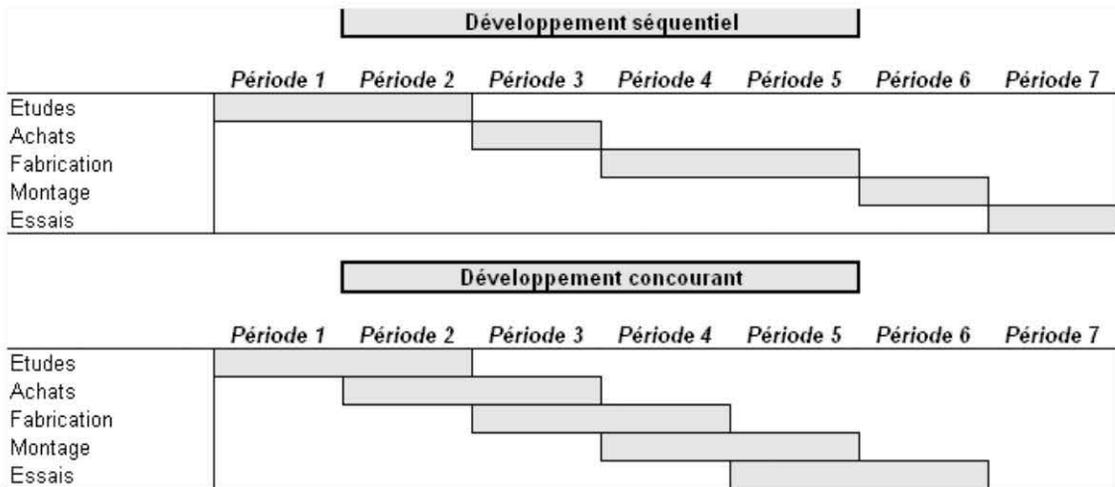


Figure 4.11 L'ingénierie concourante et séquentielle

## 4.5 Les tâches du chef de projet

Il faut distinguer le chef de projet du manager. Pourtant, dans la pratique, ces deux fonctions sont souvent assurées par une seule et même personne, d'autant plus s'il s'agit d'un projet qui, par sa taille, est facilement appréhendable.

Les tâches du manager sont résumées sur la figure suivante :



Figure 4.12 Les tâches du manager

Michel Emery, <http://perso.orange.fr/m.emery.management/>

## **4.6 Les tâches du contrôleur de projet**

Le contrôleur de projet est chargé :

- ▶ d'établir le budget (coût/délais) et d'identifier les risques ;
- ▶ de suivre l'évolution des coûts/délais/risques tout au long du déroulement du projet ;
- ▶ d'en mesurer les écarts par rapport aux éléments budgétés ;
- ▶ d'informer le chef de projet et de proposer des actions correctives.

Pour assumer ces responsabilités, le contrôleur de projet doit mettre en place un système d'information lui permettant de :

- ▶ recueillir l'information ;
- ▶ trier cette information ;
- ▶ l'orienter vers une structure d'accueil (planning, lignes budgétaires, etc.) ;
- ▶ la comparer, dans cette structure, à une référence (budget) ;
- ▶ faire une analyse pour le chef de projet.

# 5

## Analyse fonctionnelle de la gestion de projet

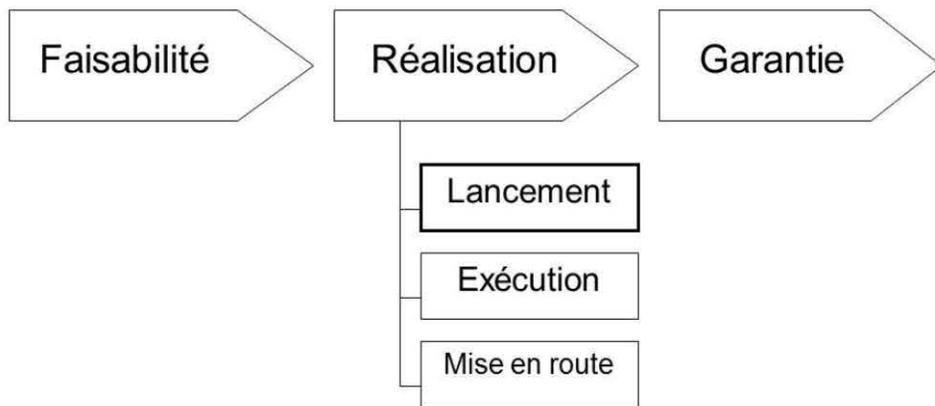


Figure 5.1 L'analyse du besoin

## 5.1 Introduction

Le principe de l'analyse fonctionnelle de la gestion de projet est de répondre à la question « en quoi la structuration et la gestion de projets sont-elles utiles ? »... et de ne pas reproduire le schéma suivant :

## 5.2 Liste des fonctions principales

Il convient de définir le besoin de la gestion de projet.

La pieuvre fonctionnelle suivante identifie à quoi doivent répondre la structuration et la gestion d'un projet ; sans être exhaustive, elle identifie quelques interfaces entre les différentes questions, les fonctions principales (FP) – que la méthodologie doit gérer.

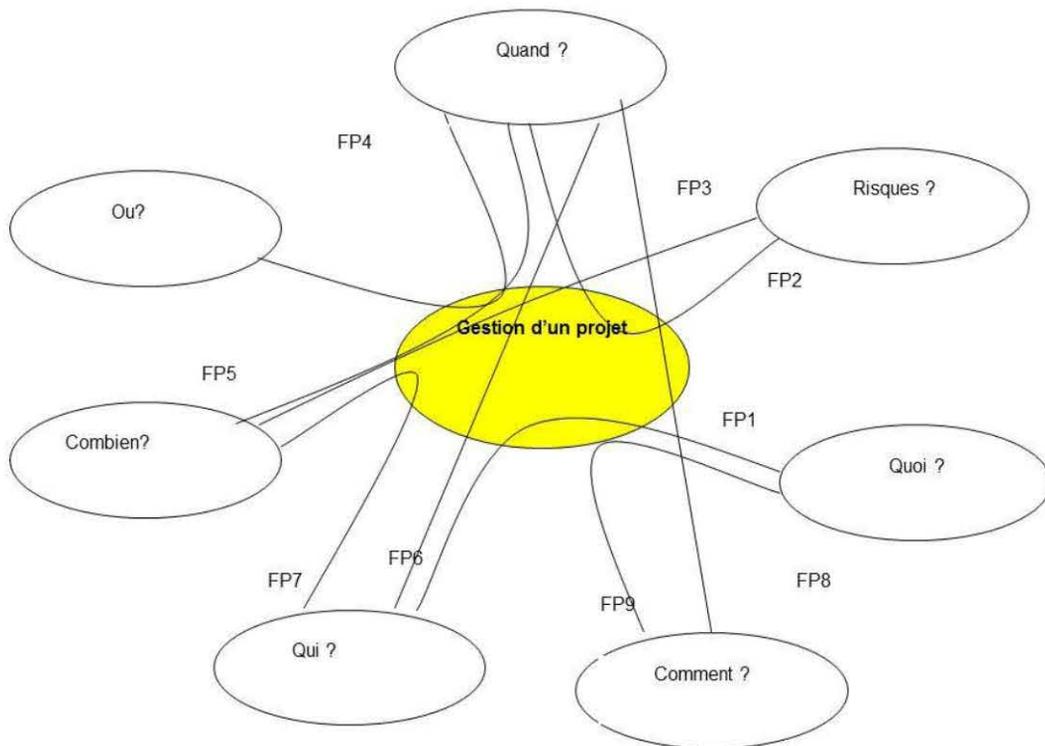


Figure 5.2 « Pieuvre » fonctionnelle

Les fonctions principales sont les suivantes :

- ▶ FP1 : Définir qui fait quoi.
- ▶ FP2 : Identifier et traiter les risques délais.
- ▶ FP3 : Identifier et traiter les risques coûts.

- ▶ FP4 : Libérer les zones de construction au bon moment.
- ▶ FP5 : Identifier les coûts proportionnels aux délais.
- ▶ FP6 : Affecter les ressources, identifier les surcharges.
- ▶ FP7 : Identifier les catégories de ressources et les taux horaires.
- ▶ FP8 : Structurer le planning.
- ▶ FP9 : Définir comment on effectue le travail (l'activité).
- ▶ Etc.

## 5.3 Liste des fonctions de contraintes

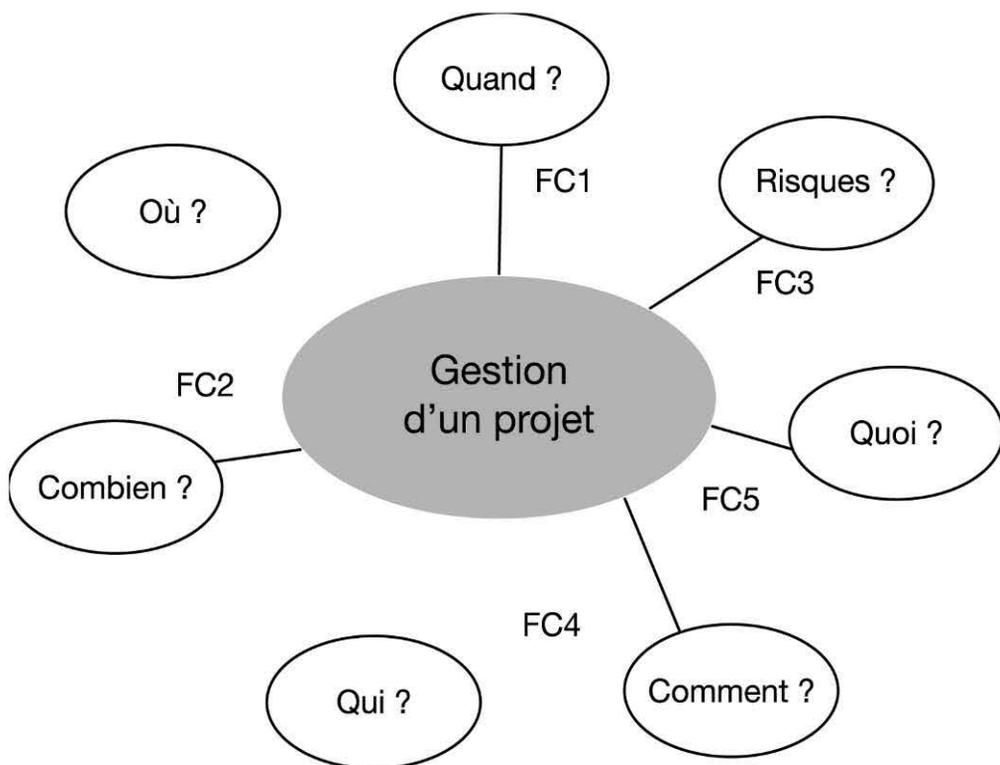


Figure 5.3 Les fonctions de contraintes

Les fonctions de contraintes sont les suivantes :

- ▶ FC1 : Respecter les délais.
- ▶ FC2 : Respecter le budget.
- ▶ FC3 : Limiter les risques.
- ▶ FC4 : Gérer la performance.
- ▶ FC5 : Gérer la configuration.

Les fonctions de contrainte (FC) permettent de répondre à la question : quelles sont les contraintes auxquelles la structuration et la gestion de projets sont assujetties ?

## **5.4 Conclusion**

Cette analyse fonctionnelle s'arrête à ce stade car il est inutile d'aller plus loin, par exemple de hiérarchiser toutes les fonctions principales..., cela n'aurait pas de sens. Nous verrons que la structuration et la gestion d'un projet telles que présentées dans cet ouvrage répondent à toutes ces questions.

# 6

## Structuration de projet

La gestion de projet repose sur une modélisation de la réalité permettant d'appréhender l'objet complexe et impalpable que représente le projet. Une modélisation réaliste permet indirectement de détecter d'où proviennent les problèmes et, par conséquent, de mettre en place les plans d'action adaptés pour les corriger. Elle permet également de connaître le degré d'avancement du projet au niveau souhaité et surtout de faire des prévisions.

La structure de découpage du projet est le support de cette modélisation. Différentes structures sont à créer pour aboutir à la structure finale d'accueil de l'information du travail. La structure clé à partir de laquelle il est possible de gérer le projet est le WBS (*Work Breakdown Structure*<sup>1</sup>).

C'est, d'une part, une structure arborescence permettant de décomposer le projet en éléments simples et gérables, et, d'autre part permettant d'identifier l'ensemble des travaux à effectuer pour réaliser le projet. Un WBS incomplet induit des risques délais, résultant d'une non-planification des tâches à réaliser, et coûts, résultant d'une sous-estimation du budget, d'où la nécessité de réaliser une analyse précise et rigoureuse pour l'élaborer.

Ce chapitre décrit les différentes étapes pour structurer un projet, il explique les différentes arborescences de la gestion de projet et comment elles s'imbriquent.

.....

1 Structure de répartition du travail, structure de découpage de travaux, organigramme des tâches, ou autres traductions.

La méthodologie permet de répondre aux questions : « Quoi ? Comment ? Où ? Quand ? Qui ? Qui fait quoi ? Combien ? ».

Pour l'illustrer, un projet de développement d'un RADAR est choisi (projet RADAR), les données et les chiffres ont été inventés, ils ne font qu'illustrer la méthode ; de plus l'ouvrage et l'œuvre ont été volontairement simplifiés afin de ne pas alourdir inutilement le document.

## 6.1 Contexte

Le cycle de vie de ce projet se décompose comme suit, il est supposé que le projet se situe en phase de lancement.

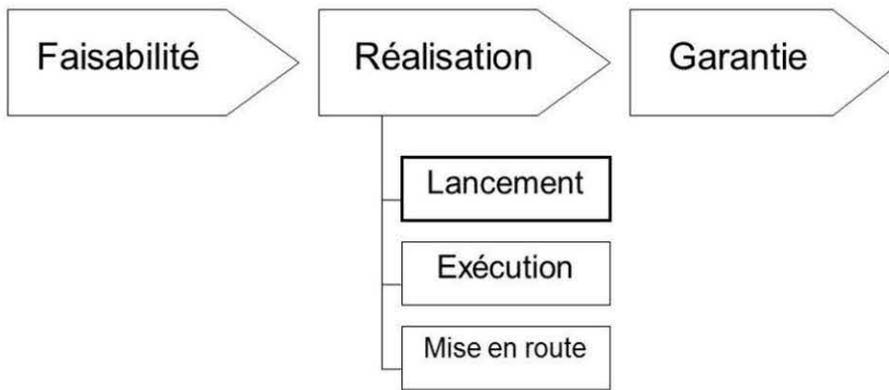


Figure 6.1 Cycle de vie d'un projet

À ce stade, l'étude de faisabilité et notamment le cahier des charges fonctionnel (CdCf) sont réalisés. L'estimation du projet en termes de coûts et de délais est effectuée. Le contrat est signé. Le prix de vente du projet est de 250 M€ et sa durée est de 26 mois.

## 6.2 Présentation de l'ouvrage

Il s'agit de livrer une station radar clef en main comme celle présentée à la figure 6.2. Le projet concerne les équipements électromécaniques de la station, le génie civil est réalisé par une autre société.

Le radar est connecté à deux sites situés à quelques kilomètres dans lesquels l'information est traitée et exploitée (figure 6.3).

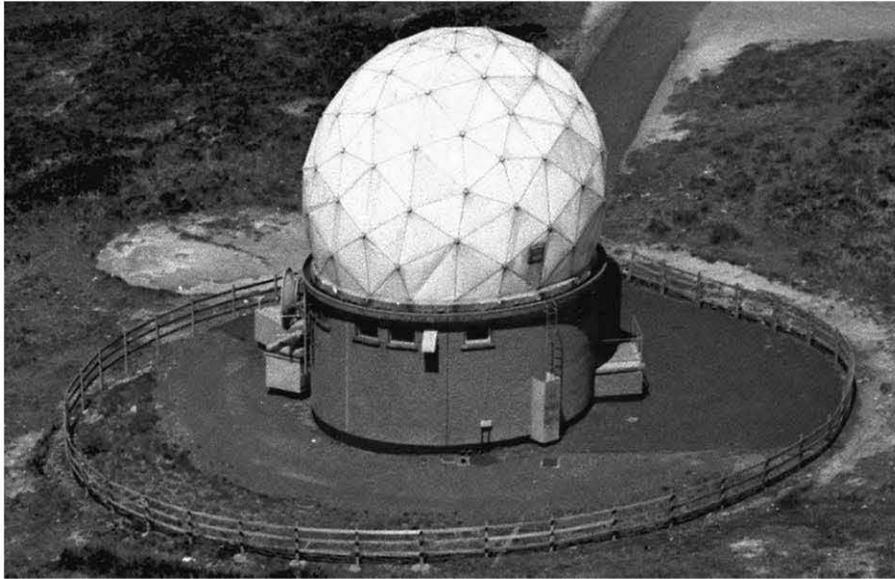


Figure 6.2 Station radar

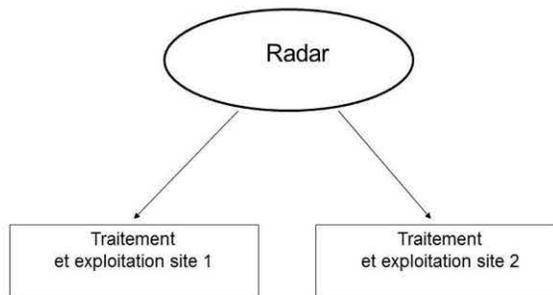


Figure 6.3 Synoptique général

Le synoptique de fonctionnement du radar est le suivant :

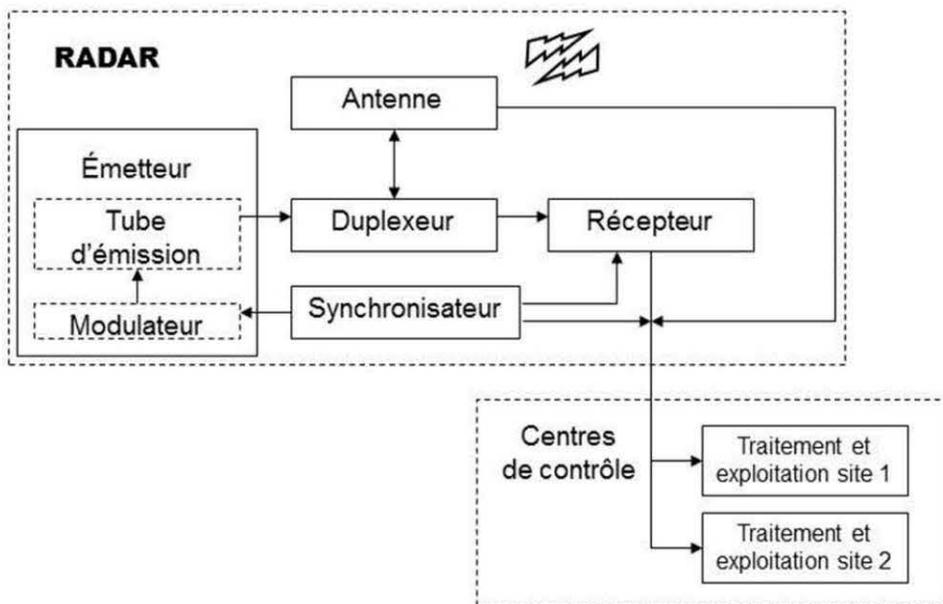


Figure 6.4 Synoptique de fonctionnement du RADAR

Le synchronisateur est le cœur du système RADAR, il délivre les signaux définissant les instants d'émission et des signaux annexes permettant la synchronisation entre l'émission et la réception.

L'émetteur se compose de deux parties principales :

- ▶ le modulateur qui fournit à l'étage de puissance l'énergie et les signaux nécessaires à son fonctionnement ;
- ▶ les étages hyperfréquences destinés à amplifier le signal RADAR ; leur élément principal est le tube d'émission.

Le duplexeur est un aiguilleur électronique qui permet à l'onde électromagnétique émise d'être dirigée vers l'antenne puis d'être dirigée vers le récepteur après réception du signal, tout en protégeant respectivement le récepteur et l'émetteur lors de l'émission et de la réception.

L'antenne, utilisée à l'émission, permet de concentrer l'énergie dans un angle et une direction déterminée, elle explore le domaine entourant le RADAR en site et en gisement.

Après impact de l'onde sur la cible, l'antenne transmet l'information au récepteur qui amplifie, filtre et détecte les signaux perçus par l'antenne.

Le traitement des informations permet de délivrer des plots radar qui sont exploités par les opérateurs et le système d'exploitation.

Le traitement des informations est effectué à partir des éléments suivants :

- ▶ le signal vidéo délivré par le récepteur (échos RADAR) ;
- ▶ les signaux de synchronisation ;
- ▶ les informations de position angulaire du faisceau d'antenne.

Les informations sont présentées à un opérateur sous la forme d'une image RADAR adaptée à la situation à analyser.

L'opérateur est alors en charge d'interpréter les informations et d'effectuer les opérations nécessaires : identification, guidage, anticollision, interception...

Le synoptique d'un site de traitement de d'exploitation des données radar est présenté à la figure 6.5.

Le signal électrique analogique issu du récepteur est converti en un signal numérique qui est exploité par le calculateur.

Ce dernier met en forme les échos et pilote les consoles de visualisation sur lesquelles l'information est exploitée.

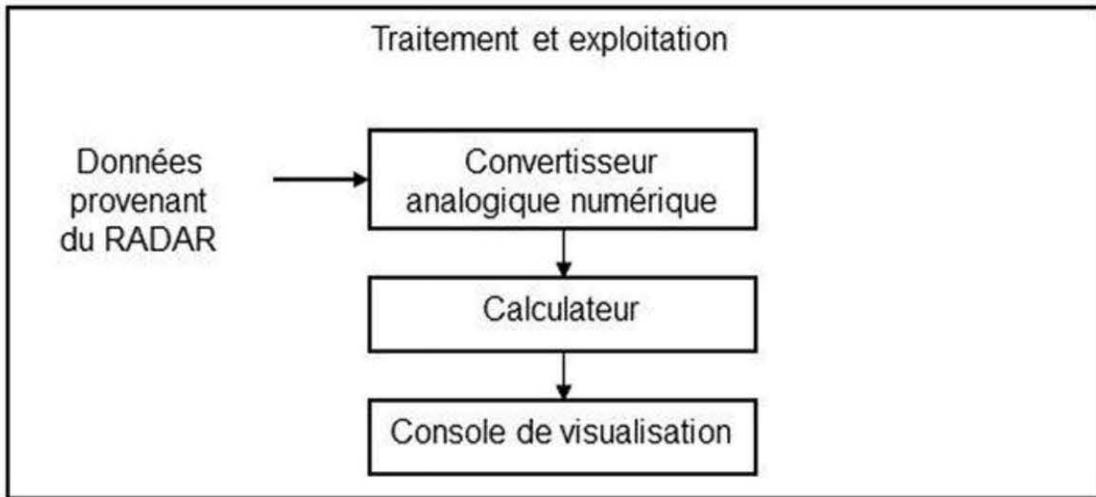


Figure 6.5 Synoptique d'un site de traitement d'exploitation des données radar

## 6.3 La méthode WBS 3D

La méthode WBS 3D (Work Breakdown Structure à trois dimensions) a été créée par l'auteur.

Elle part du constat que travailler, c'est faire quelque chose quelque part. « Faire » est une Activité au sens processus, « Quelque chose » est un Produit ou un objet, et « Quelque part » est une Zone, qui n'est pas forcément physique. Il y a donc trois dimensions pour représenter le travail, d'où le nom de la méthode.

Les applications de la méthode WBS 3D sont nombreuses, mais elle permet en premier lieu de bien structurer un projet.

Le processus de structuration en 3D d'un projet suit toujours les mêmes étapes :

1. Définir l'arborescence des Produits (PBS).
2. Définir l'arborescence des Activités (ABS).
3. Définir l'arborescence des Zones (ZBS).
4. Déployer des Activités sur les Produits.
5. Affecter les Produits aux Zones.
6. En déduire la liste des tâches structurée.

Les Arborescences Zones, Produits et Activités sont mises en relation ce qui a pour effet de créer une structure WBS multidimensionnelle.

## 6.4 L'arborescence Produit (PBS) : « Quoi ? »

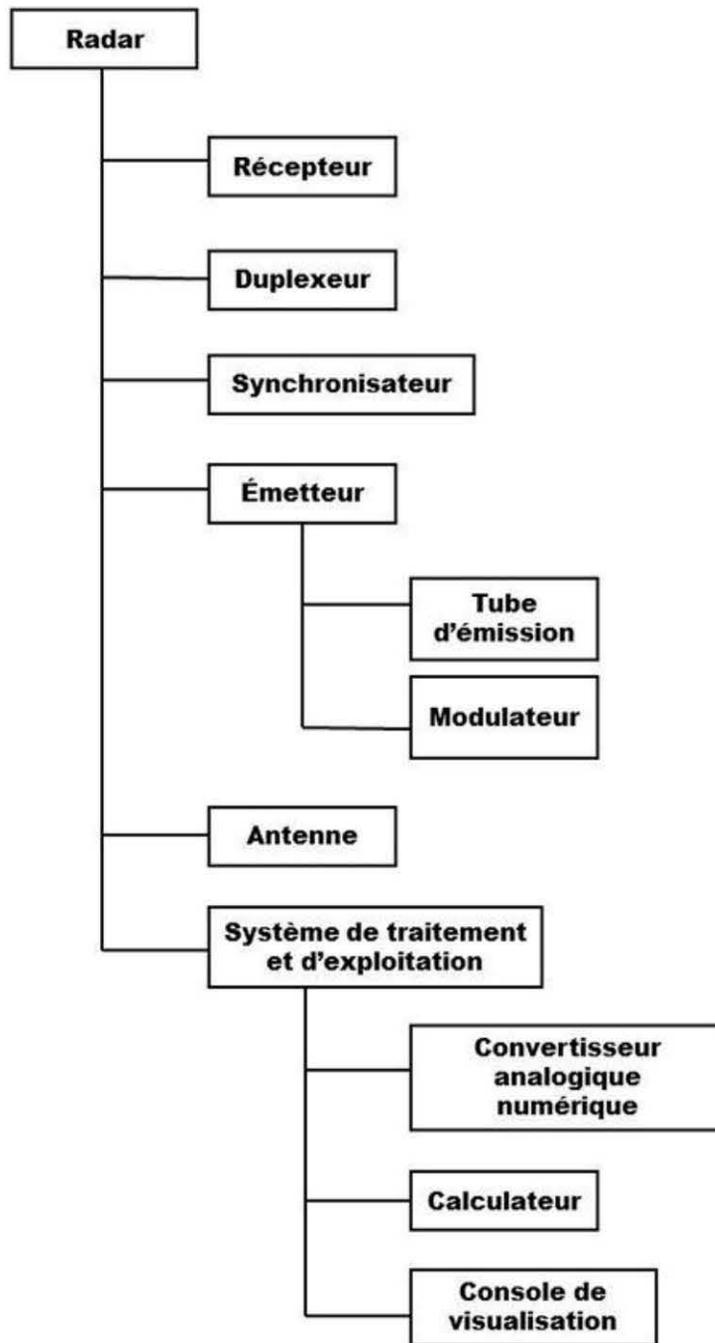


Figure 6.6 PBS projet RADAR

La structure de découpage du produit (*Product Breakdown Structure, PBS*) identifie les différents composants du produit final.

Les Produits sont, aux derniers niveaux de l'arborescence, des composants physiques tels que des équipements, des matériels, des ouvrages de génie civil, des modules informatiques, etc.

Sur les hauts étages de l'arborescence Produit, se situent des systèmes fonctionnels (**System Breakdown Structure, SBS**). Les systèmes fonctionnels correspondent à un ensemble d'équipements qui travaillent ensemble en vue d'assurer une fonction, qui répond à un besoin.

Les composants physiques prolongent les systèmes fonctionnels au sein de l'arborescence Produit.

L'arborescence Produit du projet RADAR est présentée sur la figure ci-contre.

## 6.5 Les Produits instanciés (PBSi)

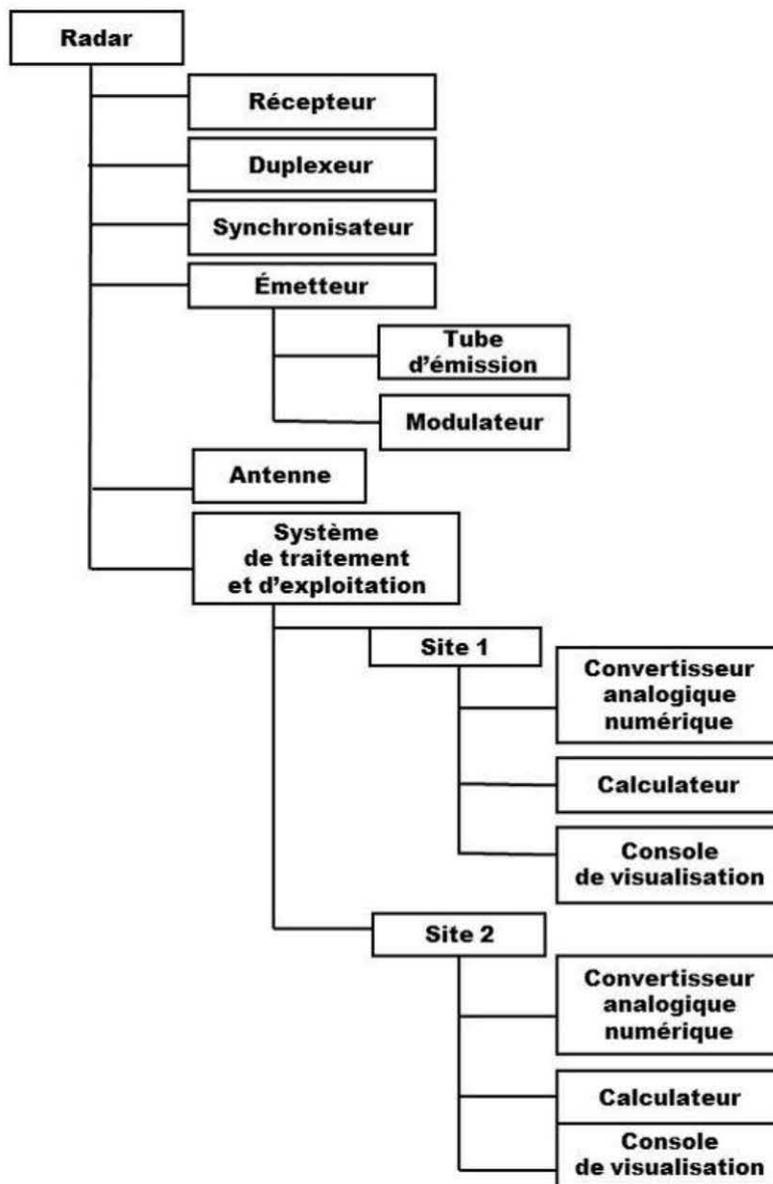


Figure 6.7 Produits instanciés projet RADAR

Les Produits instanciés doivent être définis. Il s'agit de « clones » de Produits. Deux Produits instanciés possèdent les mêmes Activités.

Dans l'exemple du projet RADAR, le système de détection possède deux stations de traitement de l'information, celle du site 1 et celle du site 2. Ces deux stations ont des caractéristiques différentes mais possèdent les mêmes Activités pour les réaliser. On dit que les stations 1 et 2 sont des instances du Produit générique station.

L'arborescence des Produits instanciés du projet RADAR est présentée sur la figure 6.7.

Les sites 1 et 2 (faux Produits) intègrent tous les deux les mêmes Produits en termes de planification. Les Activités nécessaires pour réaliser les calculateurs des sites 1 et 2 sont identiques.

## 6.6 L'arborescence des Activités (ABS), « Comment ? »

La structure de décomposition des Activités se nomme l'**ABS, Activity Breakdown Structure**. Il s'agit des actions nécessaires pour réaliser les Produits. Une Activité peut-être nommée par un verbe.

Dans le projet RADAR, les Activités déployées sont :

- ▶ management ;
- ▶ qualité ;
- ▶ coûtéance ;
- ▶ planification ;
- ▶ achats ;
- ▶ assistance technique ;
- ▶ maintenabilité ;
- ▶ documentation ;
- ▶ formation ;
- ▶ conditionnement ;
- ▶ conception ;
- ▶ réalisation ;
- ▶ installation ;
- ▶ tests.

## 6.7 L'arborescence des Zones (ZBS), « Où ? »

À partir des plans, un découpage géographique de l'ouvrage est formalisé. Cette décomposition sous forme arborescente constitue le **ZBS (Zone Breakdown Structure)**.

Les Zones du projet RADAR sont présentées ci-dessous.

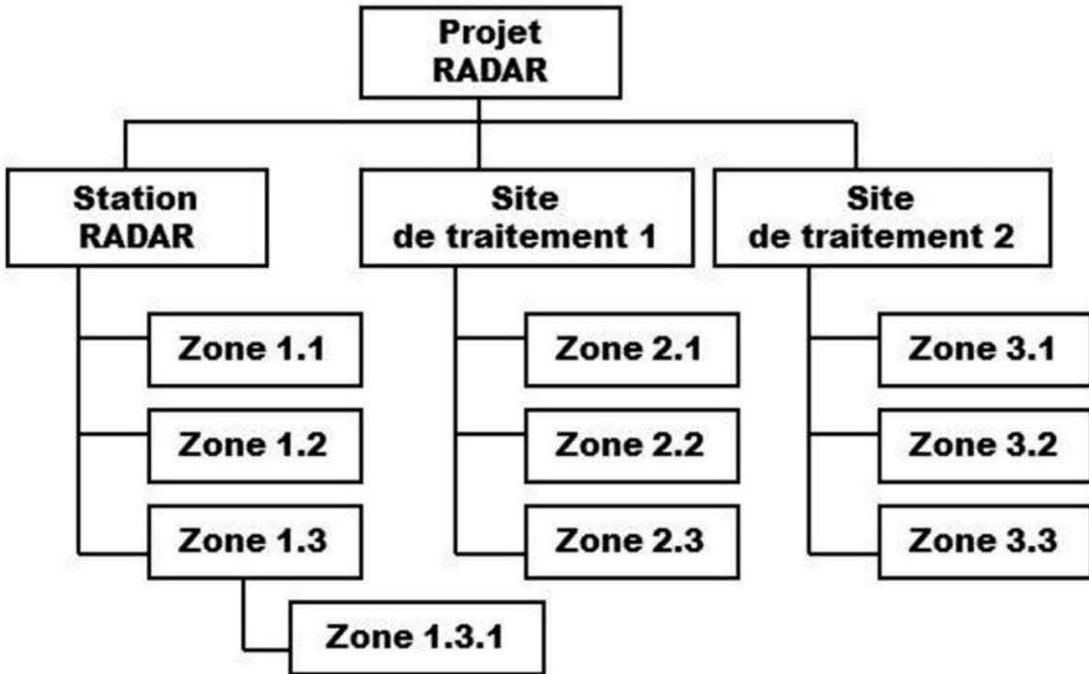


Figure 6.8 Zone Breakdown Structure

Les Zones sont ici géographiques, mais parfois elles sont fonctionnelles notamment lors des phases études et essais de ce type de projet.

Pour toute la phase de développement de ce projet RADAR, les Zones correspondent à des étapes fonctionnelles, à chaque étape les fonctionnalités se précisent.

Plus généralement, les Zones sont des regroupements de Produits.

## 6.8 Croisement des Produits et des Activités

Dans cette étape, il s'agit de déployer des Activités sur les Produits, afin de les réaliser. On met en relation les arborescences PBS et ABS.

Sur le projet RADAR, le déploiement des Activités sur les Produits est représenté sur l'arborescence suivante.

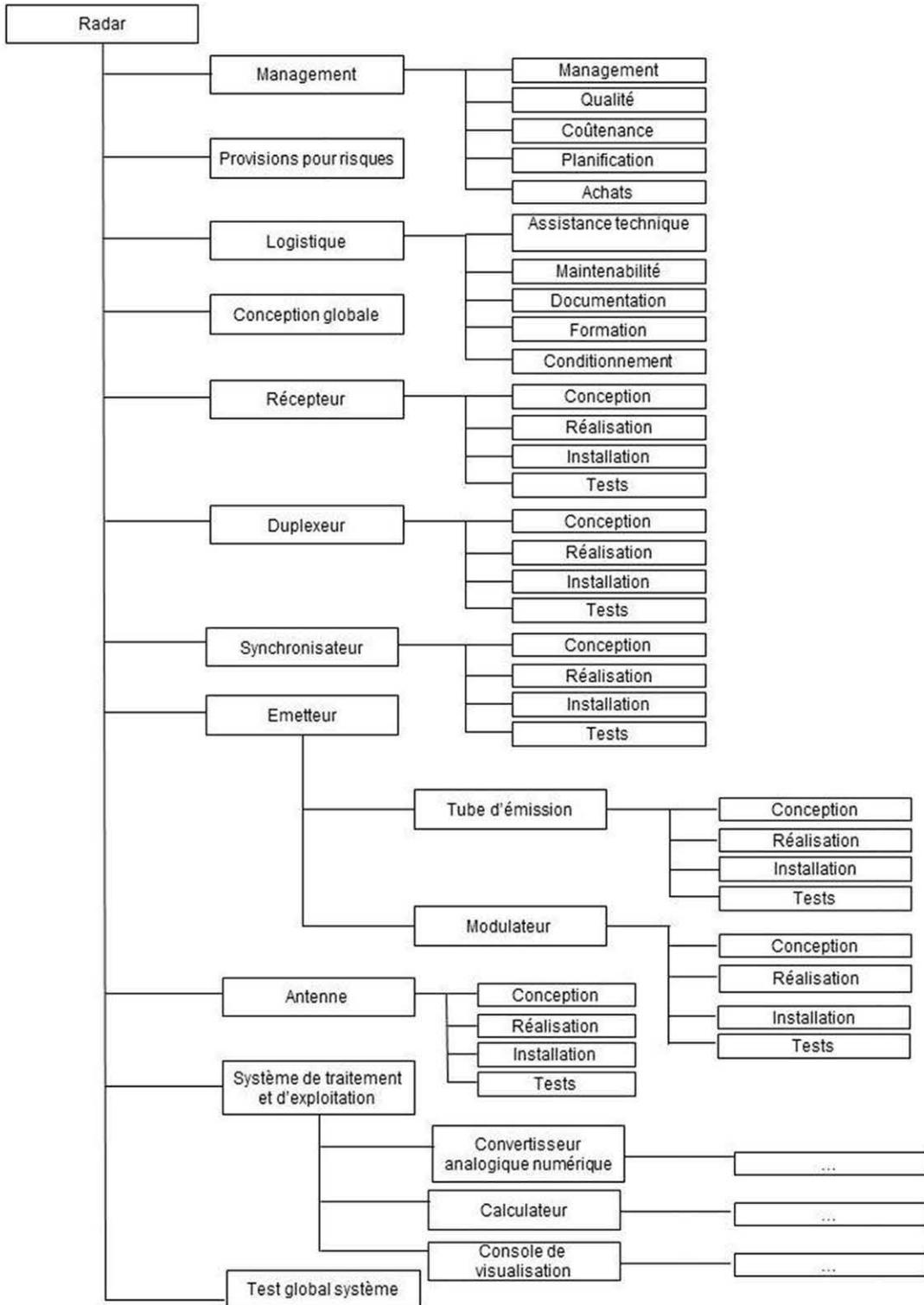


Figure 6.9 Déploiement des Activités sur les Produits

## 6.9 Croisement des Produits et des Zones

Lors de cette étape, les Produits sont affectés à des Zones, ce qui finalise la mise en relation des trois structures principales qui composent le WBS 3D (Activités, Produits, Zones).

La matrice qui croise le PBS et le ZBS est présentée sur la figure suivante.

PBS		ZBS								
		Station RADAR			Site de traitement 1			Site de traitement 2		
		Zone 1.1	Zone 1.2	Zone 1.3	Zone 2.1	Zone 2.2	Zone 2.3	Zone 3.1	Zone 3.2	Zone 3.3
Récepteur		X								
Duplexeur			X							
Synchronisateur			X							
Emetteur										
	Tube d'émission		X							
	Modulateur		X							
Antenne				X						
Système de traitement et d'exploitation										
	Convertisseur analogique-numérique				X			X		
	Calculateur					X			X	
	Console de visualisation						X			X

Figure 6.10 Croisement PBS x ZBS

Les composants du système de traitement et d'exploitation sont instanciés avant d'être affectés aux Zones. Par exemple, le projet intègre deux calculateurs qui sont installés à deux endroits différents.

## 6.10 Obtention de la liste des tâches structurée

La liste des tâches structurée (ou WBS) est obtenue en analysant toutes les correspondances des deux étapes précédentes.

On obtient les tâches suivantes.

N°	Activité	Produit	Zone	Tâche
1	Conception	Récepteur	Zone 1.1	Conception-Récepteur-Zone 1.1
2	Réalisation	Récepteur	Zone 1.1	Réalisation-Récepteur-Zone 1.1
3	Installation	Récepteur	Zone 1.1	Installation-Récepteur-Zone 1.1
4	Tests	Récepteur	Zone 1.1	Tests-Récepteur-Zone 1.1
5	Conception	Synchronisateur	Zone 1.2	Conception-Synchronisateur-Zone 1.2
6	Réalisation	Synchronisateur	Zone 1.2	Réalisation-Synchronisateur-Zone 1.2
7	Installation	Synchronisateur	Zone 1.2	Installation-Synchronisateur-Zone 1.2
8	Tests	Synchronisateur	Zone 1.2	Tests-Synchronisateur-Zone 1.2
9	Conception	Duplexeur	Zone 1.2	Conception-Duplexeur-Zone 1.2
10	Réalisation	Duplexeur	Zone 1.2	Réalisation-Duplexeur-Zone 1.2
11	Installation	Duplexeur	Zone 1.2	Installation-Duplexeur-Zone 1.2
12	Tests	Duplexeur	Zone 1.2	Tests-Duplexeur-Zone 1.2
13	Conception	Tube d'émission	Zone 1.2	Conception-Tube d'émission-Zone 1.2
14	Réalisation	Tube d'émission	Zone 1.2	Réalisation-Tube d'émission-Zone 1.2
15	Installation	Tube d'émission	Zone 1.2	Installation-Tube d'émission-Zone 1.2
16	Tests	Tube d'émission	Zone 1.2	Tests-Tube d'émission-Zone 1.2
17	Conception	Modulateur	Zone 1.2	Conception-Modulateur-Zone 1.2
18	Réalisation	Modulateur	Zone 1.2	Réalisation-Modulateur-Zone 1.2
19	Installation	Modulateur	Zone 1.2	Installation-Modulateur-Zone 1.2
20	Tests	Modulateur	Zone 1.2	Tests-Modulateur-Zone 1.2
21	Conception	Antenne	Zone 1.3	Conception-Antenne-Zone 1.3
22	Réalisation	Antenne	Zone 1.3	Réalisation-Antenne-Zone 1.3
23	Installation	Antenne	Zone 1.3	Installation-Antenne-Zone 1.3
24	Tests	Antenne	Zone 1.3	Tests-Antenne-Zone 1.3

Figure 6.11 Liste des tâches – partie 1

N°	Activité	Produit	Zone	Tâche
25	Conception	Convertisseur analogique-numérique	Zone 2.1	Conception-Convertisseur analogique-numérique-Zone 2.1
26	Réalisation	Convertisseur analogique-numérique	Zone 2.1	Réalisation-Convertisseur analogique-numérique-Zone 2.1
27	Installation	Convertisseur analogique-numérique	Zone 2.1	Installation-Convertisseur analogique-numérique-Zone 2.1
28	Tests	Convertisseur analogique-numérique	Zone 2.1	Tests-Convertisseur analogique-numérique-Zone 2.1
29	Conception	Calculateur	Zone 2.2	Conception-Calculateur-Zone 2.2
30	Réalisation	Calculateur	Zone 2.2	Réalisation-Calculateur-Zone 2.2
31	Installation	Calculateur	Zone 2.2	Installation-Calculateur-Zone 2.2
32	Tests	Calculateur	Zone 2.2	Tests-Calculateur-Zone 2.2
33	Conception	Console de visualisation	Zone 2.2	Conception-Console de visualisation-Zone 2.2
34	Réalisation	Console de visualisation	Zone 2.2	Réalisation-Console de visualisation-Zone 2.2
35	Installation	Console de visualisation	Zone 2.2	Installation-Console de visualisation-Zone 2.2
36	Tests	Console de visualisation	Zone 2.2	Tests-Console de visualisation-Zone 2.2
37	Conception	Convertisseur analogique-numérique	Zone 3.1	Conception-Convertisseur analogique-numérique-Zone 3.1
38	Réalisation	Convertisseur analogique-numérique	Zone 3.1	Réalisation-Convertisseur analogique-numérique-Zone 3.1
39	Installation	Convertisseur analogique-numérique	Zone 3.1	Installation-Convertisseur analogique-numérique-Zone 3.1
40	Tests	Convertisseur analogique-numérique	Zone 3.1	Tests-Convertisseur analogique-numérique-Zone 3.1
41	Conception	Calculateur	Zone 3.2	Conception-Calculateur-Zone 3.2
42	Réalisation	Calculateur	Zone 3.2	Réalisation-Calculateur-Zone 3.2
43	Installation	Calculateur	Zone 3.2	Installation-Calculateur-Zone 3.2
44	Tests	Calculateur	Zone 3.2	Tests-Calculateur-Zone 3.2
45	Conception	Console de visualisation	Zone 3.2	Conception-Console de visualisation-Zone 3.2
46	Réalisation	Console de visualisation	Zone 3.2	Réalisation-Console de visualisation-Zone 3.2
47	Installation	Console de visualisation	Zone 3.2	Installation-Console de visualisation-Zone 3.2
48	Tests	Console de visualisation	Zone 3.2	Tests-Console de visualisation-Zone 3.2

Figure 6.12 Liste des tâches – partie 2

↳ À noter qu'une tâche n'est pas une Activité. Une tâche est le croisement entre une Activité, un Produit et une Zone.

L'ensemble des tâches constitue le WBS.

## 6.11 Double structure, WBS du contrat (CWBS)

Parce que la méthodologie de travail de l'entreprise n'est pas forcément la même que celle décrite dans le contrat. Il est souvent nécessaire de créer une structure WBS contractuelle, c'est le *Contract Work Breakdown Structure*<sup>2</sup> (CWBS).

Le contrat peut par exemple être structuré par phases, ce qui correspond au premier niveau des activités. (figure 6.13).

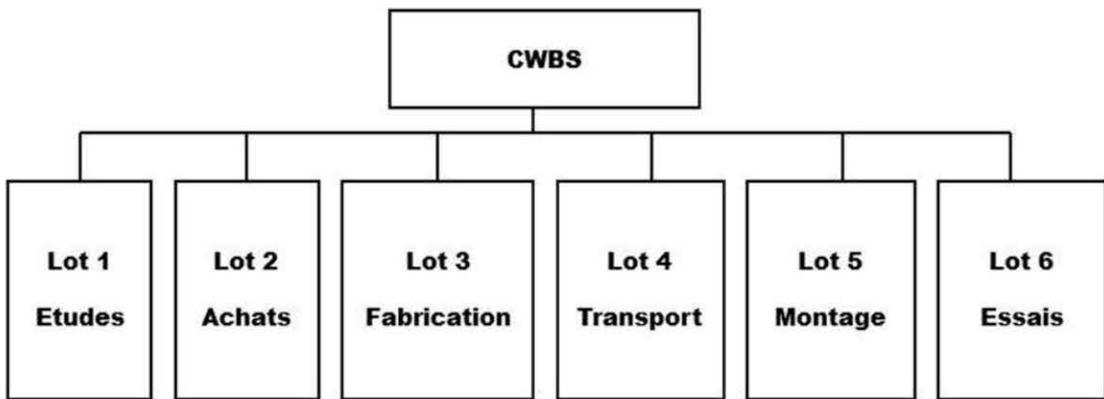


Figure 6.13 Exemple de CWBS

Il convient de créer une codification spécifique des tâches planning pour mettre en œuvre cette double structure.

Les logiciels d'aujourd'hui permettent en effet de regrouper les tâches planning en fonction de leurs codes (attributs). Il est alors possible de voir le planning sous différents angles, par exemple par Zones ou par lots contractuels.

Deux plannings sont souvent utilisés pour gérer un projet, un planning interne et un planning contractuel.

## 6.12 L'organisation (OBS)

L'organigramme OBS est une structure arborescente qui décrit les responsabilités ou l'organisation du projet.

L'OBS du projet RADAR est présenté sur la figure suivante.

.....

2 Structure de décomposition des travaux du contrat.

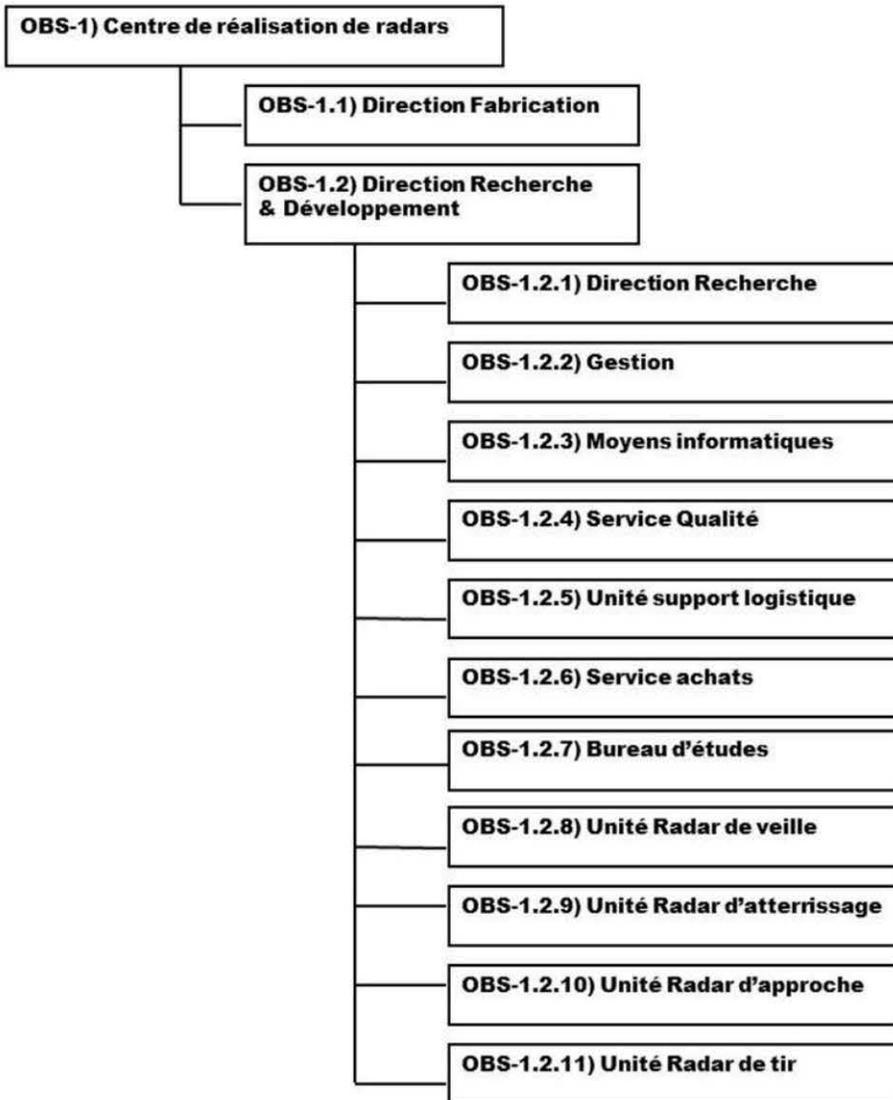


Figure 6.14 OBS du projet Radar

Il est à noter qu'un code identifie de manière unique chaque élément de l'OBS.

## 6.13 Les ressources (RBS) : « Qui ? »

L'organigramme des ressources (**RBS, Resource Breakdown Structure**) définit les ressources (main-d'œuvre ou matérielles) nécessaires à la réalisation du projet.

Le RBS est le prolongement de l'OBS.

Le RBS du projet RADAR est représenté dans le tableau ci-après (organigramme présenté sous la forme d'un tableau).

Tableau 6.1 OBS projet RADAR

Élément OBS	RBS niveau 1	RBS niveau 2	Code RBS
Direction Fabrication	Main-d'œuvre	MO Paris	RBS-000
Direction Fabrication	Main-d'œuvre	Chef de projet	RBS-005
Service Qualité	Main-d'œuvre	Ingénieur qualité	RBS-010
Support Logistique	Main-d'œuvre	Tech. Logistique	RBS-015
Service Achats	Main-d'œuvre	Acheteur	RBS-020
Bureau d'études	Main-d'œuvre	Tech. Études	RBS-025
Bureau d'études	Main-d'œuvre	Ing. Études	RBS-030
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Tech. Électronique	RBS-035
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Tech. Logiciel	RBS-040
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Tech. Électrique	RBS-045
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Tech. Mécanique	RBS-050
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Tech. Essai	RBS-055
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Ingénieur Électronique	RBS-060
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Ingénieur Logiciel	RBS-065
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Ingénieur Électricité	RBS-070
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Ingénieur Mécanique	RBS-075
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Ingénieur Système	RBS-080
Unité Radar de veille	Main-d'œuvre	Responsable site	RBS-085

Chaque ressource est directement liée à une table contenant les taux horaires de chaque catégorie de ressource.

## 6.14 RBS versus WBS : « Qui fait quoi ? »

Le nombre de ressources mobilisées pour le projet est à déterminer. La matrice de la figure suivante met en relation les structures RBS et WBS : elle définit « qui fait quoi ? ».

Élément OBS	Total ressources		WBS Projet Radar									
	RBS niveau 2	30 Nombre de ressources	Conception globale	Récepteur et Synchronisateur	Émetteur		Antenne	Système de traitement et d'exploitation			Test global système	
					Tube d'émission	Modulateur		Convertisseurs A-N	Calculateurs	Consoles de visualisation		
Direction Fabrication	Chef de projet	1										
Service Qualité	Ingénieur qualité	1										
Support Logistique	Tech. Logistique	1										
Service Achats	Acheteur	3										
Bureau d'études	Tech. Études	3										
Bureau d'études	Ing. Études	2										
Unité Radar de veille	Tech. Electronique	4										
Unité Radar de veille	Tech. Logiciel	2										
Unité Radar de veille	Tech. Electrique	2										
Unité Radar de veille	Tech. Mécanique	2										
Unité Radar de veille	Tech. Essai	2										
Unité Radar de veille	Ingénieur Electronique	2										
Unité Radar de veille	Ingénieur Logiciel	1										
Unité Radar de veille	Ingénieur Electricité	1										
Unité Radar de veille	Ingénieur Mécanique	1										
Unité Radar de veille	Ingénieur Système	1										
Unité Radar de veille	Res pensab le site	1										

Figure 6.15 Matrice RBS vs WBS

## 6.15 Création du planning

Le planning du projet peut alors être réalisé.

Le WBS (ensemble des tâches structurées du projet) et la matrice « RBS *versus* WBS » constituent les données d'entrée pour réaliser le planning.

Les dates sont calculées à partir des durées et des liens logiques entre les tâches, et les ressources sont affectées aux tâches du planning.

La charge (heures-homme) nécessaire à la réalisation de chaque tâche est estimée.

Puisque les ressources possèdent un taux horaire, il en résulte une estimation des coûts.

## 6.16 L'arborescence des coûts (CBS) : « Combien ? »

La structure de décomposition des coûts (**CBS, Cost Breakdown Structure**) consolide les coûts sur le WBS.

Le CBS du projet RADAR est présenté sur le tableau ci-après qui consolide l'estimation des coûts effectuée précédemment avec le planning.

Tableau 6.2 Le CBS

Libellé WBS niveau 1	Libellé WBS niveau 2	Lot de travaux	Code Lot de travaux	Coûts en K
<b>Projet Radar</b>				<b>220 000</b>
Management				4 400
		Management	LT-000	1 320
		Qualité	LT-005	770
		Coûtenance	LT-010	770
		Planification	LT-015	770
		Achats	LT-020	770
Provisions pour risques				4 400
		Provisions	LT-025	4 400
Logistique				2 200

Libellé WBS niveau 1	Libellé WBS niveau 2	Lot de travaux	Code Lot de travaux	Coûts en K
		Assistance technique	LT-030	176
		Maintenabilité	LT-035	176
		Documentation	LT-040	264
		Formation	LT-045	110
		Conditionnement	LT-050	1 474
Conception globale				11 000
		Conception globale	LT-055	11 000
Récepteur				33 000
		Conception	LT-060	1 980
		Réalisation	LT-065	25 740
		Installation	LT-070	3 960
		Tests	LT-075	1 320
Duplexeur				30 800
		Conception	LT-080	1 848
		Réalisation	LT-085	24 024
		Installation	LT-090	3 696
		Tests	LT-095	1 232
Synchronisateur				28 600
		Conception	LT-100	1 716
		Réalisation	LT-105	22 308
		Installation	LT-110	3 432
		Tests	LT-115	1 144
Émetteur				33 000
	Tube d'émission			15 400
		Conception	LT-120	924
		Réalisation	LT-125	12 012
		Installation	LT-130	1 848
		Tests	LT-135	616

Libellé WBS niveau 1	Libellé WBS niveau 2	Lot de travaux	Code Lot de travaux	Coûts en K
	Modulateur			17 600
		Conception	LT-140	1 056
		Réalisation	LT-145	13 728
		Installation	LT-150	2 112
		Tests	LT-155	704
Antenne				22 000
		Conception	LT-160	1 320
		Réalisation	LT-165	17 160
		Installation	LT-170	2 640
		Tests	LT-175	880
Système de traitement et d'exploitation				39 600
	Convertisseurs A-N			11 000
		Conception	LT-180	660
		Réalisation	LT-185	8 580
		Installation	LT-190	1 320
		Tests	LT-195	440
	Calculateurs			8 800
		Conception	LT-200	528
		Réalisation	LT-205	6 864
		Installation	LT-210	1 056
		Tests	LT-215	352
	Consoles de visualisation			19 800
		Conception	LT-220	1 188
		Réalisation	LT-225	15 444
		Installation	LT-230	2 376
		Tests	LT-230	792
Test global système				11 000
		Test Global	LT-235	11 000

Sur la représentation précédente, les Zones ont été volontairement omises, mais il aurait pu en être autrement. Tout dépend de la vision et du niveau de détail que l'on souhaite obtenir.

Généralement, quand on raisonne planning, pour une Zone donnée, on détaille un Produit en Activités. Le planning décrit comment le travail doit être réalisé. En revanche, pour une structure de coûts et pour une Zone donnée, on a plutôt tendance à détailler une Activité en Produits. La structure de coûts a plutôt tendance à décrire ce qu'il faut chiffrer.

## 6.17 Définition des lots de travaux

Les lots de travaux sont définis au croisement entre le WBS et l'OBS par l'intermédiaire de la **RAM (Responsibility Assignment Matrix)** ou la matrice des responsabilités.

Ceci est représenté sur la figure suivante.

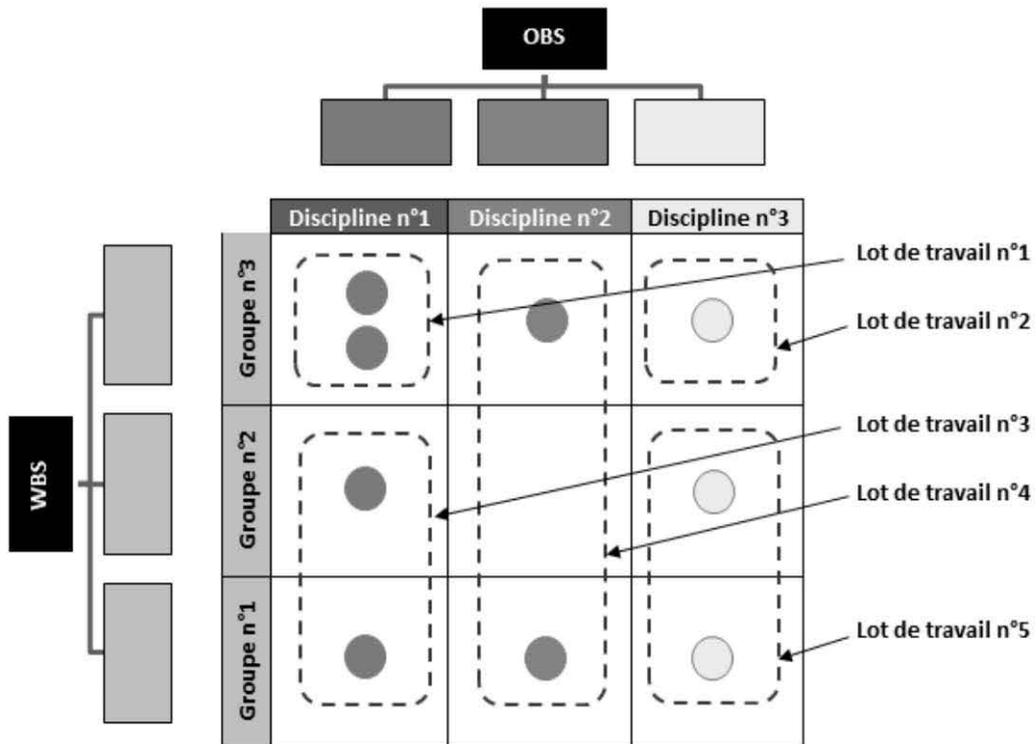


Figure 6.16 Identification des lots de travaux

Concrètement, les tâches du planning peuvent être regroupées par lots de travaux par l'intermédiaire d'un codage (attribut) des tâches.

## 6.18 Les fiches de lots

Une fiche de lot, comme celle présentée ci-dessous est attribuée à chaque lot de travaux.

Le responsable de lot s'engage formellement à tenir les objectifs.

Fiche de lot n° LT-100	Projet Radar	Édition du 20/05/08
	Conception du synchronisateur	
		Responsable : M. Durand
Budget : 1 716 k		Durée : 5 mois
		Début : 05/12/08
		Fin : 21/04/09
Description du lot :	Ce lot intègre les études générales et de détail du synchronisateur. Ces études couvrent les parties électriques, électroniques, électrotechniques et mécaniques de l'ensemble.	
Visa du responsable de lot :		Visa du chef de projet :

Figure 6.17 Fiche de lot

Cette fiche peut également intégrer des entrées et sorties (les livrables).

## 6.19 Synthèse

Les arborescences Zones (Où ?), Produits (Quoi ?) et Activités (Comment ?) ont été croisées pour obtenir le WBS ou la liste des tâches structurées du projet. Ces arborescences peuvent être projetées sur les axes d'un repère 3D et il en résulte, aux intersections des différentes projections, de petits cubes : ce sont les tâches du projet.

Sur la figure suivante, les couleurs de ces cubes représentent l'organisation (l'OBS, Qui ?). Le projet, une organisation qui travaille, peut être vu comme un cube intégrant des petits cubes (tâches).

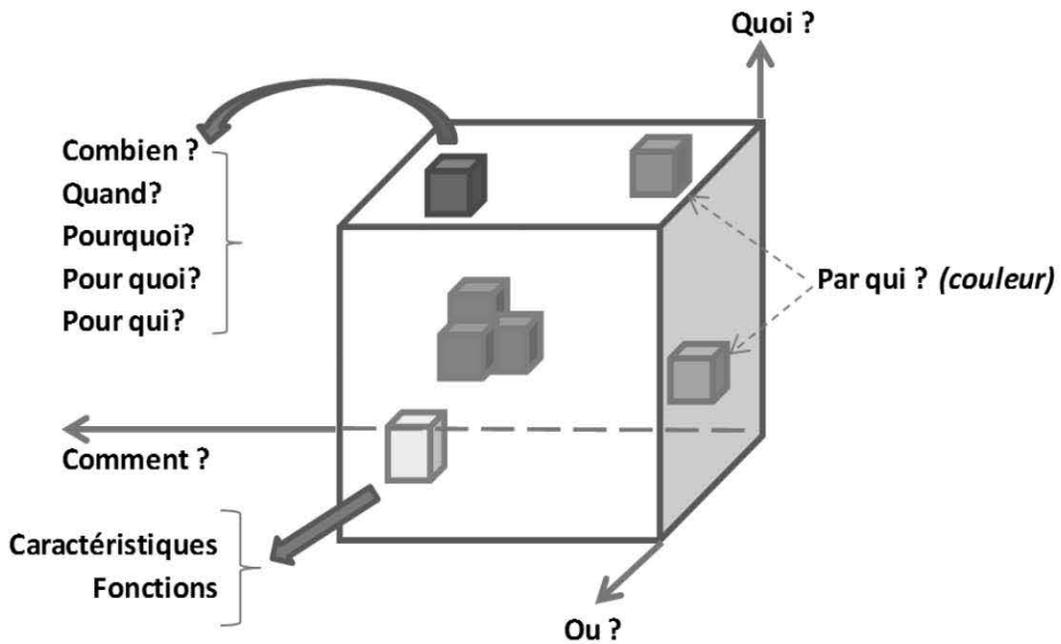


Figure 6.18 Le cube projet



# 7

## Mise en place du référentiel

### 7.1 La planification de référence

#### 7.1.1 Différents niveaux de planification

Le planning d'un projet est hiérarchisé selon différents niveaux, comme le montre la figure 7.1.

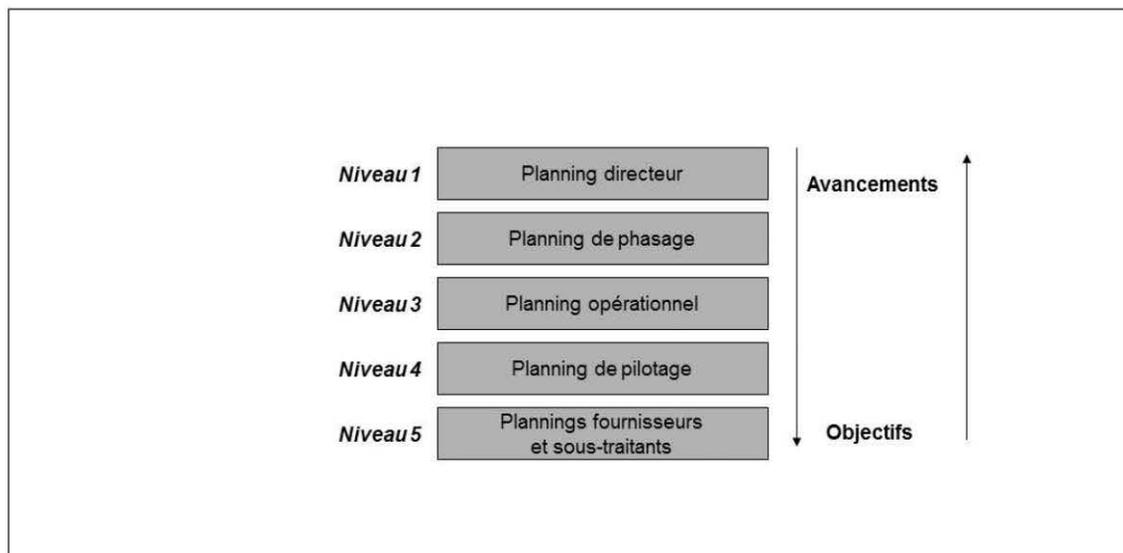


Figure 7.1 Exemple de hiérarchisation de planning d'un projet

Le dernier niveau est souvent constitué d'une liste permettant de définir l'avancement physique des tâches élémentaires du planning.

### 7.1.2 Estimations détaillées des durées

L'estimation de la durée est effectuée de manière distincte pour chaque tâche. La disponibilité des moyens (humains et matériels) ayant un effet direct sur la durée d'une tâche, deux hypothèses sont retenues :

- ▶ l'estimateur suppose que les moyens affectés sont au niveau normal ou habituel (c'est-à-dire avec des effectifs non surdimensionnés ou sous-dimensionnés, et une productivité normale) ;
- ▶ il n'y a pas de conflit entre les tâches pour l'utilisation des moyens.

L'unité de durée doit être la même pour toutes les tâches du projet.

Les durées doivent être exprimées en jours ouvrés et non en jours calendaires (les samedis, dimanches et jours fériés ne sont pas pris en compte dans le calcul de la durée, par exemple une tâche de deux semaines a une durée de 10 jours).

Il est souvent difficile d'apprécier le temps de réalisation que nécessite une tâche. L'approche statistique classique qui date de 1962 est due à Clark. Elle considère la durée de la tâche comme aléatoire avec une distribution *BêtaPERT*. Pour construire cette courbe (figure 7.2) – trois valeurs suffisent, les valeurs extrêmes (minimale et maximale), et le mode (la durée la plus probable). Pour calculer la moyenne, il suffit de poser trois questions :

- ▶ Quelle est la durée minimale ?
- ▶ Quelle est la durée maximale ?
- ▶ Quelle est la durée la plus probable ?

Le calcul se fait grâce à la formule suivante :

$$\text{Durée moyenne} = (\text{Durée optimiste} + 4 \times \text{Durée probable} + \text{Durée pessimiste}) / 6$$

Le chemin critique sera donc déterminé en se plaçant en univers certain puisqu'il utilise les durées moyennes.

La méthode préconisée pour l'estimation des durées est la suivante :

1. Approche *Top-Down* par le chef de projet qui attribue aux lots de travaux, sur le planning de niveau 1, des objectifs en termes de durées.
2. Puis consolidation *Bottom-Up* après estimation détaillée des durées des tâches élémentaires par les responsables de lots, selon la méthode PERT.
3. Ajustement final *Top-Down* par le chef de projet ou le planificateur.

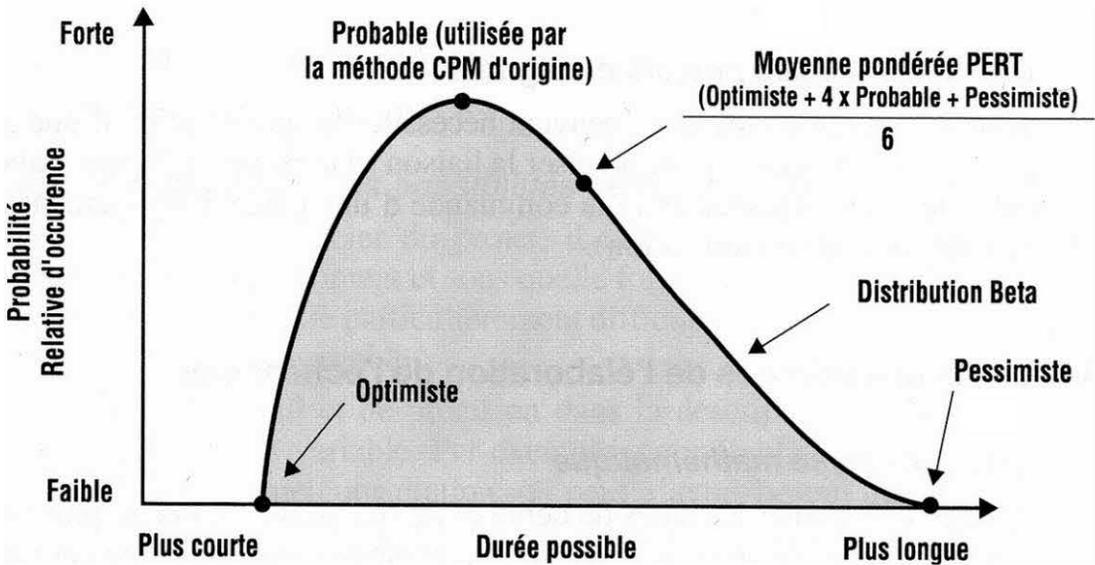


Figure 7.2 Calcul de durée PERT  
 PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 7.1.3 Définition des prédécesseurs puis des successeurs

Il existe différents types de liens entre les tâches (voir figure 7.3) :

- ▶ Fin-Début (FD) : la tâche ne peut débuter que lorsque la précédente est terminée.
- ▶ Fin-Fin (FF) : la tâche ne peut s'achever que lorsque la précédente est terminée.
- ▶ Début-Début (DD) : la tâche ne peut débuter que lorsque la précédente a débuté.

Le lien Début-Fin (DF) n'est pas à utiliser car il empêche toute projection du planning.

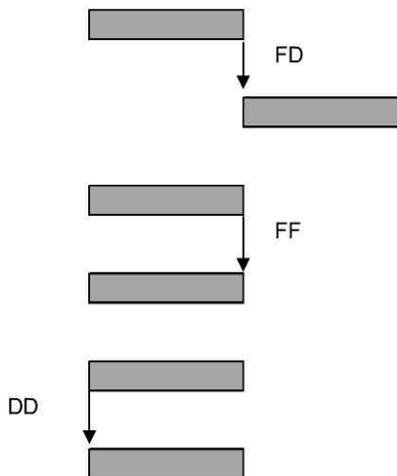


Figure 7.3 Les différents types de liens logiques

Il est également possible de définir des liens avec des retards (*lags*). Par exemple, un lien FD + 5 jours, cela signifie que la tâche suivante peut commencer 5 jours après la fin de la tâche qui précède (voir figure 7.4). Ce type de lien est à éviter car il représente en réalité une tâche qui n'est pas explicitement décrite dans le planning.

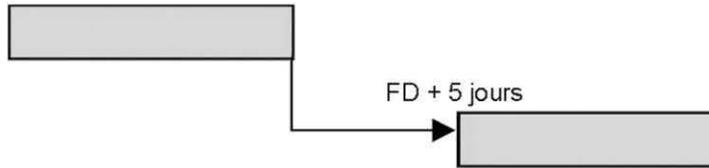


Figure 7.4 Lien avec un retard

Dans la construction d'un planning, il convient d'identifier tous les prédécesseurs (antécédents, ancêtres), puis tous les successeurs (fils, descendants) manquants.

Il faut impérativement fermer le réseau logique, c'est-à-dire ne pas avoir de tâche sans successeur. Une tâche sans successeur est une tâche qui ne sert à rien !

Il est préférable d'utiliser des successeurs de type FF, FD. Il faut intégrer la date de fin de la tâche dans le réseau logique, sinon son retard éventuel n'est pas pris en compte dans le calcul des dates projetées.

Il est fortement déconseillé de créer des liens sur les tâches mères (qui n'existent pas en réalité), car cela fausserait la vision du chemin critique ainsi que le calcul des marges.

## 7.1.4 Les natures de liens logiques

Il découle du modèle WBS 3D que les liens logiques au sein du réseau logique du planning sont de trois natures, il existe :

- ▶ des liens logiques de type Activité ;
- ▶ des liens logiques de type Produit ;
- ▶ des liens logiques de type Zone.

Au sein d'un produit, les liens logiques de type Activité lient les activités logiquement entre elles. C'est une logique de type processus, causale ou d'action. Par exemple, on ne peut pas commencer les « travaux préparatoires » en phase construction tant que les « installations de chantier » n'ont pas été réalisées.

Les liens logiques de types Produits et Zones sont des liens interproduits et interzones. On les appelle liens **obliques** contrairement aux liens de nature

Activités que l'on appelle liens **horizontaux**, parce qu'ils s'enchaînent au sein d'un Produit. Par exemple, on ne peut pas poser le Produit « appareil de voie » tant que la « Voie » n'a pas été posée. Le lien entre les tâches « pose de l'appareil de voie » et « pose de la voie » est de nature Produit.

La pose de la voie d'une zone à une autre est liée par un lien logique de nature Zone. La tâche « pose de la voie sur la zone n° 1 » est liée à la tâche « pose de la voie sur la zone n° 2 » par un lien logique de nature Zone.

Il existe des combinaisons de ces types de liens logiques. On peut très bien lier deux produits différents appartenant à deux zones différentes.

Les composantes d'un lien logique sont illustrées sur la figure suivante (figure 7.5).

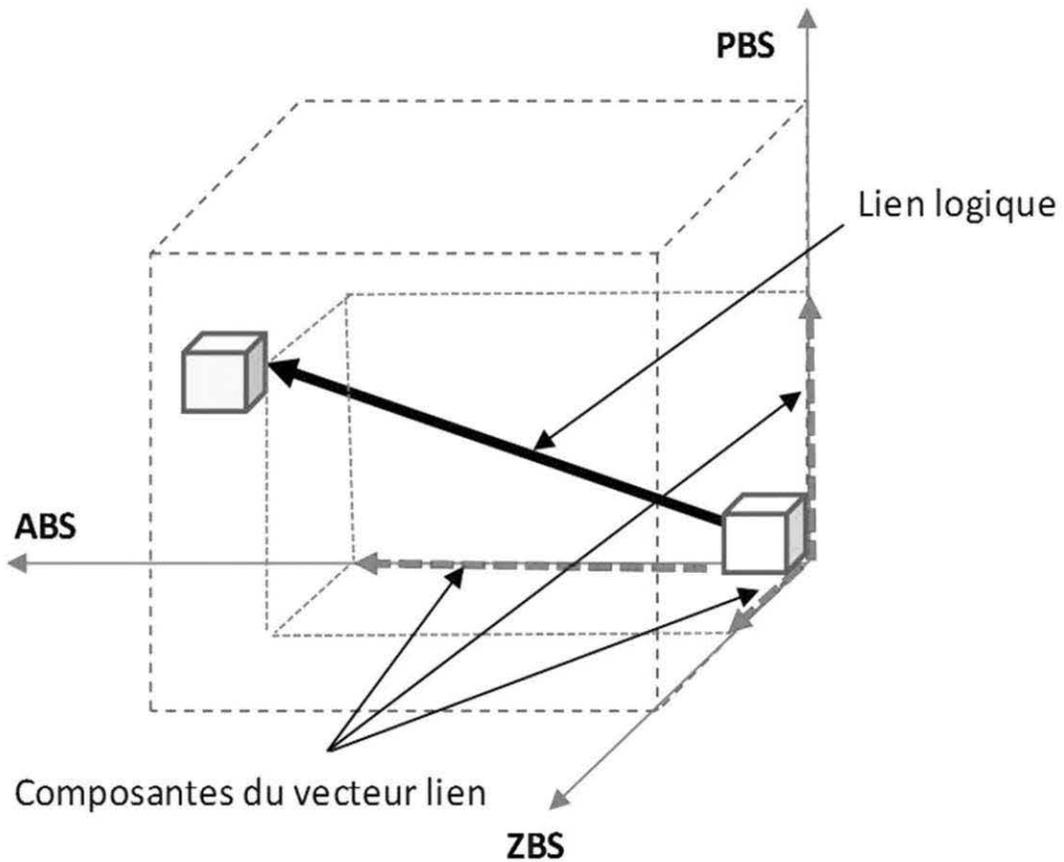


Figure 7.5 Les composantes du vecteur lien logique

Note : Sur la figure ci-dessus, la troisième dimension est la Géographie, c'est un cas particulier, le GBS (Geographical Breakdown Structure) est assimilé au ZBS (Zone Breakdown Structure).

Lorsque l'on bâtit un planning, il convient de définir successivement les trois natures de liens logiques pour être exhaustif, à savoir les liens de nature Activité, Produit puis Zone.

### 7.1.5 Calcul des dates au plus tôt

Pour déterminer le calcul des dates, des marges, et du chemin critique d'un planning, nous prenons les conventions indiquées sur le tableau 7.1.

Tableau 7.1 Description des cartouches représentant les tâches

Nom de la tâche	Durée de la tâche
Début au plus tôt de la tâche	Fin au plus tôt de la tâche
Début au plus tard de la tâche	Fin au plus tard de la tâche
Marge totale de la tâche	Marge libre de la tâche

Sur le graphe présenté à la figure 7.6 et indiquant des tâches liées logiquement avec différents types de liens, on distingue les tâches : A, B, C, D, E, F et G.

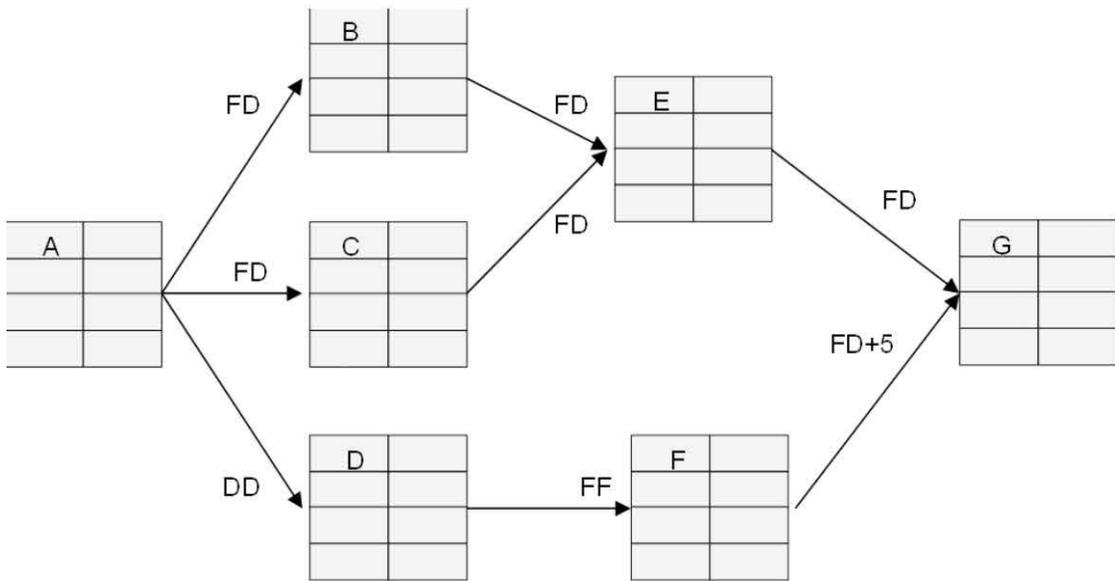


Figure 7.6 Nom des tâches et les liens

Les durées, en jours ouvrés sont définies conformément au réseau logique proposé à la figure 7.7.

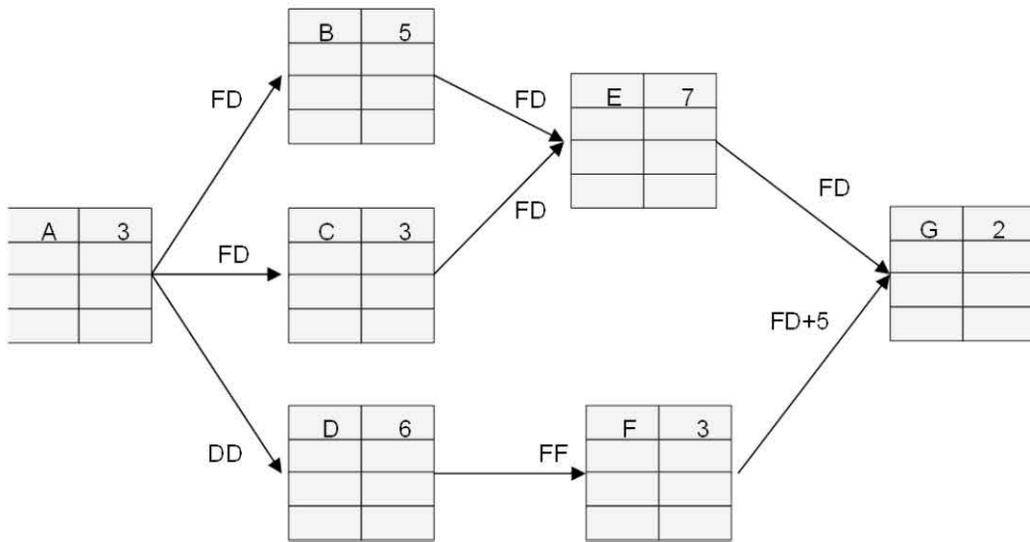


Figure 7.7 Durées des tâches

### Commentaires du graphe :

- Pour le calcul des dates au plus tôt (voir figure 7.8), on part de la tâche A qui commence à jour 0.
- La tâche A dure 3 jours, elle finit donc à la fin du jour 3.
- Les tâches B et C ne peuvent commencer que lorsque la tâche A est finie (liens Fin-Début), elles commencent donc à la fin du jour 3. Comme elles durent respectivement 5 et 3 jours, elles finissent aux jours 8 et 6.
- La tâche D est liée en Début-Début avec la tâche A. Elle commence donc à l'instant initial, et puisqu'elle dure 6 jours, elle finit à la fin du jour 6.
- La tâche F est liée en Fin-Fin avec la tâche D, ce qui signifie qu'elle ne peut finir que lorsque la tâche D est finie, elle finit donc au jour 6 ; comme elle dure 3 jours, sa date de début au plus tôt est  $6 - 3 =$  jour 3.
- Concernant la tâche E, elle a deux prédécesseurs : B et C. B finit au plus tôt au jour 8 et C finit au plus tôt au jour 6, donc E ne peut commencer au plus tôt qu'au jour 8.
- Comme E dure 7 jours, elle finit au jour 15.
- La tâche F est liée en Fin-Début avec un retard de 5 jours (assimilable à une tâche de 5 jours) avec la tâche G. On considère donc que la tâche F finit au plus tôt au jour  $6 + 5 = 11$ .

- Comme E finit au jour 15, on en déduit que G ne peut commencer au plus tôt qu'au jour 15.
- Comme G dure 2 jours, la date de fin de projet au plus tôt est la fin du jour 17.

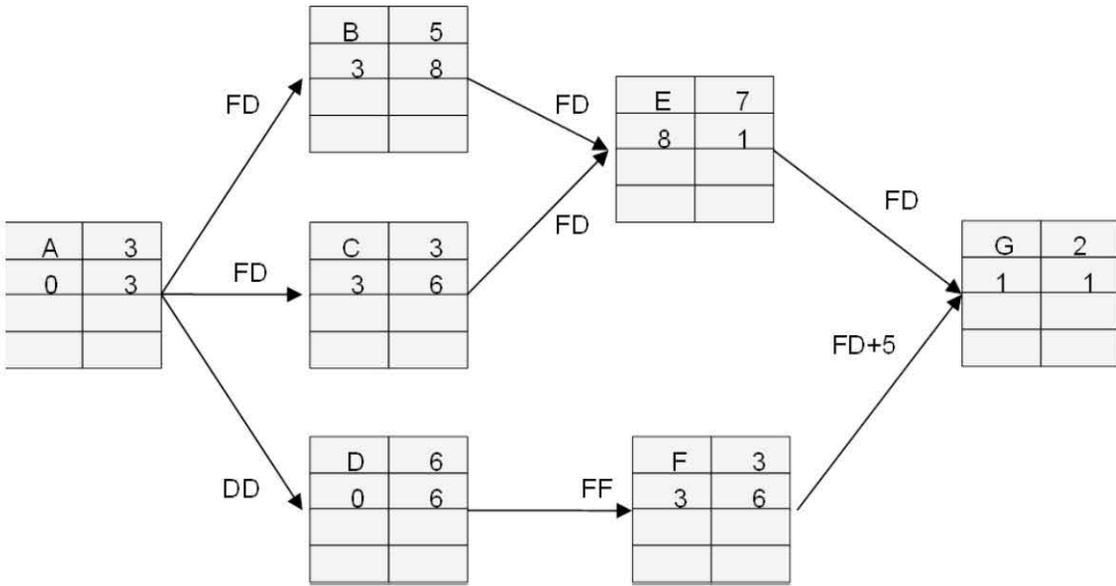


Figure 7.8 Calcul des dates au plus tôt

### 7.1.6 Calcul des dates au plus tard

- Cette fois, on part de la fin (voir figure 7.9), de la tâche G.
- G finit au plus tôt au jour 17 et comme il n'a pas été prévu de marge, sa date de fin au plus tard est aussi le jour 17.
- Comme G dure 2 jours, sa date de début au plus tard est  $17 - 2 =$  jour 15.
- Puisque E est lié en Fin-Début avec G, sa date de fin au plus tard est le jour 15.
- Comme elle dure 7 jours, sa date de début au plus tard est le jour 8.
- Concernant la tâche F, il faut prendre en compte le retard (*lag*) de 5 jours pour le calcul de sa date de fin au plus tard, elle est égale à :  $15 - 5 =$  jour 10.
- Comme F dure 3 jours, sa date de début au plus tard est le jour 7.

- Pour les tâches B et C, puisqu'elles sont liées en Fin-Début avec la tâche E, on en déduit immédiatement leurs dates de fin au plus tard, qui sont égales à la date de début au plus tard de la tâche E, c'est-à-dire le jour 8.
- Comme ces tâches durent respectivement 5 et 3 jours, leurs dates de début au plus tard sont le jour 3 et le jour 5.
- La tâche D est liée en Fin-Fin avec la tâche F, leurs dates de fin au plus tard sont donc égales : le jour 10.
- Comme D dure 6 jours, sa date de début au plus tard est  $10 - 6 =$  jour 4.
- La tâche A est liée à trois successeurs, donc la tâche D en Début-Début ; la date de fin au plus tard de la tâche A n'est donc pas conditionnée par la tâche D.
- La tâche A est liée en Fin-Début avec les tâches B, dont la date de début au plus tard est le jour 3, et la tâche C, dont la date de début au plus tard est le jour 5.
- La date la plus contraignante est celle de la tâche B.
- Donc la date de fin au plus tard de la tâche A est le jour 3.

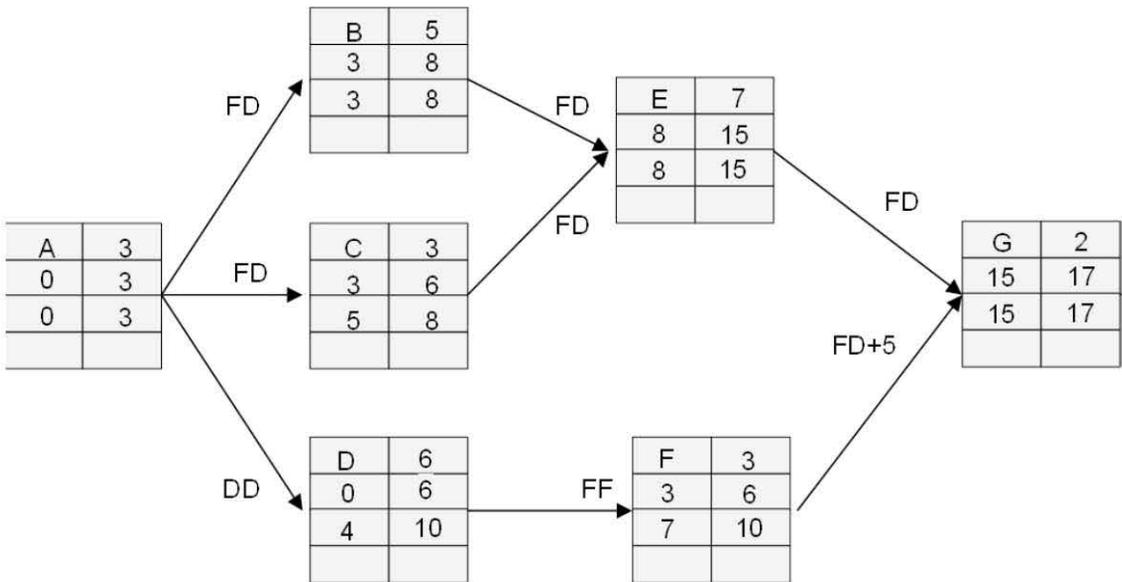


Figure 7.9 Calcul des dates au plus tard

## 7.1.7 Calcul des marges libres et totales

### ↳ Marge totale

.....  
 C'est le délai dont une tâche peut être retardée sans affecter le début au plus tard de l'une quelconque des tâches suivantes (voir figure 7.10).

La marge totale est telle que si l'on allonge la tâche considérée en prenant tout ou partie de la marge totale, il n'y a aucune modification sur la date finale du projet. En revanche, si l'on consomme toute la marge totale de la tâche, l'enchaînement des tâches qui suivent cette tâche devient critique. Quand les tâches sont en série sur un réseau, elles ont toutes la même marge totale.

Quand le projet est en retard, et qu'une contrainte de fin a été définie sur la date de fin de projet, la marge totale devient négative.  
 .....

### ↳ Marge libre

.....  
 C'est le délai dont une tâche peut être retardée sans affecter la date de début au plus tôt de l'une quelconque de ses tâches immédiatement suivantes (voir figure 7.10).

On utilise cette marge pour neutraliser certains retards. Contrairement à la marge totale, la marge libre est une propriété de la tâche.  
 .....

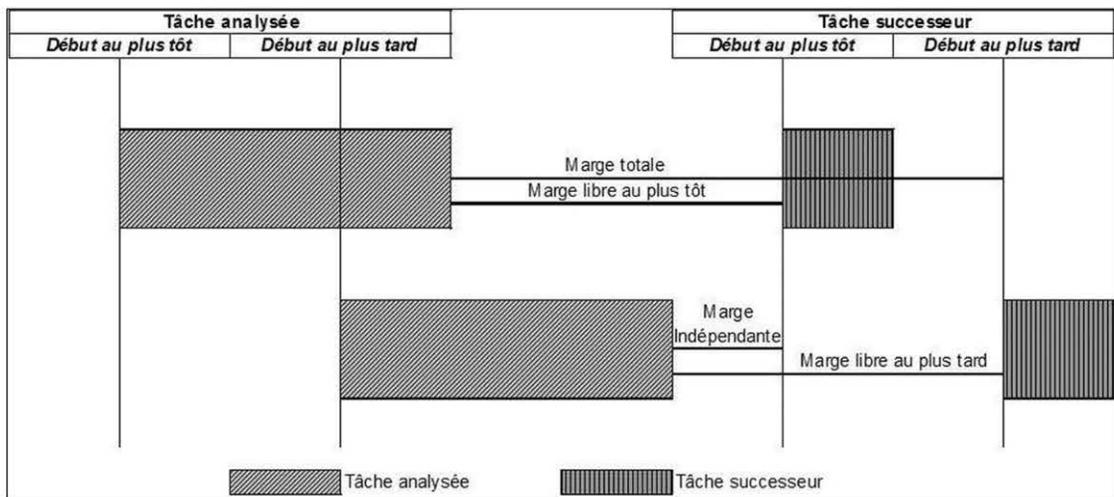


Figure 7.10 Définition des marges

La marge « indépendante » n'est pas utilisée dans la pratique. Pour calculer les marges totales dans le réseau défini (voir figure 7.11), on applique la formule suivante :

$$\text{Marge totale} = (\text{Dates de fin au plus tard de la tâche}) - (\text{Date de début au plus tôt de la tâche}) - (\text{Durée de la tâche})$$

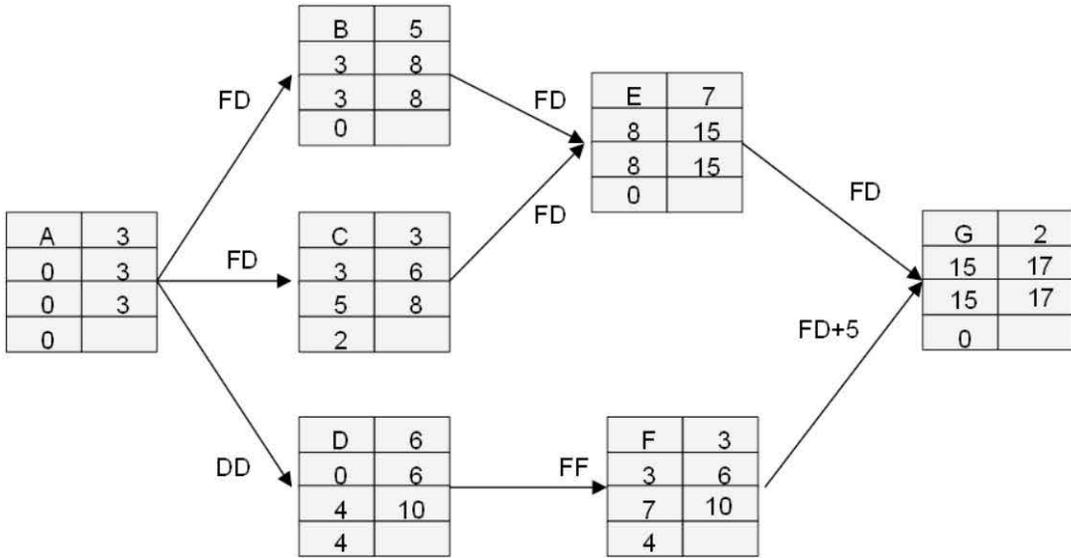


Figure 7.11 Calcul des marges totales

Pour calculer les marges libres (au plus tôt) dans le graphe de la figure 7.12, on applique l'une des deux formules suivantes :

$$\text{Marge libre} = (\text{Date de début au plus tôt des tâches suivantes}) - (\text{Date de début au plus tôt de la tâche}) - (\text{Durée de la tâche})$$

$$\text{Marge libre} = (\text{Date de fin + tard de la tâche}) - (\text{Date de début au + tôt}) - (\text{Durée de la tâche})$$

À noter que cette dernière formule montre bien que la marge libre est une propriété de la tâche. La marge libre appartient à la tâche. Dans le réseau ci-dessous, la seule difficulté intervient pour le calcul de la marge libre de la tâche A. En fait, il ne faut pas prendre en compte la tâche D car elle est liée en Début-Début avec la tâche A.

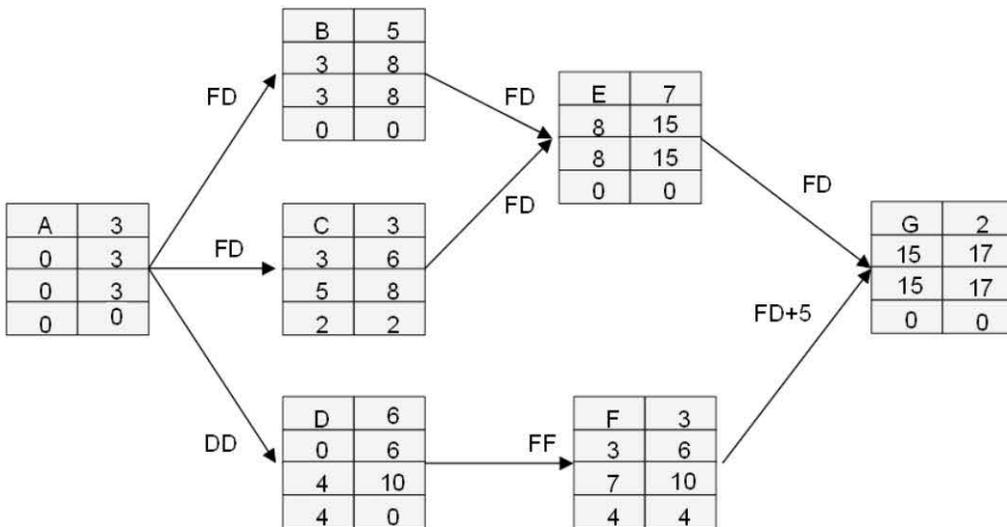


Figure 7.12 Calcul des marges libres

### 7.1.8 Calcul du chemin critique

C'est le chemin le plus long (du fait de l'algorithme de calcul des dates : Ford, Dijkstra, glouton, PERT, etc.) pour atteindre la date de fin au plus tôt du projet, c'est le chemin dont la marge totale est la plus faible. Un chemin critique peut donc avoir de la marge, c'est même conseillé !

Il peut y avoir plusieurs chemins critiques dans un planning.

Le chemin critique est tel que tout accroissement de la durée sur l'une quelconque des tâches critiques se répercute nécessairement sur la date d'achèvement finale. C'est pourquoi il faut concentrer les efforts sur ce chemin.

Les tâches dont la marge totale est la plus faible sont entourées d'un cartouche rouge (gris foncé dans le graphe ci-dessous) comme indiqué sur la figure 7.13.

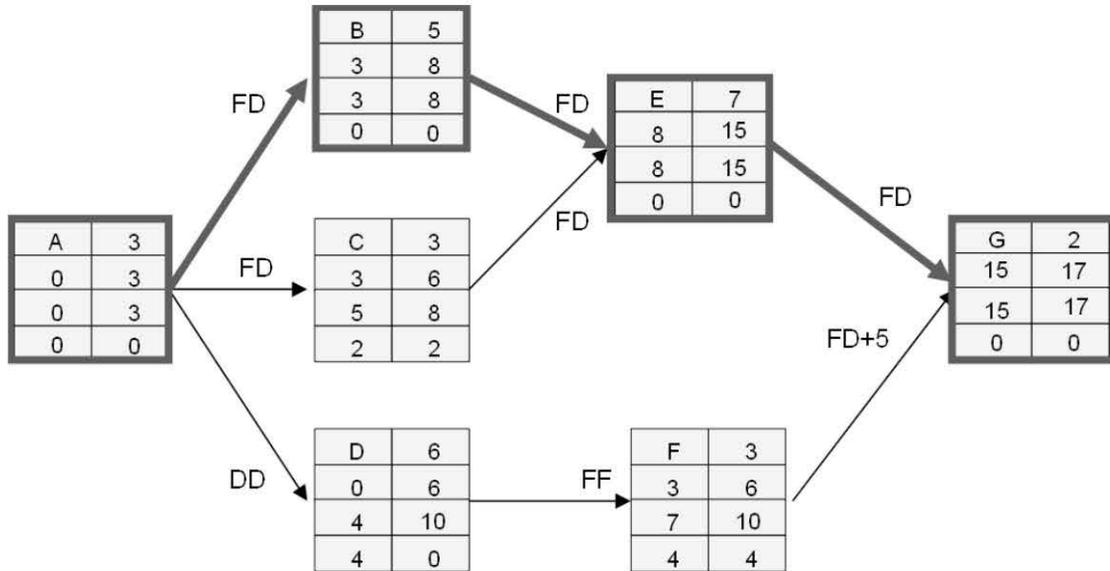


Figure 7.13 Calcul du chemin critique

### 7.1.9 Diagramme de Gantt

Les diagrammes « potentiel-tâches » ci-dessus sont représentés sur le diagramme de Gantt suivant (figure 7.14).

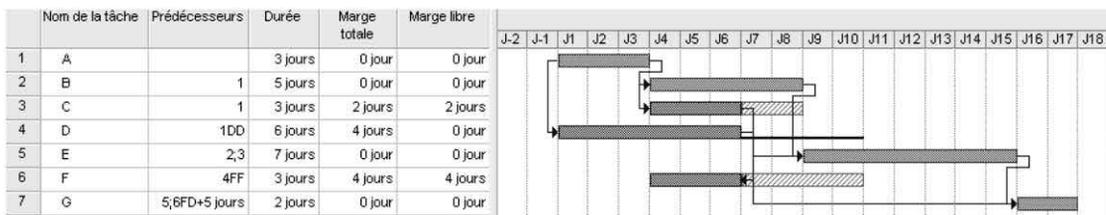


Figure 7.14 Diagramme de Gantt fléché

### 7.1.10 Différents types de contraintes

Dans un planning, on distingue trois classes de contraintes :

- ▶ **potentielles** qui peuvent être de deux sortes :
  - ▼ d'antériorité (liens logiques),
  - ▼ de localisations temporelles qui impliquent qu'une tâche ne peut débuter avant une date imposée ou qu'elle ne peut s'achever après une date imposée ;
- ▶ **cumulatives** qui imposent la prise en compte de la disponibilité des ressources ;
- ▶ **disjonctives** qui imposent la non-réalisation simultanée de deux tâches, par exemple s'il n'y a qu'un seul moyen disponible.

La plupart des logiciels de planification actuels ne prennent en compte que les contraintes potentielles et aident à la résolution empirique des contraintes cumulatives.

### 7.1.11 Affectation des ressources

Il est possible d'utiliser la matrice RBS *versus* WBS définie dans la structuration de projet. Cette matrice définit « qui fait quoi » ainsi que les ressources affectées aux tâches.

L'affectation des ressources s'effectue en deux étapes :

1. Affectation des ressources sur les tâches.
2. Définition du budget en heures pour réaliser les tâches.

Généralement, on affecte des ressources génériques (ingénieur études, acheteur, etc.) et non pas nominatives. Il est aussi possible d'affecter les ressources par catégorie (avec un taux horaire spécifique) ou même des ressources d'équipe.

On affecte un budget en heures à une tâche, et le logiciel calcule le taux d'utilisation (et de non-utilisation) des ressources en fonction de la durée de la tâche, selon la formule suivante :

$$\text{Charge en heures} = \text{Taux d'utilisation de la ressource} * \text{Durée de la tâche}$$

$$(\text{Taux d'utilisation de la ressource} = \text{Charge en heures} / \text{Durée de la tâche})$$

Les affectations des ressources et les budgets en heures pour chaque tâche sont définis comme indiqué dans les figures 7.15 et 7.16. Cette représentation montre également le plan de charge des ressources.

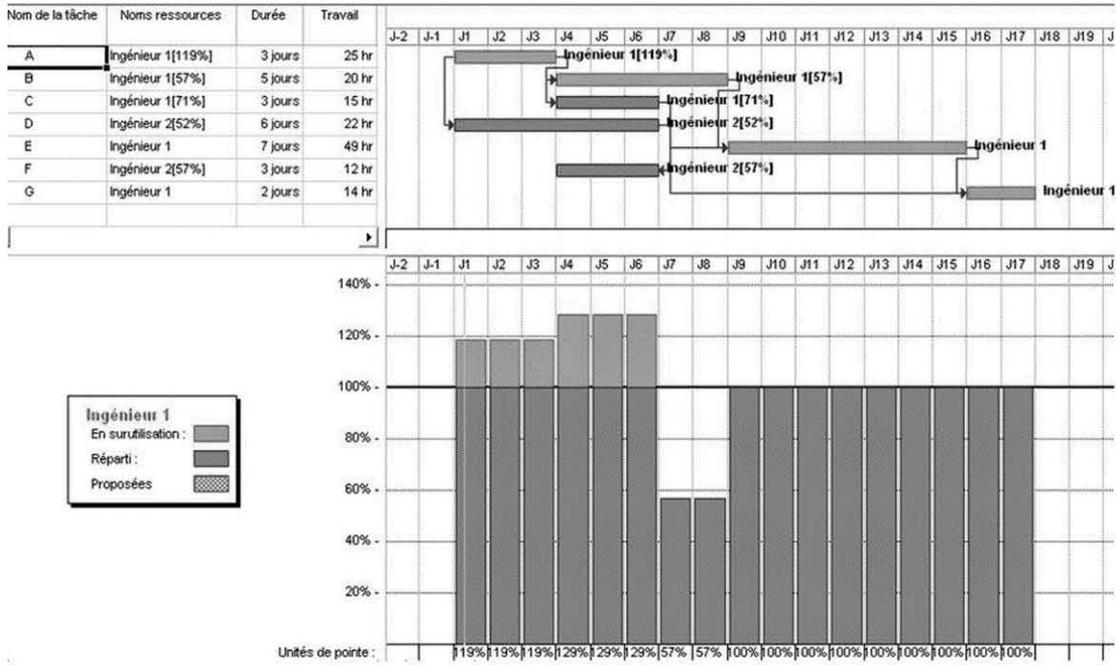


Figure 7.15 Charge de l'ingénieur 1

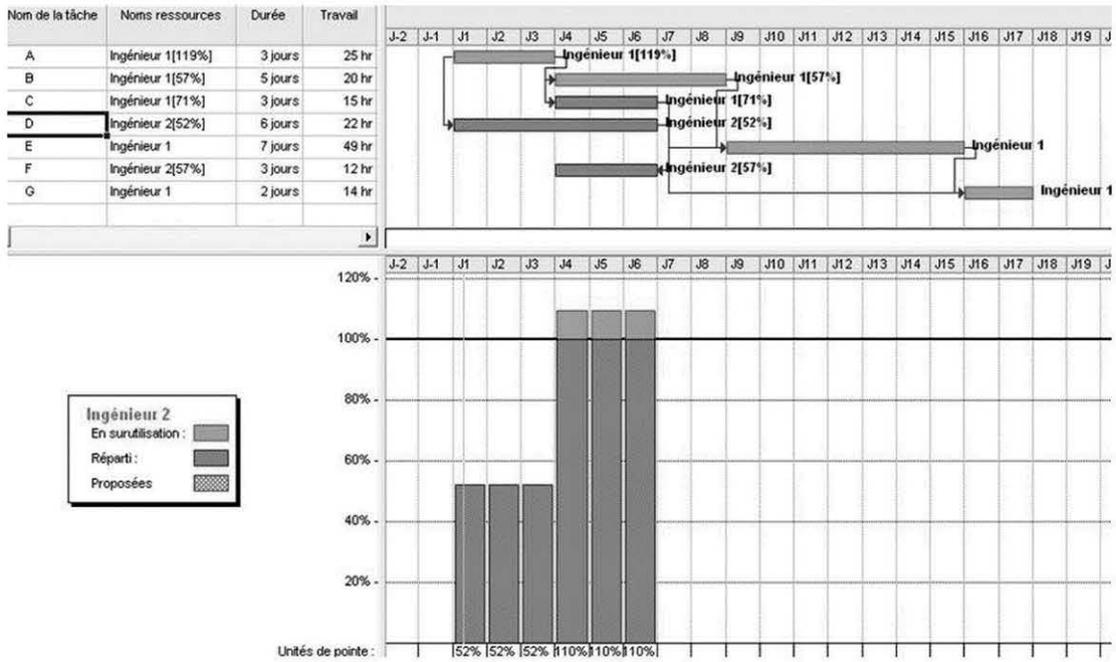


Figure 7.16 Charge de l'ingénieur 2

Ces graphiques montrent que l'ingénieur 1 est en surcharge, ce qui induit un risque délais pour la réalisation des travaux.

### 7.1.12 Nivellement et lissage des ressources

On distingue deux notions pour éliminer les surcharges :

- ▶ le nivellement (contrainte de limitation de ressources) ;
- ▶ le lissage (contrainte de limitation des délais).

Le nivellement propose un ordonnancement des tâches permettant au projet de se dérouler sans déborder la quantité de ressources qui lui est allouée. La durée globale des travaux peut être allongée.

Le lissage établit un ordonnancement des tâches qui génère un plan de charge, le plus régulier possible dans le cadre des délais imposés.

Il est à noter que l'algorithme de nivellement des tâches est un critère de qualité d'un logiciel de planification.

La tâche A a été rallongée d'un jour. Les tâches B et C ont été liées en séquentiel (FD). De même pour les tâches D et F de l'ingénieur 2 (voir figure 7.17).

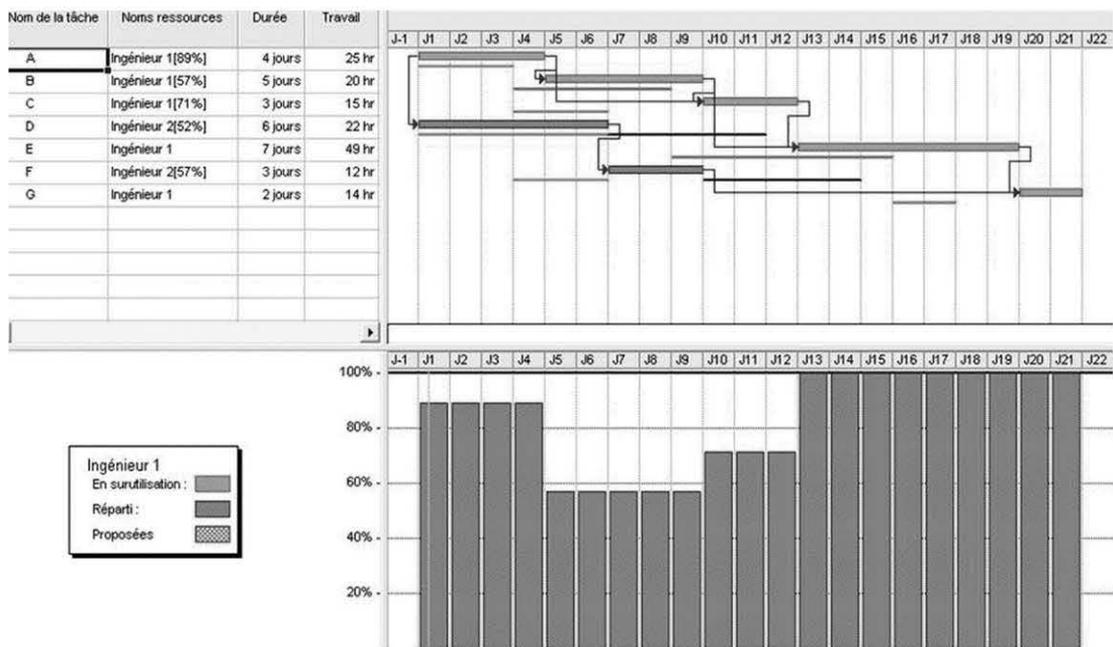


Figure 7.17 Planning après nivellement, la durée du projet a été retardée de 4 jours

La durée de la tâche C a été augmentée de 2 jours, ce qui a fait diminuer le taux d'utilisation de l'ingénieur 1. Même principe pour la tâche F, qui a été anticipée d'un jour. La date de fin de projet est restée inchangée (voir figure 7.18).

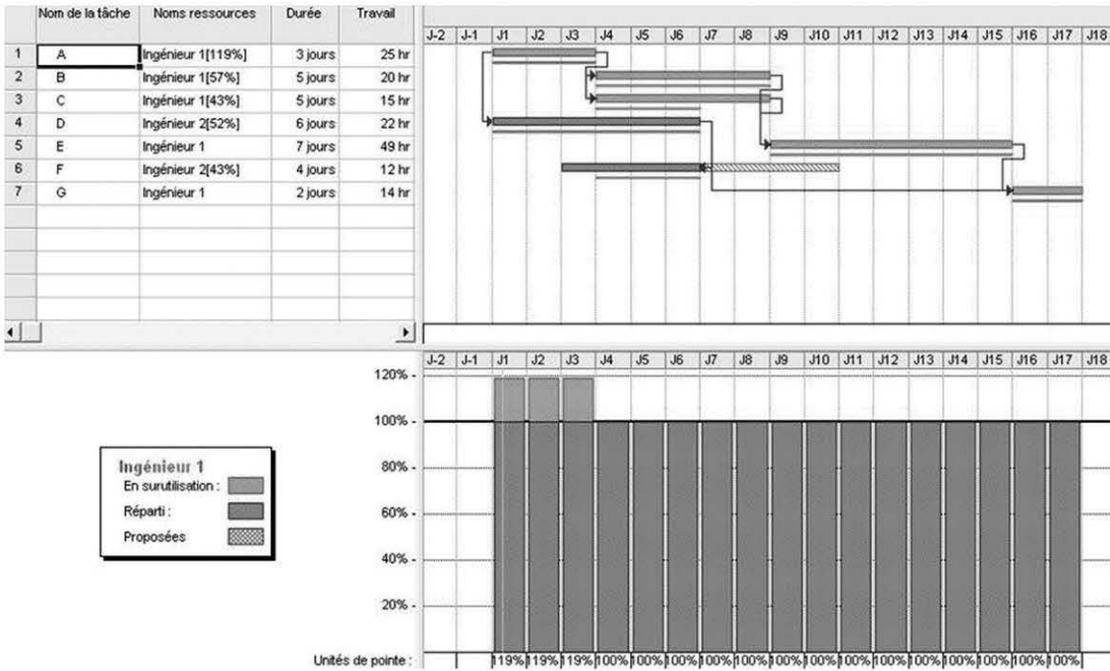


Figure 7.18 Planning après lissage des ressources, la date de fin est restée inchangée

### 7.1.13 Pondération des tâches

Une pondération des tâches est à utiliser pour consolider l'avancement sur l'ensemble du projet et créer les courbes en S. Il s'agit d'une mesure de l'avancement par « pondération d'items » :

- ▶ charge de travail en heures, valorisée via les taux horaires ;
- ▶ coûts fixes pour les activités fournisseur ou sous-traitées.

Une seconde pondération peut être utilisée pour mesurer l'avancement physique au niveau des tâches de construction : Kg, m<sup>3</sup>, mL, nombre de pouces équivalents soudés...

Il s'agit d'une mesure de l'avancement par « unités équivalentes ».

### 7.1.14 Sauvegarde du planning de référence

Le planning de référence, ou photographie à un instant t du planning initial, est la base de référence pour la mesure des écarts.

Dans notre exemple (figure 7.19), le planning lissé est pris comme référence. Il convient de sauver de nouveau la référence en cas de dérive trop importante. Tout comme en gestion des coûts, on définit le planning de référence à date. On a souvent une référence contractuelle et une référence de pilotage.

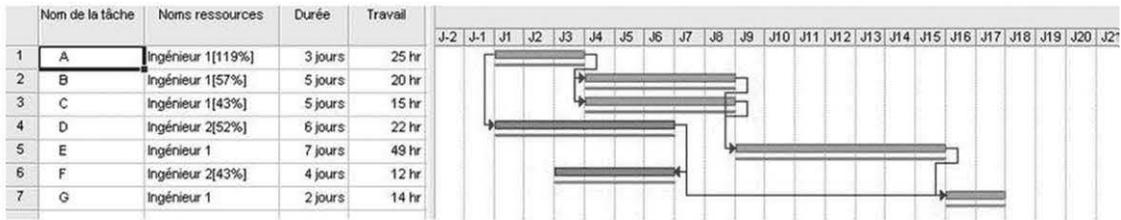


Figure 7.19 Planning de référence

### 7.1.15 Les plannings chemin de fer

Les diagrammes chemin de fer ou « distance-temps » s’appliquent sur des projets dits linéaires, comme la construction d’une autoroute, d’une infrastructure ferroviaire ou d’un bâtiment intégrant de nombreux étages.

La problématique d’un diagramme de Gantt ou à Barres, c’est que l’on voit mal comment s’enchaînent les tâches en termes de localisation. Plusieurs tâches ont lieu en même temps, ou avec un léger décalage, alors il semble qu’elles sont impossibles à réaliser, mais cela ne tient pas compte du fait qu’elles peuvent avoir lieu à des endroits différents. La structure d’un diagramme de Gantt est souvent découpée en Localisations, puis Produits, mais cela ne permet pas d’y voir clair sur un axe distance, manquant.

Un diagramme de Gantt est une représentation avec deux axes : un axe « Tâches » et un axe « Temporel ». Cette vision est bien indispensable pour piloter les délais, pour mesurer les écarts sur les chemins critiques, apprécier les marges aussi, et naviguer dans le réseau de liens logiques.

L’idée du diagramme chemin de fer est de représenter le planning du projet avec un axe Temporel et un axe Distance. À l’intersection des deux axes se situe une fenêtre spatio-temporelle dans laquelle se situent les tâches.

Il faut que l’échelle distance soit linéaire, voire continue aussi, ce qui fait que tous les projets ne peuvent pas être représentés par un diagramme distance-temps ou chemin de fer. Par exemple, la construction d’une usine ne peut pas être représentée avec ce type de diagramme, parce que les localisations ou zones géographiques ne peuvent pas être projetées sur une échelle linéaire sans perte d’information. En revanche, les projets dits « Linéaires » tels que la construction d’une ligne à grande vitesses, d’un métro, d’un tramway, d’une autoroute, la pose d’un pipeline, voire même la construction d’un bâtiment (les étages constituant l’échelle de distance), peuvent et doivent être représentés sur un diagramme chemin de fer.

De plus, le diagramme chemin de fer ne concerne que la phase de construction, simplement parce que les phases amont du projet ne s'effectuent pas en fonction des points kilométriques, alors qu'en phase de Construction, si, justement, on installe ou construit des équipements ou des ouvrages dans des zones géographiques, à des points précis.

◆ **Présentation d'un diagramme chemin de fer**

La figure ci-dessous (figure 7.20) montre à quoi ressemble un diagramme distance-temps.

On y distingue un axe distance (horizontal) sur lequel apparaît le découpage en zones géographiques de ce projet de construction d'un tramway, en section puis zones, ainsi que les points kilométriques (PK) des différentes zones.

L'axe temporel (vertical) contient les années et les mois.

Une légende sur la droite permet d'identifier les tâches (formes géométriques colorisées) situées dans la fenêtre centrale spatio-temporelle.

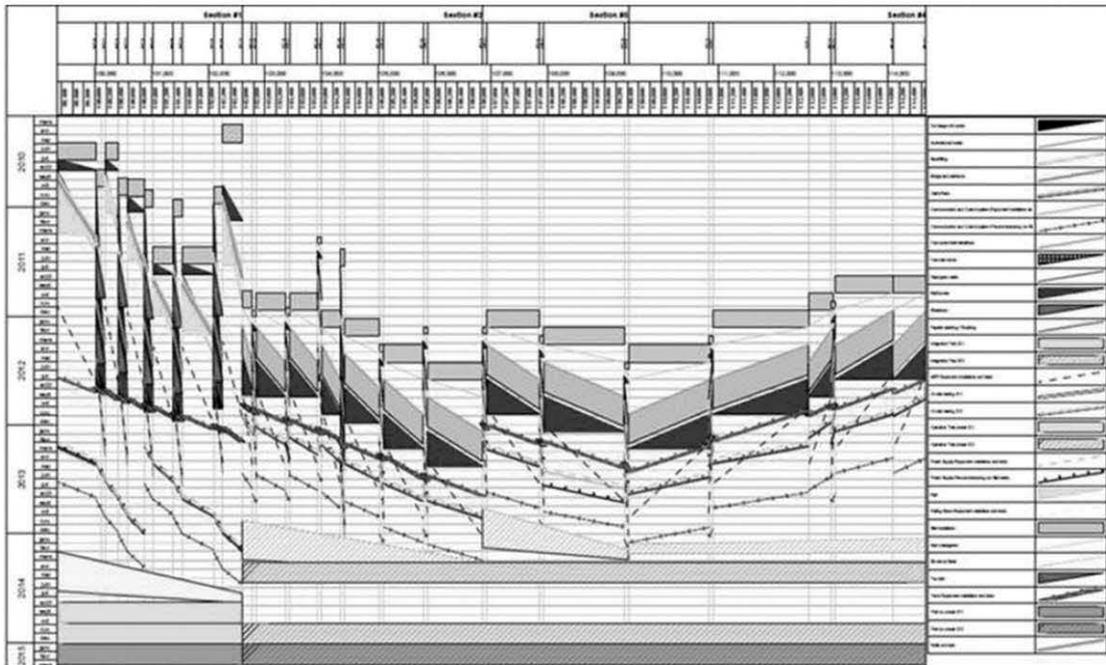


Figure 7.20 Diagramme chemin de fer, tramway

Les figures suivantes montrent les diagrammes chemin de fer d'une autoroute et de la construction d'un pipeline.

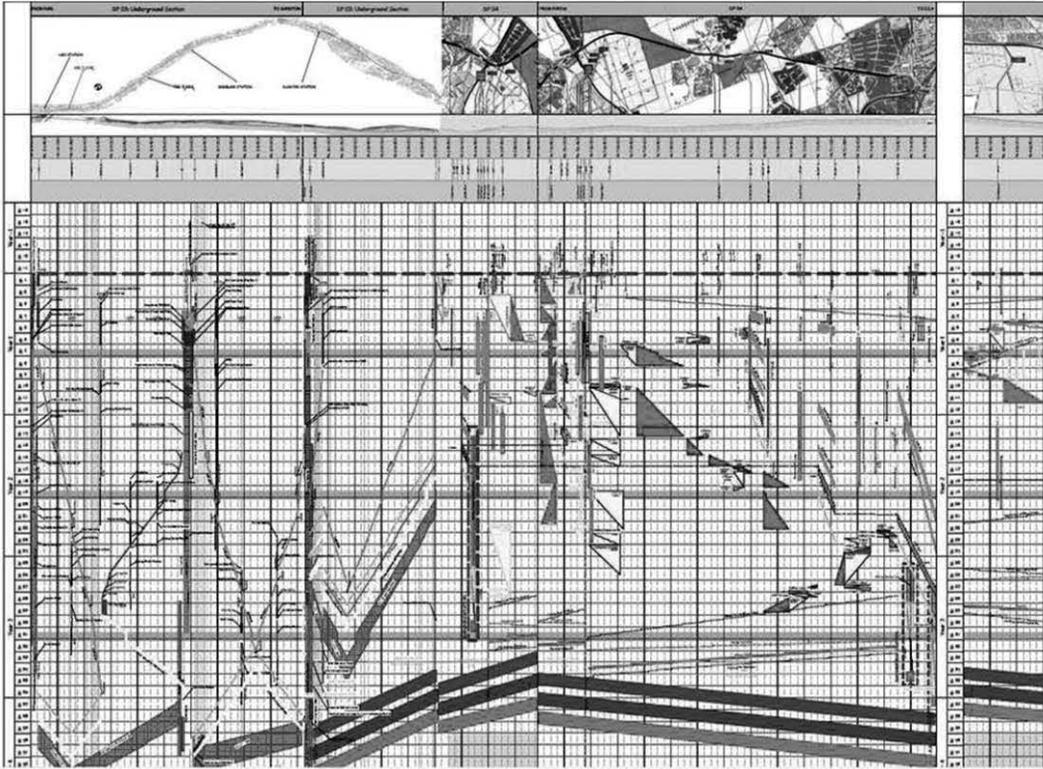


Figure 7.21 Diagramme chemin de fer, autoroute

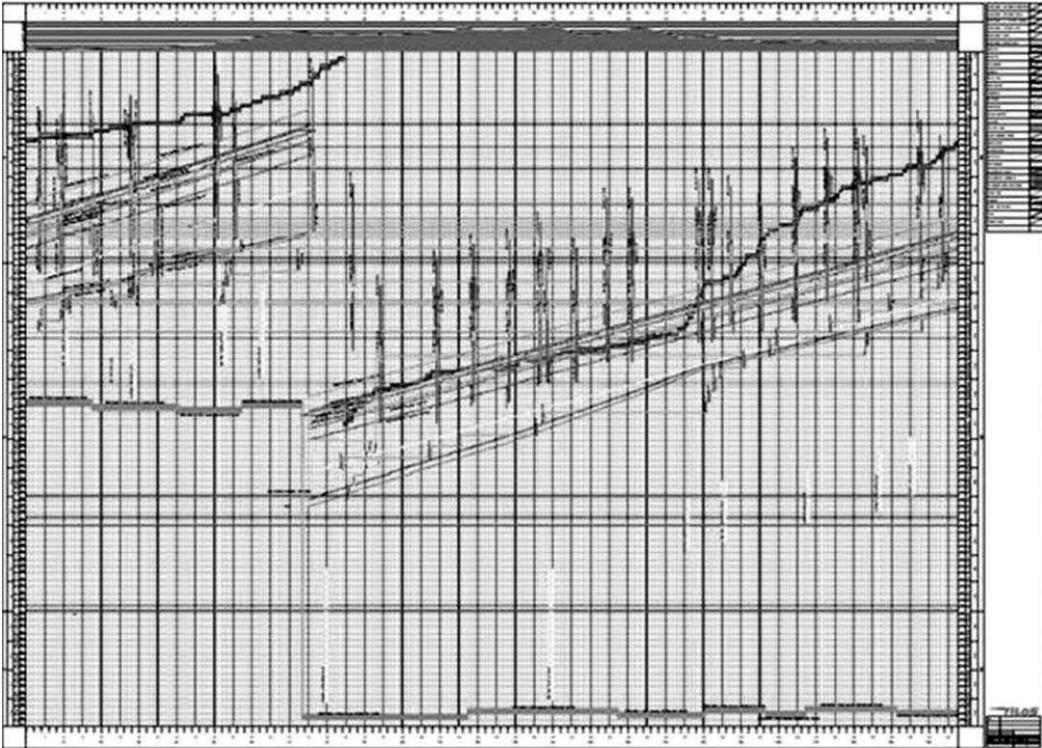


Figure 7.22 Diagramme chemin de fer, pipeline

On constate que l'on obtient beaucoup d'information sur une page, on peut dire que l'on peut résumer un planning Gantt de 1 000 tâches sur une seule page, sachant qu'il est possible de regrouper des tâches, d'afficher uniquement les tâches souhaitées.

### ◆ Les types de tâches

S'il s'agit de planifier la construction d'un bâtiment, on conçoit bien que l'ascenseur et ses équipements associés ne sont pas de la même famille que les portes de chaque appartement par exemple. L'ascenseur « traverse » tous les étages alors qu'une porte appartient à un étage. En fait, la pose de l'ascenseur est une tâche VERTICALE alors que celle d'une porte d'appartement est une tâche HORIZONTALE.

Pour la construction d'un tramway et par rapport à l'exemple ci-dessus, on voit bien que les tâches de construction des ouvrages ponctuels sont des tâches horizontales, appartenant à une zone, alors que la pose de la voie ferrée est une tâche verticale, car elle traverse plusieurs zones géographiques.

Ceci a une importance parce que les tâches horizontales sont liées logiquement au sein de la zone géographique à laquelle elles appartiennent, alors que les tâches verticales sont liées avec des tâches de même famille situées dans d'autres zones, souvent connexes.

On distingue alors dans le réseau logique du planning des liens verticaux et des liens horizontaux. De même, le chemin critique d'un projet linéaire n'est pas toujours horizontal, il peut être aussi, comme c'est le cas bien souvent, vertical ou transversal.

### ◆ La forme des tâches

Parce qu'une tâche est représentée sur l'échelle spatio-temporelle, elle intègre deux axes, un axe distance et un axe temps. On distingue quatre grandes familles de tâches :

- ▶ le segment ;
- ▶ le rectangle ;
- ▶ le triangle ;
- ▶ le parallélogramme.

La plus simple des tâches est le **segment**. C'est une ligne de front, de travaux, continue, tout ce qui n'est pas sur son chemin n'interfère pas avec le reste des travaux.

Le **rectangle** est très souvent utilisé pour la construction des ouvrages ponctuels, tels que les ponts, viaducs, stations, ou autres. Alors les tâches rectangulaires intègrent une ligne de front aussi, c'est-à-dire que globalement on part bien d'un point kilométrique (PK) pour aboutir à une autre PK mais ceci n'a que très peu d'importance, voire même est transparent. Ce qui compte c'est que toute la zone, délimitée par les PK, est bloquée pendant les travaux, de part et d'autre de la ligne de front, c'est-à-dire en amont et en aval de cette ligne. Plusieurs travaux ne peuvent donc avoir lieu en même temps au même endroit, théoriquement. Ce blocage de la Zone s'appelle « Zone d'emprise », et la Zone c'est précisément la ligne étudiée.

Le **triangle** ou **triangle inversé**, intègre clairement une ligne de front et une zone de blocage amont ou aval. Dans le cas d'un blocage amont, la zone est libérée pour les autres travaux au fur et à mesure que les travaux s'effectuent le long de la ligne de front. Dans le cas d'un blocage aval, la zone amont est libérée dès que les travaux sont effectués – ce qui n'a plus trop d'importance puisqu'il s'agit alors du passé – ce qui compte c'est le fait que pour les travaux restant à faire, on continue de bloquer le terrain.

Le **parallélogramme** permet une libération progressive du terrain de part et d'autre de la ligne de front, c'est typiquement la forme utilisée pour les activités linéaires, telles que la pose de voie ferrée par exemple.

Certaines formes plus complexes laissent apparaître les temps de retard et d'avance par rapport à ces formes de base.

#### ◆ La couleur des tâches

La couleur des tâches a son importance car elle permet de bien distinguer les familles de tâches. Il convient que les tâches de même nature situées sur des zones différentes aient la même couleur. En quelques coups d'œil il est alors possible de visualiser les tâches de même nature. Les couleurs sont indiquées dans la légende du diagramme.

## 7.2 L'estimation des coûts

L'estimation des coûts (voir figure 7.23) est généralement utilisée pendant la phase de préparation de l'offre.

### ↳ Estimer :

.....  
C'est donner rapidement à partir d'une définition plus ou moins précise un coût prévisionnel.  
.....

Plus l'état de définition est précis, plus l'estimation est précise. Le but est de trouver le point optimal.

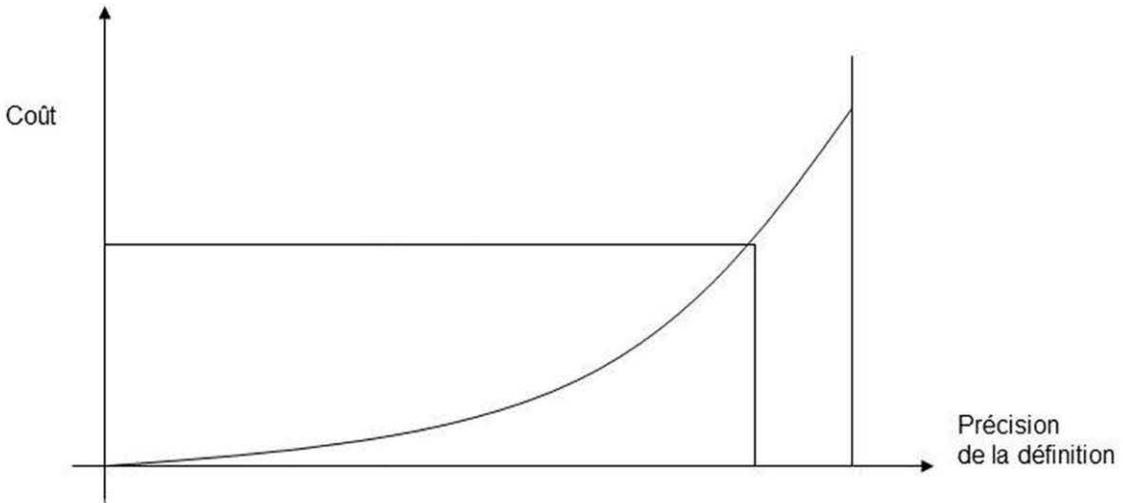


Figure 7.23 Estimation du coût

C'est en visant le coût global le plus vraisemblable (voir figure 7.24) que le projet peut démarrer et être viable.

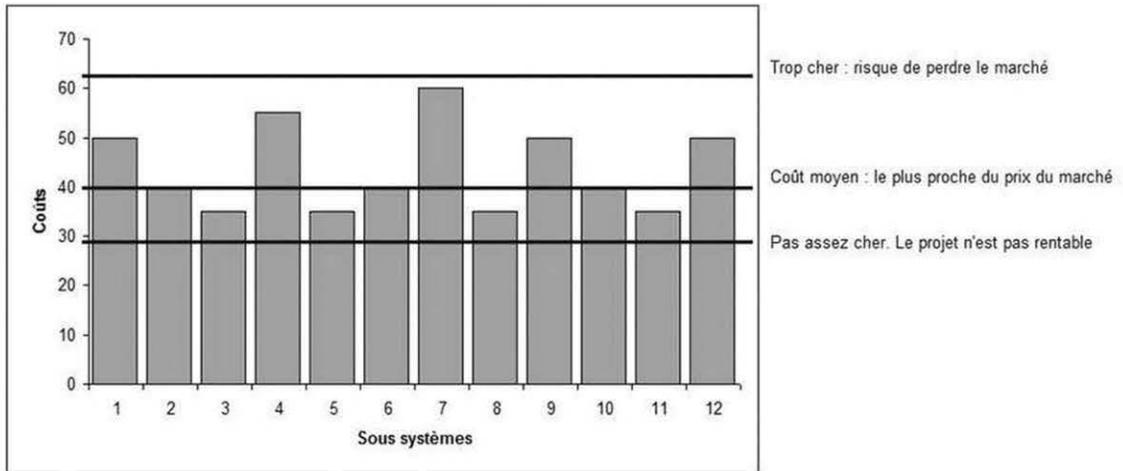


Figure 7.24 Coût global le plus vraisemblable

On estime :

- ▶ le nombre d'heures ;
- ▶ le coût de revient ;
- ▶ le prix de vente.

La démarche générale de l'estimation est la suivante :

- ▶ données générales ;
- ▶ données techniques ;

- ▶ consultation interne ou des fournisseurs ;
- ▶ fiche d'estimation des coûts ;
- ▶ consolidation/comparaison/analyse ;
- ▶ analyse de risques ;
- ▶ estimation finale budget ou offre.

### 7.2.1 La méthode modulaire

Elle nécessite un découpage en WBS pour le budget, en PBS pour le prix de revient.

Chaque système ou module représente un pourcentage de l'ensemble du projet. Ce pourcentage est calculé en fonction de projets similaires déjà réalisés.

On obtient alors une estimation globale par type d'activité (voir figure 7.25). Chaque module peut ensuite être affiné par lot de travaux, par tâches, par sous-systèmes.

Ce découpage permet d'estimer le coût global d'un projet en ajustant les estimations de chaque module.



Figure 7.25 Méthode modulaire

### 7.2.2 La méthode analogique

Cette méthode est à utiliser lorsque l'on ne connaît pas encore précisément la façon dont le produit sera réalisé, en phase d'études préliminaires. En revanche, on dispose de l'expérience du passé. On utilise cette expérience pour obtenir (par analogie) un ordre de grandeur du coût d'exécution de chaque fonction élémentaire. Cette méthode utilise comme données d'entrée la structure hiérarchisée du projet par **fonctions** du cahier des charges fonctionnel (CdCF).

La démarche à suivre est la suivante (voir le tableau 7.2) :

1. déterminer le niveau d'analyse (le plus détaillé possible) ;
2. construire une grille de comparaison ;

3. décider des projets anciens sur lesquels l'analogie sera conduite (pour les fonctions considérées) ;
4. quantifier le coefficient d'analogie entre les projets, pour chaque fonction élémentaire.

Chaque solution à une fonction est quantifiée en termes :

- ▶ de similitude (de 0 % à 100 %) ;
- ▶ d'impact au niveau coût (de 1 à 5) :
  - ▼ (1) : impact très faible (évolution marginale du coût),
  - ▼ (2) : impact faible,
  - ▼ (3) : impact moyen (évolution linéaire du coût),
  - ▼ (4) : impact fort,
  - ▼ (5) : impact très fort (évolution considérable du coût).

On calcule alors un coefficient d'analogie en faisant la somme des produits (similitude × impact) que divise la somme des impacts.

Le coût du nouveau projet est égal au coût de l'ancien projet que multiplie le coefficient d'analogie.

**Tableau 7.2 Exemple pour un système de gestion des données techniques (GDT)**

	<b>Comparaison technique</b>	<b>Importance économique relative</b>	<b>Ancien projet</b>	<b>Nouveau projet</b>
<b>Fonctions principales</b>	<b>Coefficient de similitude</b>	<b>Coefficient d'impact sur le coût</b>	<b>Coût de référence</b>	<b>Coût estimé</b>
Stocker	80 %	5		
Gérer les évolutions	90 %	5		
Protéger	75 %	3		
Distribuer	80 %	3		
Structurer	80 %	4		
Workflow	90 %	5		
Visualiser	90 %	3		
<b>Système GDT</b>	<b>Coefficient d'analogie = 0,842</b>		<b>7 000</b>	<b>5 872</b>

### 7.2.3 La méthode paramétrique

Cette méthode est utilisée en phase de conception et de développement. C'est une approche par **produit**.

Elle utilise une relation (équations souvent complexes voire compliquées) entre un coût et une des performances du produit.

On ne sait pas encore comment les produits vont être fabriqués mais on possède déjà un certain nombre de caractéristiques physiques ou de paramètres comme : la masse, le volume, l'énergie absorbée, le nombre d'entrée/sorties, etc.

La méthode paramétrique d'estimation des coûts a précisément été bâtie pour déduire de ces paramètres les coûts estimés. Il s'agit de passer de grandeurs techniques à des données économiques.

Il existe trois grands types d'estimation paramétriques :

- ▶ **les barèmes** : ils utilisent des *ratios* significatifs de l'activité que l'on cherche à analyser ;
- ▶ **les modèles statistiques** ou formules d'estimation des coûts : traitant les bases de données propres à l'entreprise ;
- ▶ **les modèles conceptuels** : c'est une représentation mathématique de la façon de travailler d'une industrie, destinée à valoriser un projet.

Compte tenu de la complexité des calculs utilisant des variables pratiquement toujours corrélées, les calculs doivent impérativement être supportés par des logiciels de traitement des informations.

Cette méthode est valable pour des technologies bien maîtrisées, aux performances connues. Il est à noter qu'il est difficile de trouver une corrélation acceptable et d'avoir une base de données bien renseignée.

### 7.2.4 La méthode analytique

Cette méthode s'applique lorsque toutes les **tâches** à réaliser sont connues, et que le projet est peu innovant. C'est la méthode la plus répandue et la plus ancienne.

Elle nécessite un historique précis des projets antérieurs, en termes de produit à chiffrer et de procédé de production.

Elle consiste à décomposer chaque activité en tâches élémentaires dont le coût est connu et figure dans une liste de coûts standards.

Elle sert à l'établissement d'un devis traditionnel qui décortique dans le détail :

- ▶ le nombre d'heures par catégorie de ressources ;
- ▶ le nombre de kilos de matière à utiliser ;
- ▶ le coût des approvisionnements ;
- ▶ etc.

Le coût de production est donné par la formule :

$$\text{Coût de production} = \text{EBOT} \times \text{EGP}$$

Avec :

- ▶ EBOT = Éléments de base d'ordre technique : kg de matières approvisionnées, nombre d'équipements achetés, heures de fabrication...
- ▶ EGP = Éléments généraux de prix applicables à l'activité considérée : taux horaires, coefficient d'approvisionnement, de sous-traitance...

Pour estimer l'EBOT, on a recours soit à des formules d'heures standards, soit à des modèles du commerce.

Pour estimer les EGP, l'entreprise calcule ses taux d'unité d'œuvre à partir des informations contenues dans sa comptabilité.

## 7.3 Les budgets et les coûts

### 7.3.1 Les travaux internes et externes

On distingue les travaux internes (études et services) des travaux externes ou achetés (fournisseurs et sous-traitants).

### 7.3.2 Le budget de référence

Le budget de référence ou initial est l'objectif aussi bien en termes de recettes que de coûts. Il est assimilable à une autorisation de dépenses.

Il intègre :

- ▶ les dépenses techniques ;
  - ▼ travaux internes,
  - ▼ travaux externes ;
- ▶ les frais financiers ;
- ▶ les assurances ;

- ▶ les provisions ;
- ▶ les aléas ;
- ▶ la marge brute.

Le total est égal au prix de vente du contrat.

Les coûts techniques sont des coûts secs (sans marges), et hors taxes.

Le budget initial est ventilé sur le WBS, ce qui constitue le CBS.

La base économique est celle du contrat.

### 7.3.3 Les provisions

#### ◆ Provisions pour aléas techniques

Lors de l'établissement du budget initial, les coûts des lignes budgétaires sont définis de 90 à 95 %. Il est donc nécessaire de déterminer une ligne budgétaire pour prévoir le coût des tâches restantes imprévisibles au moment de l'estimation.

On distingue une provision technique pour les travaux internes, et une provision technique pour les travaux externes.

La méthode Monte-Carlo est souvent utilisée pour déterminer ce type de provisions (se reporter au paragraphe « L'approche quantitative des risques »).

#### ◆ Provision pour affermissement

Elle est utilisée pour les contrats à prix ferme, pour compenser l'inflation intervenue depuis la date du budget jusqu'à la date prévisionnelle de fin du contrat.

#### ◆ La provision générale

C'est une somme forfaitaire calculée en fonction du montant global du contrat, elle est destinée à couvrir les déviations imprévisibles par rapport au déroulement total du projet (risques, pénalités). Cette provision est intégrée dans la marge brute.

### 7.3.4 Le budget à date

Pendant le cycle de vie du projet, des changements au niveau de l'étendue de la fourniture et/ou de la nature de la prestation à réaliser peuvent survenir. Dans ce cas, un ordre de modification est soumis au chef de projet. Après approbation, le budget initial évolue et devient le budget à date. Les écarts sont alors mesurés par rapport à ce budget.

Budget à date = budget initial + avenants acceptés.
---

Le budget à date est modifié selon trois types d'événements :

- ▶ la redistribution interne : il s'agit des transferts entre lignes budgétaires en gardant le total constant ;
- ▶ la modification acceptée : lorsqu'un oubli est imputable à l'équipe projet, une nouvelle ligne budgétaire doit être créée, son montant doit être pris dans la provision budgétaire ;
- ▶ la modification demandée par le maître d'ouvrage : des ressources complémentaires sont allouées, une ligne budgétaire supplémentaire est créée.

*« Il ne faut jamais oublier qu'un budget est un objectif qui correspond à des ressources, et non pas nécessairement aux besoins, c'est la clé de la maîtrise de la dépense. »*

Jean Le Bissonnais

### 7.3.5 Le coût prévisionnel final

Le coût prévisionnel final (CPF), d'une manière générale, est la somme du « déjà fait » et du « reste à faire » :

- ▶ pour les travaux qui ne sont pas encore commencés, c'est le montant budget initial ;
- ▶ pour les travaux internes, qui sont en cours, le CPF est calculé à l'aide de l'avancement physique ;
- ▶ pour les travaux externes, qui sont en cours, le CPF est la somme de l'engagé et du reste à engager.

Pour les travaux internes (heures)	Pour les travaux internes et externes
$\text{CPF} = \frac{\text{Déjà fait}}{\% \text{ d'avancement physique}}$	$\text{CPF} = \text{Déjà fait} + \text{Reste à faire}$

Ce coût est comparé en permanence avec le budget à date. On mesure :

- ▶ d'une part l'écart, entre le CPF et le budget à date ;
- ▶ d'autre part, la dérive entre plusieurs CPF successifs ;
- ▶ et enfin, les variances coûts/délais, qui constituent des risques de dépassement du CPF.

Avec :

$$\begin{aligned} \text{Variance Coûts} &= \text{Valeur Acquisée} - \text{Valeur Réelle} \\ \text{et Variance Délais} &= \text{Valeur Acquisée} - \text{Valeur Prévues.} \end{aligned}$$

### 7.3.6 Les différents types de monnaies

Il existe différents types de monnaies :

- ▶ la monnaie courante : utilisée en comptabilité, elle additionne les euros d'aujourd'hui et ceux d'il y a dix ans, plus ceux du futur ;
- ▶ la monnaie constante : utilisée en gestion de projet, elle consiste à ramener toutes les dépenses à une date conventionnelle, souvent le début de projet ;
- ▶ la monnaie historico-bloquée : utilisée par la comptabilité, elle consiste à prendre la monnaie courante pour le passé, et la monnaie à la date du jour pour les dépenses futures.

### 7.3.7 La désactualisation

Pour prendre en compte les phénomènes d'inflation, les montants en euros courants sont à ramener en euros constants pour assurer la comparaison avec le budget initial. C'est le principe de la désactualisation.

#### ◆ Capitalisation

1 € qui rapporte 5 % par an représente 5 ans plus tard :  $1 + 0,05 \text{ €}$

#### ◆ Désactualisation

1 € dans 5 ans représente :  $1 / (1 + 0,05)^5 \text{ €}$  aujourd'hui

Ainsi, si les taux d'inflation des années 1, 2, et 3 sont de 0,03 ; 0,04 et 0,05, que le projet dure 10 ans et que nous sommes à l'année 3 ; pour comparer ce qui est comparable, il faut ramener le coût prévisionnel final à la base économique du budget initial par la formule suivante :

$$\text{CPF} = \text{CPF} / [(1 + 0,03) \times (1 + 0,04) \times (1 + 0,05)]$$

Généralement, on préfère utiliser le taux d'inflation comme une moyenne constante, ce qui n'est pas très loin de la réalité sur une courte période. On a alors :

$$\text{CPF} = \text{CPF} / (1 + 0,04)^3$$

### 7.3.8 Les modes de rémunération contractuels

Un contrat est élaboré entre le maître d'ouvrage (MOA), appelé souvent l'acheteur ou le client, et le maître d'œuvre (MOE), appelé souvent le vendeur, le titulaire ou le contractant.

Il existe différents modes de rémunération, décrits dans les paragraphes suivants.

#### ◆ Les coûts remboursables

##### Régie ou dépenses contrôlées

Le rôle du MOE se limite à une simple prestation de services (fourniture de personnel qualifié et/ou matériel), il facture au MOA le coût exact de ses dépenses.

Tous les risques de ce type de contrat sont portés par le MOA.

##### Coûts plus honoraires (*costs plus fees*)

L'engagement du MOE est plus important. Le MOE :

- ▶ définit les services et achats à fournir ;
- ▶ prend la responsabilité de leur exécution moyennant une rétribution fixée ;
- ▶ vérifie les factures des sous-traitants qui sont payées directement par le MOA.

#### ◆ Prix forfaitaires

Le MOE s'engage sur le coût total de prestations, qu'elles soient exécutées par lui-même ou par un tiers.

Le MOA n'a, en principe, pas de relation avec les fournisseurs. Il peut cependant exiger qu'ils soient choisis dans une liste agréée.

Ce type de contrat ne présente, en principe, aucun risque de coût ni de délais pour le client.

#### ◆ Solutions intermédiaires

Les modes de rémunération suivants partagent les risques entre les deux parties.

##### Contrats incitatifs « Bonus/Malus »

Dans les contrats en régie, afin d'inciter le MOE à plus d'efforts au niveau coûts et délais, un système de « *Bonus/Malus* » est mis en place. Ces primes ou pénalités s'expriment souvent en pourcentage de la prestation.

## Contrats mixtes

Très fréquemment, les modes de rémunération sont mixtes :

- ▶ études de principe : la régie ;
- ▶ études de détail et d'exécution : le forfait ;
- ▶ les fournitures : le forfait ou le contrat incitatif ;
- ▶ les travaux : coût plus honoraires ;
- ▶ les services annexes : la régie.

Toutes les combinaisons sont envisageables.

## Contrats à prix maximum garanti (PMG)

Le MOE s'engage à exécuter ou à faire exécuter un ouvrage pour un montant maximum donné ; en cas d'écart, les profits et pertes sont partagés avec le MOA suivant une formule convenue, et incitative pour les deux parties.

## 7.3.9 Le prix de vente

### Calcul du prix de vente

D'une manière générale, le prix de vente (PV) d'un projet s'établit selon la formule suivante :

$$\text{Prix de Vente} = \frac{\text{Coût prévisionnel de production} + \text{Coût hors production}}{1 - (\text{Fsv} + \text{Mng} + \text{Mc})}$$

Avec :

- ▶ Fsv : Frais spécifiques de vente, en pourcentage.
- ▶ Mng : Marge de négociation, en pourcentage.
- ▶ Mc : Marge commerciale, en pourcentage.

Et Coût prévisionnel de production = Coûts d'achats + Coût de main-d'œuvre + Frais.

### ◆ Actualisation du prix de vente

Pour des projets de longue durée, le prix de vente est actualisé selon la formule générale :

$$PV = P_0 (a + bB/B_0 + cC/C_0 + dD/D_0 + \dots)$$

Avec :

- ▶  $P_0$  : prix initial à la date d'établissement du prix.
- ▶  $B_0, C_0, D_0$  : valeurs des indices les plus représentatifs des éléments constitutifs du prix.
- ▶  $B, C, D$  : valeurs de ces indices à des dates fixées dans le contrat.
- ▶  $a + b + c + d = 1$ . «  $a$  » représente la partie fixe > 15 %.

### 7.3.10 Les recettes

Les sommes mises en jeu étant souvent importantes, le vendeur doit obtenir un paiement en versements progressifs. Ces paiements doivent être corrélés à la courbe en S du budget (valeur prévue) de sorte que la trésorerie soit optimisée, conformément au graphique figure 7.26. Les factures doivent tenir compte des échéanciers de facturation (30, 60 ou 90 jours).

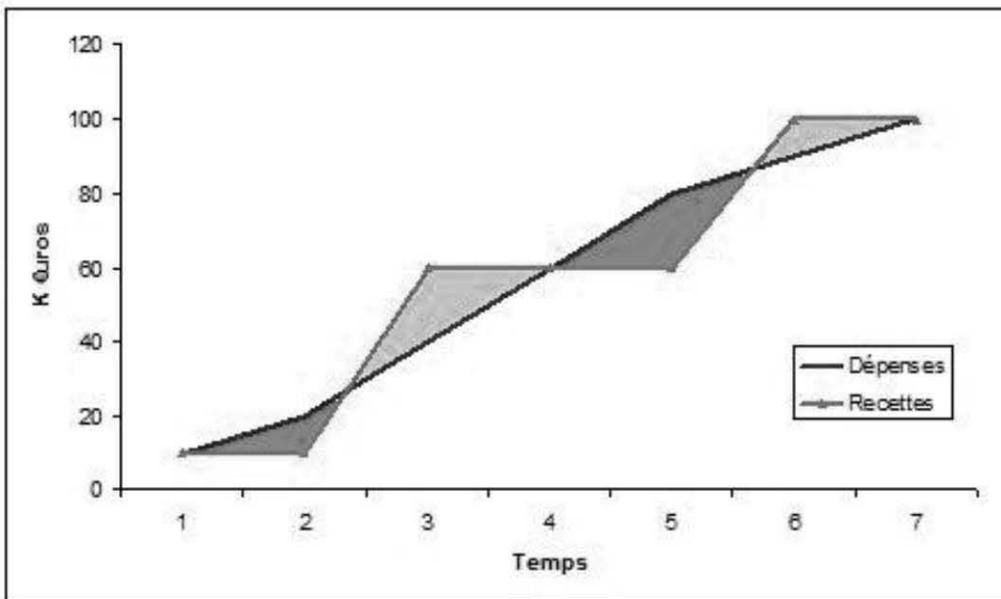


Figure 7.26 Recettes

### 7.3.11 La trésorerie

La courbe de la trésorerie (ou *Cash Flow* – figure 7.27) est donnée par la formule suivante :

$$\text{Trésorerie} = \text{Recettes} - \text{Dépenses} \quad (\text{en cumulé})$$

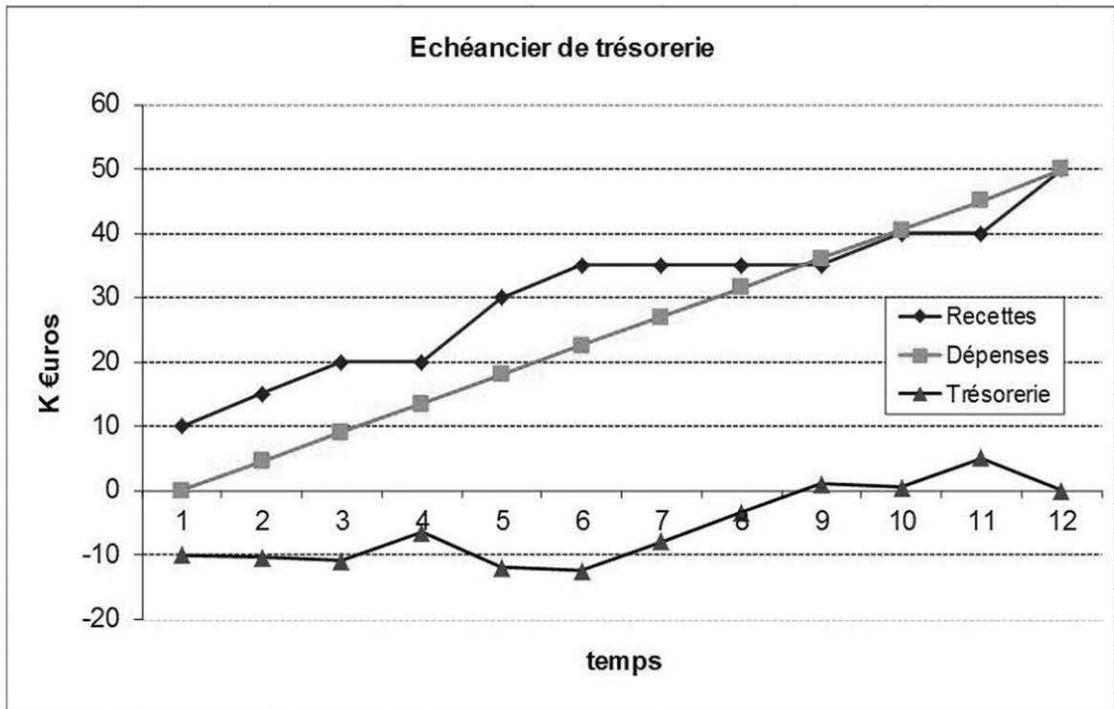


Figure 7.27 Échéancier de trésorerie

La dernière valeur de la courbe de trésorerie correspond à la marge.

### 7.3.12 La marge brute

Le chef de projet est jugé sur la marge brute, c'est le levier sur lequel il peut influencer, et non pas sur la marge nette.

La marge brute comprend :

- ▶ la provision générale du projet ;
- ▶ les frais généraux ;
- ▶ la marge nette.

### 7.3.13 Le coût complet de revient

Vous trouverez la synthèse de la constitution du coût complet de revient en vous reportant à la figure suivante 7.28.

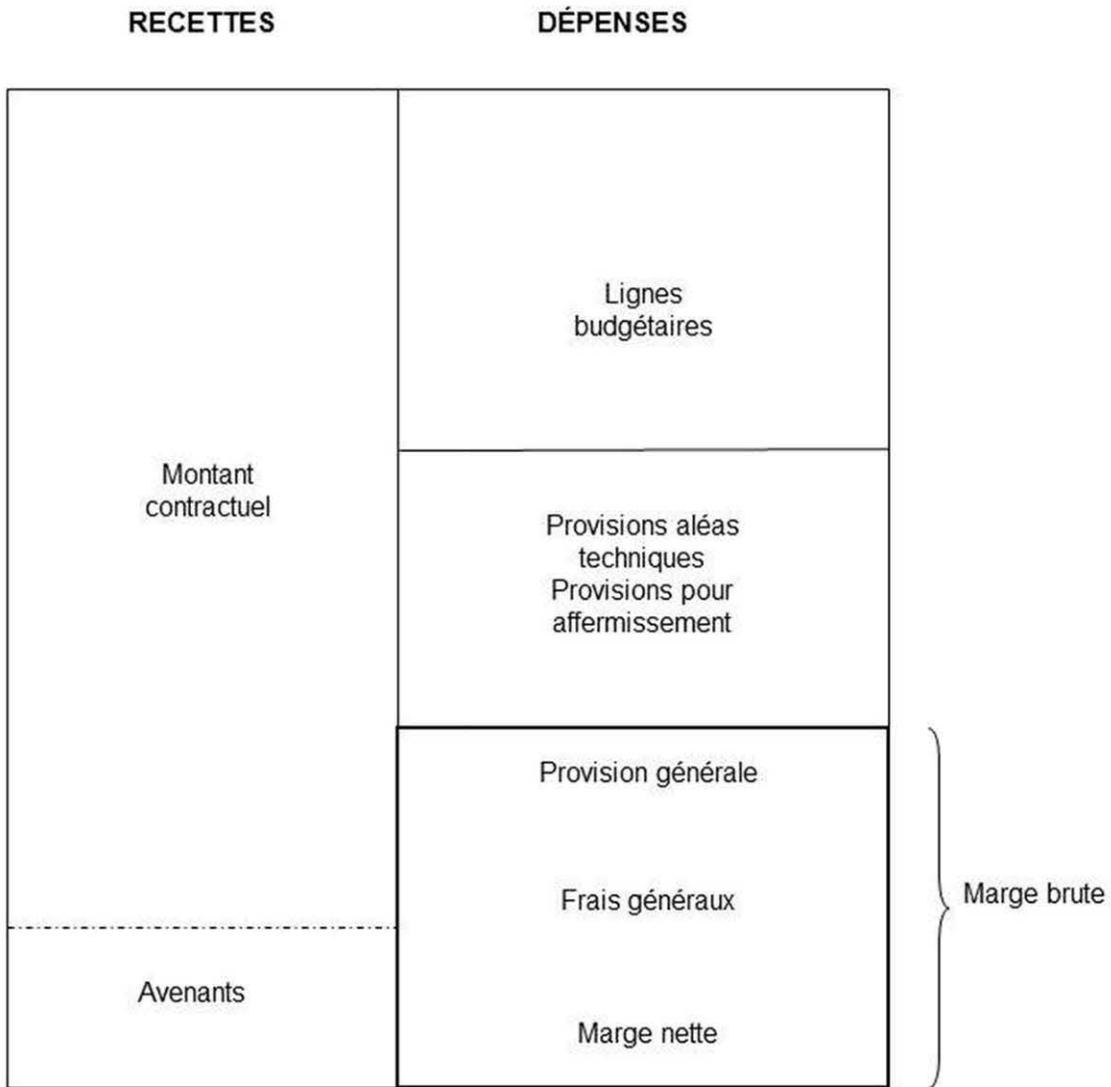


Figure 7.28 Synthèse constitution du coût complet de revient

## 7.4 Initialisation des risques qualitatifs

### ↳ Définition AFITEP/AFNOR

« Le risque est la possibilité qu'un projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions de date d'achèvement, de coût et de spécifications. Ces écarts par rapport aux prévisions sont considérés comme acceptables, difficilement acceptables voire inacceptables. »

On distingue les causes ou menaces suivantes :

- ▶ **l'imprévu** : il n'a pas été envisagé dans le référentiel du projet ;
- ▶ **l'aléa** : il a été envisagé comme une déviation accidentelle au processus prévu ;

- **l'incertitude** : elle n'a pas été envisagée au moment du référentiel, sans que l'on sache si les conséquences sont favorables ou non ;
- **l'opportunité** : c'est un événement dont les conséquences pourraient être favorables.

*« Vous êtes un homme et faites de l'auto-stop, si le conducteur est un homme, sachant que les hommes s'identifient souvent à leur voiture et que leur conduite est parfois agressive, vous prenez un risque. Par contre, si c'est une femme, c'est peut-être une opportunité ! »*

Amar

Le processus d'identification des risques doit s'effectuer au plus tôt, il faut anticiper car l'incidence financière de la correction d'un défaut varie exponentiellement au fur et à mesure de l'avancement, conformément à la courbe 7.29.

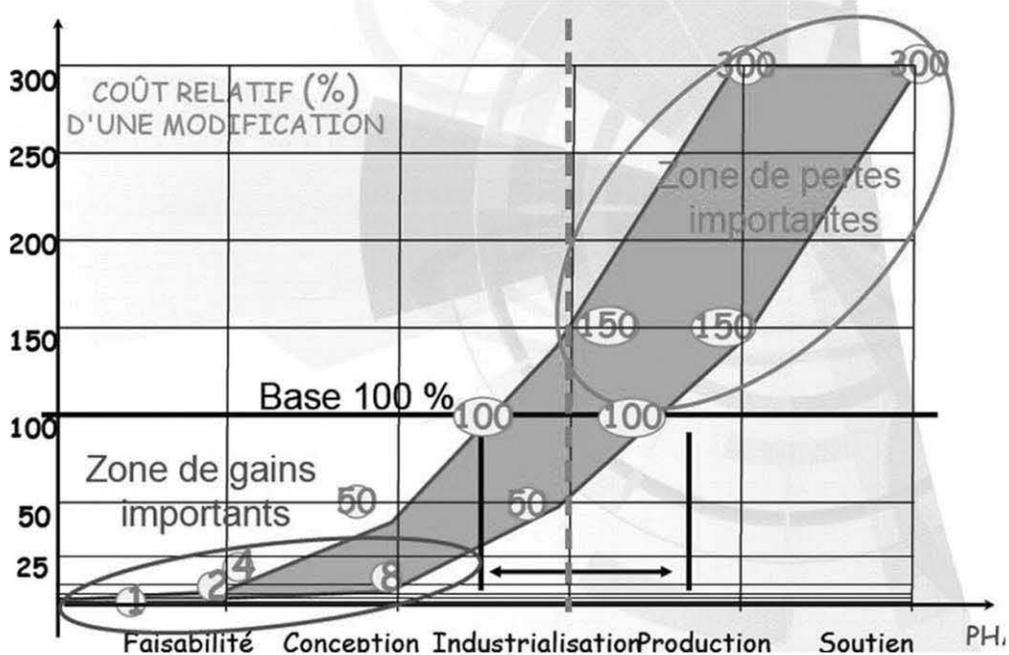


Figure 7.29 Incidence de la prise en compte du risque  
Cours CNAM de Jacques Printz « Management de projet pour ingénieur - La gestion et la maîtrise des risques dans les projets »

### 7.4.1 Identification : types et causes des risques

L'identification et la caractérisation permettent de répertorier, de la manière la plus exhaustive possible, les événements générateurs de risques. Il est possible d'identifier plusieurs types de risques (figure 7.30).

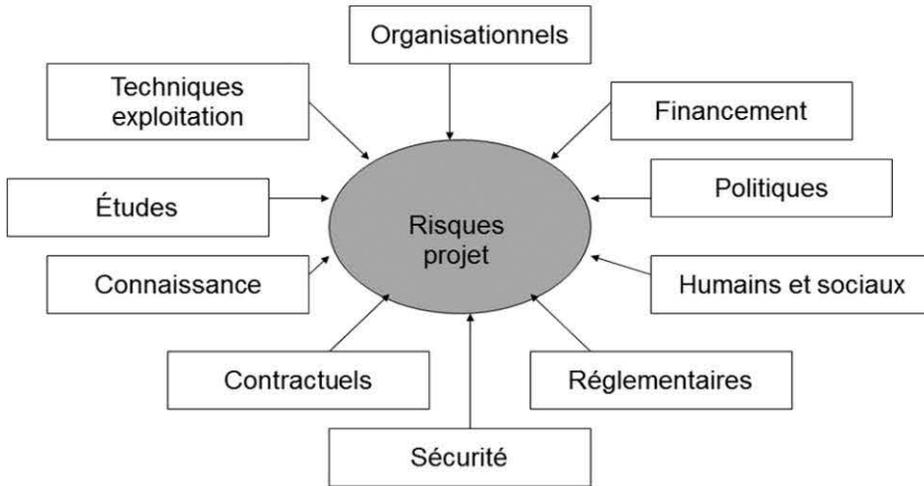


Figure 7.30 Exemple de typologie des risques projet

Plusieurs méthodes sont utilisées pour recenser les causes des risques :

- ▶ l'analyse par phase ;
- ▶ l'analyse par cause ;
- ▶ l'analyse par fonctionnalité ;
- ▶ l'analyse par l'origine ;
- ▶ l'analyse par classe ;
- ▶ l'analyse Riskman ;
- ▶ l'analyse WBS 3D ;
- ▶ autres méthodes : ROBS (*Risk Organization Breakdown Structure*), WBS.

### ◆ L'analyse par phase

Cette méthode est plutôt destinée au maître d'ouvrage. Elle est préconisée par Vincent Giard.

Pour la phase de conception, on distingue les risques :

- ▶ internes ;
- ▶ externes ;
- ▶ relatifs aux ressources.

Pour les phases de réalisation et d'implémentation, on distingue les risques de :

- ▶ détection tardive ;
- ▶ diagnostic erroné ;
- ▶ réponses inappropriées.

### ◆ L'analyse par cause

Cette méthode est plutôt destinée au maître d'œuvre.

On distingue les risques :

- ▶ pays ;
- ▶ client ;
- ▶ produit ;
- ▶ contractuels ;
- ▶ fournisseurs ;
- ▶ internes de réalisation ;
- ▶ d'atteinte à l'image de marque ;
- ▶ de dommages.

### ◆ L'analyse par fonctionnalité

Elle est utilisée notamment par l'aérospatiale. On distingue :

- ▶ **Les fonctionnalités** : organisation, approvisionnements, sous-ensemble sous traités, transport, données initiales, règlement et normes, documents et logiciels, personnels affectés, machines et matériels, moyens d'essais, locaux et bâtiments, environnement, savoir-faire, situation marketing, finance, sécurité.
- ▶ **Les objectifs perturbés** (conséquences) : coûts, délais, maîtrise, performance, image de marque, interruption du programme, destruction matérielle, dommages aux personnels.

### ◆ L'analyse par l'origine

On distingue les risques :

- ▶ liés à la définition du projet ;
- ▶ externes potentiels, incontrôlables et non évaluables ;
- ▶ externes évaluables, non contrôlables ;
- ▶ internes non techniques, évaluables plus ou moins contrôlables ;
- ▶ techniques, généralement contrôlables ;
- ▶ juridiques, généralement contrôlables.

## ◆ L'analyse par classes

On distingue les classes suivantes :

<b>Classe 1</b>	<b>Risques stratégiques</b>	Risques qui en fonction des objectifs du déroulement et des résultats du projet ont des conséquences sur les choix, la structure, le positionnement de l'entreprise.
<b>Classe 2</b>	<b>Risques marketing</b>	Risques liés à la définition du marché qui sert à la définition du produit.
<b>Classe 3</b>	<b>Risques contractuels</b>	Risques liés aux contraintes de déroulement incluses dans le contrat.
<b>Classe 4</b>	<b>Risques financiers</b>	Risques liés aux besoins en trésorerie et à la gestion de cette trésorerie.
<b>Classe 5</b>	<b>Risques de montage industriel</b>	Risques liés aux choix, à l'organisation et aux relations de partenariat (cotraitance, sous-traitance, MOA et MOE).
<b>Classe 6</b>	<b>Risques de définition du produit</b>	Risques liés à la définition du besoin et aux spécifications de besoin.
<b>Classe 7</b>	<b>Risques architecture</b>	Risques liés à l'adéquation, faisabilité, la qualité et au bon fonctionnement de la solution retenue.
<b>Classe 8</b>	<b>Risques processus</b>	Risques liés à la maîtrise des processus techniques, de gestion et de vérification.
<b>Classe 9</b>	<b>Risques délais</b>	Risques liés aux engagements de dates internes et externes.
<b>Classe 10</b>	<b>Risques ressources</b>	Risques liés à la définition en besoin, à la performance et à la gestion des ressources.
<b>Classe 11</b>	<b>Risques production</b>	Risques liés à la fabrication du produit.
<b>Classe 12</b>	<b>Risques de mise en service</b>	Risques liés à la mise en route du système.
<b>Classe 13</b>	<b>Risques d'utilisation</b>	Risques liés à l'emploi du produit ou du système.

◆ **L'analyse Riskman**

On distingue les classes suivantes :

<b>Stratégie</b>	Comment le projet s'inscrit dans la stratégie de l'entreprise.
<b>Marketing</b>	Marché, commercialisation.
<b>Contrat</b>	Entre le client et l'entreprise.
<b>Finance</b>	Financement et trésorerie.
<b>Planning</b>	Délais et planification.
<b>Définition</b>	Réponse adéquate aux besoins (passage du cahier des charges aux spécifications).
<b>Procédé</b>	Méthodes.
<b>Technique</b>	Réalisation du produit.
<b>Organisation</b>	Ressources.
<b>Mise en service</b>	Mise en service et déploiement.
<b>Maintenance</b>	Éléments liés à la maintenabilité du produit
<b>Externe</b>	Tout ce qui est externe à l'entreprise.

◆ **L'analyse WBS 3D**

La structure de découpage des risques ou **RBS** (Risk Breakdown Structure) découlant du modèle WBS 3D est présentée sur la figure ci-après (figure 7.31).

On y distingue les risques internes et externes, les trois dimensions du WBS 3D (Zones, Produits, Activités), les risques Organisationnels et d'interfaces.

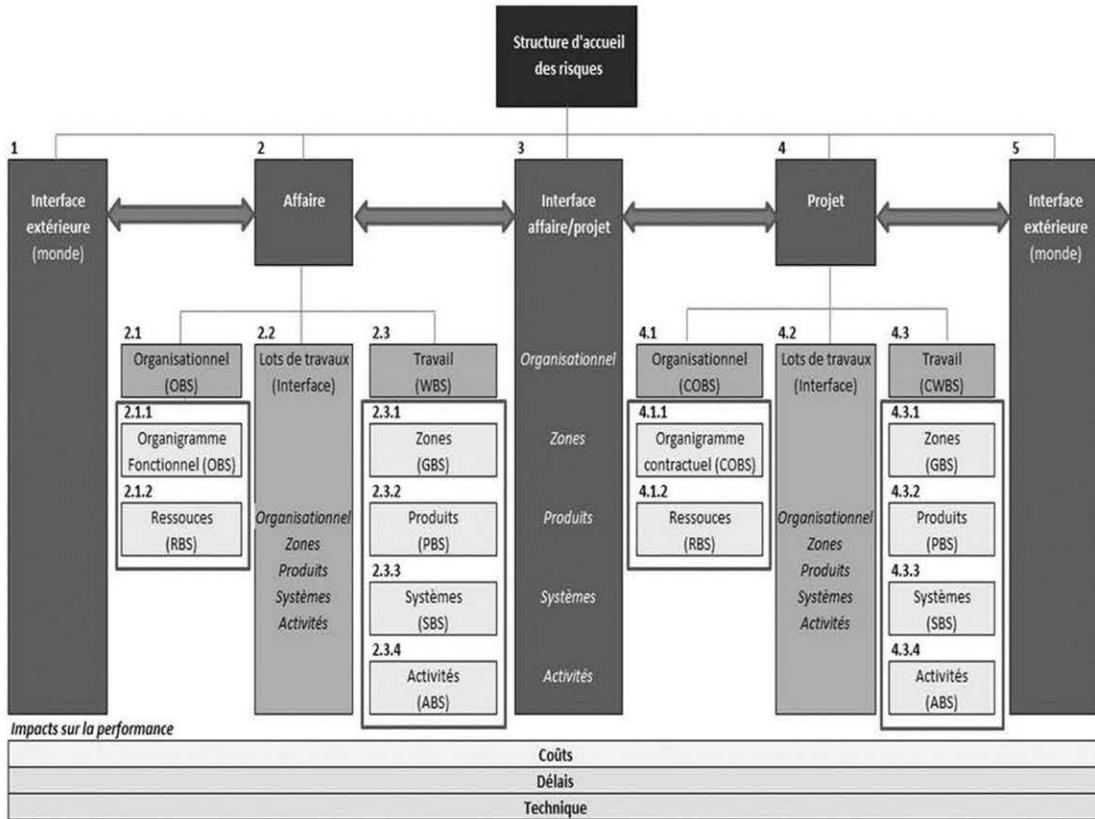


Figure 7.31 Structure d'accueil des risques (RBS)

### ◆ Autres méthodes

Certaines entreprises analysent les risques projet sur le WBS (avec identification des risques et des impacts coûts, délais et techniques sur les différents lots de travaux, méthode AMDEC ou Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité).

D'autres entreprises, notamment dans l'industrie du pétrole, créent leur propre structure de gestion des risques, le ROBS (*Risk Organization Breakdown Structure*).

### ◆ Les outils d'identification des risques

Les interviews et les brainstormings (6 personnes en général) sont un bon moyen d'identifier les causes des risques.

On peut citer aussi la méthode Delphi :

- ▶ un questionnaire est établi ;
- ▶ un certain nombre d'experts sont interrogés séparément ;

- ▶ le rapporteur établit une synthèse des opinions ;
- ▶ cette synthèse est présentée à chacun des experts ;
- ▶ la version corrigée sert à l'établissement du rapport final.

Le diagramme d'Ishikawa (cause/effet – figure 7.32) peut être utilisé pour hiérarchiser les différentes causes d'une erreur possible, assimilable à un risque.

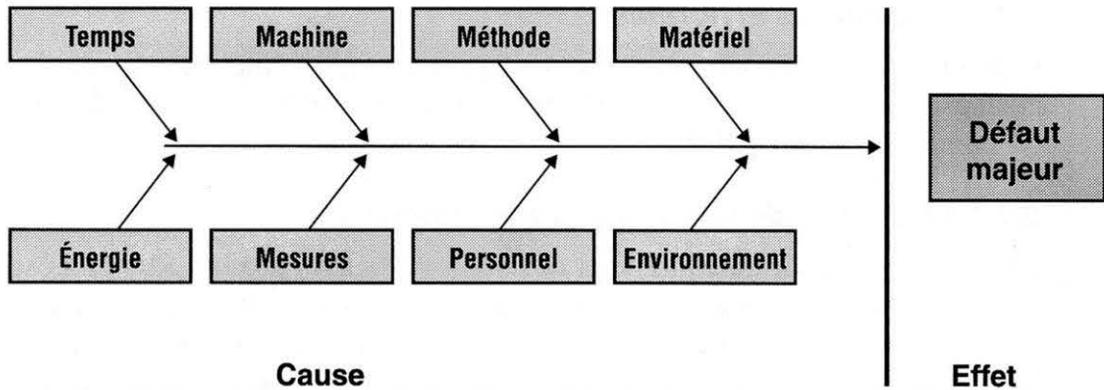


Figure 7.32 Diagramme de causalité  
 PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

## 7.4.2 Évaluation et hiérarchisation

Un risque est un vecteur à deux composantes :

- ▶ une évaluation quantifiée de la **gravité** des conséquences d'une situation dangereuse ou d'un danger ;
- ▶ la **probabilité** d'occurrence de cette situation dangereuse issue d'une combinaison ou d'un enchaînement d'événements (cause).

Il s'agit de réaliser deux échelles de quantification :

- ▶ **la gravité des conséquences (4 niveaux) :**
  - ▼ Négligeable = 1
  - ▼ Grave = 2
  - ▼ Critique = 3
  - ▼ Catastrophique = 4
- ▶ **la probabilité d'occurrence (4 niveaux) :**
  - ▼ Improbable = 1
  - ▼ Rare = 2
  - ▼ Occasionnel = 3
  - ▼ Probable = 4

L'indice de criticité est défini par la formule :

Indice de criticité = Gravité × Probabilité
---

Selon le niveau de l'indice de criticité, un risque sera acceptable ou inacceptable (voir figure 7.33) :

- ▶ les risques aux conséquences les plus graves et/ou se produisant le plus fréquemment sont inacceptables ;
- ▶ les risques aux conséquences plutôt négligeables et/ou se produisant de manière improbable sont acceptables.

En fonction de l'indice de criticité, la matrice de criticité est construite, hiérarchisant les risques.

Fréquence d'occurrence de l'événement dangereux	Niveau de risque			
<b>probable</b>	acceptable	inacceptable	inacceptable	inacceptable
<b>occasionnel</b>	acceptable	acceptable	inacceptable	inacceptable
<b>rare</b>	acceptable	acceptable	acceptable	inacceptable
<b>improbable</b>	acceptable	acceptable	acceptable	acceptable
	<b>négligeable</b>	<b>grave</b>	<b>critique</b>	<b>catastrophique</b>
	niveau de gravité des conséquences de la situation dangereuse			

Figure 7.33 Matrice de criticité  
 Cours CNAM de Jacques Printz « Management de projet pour ingénieur -  
 La gestion et la maîtrise des risques dans les projets »

La hiérarchisation des risques est mise à jour mensuellement et validée par le chef de projet.

**↳ La méthode AMDEC**

.....  
 La méthode AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) est à utiliser pour identifier et classer les risques. Elle se décline comme suit :

- en partant d'un organigramme, les modes de défaillance éventuels sont énumérés ;
  - les causes sont identifiées ;
  - les effets sur le coût, les délais, et les non-conformités sont examinés sur les différents niveaux de l'organigramme ;
  - la gravité et la probabilité d'occurrence sont déterminées ;
  - des actions correctives sont mises en place pour les risques inacceptables.
- .....

Il est conseillé ensuite de classer les risques selon la loi de Pareto (figure 7.34). La règle des 80 -20, dit que 20 % des causes sont responsables de 80 % des effets, il s'agit de se concentrer sur les 20 % de risques les plus critiques.

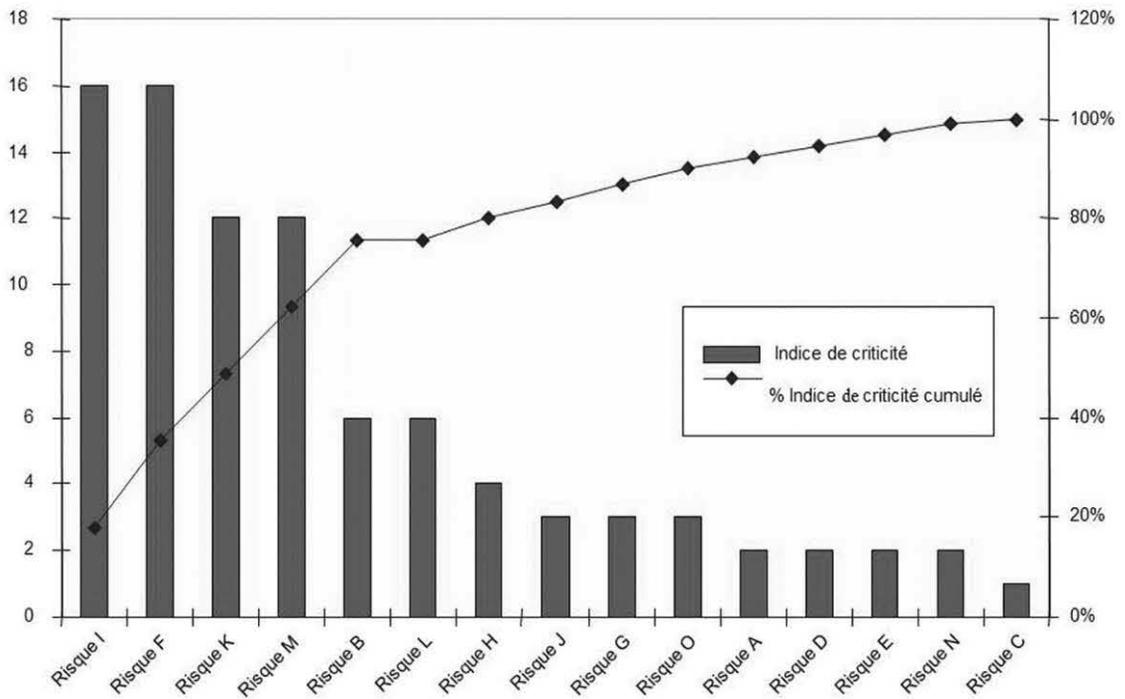


Figure 7.34 Diagramme de Pareto



# 8

## Méthodes et outils de pilotage

« En gestion de projet, il n'y a pas de pilote automatique. »

Marc

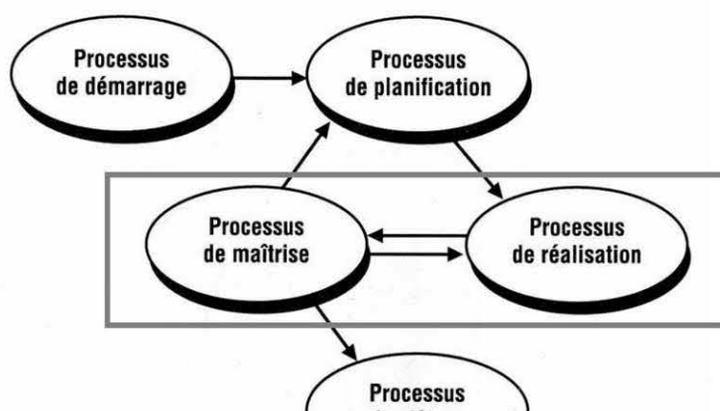
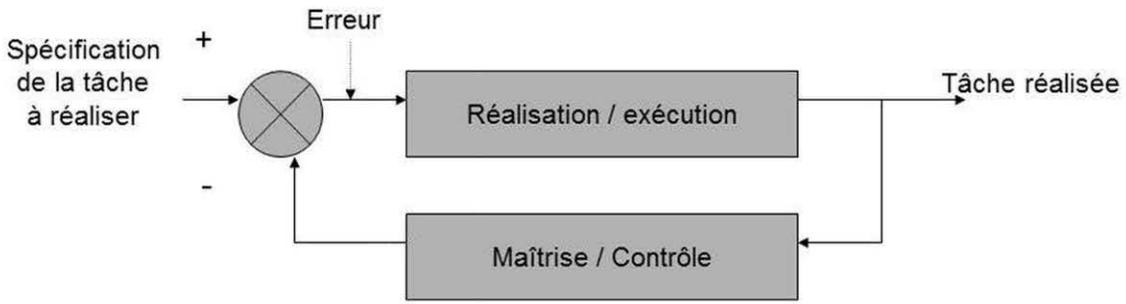


Figure 8.1 Le processus de gestion d'un projet  
PMI, Management de projet – Un référentiel de connaissances, AFNOR Éditions, 1998

### 8.1 Préambule

La gestion de projet est un système bouclé, ceci est représenté à la figure 8.2.



Boucle d'asservissement pour la correction des dérives.

Figure 8.2 La gestion de projet : un système bouclé

Le processus de gestion de projet est décrit sur la figure 8.3.

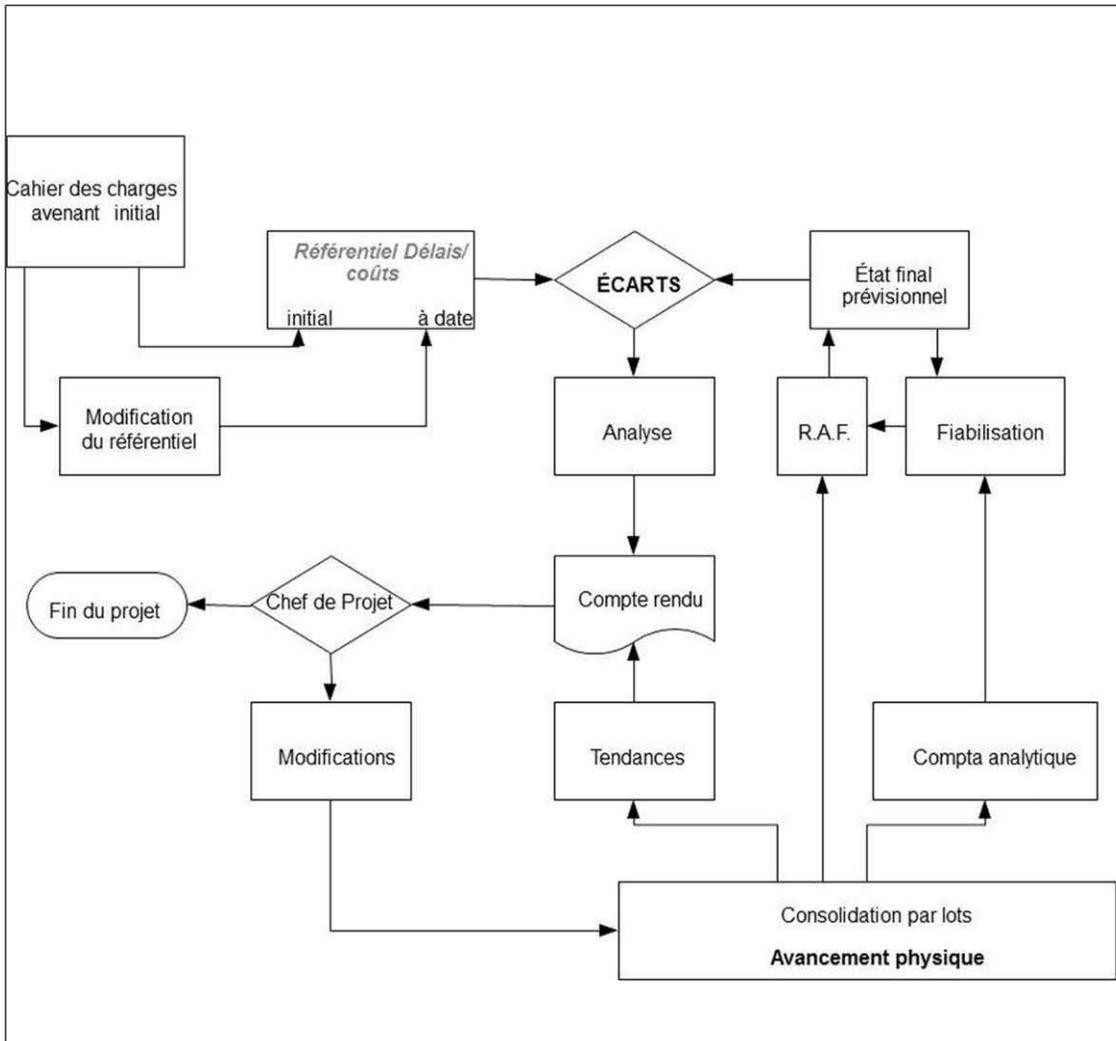


Figure 8.3 Processus de gestion de projet  
*Gérez un projet gagnant ! - Manuel de coûténance,*  
 J. Le Bissonnais, M. Joly et J.-L. G. Muller, AFNOR Éditions, 2007

## 8.2 Les courbes en S

### 8.2.1 Un peu de théorie...

Les courbes en S permettent notamment de calculer l'avancement physique du projet ou d'un groupe de tâches, d'appréhender les écarts, la marge et les tendances.

Les écarts se détectent au global, à l'aide des courbes en S, ils sont corrigés localement au niveau du planning ou des lignes budgétaires.

Les courbes en S (figure 8.4) sont la représentation en cumulé d'un volume de travail, en pourcentage par rapport au volume de travail total du projet (notion d'effort).

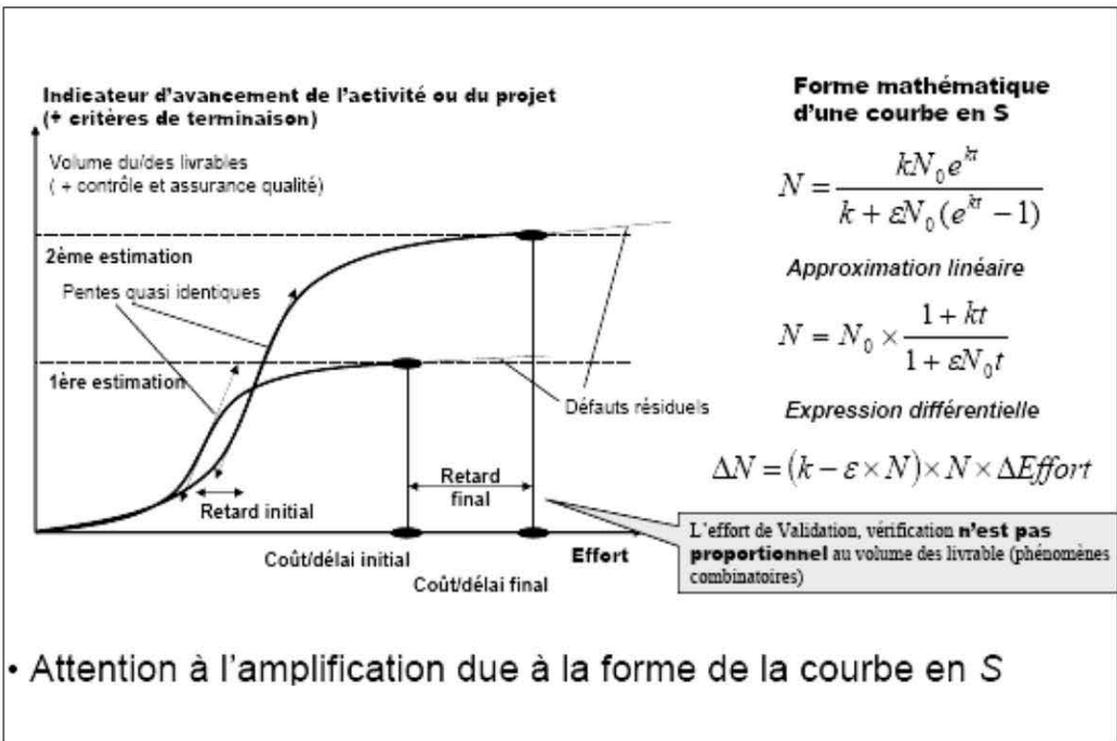


Figure 8.4 Les courbes en S  
Cours CNAM de Jacques Printz « Management de projet pour ingénieur »

Il est à noter que la pente de la courbe en S est linéaire de 10 % à 90 % environ, ce qui permet de faire des approximations linéaires pour les prévisions.

Les principales causes du retard sont :

- ▶ on ne produit pas à la vitesse prévue ;
- ▶ on a sous-estimé le travail à effectuer.

## 8.2.2 Courbes en S orientées planning

Les courbes sont tracées à partir des informations fournies par le planning et de ses mises à jour périodiques. On obtient ainsi les courbes en S de référence calées au plus tôt et au plus tard, et la courbe en S du réalisé (voire du prévisionnel).

La comparaison de ces 2 types de courbes fournit une information pertinente sur l'état d'avancement du projet en termes quantitatifs.

Les 2 principales courbes en S du planning initial sont la courbe de référence au plus tôt et la courbe de référence au plus tard. Ces courbes, tracées à l'aide des dates fournies par le planning de référence et les poids des tâches, constituent l'enveloppe de référence du projet.

La courbe d'avancement physique (réalisé) doit toujours se situer à l'intérieur de l'enveloppe.

Le poids est une donnée qui permet de quantifier l'importance d'une tâche par rapport à une autre. Le coût ou la charge d'une tâche est un bon moyen pour évaluer le poids d'une tâche par rapport à une autre car, généralement, plus une tâche est coûteuse, plus elle est importante ou critique pour le projet.

Le poids est habituellement réparti linéairement sur une activité, c'est cette répartition du poids sur les activités qui permet la construction des courbes en S.

Il n'est pas rare de créer au moins une trentaine de courbes sur un projet, des courbes sur toutes les structures de découpage et de codifications : générale, par phases, disciplines, lot de travaux...

Elles permettent de repérer rapidement d'où proviennent les problèmes.

## 8.2.3 Courbes en S orientées coûts

Dans la méthode du « reste à faire » (RAF) et de la « valeur acquise », on trace les courbes de valeur planifiée (à partir du planning initial et de l'étalement des coûts engagés ou encourus budgétés), de la valeur réelle (les dépenses en engagés ou en encourus) et de la valeur acquise (la valeur du budget qui correspond à l'avancement physique).

Le choix d'utiliser les coûts engagés ou encourus dépend de la sensibilité du contrôleur de projet.

La comparaison de ces courbes donne des indications sur les variances coût et délai, qui constituent des risques de dépassement du CPF.

Par estimation du RAF en prolongement de la valeur réelle, et par interpolation des courbes, on peut prévoir le CPF, ainsi que la date d'achèvement du projet.

Ces courbes donnent de précieuses informations sur la tendance du projet, en termes de coûts, de délais et de productivité.

Tout comme pour les courbes en S orientées planning, il n'est pas rare de créer au moins une trentaine de courbes sur un projet.

## 8.3 La mise à jour du planning

Il existe deux méthodes de mise à jour du planning :

- ▶ la méthode statique ;
- ▶ la méthode dynamique.

### 8.3.1 Planning statique

La date d'état (de mise à jour) est au jour 9. Des pourcentages d'avancement physique sont renseignés sur les tâches du diagramme de Gantt. Une ligne brisée (isochrone) en rouge<sup>3</sup> met en évidence l'avancement des tâches. Les dates ne sont pas mises à jour. Il faut remarquer que dans ce type de planning, il n'y a pas de référence, puisqu'il n'y a pas de projection de la date de fin : le planning est statique.

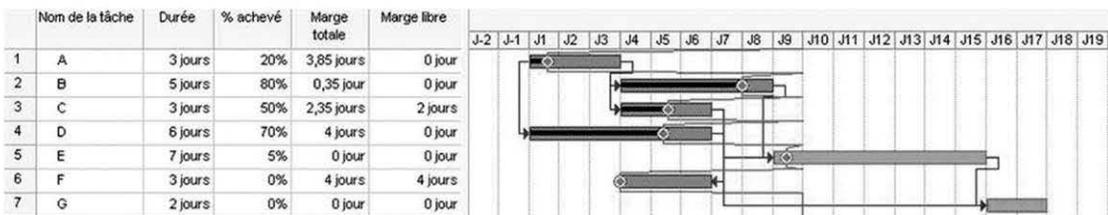


Figure 8.5 Planning statique

Ce type de planification est assez souvent utilisé aujourd'hui, malgré les possibilités dynamiques des logiciels de planification. L'avantage des plannings statiques est que les objectifs de dates ne changent pas pendant le cycle de vie du projet, mais c'est aussi un inconvénient.

Autrefois, on utilisait ces plannings en dessinant un diagramme de Gantt sur un tableau, et en notant l'avancement avec un fil et des punaises.

<sup>3</sup> Les figures reproduisant des écrans de logiciels de gestion de projet sont en niveaux de gris dans tout l'ouvrage. Cependant, les couleurs d'origine ont été conservées dans les commentaires et les textes associés, pour que le lecteur puisse s'y référer lors de son utilisation du logiciel.

### 8.3.2 Planning dynamique

La date d'état est au jour 9. Des pourcentages d'avancement physique sont renseignés dans le champ « % physique achevé ». En revanche, le planning a été projeté : en fonction de l'avancement et de l'estimation du reste à faire, la date d'achèvement au plus tôt a été décalée au jour 19. Il est à noter que le pourcentage d'avancement visualisé sur le Gantt est un avancement en délais (champs « % achevé »). De plus, une fine droite sous les tâches indique le planning initial (de référence), qui permet de mesurer les écarts.

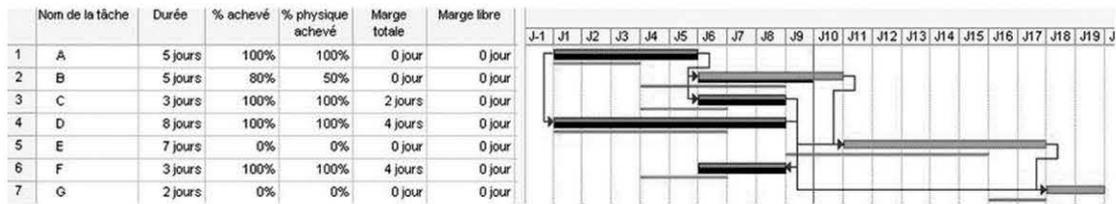


Figure 8.6 Planning dynamique

C'est ce type de planification qui est utilisé aujourd'hui par tous les logiciels de gestion de projet.

Il est à remarquer que l'on n'indique généralement pas les marges sur un planning diffusé.

Un planning dynamique ne signifie pas que les objectifs délais sont systématiquement retardés à chaque mise à jour. Dans le processus de mise du planning, il faut qu'il y ait une phase de correction des écarts, suite à la récolte d'information et à la mise à jour du présent (avancement) et du passé (tâches réalisées). On agit sur les liens logiques et éventuellement sur les durées des tâches situées dans le futur pour recoller au planning de référence, et, ainsi, tenir les objectifs délais globaux, en modifiant la trajectoire restant à accomplir.

## 8.4 La méthode du reste à faire

*« La meilleure façon de maîtriser globalement les coûts est de les maîtriser localement partout. »*

Eliyahu M. Goldratt

L'objectif de la méthode du RAF est, à partir d'analyses régulières, de déterminer « où l'on va si on continue comme on a commencé ». Il s'agit d'estimer le RAF à partir de l'avancement physique pour les travaux internes, et du reste à engager pour les travaux externes.

Il convient tout d'abord de définir les différents types de coûts, puis les différentes méthodes de mesure de l'avancement physique. Nous verrons ensuite comment calculer le CPF pour les heures d'ingénierie, les équipements et matériels banalisés, et enfin pour les marchés de travaux.

### 8.4.1 Les différents types de coûts

*« La dépense est à la comptabilité ce que le but encaissé est au football. Le coût est égal à toutes les actions des joueurs et du gardien de but avant d'inscrire le but fatal... »*

Bernard Edmond Avoine

#### ◆ Le coût facturé

Pour les travaux internes, le coût facturé correspond aux heures d'ingénierie consommées et valorisées.

Pour les travaux externes, le coût facturé correspond au montant écrit sur la facture.

Ce coût est utilisé pour fiabiliser le CPF.

$$\text{CPF} = \text{Coût facturé} + \text{reste à facturer}$$

#### ◆ Le coût dépensé

Ce sont les coûts facturés après règlement des factures. Le décalage est de trois mois, voire plus.

Ils représentent la vérité comptable.

#### ◆ Le coût engagé

Pour les travaux internes, l'engagé correspond aux heures d'ingénierie consommées et valorisées.

Pour les travaux externes :

- ▶ c'est le montant lu sur la commande pour les matériels, équipements et services achetés forfaitairement ;
- ▶ c'est le produit du quantitatif par le prix du bordereau pour les matériels banalisés.

#### ◆ Le coût encouru

C'est le coût réel du travail réellement effectué (CRTE ou valeur réelle), à un instant  $t$ , correspondant à l'avancement physique.

Pour les travaux internes, l'encouru correspond aux heures d'ingénierie consommées et valorisées.

Pour les travaux externes :

- ▶ c'est le produit du montant de la commande par l'avancement physique, pour les matériels, équipements et services achetés forfaitairement ;
- ▶ c'est le produit des quantités confirmées par le prix unitaire, pour les matériels achetés sur bordereau et les commandes ouvertes ;
- ▶ c'est le montant de la commande pour les produits achetés sur catalogues.

## 8.4.2 Les méthodes de mesure de l'avancement physique

L'avancement physique est défini par la formule suivante :

$$\text{Avancement physique} = \frac{\text{Travail réalisé}}{\text{Travail total réestimé}}$$

### Exemple

Admettons qu'une tâche consiste à installer 1 000 mètres de grillage détecteur d'intrusion sur un chantier. Pour ce faire, une ressource est dédiée à 100 % de son temps. Le budget prévu est de 300 heures et de deux mois de travail.

Au bout d'un mois, on constate que la ressource a bien passé 150 heures sur le chantier, mais qu'au lieu d'avoir réalisé 500 mètres d'installation, soit 50 % d'avancement, elle n'a réalisé que 400 mètres, soit 40 % d'avancement.

La productivité n'est pas celle prévue, et la tâche risque de prendre du retard si la ressource continue au même rythme qu'elle a commencé. En fait, la tâche risque de durer :  $150 \text{ heures} / 40 \% = 375 \text{ heures}$ , soit deux mois et demi.

On voit dans cet exemple d'une part que l'avancement en délais, ici 50 % du temps, n'est pas représentatif de l'avancement physique, à ressource constante, si la productivité n'est pas celle prévue, et d'autre part que **la consommation/dépense n'est pas représentative de l'avancement physique.**

Cette méthode de mesure de l'avancement physique, 400 mètres de grillage installés sur 1 000 soit 40 % d'avancement, dite « unités équivalentes » est la plus pertinente.

Malheureusement toutes les tâches d'un planning ne sont pas aussi simples à quantifier.

Il existe différentes méthodes pour mesurer l'avancement physique d'une tâche. Ces méthodes sont expliquées dans les paragraphes qui suivent et s'utilisent en fonction de la nature des tâches.

### ◆ Unités équivalentes

C'est le rapport entre le nombre d'unités produites et le nombre total ré-estimé d'unités à réaliser.

Par exemple 10 m<sup>3</sup> de terre ont été déblayées sur un total de 100 m<sup>3</sup>. Le % d'avancement de la tâche terrassement est donc de 10 %. Cette technique est assez pertinente, car on pèse « physiquement » (à l'extrême sur une balance), même si c'est une image, la valorisation du travail d'une tâche (ici une quantité de terre, le volume).

### ◆ Jalons intermédiaires

Cette méthode est utilisée dans le cas où l'on peut découper la tâche par une suite de tâches séquentielles ponctuées par des livrables : les étapes. Chaque étape est pondérée en fonction de la charge de travail, en jours-homme ou en heures-homme.

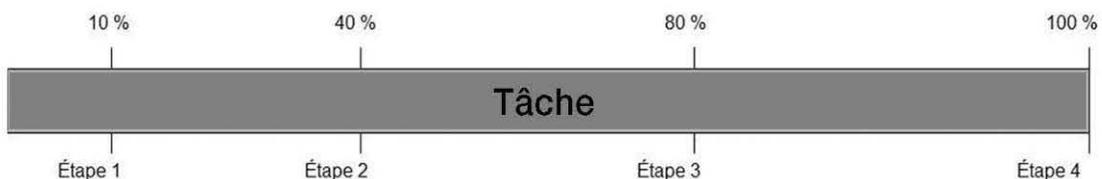


Figure 8.7 Jalonnement d'une tâche

Quand une étape est atteinte, le pourcentage d'avancement physique est atteint.

Par exemple, on calcule que la première émission d'un document équivaut à 50 % d'avancement, la prise en compte des commentaires équivaut 70 %, la seconde émission représente 80 %, et l'approbation finale du document équivaut à 100 % d'avancement. Quand une étape (un jalon) est atteinte, le % d'avancement prend la valeur définie dans le référentiel de mesure de l'avancement. Cette technique est assez pertinente et appropriée pour la plupart des types de tâches.

### ◆ Pondération d'items

Cette technique consiste à affecter un poids à chaque tâche du planning ou ligne budgétaire. Ce poids peut être des heures ou des coûts. Par consolidations successives, on calcule l'avancement au niveau des lots de travaux, des phases, des Zones, des Produits, des disciplines, du projet.

Les consolidations s'effectuent en faisant la somme du produit (c'est-à-dire, poids × % d'avancement) sur les tâches à consolider, que divise le poids total des tâches considérées.

Cette technique s'utilise conjointement aux autres techniques présentées dans ce chapitre. Elle est utile pour calculer l'avancement physique du projet ou d'un groupe de tâches, alors que les autres techniques servent à définir le pourcentage d'avancement physique des tâches élémentaires.

#### ◆ **Technique 50/50**

Cette technique est utilisée lorsque la durée de la tâche est généralement inférieure à deux mois. Lorsque la tâche est commencée l'avancement est de 50 %, lorsqu'elle est terminée l'avancement est de 100 %.

Cette technique a le mérite d'être binaire. Elle fonctionne bien sur des tâches de courte durée.

#### ◆ **Technique 0/100**

Cette technique est utilisée lorsque la durée de la tâche est très courte. Lorsque la tâche est terminée, l'avancement est de 100 %, sinon il reste à 0 %.

Tout comme la technique précédente, cette technique a le mérite d'être binaire. Elle fonctionne bien sur des tâches de courte durée.

#### ◆ **Niveau d'effort**

Pour les tâches enveloppes (ou hamacs<sup>4</sup>) telles que le management de projet.

L'avancement est la charge réalisée en heures que divise la charge totale ré-estimée.

Cette technique est adaptée pour les tâches qui sont transversales et difficiles à chiffrer en termes d'avancement ; on ne prend pas de retard, par définition, à cause de ce type de tâches, comme le management de projet par exemple !

#### ◆ **Effort réparti**

L'avancement physique de la tâche est le même qu'une autre tâche que l'on a déterminée.

Par exemple, il paraît correct de dire qu'une tâche de supervision de chantier possède le même pourcentage d'avancement que le chantier lui-même.

.....

4 Une tâche enveloppe est une tâche qui regroupe un certain nombre d'autres tâches.

### ◆ Calendaire

C'est la durée réalisée que divise la durée totale ré-estimée. C'est un avancement en délais qui est représentatif de l'avancement physique uniquement si les ressources restent constantes durant toute la durée de la tâche, à productivité constante.

### ◆ « À dire d'expert »

Un expert métier estime l'avancement, d'une tâche ou d'un groupe de tâche. C'est la méthode la plus subjective, mais elle n'en est pas pour autant moins pertinente que les autres, c'est même loin d'être la plus mauvaise ! Un expert n'a en effet aucun mal à estimer en un coup d'œil l'avancement physique total de la réalisation d'un gigantesque viaduc par exemple.

Bien souvent, son évaluation à partir de la réalité du terrain est bien plus juste que tous les calculs et modélisations théoriques que l'on peut faire. Cette méthode est aussi la plus simple à mettre en œuvre, et la plus utilisée dans la pratique (par manque de temps pour faire autrement). L'aspect subjectif de cette méthode est un inconvénient.

## 8.4.3 Le coût prévisionnel final (CPF) des heures d'ingénierie

Il provient du travail des ressources humaines, c'est-à-dire des consommations d'heures. De plus, il intègre des frais de : missions, télécommunication, documentation, informatique...

Les heures d'ingénierie intègrent les heures du bureau d'études, de consultations et relances des fournisseurs, du chantier et de la mise en service, ainsi que le management.

Le coût de la main-d'œuvre est calculé par la formule :

$$\text{Coût} = \text{heures} \times \text{taux horaire}$$

Les taux horaires sont calculés par les formules suivantes, pour une période donnée :

$$\text{Taux individuels} = (\text{Salaire} + \text{Charges}) / \text{Nombre d'heures réalisées} :$$

$$\text{Taux moyens par catégorie} = \text{Masse salariale par catégorie} / \text{Nombre d'heures réalisées de la catégorie} ;$$

$$\text{Taux par service} = \text{Masse salariale par service} / \text{Nombre d'heures réalisées par service}$$

Les taux horaires peuvent être :

- ▶ Réduits : ils ne prennent en compte que les salaires et les charges sociales.
- ▶ Environnés : ils prennent de plus en compte les charges telles que le loyer, les frais de téléphone, de télécopie, courriers.
- ▶ Complètes : on applique au taux unitaire un coefficient de structure représentatif des frais généraux de la société.

Il convient de mettre en place un système de relevé d'heures. Des feuilles d'affectation individuelles doivent être remplies et fournies au contrôleur de projet une fois par semaine ou une fois par mois, par l'intermédiaire du système d'information généralement.

Pour les études et services sous-traités, les engagements de dépenses sont utilisés pour calculer le CPF.

Les tâches doivent avoir un début et une fin identifiés par des livrables, un seul responsable, un contenu clairement défini.

Afin de ne pas multiplier le nombre de tâches, il est préférable que le circuit de validation des documents soit inclus dans les tâches du planning, notamment pour la mesure de l'avancement physique.

Par exemple :

- ▶ 1<sup>re</sup> émission : % d'avancement = 20 % ;
- ▶ 1<sup>re</sup> révision avec prise en compte des commentaires : % d'avancement = 50 % ;
- ▶ révision bon pour exécution : % d'avancement = 75 % ;
- ▶ mise à jour finale : % d'avancement = 100 %.

Les pourcentages étant déterminés par le nombre d'heures pour les atteindre.

Maximalisation de la productivité			
Formule générale	Formule détaillée	Sens de variation nécessaire	Comment ?
Productivité = $\frac{\% \text{ Avancement physique (Avct } \varphi)}{\text{Travail total réestimé}}$	$\frac{\text{Travail réalisé}}{\text{Travail total réestimé}}$		Mieux s'organiser Diminuer la limite de fourniture
Productivité = $\frac{\% \text{ Avancement en Heures (Avct H)}}{\text{Heures totales réestimées}}$	$\frac{\text{Heures dépensées}}{\text{Heures totales réestimées}}$		Mieux imputer, gérer Se laisser la possibilité de travailler plus

Figure 8.8 Une façon d'optimiser la productivité

« Dites-moi comment vous mesurez ma performance,  
je vous dirai comment je me comporterai. »

Eliyahu M. Goldratt

Le CPF est calculé par les formules suivantes :

$$\text{CPF} = \frac{\text{Déjà fait}}{\% \text{ d'avancement physique}} \quad \text{ou} \quad \text{CPF} = \text{Déjà fait} + \text{Reste à Faire}$$

L'unité d'œuvre est l'heure pour le calcul du CPF.

## 8.4.4 Le coût prévisionnel final (CPF) des équipements et matériels banalisés

### ◆ Le CPF des équipements

Les équipements principaux, par leurs caractéristiques techniques, ne peuvent en aucun cas être remplacés par d'autres équipements, ils sont dits « Itémisés ». Les coûts d'approvisionnement peuvent représenter jusqu'à 80 % du montant de l'ouvrage.

Les différentes étapes de l'approvisionnement d'un équipement sont :

- ▶ **les études de principes** : qui définissent les paramètres les plus significatifs des équipements ;
- ▶ **les études de base** : qui conduisent à la rédaction des spécifications particulières et des réquisitions d'achat ;
- ▶ **les études de détail** : qui placent les équipements dans leur environnement fonctionnel ;
- ▶ **l'appel d'offres** : auprès des fournisseurs ;
- ▶ **le tableau de comparaison des offres** ;
- ▶ **la commande** ;
- ▶ **la fabrication** ;
- ▶ **les avenants** ;
- ▶ **le conditionnement** ;
- ▶ **le transport.**

Pour les tâches de fabrication, il est difficile d'utiliser l'avancement physique et les heures consommées pour calculer le CPF, du fait de la transparence des

fournisseurs qui n'est pas toujours claire. Cependant la méthode des jalons intermédiaires peut être utilisée avec des jalons convenus éventuellement avec les fournisseurs.

La méthode à utiliser pour calculer le CPF est celle du reste à engager.

L'unité d'œuvre est l'euro (la devise du projet) pour le calcul du CPF.

### ◆ **Le coût prévisionnel final des matériels banalisés (en vrac)**

Il s'agit de tous les matériels qui constituent l'environnement fonctionnel des équipements principaux.

Ce type de matériel se définit par des quantités :

- ▶ matériel électrique : câbles, armoires, disjoncteurs, transformateurs, tableaux...
- ▶ matériels d'instrumentation : câbles, instruments de contrôle, tableaux...
- ▶ tuyauterie : tuyaux en carbone, acier ou fonte, vannes, robinets...
- ▶ charpente métallique : charpente, serrurerie...
- ▶ etc.

Ces matériels sont approvisionnés auprès de fournisseurs spécialisés, souvent sous la forme de commandes ouvertes.

Au cours du cycle des études de base puis de détails, il est procédé à plusieurs campagnes de métrés sur les quantités.

Comme l'approvisionnement des matériels banalisés est composé d'une multitude de commandes à un grand nombre de fournisseurs, il est difficile de déterminer l'avancement physique.

D'autant plus que l'on distingue trois types de commandes :

- ▶ **Globale** : elles représentent directement un coût engagé.
- ▶ **Ouverte** : l'acheteur s'engage sur un montant correspondant à un quantitatif minimal, sachant que ce quantitatif peut évoluer, notamment pendant les études de détail. L'avancement physique correspond au montant des matériels livrés par rapport au total des matériels prévus à date.
- ▶ **De secours** : pour lesquelles le délai compte souvent plus que le coût.

La ligne budgétaire du matériel banalisé est composée de deux termes :

- ▶ la quantité unitaire ;
- ▶ le prix unitaire.

La méthode à utiliser pour calculer le CPF est celle du reste à engager.

L'unité d'œuvre est l'euro (la devise du projet) pour le calcul du CPF.

### 8.4.5 Le coût prévisionnel final des marchés de travaux

Il s'agit de la mise en place, par le maître d'œuvre, du montage et de la mise en service des équipements sur le lieu géographique requis par le client.

Les travaux s'organisent en trois grandes catégories :

- ▶ travaux publics et génie civil ;
- ▶ montage ;
- ▶ mise en service.

Ils sont confiés à un petit nombre d'entreprises, souvent avec plusieurs niveaux de sous-traitance.

La tenue des délais, et donc la productivité, est d'une importance majeure sur un chantier.

L'avancement physique des tâches de construction est mesuré par la méthode unité équivalente : mL, tonnes, m<sup>3</sup>, nombre de pouces équivalents soudés... Il convient de mettre en place un système de relevé des quantités réalisées (sachant que les budgets sont préalablement demandés aux sous-traitants). Des feuilles d'affectation par société sous-traitante doivent être remplies et fournies au contrôleur de projet une fois par semaine, via le système d'information si possible. De même pour les heures.

La méthode à utiliser pour calculer le CPF est une combinaison du reste à engager et du RAF en heures.

L'unité d'œuvre est l'euro (la devise du projet) et l'heure pour le calcul du CPF.

### 8.4.6 La méthode du reste à faire (RAF) par l'exemple

- ▶ Soit le récepteur du RADAR, composé des équipements suivants :
  - ▼ amplificateur faible bruit ;
  - ▼ mélangeur ;
  - ▼ amplis divers ;
  - ▼ connectique.
- ▶ Les tâches se déclinent en études, fabrication, montage et essais.
- ▶ Le planning ainsi que les lignes budgétaires sont présentés à la figure 9.9.

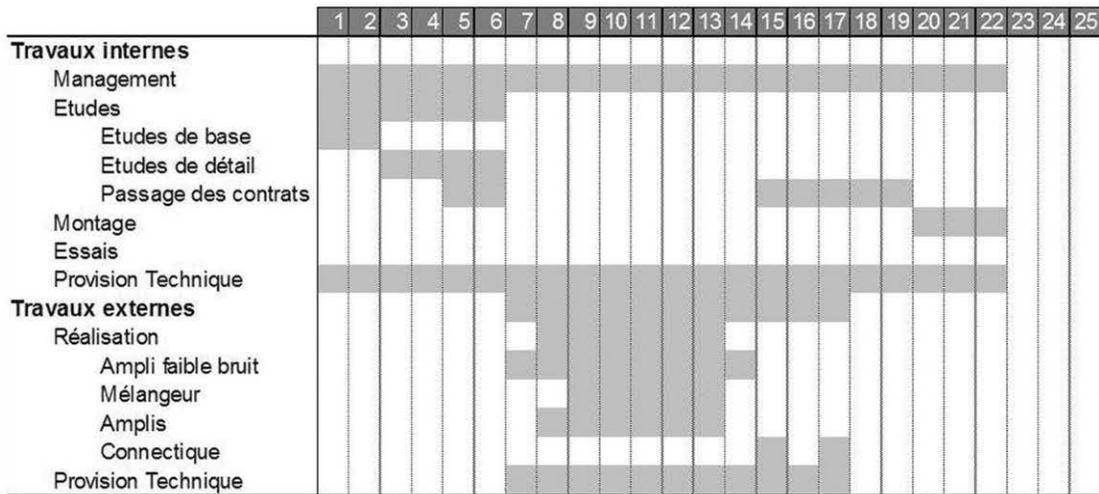


Figure 8.9 Planning et lignes budgétaires

- ▶ L'avancement physique pour le management est un avancement de type niveau d'effort. On considère que cette tâche est gérée parfaitement en termes de consommation d'heures tout au long du projet.
- ▶ Le taux horaire moyen est de 80 €/heure.
- ▶ Les études de base sont estimées à 300 heures.
- ▶ Les études de détail comprennent :
  - ▼ 4 plans : budgétés à 250 heures, soit 63 heures par plan ;
  - ▼ 4 notes de calcul : budgétées à 250 heures, soit 63 heures par note ;
  - ▼ 1 procédure de test budgétée à 100 heures.
- ▶ Le passage des contrats est estimé à 300 heures.
- ▶ Le montage correspond à une charge de 1 000 heures.
- ▶ Les essais sont budgétés à 450 heures.
- ▶ L'amplificateur faible bruit est commandé au mois 7, le montant budgété est de 60 K€.
- ▶ Le mélangeur est commandé au mois 9, le montant budgété est de 130 K€.
- ▶ Les amplis sont commandés au mois 8, le montant budgété est de 70 K€.
- ▶ La connectique est commandée au mois 15 puis au mois 17, le montant budgété est de 20 K€.
- ▶ Le montant des provisions est de 300 heures pour les travaux internes, et de 12 K€ pour les travaux externes, elles sont réparties au prorata des dépenses.

Le budget initial est présenté ci-dessous (figure 8.10), avec :

$$\text{Coût de revient} = \text{Heures} * \text{Taux horaire moyen}$$

**Taux horaire moyen = 80 €/heure**

	Heures	Coût de Revient (k€ HT)
<b>Travaux internes</b>	<b>6250</b>	<b>500</b>
Management	3300	264
Etudes	<b>1200</b>	<b>96</b>
Etudes de base	300	24
Etudes de détail	600	48
Passage des contrats	300	24
Montage	1000	80
Essais	450	36
Provision Technique	300	24
<b>Travaux externes</b>		<b>292</b>
Réalisation		<b>280</b>
Ampli faible bruit		60
Mélangeur		130
Amplis		70
Connectique		20
Provision Technique		12
<b>Total</b>		<b>792</b>

Figure 8.10 Budget initial

Ce budget est étalé dans le temps, en engagés, comme suit (figure 8.11).

La valeur prévue correspond au cumul des dépenses.

La courbe en S de la VP est présentée à la figure 8.12.

## Budget Initial en engagé (K€ HT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12			
Conception																									
Etudes de base	12	12																							
Etudes de détail			12	12	12	12																			
Passage des contrats					12	12																			
Montage															16	16	16	16	16						
Essais																				12	12	12			
Provision Technique	1,21	1,21	1,21	1,21	1,82	1,82	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,21	1,21	1,21		
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit							60																		
Mélangeur									130																
Amplis								70																	
Connectique															10		10								
Provision Technique							2,57	3	5,57	0	0	0	0	0	0,43	0	0,43								
<b>Total</b>	25,2	25,2	25,2	25,2	37,8	37,8	75,2	85,6	148	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	39,8	29,4	39,8	29,4	29,4	25,2	25,2	25,2	0	0	0
<b>Valeur Prévue</b>	25,2	50,4	75,6	101	139	176	252	337	485	498	511	523	536	548	588	618	658	687	716	742	767	792	792	792	792

Figure 8.11 Budget initial en engagés

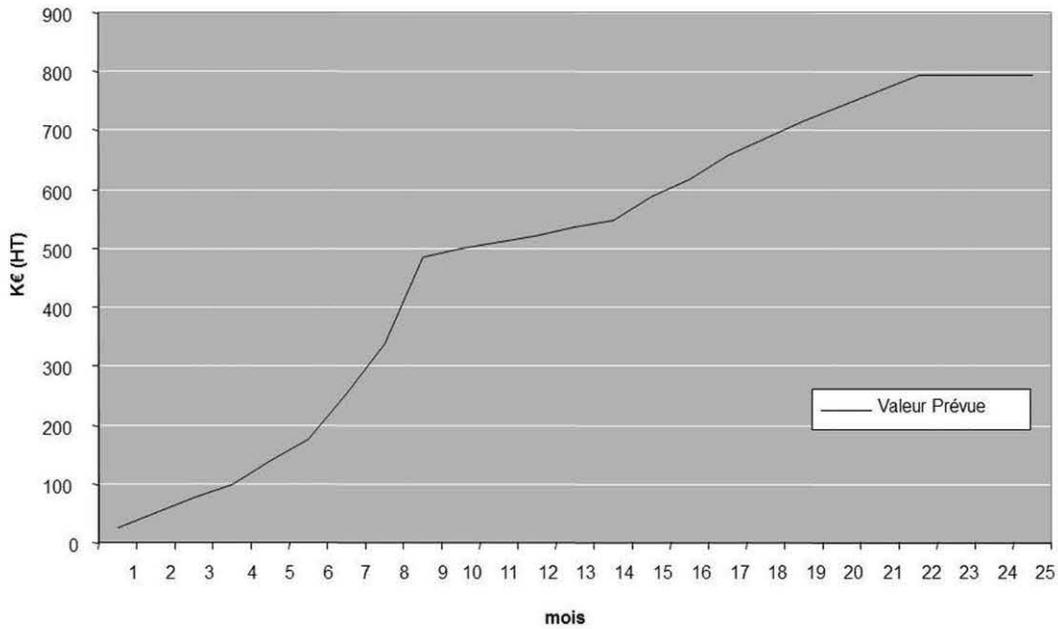


Figure 8.12 Courbe en S de la VP

#### ◆ Un point est effectué au mois 4

Le client demande des pièces de rechanges supplémentaires pour une valeur de 80 K€, la négociation consomme 20 heures de management. Les pièces de rechange doivent être livrées pendant le montage, au 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> mois du montage.

De plus, le responsable du lot conception a oublié une carte électronique dans l'amplificateur faible bruit. Elle coûte 6 K€ et 150 heures d'études de détail. Le chef de projet estime que le responsable achat de l'amplificateur faible bruit ne doit pas être pénalisé, contrairement au chargé d'études. Le budget à date est immédiatement modifié comme suit (figure 8.13).

L'avenant pour les pièces de rechange est pris en compte dans les évolutions du budget initial.

Concernant l'oubli de la carte électronique de l'amplificateur faible bruit, l'acheteur voit son budget augmenté de 6 K€, somme prise dans la provision technique travaux externes. Il est à noter que le budget du chargé d'étude de détail n'est pas modifié, puisqu'il est jugé responsable de cet oubli.

Le budget à date est étalé dans le temps comme suit (figure 8.14).

	Budget Initial		Evolutions		Budget à Date	
	Heures	CR (K€ HT)	Heures	CR (K€ HT)	Heures	CR (K€ HT)
<b>Travaux internes</b>	<b>6250</b>	<b>500</b>	<b>20</b>	<b>1,6</b>	<b>6270</b>	<b>501,6</b>
Management	3300	264	20	1,6	3320	265,6
Conception	<b>1200</b>	<b>96</b>		<b>0</b>	<b>1200</b>	<b>96</b>
Etudes de base	300	24		0	300	24
Etudes de détail	600	48		0	600	48
Passage des contrats	300	24		0	300	24
Montage	1000	80		0	1000	80
Essais	450	36		0	450	36
Provision Technique	300	24		0	300	24
<b>Travaux externes</b>		<b>292</b>		<b>80</b>		<b>372</b>
Réalisation		<b>280</b>		<b>86</b>		<b>366</b>
Ampli faible bruit		60		6		66
Mélangeur		130		0		130
Amplis		70		0		70
Rechanges		0		80		80
Connectique		20		0		20
Provision Technique		12		-6		6
<b>Total</b>	<b>6250</b>	<b>792</b>	<b>20</b>	<b>81,6</b>	<b>6270</b>	<b>873,6</b>

Figure 8.13 Budget modifié

## Budget à date en engagé (K€ HT)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12	12	12	12	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1			
Conception																									
Etudes de base	12	12																							
Etudes de détail			12	12	12	12																			
Passage des contrats					12	12																			
Montage															16	16	16	16	16						
Essais																				12	12	12			
Provision Technique	1,21	1,21	1,21	1,21	1,81	1,81	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,21	1,21	1,21			
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit							66																		
Mélangeur									130																
Amplis								70																	
Rechanges															80										
Connectique															10		10								
Provision Technique							1,08	1,15	2,13	0	0	0	0	0	1,48	0	0,16								
<b>Total</b>	25,2	25,2	25,2	25,2	37,9	37,9	79,8	83,8	145	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	121	29,5	39,7	29,5	29,5	25,3	25,3	25,3	0	0	0
<b>Valeur Prévue à date</b>	25,2	50,4	75,6	101	139	177	256	340	485	498	510	523	536	549	670	699	739	768	798	823	848	874	874	874	874

Figure 8.14 Budget à date en engagé étalé dans le temps

Les courbes sont présentées ci-dessous (figure 8.15) :

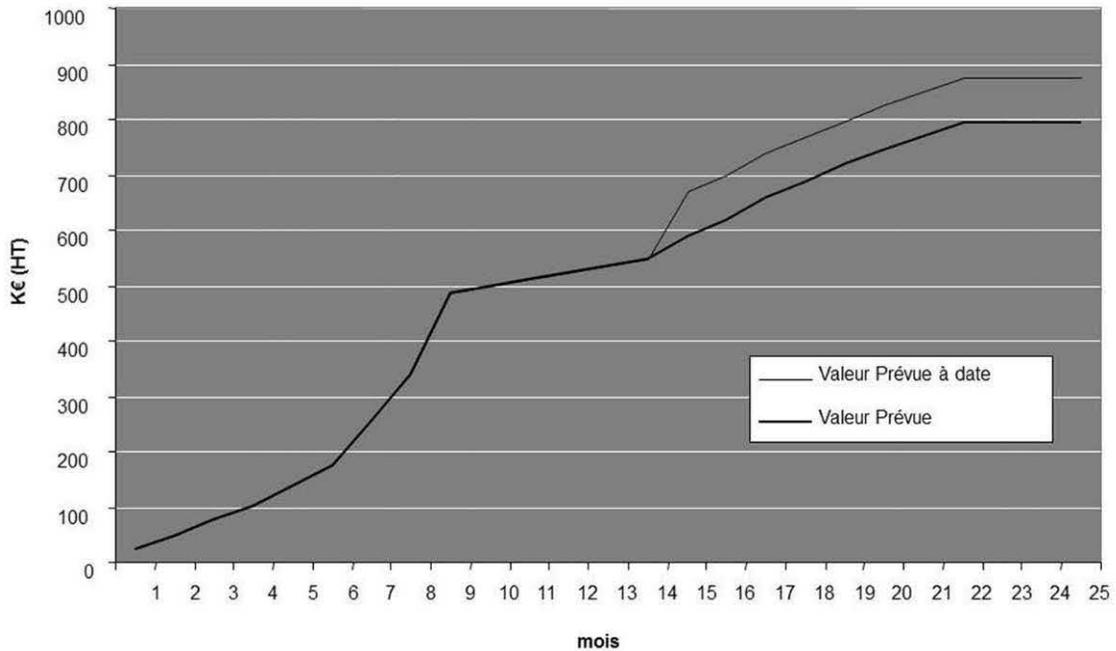


Figure 8.15 Courbes modifiées

De plus, au mois 4 :

- ▶ les études de base sont terminées mais ont nécessité 50 heures ;
- ▶ pour les études de détail : 3 plans sont réalisés, ainsi que 2 notes de calcul ;
- ▶ les contrats sont passés, et ont nécessité 200 heures.

#### ◆ On peut donc calculer la valeur acquise

Études de base : VA (de la période) = 300 (heures) × 0,08 = 24 K€, soit 12 K€ par mois.

Études de détail :

- ▶ plans : VA (de la période) = 63 (heures) × 3 (plans) = 189 heures ;
- ▶ note de calcul : VA (de la période) = 63 (heures) × 2 (notes) = 126 heures.

Soit une VA (de la période) de 315 heures pour les études de détail. Comme la tâche s'étale sur deux mois, cela fait 157,5 heures par mois, soit 12,6 K€ par mois.

Passage des contrats : VA (de la période) = 300 heures, soit 24 K€.

Ceci est résumé à la figure 8.16.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1			
Conception																									
Etudes de base	12	12																							
Etudes de détail			12,6	12,6																					
Passage des contrats				24																					
Montage																									
Essais																									
Provision Technique	0	0	0	0																					
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit																									
Mélangeur																									
Amplis																									
Rechanges																									
Connectique																									
Provision Technique																									
<b>Total</b>	24,1	24,1	24,7	48,7																					
<b>Valeur Acquise</b>	24,1	48,1	72,8	121																					

Figure 8.16 Valeur acquise

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1			
Conception																									
Etudes de base	25	25																							
Etudes de détail			12	12																					
Passage des contrats				16																					
Montage																									
Essais																									
Provision Technique	0	0	0	0																					
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit																									
Mélangeur																									
Amplis																									
Rechanges																									
Connectique																									
Provision Technique																									
<b>Total</b>	37,1	37,1	24,1	40,1																					
<b>Valeur Réelle</b>	37,1	74,1	98,2	138																					

Figure 8.17 Valeur réelle

### ◆ Calculons maintenant la valeur réelle

Études de base : VR (de la période) = 50 heures.

Les études de détail se sont déroulées conformément au planning de référence, donc VR (de la période) = 24 K€, soit 12 K€ par mois.

Pour le passage des contrats : VR (de la période) = 200 heures, soit 16 K€ (voir figure 8.17).

La courbe de la figure 8.18 place le VP à date, VR et la VA sur un même graphique :

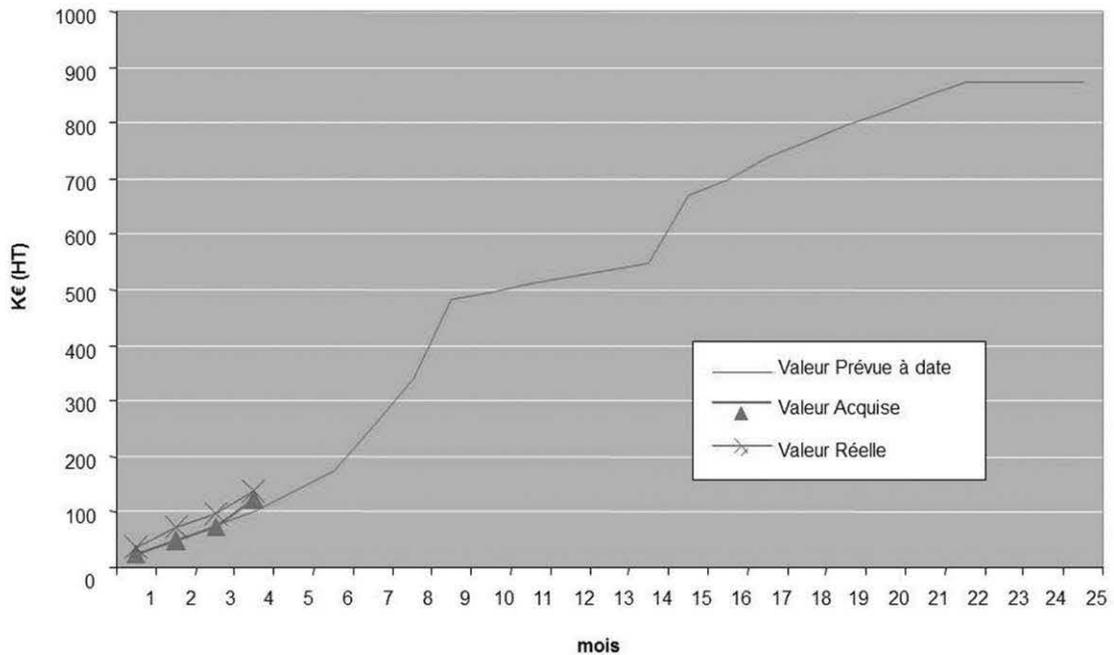


Figure 8.18 Courbe avec VP, VR et VA

### ◆ Situation à la fin du mois 8

À la fin du mois 8, les données recueillies sont les suivantes :

- ▶ Le dernier plan a été réalisé et a nécessité : 90 heures, il a pris un mois de retard.
- ▶ Les 2 notes de calcul ont été effectuées et ont nécessité 100 heures.
- ▶ La procédure de tests s'est déroulée comme prévu.
- ▶ Les commandes suivantes ont été passées au mois 8 :
  - ▼ ampli faible bruit = 60 K€,
  - ▼ amplis = 72 K€. Les négociations n'ont pu aboutir à un meilleur prix, le chef de projet décide de prendre 2 K€ sur la provision technique travaux externes.

### ◆ Calcul de la VA (voir figure 8.19)

Études de détail :

- ▶ plan : 1 plan soit 63 heures, et VA (de la période) = 5,04 K€ ;
- ▶ 2 notes de calcul :  $2 \times 63$  (heures) = 126 heures, et VA (de la période) = 10,08 K€ ;
- ▶ procédure de tests, 100 heures, soit VA (de la période) = 8 K€.

Soit une VA totale (de la période) = 23,1 K€, soit 7,6 K€ par mois :

- ▶ ampli faible bruit : VA (de la période) = 66 K€ (la valeur du budget) ;
- ▶ amplis : VA (de la période) = 70 K€.

Il est à noter que 2 K€ ont été consommés dans la provision technique travaux externes.

### ◆ Calcul de la VR (voir figure 8.20)

Études de détail :

- ▶ plan : 90 heures, soit VR (de la période) = 7,2 K€ ;
- ▶ 2 notes de calcul : 100 heures, soit VR (de la période) = 8 K€ ;
- ▶ procédure de tests : 100 heures, soit VR (de la période) = 8 K€.

Soit un total de VR (de la période) = 23,2 K€, soit 7,3 K€ pour les 3 mois :

- ▶ ampli faible bruit : VR (de la période) = 60 K€ (montant de la commande).
- ▶ amplis : VR (de la période) =  $(72 - 2) = 70$  K€. Sachant que 2 K€ sont dépensés sur la ligne budgétaire « Provision technique travaux externes ».

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1			
Conception																									
Etudes de base	12	12																							
Etudes de détail			12,6	12,6	7,6	7,6	7,6																		
Passage des contrats				24																					
Montage																									
Essais																									
Provision Technique	0	0	0	0	0	0	0	0																	
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit								66																	
Mélangeur																									
Amplis								70																	
Rechanges																									
Connectique																									
Provision Technique								2																	
<b>Total</b>	24,1	24,1	24,7	48,7	19,7	19,7	19,7	150																	
<b>Valeur Acquise</b>	24,1	48,1	72,8	121	141	161	181	331																	

Figure 8.19 Valeur acquise

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1			
Conception																									
Etudes de base	25	25																							
Etudes de détail			12	12	7,73	7,73	7,73																		
Passage des contrats				16																					
Montage																									
Essais																									
Provision Technique	0	0	0	0	0	0	0	0																	
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit								60																	
Mélangeur																									
Amplis								70																	
Rechanges																									
Connectique																									
Provision Technique								2																	
<b>Total</b>	37,1	37,1	24,1	40,1	19,8	19,8	19,8	144																	
<b>Valeur Réelle</b>	37,1	74,1	98,2	138	158	178	198	342																	

Figure 8.20 Valeur réelle en engagés

On obtient donc les courbes suivantes (figure 8.21) :

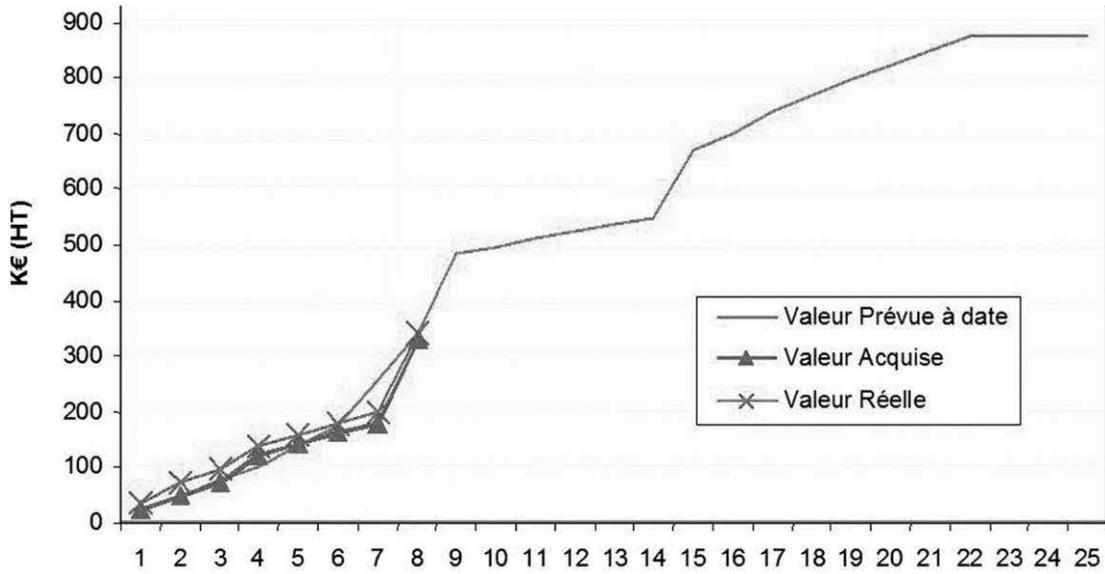


Figure 8.21 Courbe avec VP, VR et VA

### ◆ L'analyse des variances

L'analyse des variances se présente ainsi :

$\text{Variance coûts} = VA - VR \rightarrow \% \text{ Variance coût} = 100 * (VA - VR) / VA$ $\text{Variance délais} = VA - VP \rightarrow \% \text{ Variance délais} = 100 * (VA - VP) / VP$
--

La synthèse des variances se traduit par le tableau ci-dessous (figure 8.22) :

Synthèse Variances

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Valeur Prévues à date	25	50	76	101	139	177	256	340	485	498	510	523	536	549	670	699	739	768	798	823	848	874	874
Valeur Acquise	24	48	73	121	141	161	181	331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valeur Réelle	37	74	98	138	158	178	198	342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variance Coûts	-13	-26	-25	-17	-17	-17	-17	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variance Délais	-1	-2	-3	21	2	-16	-76	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 8.22 Synthèse variances

Le projet est en retard et en surcoût, mais faiblement. Il est à noter que la méthode présentée ici utilise les engagements de dépenses. Il est possible d'utiliser les coûts encourus au lieu des engagements. Cela dépend de la sensibilité du coûteneur et des méthodes de l'entreprise. Mais il faut savoir que parfois, en termes de variances, les résultats sont opposés d'une méthode à l'autre !

### ◆ Estimation du reste à faire (RAF)

Il est constitué des heures restantes valorisées pour les travaux internes, et du reste à engager pour les travaux externes, à partir de la VR.

L'échéancier du RAF est présenté à la figure 8.23.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Travaux internes</b>																									
Management	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1			
Conception																									
Etudes de base	25	25																							
Etudes de détail			12	12	7,73	7,73	7,73																		
Passage des contrats				16																					
Montage															16	16	16	16	16						
Essais																				12	12	12			
Provision Technique	0	0	0	0	0	0	0	0	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
<b>Travaux externes</b>																									
Réalisation																									
Ampli faible bruit								60	0	0	0	0	0	0											
Mélangeur									130	0	0	0	0												
Amplis								70	0	0	0	0	0												
Rechanges															80	0	0								
Connectique															10		10								
Provision Technique								2	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44								
<b>Total</b>	37,1	37,1	24,1	40,1	19,8	19,8	19,8	144	144	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	120	30,2	40,2	29,8	29,8	25,8	25,8	25,8	0	0	0
<b>Reste à Faire</b>	37,1	74,1	98,2	138	158	178	198	342	486	500	514	529	543	557	677	708	748	778	807	833	859	885	885	885	885

Figure 8.23 Échéancier du RAF

La courbe du RAF qui est le prolongement de la VR est présentée à la figure 8.24.

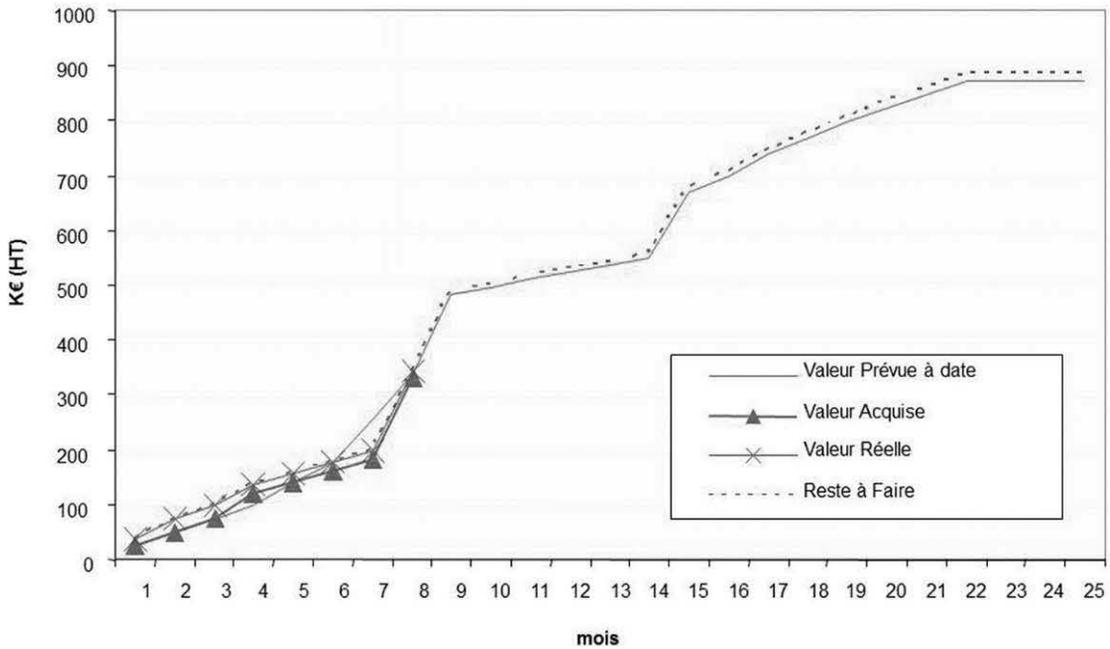


Figure 8.24 Courbe du RAF

Il est à noter que la granularité de pilotage de l'exemple est de 4 mois ! Dans un cas réel (ou le nombre de tâches est beaucoup plus important) elle doit être mensuelle, voire hebdomadaire sur un chantier (voir figure 8.25 page suivante).

## 8.5 La méthode de la valeur acquise

### ↳ La méthode de la valeur acquise

.....  
Elle est efficace pour des heures d'ingénierie et de services.

C'est la méthode du DoD (*Department of Defense*) aux USA, très proche de celle du reste à faire.

### 8.5.1 Généralités

Il est établi que le contrôle des coûts ou la coùtenance (axé sur les prévisions, le futur) ce n'est pas le suivi du budget de ses évolutions et des dépenses (axé sur le passé).

Les fameuses courbes en S de la valeur acquise (méthode Earned Value Management ou EVM) constituent un bon indicateur pour le pilotage économique du projet. Cette méthode et ses nuances sont détaillées dans les paragraphes qui suivent.

A la fin du mois 8

	Budget Initial		Evolutions		Budget à Date		Déjà fait		% Avancement physique	Reste à faire		Coût Prévisionnel Final		Ecart CR (K€ HT)	Variation %
	Heures (1)	CR (K€ HT) (2)	Heures (3)	CR (K€ HT) (4)	Heures (1+3)	CR (K€ HT) (5)=(2+4)	Heures (6)	CR (K€ HT) (7)		Heures (8)	CR (K€ HT) (9)	Heures (6+8)	CR (K€ HT) (10)=(7+9)		
<b>Total</b>	<b>6 250</b>	<b>792</b>	<b>20</b>	<b>82</b>	<b>6 270</b>	<b>874</b>	<b>2 622</b>	<b>342</b>	<b>38%</b>	<b>3 863</b>	<b>543</b>	<b>6 485</b>	<b>885</b>	<b>11</b>	<b>1,3%</b>
<b>Travaux internes</b>	<b>6 250</b>	<b>500</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>6 270</b>	<b>502</b>	<b>2 622</b>	<b>210</b>	<b>38%</b>	<b>3 863</b>	<b>309</b>	<b>6 485</b>	<b>519</b>	<b>17</b>	<b>3,4%</b>
Management	3 300	264	20	2	3 320	266	1 207	97	36%	2 113	169	3 320	266	0	0,0%
Conception	1 200	96	0	0	1 200	96	1 415	113	100%	0	0	1 415	113	17	17,9%
Etudes de base	300	24	0	0	300	24	625	50	100%	0	0	625	50	26	108,3%
Etudes de détail	600	48	0	0	600	48	590	47	100%	0	0	590	47	-1	-1,7%
Passage des contrats	300	24	0	0	300	24	200	16	100%	0	0	200	16	-8	-33,3%
Montage	1 000	80	0	0	1 000	80	0	0	0%	1 000	80	1 000	80	0	0,0%
Essais	450	36	0	0	450	36	0	0	0%	450	36	450	36	0	0,0%
Provision Technique	300	24	0	0	300	24	0	0	0%	300	24	300	24	0	0,0%
<b>Travaux externes</b>		<b>292</b>		<b>80</b>		<b>372</b>		<b>132</b>	<b>37%</b>		<b>234</b>		<b>366</b>	<b>-6</b>	<b>-1,6%</b>
Réalisation		<b>280</b>		<b>86</b>		<b>366</b>		<b>130</b>	<b>37%</b>		<b>230</b>		<b>360</b>	<b>-6</b>	<b>-1,6%</b>
Ampli faible brut		60		6		66		60	100%		0		60	-6	-9,1%
Mélangeur		130				130		0	0%		130		130	0	0,0%
Amplis		70				70		70	100%		0		70	0	0,0%
Rechanges		0		80		80		0	0%		80		80	0	0,0%
Connectique		20				20		0	0%		20		20	0	0,0%
Provision Technique		12		-6		6		2	33%		4		6	0	0,0%

Figure 8.25 Exemple de tableau de bord coûts

L'idée de base est que l'avancement physique n'est pas représentatif des dépenses et qu'en regardant le passé (les dépenses) et le présent (l'avancement physique), on peut prévoir le futur (le coût prévisionnel final) en continuant comme on a commencé, avec un certain degré de précision.

La méthode de la valeur acquise est basée sur la mesure de la performance en termes de coûts et délais, de volume de travail. Sa finalité est d'estimer le coût prévisionnel final périodiquement et de le comparer au budget de référence à terminaison pour détecter les écarts au plus tôt afin de les corriger.

Il existe différents types de coûts : les coûts définis (au moment de la conception), les coûts engagés (que l'on s'engage à payer), les coûts facturés, payés et comptabilisés. La méthode s'applique sur les coûts engagés ou facturés, en fonction des informations dont on dispose. Pour comparer ce qui est comparable, pour tenir compte des fluctuations économiques, les dépenses doivent être « dés-actualisées » à chaque période de contrôle, si la durée du projet est importante (plusieurs années).

### 8.5.2 Glossaire des acronymes

Les principaux acronymes utilisés par la méthode de la valeur acquise sont présentés dans le tableau ci-dessous. Il a été choisi de leur laisser leur langue d'origine, car c'est dans cette langue qu'ils sont couramment utilisés.

<b>Base Budget</b>	Budget initial, correspondant un montant contractuel.
<b>COA</b>	Change Orders Authorized, ou avenants, changements autorisés, modifications du projet approuvées (écarts validés).
<b>BAC</b>	Budget At completion, c'est le budget à date à terminaison, incluant les avenants au contrat. Il correspond au budget initial, montant du contrat, plus les avenants.  BAC = Base Budget + COA
<b>PV</b>	Planned Value, c'est la valeur du budget à un instant t, correspondant à la période de contrôle. Elle représente « le travail que l'on aurait dû faire ». On l'appelle aussi budget encouru.
<b>AC</b>	Actual Cost, ou Dépensé, c'est le montant des dépenses à un instant t, correspondant à la période de contrôle. Il représente « ce que l'on a dépensé ».
<b>AD</b>	Actual Duration, c'est la durée écoulée depuis le début du projet, correspondant à la différence entre la date d'état du projet (AT) et la date de début du projet.
<b>AT</b>	Actual Time, c'est la date d'état ou de mise à jour du planning.
<b>EV</b>	Earned Value, ou Valeur acquise ou gagnée, c'est une notion de gain, de profit, de possession, de mérite ou de valeur. C'est la valeur du budget (BAC) correspondant à l'avancement physiquement effectué. Elle représente « le travail qui a réellement été accompli ».  EV = BAC x (% d'avancement physique)

<b>ES</b>	Earned Schedule, c'est la date du budget sur la courbe Planned Value (PV) correspondant à l'Earned Value (EV).
<b>SV</b>	Schedule Variance, ou écart de progression du travail. Il s'agit d'un écart de production, de productivité, à date. Cet écart est complémentaire au planning et à la méthode du chemin critique. $SV = EV - PV$
<b>CV</b>	Cost Variance, ou écart Coût, il traduit une déviation budgétaire, à date. Il représente, souvent, l'efficacité des ressources. $CV = EV - AC$
<b>SPI</b>	Schedule Performance Index, ou Indice de performance de production, d'efficacité (ce qui a été fait par rapport à ce qui aurait dû être fait). Ce ratio représente un risque de dépassement de la date prévisionnelle de fin de projet (ou d'un jalon intermédiaire) si le travail continue de se réaliser avec la même productivité. $SPI = EV / PV$
<b>CPI</b>	Cost Performance Index, ou indice de performance coûts, efficacité (ce qui a été fait par rapport à ce que cela a coûté). Ce ratio représente un risque de dépassement du coût prévisionnel final (EAC) si le projet continue comme il a commencé. $CPI = EV / AC$
<b>CSI</b>	Cost/Schedule Index, ou indice de performance coûts/délais, c'est un indice combiné. $CSI = CPI \times SPI$
<b>ETC</b>	Estimate to Complete, ou reste à faire, il correspond à une ré-estimation périodique du montant des travaux restants à réaliser. Le plus souvent, la formule utilisée est la suivante. $ETC = (BAC - EV) / CPI$ Attention, l'ETC ce n'est surtout pas $BAC - AC$ !
<b>EAC</b>	Estimate At completion, ou coût prévisionnel final. C'est une prévision du coût à terminaison. Plusieurs méthodes sont utilisées pour le calculer. La formule générale est la suivante. $EAC = AC + ETC$
<b>TAC</b>	Time At Completion, date de fin prévisionnelle ou budgétée, c'est à la valeur temporelle qui correspond au BAC.
<b>VAC</b>	Variation At completion, écart à terminaison entre le coût prévisionnel final et le budget à date à terminaison. $VAC = EAC - BAC$
<b>% VAC</b>	C'est la variation, au sens mathématique, de l'EAC par rapport au BAC. Elle représente le % d'augmentation de l'EAC par rapport au BAC. $\% VAC = (EAC - BAC) / BAC$

La courbe ci-après (figure 8.26) résume tous les acronymes de la méthode de la valeur acquise.

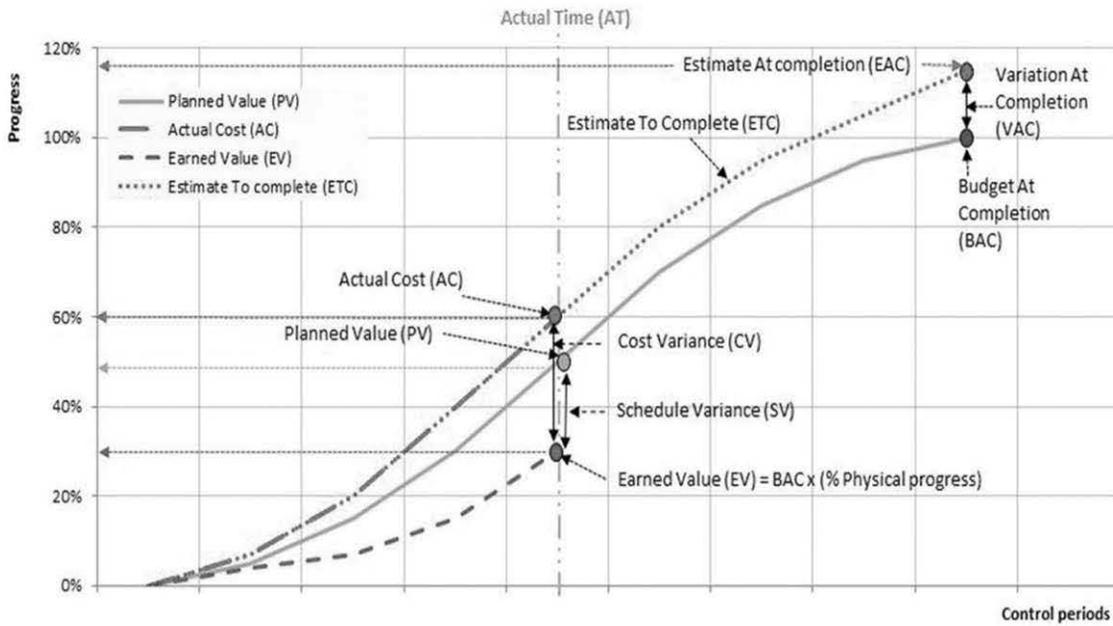


Figure 8.26 Courbes de la valeur acquise

On peut voir sur cette courbe de l'Actual Cost (AC) est prolongé par l'Estimate To Complete (ETC ou reste à faire) permettant de déterminer l'Estimate At Completion (EAC) et par voie de conséquence l'écart prévisionnel à terminaison (VAC). Les écarts à date Schedule Variance (SV) et Cost Variance (CV) sont aussi visibles. L'Earned Value (EV) donne directement le % d'avancement du projet ou d'un groupe de tâches. Comparé aux dépenses et au budget, l'EV donne une indication pertinente de la position du projet.

### 8.5.3 La méthode de la valeur acquise

Les écarts Schedule Variance (SV) et Cost Variance (CV) sont des indicateurs clés d'anticipation et d'alerte dans la méthode de la valeur acquise. Ils représentent des risques de dépassement à terminaison. Ce sont des écarts à date. Les différentes combinaisons possibles des résultats de ces écarts sont présentées ci-dessous (figure 8.27).

CV	SV	Interprétation
0	0	On cost ; On schedule
0	>0	On cost ; Ahead of schedule
0	<0	On Cost ; Behind Schedule
>0	0	Under Cost ; On schedule
>0	>0	Under Cost ; Ahead of schedule
>0	<0	Under Cost ; Behind Schedule
<0	0	Over Cost ; On schedule
<0	>0	Over Cost ; Ahead of schedule
<0	<0	Over Cost ; Behind Schedule

Figure 8.27 Indicateurs CV et SV

### Nota

« On » signifie que l'indicateur est atteint et conforme à la prévision de référence ;  
 « Ahead » signifie en avance ; « Behind » signifie en retard ; « Over » est utilisé pour la notion de surcoûts et « Under » pour la notion d'économie en termes de coûts.

La cause des écarts se situe dans le présent, elle se mesure avec les indicateurs SV (Schedule Variance) et CV (Cost Variance). Quand cette cause est identifiée, il faut la corriger par un plan d'action :

- ▶ soit au niveau des lignes budgétaires pour les aspects coûts ;
- ▶ soit au niveau du planning et des tâches élémentaires pour les aspects délais.

Les écarts en volume de travail sont donc utilisés pour détecter et mesurer les risques d'écarts qui forcément se situent à terminaison, tandis que les causes des écarts à terminaison sont déterminées au niveau des items de gestion élémentaires (lignes budgétaires ou tâches planning). Quand la cause d'un écart est trouvée à la source, les écarts et les dérives (écarts sur plusieurs périodes de contrôle) peuvent être corrigés.

Les écarts peuvent aussi se mesurer par l'intermédiaire des indicateurs de performance. Le tableau suivant (figure 8.28) présente la façon d'interpréter ces indicateurs.

Indicateurs de performance					
Nom	Acronyme	Formule	<1	>1	>1
Cost Performance Index	CPI	EV / AC	On costs	Over-costs	Under-costs
Schedule Performance Index	SPI	EV / PV	On schedule	Ahead of schedule	Behind schedule
Cost Schedule Index	CSI	CPI x SPI	On target performance	Above target performance	Behind target performance

Figure 8.28 Indicateurs de performance

La méthode de la valeur acquise (EVM, Earned Value Management) est donc utilisée pour calculer périodiquement le coût prévisionnel final du projet.

Il existe plusieurs méthodes pour calculer ce coût prévisionnel final (EAC, Estimate At Completion).

- ▶ Soit il est estimé manuellement, en listant tout ce qui reste à faire et en prolongeant la courbe des dépenses cumulées.
- ▶ Soit il est calculé en prenant en compte la performance actuelle à date (la valeur acquise), souvent en début de projet.
- ▶ Soit il est calculé en supposant que le projet va continuer d'évoluer comme il a commencé depuis le début en termes de coûts, c'est-à-dire en utilisant l'indice de performance cumulé (CPI, Cost Performance Index).

- ▶ Soit il est calculé en supposant que le projet va continuer d'évoluer comme il a commencé depuis le début en termes de coûts et de délais c'est-à-dire en utilisant les indices de performances cumulées coûts et délais (CPI et SPI, Schedule Performance Index).
- ▶ D'autres formules existent et prennent en compte les indices de performance mensuels (et non cumulés), mais leurs résultats sont moins fiables.

Les formules de calcul du coût prévisionnel final (EAC) sont présentées dans le tableau suivant (figure 8.29).

Méthode	Formule	Remarque
N°1	$EAC = AC + ETC$	Pour une ré-estimation "manuelle" de l'EAC
N°2	$EAC = AC + BAC - EV$	Souvent en début de projet
N°3	$EAC = AC + (BAC - EV) / CPI = BAC / CPI$	Avec prise en compte du CPI
N°4	$EAC = AC + ((BAC - EV) / (CPI \times SPI))$	Avec prise en compte du CPI et du SPI
N°5	$EAC = AC + ((BAC - EV) / (a \times CPI + b \times SPI))$	Avec souvent $a = 80\%$ et $b = 20\%$ ; $(a + b = 1)$

*D'autres méthodes de calcul de l'EAC existent, prenant en compte des paramètres non cumulés mais elles sont moins fiables*

Figure 8.29 Formules de la valeur acquise

### 8.5.4 La méthode Earned Schedule Management

Si la méthode Earned Value Management (EVM) permet de prévoir le coût prévisionnel final – en unité monétaire – en prolongeant la courbe des dépenses, elle ne permet pas de calculer la date prévisionnelle finale du projet ou d'un groupe de tâches (visions par lots, zones, produits ou activités) en volume de travail d'un point de vue temporel.

Si on analyse a posteriori l'évolution dans le temps de l'indice de performance délais cumulés (SPI), il est égal à 100 % à la fin du projet, même si le projet s'est terminé en retard. Ceci n'est pas le cas de l'indice de performance coût cumulé (CPI) qui, à terminaison, indique un dépassement des coûts.

La méthode ESM (Earned Schedule Management) découle de ce constat.

Elle est utilisée pour les projections à terminaison sur l'axe temporel, elle permet de prolonger la courbe de l'Earned Value (EV).

Fonctionnant sur les mêmes principes que la méthode de la valeur acquise (EVM), l'Earned Schedule Management (ESM) permet de prévoir la date de fin prévisionnelle du projet, en prenant en compte les volumes de travaux. On raisonne sur l'échelle des temps.

La figure suivante (figure 8.30) présente les acronymes et indicateurs de l'ESM.

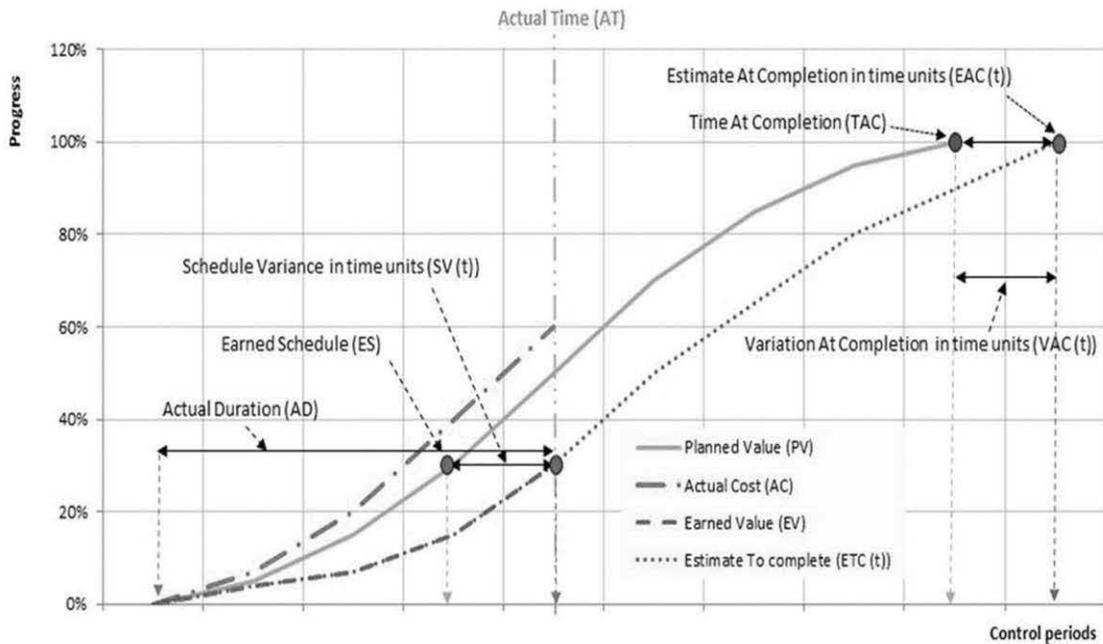


Figure 8.30 Earned Schedule Management (ESM)

Le tableau suivant (figure 8.31) présente les formules de calcul de la date de fin prévisionnelle [EAC (t)] par la méthode Earned Schedule Management (ESM).

Méthode	Formule	Remarque
N°1	$EAC(t) = AD + ETC(t)$	Pour une ré-estimation "manuelle" de l'EAC (t), avec $AD = AT - \text{Project start date}$
N°2	$EAC(t) = AD + TAC - ES$	Souvent en début de projet
N°3	$EAC(t) = AD + (TAC - ES) / (SPI \text{ ou } SPI(t) = TAC / (SPI \text{ ou } SPI(t)))$	Avec prise en compte du CPI
N°4	$EAC(t) = AD + ((TAC - ES) / (CPI \times SPI \text{ ou } SPI(t)))$	Avec prise en compte du CPI et du SPI
N°5	$EAC(t) = AD + ((TAC - ES) / (a \times CPI + b \times (SPI \text{ ou } SPI(t))))$	Avec souvent $a = 80\%$ et $b = 20\%$ ; $(a + b = 1)$

*D'autres méthodes de calcul de l'EAC (t) existent, prenant en compte des paramètres non cumulés mais elles sont moins fiables*

Figure 8.31 Formules de calcul de l'EAC (t) par la méthode ESM

Il faut donc utiliser conjointement les 2 méthodes (EVM et ESM) pour obtenir des points à terminaison qui représentent les prévisions en unités monétaire et temporelle, prévisions effectuées en volume de travail.

Quand on couple ces deux valeurs à terminaison issues des méthodes EVM et ESM sur les courbes en S, on obtient un point qui représente la prévision à terminaison coûts et délais.

On appelle ce point « le point final du projet » (ou project final point).

La figure suivante (figure 8.32) illustre cette notion de point final du projet.

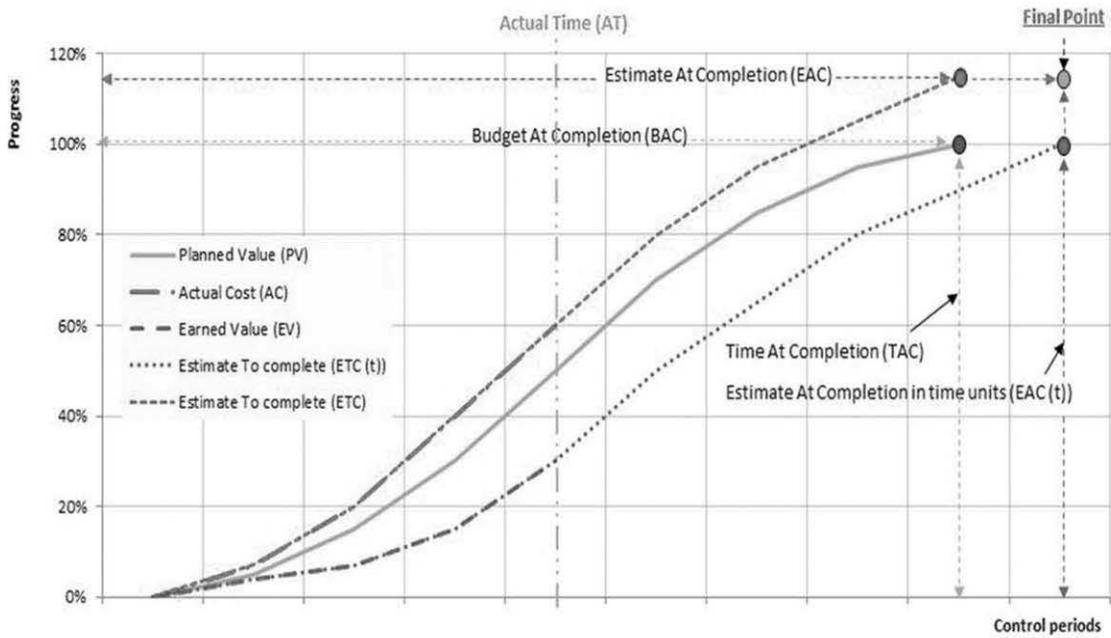


Figure 8.32 Project final point (EVM & ESM)

Globalement, on applique donc la méthode Earned Value Management (EVM) pour les prévisions en unités monétaires couplée à la méthode Earned Schedule Management (ESM) pour les prévisions temporelles.

Localement, pour prévoir un chemin de tâches permettant d'atteindre la date de fin au plus tôt du projet, pour trouver la cause des écarts délais et les corriger, on applique la méthode du chemin critique au sein du réseau logique du planning.

### 8.5.5 La courbe de référence au plus tard

La courbe de référence est calée au plus tôt (PV, Planned Value), par rapport à la logique du planning, ce qui se comprend bien, car un planning sans marge a toutes les chances d'impacter la date « fin prévisionnelle de référence ».

Les courbes en S de la valeur acquise peuvent aussi être complétées par la courbe en S de référence au plus tard, afin de mesurer une marge en volume de travail et par voie de conséquence une enveloppe au-delà de laquelle le retard délai et le surcoût ne sont plus rattrapables.

La figure suivante (figure 8.33) met en évidence la courbe de référence au plus tard.

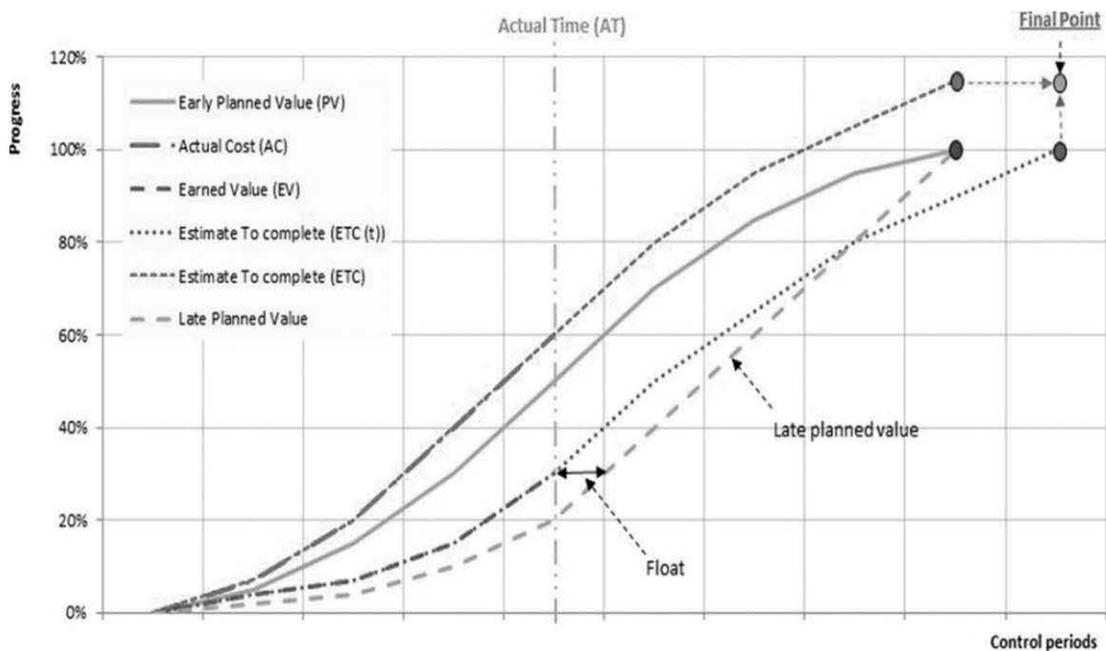


Figure 8.33 Courbe de référence au plus tard

### 8.5.6 Pertinence de la méthode

Pour que les méthodes de la valeur acquise (EVM et ESM) soient pertinentes, il faut que le réseau logique des tâches planning et chaque chemin de ce réseau soient continus et séquentiels du début à la fin des points de mesure (jalons intermédiaires) ; sachant qu'il est préférable de n'utiliser que des liens logiques de types « Fin-Début » entre les tâches du planning. Tous les scénarios et combinaisons peuvent en effet être modélisés avec ce type de lien « Fin-Début », en ajoutant, par exemple, des tâches. Cela permet d'expliquer tous les chemins dans le détail, toutes les contraintes logiques, sans les masquer, en favorisant des chemins de tâches séquentiels et continus.

L'expérience montre que ces prévisions atteignent une précision de l'ordre de plus ou moins 10 % dès que le projet atteint un pourcentage d'avancement supérieur ou égal à 20 %. À partir de cet avancement, les prévisions sont stables.

Couplées à la méthode du chemin critique, ces méthodes de la valeur acquise constituent de véritables signaux d'alertes anticipés et permettent de détecter au plus tôt les écarts coûts et délais à date et à terminaison afin d'être en mesure de mettre en œuvre un plan d'action pour les corriger.

### Résumé du paragraphe

#### **Pourquoi les méthodes EVM et ESM ?**

- Car les dépenses sont non représentatives de l'avancement.
- Pour répondre à la question : où va-t-on si on continue comme on a commencé ?

#### **Sur quoi s'appliquent les méthodes ?**

- Sur les coûts engagés ou facturés – selon les informations dont on dispose.
- Sur la vision interne (orientée entreprise) ou externe (orientée client et contractants) du projet. Dans le cas de l'application de la méthode en externe (projet), il faut prendre en compte les types de contrats :
  - > Contrat au bordereau, on obtient des prévisions à terminaison,
  - > Contrat au forfait, on obtient une évaluation des risques à terminaison.
- Sur toutes les phases, études, approvisionnements et essais.

#### **Précisions et conclusion**

- Les méthodes EVM et ESM permettent la détection des écarts en volume de travail à terminaison.
- Les méthodes EVM et ESM sont complémentaires, elles aboutissent au point final du projet.
- La méthode du chemin critique reste indispensable.
- Les méthodes sont fiables et stables à +/- 10 % à partir de 20 % d'avancement.

## 8.5.7 Étude de cas

### ◆ Définir le statut du projet à un instant $t$

#### Initialisation

En partant des études de base d'un système mécanique du RADAR, il convient tout d'abord d'établir la liste des tâches.

Ces tâches sont les suivantes :

- ▶ note de calcul ;
- ▶ études de procédés ;
- ▶ spécification ;
- ▶ estimation des quantitatifs (BOQ) ;
- ▶ diagrammes des flux.

L'ingénieur 1 est affecté à 100 % de son temps sur ces tâches.

Le planning du projet est présenté au tableau 8.1.

Tableau 8.1 Planning du projet

Tâches	Ressource	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Note de calcul	Ingénieur 1						
Étude de procédés	Ingénieur 1						
Spécification	Ingénieur 1						
Estimation des quantitatifs	Ingénieur 1						
Diagrammes de flux	Ingénieur 1						

Le budget en heures est défini conformément au planning indiqué au tableau 8.2.

Tableau 8.2 Budget (en heures)

Tâches	Ressource	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Note de calcul	Ingénieur 1	150					
Étude de procédés	Ingénieur 1		150	75			
Spécification	Ingénieur 1			75	150		
Estimation des quantitatifs	Ingénieur 1					150	
Diagrammes de flux	Ingénieur 1						150

VP	150	300	450	600	750	900
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VP est la valeur prévue (anciennement CBTP), elle correspond au budget mensuel cumulé, à un instant  $t$ . La courbe de la VP est présentée à la figure 8.34, elle représente l'effort nécessaire à la réalisation du projet.

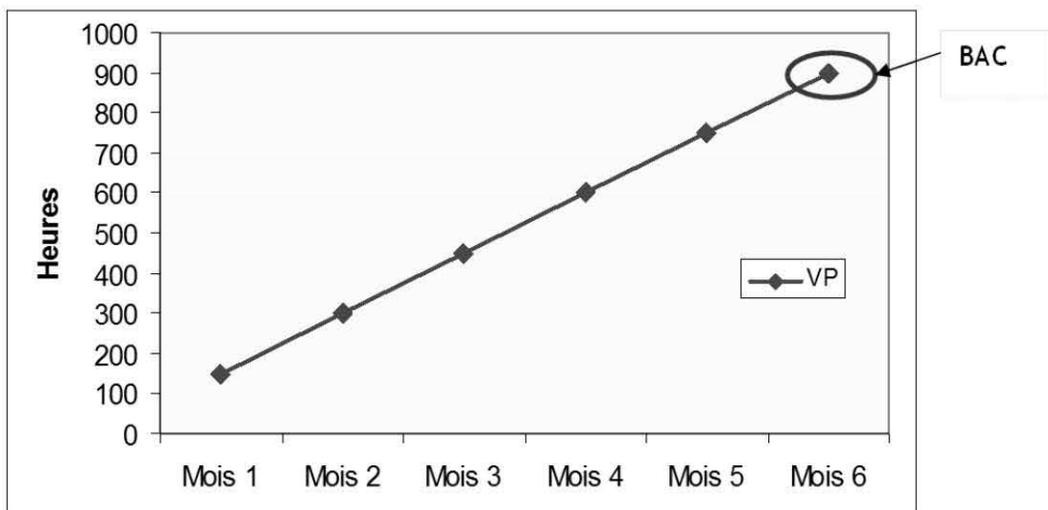


Figure 8.34 Courbe de la VP

La dernière valeur de la courbe VP (900 heures) est le BAC : *Budget At Completion*.

**Fin du mois 1**

À la fin du mois 1, un point d'avancement est effectué. L'ingénieur 1 a travaillé 100 % de son temps sur le projet et il a réalisé la moitié de la note de calcul.

Il s'agit de répondre à deux questions :

- ▶ Combien a-t-il été dépensé ?
- ▶ Quel est l'avancement ?

VR (anciennement CRTE) est la valeur réelle, la valeur dépensée. Ici VR = 150 heures.

VA (anciennement CBTE) est la valeur acquise, c'est-à-dire la valeur du budget qui correspond à l'avancement. Ici VA = 150×0,5 = 75 heures.

Ceci est résumé dans le tableau 8.3.

**Tableau 8.3 Avancement au mois 1**

Tâches	Ressource	Valeurs	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Note de calcul	Ingénieur 1	VP	150					
		VR	150					
		VA	75					
Étude de procédés	Ingénieur 1	VP		150	75			
Spécification	Ingénieur 1	VP			75	150		
Estimation des quantitatifs	Ingénieur 1	VP					150	
Diagrammes de flux	Ingénieur 1	VP						150

VP	150	300	450	600	750	900
VR	150					
VA	75					

Ces valeurs sont représentées sur le graphique ci-après (figure 8.35) :

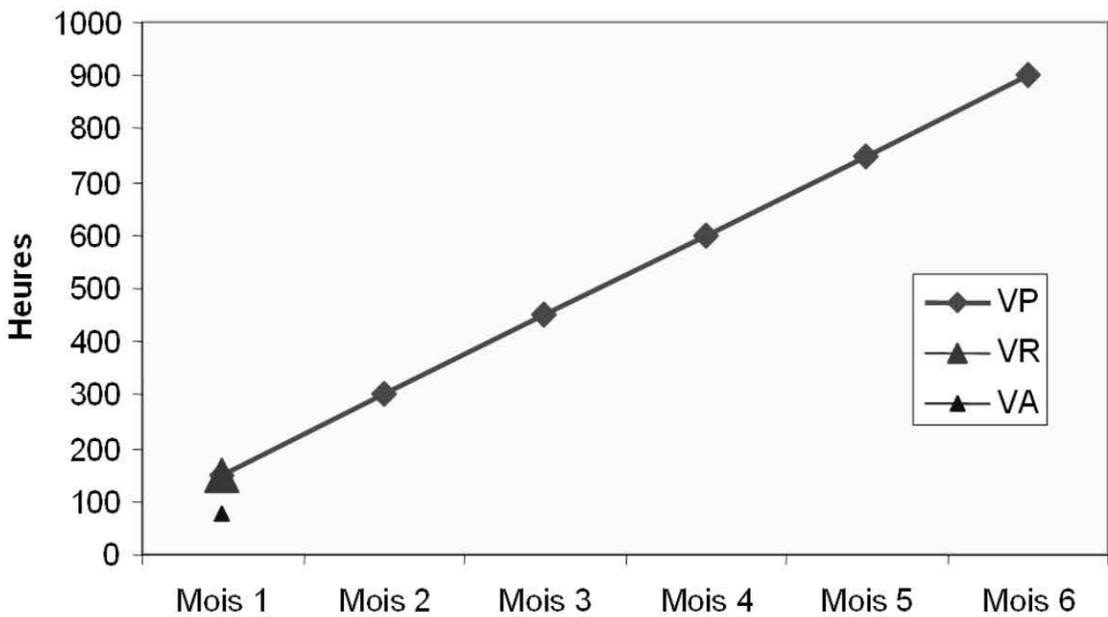


Figure 8.35 Premier état d'avancement

On voit bien que le projet est en retard, puisque la note de calcul devait être finie.

En effet, au mois 1, la VA est sous la VP, ce qui indique un retard.

Aucun plan d'action n'est prévu pour le moment, car le chef de projet juge qu'au tout début du projet la « vitesse de croisière » n'est pas atteinte, et que l'avancement n'est pas significatif.

### Fin du mois 2

À la fin du mois 2, l'ingénieur 1 a passé 80 % de son temps sur le projet.

Il a en effet travaillé 20 % de son temps sur un autre projet, terminé la notice de calcul et réalisé une partie de l'étude de procédés : deux chapitres sur dix.

VR mensuelle =  $150 \times 0,8 = 120$  heures, soit VR (en cumulé) =  $150 + 120 = 270$  heures

VA mensuelle =  $75 + (150 + 75) \times 0,2 = 120$  heures.

Soit VA mensuelle = fin de la note de calcul + budget de l'étude procédés  $\times 20$  % d'avancement.

Donc VA (en cumulé) =  $75 + 120 = 195$  heures.

Ceci est résumé dans le tableau 8.4.

Tableau 8.4 Avancement au mois 2

Tâches	Ressource	Valeurs	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Note de calcul	Ingénieur 1	VP	150					
		VR	150					
		VA	75					
Étude de procédés	Ingénieur 1	VP		150	75			
		VR		120				
		VA		120				
Spécification	Ingénieur 1	VP			75	150		
Estimation des quantitatifs	Ingénieur 1	VP					150	
Diagrammes de flux	Ingénieur 1	VP						150

VP	150	300	450	600	750	900
VR	150	270				
VA	75	195				

La VR et VA sont placées sur le graphique 8.36.

SV (*Schedule Variance*) est l'écart délais.  $SV = VA - VP$

CV (*Cost Variance*) est l'écart coût.  $CV = VA - VR$

À la fin du mois 2, on a :

- ▶  $SV = 195 - 300 = -105$  heures. Le projet est en retard. L'ingénieur 1 travaille moins vite que prévu.
- ▶  $CV = 195 - 270 = -75$  heures. Le projet est en surcoût. L'ingénieur 1 produit à un coût plus élevé que prévu.

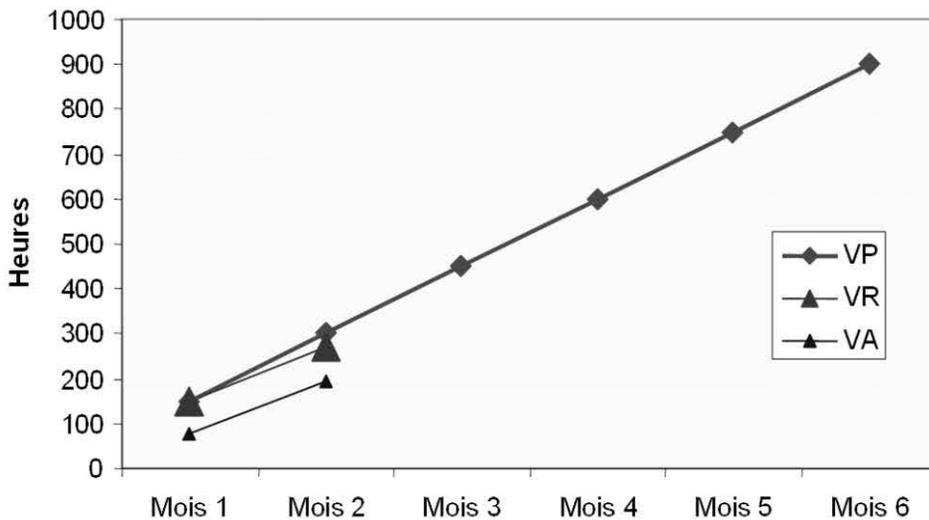


Figure 8.36 Deuxième état d'avancement

Il faut mettre en place un plan d'action. Le chef de projet décide d'ajouter une ressource supplémentaire, l'ingénieur 2, pour aider l'ingénieur 1.

L'ingénieur 1 sera à 50 % de son temps pour finir l'étude de procédés, et à 50 % sur la spécification. L'ingénieur 2 sera à 100 % de son temps sur la spécification.

### Fin du mois 3

À la fin du mois 3, les ingénieurs se sont effectivement répartis les tâches conformément aux instructions du chef de projet. L'étude de procédés et la spécification sont terminées.

► VR mensuelle ingénieur 1 =  $75 + 75 = 150$  heures.

► VR mensuelle ingénieur 2 = 150 heures.

Donc VR mensuelle = VR mensuelle ingénieur 1 + VR mensuelle ingénieur 2  
=  $150 + 150 = 300$  heures.

► VR =  $270 + 300 = 570$  heures.

► VA mensuelle Études de procédés =  $(150 + 75) * 0,8 = 180$  heures. Fin de l'étude qui était à 20 % d'avancement au mois 2.

► VA mensuelle Spécification =  $(75 + 150) * 1 = 225$  heures. Fin de la spécification.

Donc VA mensuelle = VA mensuelle Études de procédés + VA mensuelle Spécification = 405 heures.

Donc VA =  $195 + 405 = 600$  heures.

Le graphique correspondant au tableau 8.5 est présenté à la figure 8.37.

Tableau 8.5 Avancement au mois 3

Tâches	Ressource	Valeurs	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Note de calcul	Ingénieur 1	VP	150					
		VR	150					
		VA	75					
Étude de procédés	Ingénieur 1	VP		150	75			
		VR		120	75			
		VA		120	180			
Spécification	Ingénieur 1 et 2	VP			75	150		
		VR			225			
		VA			225			
Estimation des quantitatifs	Ingénieur 1	VP					150	
Diagrammes de flux	Ingénieur 1	VP						150

VP	150	300	450	600	750	900
VR	150	270	570			
VA	75	195	600			

- ▶  $SV = VA - VP = 600 - 450 = 150$  heures. Le projet est maintenant en avance.
- ▶  $CV = VA - VR = 600 - 570 = 30$  heures. La productivité est conforme aux prévisions.

Ces éléments montrent que l'on peut piloter les études et services d'un projet en analysant les VP, VR et VA, ainsi que les SV et CV, c'est-à-dire le statut du projet à un instant  $t$ .

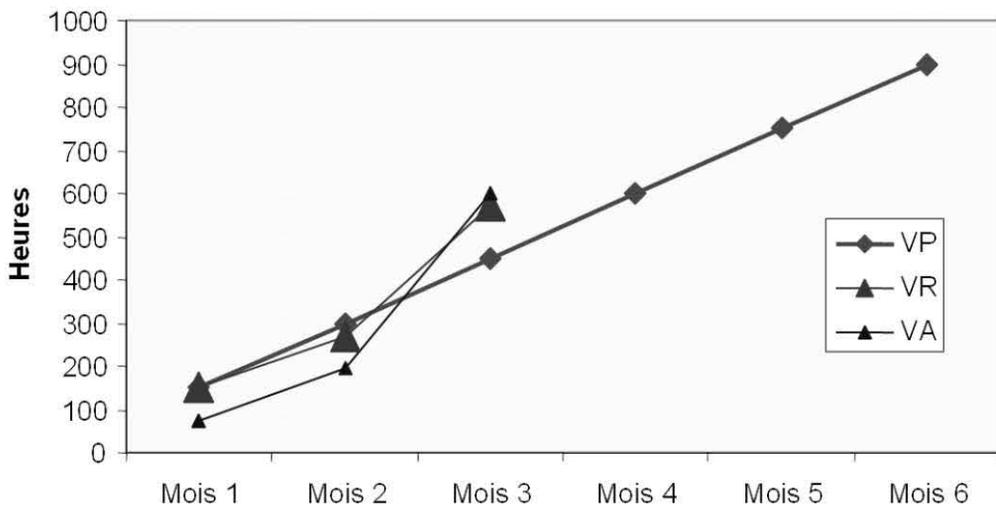


Figure 8.37 Troisième état d'avancement

### ◆ Calculer le coût prévisionnel final

La méthode de la valeur acquise est également utilisée pour calculer le coût prévisionnel final (CPF) du projet

Il existe différentes façons de calculer le CPF, elles dépendent de la manière dont la suite du projet va se dérouler.

On introduit deux notions :

- ▶ ETC : *Estimate To Complete* (RAF).
- ▶ EAC : *Estimate At Completion* (CPF).

#### Reprenons notre exemple :

Si l'on considère que l'ingénieur 2 était juste une ressource d'appoint, et que le projet se terminera seulement avec l'ingénieur 1 alors il ne faut pas prendre en compte la productivité (image de la CV) dans le calcul du CPF.

On peut dire que le CPF sera égal à VR + 150 (estimation des quantitatifs) + 150 (diagrammes de flux), soit 870 heures.

C'est la première façon de calculer l'EAC, qui est donné par la formule :

$$EAC = VR + ETC \text{ ou } CPF = VR + RAF$$

Comme l'ETC est calculé sur la différence entre le BAC et la VA, on peut remplacer dans la formule ETC par (BAC - VA). Ainsi la formule devient :

$$EAC = VR + (BAC - VA)$$

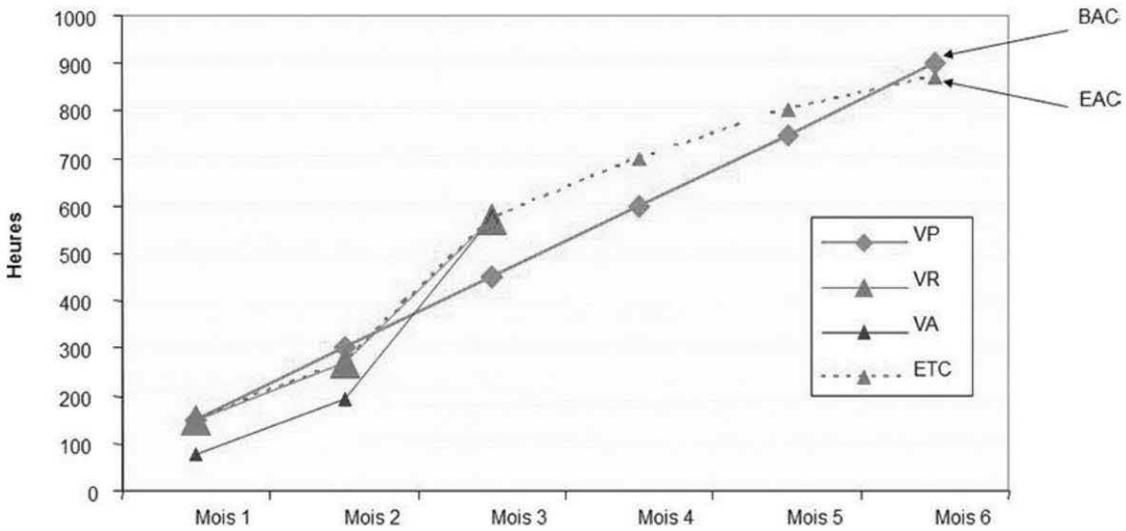


Figure 8.38 Projection de la VR cas 1

Mais si l'ingénieur 2 doit rester jusqu'à la fin du projet avec l'ingénieur 1, alors il faut prendre en compte l'impact de la CV pour le calcul de l'EAC.

Un nouveau concept est introduit : le CPI (*Cost Performance Index*<sup>5</sup>).

$$CPI = VA/VR.$$

Dans l'exemple, au mois 3,  $CPI = 600/570 = 1,05$

Pour produire l'équivalent d'1,05 heure de travail, il a été consommé 1 heure. La productivité est bonne.

Maintenant pour le calcul de l'EAC, il faut prendre en compte le CPI. Ainsi ETC devient ETC/CPI. Et la formule :  $EAC = VR + ETC$  devient :

$$EAC = VR + ETC/CPI$$

En remplaçant l'ETC par  $BAC - VA$

On obtient :

$$EAC = VR + (BAC - VA) / CPI$$

Dans notre exemple, avec deux ingénieurs pour terminer le projet,  $EAC = 600 + (900 - 600) / 1,05 = 885$  heures.

Il existe une autre méthode de calcul du CPF, avec prise en compte du CPI. La formule est la suivante :

$$EAC = \frac{BAC}{\frac{CPI_m + CPI_{m-1} + CPI_{m-2}}{3}}$$

3

5 Indice de performance des coûts.

Ici  $CPI_m = 600/570 = 1,05$  ;  $CPI_{m-1} = 195/270 = 0,72$  ;  $CPI_{m-2} = 75/150 = 0,5$   
 Soit  $EAC = 900 / ((1,05 + 0,72 + 0,5) / 3) = 900 / 0,75 = 1\ 187$  heures.

On voit que cette formule ne doit pas être utilisée dans l'exemple parce que les ressources ne sont pas constantes durant les trois périodes de contrôle (voir figures 8.35, 8.36, 8.37).

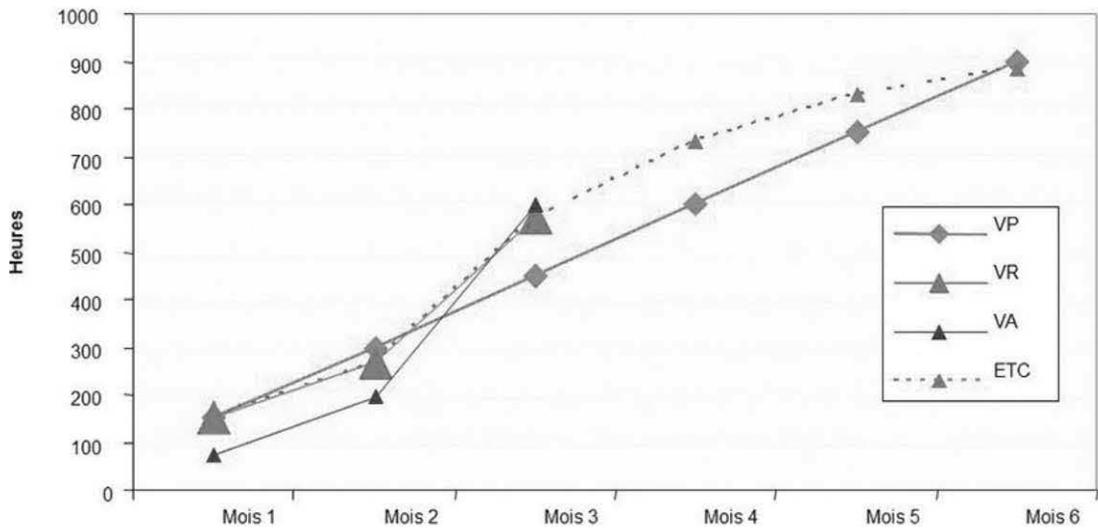


Figure 8.39 Projection de la VR cas 2

### Calcul de la date de fin prévisionnelle

On introduit maintenant la notion de  $SPI = Schedule Performance Index^6 = VA / VP$   
 Dans notre exemple, avec deux ingénieurs au mois 3,  $SPI = 600/450 = 1,33$ .  
 Pour produire l'équivalent de 1,33 heure de travail, il s'est écoulé une heure.  
 On en déduit que le projet va continuer à prendre de l'avance.

Nous avons donc :

$$EAC \text{ (temps)} = VR \text{ (temps)} + ETC \text{ (temps)}$$

Avec prise en compte du SPI :

$$EAC \text{ (temps)} = VR \text{ (temps)} + ETC \text{ (temps)} / SPI$$

Soit :

$$EAC \text{ (temps)} = VR \text{ (temps)} + (BAC \text{ (temps)} - VA \text{ (temps)}) / SPI$$

.....

6 Indice de performance des délais.

Ici :

- ▶ VR (temps) = 3 mois
- ▶ VA (temps) =  $6 \times (600/900) = 4$  mois
- ▶ BAC (temps) = 6 mois
- ▶ SPI = 1,33

Soit :  $EAC(\text{temps}) = 3 + (6 - 4) / 1,33 = 4,5$  mois.

Dans notre exemple, si le projet se finit seulement avec l'ingénieur 1 :

$$EAC(\text{temps}) = VR(\text{temps}) + ETC(\text{temps}) = VR(\text{temps}) + (BAC(\text{temps}) - VA(\text{temps})) = 3 + (6-4) = 5 \text{ mois}$$

### Conclusion

Pour la partie approvisionnement d'un projet : achat, fabrication, transport, il est plus difficile d'appliquer la méthode de la valeur acquise pour des raisons de complexité de mesure de l'avancement physique. Toutefois, la méthode des jalons intermédiaires peut être utilisée pour calculer la valeur acquise dans ce cas, mais on comprend que les jalons doivent être pondérés avec précision pour permettre notamment le calcul du coût prévisionnel final ; c'est toute la difficulté pour appliquer cette méthode à ces phases du projet. De plus il faut recueillir les consommations en heures, et comme les travaux de fabrication sont souvent sous-traités, on comprend que cette information est difficile à obtenir.

## 8.5.8 Exemple de rapport

Ci-dessous un rapport tel que spécifié par le PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*).

Éléments de l'OT	Budget (\$)	Valeur acquise (\$)	Coût réel (\$)	Écart du coût (\$)	Écart de coût (%)	Écart de délai (\$)	Écart de délai (%)
1.0 Planification prépilote	63 000	58 000	62 500	- 4 500	- 7,8	- 5 000	- 8,6
2.0 Listes de contrôle des documents	64 000	48 000	46 800	- 1 200	2,5	- 16 000	- 33,3
3.0 Documentation courante	23 000	20 000	23 500	- 3 500	- 17,5	- 3 000	- 15,0
4.0 Évaluation à moyen terme	68 000	68 000	72 500	- 4 500	- 6,6	0	0,0
5.0 Soutien à la mise en œuvre	12 000	10 000	10 000	0	0,0	- 2 000	- 20,0
6.0 Manuel utilisateur	7 000	6 200	6 000	200	3,2	- 800	- 12,9
7.0 Plan de maintenance	20 000	13 500	18 100	- 4 600	- 34,1	- 6 500	- 48,1
<b>Totaux</b>	<b>257 000</b>	<b>223 700</b>	<b>239 400</b>	<b>- 15 700</b>	<b>- 7,0</b>	<b>- 33 300</b>	<b>- 14,9</b>

Figure 8.40 Présentation du rapport d'avancement sous forme de tableau (en dollars) PMI, *Management de projet – Un référentiel de connaissances*, AFNOR Éditions, 1998.

## 8.6 Valeur acquise, l'approche Top-down

### 8.6.1 Principe de l'approche « Top-down »

La figure ci-dessous (figure 8.41) pose et résume le principe de l'approche Top-down. Les tâches du planning sont pondérées du haut vers le bas.

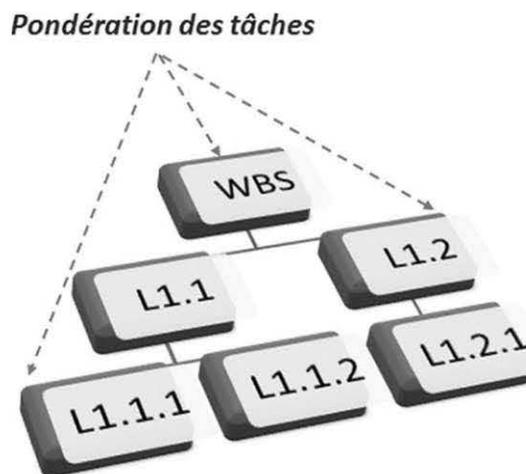


Figure 8.41 Principe de l'approche Top-down

D'une manière générale, dans cette approche, par exemple pour la phase construction, les tâches du planning sont pondérées selon une approche « Top-down ». Les poids sont calculés en fonction du prix des contrats, des produits, des sous-produits et des durées relatives des tâches au sein d'un sous-produit.

L'approche « Top-down » ne nécessite donc pas d'affecter des ressources aux tâches du planning, et ce, aux niveaux les plus fins des arborescences.

Il résulte de l'étalement linéaire des poids sur les tâches du planning, une **courbe en S d'avancement physique théorique**.

D'un autre côté, la courbe en S de référence (PV) est déterminée en fonction des prévisions de dépenses, en liaison avec le planning mais pas toujours directement.

Mais l'avancement physique théorique obtenu avec cette méthode ne correspond forcément pas à la courbe en S de référence. Il faut le donc le corriger, via un **coefficient correcteur fonction du temps** ou une méthode équivalente, à base de pondération de jalons intermédiaires par exemple, nous le verrons par la suite.

Les dépenses (AC), quant à elles, ne sont pas affectées forcément aux derniers niveaux des arborescences.

## 8.6.2 La valeur acquise versus l'avancement physique

Le budget de référence (prévision de dépenses au démarrage du projet) évolue en fonction des avenants au contrat et devient le budget à date (BAC).

Le reste à faire (ETC), qui additionné aux dépenses (AC) fournit le coût prévisionnel final (EAC), est déterminé manuellement (ré-estimation) ou automatiquement par une formule. Les données d'entrées nécessaires pour calculer le reste à faire sont les dépenses (AC), la valeur acquise (EV) et le budget à la date d'état du projet (PV). Les formules de calcul du coût prévisionnel final (EAC) s'appliquent en fonction de la façon dont le projet se déroule, et aussi en fonction de la sensibilité du contrôleur de projet.

Pendant le cycle de vie du projet, c'est l'avancement physique provenant du planning qui fait le lien avec les coûts par l'intermédiaire de la courbe de référence du projet.

**L'avancement physique ce n'est pas la valeur acquise.** La valeur acquise ou « gagnée » est la valeur du budget à date (total, à terminaison, BAC) correspondant à l'avancement physique, en unité monétaire – l'unité monétaire étant le seul point commun entre la planification des délais et la gestion des coûts.

Le % d'avancement physique est une mesure de l'état de réalisation des travaux au niveau des tâches du planning.

Mais, en appliquant l'approche « Top-down », les prévisions de dépenses cumulées à l'instant initial (échancier du budget de référence), ramenées en pourcentages, ne sont forcément pas égales au % d'avancement physique cumulé théorique (prévisionnel). Les deux courbes ne peuvent pas être identiques, simplement car :

- ▶ La courbe en S de référence (PV) correspond aux prévisions de dépenses, réalisées parfois indépendamment du planning.
- ▶ Et la courbe en S d'avancement physique est obtenue par pondération des tâches plannings et étalement des poids sur celles-ci, sans affectation des ressources élémentaires, donc sans détermination des coûts élémentaires (qui déterminent classiquement la PV et donc l'EV théorique). Le total est pourtant identique, mais pas leur étalement.

Pour synthétiser, dans l'approche « Top-down », les ressources élémentaires ne sont pas affectées aux tâches planning, on leur affecte seulement un poids. Nous verrons comment ce poids est déterminé, ce qui explique l'écart entre l'avancement physique théorique et la courbe en S de référence.

Dans l'approche « Top-down », il existe donc un **coefficient correcteur** (ou une pondération fonction du temps) permettant de passer du % d'avancement physique à la valeur acquise théorique à l'initialisation du projet. En phase de pilotage, le coefficient correcteur permet de passer de l'avancement physique à la valeur acquise.

La figure suivante (figure 8.42) illustre cette différence fondamentale entre la valeur acquise et l'avancement physique, dans cette approche « Top-down ».

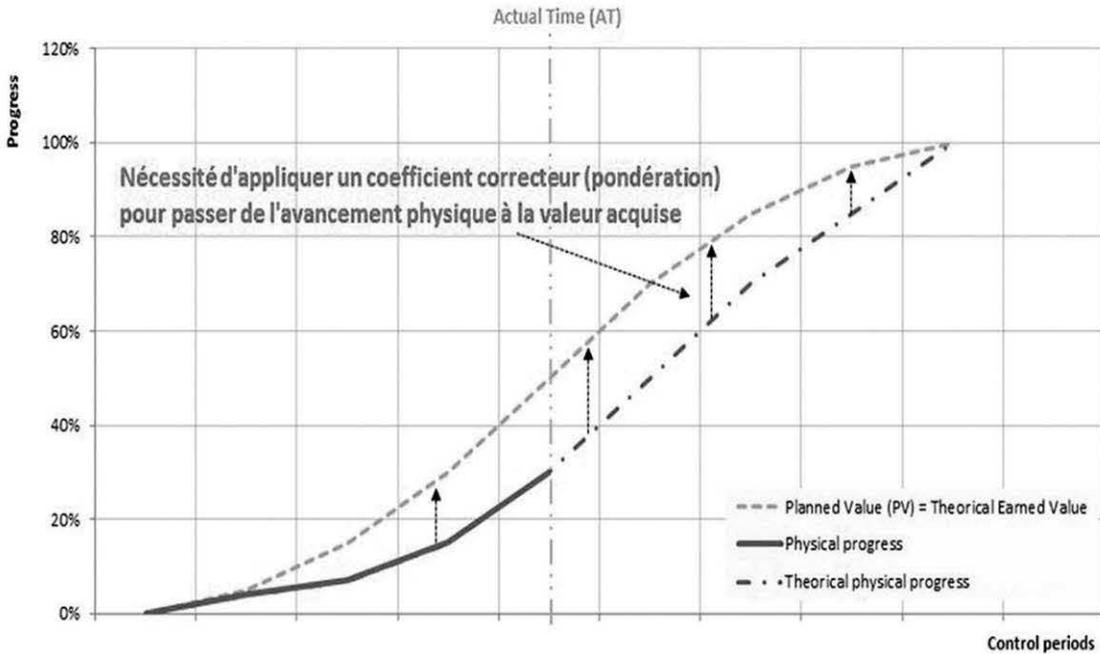


Figure 8.42 Valeur acquise versus avancement physique

De ce fait, on peut écrire la formule suivante :

$$\text{Valeur acquise} = \text{BAC} \times \% \text{ d'avancement physique} \times \text{coefficient correcteur (t)}$$

À noter que comme dans la méthode classique, l'avancement physique du projet ou d'un groupe de tâches se calcule toujours en deux étapes complémentaires :

- ▶ d'une part il faut mesurer le % d'avancement physique des tâches planning (techniques unités équivalentes, jalons intermédiaires, 50-100 %, etc.) ;
- ▶ et d'autre part il faut pondérer ces tâches (technique pondération d'items).

### 8.6.3 Vision interne ou externe

La méthode de la valeur acquise est classiquement appliquée en « **interne** ». En interne, l'information vient de l'intérieur (de l'entreprise). Cette méthode a pour objet de piloter les coûts internes du projet.

On peut cependant l'utiliser en « **externe** ». Entre un client et un fournisseur, le fournisseur va fournir périodiquement ses factures (les dépenses du client) et ses plannings (auxquels on extrait l'avancement physique). En externe donc, l'information vient de l'extérieur.

L'utilisation **en externe** de la méthode de la valeur acquise peut être utilisée pour contrôler indirectement les coûts internes. Un prix (du fournisseur) est en effet à peu près de la même nature qu'un coût. Un prix c'est un coût plus des frais généraux, des provisions et des marges. Si on se place en interne à l'entreprise on parle coûts et si on se place en externe on parle de prix. Il faut bien comprendre aussi que « le prix des fournisseurs c'est le coût du client ». On peut appliquer la méthode de la valeur acquise sur les prix, en externe.

### 8.6.4 Influence des types de contrats

Pour la vision externe, c'est-à-dire l'application de la méthode sur les prix, avec des informations provenant des fournisseurs, il existe un filtre contractuel entre le client et le fournisseur.

Les contrats peuvent être passés en effet soit au bordereau, soit au forfait ou être mixtes :

- ▶ S'ils sont passés au **bordereau** (fonction des quantités) le coût prévisionnel final (EAC) dépend bien du passé et du présent, de l'expérience et des quantités réalisées (qui peuvent être des mètres cubes de terres terrassées par exemple), donc la méthode s'applique.
- ▶ S'ils sont passés au **forfait** (prix fixe), on peut quand même prévoir une estimation à terminaison du coût en fonction du passé et du présent, même si le prix contractuel est fixé, mais il s'agit ici de prévisions de risques de réclamations ou de « claims ». La probabilité que ce prix devienne réel est plus faible que dans le cadre d'un contrat passé au bordereau. Il ne s'agit plus vraiment d'une « prévision » mais d'une estimation des risques de dépassement.

Pour gérer la valeur acquise en externe, il faut donc connaître les types de contrats et calculer deux prévisions à terminaison (EAC) :

- ▶ une pour les contrats au bordereau ;
- ▶ et une pour les contrats passés au forfait sachant que la probabilité d'occurrence de cette dernière prévision est largement plus faible (puisque par exemple toutes les réclamations ou claims ne seront pas payées).

La référence correspond en externe aux prévisions de facturation des fournisseurs et les dépenses au montant des factures approuvées.

On utilise la notion de valeur acquise théorique qui colle à la référence pour lier l'ensemble. Cette valeur acquise théorique est déterminée via l'avancement physique provenant du planning corrigé par ce fameux coefficient correcteur qui varie en fonction du temps.

## 8.6.5 Approche « top-down » appliquée à la phase études

### ◆ Principe

Pour appliquer la méthode de la valeur acquise avec une approche « Top-Down » en phase étude, et en « interne », il est préconisé d'utiliser un planning assez macroscopique. Les livrables « études » ne doivent pas être intégrés au planning, ils doivent cependant être liés – en périphérie du planning – aux tâches. Concrètement, le planning est géré via le logiciel de planification et la liste des livrables peut être intégrée dans un tableur. D'une part, l'intégration de tous les livrables dans le planning le rendrait lourd, rigide et ingérable, et d'autre part, plus on entre dans le détail, plus la logique de réalisation des livrables devient « floue », itérative et interactive, ce qui fait qu'un planning intégrant tous les livrables serait « faux » dans la plupart des cas, c'est-à-dire qu'il ne représenterait pas la réalité.

Puisque le planning des études doit être assez macroscopique, il n'a pas tellement vocation à évoluer en termes de dates durant le cycle de vie du projet, sauf dans le cas d'avenants contractuels.

Les livrables doivent donc être gérés dans un fichier à part, mais ils doivent être liés aux tâches du planning.

Chaque livrable, représenté par un jalon, possède une date qui correspond à la date cible à laquelle le livrable doit être finalisé et approuvé. Il s'agit donc d'une date de fin.

La date de début du livrable est fournie par la date de début de la tâche planning auquel il est rattaché.

Chaque livrable a un poids, un budget exprimé en heures, une charge de travail.

Ceci est illustré sur la figure suivante (figure 8.43).

On peut noter que dans cette approche « Top-down », nous n'avons pas affecté de ressources sur les tâches élémentaires les plus fines, en l'occurrence les livrables. Seul un poids a été affecté.

Cette méthode présente néanmoins un inconvénient, qui concerne le plan de charge (en heures).

En effet, celui-ci aura tendance à être faussé car, du fait de cette modélisation, une grande partie de la charge s'accumule au début du projet. Cette modélisation n'est pas entièrement correcte. On pourrait remédier à ce problème en fixant une durée pour chaque livrable, par exemple forfaitaire (toujours dans un souci de simplification de la gestion de ce grand ensemble de données), mais cela rendrait le système de gestion de projet plus complexe à mettre en œuvre. Vue la grande quantité de données à gérer, il convient de tenter de toujours aller « au plus simple ».

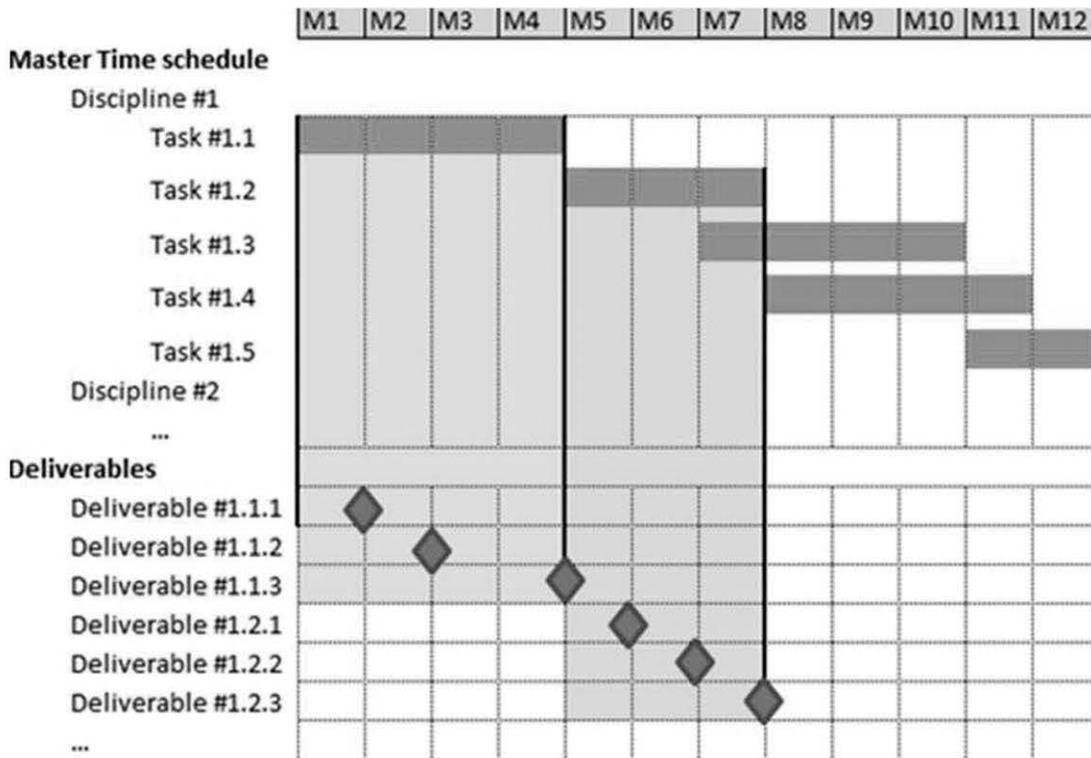


Figure 8.43 Planification des études

D'autre part, nous verrons que l'on préconise d'attribuer un budget (en heures et un poids) à chaque livrable. Mais ceci n'est pas toujours réalisable dans la pratique, car on ne dispose pas toujours de l'information.

Une solution palliative est d'affecter le budget au niveau des tâches du planning études, voire des lots, et non au niveau des livrables. Dans ce cas, on compte le nombre de livrables atteints que l'on divise par le nombre de livrables total de la tâche ou du lot concerné pour obtenir le pourcentage d'avancement de cette tâche ou de ce lot.

Cette solution est moins pertinente que celle qui est préconisée, c'est-à-dire celle qui consiste à budgéter chaque livrable, mais elle peut tout de même être mise en œuvre. Elle est moins pertinente car chaque livrable pèse le même poids en termes d'avancement, ce qui ne correspond pas entièrement à la réalité.

### ◆ La courbe en S de référence (PV)

Le poids (budget, en heures) de chaque livrable est étalé entre le début de la tâche planning auquel il est rattaché et la date de fin cible du livrable. L'étalement est linéaire, car même si cela n'est pas tout à fait conforme à la réalité, globalement les plus et les moins se compensent et le résultat est au final correct. Encore une fois, il s'agit d'aller « au plus simple », dans un souci de mise en œuvre et surtout de maintenabilité du système de gestion. Il s'agit de mettre en place un système de gestion applicable, pragmatique.

Pour chaque période de contrôle, les poids sont additionnés, pour tous les livrables, puis ils sont cumulés, ce qui permet de construire la courbe en S de référence (PV). Les tâches du planning sont regroupées en lots de travaux.

Ceci est illustré sur la figure suivante (figure 8.44).

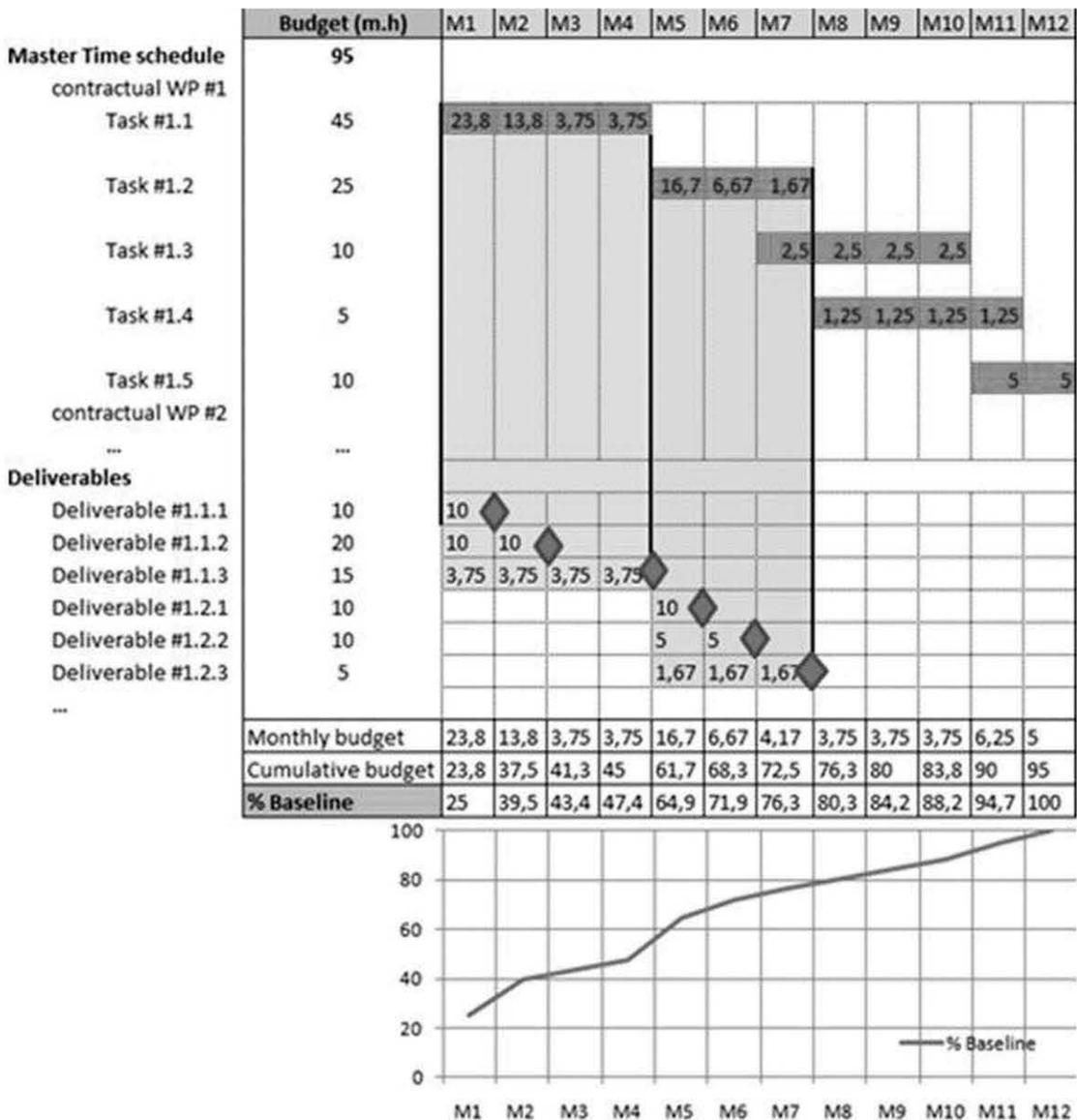


Figure 8.44 Établissement de la courbe en S de référence (PV)

### ◆ La valeur acquise (EV)

À chaque livrable est associé un circuit de validation. La réalisation du livrable est décomposée en étapes et chaque étape est associée à un pourcentage d'avancement physique. Quand une étape est atteinte, le pourcentage d'avancement physique est atteint. C'est l'application de la méthode des « jalons intermédiaires ».

Par exemple, le pourcentage d'avancement physique d'un livrable peut être défini comme suit :

- ▶ Livrable commencé = 10 %
- ▶ Premiers commentaires = 40 %
- ▶ Première émission = 60 %
- ▶ Première approbation = 80 %
- ▶ Approbation finale = 100 %

De plus, chaque livrable possède un poids, en heures, et chaque livrable est associé à une tâche planning.

Pour calculer le pourcentage d'avancement physique de la tâche planning au sein de laquelle un ensemble de livrables sont associés, on utilise la technique « pondération d'items ». Pour ce faire, la formule suivante est appliquée.

$$\% \text{ Avancement tâche planning} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Poids livrable } i) \times (\% \text{ Avancement livrable } i)}{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Poids livrables } i}$$

La figure ci-après (figure 8.45) illustre cette méthode.

La courbe en S de la valeur acquise (EV) peut alors être établie en divisant la somme des avancements pondérés des livrables correspondants à chaque tâche par le budget de la tâche planning (somme des budgets des livrables enfants), périodes de contrôle par périodes de contrôle. La courbe obtenue est cumulative.

### ◆ Les dépenses (AC)

Les coûts sont consolidés en bottom-up sur le WBS, jusqu'aux lots de travaux. Le plus simple et efficace est que les membres de l'équipe projet imputent leurs heures dépensées directement sur les lots de travaux, à chaque période de contrôle, donc pas au niveau le plus bas de l'arborescence, toujours dans l'esprit « top-down ».

Ceci permet de bâtir la courbe en S des dépenses (AC).

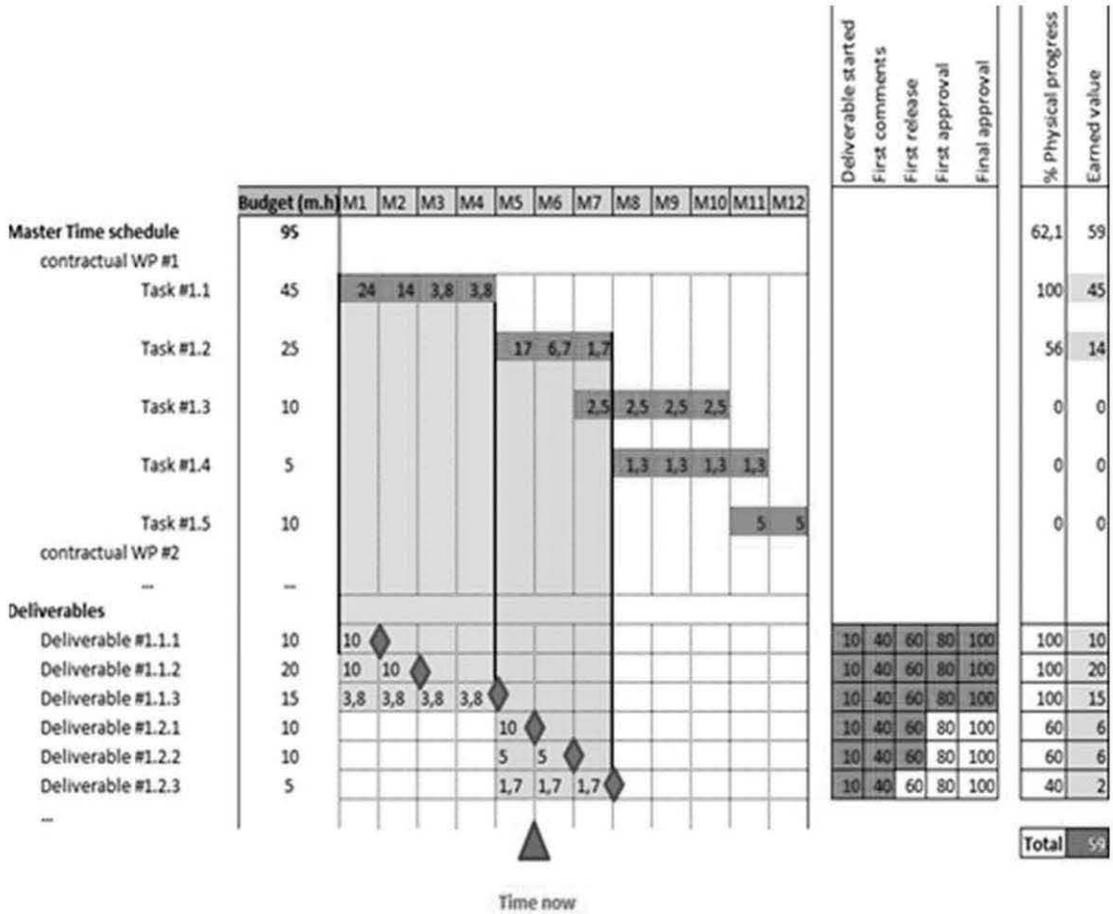


Figure 8.45 Calcul de l'avancement physique

◆ Les courbes en S de la valeur acquise

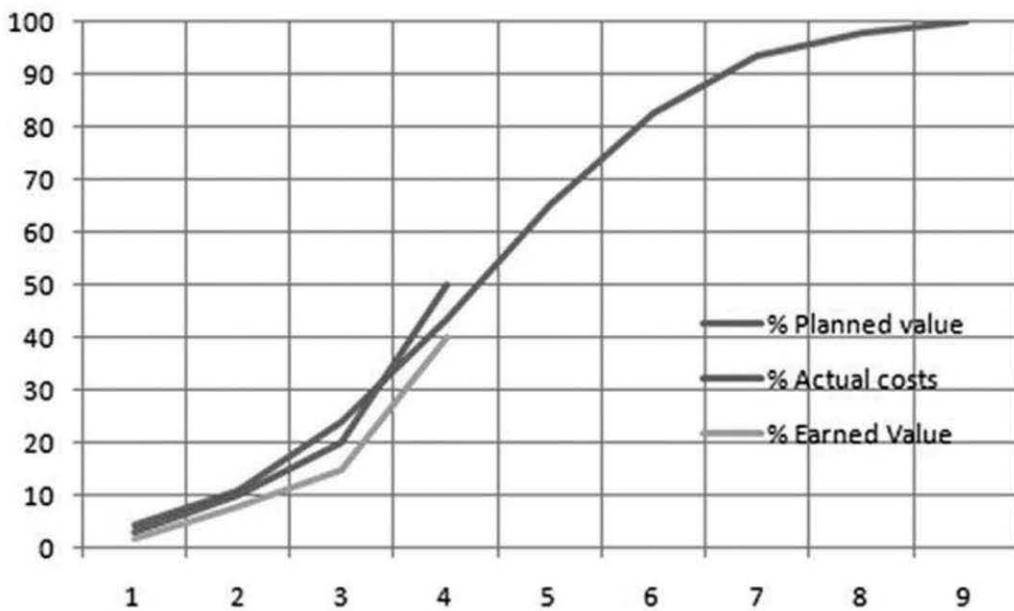


Figure 8.46 Courbes en S de la valeur acquise

Avec ces données que sont la PV, l'EV et l'AC on peut représenter les courbes en S de la valeur acquise telles que présentées sur la figure suivante (figure 8.46). Du fait, que les imputations des dépenses (AC) s'effectuent au niveau des lots de travaux, on ne disposera que de courbes en S sur les lots de travaux mais cela est suffisant.

### ◆ Plan de charge et capacité

Si dans cette approche le plan de charge initial (de référence) est faussé comme nous l'avons vu précédemment, il est cependant possible d'estimer ce qu'il reste à faire (RAF) avec les formules de la valeur acquise. Dans un plan de charge, seul le futur est important, il s'agit d'être en mesure de prévoir l'adéquation entre la charge de travail et la capacité des ressources, afin d'anticiper les risques délais notamment.

Tout comme les courbes en S de la valeur acquise, les plans de charge ne peuvent être mis en œuvre qu'au niveau des lots de travaux, puisque c'est à ce niveau que les imputations de dépenses sont définies.

Pour estimer le reste à faire (ETC) au niveau d'un lot, on utilise la formule suivante :

$$ETC = (BAC / CPI) - AC$$

Pour chaque lot, on va étaler linéairement le résultat de cette formule entre la date d'état du projet et la date de fin du lot.

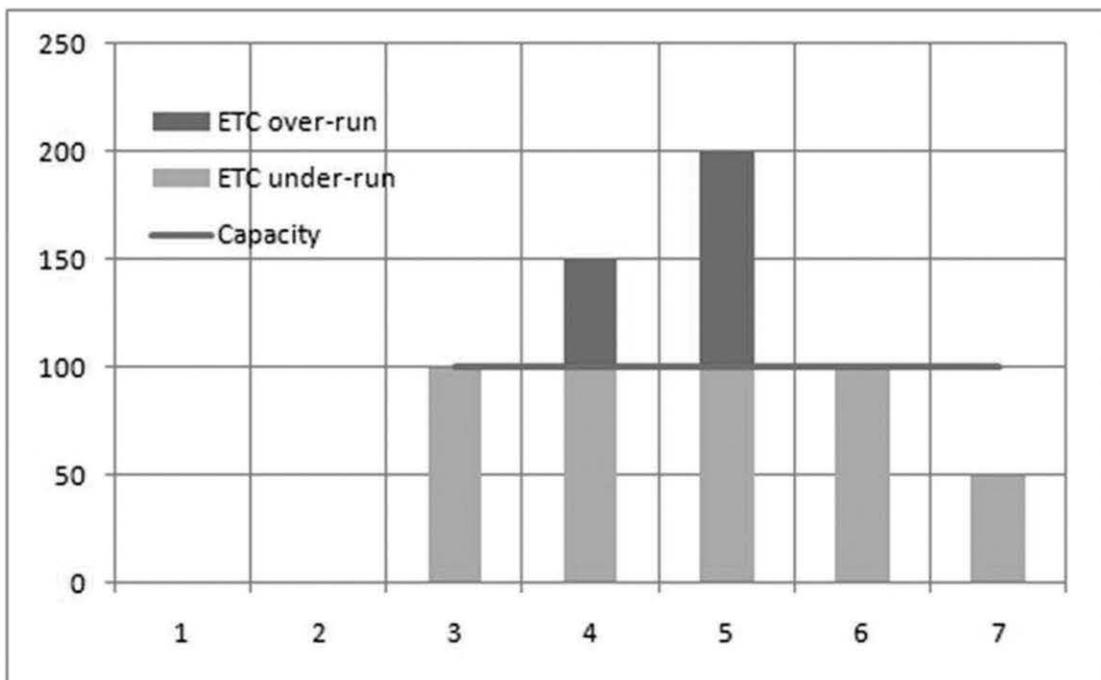


Figure 8.47 Plan de charge

Par ailleurs, le nombre de ressources affectées à un lot de travail définit la capacité des ressources, c'est-à-dire le nombre d'heures qu'elles sont supposées travailler par unité temporelle (mois ou jour).

À noter qu'encore une fois, on définit le nombre de ressources, et non les ressources elles-mêmes, à un niveau macroscopique, dans cette approche « Top-down ».

Ainsi, pour l'ensemble des lots de travaux, c'est-à-dire le projet, on peut obtenir le plan de charge, tel qu'indiqué sur la figure 8.47.

À noter que le projet est composé de plusieurs lots de travaux, ce qui fait que le profil de charge obtenu est plus ou moins réaliste.

La comparaison entre la charge et la capacité met en évidence les zones de surcharges qui constituent un risque de retard puisque le travail ne pourra pas être théoriquement absorbé par les ressources.

#### ◆ Étude de cas

Soit le planning suivant (figure 8.48). C'est un planning assez macroscopique : les tâches ne sont pas trop détaillées.

Le projet consiste à étudier le système « Communication system » composé de deux lots de travaux : le lot « Radio » et le lot « Telephone ».

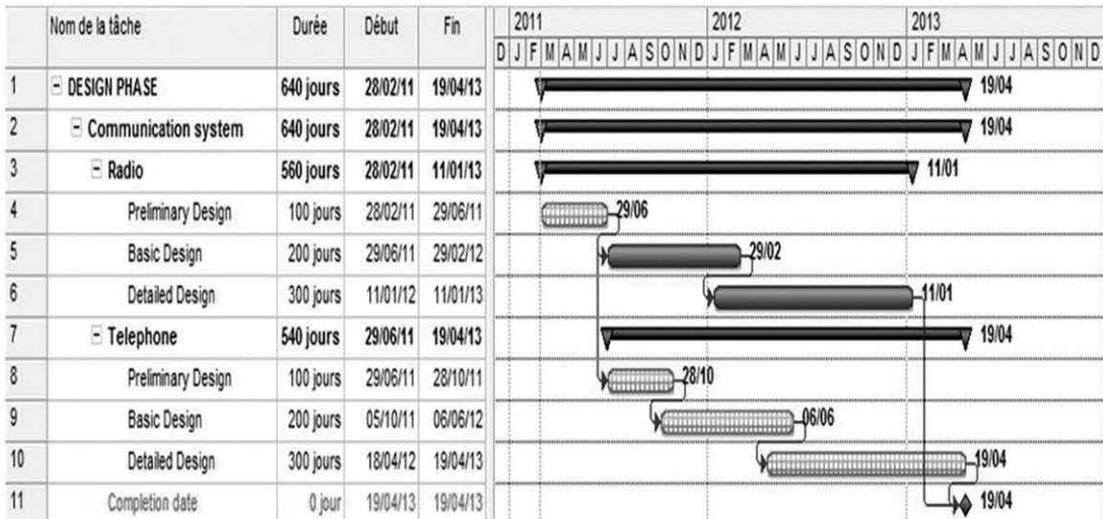


Figure 8.48 Planning études

Le WBS est défini par systèmes, sous-systèmes et activités de niveaux « un ». Les livrables correspondent à des activités de niveau « deux ». Dans ce planning, chaque tâche planning possède trois livrables intégrant une date cible, comme le montre la figure ci-après (figure 8.49).

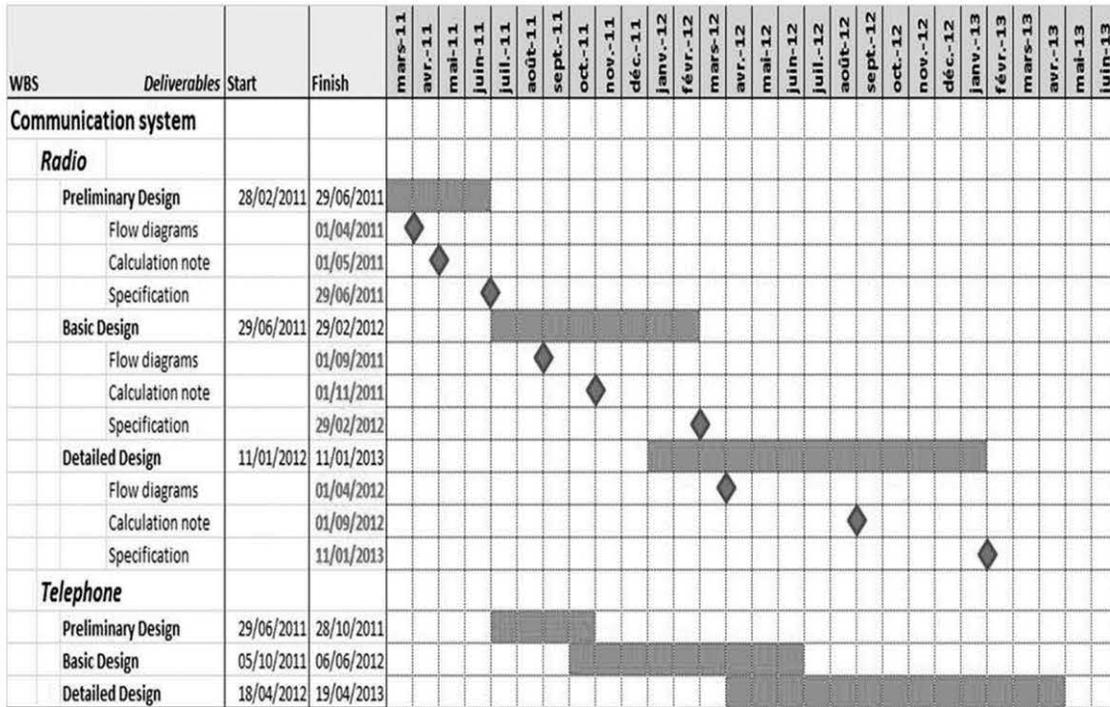


Figure 8.49 Tâches et livrables enfants

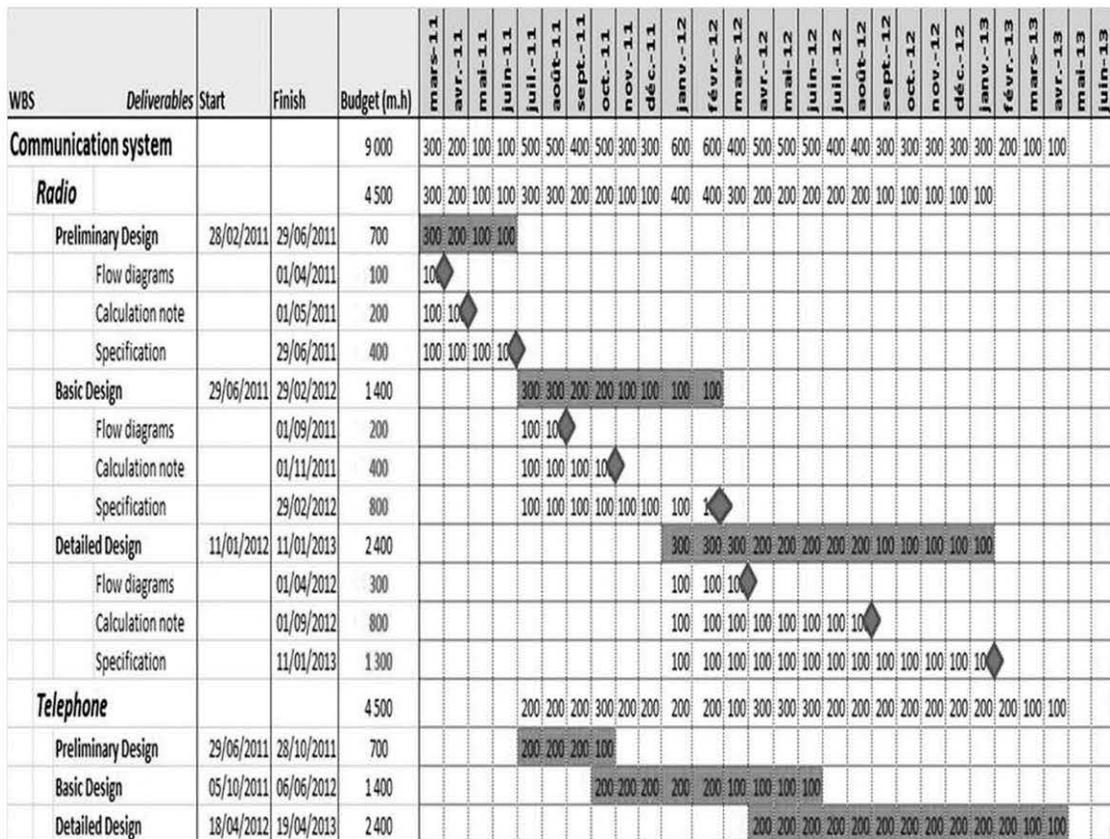


Figure 8.50 Étalement du budget des livrables

Un budget est défini pour chaque livrable. Ce budget est étalé linéairement sur l'échelle calendaire tel qu'indiqué sur la figure précédente (figure 8.50).

La courbe en S de référence (PV) au niveau du lot « Communication system » peut maintenant être établie en additionnant les poids de chaque tâche périodes de contrôle par périodes de contrôle, et en cumulant l'ensemble. Cette courbe est présentée sur la figure ci-dessous (figure 8.51).

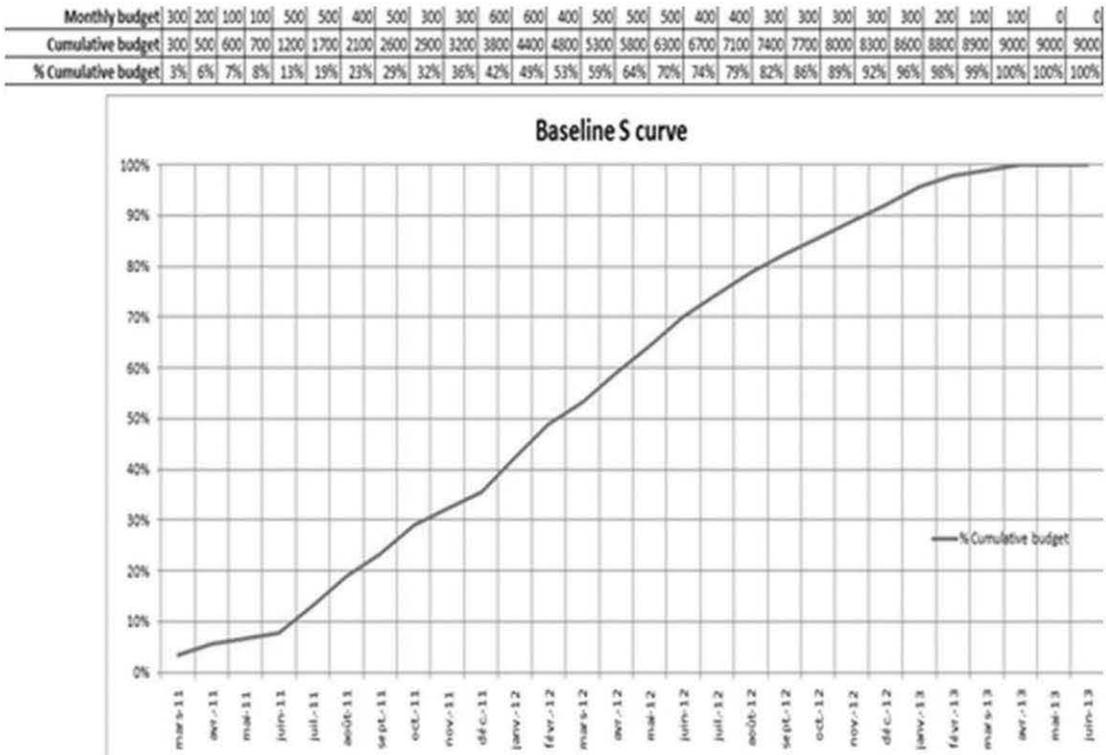


Figure 8.51 PV du lot de travail « Communication system »

D'un autre côté, une table de mesure générique du pourcentage d'avancement physique de chaque livrable est définie. Elle s'applique à tous les livrables, ce qui simplifie encore la mise en application du système de gestion de projet et rend l'application opérationnelle de gestion de projet plus pragmatique. Cette table est présentée sur la figure ci-dessous (figure 8.52).

Deliverable % progress	STEPS						
	First issue	First comments	Second issue	Second comments	Final issue	Approval of the engineer	Approval of the Client
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	100%

Figure 8.52 Table de mesure du % d'avancement des livrables

Deux ingénieurs études sont affectés à 100 % sur ce lot « Radio ». Chaque ingénieur a une capacité de 150 heures par mois.

À la fin du mois n° 3, au mois de mai 2011, le gestionnaire récolte les données suivantes :

- ▶ 450 heures ont été consommées :  $AC = 450/9\ 000 \% = 5 \%$ .
- ▶ Les livrables « Flow diagrams » et « Calculation note » de la tâche « Preliminary design » du système « Radio system » sont terminés. Le livrable « Spécification » n'a pas encore été commencé.

Par conséquent, la valeur acquise peut être calculée comme indiqué dans le tableau ci-dessous (figure 8.53).

	Due date	Budget	% Complete	Earned value (m.h)
<b>Radio</b>		700		300
<b>Preliminary Design</b>	29/06/2011	700		300
Flow diagrams	01/04/2011	100	100%	100
Calculation note	01/05/2011	200	100%	200
Specification	29/06/2011	400	0%	0

Figure 8.53 Calcul de la valeur acquise du lot « Radio »

On a, % d'avancement de la tâche « Preliminary design » =  $300/9\ 000 = 3,3 \%$ . Sachant que 9 000 correspond au budget total du projet « Communication system ».

La courbe en S de la valeur acquise (EV) peut être mise à jour, conformément au graphique suivant (figure 8.54), sachant que l'on dispose aussi des heures dépensées au niveau du projet (450 heures).

L'avancement physique du projet est inférieur à 20 % ce qui fait que les projections et les calculs à terminaison ne sont pas encore faibles, puisque l'on ne se situe pas encore sur la partie linéaire de la courbe.

Le projet démarre « doucement », en retard et en surcoût, la productivité n'est pas bonne, et si le projet continue sur cette voie des retards et des surcoûts supplémentaires sont prévisibles.

La cause de cette situation est due au livrable « Spécification of the Radio » qui devrait théoriquement être aux alentours de 75 % d'avancement et qui n'a pas encore commencé.

Un effort doit être appliqué sur ce livrable lors de la prochaine période de contrôle.

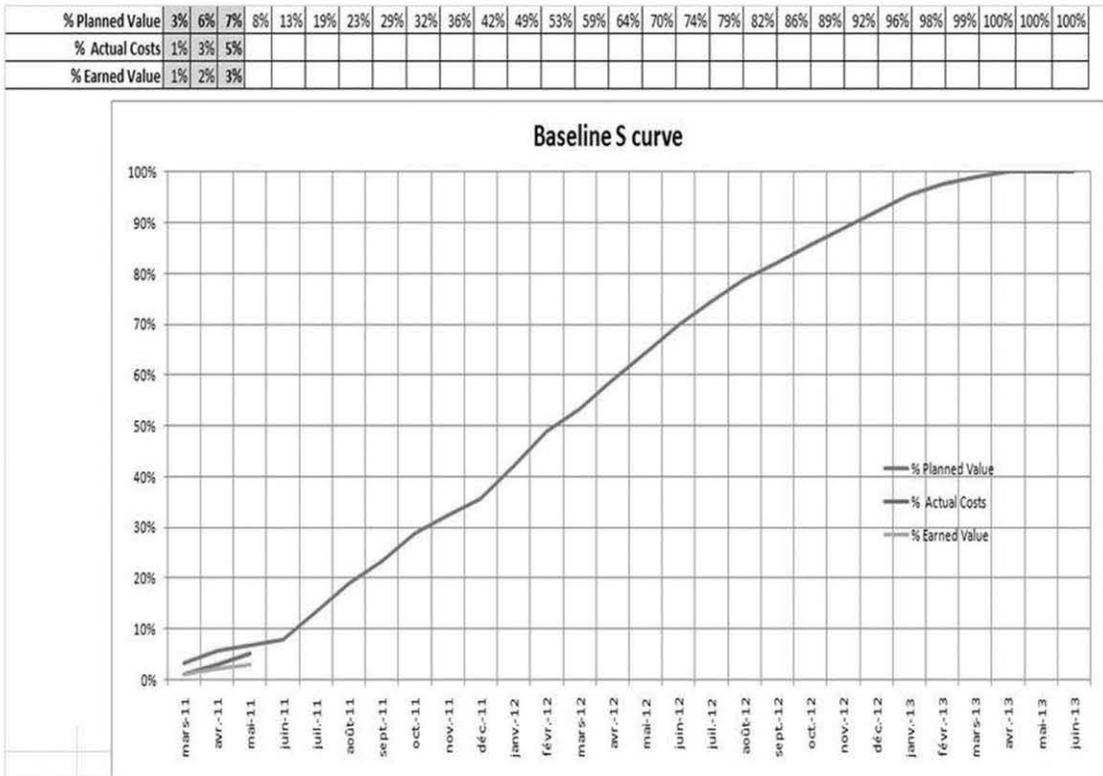


Figure 8.54 Situation au mois n° 3

À la fin du mois n° 4, en juin 2011, les résultats de la collecte de données sont les suivants :

- ▶ le nombre d'heures dépensé est 600 heures =  $600/9\ 000\ \% = 6,6\ \%$  ;
- ▶ le livrable « Spécification of the Radio » est émis, l'approbation du client va commencer, ce qui correspond à un pourcentage d'avancement physique de 70 %.

Par conséquent, la valeur acquise (EV) du livrable est égale à :  $400 \times 70\ \% = 280$  heures.

La valeur acquise totale du projet est  $EV = 100$  (Flow diagram) +  $200$  (Calculation note) +  $280$  (70 % de la spécification) =  $680$  heures =  $680/9\ 000\ \% = 7,5\ \%$ .

Les courbes en S de la valeur acquise peuvent être mises à jour, comme indiqué sur la figure suivante (figure 8.55).

Le projet est maintenant de nouveau sur la bonne trajectoire, dans les temps avec un coût conforme à la prévision de référence. Sur les deux périodes de contrôle qui suivent, les périodes n° 5 et 6, le projet reste sur la trajectoire de référence.

À la fin de la période de contrôle n° 7, au mois de septembre 2011, la situation planifiée est la suivante, conformément à la figure 8.56.

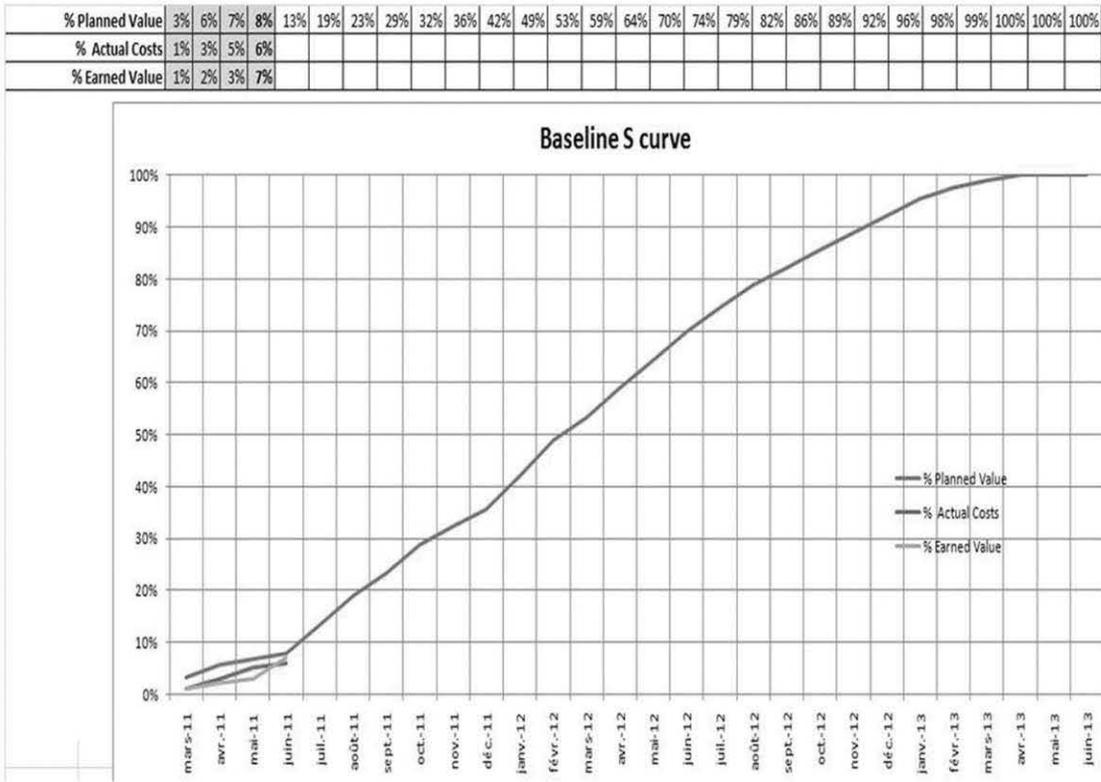


Figure 8.55 Situation au mois n° 4

WBS	Deliverables	Start	Finish	Budget (m.h)	mars-11	avr.-11	mai-11	juin-11	juil.-11	août-11	sept.-11	oct.-11	nov.-11	déc.-11	janv.-12	févr.-12	mars-12
<b>Communication system</b>				9 000													
<b>Radio</b>				4 500													
	Preliminary Design	28/02/2011	29/06/2011	700	300	200	100	100									
	Flow diagrams		01/04/2011	100	100												
	Calculation note		01/05/2011	200	100	100											
	Specification		29/06/2011	400	100	100	100	100									
	<b>Basic Design</b>	29/06/2011	29/02/2012	1 400					300	300	200	200	100	100	100	100	
	Flow diagrams		01/09/2011	200				100	100								
	Calculation note		01/11/2011	400				100	100	100		100					
	Specification		29/02/2012	800				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	<b>Detailed Design</b>	11/01/2012	11/01/2013	2 400											300	300	300
	Flow diagrams		01/04/2012	300										100	100	100	100
	Calculation note		01/09/2012	800										100	100	100	100
	Specification		11/01/2013	1 300										100	100	100	100
<b>Telephone</b>				4 500													
	Preliminary Design	29/06/2011	28/10/2011	700				200	200	200	100						
	<b>Basic Design</b>	05/10/2011	06/06/2012	1 400							200	200	200	200	200	200	100
	<b>Detailed Design</b>	18/04/2012	19/04/2013	2 400													

Figure 8.56 Situation planifiés au mois n° 7

Le nombre d'heures dépensé est de 1 650 heures = AC = 1 650/9 000 % = 18 %

La valeur acquise est calculée conformément au tableau suivant (figure 8.57).

WBS	Deliverables	Start	Finish	Budget (m.h)	% progress	Earned value
<b>Communication system</b>				9 000	<b>24%</b>	2 160
<b>Radio</b>				4 500		<b>1 460</b>
	<b>Preliminary Design</b>	28/02/2011	29/06/2011	700		
	Flow diagrams		01/04/2011	100	100%	100
	Calculation note		01/05/2011	200	100%	200
	Specification		29/06/2011	400	100%	400
	<b>Basic Design</b>	29/06/2011	29/02/2012	1 400		
	Flow diagrams		01/09/2011	200	100%	200
	Calculation note		01/11/2011	400	60%	240
	Specification		29/02/2012	800	40%	320
	<b>Detailed Design</b>	11/01/2012	11/01/2013	2 400		
	Flow diagrams		01/04/2012	300	0%	0
	Calculation note		01/09/2012	800	0%	0
	Specification		11/01/2013	1 300	0%	0
<b>Telephone</b>				4 500		<b>700</b>
	<b>Preliminary Design</b>	29/06/2011	28/10/2011	700	100%	700
	<b>Basic Design</b>	05/10/2011	06/06/2012	1 400	0%	0
	<b>Detailed Design</b>	18/04/2012	19/04/2013	2 400	0%	0

Figure 8.57 Valeur acquise (EV) au mois n° 7

Il est à noter que :

- ▶ Le livrable « Radio-Basic design-Flow diagrams » est en cours de finalisation avant les premières approbations, ce qui fait que son pourcentage d'avancement est de l'ordre de 60 %.
- ▶ Le livrable « Radio-Basic design-Specification » a passé l'étape des premiers commentaires, ce qui fait que son avancement est de 40 %.

Les courbes en S de la valeur acquise sont mises à jour, comme indiqué sur la figure suivante (figure 8.58).

Les indicateurs de performance peuvent maintenant être calculés :

- ▶  $SV = EV - PV = 24 \% - 23 \% = 1 \%$ , le projet est dans les temps ;
- ▶  $CV = EV - AC = 24 \% - 18 \% = 6 \%$ , le projet coûte moins cher que prévu, c'est une bonne chose.

Comme le pourcentage d'avancement du projet est supérieur à 10 %, des projections peuvent être établies.

Monthly budget	300	200	100	100	500	500	400	500	300	300	600	600	400	500	500	500	400	400	300	300	300	300	300	200	100	100	0	0
Cumulative budget	300	500	600	700	1200	1700	2100	2600	2900	3200	3800	4400	4800	5300	5800	6300	6700	7100	7400	7700	8000	8300	8600	8800	8900	9000	9000	9000
% Planned Value	3%	6%	7%	8%	13%	19%	23%	29%	32%	36%	42%	49%	53%	59%	64%	70%	74%	79%	82%	86%	89%	92%	96%	98%	99%	100%	100%	100%
% Actual Costs	1%	3%	5%	6%	13%	16%	18%																					
% Earned Value	1%	2%	3%	7%	13%	19%	24%																					

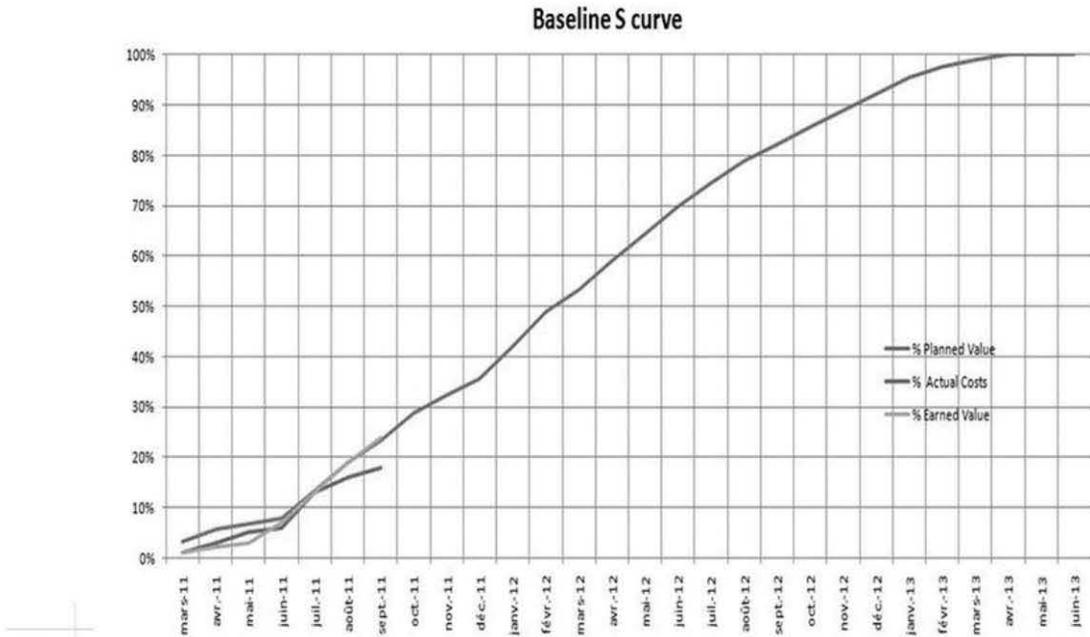


Figure 8.58 Situation au mois n° 7

Le coût prévisionnel final est donné par la formule suivante :

$$EAC = BAC / CPI$$

Avec BAC = 9 000 heures, et CPI = EV/AC = 133 %.

On a, EAC = **6 750** heures (comparé aux 9 000 heures du budget).

Le projet est en bonne voie pour finir dans les coûts et les délais définis initialement, et il peut même se terminer en positif en termes de coûts, il y aurait un gain potentiel important (VAC = 3 250 heures).

Il est décidé d'évaluer le plan de charge. Le reste à faire (ETC) est donc calculé pour l'ensemble du projet. La formule utilisée est la suivante.

$$ETC = (BAC - EV) / CPI$$

Le tableau de bord général du projet est présenté sur la figure ci-contre (figure 8.59). Le plan de charge peut maintenant être établi. Il est présenté sur la figure 8.60.

Comme le projet se déroule bien en termes de coûts et de délais, qu'il semble évident que le projet coûte moins cher que prévu, le chef de projet décide d'anticiper le planning afin de le sécuriser et de viser une marge plus favorable en fin de projet.

WBS	Deliverables	Start	Finish	Budget (m.h)	% Budget	% progress	Earned value	Planned value	Actual costs	ETC
<b>Communication system</b>				9 000	100%	24%	2 160	1 945	1 650	5 225
<b>Radio</b>				4 500	50%		1 460	1 420		
	Preliminary Design	28/02/2011	29/06/2011	700	8%					
	Flow diagrams		01/04/2011	100	1%	100%	100	100		
	Calculation note		01/05/2011	200	2%	100%	200	200		
	Specification		29/06/2011	400	4%	100%	400	400		
	Basic Design	29/06/2011	29/02/2012	1 400	16%					
	Flow diagrams		01/09/2011	200	2%	100%	200	100		
	Calculation note		01/11/2011	400	4%	60%	240	300		
	Specification		29/02/2012	800	9%	40%	320	320		
	Detailed Design	11/01/2012	11/01/2013	2 400	27%					
	Flow diagrams		01/04/2012	300	3%	0%	0	0		
	Calculation note		01/09/2012	800	9%	0%	0	0		
	Specification		11/01/2013	1 300	14%	0%	0	0		
<b>Telephone</b>				4 500	50%		700	525		
	Preliminary Design	29/06/2011	28/10/2011	700	8%	100%	700	525		
	Basic Design	05/10/2011	06/06/2012	1 400	16%	0%	0	0		
	Detailed Design	18/04/2012	19/04/2013	2 400	27%	0%	0	0		

Figure 8.59 Tableau de bord du projet au mois n° 7

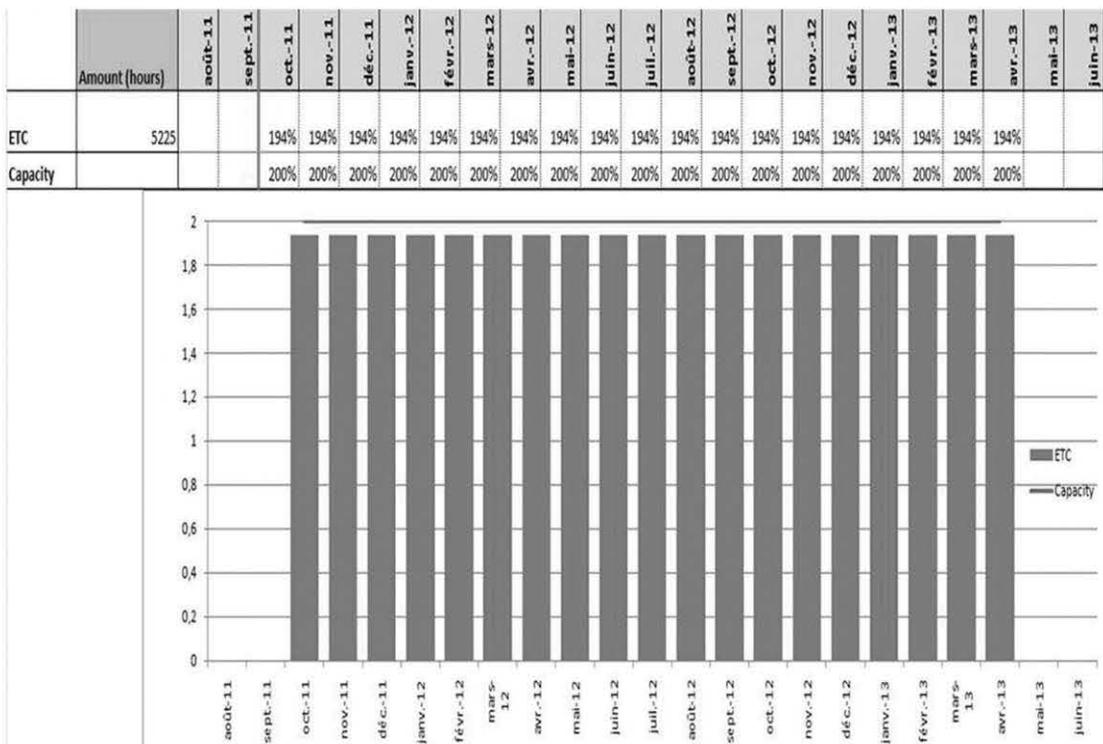


Figure 8.60 Plan de charge du projet au mois n° 7

Les changements du planning par rapport au planning de référence sont visibles sur le diagramme de Gantt présenté ci-après (figure 8.61). Le planning a été anticipé avec des objectifs plus « agressifs ».

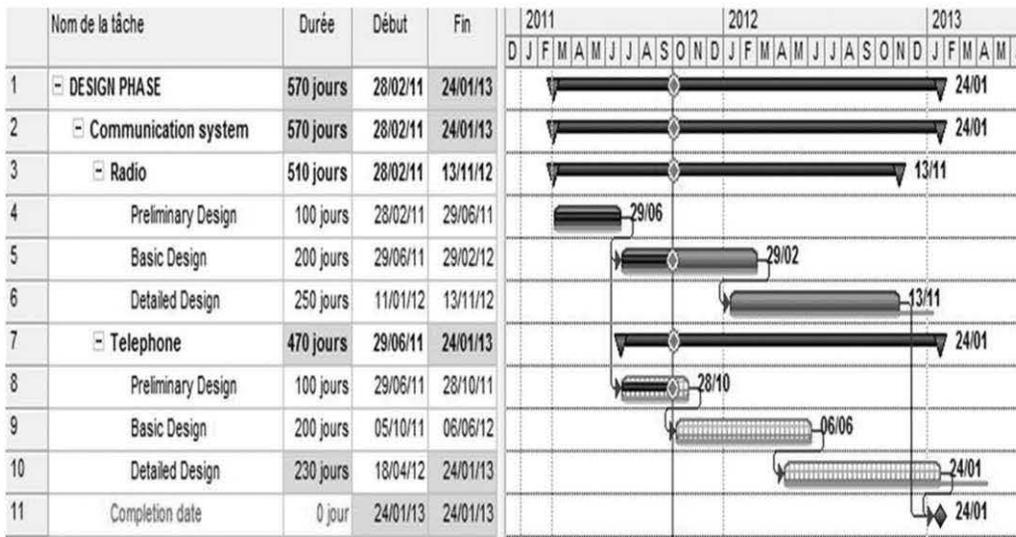


Figure 8.61 Accélération du planning

Une nouvelle référence va être établie, la référence contractuelle reste inchangée, il s'agira d'une référence interne, de pilotage. Les dates cibles des livrables sont réajustées dans le cadre de cette référence de pilotage.

Les données de cette référence de pilotage sont présentées sur la figure suivante (figure 8.62).

Le projet peut alors continuer de se dérouler avec de nouveaux challenges pour l'équipe projet. L'enjeu étant d'économiser du temps et de l'argent au final.

### 8.6.6 Approche « top-down » appliquée à la phase construction

#### ◆ Préambule

Pour cette phase construction, la planification à deux étages, il existe un **planning de coordination** qui envoie des objectifs à des plannings de **partenaires** ou de **sous-traitants**, ces derniers remontent périodiquement des avancements au planning de coordination.

Nous sommes donc dans ce cas dans une utilisation de méthode de la valeur acquise en « externe ». On suppose que tous les contrats sont passés **au bordereau**.

#### ◆ La courbe en S de référence (PV)

La courbe en S de référence (PV) est établie en fonction des dépenses. On établit une courbe en S de référence (PV) par lot de travaux contractuel, en fonction de leurs prix.

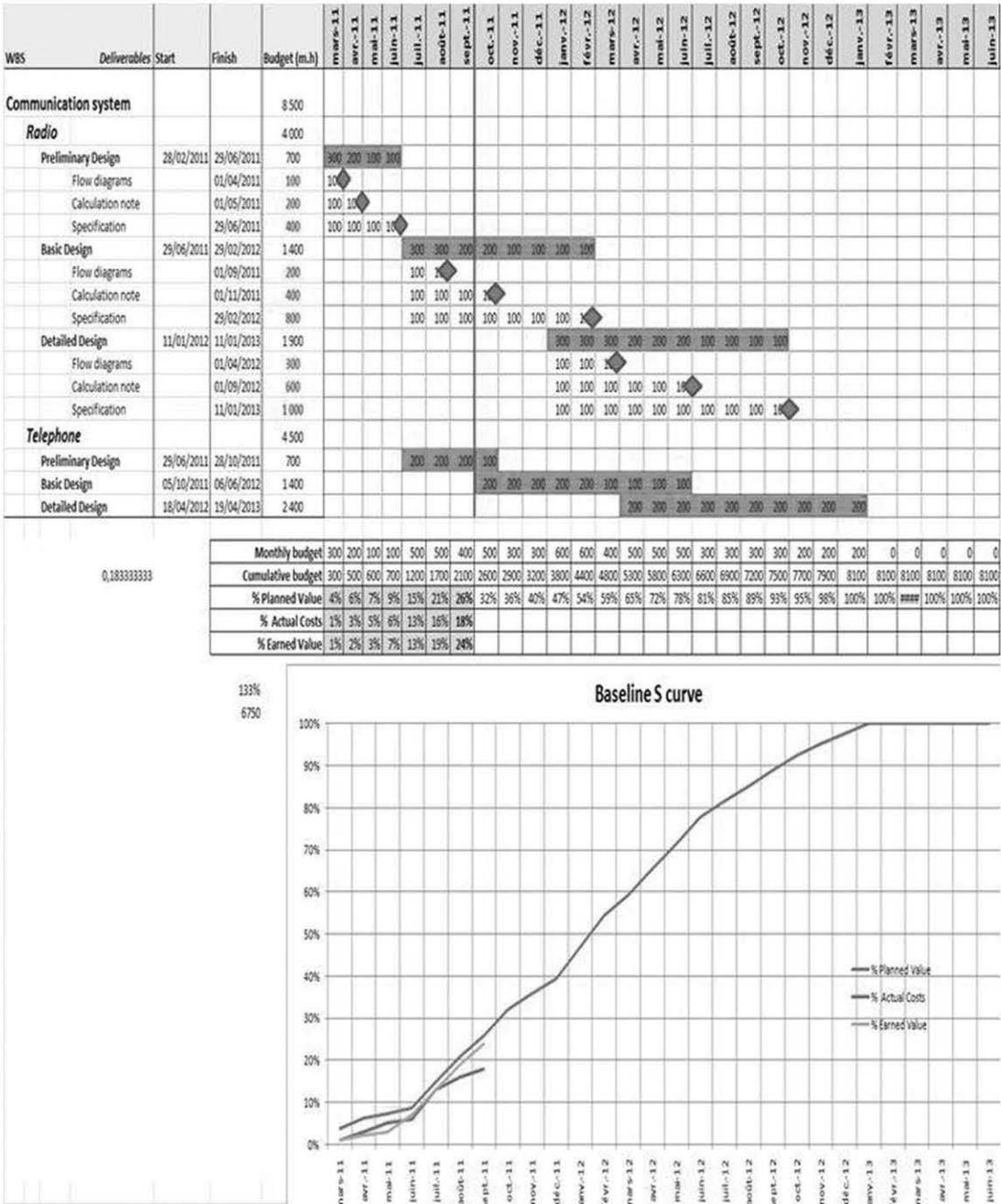


Figure 8.62 Référence de pilotage

La courbe en S de référence (PV) est construite :

- ▶ à l'aide du planning pour les paiements relatifs à l'avancement\* ;
- ▶ et avec les jalons de paiement intermédiaires, plus les avances forfaitaires.

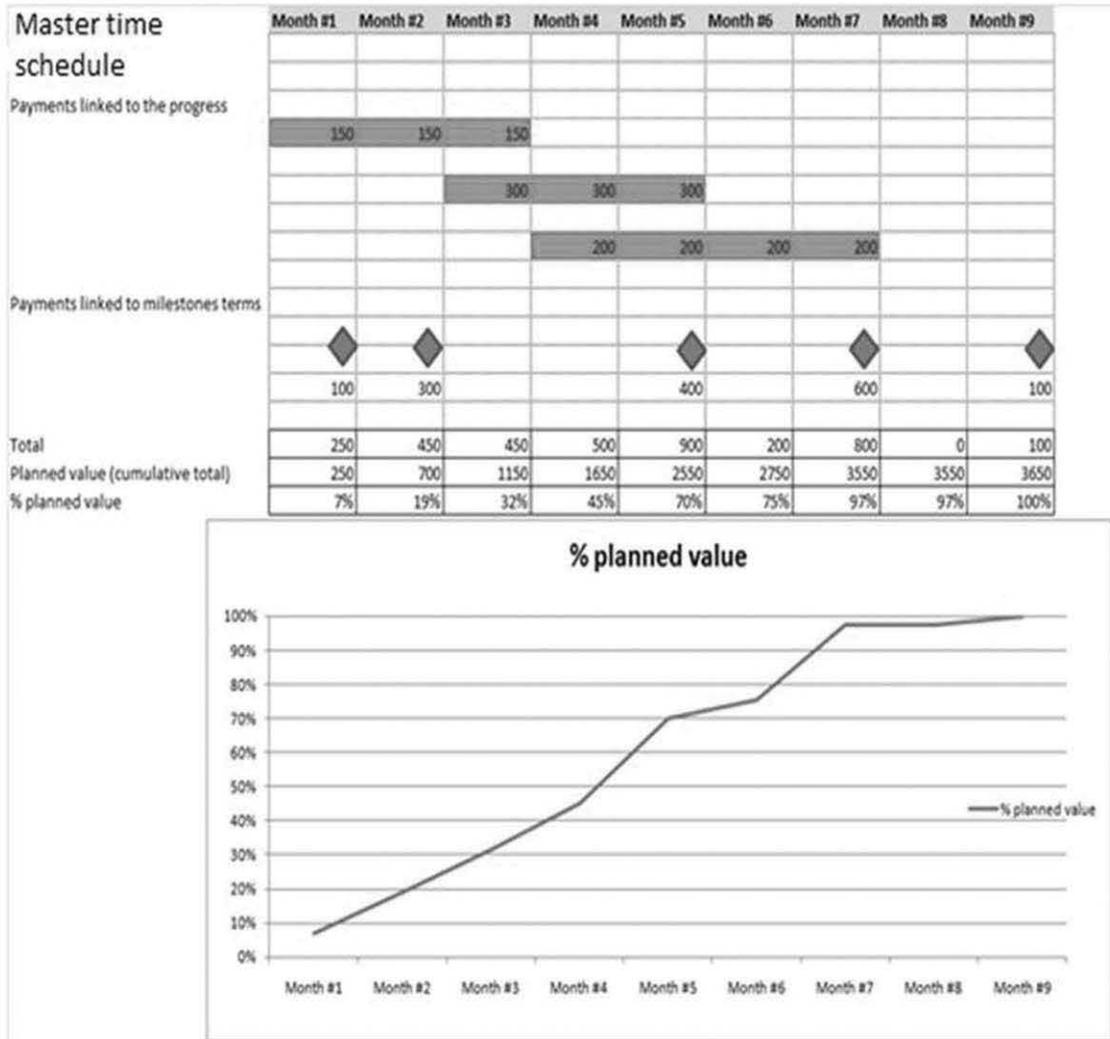


Figure 8.63 Courbe en S de référence (PV)

**\*Nota :**

Les poids des tâches planning sont calculés en fonction du prix du lot contractuel, du prix des produits, des sous-produits ainsi qu'avec la durée relative des tâches au sein d'un sous-produit.

Ces données sont additionnées pour former la courbe en S de référence.

La figure ci-dessus (figure 8.63) illustre comment est construite la courbe en S de référence (PV) au sein du planning de coordination.

### ◆ Les dépenses (AC)

Les dépenses (AC) correspondent au montant des factures approuvées provenant des sous-traitants et des dépenses des partenaires.

Elles sont imputées au niveau des lots de travaux, à un niveau macroscopique donc, comme le préconise le principe de l'approche « Top-down ».

### ◆ La valeur acquise (EV)

Il s'agit de construire une courbe en S de valeur acquise (EV) **théorique** de sorte qu'elle « colle » à la courbe en S de référence tout au long du cycle de vie du projet.

En effet, la courbe en S de référence est établie en fonction des prévisions de facturation des entreprises sous-traitantes, alors que la courbe d'avancement physique théorique n'est pas réalisée à partir de l'affectation des ressources élémentaires sur les tâches du planning. Il n'y a donc aucune raison, *a priori*, pour que ces deux courbes soient identiques.

On choisit alors des jalons intermédiaires au sein des plannings des sous-traitants et des partenaires, que l'on pondère de sorte, qu'en cumulé, ils s'alignent parfaitement pendant toute la durée du projet avec la courbe en S de référence (PV). La technique de mesure de l'avancement utilisée est celle des « jalons intermédiaires ».

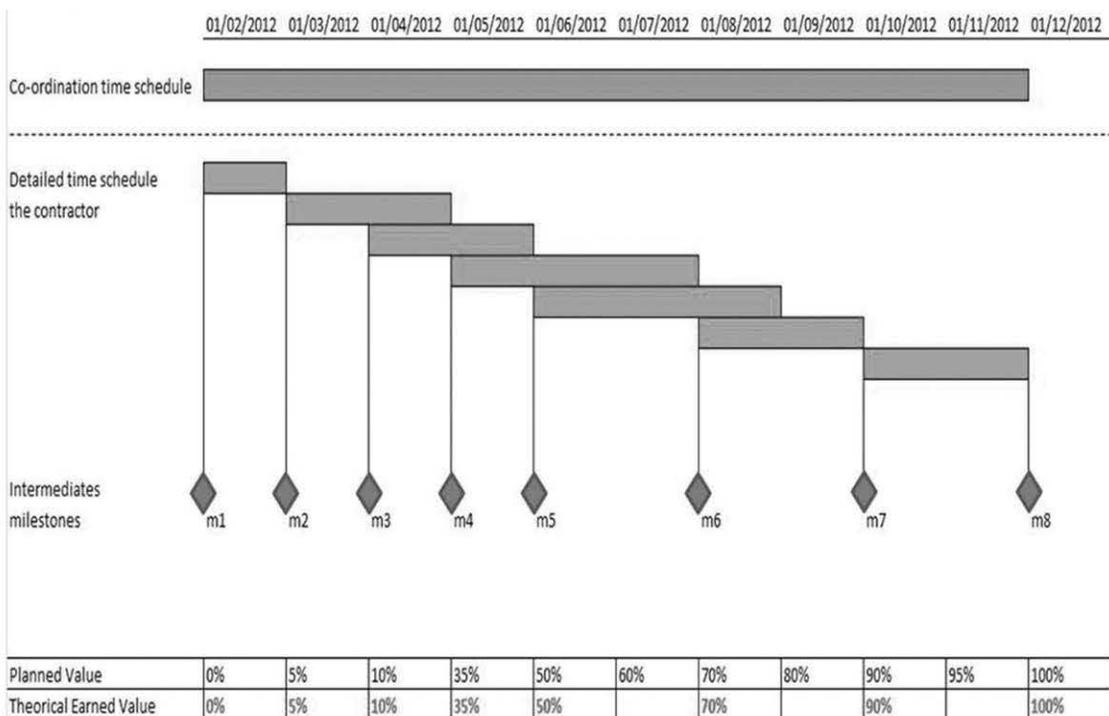


Figure 8.64 Établissement de la courbe de la valeur acquise (EV)

La figure précédente (figure 8.64) illustre comment on pondère les jalons clés choisis au sein des plannings « enfants » de sorte qu'ils correspondent parfaitement à la courbe en S de référence.

Si pendant le cycle de vie du projet, le projet suit partement la trajectoire de référence, lors des mesures périodiques de l'avancement, il n'y a pas d'écart.

Au contraire, si un jalon est retardé, un écart apparaît sur les axes temporels (X) et des coûts (Y), puisque les jalons sont pondérés.

Par exemple, au mois n° 4, seul le jalon « m3 » est atteint, on a : EV = 10 %, alors que PV = 35 %. Sachant que les dépenses (AC) sont obtenues par ailleurs (factures approuvées).

### ◆ Synthèse

La construction des trois courbes en S de la valeur acquise (PV, AC et EV) est donc réalisable.

À noter que les tâches des plannings « enfants » (des contractants et partenaires) n'ont pas été pondérées dans cette étude de cas, simplement parce que dans la pratique on n'a pas toujours accès aux fichiers informatiques sources des contractants.

Il est alors plus simple de choisir quelques jalons dans leurs plannings, de les gérer par exemple dans un tableur, pour mesurer leur avancement physique.

Cette utilisation en « externe » de la méthode peut être destinée à piloter le projet en interne ou bien à faire des rapports d'avancement coûts/délais au client si on est maître d'œuvre (MOE).

## 8.7 La méthode de la chaîne critique

### ↳ Chaîne critique

.....  
« C'est la séquence des événements dépendants qui empêchent le projet de se terminer au plus tôt. Les dépendances des ressources sont équivalentes aux dépendances des tâches pour déterminer la chaîne critique. »

Eliyahu M. Goldratt  
.....

C'est donc la plus longue série de tâches qui considère à la fois les dépendances entre les tâches et surtout les dépendances entre les ressources.

## 8.7.1 La présentation de la méthode

La gestion de projet selon la chaîne critique souligne l'importance du planning.

Elle se distingue de la méthode préconisée par le PMBOK car elle :

- ▶ inclut les dépendances des ressources ;
- ▶ utilise une probabilité de réalisation des tâches à 50 % ;
- ▶ utilise les marges temporelles comme outil de contrôle ;
- ▶ modifie le comportement des équipes en encourageant le signalement de l'achèvement avancé des tâches et en éliminant le « multitâche ».

La méthode utilise trois outils théoriques pour améliorer la performance des projets, qui éliminent six effets indésirables.

**Les trois outils théoriques sont :**

- ▶ la théorie des contraintes (« tout système a une contrainte ») ;
- ▶ les variations dues aux causes ordinaires (incertitudes sur le délai des tâches) ;
- ▶ les lois statistiques qui gouvernent les variations dues à des causes ordinaires (les marges de sécurité réduisent le temps de réalisation d'une chaîne de tâches).

**Les six effets indésirables sont :**

- ▶ estimation excessive des durées des tâches ;
- ▶ le syndrome de l'étudiant (on a tendance à réaliser la tâche le plus tard possible) ;
- ▶ les projets ne bénéficient pas des fins de tâche en avance ;
- ▶ les retards causés par les intégrations de tâches : la plupart des projets ont des chemins parallèles qui convergent vers le chemin critique ;
- ▶ le multitâche ;
- ▶ la perte d'attention, devant les multiples problématiques du planning (nouveau chemin critique à chaque mise à jour, disponibilité des ressources...).

### ◆ Précisions sur l'estimation excessive des durées des tâches

La loi de Parkinson indique que le délai d'accomplissement s'adapte toujours automatiquement au temps alloué. Quand on demande à un acteur d'estimer la durée la plus probable de réalisation d'une de ses tâches, il inclut généralement une marge de sécurité telle qu'indiquée sur la courbe suivante (figure 8.65). Le principe de l'estimation des durées dans la méthode de la chaîne critique est de récupérer cette marge pour l'intégrer aux tampons.

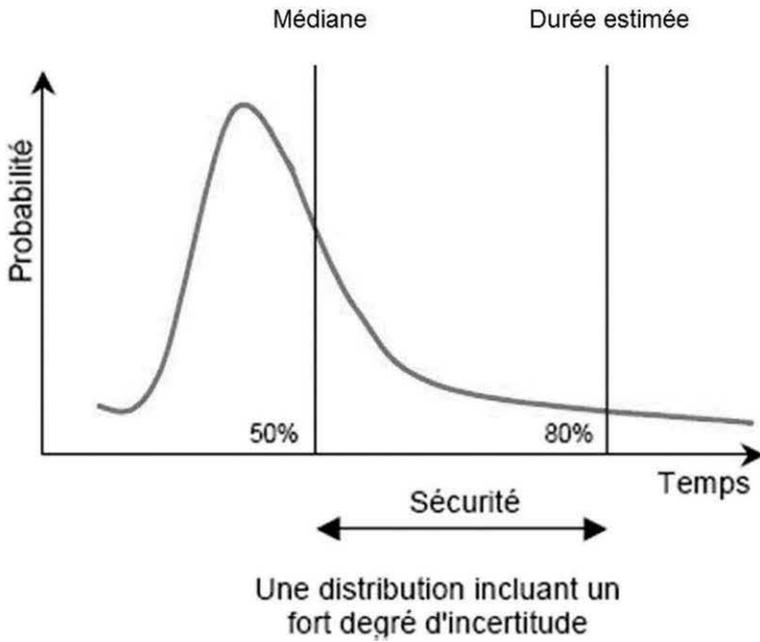


Figure 8.65 Estimation d'une durée  
 Jean-Pierre Wermeille, *La gestion des contraintes des projets e-business*,  
 Forum logiciel, octobre 2001 (11<sup>e</sup> année, numéro 5)

◆ Précisions sur l'intégration des tâches

On constate sur la figure 8.66 qu'un seul chemin est la cause du retard de la date d'achèvement du projet.

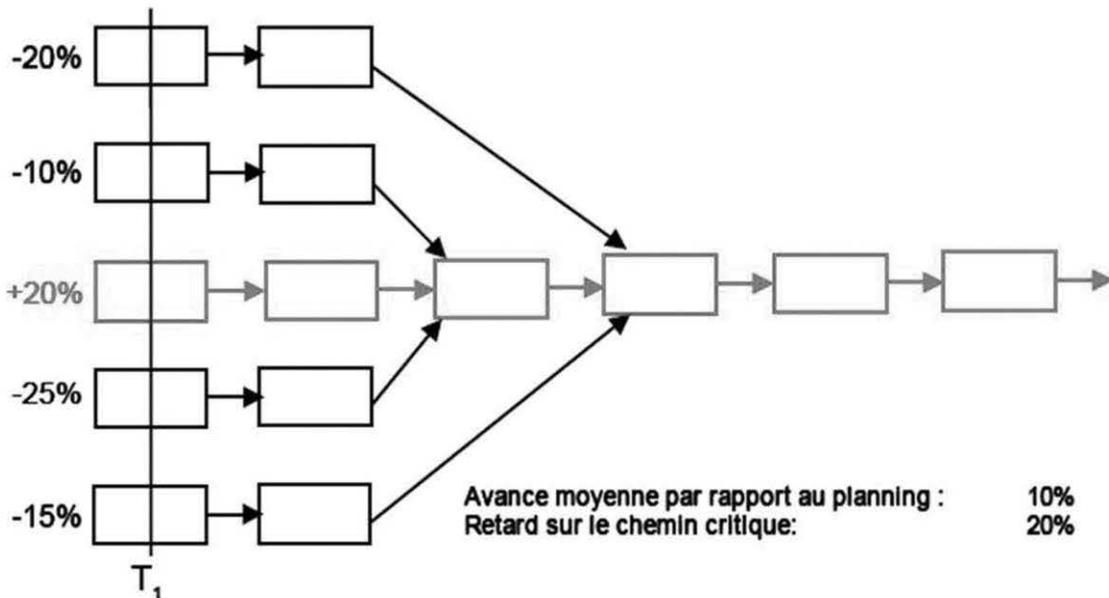


Figure 8.66 Graphe potentiel-tâche  
 Jean-Pierre Wermeille, *La gestion des contraintes des projets e-business*,  
 Forum logiciel, octobre 2001 (11<sup>e</sup> année, numéro 5)

### ◆ Précisions sur le travail multitâche

La figure 8.67 montre trois tâches : A, B et C.

On remarque qu'en mode multitâche, la tâche A dure plus longtemps.

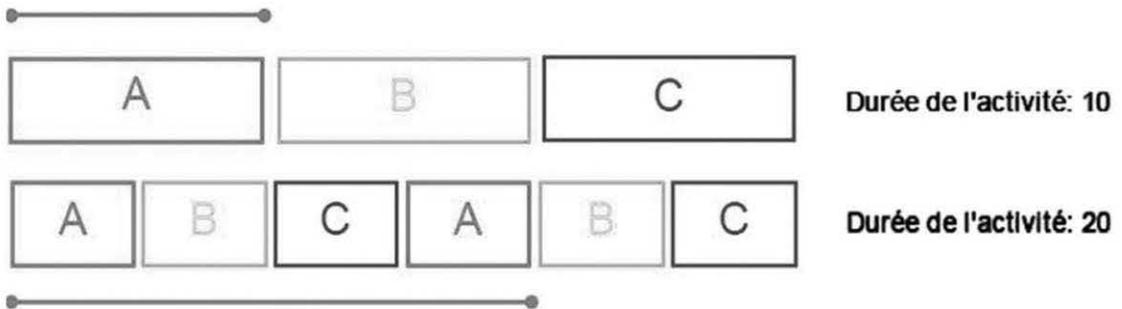


Figure 8.67 Le multitâche  
Jean-Pierre Wermeille, *La gestion des contraintes des projets e-business*,  
Forum logiciel, octobre 2001 (11<sup>e</sup> année, numéro 5)

## 8.7.2 La démarche de planification

La démarche à suivre pour planifier un projet selon la méthode de la chaîne critique est la suivante :

1. Planifier le projet à partir de la date de fin, définir la planification à rebours.
2. Planifier les tâches au plus tard.
3. Estimer les durées des activités, avec une probabilité de réalisation de 50 %.
4. Éliminer les conflits de ressources, niveler.
5. Identifier la chaîne critique.
6. Ajouter les tampons : pour le projet, pour les chemins secondaires du projet (également appelées réserves latérales, RL) ; pour les ressources.

Le suivi s'effectue de la même manière que pour la méthode du chemin critique, sauf que la date de fin de projet ne change pas tant que le tampon du projet n'est pas consommé. De plus, la chaîne critique ne change pas durant toute la durée du projet.

La gestion des tampons est un élément clé de la méthode, on distingue trois zones de taille égale :

### Tampon



- ▶ **vert** : aucune action n'est nécessaire ;
- ▶ **jaune** : il faut évaluer le problème et réfléchir à une action corrective ;
- ▶ **rouge** : il faut agir immédiatement.

Les réserves latérales (RL ou tampon) sont insérées sur le réseau logique du planning, conformément à la figure 8.68.

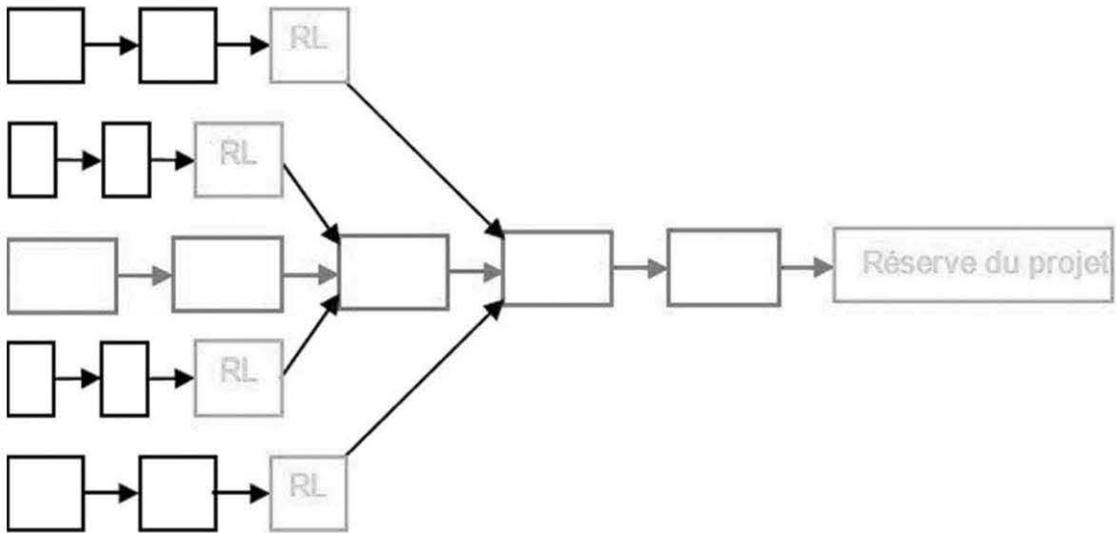


Figure 8.68 Illustration des réserves latérales (RL) et tampon projet  
Jean-Pierre Wermeille, *La gestion des contraintes des projets e-business*,  
Forum logiciel, octobre 2001 (11<sup>e</sup> année, numéro 5)

La chaîne critique est identifiée conformément à la figure 8.69.

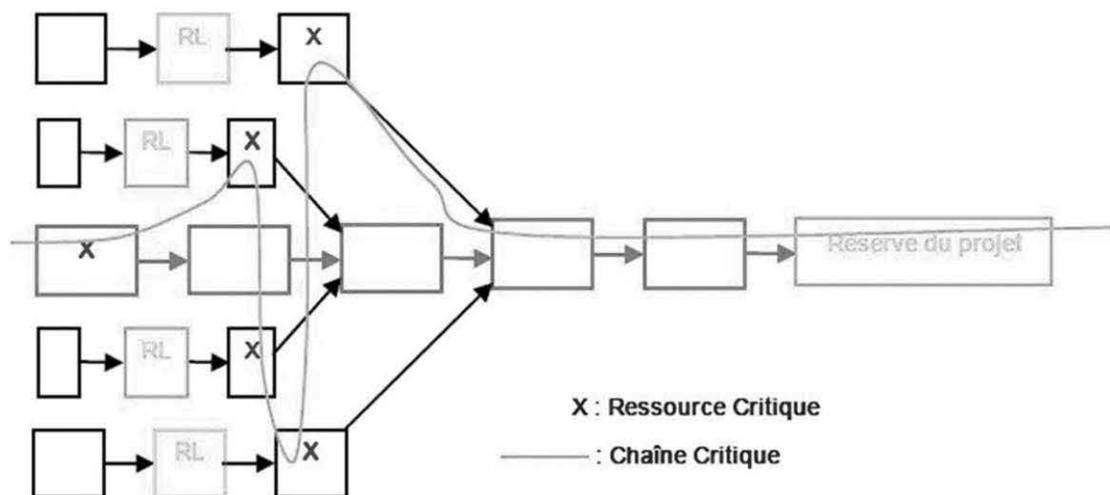


Figure 8.69 Illustration de la chaîne critique et de chemin critique  
Jean-Pierre Wermeille, *La gestion des contraintes des projets e-business*,  
Forum logiciel, octobre 2001 (11<sup>e</sup> année, numéro 5)

### 8.7.3 La planification à l'aide d'un logiciel

Le logiciel utilisé est PSN 8.5<sup>7</sup>, c'est un des outils les plus connus du marché mettant en œuvre cette méthodologie.

#### ◆ Paramétrage de l'outil

Dans la fenêtre « Propriétés », définir la méthode de planification (chaîne critique) ainsi que la date de fin de projet, comme suit (figure 8.70) :

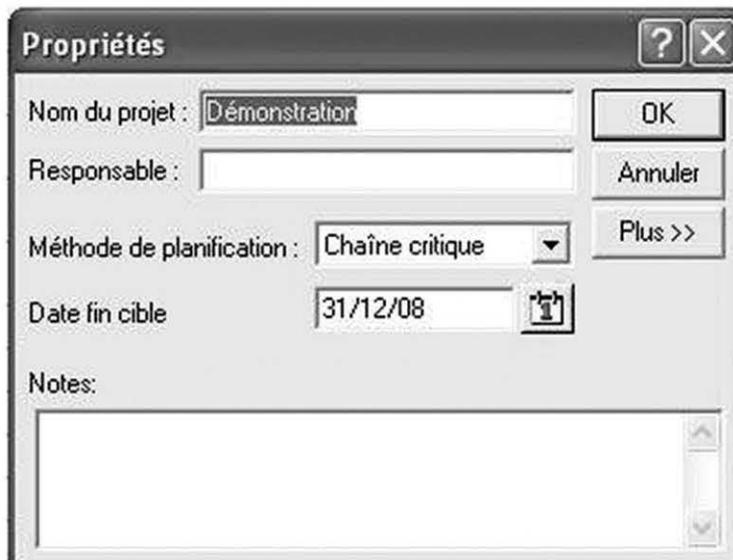


Figure 8.70 Fenêtre propriété

#### ◆ Construction du planning

Lister les tâches, définir leurs durées (avec une probabilité de 50 % de tenir les délais) et leurs enchaînements logiques (figure 8.71).

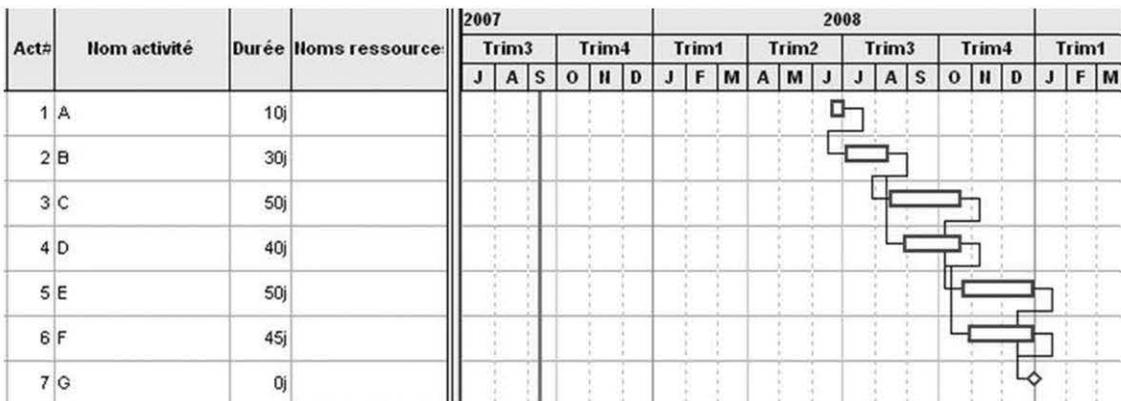


Figure 8.71 Planning calé au plus tard

7 Logiciel PSN 8.5 Scitor Le Bihan consulting SA.



On constate que la ressource R1 n'effectue plus de tâches en parallèle (aucun lien n'a été ajouté) (figure 8.75).

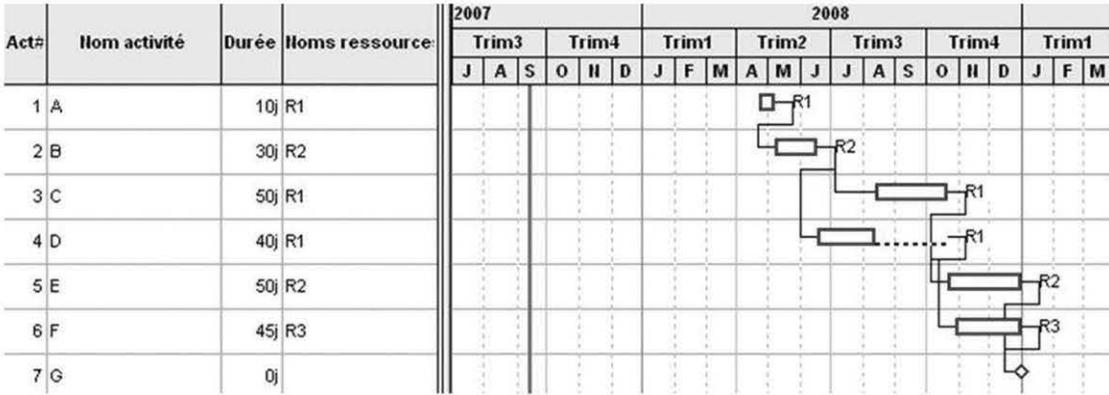


Figure 8.75 Prise en compte des contraintes de ressources

À partir du centre de commandes, cliquer sur l'icône « identifier la chaîne critique » (figure 8.76). Les tâches de cette chaîne apparaissent en rouge sur le diagramme de Gantt.

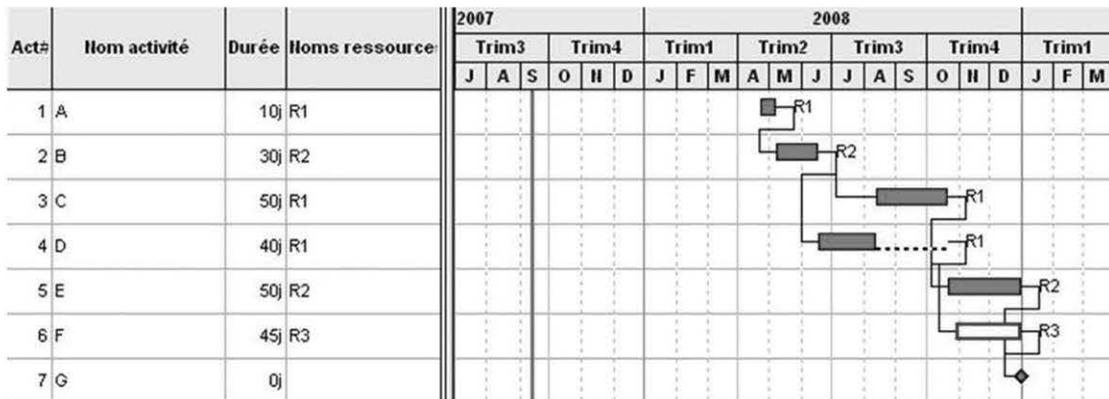


Figure 8.76 Identification de la chaîne critique

À partir du centre de commandes, cliquer sur l'icône « Ajouter les tampons » (paramétrables – figure 8.77).

Le résultat de la planification initiale est le suivant :

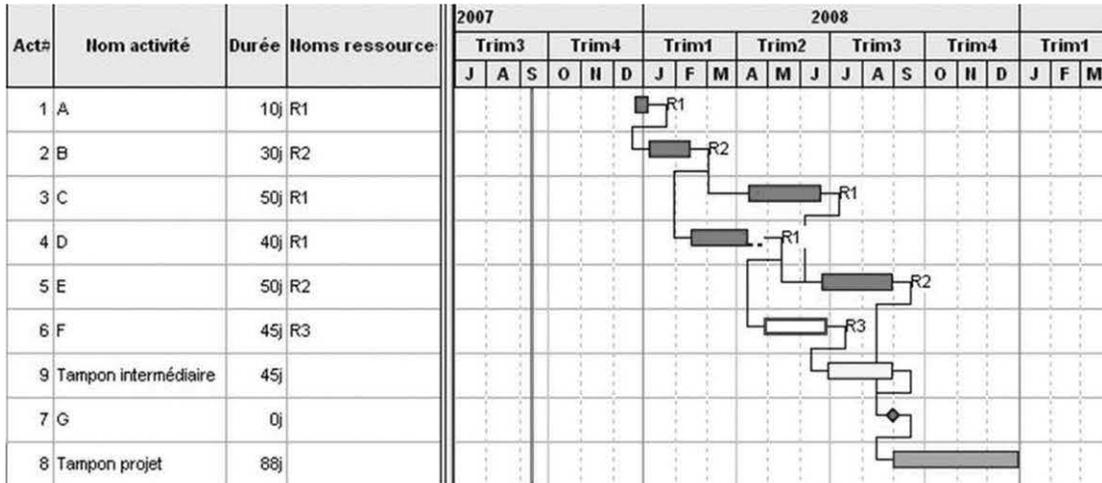


Figure 8.77 Ajout des tampons

Il est possible d'ajouter automatiquement les liens logiques dus à l'utilisation des ressources, à partir du centre de commandes. Par exemple on voit que la tâche D et maintenant liée à la tâche C (figure 8.78).

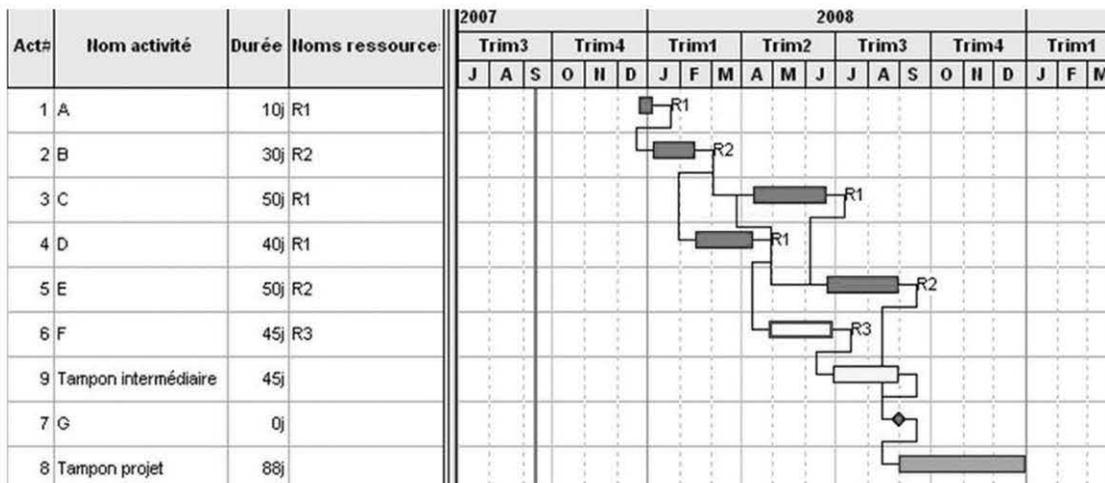
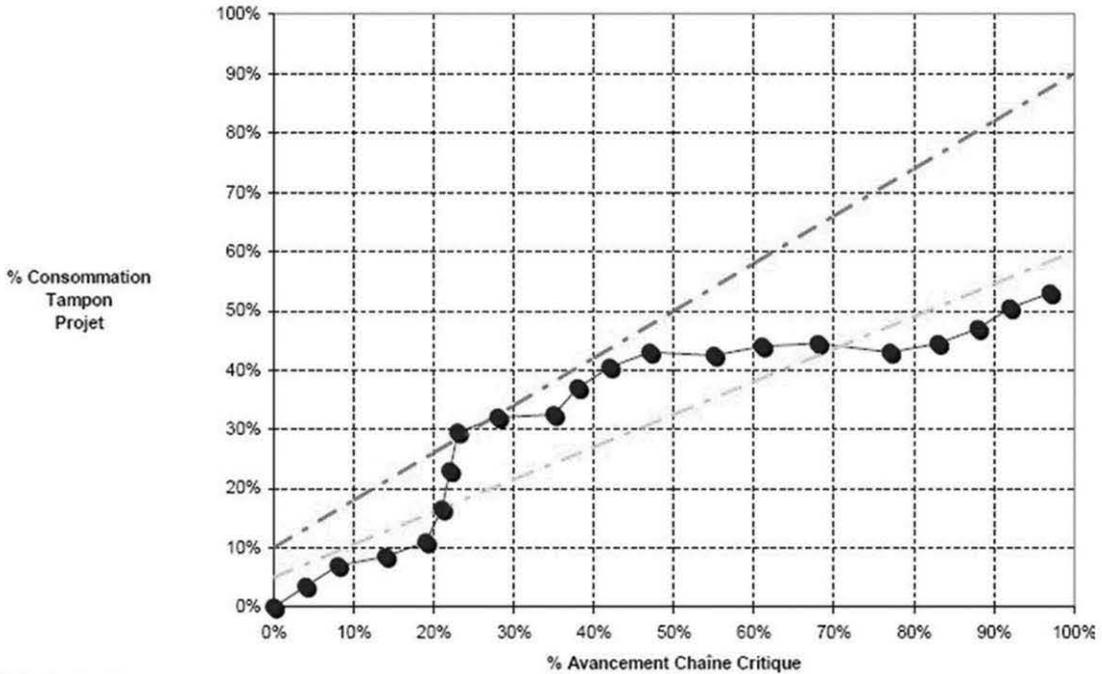


Figure 8.78 Ajout de liens logiques

## 8.7.4 Les indicateurs

Le pilotage du projet s'effectue à la manière de la courbe de la figure 8.79.

Le pourcentage d'avancement de la chaîne critique doit toujours se situer entre les courbes de pourcentage de consommation du tampon projet.



© Eric ROBIN

Figure 8.79 Exemple d'indicateur de gestion du tampon du projet

La ligne pointillée supérieure est rouge.

La ligne pointillée inférieure est verte.

## 8.8 L'ouverture et la fermeture des lots

L'ouverture et la fermeture des lots de travaux sont un très bon moyen de pilotage du planning et des coûts.

Il s'agit de bloquer le système d'information pour éviter le pointage en heures sur les lots de travaux dont la réalisation est non urgente et non importante.

L'ouverture et la fermeture des lots s'opèrent au moyen de notes diffusées à l'ensemble de l'équipe projet, sous décision du chef de projet.

## 8.9 Le management de projet par les écarts

La gestion de projet (coûts et délais) peut se représenter par un système « bouclé », dans le sens où la donnée de sortie (le coût prévisionnel final ou la date de fin prévisionnelle) est comparée en permanence avec le référentiel (budget ou référence).

Les écarts sont détectés au plus tôt, classifiés, quantifiés, hiérarchisés, traités, suivis et capitalisés, afin de corriger cette donnée de sortie, de sorte qu'elle soit toujours alignée avec l'objectif final.

### 8.9.1 Définition

L'écart =  $B - A$ , mesure une différence entre une valeur (B) et le référentiel (A).

L'écart coût se définit tel qu'indiqué sur le graphique ci-dessous, sur ces courbes de la valeur acquise (figure 8.80).

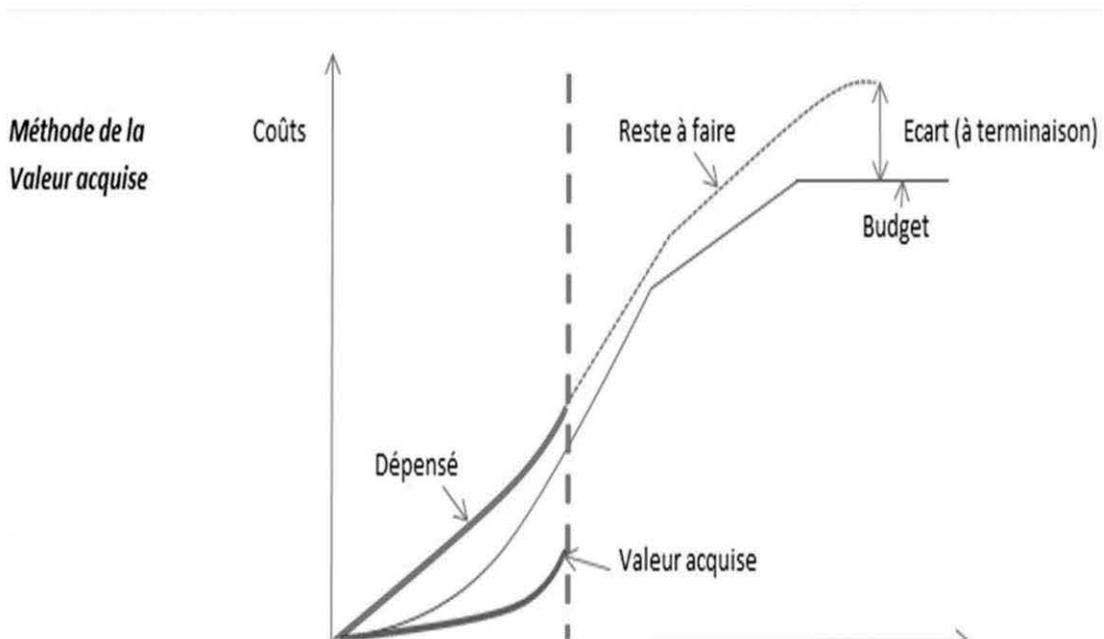


Figure 8.80 Courbes en S de la valeur acquise

Cet écart à terminaison peut se calculer par plusieurs formules sur la base de l'écart de coût en cours, c'est-à-dire détecté à la date de mise à jour (CV),  $\text{Cost Variance} = \text{valeur acquise (EV)} - \text{valeur réelle (AC)}$ .

Cet écart représente un risque de dépassement à terminaison, si on continue comme on a commencé.

Certaines formules utilisent le CPI (Cost Performance Index =  $\text{EC/AC}$ ) pour estimer cet écart à terminaison.

La méthode de la valeur acquise est utilisée pour le calcul de cet écart.

La figure 8.81 montre l'écart d'un point de vue planning.

Il est déterminé par la méthode du chemin critique. Le jalon final possède une marge totale négative par rapport à la cible de référence.

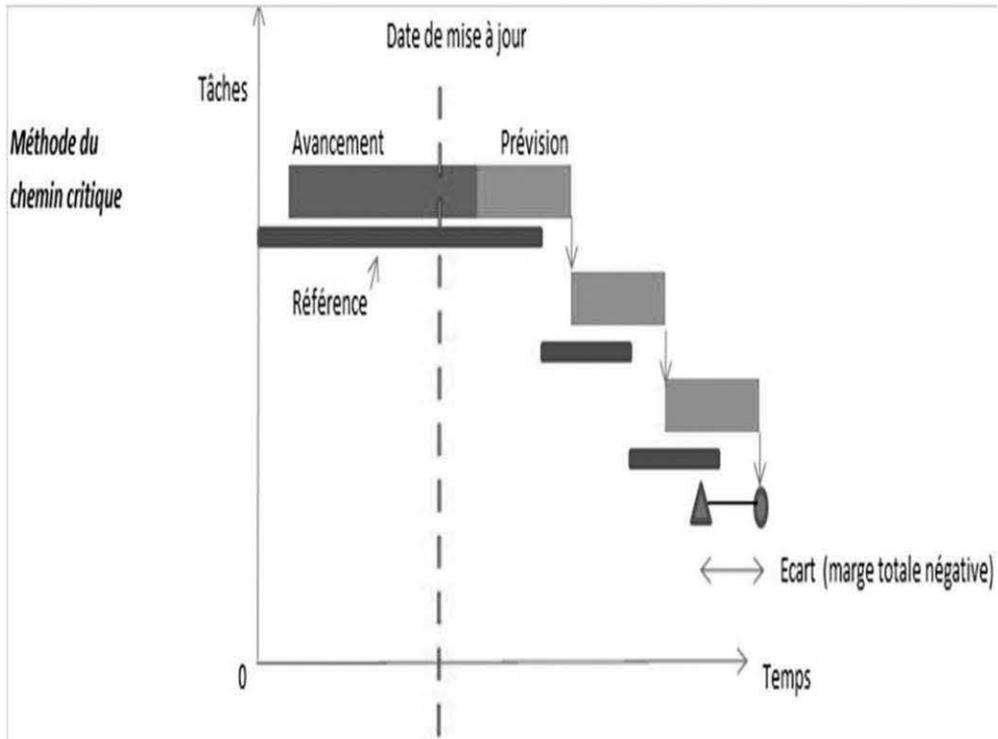


Figure 8.81 Méthode du chemin critique

À noter que, la cause de l'écart se situe sur la tâche en cours de réalisation.

## 8.9.2 Une question d'interprétation

L'écart peut être positif ou négatif, favorable ou défavorable : tout dépend de quel côté on se place.

L'exemple suivant (figure 8.82) montre le budget sur la gauche (en gris clair), le dépensé (en noir) et le reste à faire (en gris foncé). L'écart à terminaison est visible entre le dépensé plus le reste à faire et le budget.

Cet écart est positif dans les deux cas, on parle de coûts, puis de recettes, mais dans un cas il est défavorable (coûts : il est défavorable de prévoir de dépenser plus que prévu) et dans l'autre, il est favorable (recettes : il est favorable de prévoir de gagner plus que prévu).

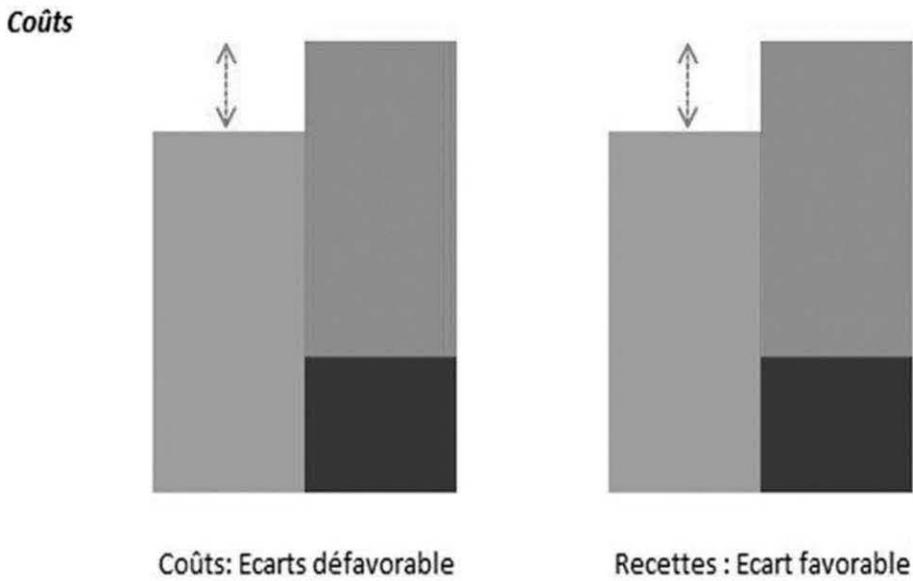


Figure 8.82 Écarts de coûts

L'écart se mesure toujours par rapport à quelque chose. L'exemple suivant (figure 8.83) présente une situation qui semble à première vue paradoxale : l'avancement montre une avance et la projection par rapport à la référence montre un retard. Est-on en avance ou en retard ?

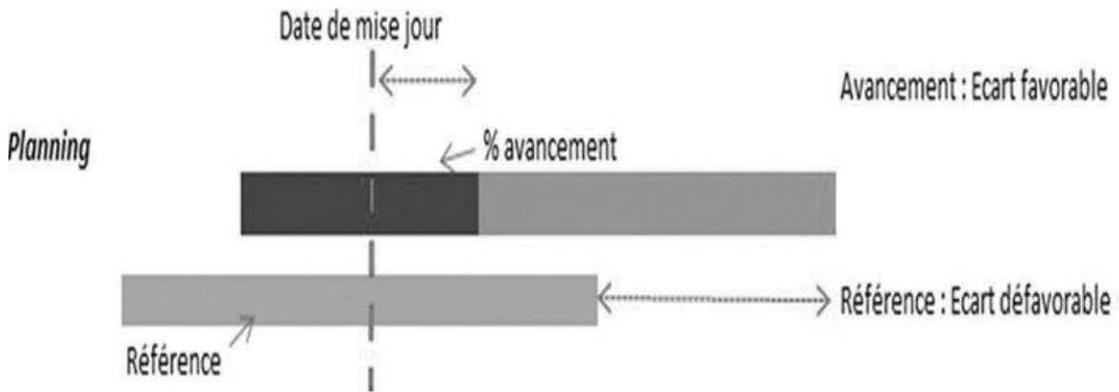


Figure 8.83 Écarts au planning

Il faut comprendre que l'on est en retard par rapport à la référence, mais que ce retard a tendance à être rattrapé, puisque l'on est en avance par rapport à l'avancement théorique sur la tâche re-planifiée.

À noter que, certains chefs de projet préfèrent que l'écart défavorable soit négatif, c'est une question de représentation du résultat.

### 8.9.3 Un pilotage coûts/délais basé sur les écarts

Les structures du planning et de gestion des coûts (WBS) sont communes, voire compatibles.

La structure du planning, pour la phase EXE (essentiellement la construction) est construite sur la base des localisations (Zones), des produits (ouvrages, équipements, matériels) et des activités à déployer. Celle des coûts est souvent orientée produits. Les deux structures, si elles sont différentes, se recourent par le biais du codage des produits les mettant en correspondance.

Une courbe en S de référence est initialisée dès le début de la phase EXE, et construite en liaison directe avec le planning du projet et les coûts associés.

Cette trajectoire de référence constitue le référentiel sur la base duquel les écarts, en termes de volume de travail, seront identifiés. Régulièrement – par exemple tous les six mois pour un projet d'une durée de 6 ans – une « référence à date » est reconstituée, permettant de recalibrer les objectifs du projet.

Un pourcentage d'avancement physique est géré et mesuré au niveau des tâches du planning. Ces tâches étant pondérées en fonction des coûts, le pourcentage est calculé pour l'ensemble du projet et aussi par groupes de tâches. Ce pourcentage alimente la courbe en S et constitue la courbe de la « valeur acquise ».

Par ailleurs, les dépenses sont enregistrées au niveau des lots contractuels, et alimentent aussi les courbes en S. On obtient les courbes de la valeur acquise qui se présentent sous la forme suivante (figure 8.84) :

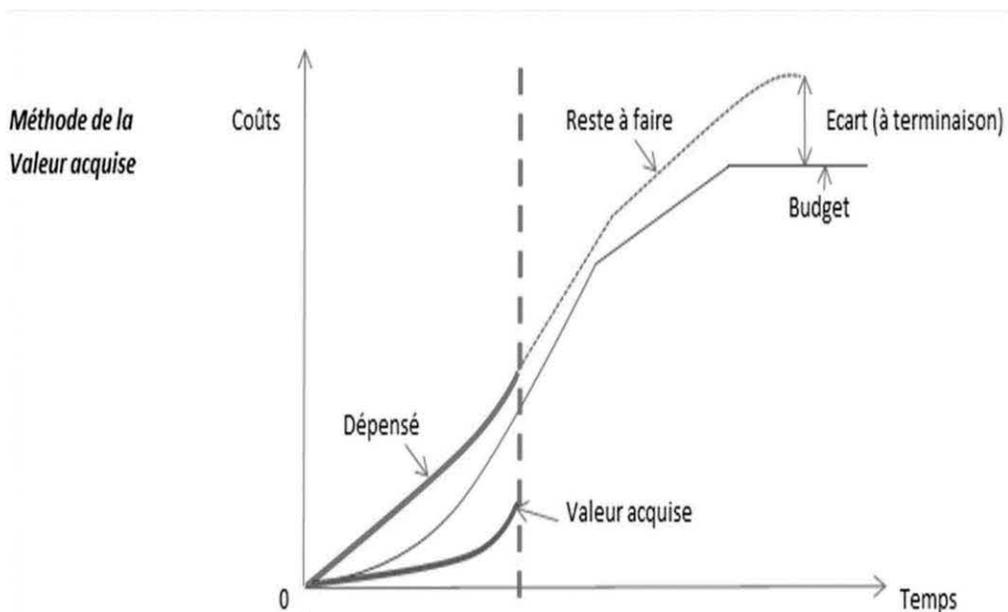


Figure 8.84 Courbes en S de la valeur acquise

Les écarts (volume de travail) du coût prévisionnel final sont donc identifiés à l'aide de la méthode de la valeur acquise.

Pour la partie planning, les écarts sont identifiés et quantifiés en « durées », à l'aide de la méthode du chemin critique (figure 8.85).

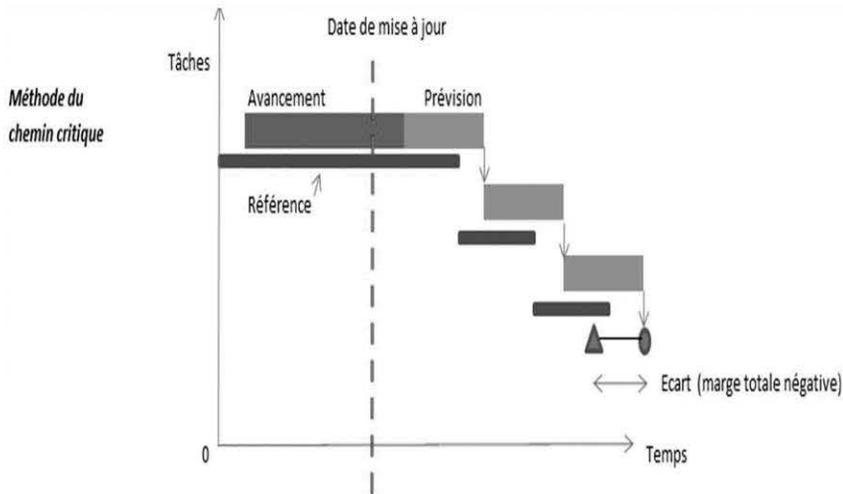


Figure 8.85 Écart de planning

La coûténance gère les écarts à terminaison du coût prévisionnel final et la planification gère les écarts en termes de dates, par rapport aux jalons contractuels.

### 8.9.4 Coûts et délais, une même gestion

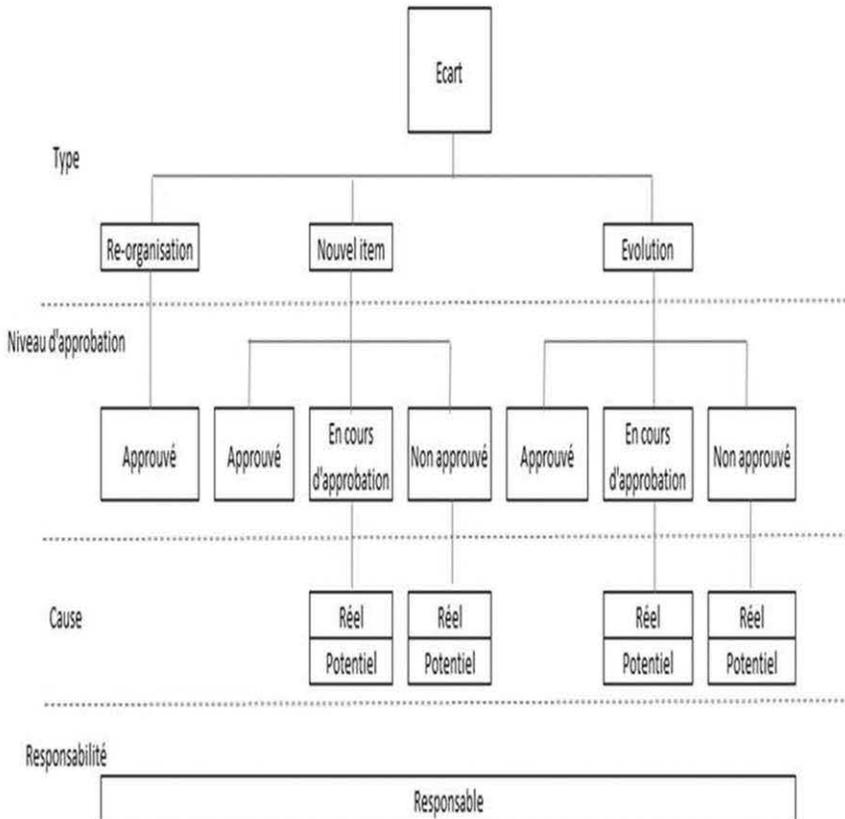


Figure 8.86 Classification des écarts

La figure 8.86 s'applique aux coûts et aux délais : les écarts sont classifiés. Trois types d'écarts sont possibles (tableau 8.6).

Les écarts peuvent être :

- ▶ Approuvés.
- ▶ Non approuvés.
- ▶ En cours d'approbation.

Tableau 8.6 Différents types d'écarts

Type	Coûts	Délais
Réorganisation	Ventilation des coûts d'une ligne budgétaire à l'autre sans changement du coût prévisionnel final.	Réorganisation de la logique du planning, et détail de tâches, sans impact sur la date cible.
Nouvel item	Coût supplémentaire non prévu au BOQ contractuel. Nouvelle ligne budgétaire.	Tâche supplémentaire non prévue sur le planning de référence.
Évolution	Variation des quantités sur une ligne budgétaire existante.	Variation de la durée (avance/retard) sur une tâche existante.

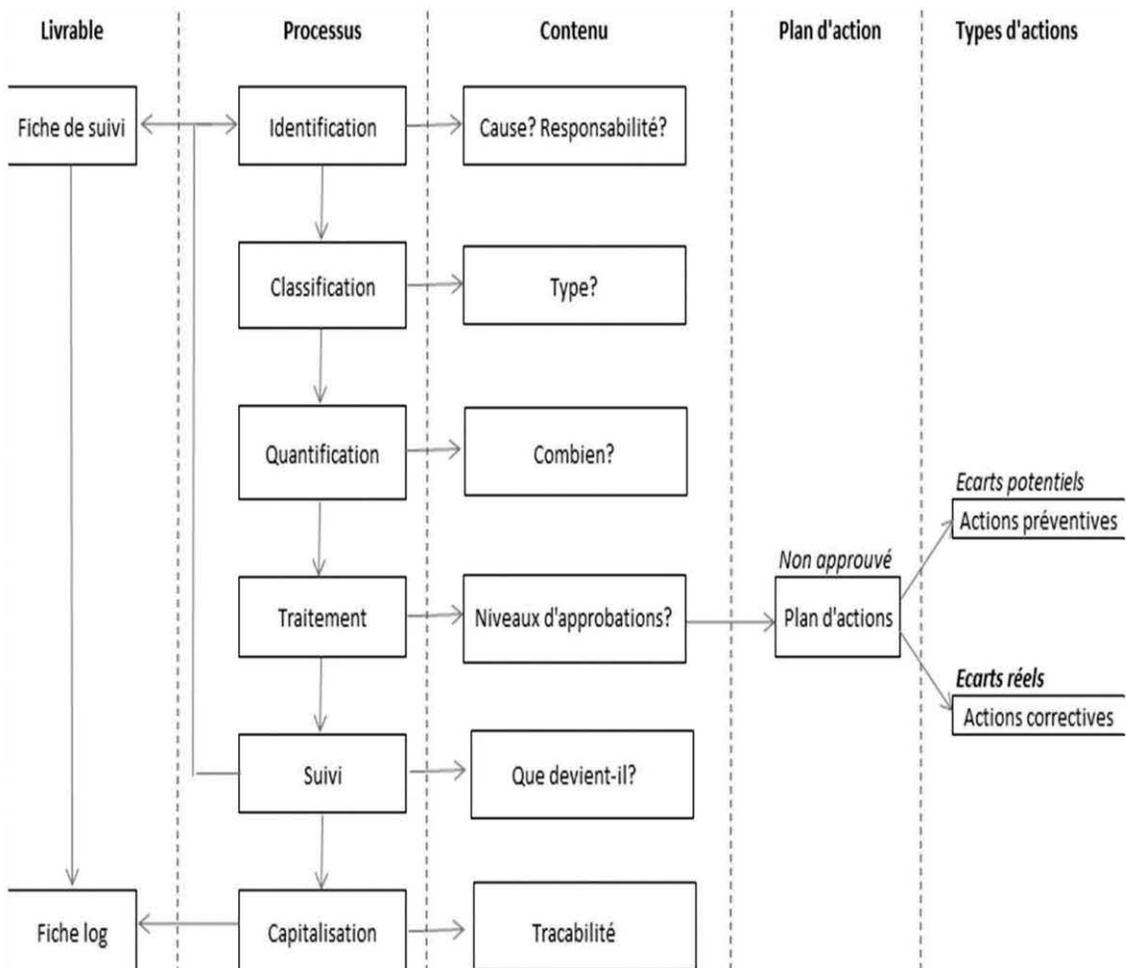


Figure 8.87 Processus de gestion des écarts

La cause des écarts peut être « réelle » ou « potentielle » :

- ▶ Réelle : le surcoût/gain ou le retard/avance (à terminaison) est avéré. La cause de l'écart se situe dans le passé et constitue une dépense en termes de coûts ou de temps écoulé.
- ▶ Potentielle : c'est un risque, la cause de l'écart se situe dans l'avenir. Par exemple, le MOA fournira l'énergie à T0 + 25 mois au lieu du T0 + 22.

L'écart a un responsable unique, en termes d'entité (MOA, MOE, entreprise).

Les écarts se gèrent comme les risques, selon le schéma de la figure 8.87. Des fiches d'écarts sont associées à chaque écart constaté, systématiquement (figure 8.88). Les écarts ont une gravité. Ils peuvent être majeurs ou mineurs.

### Fiche d'écart planning

<b>PROJET:</b>		<b>N° FICHE</b>	
		<b>AUDIT N°</b>	

Référence du planning :

<b>DESCRIPTION</b>	
--------------------	--

<b>ANALYSE &amp; TRAITEMENT</b>	<b>Gravité</b>	Majeur	Non majeur
	<b>Typologie*</b>	Ré-organisation	Nouvelle(s) tâches Evolution
	<b>Cause (réelle ou potentielle)</b>		
	<b>Responsable</b>		
	<b>Action à engager</b>		

Décision:      **Approuvé**       **Refusé**

<b>SUIVI &amp; CLOTURE</b>		L'action engagée est satisfaisante. La demande est close.		
		L'action engagée n'est pas satisfaisante. Ouverture de l'action N°.....		
		<b>Nom</b>	<b>Date</b>	<b>VISA</b>
	<b>Responsable du traitement</b>			
<b>Responsable de projet</b>				

Figure 8.88 Fiche d'écart

## 8.10 La maîtrise des risques qualitatifs

Le management des risques consiste à appréhender les écarts possibles sur 3 axes : qualité, coûts, délais (figure 8.89). Ces trois exigences sont souvent contradictoires ; si l'on veut se rapprocher d'un des pôles, on s'éloigne nécessairement des autres.

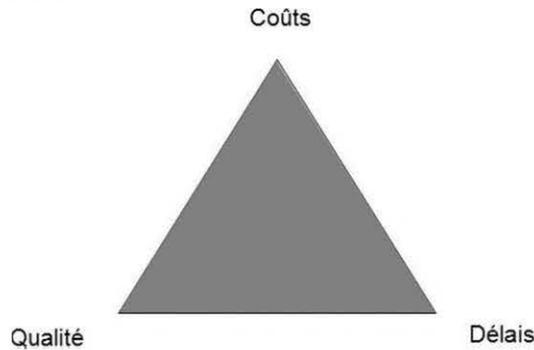


Figure 8.89 Triangle d'or QCD. Équilibre au niveau des risques

### 8.10.1 Cycle complet de gestion des risques

Le cycle complet de gestion des risques est décrit à la figure 8.90. C'est un processus itératif.

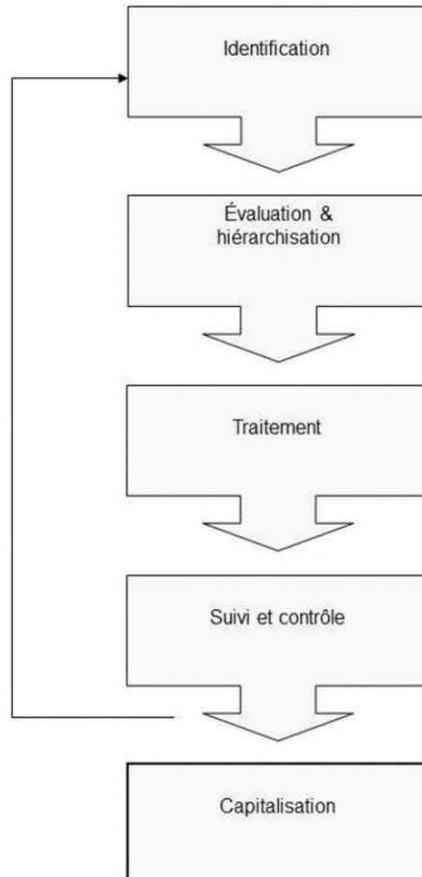


Figure 8.90 Le cycle complet de gestion des risques

## 8.10.2 Traitement

Au cours de l'évaluation/hiérarchisation, deux types de risques ont été définis :

- ▶ les risques inacceptables pour lesquels une action de traitement est obligatoire ;
- ▶ les risques acceptables pour lesquels une action de traitement n'est pas nécessaire.

Parmi les risques inacceptables, on distingue les risques les plus critiques (LPC), pour lesquels une action de traitement est urgente et importante.

Le traitement des risques consiste à éliminer les risques inacceptables en :

- ▶ réduisant la criticité du risque ;
- ▶ limitant la gravité des conséquences (mesures de protection) ;
- ▶ limitant la probabilité d'apparition (mesures de prévention) ;
- ▶ supprimant les causes ou en les partageant ;
- ▶ acceptant le risque si son traitement est trop difficile à mettre en œuvre, mais en :
  - ▼ le transférant à un tiers,
  - ▼ prenant des mesures pour limiter son ampleur,
  - ▼ limitant les conséquences financières.

## 8.10.3 Suivi et contrôle

Il est nécessaire de suivre les risques au fur et à mesure de l'avancement car l'exposition du projet aux risques est amenée à changer.

Les risques non acceptables identifiés lors des étapes précédentes sont suivis dans un plan d'action avec un responsable identifié. Le chef de projet est responsable de ce suivi.

Une nouvelle analyse est réalisée mensuellement pour identifier de nouveaux risques ou modifier les impacts des risques déjà identifiés.

## 8.10.4 Capitalisation

Cette étape, souvent négligée, doit permettre la création d'une base de données utilisable pour les projets futurs.

La base de données doit recenser au minimum tous les événements rencontrés lors du projet :

- ▶ l'ensemble des risques identifiés, même ceux non traités ;

- ▶ l'ensemble des actions correctives réalisées, avec leur impact réel ;
- ▶ l'ensemble des actions correctives prévues mais non réalisées, avec leur impact calculé.

Cette base est continuellement mise à jour pour une maîtrise complète du projet et de ses risques.

## 8.11 L'approche quantitative des risques

Avant d'aborder le principe de la méthode Monte-Carlo qui est utilisée dans l'approche quantitative des risques, il convient d'aborder quelques notions de statistiques et de résumer les différentes distributions statistiques qui peuvent s'appliquer par exemple sur une durée ou un coût. Nous verrons ensuite comment s'applique la méthode simulatoire de Monte-Carlo à l'estimation de la date d'achèvement au plus tôt d'un planning, ainsi qu'à l'estimation du coût prévisionnel final d'un projet.

### 8.11.1 Des notions de statistiques

#### ◆ Préambule

L'analyse statistique, c'est :

- ▶ procéder à un certain nombre d'expériences identiques ;
- ▶ classer les résultats obtenus ;
- ▶ établir une loi générale permettant de prévoir des événements à l'étude.

On donnera à l'élément à analyser le nom de variable « X ».

Le nombre d'expériences satisfaisant à cette variable X est appelé l'effectif.

Si la variable X est une durée, l'effectif est le nombre d'expérience ayant abouti à une même durée.

Les effectifs sont présentés dans le tableau 8.7.

Tableau 8.7 Effectifs

Effectif	Réalisation de la variable	Effectifs cumulés
n1	X1	n1
n2	X2	n1 + n2
ni	Xi	$\sum_{i=1}^i ni = n$

Le graphique de la figure 8.91 représente les effectifs non cumulés.

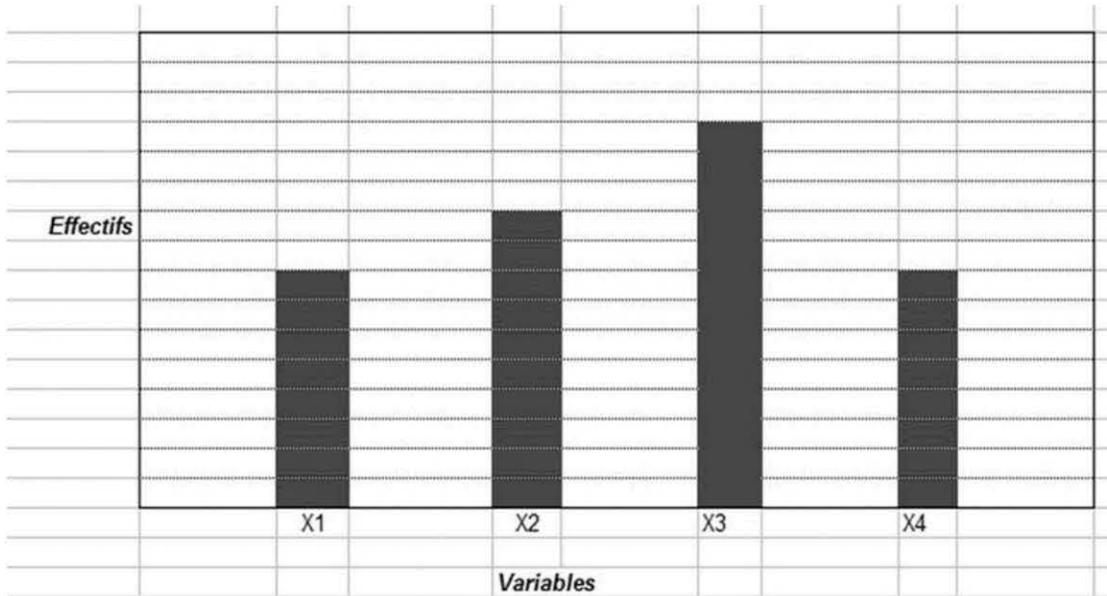


Figure 8.91 Graphique effectifs

Les effectifs cumulés totaux, qui représentent la totalité des expériences prises en considération, sont la population de la série.

Si la variable est continue, les effectifs peuvent avoir la forme suivante (voir la figure ci-dessous 8.92) :

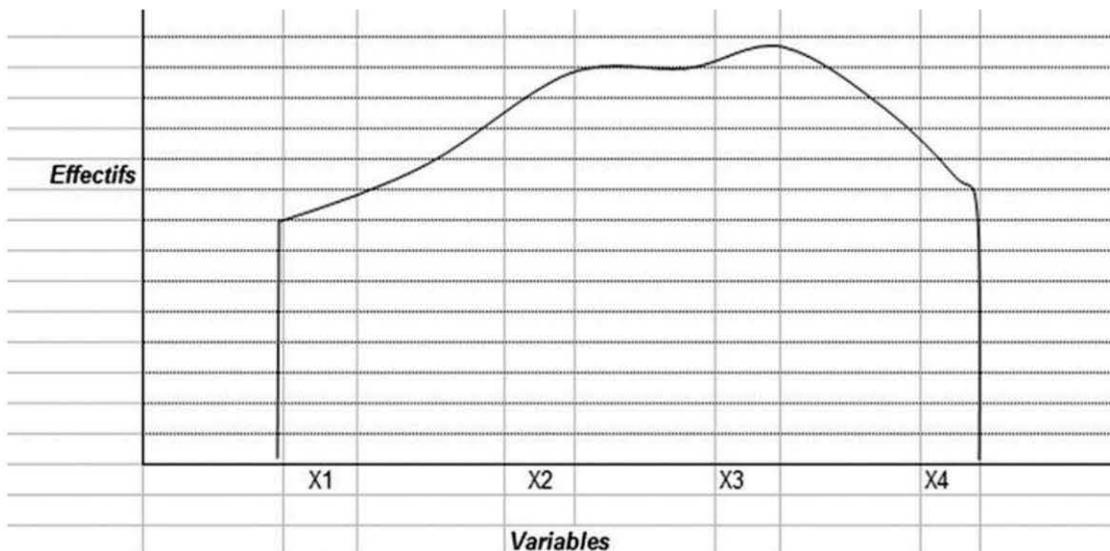


Figure 8.92 Graphique effectifs variable continue

Les intervalles  $(x_i + 1, x)$  sont appelés classes de la série.

## ◆ Les éléments caractéristiques d'une série

### Valeurs centrales de la série

Elles sont au nombre de trois :

- ▶ **Le mode**, qui est la valeur de la variable correspondant à l'effectif le plus élevé.
- ▶ **La médiane**, qui est la valeur de la variable partageant la population de la série en deux effectifs égaux.
- ▶ **La moyenne arithmétique** qui est définie par expression :

$$= \frac{n_1x_1 + n_2x_2 + \dots + n_ix_i + \dots + n_px_p}{n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^p n_i x_i$$

### Les indices de dispersion

Deux séries peuvent avoir la même moyenne et le même mode, et cependant être différentes l'une de l'autre. Par exemple :

- ▶ 1-2-10-10-10-12-12-16-17
- ▶ 5- 6-6-7-10-12- 13-14-17

Elles ont toutes deux le même mode et la même moyenne mais l'étendue n'est pas la même.

Le mode et la moyenne ne suffisent donc pas et il faut les compléter par les valeurs représentatives de l'étalement.

**L'écart absolu** : est donné par l'expression :

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

**La variance de la série** qui est la moyenne des carrés des écarts de la variable par rapport à sa moyenne arithmétique, est donnée par l'équation suivante :

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^2$$

**L'écart type** ou écart quadratique est donné par la racine carrée de la variance.

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ni(x_i - \bar{x})^2}$$

Le rapport  $ni/n$  est appelé la **fréquence de la valeur  $x_i$** . Les fréquences sont présentées sur le graphique 8.93.

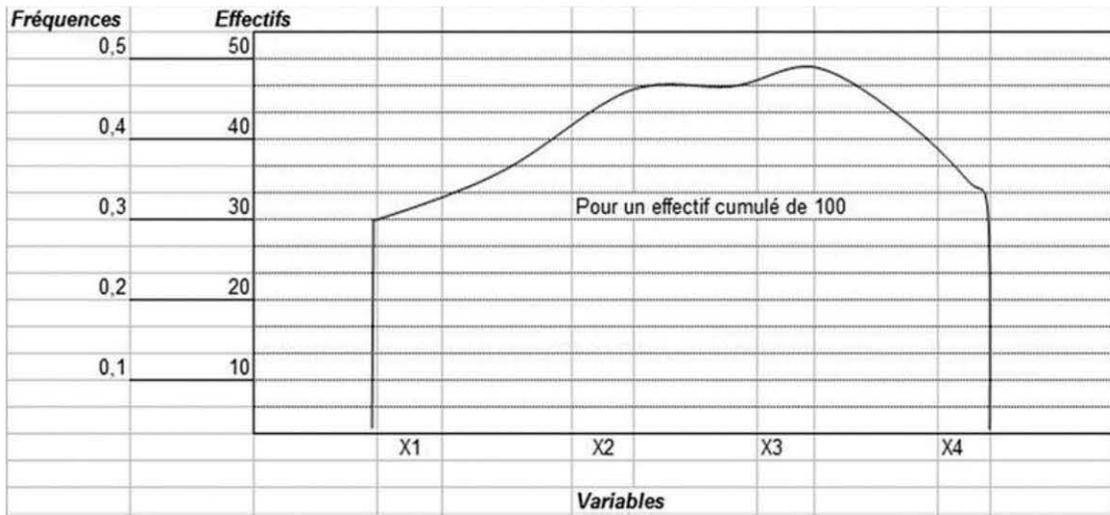


Figure 8.93 Fréquences

Bien entendu :

$$\sum_{i=1}^n \frac{ni}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ni = \frac{n}{n} = 1$$

### 8.11.2 La courbe de Gauss

Certaines séries méritent un examen particulier, ce sont celles :

- ▶ dont la variable est continue ;
- ▶ susceptibles d'avoir un grand nombre de termes ;
- ▶ pour lesquelles les fréquences ne sont pas trop petites ;
- ▶ qui ne font intervenir qu'un paramètre vis-à-vis de la variable.

Toutes ces séries obéissent à une loi statistique dite « loi normale », dont la représentation graphique est la célèbre courbe en cloche.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

Dans cette expression :

- ▶  $f(x)$  est la fréquence relative à la valeur de  $x$  de la variable ;
- ▶  $\sigma$  est l'écart-type de la série ;
- ▶  $\bar{x}$  est la moyenne arithmétique de la série ;
- ▶  $e$  a pour valeur 2,71828.

$f(x)$  est présentée en figure 8.94.

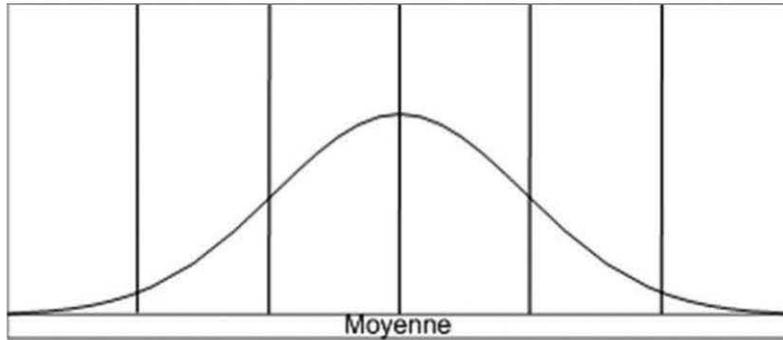


Figure 8.94 Courbe de Gauss

Cette courbe est symétrique par rapport à  $\bar{x}$  ; son ordonnée au sommet est égale à  $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ .

Pour une valeur donnée  $x$  de la variable, l'aire de la courbe située à gauche de l'ordonnée d'abscisse  $x$  représente les fréquences cumulées, c'est-à-dire l'intervalle de confiance d'obtenir des valeurs égales ou inférieures à  $x$ .

### 8.11.3 La courbe normale réduite

Pour éviter des calculs compliqués, on raisonne toujours sur la courbe normale centrée réduite, nous disposons d'abaques (voir figure 8.95) pour calculer des valeurs.

Cela nécessite un changement de variable.

Prenons  $(x - \bar{x}) / \sigma = t$

$$\sigma f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-(1/2)t^2} = Z(t)$$

$Z$  ne fait plus apparaître  $\sigma$  et  $\bar{x}$ .

- ▶  $t$  est dénommée variable réduite.
- ▶  $Z$  est appelée courbe normale réduite.

L'établissement du tableau de la figure 8.95 donne pour chaque valeur de  $t$  l'aire située à gauche de l'ordonnée d'abscisse  $t$  de la courbe normale réduite. Elle répond à toutes les questions qui peuvent se poser dans l'étude des phénomènes soumis à la loi normale, puisque connaissant le  $\sigma$  et  $\bar{x}$  d'une série donnée, on en déduit facilement le  $t$  correspondant à la valeur  $x$  de la variable, et on peut exploiter l'abaque ci-dessous.

t	Probalilité	t	Probalilité	t	Probalilité
-3,0	0,0013	-1	0,1587	1	0,8413
-2,9	0,0019	-0,9	0,1841	1,1	0,8643
-2,8	0,0026	-0,8	0,2119	1,2	0,8849
-2,7	0,0035	-0,7	0,242	1,3	0,9032
-2,6	0,0047	-0,6	0,2743	1,4	0,9192
-2,5	0,0062	-0,5	0,3085	1,5	0,9332
-2,4	0,0082	-0,4	0,3446	1,6	0,6452
-2,3	0,0107	-0,3	0,3821	1,7	0,9554
-2,2	0,0139	-0,2	0,4707	1,8	0,9641
-2,1	0,0179	-0,1	0,4602	1,9	0,9713
-2,0	0,0228	0	0,5	2	0,9772
-1,9	0,0287	0,1	0,5398	2,1	0,9821
-1,8	0,0359	0,2	0,5793	2,2	0,9861
-1,7	0,0446	0,3	0,6179	2,3	0,9893
-1,6	0,0548	0,4	0,6554	2,4	0,9918
-1,5	0,0668	0,5	0,6915	2,5	0,9938
-1,4	0,0808	0,6	0,7257	2,6	0,9953
-1,3	0,0968	0,7	0,758	2,7	0,9965
-1,2	0,1158	0,8	0,7881	2,8	0,9974
-1,1	0,1357	0,9	0,8159	2,9	0,9981
-1,0	0,1578	1	0,8413	3	0,9987

Figure 8.95 Abaque

On en déduit que :

- ▶ la probabilité d'obtenir une valeur située à l'intérieur de l'intervalle  $[\bar{x} - \sigma ; \bar{x} + \sigma ]$  est de 68 % ;
- ▶ la probabilité d'obtenir une valeur située à l'intérieur de l'intervalle  $[\bar{x} - 2\sigma ; \bar{x} + 2\sigma ]$  est de 96 %.

Quelle que soit la série, à partir du moment où elle satisfait à la loi normale :

- 68 % des observations sont situées à  $\sigma$  de part et d'autre  $\bar{x}$  ;
- 96 % des observations sont situées à  $2\sigma$  de part et d'autre  $\bar{x}$  ;
- 100 % des observations sont situées à  $3\sigma$  de part et d'autre  $\bar{x}$ .

## Les distributions statistiques

### ◆ La distribution empirique

Elle consiste à demander au responsable de la tâche une série de questions de type : « Quelle est la probabilité que la variable  $X$  (ici la durée) prenne une valeur inférieure à  $x$  ? », pour quelques valeurs bien choisies de  $X$ . Par exemple  $X = 10, 20, 40, 60, 80$  et  $100$  jours. Si les réponses sont  $P(X < 10) = 7,5\%$  ;  $P(X < 20) = 15\%$  ;  $P(X < 40) = 40\%$  ;  $P(X < 60) = 70\%$  ;  $P(X < 80) = 85\%$  ;  $P(X < 100) = 100\%$ . Par interpolation linéaire on obtient la fonction de répartition  $F(X)$  et la courbe suivante :

X	F (X) en %	X	F (X) en %	X	F (X) en %	X	F (X) en %
1	0,8 %	26	22,5%	51	56,5%	76	82,0%
2	1,5%	27	23,8%	52	58,0%	77	82,7%
3	2,3%	28	25,0%	53	59,5%	78	83,5%
4	3,0%	29	26,3%	54	61,0%	79	84,2%
5	3,8%	30	27,5%	55	62,5%	80	85,0%
6	4,5%	31	28,8%	56	64,0%	81	85,8%
7	5,3%	32	30,0%	57	65,5%	82	86,5%
8	6,0%	33	31,3%	58	67,0%	83	87,3%
9	6,8%	34	32,5%	59	68,5%	84	88,0%
10	7,5%	35	33,8%	60	70,0%	85	88,8%
11	8,3%	36	35,0%	61	70,8%	86	89,5%
12	9,0%	37	36,3%	62	71,5%	87	90,3%
13	9,8%	38	37,5%	63	72,3%	88	91,0%
14	10,5%	39	38,8%	64	73,0%	89	91,8%
15	11,3%	40	40,0%	65	73,8%	90	92,5%
16	12,0%	41	41,5%	66	74,5%	91	93,2%
17	12,8%	42	43,0%	67	75,3%	92	94,0%
18	13,5%	43	44,5%	68	76,0%	93	94,7%
19	14,3%	44	46,0%	69	76,8%	94	95,5%
20	15,0%	45	47,5%	70	77,5%	95	96,2%
21	16,3%	46	49,0%	71	78,2%	96	97,0%
22	17,5%	47	50,5%	72	79,0%	97	97,7%
23	18,8%	48	52,0%	73	79,7%	98	98,5%
24	20,0%	49	53,5%	74	80,5%	99	99,2%
25	21,3%	50	55,0%	75	81,2%	100	100,0%

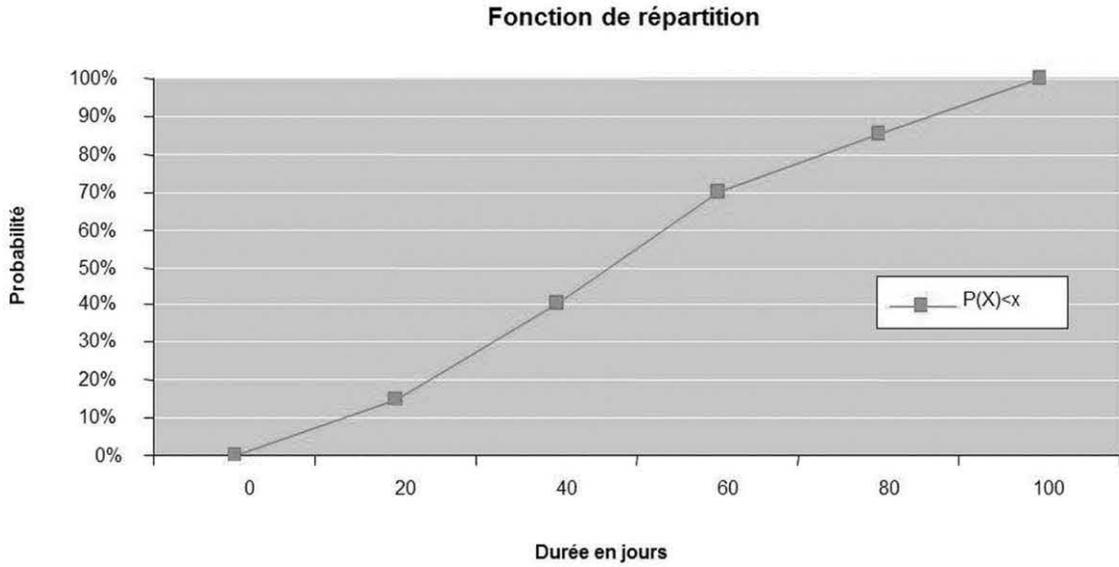


Figure 8.96 Fonction de répartition empirique

◆ **Les distributions théoriques**

La méthode la plus utilisée consiste à utiliser une distribution statistique donnée, les distributions les plus utilisées sont :

- ▶ la loi uniforme ;
- ▶ la loi triangulaire ;
- ▶ la loi *Bêta*PERT ;
- ▶ la loi normale.

**La Loi uniforme**

Elle postule que toutes les valeurs possibles comprises entre une valeur minimale « a » et une valeur maximale « b » sont équiprobables.

Dans le cas d'une variable continue, la fonction de répartition est donnée par la formule :

$$F(X < x) = (x - a) / (b - a)$$

*Loi Uniforme (ou loi Rectangulaire)*

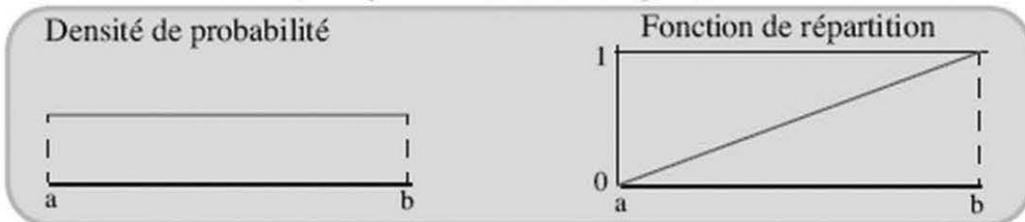


Figure 8.97 La loi uniforme (ou loi rectangulaire)  
*Statistique appliquée à la gestion, V. Giard, Economica, 1987*

## La loi triangulaire

Elle est très utilisée car elle ne nécessite que la connaissance du mode  $M_0$  (valeur la plus probable) et des valeurs extrêmes « a » et « b ».

Sa fonction de répartition est donnée par les formules suivantes :

$P(X \leq x) = \frac{(x-a)^2}{(b-a)(M_0-a)}$	$P(X \leq x) = 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)(b-M_0)}$
Pour $x < M_0$	Pour $x > M_0$

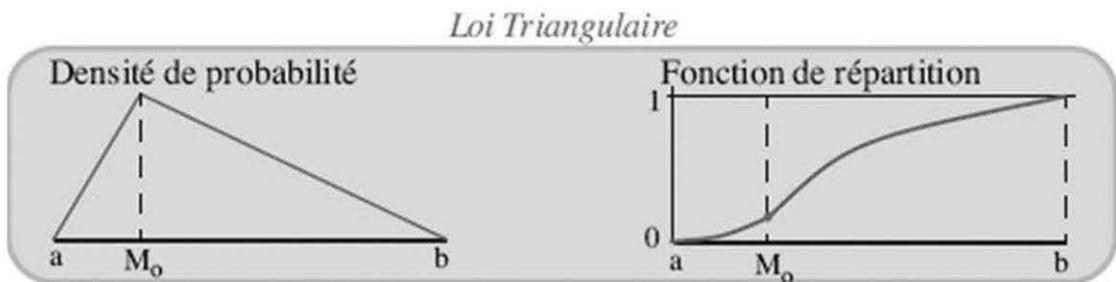


Figure 8.98 La loi triangulaire  
*Statistique appliquée à la gestion, V. Giard, Economica, 1987*

## La Loi BêtaPERT :

Soit Bêta ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) :

$$f(x) = \frac{x^{\alpha_1-1} (1-x)^{\alpha_2-1}}{\int_0^1 t^{\alpha_1-1} (t-1)^{\alpha_2-1} dt}$$

Avec  $\alpha_1 > 0$  et  $\alpha_2 > 0$  et  $0 \leq x \leq 1$

$$\text{BêtaPERT}(a, b, c) = \text{Bêta}(\alpha_1, \alpha_2) \times (c-a) + a$$

La BêtaPERT nécessite les mêmes trois paramètres que la triangulaire : minimum (a), la plus probable (b), maximum (c).

$$\alpha_1 = \frac{(\mu-a) \cdot (2b-a-c)}{(b-\mu) \cdot (c-a)} \quad \text{et} \quad \alpha_2 = \frac{\alpha_1 \cdot (c-\mu)}{(\mu-a)}$$

$$\text{La moyenne} \quad \mu = \frac{a+4 \cdot b+c}{6}$$

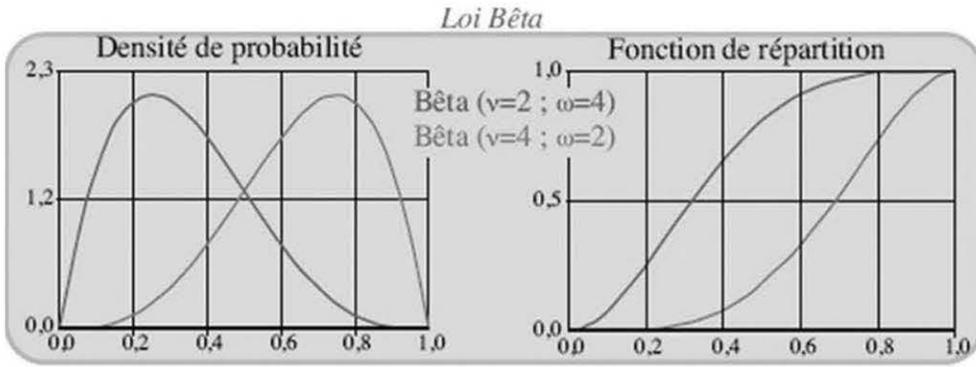


Figure 8.99 La loi bêta  
Statistique appliquée à la gestion, V. Giard, Economica, 1987

### La loi Normale

Il s'agit de la fameuse courbe de Gauss, sa fonction de répartition est la suivante :

$$P(X < x_\alpha) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_\alpha} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx = \alpha$$

Le problème que pose cette loi, est que la variable X peut varier de moins l'infini à plus l'infini (on le résout en s'éloignant de plus ou moins un écart type).

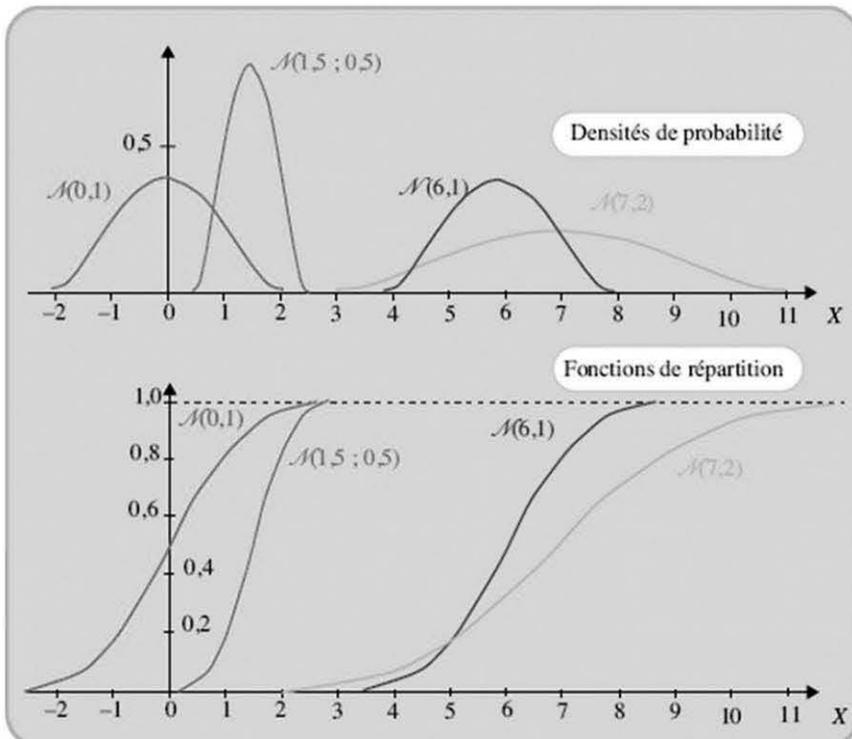


Figure 8.100 La loi normale  
Statistique appliquée à la gestion, V. Giard, Economica, 1987

## 8.11.4 Les principes de la méthode Monte-Carlo

### ↳ La méthode Monte-Carlo

.....  
 Elle permet d'explorer plusieurs scénarios différents, notamment pour les tâches/  
 lignes budgétaires du projet, et conduit à une analyse probabiliste de la durée du projet,  
 de la probabilité d'une tâche d'être sur le chemin critique ou encore le calcul du coût  
 prévisionnel final probable du projet.  
 .....

Supposons que l'on s'intéresse à une grandeur  $X$  qui peut être la durée d'une tâche (nous aurions pu choisir le coût).

Il faut tout d'abord connaître la fonction de répartition de la variable  $X$ . Les paragraphes précédents définissent les différentes lois de répartition couramment utilisées. Nous prenons dans notre exemple la fonction de répartition empirique de la durée d'une tâche planning du paragraphe « Les distributions statistiques ».

De plus, il faut disposer d'une table de nombre au hasard ou d'un générateur informatique de nombre au hasard.

Ces nombres permettent de définir un ensemble de valeurs équiprobables de probabilité cumulée «  $f(X)$  » (probabilité d'atteindre une certaine durée), par l'intermédiaire duquel on définit un ensemble de valeurs équiprobables de la variable étudiée  $X$  (Durée).

La fonction de répartition empirique établit en effet une correspondance précise entre les probabilités cumulées et les valeurs correspondantes de  $X$ .

Ceci est illustré dans le tableau ci-après.

Après réorganisation et traitement de ces données, on obtient le graphique suivant, résultat de l'analyse Monte-Carlo (figure 8.102).

Ce graphique montre que la probabilité que la tâche dure réellement 75 jours est de 80 %. Elle a 50 % de chance de durer 48 jours. On est proche de la fonction de répartition de la durée initiale, mais il s'agit d'un exemple simple.

La qualité de l'estimation de la fonction de répartition réelle s'améliore avec la taille de l'échantillon de valeurs aléatoires obtenues par simulation et le nombre de chiffres significatifs retenus pour définir les probabilités cumulées.

La pratique montre que 1 000 échantillons donnent une bonne estimation de la fonction de répartition réelle.

n° tirage	F(X) en %	Durée (X)	n° tirage	F(X) en %	Durée (X)	n° tirage	F(X) en %	Durée (X)	n° tirage	F(X) en %	Durée (X)
1	43%	42	26	61%	54	51	68%	59	76	5%	6
2	64%	56	27	61%	54	52	13%	17	77	74%	65
3	58%	52	28	81%	75	53	60%	53	78	0%	0
4	92%	89	29	92%	89	54	65%	57	79	63%	55
5	32%	34	30	75%	66	55	46%	44	80	45%	43
6	0%	0	31	40%	40	56	4%	5	81	58%	52
7	38%	38	32	74%	65	57	2%	2	82	93%	91
8	41%	41	33	42%	41	58	94%	92	83	77%	69
9	8%	10	34	24%	27	59	79%	72	84	99%	99
10	58%	52	35	82%	76	60	46%	44	85	61%	54
11	21%	25	36	12%	16	61	19%	23	86	20%	24
12	78%	71	37	24%	27	62	52%	48	87	1%	1
13	91%	88	38	49%	46	63	62%	55	88	69%	59
14	40%	40	39	86%	81	64	71%	61	89	54%	49
15	93%	91	40	1%	1	65	22%	26	90	77%	69
16	6%	8	41	19%	23	66	42%	41	91	20%	24
17	26%	29	42	8%	10	67	51%	47	92	88%	84
18	84%	79	43	95%	93	68	55%	50	93	64%	56
19	64%	56	44	31%	33	69	50%	47	94	67%	58
20	60%	53	45	66%	57	70	48%	45	95	85%	80
21	97%	96	46	41%	41	71	23%	26	96	20%	24
22	66%	57	47	83%	77	72	23%	26	97	40%	40
23	2%	2	48	62%	55	73	91%	88	98	50%	47
24	34%	35	49	82%	76	74	28%	30	99	9%	12
25	90%	86	50	5%	6	75	11%	14	100	53%	49

Figure 8.101 Simulation Monte-Carlo pour 100 tirages

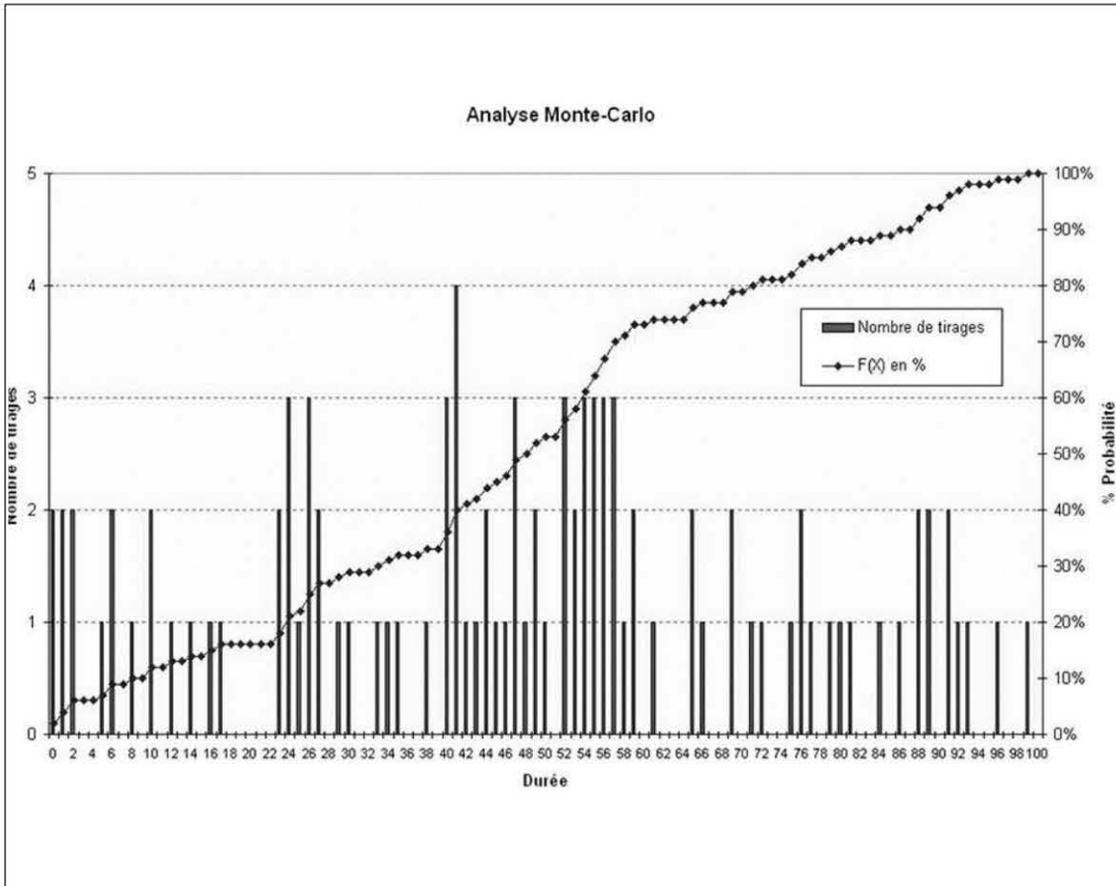


Figure 8.102 Analyse Monte-Carlo

### 8.11.5 Le planning probabiliste

L'idée d'appliquer la méthode Monte-Carlo à la gestion de projet est due à Van Slyke (1963).

Cette approche peut être appliquée périodiquement sur la base de tâches non commencées ou en cours d'avancement, pour estimer la probabilité d'achèvement à une date donnée et définir la probabilité que les tâches se trouvent sur le chemin critique.

Les logiciels d'estimation des risques délais utilisent, pour définir les propriétés des distributions des tâches (densité de probabilité), et donc de leur fonction de répartition des tâches, les valeurs suivantes :

- ▶ optimiste ;
- ▶ la plus probable ;
- ▶ et pessimiste.

Une fois connues les distributions de chaque tâche, une valeur aléatoire de leurs durées est déterminée pour une simulation  $k$ .

Les algorithmes de calcul des dates au plus tôt et au plus tard sont alors lancés pour chaque jeu de simulation  $K$ , avec calcul des marges et du chemin critique.

L'analyse d'un grand nombre de simulations permet d'obtenir un résultat précis de la date finale d'achèvement ainsi que la probabilité des tâches d'être sur le chemin critique. Cette méthode repose sur le principe conduisant à l'établissement du tableau ci-dessous :

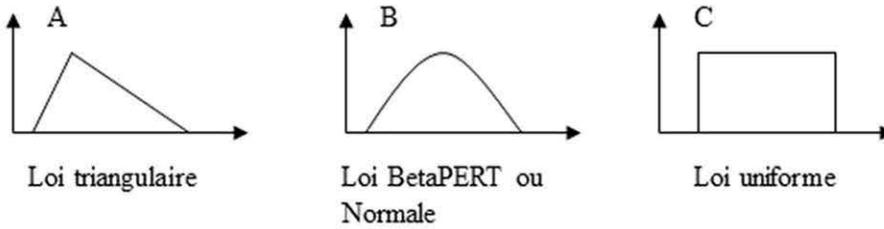
		Tâche $i$ (durée $x_i$ )						Durée minimale du projet pour la simulation $k$
		1	2	...	$l$	...	$N$	
Jeu de simulation $k$	1	$x_{11}$	$x_{21}$	...	$x_{l1}$	...	$x_{n1}$	$D_1$
	2	$x_{12}$	$x_{22}$	...	$x_{l2}$	...	$x_{n2}$	$D_2$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	$k$	$x_{1k}$	$x_{2k}$	...	$x_{lk}$	...	$x_{nk}$	$D_k$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	$K$	$x_{1K}$	$x_{2K}$	...	$x_{lK}$	...	$x_{nK}$	$D_K$
% critique		$m_{1/K}$	$m_{2/K}$	...	$m_{l/K}$	...	$m_{n/K}$	

Figure 8.103 Synthèse simulation Monte-Carlo planning  
Gestion de projets, Vincent Giard, Economica, 1991

### RESUME SIMULATION MONTE CARLO

Étape 1 : Définir la fonction  $Y=f(X)$  ; ici l'algorithme de calcul des dates du planning.

Étape 2 : Définir les densités de probabilité (distribution) dont on aura besoin en données d'entrée.



Chaque densité de probabilité se caractérise par trois paramètres : une valeur pessimiste, la plus probable et optimiste ( $X_1, X_2, X_3$ ).

Étape 3 : Affecter les densités de probabilité aux tâches du planning ainsi que des valeurs optimistes, les plus probables, et pessimistes, caractérisant ces lois.

Densité de proba.	Optimiste $X_1$	La plus probable $X_2$	Pessimiste $X_3$
A	X1X2X3		
B	X1X2X3		
	...		
B	X1nX2nX3n		

Disposer d'un générateur de nombres aléatoires compris entre 0 et 1.

Étape 4 : Lancer  $M$  simulations  $Y=f(X)$ .

$X$  prend pour chaque simulation une valeur aléatoire de la densité de probabilité affectée à chaque tâche du planning.

Étape 5 : Analyser les résultats ce qui permet d'obtenir une densité de probabilité de sortie. La densité obtenue est sûrement de type Gaussienne, analyser sa moyenne et son écart type. 68 % des tirages se trouvent entre +/- un écart type.

Figure 8.104 Résumé de la simulation de Monte-Carlo

### 8.11.6 L'estimation probabiliste du coût prévisionnel final

La méthode à utiliser est la même que pour la simulation des délais.

On demande périodiquement aux responsables des lots, la fourchette de valeur extrêmes et la valeur la plus probable du coût prévisionnel final de chaque ligne budgétaire (LB), dont ils ont la responsabilité et qui ne sont ni commencées ni achevées.

On effectue une analyse Monte-Carlo avec K tirages sur chaque LB, et on additionne les résultats sur les LB pour obtenir le CPF sur chaque tirage.

## 8.12 La gestion de la configuration

### ↳ La configuration

.....  
C'est l'ensemble des caractéristiques fonctionnelles et physiques d'un produit (système ou équipement) définies par les documents techniques et obtenues par le produit ; il ne s'agit pas uniquement de la liste des constituants.  
.....

### ↳ L'article de configuration

.....  
C'est l'élément de base de la configuration, c'est un ensemble de matériels, logiciels et services, ou un sous-ensemble défini de ceux-ci, qui a été retenu pour la gestion de configuration, et qui est traité comme une seule entité dans le processus de gestion de configuration.  
.....

### ↳ La gestion de la configuration

.....  
Faisant partie intégrante de la gestion des données techniques (GDT), la gestion de la configuration est une activité d'interface qui formalise une façon de travailler pour la rendre plus efficace, elle permet d'une part de bénéficier d'un langage commun qui facilite la communication, et d'autre part de réutiliser un savoir-faire de gestion formalisé dans des normes.  
.....

Les objectifs de la gestion de la configuration sont :

- ▶ de connaître à tout instant la description technicoéconomique du produit et de ses constituants ;
- ▶ de contrôler la compatibilité permanente de cette documentation avec la réalité des productions ;

- ▶ de maîtriser en continu les évolutions de cette description, afin de limiter les risques techniques et les impacts sur les coûts et délais ;
- ▶ d'identifier la configuration applicable pour être en mesure de traiter les écarts décelés de la production.

La première étape de la gestion de la configuration consiste à identifier les articles de configuration – notamment sur l'organigramme *Assembly Breakdown Structure* (ABS) – et les documents servant à décrire la configuration.

On distingue trois types de documents :

- ▶ le référentiel fonctionnel : pour un système ou article principal ;
- ▶ le référentiel de développement : pour les autres systèmes ;
- ▶ le référentiel de production : c'est le dossier de définition (spécifications).

### ↳ La maîtrise de la configuration

.....  
C'est l'ensemble des activités qui visent à partir d'un état initial connu, de décider de façon explicite, et en appliquant des règles connues, ce qui change ou ne change pas.  
.....

La maîtrise de la configuration repose sur la maîtrise des faits techniques intervenant tout au long du cycle de vie du produit concerné.

Pour cela sont établies des procédures :

- ▶ d'évolution nécessitant d'entretenir la documentation de la configuration ;
- ▶ de déviation (*a priori*) et de dérogation (*a posteriori*) fournissant des renseignements sur les écarts exceptionnels par rapport à la documentation.

La maîtrise de la configuration comprend des activités :

- ▶ d'évaluation ;
- ▶ de coordination ;
- ▶ d'approbation ou de refus de mise en œuvre des évolutions des articles de configuration.

La maîtrise (savoir ce que l'on a et comment cela évolue) ne peut pas être obtenue si des acteurs agissent indépendamment sans partager d'information.

Le processus de gestion de configuration comprend les activités imbriquées suivantes :

- ▶ identification de la configuration ;
- ▶ maîtrise de la configuration ;
- ▶ description et justification de l'évolution ;
- ▶ évaluation des conséquences de l'évolution ;

- ▶ approbation ou refus de l'évolution ;
- ▶ mise en œuvre de l'évolution et vérification de son application ;
- ▶ prise en compte des dérogations (avant ou après production) ;
- ▶ enregistrement de l'état de la configuration ;
- ▶ audit de la configuration.

En résumé, on peut dire que la gestion de configuration est une activité d'interface qui consiste à collecter les dysfonctionnements au cours des phases du projet, dont le but est de :

- ▶ gérer les évolutions pour chaque identifiant de la configuration ;
- ▶ appliquer dans la documentation chaque évolution ;
- ▶ appliquer réellement l'évolution sur le produit fabriqué ou livré.

## 8.13 La gestion des modifications

Les modifications du projet, c'est-à-dire les changements qui interviennent après le démarrage du projet, ont toujours été, quelle que soit la taille du projet, la « bête noire » du chef de projet, en raison des perturbations de toutes sortes qu'elles apportent.

Le descriptif du contrat détermine l'état de la fourniture au client. Cet état représente une certaine configuration, dite configuration de référence.

Cette configuration peut évoluer au cours du projet, il importe de maîtriser ces évolutions. Les évolutions ont un impact sur les coûts, les délais et la technique.

Ces modifications peuvent également porter sur l'ouvrage ainsi que sur l'œuvre, on distingue trois types de modifications :

- ▶ l'adaptation : évolution mineure ayant une faible incidence sur le coût ;
- ▶ la correction : évolution aux conséquences limitées ;
- ▶ la modification : « proprement dite », elle fait l'objet d'une gestion particulière définie dans le plan de management de projet qui comporte :
  - ▼ la décision d'instruire, prise par le chef de projet,
  - ▼ l'instruction et l'estimation coût/délais,
  - ▼ l'émission d'un ordre de modification (OM),
  - ▼ la transmission de cet ordre aux exécutants,
  - ▼ la prise en compte de l'OM par le contrôleur de projet.

Ces évolutions/modifications se gèrent par l'intermédiaire de fiches de modifications (voir modèle figure 8.105).

<b>Fiche de modification</b>		
Modification n°		
Projet:		
<b>Origine de la demande:</b>		
Nom:		Date:
<b>Proposition de modification</b> (joindre schéma, dessin, plan si nécessaire)		
<b>Répercussions de la modification sur les conditions de réalisation du projet:</b>		
<b>Moyens</b>		
Humains:		
Techniques:		
Financiers:		
<b>Délais</b>		
<b>Autres</b> (autres services, partenaires, ...)		
<b>Risques</b> identifiés/possibles		
Date:		
Visa du chef de projet		
<b>Accord du maître d'ouvrage pour exécution de la modification</b>		
Nom:	Date:	Visa:

Figure 8.105 Fiche de modification  
D'après *Le management de projet – Principes et pratiques*,  
AFITEP, AFNOR Éditions, 2001

## 8.14 La communication

*« La communication, c'est la clé de la réussite. »*

Le management de la communication est d'une grande importance pour la réussite du projet. Un manque de communication peut mener à l'échec. La communication contribue au succès du projet dans la mesure où les parties prenantes comprennent les risques et enjeux du projet.

Il existe plusieurs types de communications :

- ▶ internes ou externes ;
- ▶ formelles ou informelles ;
- ▶ verticales ou horizontales ;
- ▶ officielles ou officieuses ;
- ▶ écrites ou orales ;
- ▶ et verbales ou non verbales.

Dans une communication efficace, seule la bonne information, nécessaire et appropriée, est transmise aux bons destinataires. On peut communiquer via des réunions, des audioconférences, des visioconférences, par la messagerie électronique, des notes internes, etc.

Un des enjeux du management de la communication est de maintenir de bonnes relations de travail, c'est-à-dire constructives. Cela passe par l'instauration d'un climat de confiance, la prise en compte des résistances aux changements, la résolution des conflits et une écoute active.

Le management de la communication commence par la phase d'**identification des parties prenantes**. Le contrat identifie les parties prenantes clés du projet, les membres de l'équipe projet sont aussi des éléments majeurs en termes d'échanges d'informations. Des outils tels que les matrices pouvoir/intérêt, pouvoir/influence et influence/impact permettent de définir la stratégie de communication avec les différentes parties prenantes.

La **planification de la communication** est la seconde phase du management de la communication. Elle définit les besoins en information des parties prenantes ainsi qu'une approche pour communiquer avec elles. L'information peut circuler de manières : interactive, transmise, ou publiée.

Le plan de communication qui fait partie intégrante du plan de management de projet définit les besoins et attentes en information des parties prenantes du projet.

La **diffusion de l'information** est la dernière phase du processus de management de la communication. L'information qui est diffusée aux parties prenantes appropriées intègre : les présentations du projet, les rapports d'avancements, les courriers enregistrés dans le registre des correspondances, les modifications du projet, etc. Cette information doit correspondre aux attentes des prenantes dans le cadre des objectifs du projet.

## 8.15 La documentation

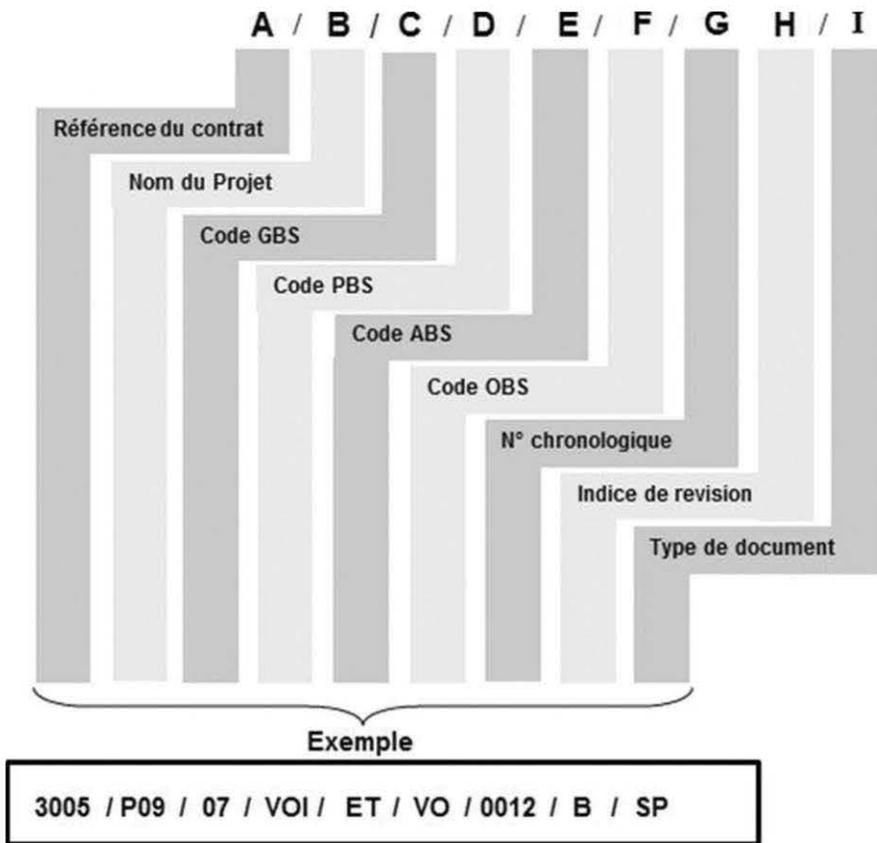


Figure 8.106 Codification des documents

La gestion de la documentation concerne tous les documents qui caractérisent le projet, qu'ils soient internes ou externes. Il peut s'agir de documents qui définissent le projet, de documents d'organisation ou de documents de réalisation. La gestion documentaire rassemble tous les documents, les stocke, et les met à disposition des acteurs et parties prenantes du projet. Elle assure la traçabilité de l'état des documents et surtout elle assure la cohérence de l'ensemble. Les documents sont gérés pendant tout le cycle de vie du projet à l'aide d'un logiciel - on met en œuvre un système de gestion électronique des documents (GED).

Les livrables sont repérés sur les axes :

- ▶ OBS (émetteur) ;
- ▶ PBS (et/ou SBS, de quoi s'agit-il ?) ;
- ▶ ABS (quelle phase concernent-ils et comment sont-ils réalisés ?) ;
- ▶ et ZBS (à quelle zone sont-ils destinés ?).

À noter que le modèle WBS 3D implique que les codes : OBS, ZBS, PBS et ABS soient inclus dans la codification des documents. Un exemple de codification des documents est présenté ci-dessous (figure 8.106).

La procédure de codification des documents est l'élément clé de la gestion de la documentation, car c'est cette codification qui met tous les documents en relation au sein du projet.

## 8.16 Les contrats

Un contrat est un document qui représente un engagement juridique mutuel entre un vendeur et un acheteur. Le vendeur est appelé le client et l'acheteur le titulaire ou le contractant. Le contrat oblige d'une part le vendeur à fournir les produits, services et résultats spécifiés, et d'autre part l'acheteur à rémunérer le vendeur.

Il existe deux types principaux de contrats :

- ▶ Les contrats au forfait.
- ▶ Les contrats au bordereau.

Les contrats au forfait sont prévus avec un prix fixe. Dans ce type de contrat l'acheteur est tenu de bien spécifier le produit ou le service attendu. Ce type de contrat s'applique lorsque le périmètre est clairement défini. Les paiements s'effectuent en fonction de la réalisation effective des produits ou services. Les contrats au forfait ne comportent en principe aucun risque coûts et délais pour l'acheteur. Il existe différents types de contrats au forfait : les contrats à prix forfaitaire, les contrats à prix forfaitaire avec intéressement qui définissent des primes en fonction de la performance et les contrats à prix fixe avec indexation des prix incluant des formules de révision des prix fonction de l'inflation ou de l'augmentation des prix des matières premières.

Les contrats au bordereau ou à coûts remboursables prévoient des paiements au vendeur en fonction des travaux qu'il a réellement effectués. Le vendeur est payé à l'unité (temps passé, quantités). Dans ce type de contrat, le vendeur ne s'engage pas au niveau coûts et délais, c'est à l'acheteur de piloter le projet

en termes de coûts et délais. Tous les risques de ce type de contrats sont portés par l'acheteur. Il existe différents types de contrats au bordereau : les contrats au bordereau avec honoraires fixes, avec intéressement ou avec primes au mérite.

Sur des grands projets les contrats sont souvent mixtes : les études de principes sont réalisées au bordereau, les études de détail et d'exécution au forfait, les fournitures et les travaux sont de plus en plus réalisés au forfait. Cela dit, toutes les combinaisons sont possibles.

La figure suivante (figure 8.107) synthétise les niveaux de risques pour l'acheteur et le vendeur en fonction du type de contrat.

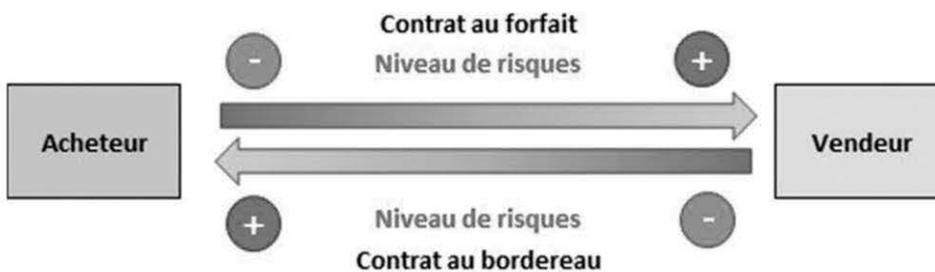


Figure 8.107 Les risques en fonction du type de contrat

La thématique des contrats, que l'on nomme aussi approvisionnements, se gère de la même façon que les autres thématiques de management de projet. Le cycle de gestion des contrats intègre une phase de planification, une phase de réalisation et une phase de clôture. De la décision de produire ou d'acheter, de la mobilisation de l'équipe projet à l'appel d'offres ou de la réponse à appel d'offres, en passant par le choix du vendeur ou la signature du contrat, puis par la gestion des modifications et la phase de clôture, les contrats sont surveillés et maîtrisés durant tout le cycle de vie du projet.

Un point clé de cette gestion des contrats est la gestion des modifications qui définit les processus à travers lesquels les contrats peuvent être modifiés (notions d'avenants, d'ordres de service). Le circuit d'approbation se base largement sur le management par les écarts. Les modifications peuvent donner lieu à des réclamations (ou claims) quand le vendeur et l'acheteur n'arrivent pas à se mettre d'accord sur une modification. Les modifications se gèrent et se traitent au fur et à mesure du déroulement du projet, le plus souvent par le biais de la négociation. Ces modifications sont traitées au pire par voie juridique lors de la phase de clôture du projet.

Les contrats intègrent notamment les caractéristiques fonctionnelles et techniques du produit, le planning contractuel avec ses dates clés et jalons

de pénalités, le prix de vente, le bordereau des prix unitaires et des quantités (BOQ, Bill Of Quantities), les termes de paiement, les retenues de garantie, les formules révisions des prix, etc. Le contrat constitue donc le cadre de référence de la gestion de projet, en particulier pour la mesure des performances coûts, délais et techniques du projet.

Le plan de management du contrat décrit la manière dont le contrat doit être géré. Il constitue un document complémentaire du plan de management de projet.

Toutes les disciplines du management de projet sont impactées par le contrat. Le plan de management de projet définit les grandes lignes de la gestion des contrats, le planning et la maîtrise des coûts se basent largement sur le contrat, de même pour la documentation technique et les livrables.

On comprend que le cube du projet est au centre de cette gestion contractuelle puisque c'est l'élément structurant et l'outil de gestion de l'ensemble.

## 8.17 La qualité

### 8.17.1 Généralités

Le management de la qualité est une discipline transversale au management de projet qui dispose d'une certaine autonomie et indépendance vis-à-vis des autres thématiques. Il porte à la fois sur le management du projet (ses activités) et sur son produit (le résultat). La qualité permet d'assurer et de contrôler la conformité de ces deux éléments par rapport aux exigences du contrat. Les normes qualité concernent les objectifs du produit et les processus du projet.

La qualité peut être orientée en interne à l'entreprise qui réalise le projet ou en externe, côté client, pour lui fournir un produit de qualité.

Il s'agit de ne pas confondre les notions de qualité et de classe. La qualité d'un produit mesure le degré de conformité par rapport aux exigences, la qualité peut être « médiocre », « bonne » ou « excellente », alors que la classe d'un produit correspond à des caractéristiques techniques différentes pour des mêmes fonctionnalités. Un produit peut être de bonne qualité (sans défauts, satisfaisant au besoin), mais de classe inférieure (peu évolué techniquement).

Le système de management de la qualité de l'entreprise est décrit dans le « manuel qualité ». Ce manuel est utilisé en interne dans une optique d'information et en externe, vis-à-vis du client, pour décrire les mesures permettant d'assurer la qualité. C'est un outil de communication et de promotion du système qualité de l'entreprise.

Il existe différents modèles qualité : ISO, qualité totale, Six Sigma, Lean Six Sigma, OPM3, CMMI®, etc. Tous ces modèles soulignent l'importance :

- ▶ de la satisfaction du client (de ses besoins) ;
- ▶ de la prévention plutôt que l'inspection ;
- ▶ de l'amélioration continue ;
- ▶ de la responsabilité de la direction.

La qualité a un coût. On distingue le coût de la conformité (prévention, évaluation/inspection) et le coût de la non-conformité (coûts d'échecs internes et externes).

Le management de la qualité se gère et se met en œuvre en trois phases : la planification, la mise en œuvre de l'assurance qualité et mise en œuvre du contrôle qualité.

### 8.17.2 La planification de la qualité

La planification de la qualité consiste à identifier les exigences et/ou normes qualité applicables au projet et au produit et à documenter comment la conformité du projet sera démontrée.

Les référentiels qui résultent de la planification de la qualité sont :

- ▶ Ce plan de management de la qualité ou plan d'assurance de la qualité, qui décrit la façon (les processus) dont l'équipe de management de projet va mettre en œuvre la politique et l'assurance de la qualité. Ce plan est complémentaire au plan de management de projet.
- ▶ Les métriques et les indicateurs qualité.
- ▶ Les listes de contrôle qualité.
- ▶ Le plan d'amélioration des processus.

### 8.17.3 L'assurance qualité

L'assurance de la qualité est un gage que les exigences de la qualité seront satisfaites (NF EN ISO 9 000). En un mot, elle « assure » ou garantit la qualité.

L'assurance de la qualité comprend des processus d'évaluation des performances de l'ensemble d'un projet, sur la base de règles, qui permettent d'assurer, à un niveau de confiance approprié, que le projet satisfait le niveau de qualité attendu.

Les performances du travail, techniques et coûts/délais, sont des données d'entrée de l'assurance de la qualité.

Les outils et techniques de cette phase sont les audits et les revues structurées et indépendantes.

En données de sortie de cette phase de l'assurance de la qualité, on trouve principalement les demandes de modification (de la politique qualité, des procédures, des processus).

#### 8.17.4 Le contrôle qualité

Le but du contrôle qualité est d'évaluer la performance du projet et de recommander les modifications nécessaires en cas d'écarts, en un mot de la « contrôler ».

La performance porte sur le projet, le produit et le livrable ainsi que sur les coûts et les délais. Les performances techniques, coûts et délais sont aussi des données d'entrée du contrôle de la qualité.

Les outils et techniques pour ce contrôle sont nombreux, on peut citer :

- ▶ l'inspection, qui est un examen du produit d'un travail visant à déterminer s'il est conforme aux normes documentées ;
- ▶ le contrôle ;
- ▶ les diagrammes cause-effet ;
- ▶ les diagrammes de flux ;
- ▶ les diagrammes de Pareto ;
- ▶ les diagrammes de contrôle et de corrélation ;
- ▶ les statistiques ;
- ▶ les indicateurs divers, etc.

Ils permettent tous de mesurer le degré de conformité par rapport aux exigences et d'éviter que les erreurs se retrouvent chez le client.

À la fin de ce processus de contrôle qualité, les actions suivantes sont effectuées :

- ▶ validation des modifications et des livrables ;
- ▶ demandes de modification ;
- ▶ mise à jour du plan de management de la qualité ;
- ▶ et du plan d'amélioration des processus.

### 8.18 Le plan de management de projet

Le **plan de management de projet (PMP, ou plan directeur)** est un document émis par le chef de projet, à l'intention de l'ensemble des intervenants, ayant pour objectif de formaliser l'ensemble des éléments d'organisation du projet.

C'est un document d'anticipation. Il permet de décrire la méthodologie adoptée.

Pour garantir un bon démarrage du projet, il importe que le PMP soit émis dès le début du projet. C'est un document vivant : les grandes évolutions entraînent une remise à jour du PMP. Ceci permet à tous d'avoir la même information.

Il peut être utilisé comme un outil de dialogue client/fournisseur pour convenir des dispositions à mettre en place et les approuver.

*Ci-dessous le plan d'un PMP tel que préconisé :*

### **1. La présentation du projet**

- ▶ La présentation du projet.
- ▶ La présentation du produit, synoptique fonctionnel.
- ▶ Les objectifs, les enjeux du projet.

### **2. L'organisation du projet**

- ▶ PBS (découpage du Produit).
- ▶ ABS (Activités déployées).
- ▶ ZBS (découpage par Zones).
- ▶ OBS (organisation de l'entreprise).
- ▶ RBS (ressources, les acteurs).
- ▶ RBS *versus* WBS (qui fait quoi).
- ▶ Le planning de niveau 1, directeur (l'objectif délai, avec les dates de début et de fin des lots de travaux).
- ▶ Les fiches de lot (les responsabilités de chacun, notion de contrat interne).
- ▶ Le CBS et le budget initial (l'objectif coût).
- ▶ Le plan de gestion des risques (sur le WBS, méthode AMDEC).
- ▶ Le plan de gestion de la configuration.
- ▶ Le plan de gestion des modifications.

### **3. Les règles de fonctionnement**

- ▶ Références aux documents contractuels.
- ▶ Normes qualité à respecter.
- ▶ La communication :
  - ▼ règles de pointage des heures et des relevés d'avancement physique,
  - ▼ comptes rendus et leurs périodicités,
  - ▼ tableaux de bord et indicateurs,
  - ▼ réunions périodiques.

## 8.19 La dimension humaine

La dimension humaine et en particulier celle du chef de projet est d'une importance capitale dans le management de projet. Pour l'illustrer brièvement, il a été choisi de se baser sur le référentiel de compétences en direction de projet de l'AFITEP (Association francophone de management de projets) pendant de l'IPMA (International Project Management Association) en France.

Les compétences sont définies dans trois domaines :

- ▶ les compétences techniques ;
- ▶ les compétences comportementales ;
- ▶ les compétences contextuelles.

### 8.19.1 Les compétences techniques

Elles se composent de vingt et un éléments :

1. **La réussite du management de projet**, directement appréciée par les parties prenantes.
2. **Les parties prenantes**, ce sont les groupes de personnes intéressées par la performance et le succès du projet.
3. **Les exigences projet et objectifs**, directement liés aux besoins et attentes des parties prenantes.
4. **Les risques et opportunités**, qui sont capitalisés pour les projets futurs.
5. **La qualité**, tournée vers la satisfaction et la confiance des parties prenantes.
6. **L'organisation projet**, qui décrit comment l'équipe projet est organisée (rôles, responsabilités, etc.).
7. **Le travail en équipe**, qui couvre le leadership, le fonctionnement et la dynamique du groupe.
8. **La résolution de problème**, pour résoudre des problèmes portant sur les délais, les coûts, les livrables, etc.
9. **Les structures projet**, elles concernent les structures dont le manager est responsable (projet, programme, portefeuille).
10. **Le périmètre et les livrables**, définissant la frontière du projet.
11. **Le planning et les phases projet**, constituant le fil directeur du projet.
12. **Les ressources**, qui sont humaines ou matérielles, et nécessaires pour l'accomplissement du projet.
13. **Les coûts et la finance**, dont le périmètre s'étend de l'estimation des coûts, à leur maîtrise, jusqu'aux notions de trésorerie et de marges.

14. **Les achats et les contrats**, qui portent sur des produits ou des services.
15. **Les évolutions**, qui concernent les évolutions de spécification ou de termes du contrat.
16. **Le contrôle et les rapports**, pour comparer la situation en cours et projetée à la référence et aux objectifs du projet.
17. **L'information et la documentation**, qui concernent toutes les données du projet, quel que soit le support.
18. **La communication**, qui couvre l'échange et la compréhension d'information entre les parties.
19. **Le lancement**, qui concerne toutes les actions à mettre en œuvre au démarrage du projet.
20. **La clôture**, qui concerne toutes les actions à mettre en œuvre à la fin du projet.
21. **L'arrêt**, qui peut survenir à tout moment, en fonction de l'intérêt global du projet pour l'organisme ou d'événements de force majeure.

### 8.19.2 Les compétences comportementales

Elles se composent de quinze éléments :

1. **Le leadership**, fournissant une direction et motivant les acteurs du projet.
2. **L'engagement et la motivation**, ou l'implication personnelle et la motivation autour d'un objectif commun.
3. **Le self-control**, pour traiter les exigences changeantes et les situations de stress.
4. **L'affirmation de soi**, ou la capacité à énoncer des opinions de façon persuasive et avec autorité.
5. **La gestion du stress**, pour alléger les tensions dans les situations difficiles.
6. **L'ouverture d'esprit**, principalement la capacité à faire sentir aux autres qu'ils peuvent s'exprimer librement et que cela constitue un apport pour le projet.
7. **La créativité**, qui apporte toujours de la valeur au projet.
8. **L'orientation résultat**, qui consiste à focaliser l'équipe sur les objectifs du projet.
9. **L'efficacité**, qui est la capacité à utiliser le temps et les ressources de manière économiquement efficace.
10. **L'argumentation**, qui est la capacité à raisonner et à présenter des arguments solides, tout en écoutant et prenant en compte les autres points de vue.

11. **La négociation**, il s'agit des moyens permettant d'arriver à une solution mutuellement acceptable en cas de conflit.
12. **La résolution de conflits et de crises**, posséder des compétences telles que le compromis, la collaboration, le pouvoir, etc.
13. **La fiabilité**, qui consiste à faire ce que l'on a dit dans le temps annoncé.
14. **L'appréciation des valeurs**, qui est la capacité à percevoir les qualités des autres, à être réceptif à leurs opinions.
15. **L'éthique**, qui recouvre les conduites ou les comportements moralement acceptés de tout individu.

### 8.19.3 Les compétences contextuelles

Elles se composent de onze éléments :

1. **L'orientation projet**, pour prendre en compte le mode projet et son environnement.
2. **L'orientation programme**, pour prendre en compte les concepts du management de programme.
3. **L'orientation portefeuille**, pour prendre en compte les spécificités du management de portefeuilles.
4. **La mise en œuvre projet, programme et portefeuille**, qui couvre le processus d'établissement et d'amélioration continue des projets, programmes et portefeuilles.
5. **L'organisation permanente**, qui couvre les relations entre l'organisation projet et les entités concernées de l'organisation permanente.
6. **Le business**, qui couvre l'impact des aspects business sur le management de projet.
7. **Les systèmes, produits et technologies**, pour rester proches des aspects techniques.
8. **Le management du personnel**, qui couvre les aspects du management des ressources humaines.
9. **La santé, la sûreté, la sécurité et l'environnement**, qui couvrent l'ensemble des activités permettant d'assurer que ces éléments sont gérés de façon appropriée.
10. **La finance**, qui couvre le contexte financier dans lequel opère l'organisation.
11. **Le juridique**, qui décrit l'impact des lois et réglementations sur les projets.



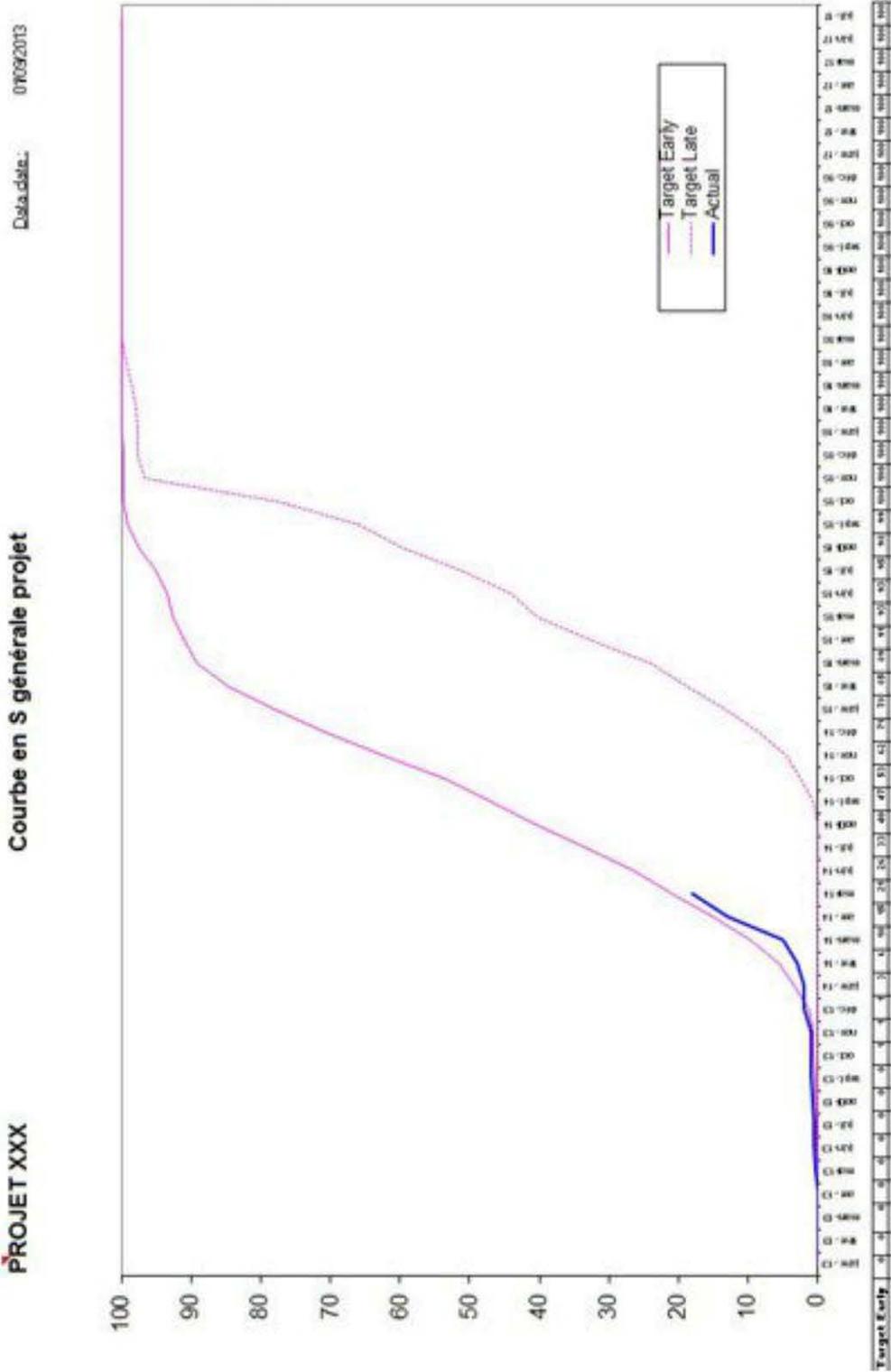
# 9

## Les rapports et tableaux de bord

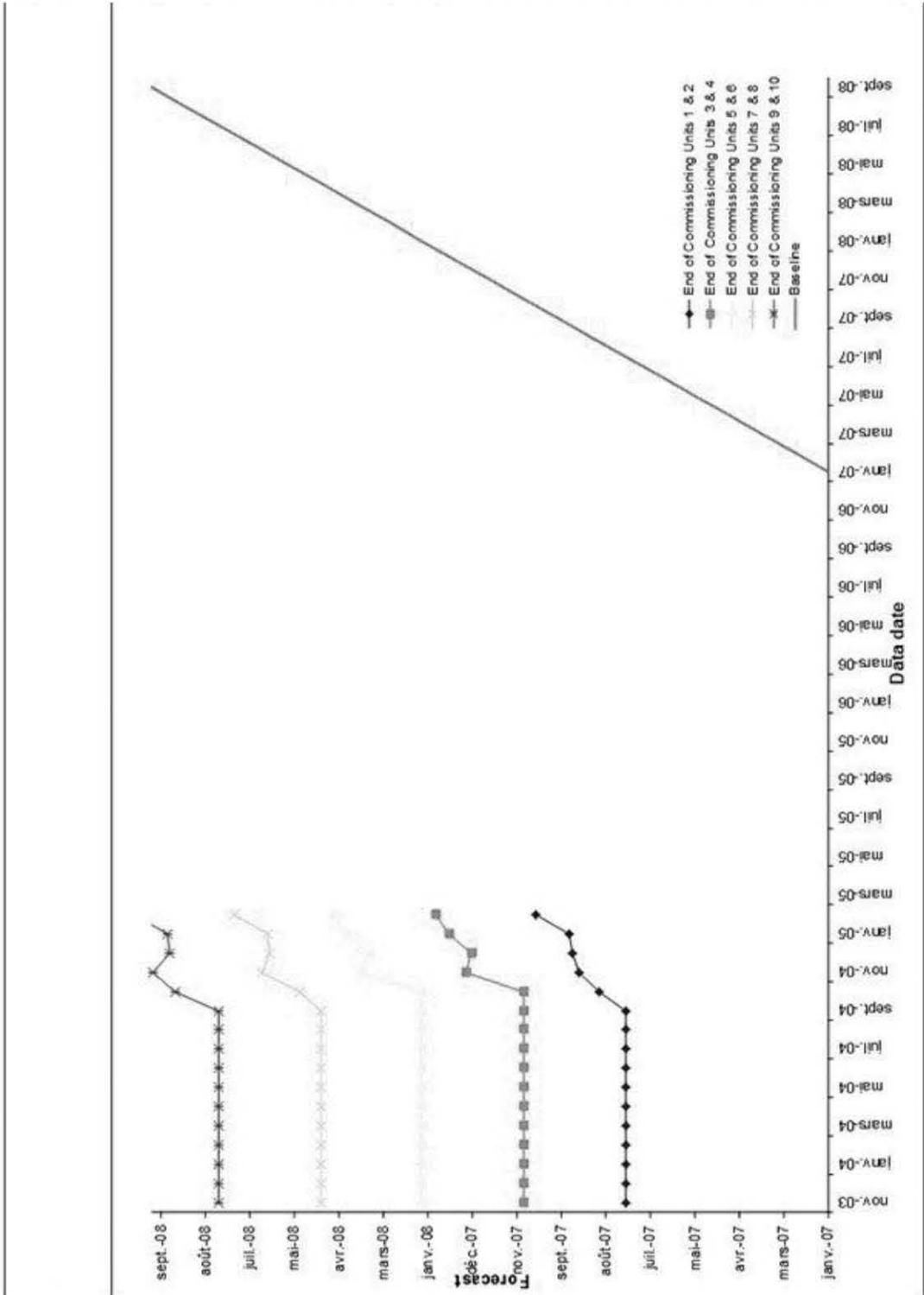
### 9.1 Rapports délais

(Voir pages suivantes.)

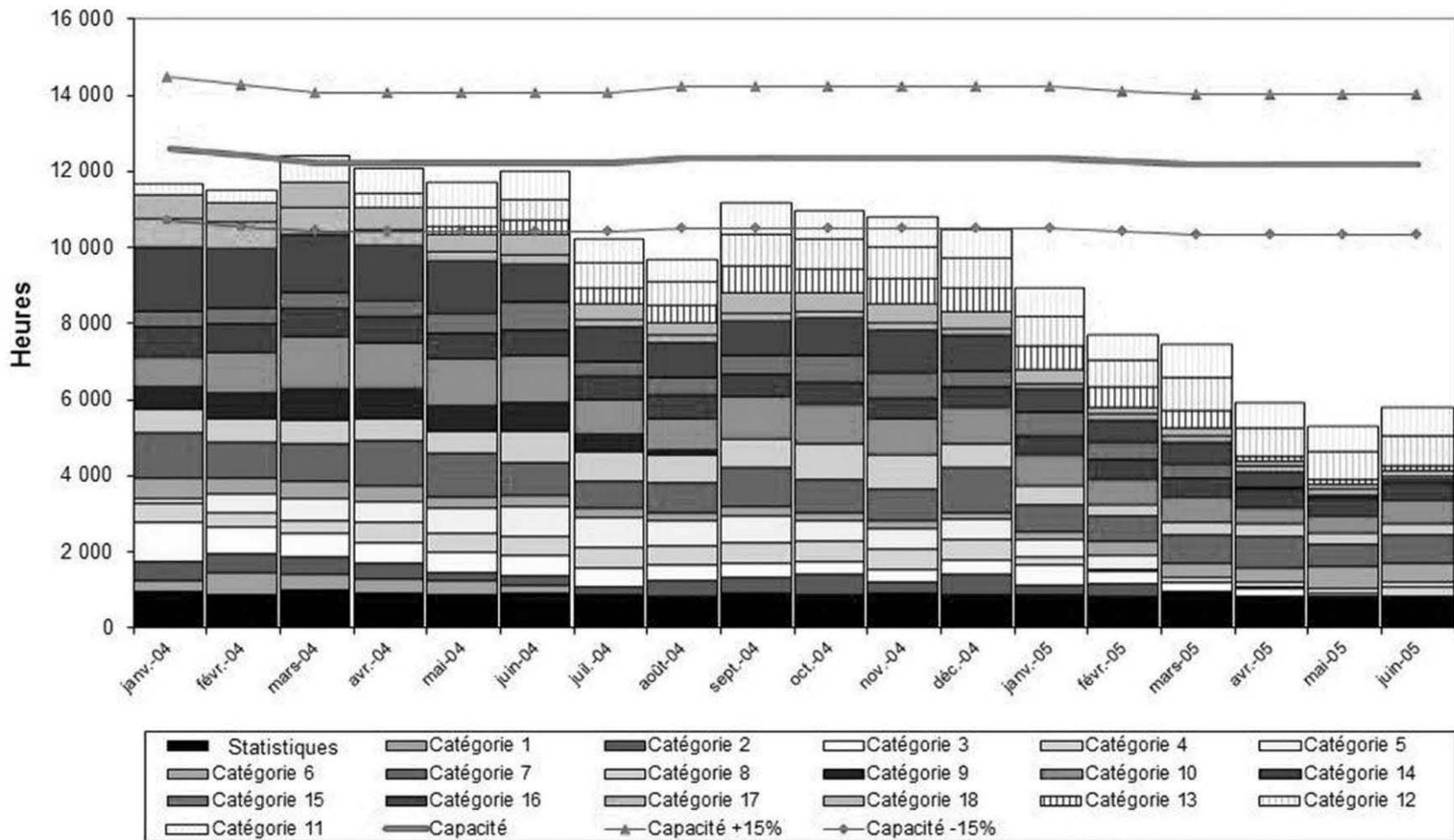
### 9.1.1 Courbes en S enveloppe



### 9.1.2 Diagrammes temps-temps

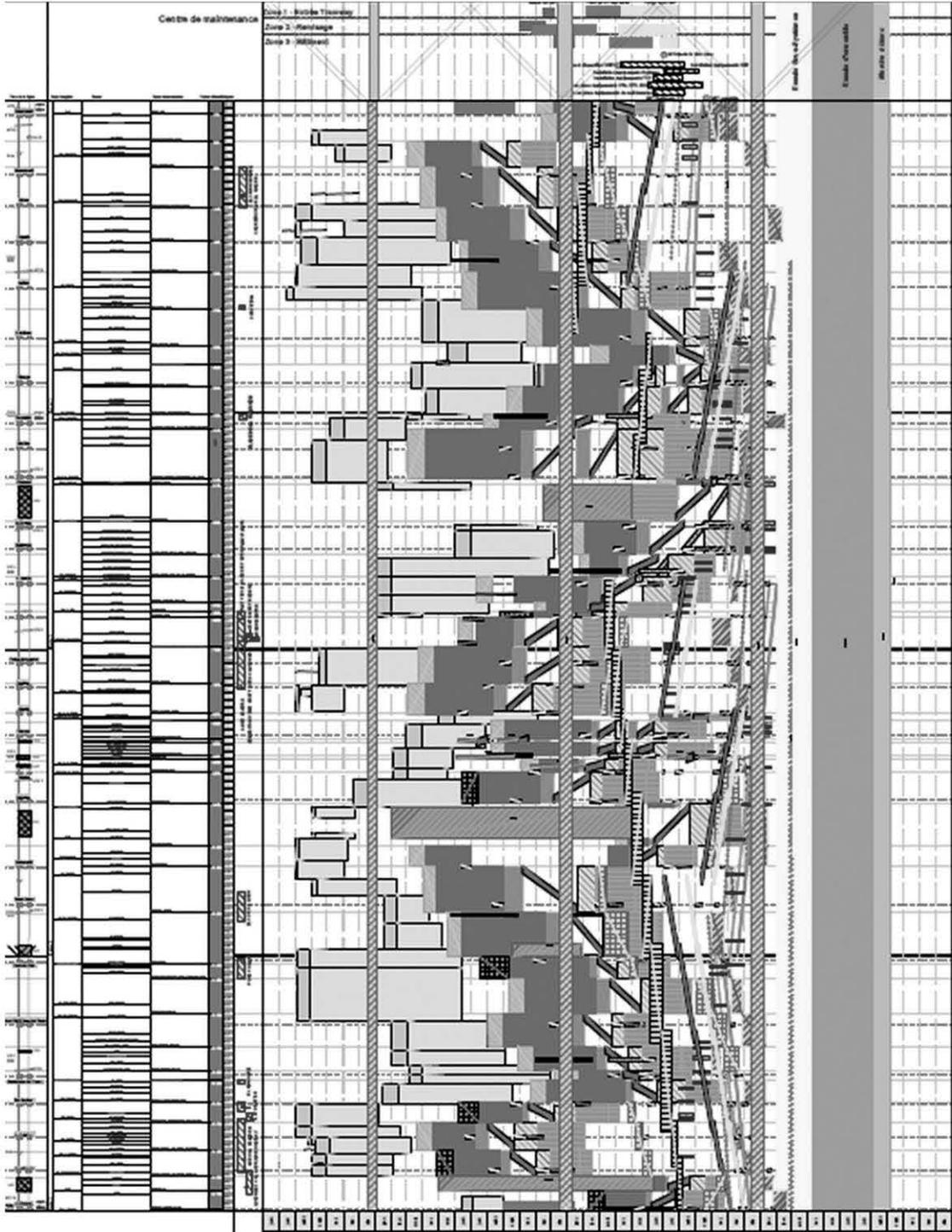


9.1.3 Plan de charge





### 9.1.5 Le diagramme chemin de fer



Copyright © 2013 AFNOR.

## 9.2 Rapports coûts

## 9.2.1 Budget initial

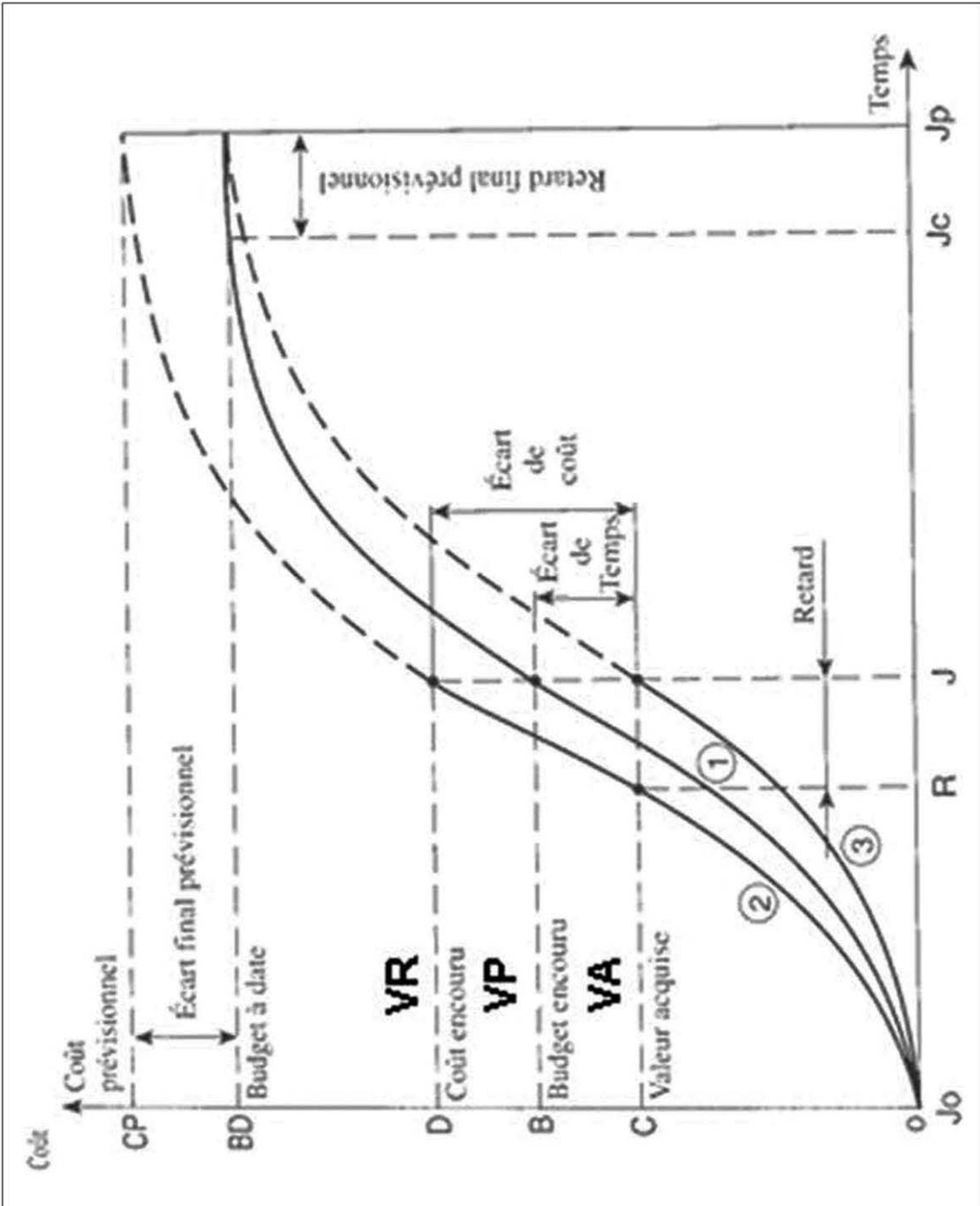
	Type de travaux	Ligne budgétaire ?	Charge (h.)	Catégorie	Taux journalier (€/j)	Coût de Main d'Œuvre	Frais	Achats	Coût de revient (HT)
<b>Grand Total</b>			286			175 743	1 199	181 039	357 981
<b>Total travaux internes</b>			286		614	175 743	1 199	4 000	180 942
<b>Total travaux externes</b>			0				0	177 039	177 039

Code	Ligne Budgétaire	Type de travaux	Ligne budgétaire ?	Charge (h.)	Catégorie	Taux journalier (€/j)	Coût de Main d'Œuvre	Frais	Achats	Coût de revient (HT)
LB0100	<b>Management</b>	Interne	Oui	36	C1	850	30 600	249 <sup>†</sup>		30 849
LB0200	<b>Provision globale</b>	Interne	Oui	0	Autre	0	0		4 000 <sup>†</sup>	4 000
LB0300	<b>Provision technique, travaux internes</b>	Interne	Oui	11	Autre <sup>†</sup>	697 <sup>†</sup>	7 663			7 663
LB0400	<b>PF annuaire de référence</b>	Interne	Non			0	0			0
LB0401	Spécifications	Interne	Oui	19	C2	700	13 300			13 300
LB0402	Conception	Interne	Oui	19	C2	700	13 300			13 300
LB0403	Développement	Interne	Oui	42	C3	540	22 680			22 680
LB0404	Mise en place et installation du Meta annuaire	Interne	Oui	4	C3	540	2 160			2 160
LB0405	Tests internes	Interne	Oui	5	C3	540	2 700			2 700
LB0500	<b>PF de journalisation et de sauvegarde</b>	Interne	Non			0	0			0
LB0501	Spécifications	Interne	Oui	9	C2	700	6 300			6 300
LB0502	Conception	Interne	Oui	9	C2	700	6 300			6 300
LB0503	Développement	Interne	Oui	23	C3	540	12 420			12 420
LB0504	Mise en place et installation du Meta annuaire	Interne	Oui	3	C3	540	1 620			1 620
LB0505	Tests internes	Interne	Oui	4	C3	540	2 160			2 160
LB0600	<b>Intégration de toutes les briques du projet</b>	Interne	Non			0	0			0
LB0601	Spécifications	Interne	Oui	1	C2	700	700			700
LB0602	Conception	Interne	Oui	9	C2	700	6 300			6 300
LB0603	Développement	Interne	Oui	9	C3	540	4 860			4 860
LB0604	Mise en place, installation et configuration	Interne	Oui	19	C3	540	10 260			10 260
LB0612	Tests internes	Interne	Oui	5	C3	540	2 700			2 700
LB0700	<b>Audit sécurité</b>	Interne	Oui	9	C2	700	6 300			6 300
LB0800	<b>Documentation</b>	Interne	Non			0	0			0
LB0801	PF Annuaire	Interne	Oui	4	C3	540	2 160			2 160
LB0802	PF de journalisation et de sauvegarde	Interne	Oui	3	C3	540	1 620			1 620
LB0803	Intégration de toutes les briques du projet	Interne	Oui	17 <sup>†</sup>	C4	80 <sup>†</sup>	3 200			3 200
LB0812	Formation, aide au montage des PF	Interne	Oui	5	C2	700	3 500			3 500
LB0900	<b>Recette</b>	Interne	Non			0	0			0
LB0901	Recette fonctionnelle (+ tests unitaires)	Interne	Oui	5	C3	540	2 700			2 700
LB0902	Recette technique	Interne	Oui	6	C3	540	3 240			3 240
LB1000	<b>Transfert des solutions au CSC</b>	Interne	Non			0	0			0
LB1001	Formation du personnel du CSC	Interne	Oui	5	C2	700	3 500			3 500
LB1002	Aide au montage des PF prod. CSC	Interne	Oui	5	C2	700	3 500	950 <sup>†</sup>		4 450
LB1100	<b>Travaux achetés</b>	Externe	Non			0	0			0
LB1201	Sous traitance Authentification	Externe	Oui	0	Autre	0	0	0	18 481 <sup>†</sup>	18 481
LB1202	Sous traitance Filtrage	Externe	Oui	0	Autre	0	0	0	16 129	16 129
LB1203	Appros matériels pour le montage des PF	Externe	Oui	0	Autre	0	0	0	108 512	108 512
LB1204	Licences pour la supervision	Externe	Oui	0	Autre	0	0	0	13 872	13 872
LB1205	Licences pour la sauvegarde	Externe	Oui	0	Autre	0	0	0	11 615	11 615
LB1206	Provision technique, travaux achetés	Externe	Oui	0	Autre	0	0	0	8 430	8 430

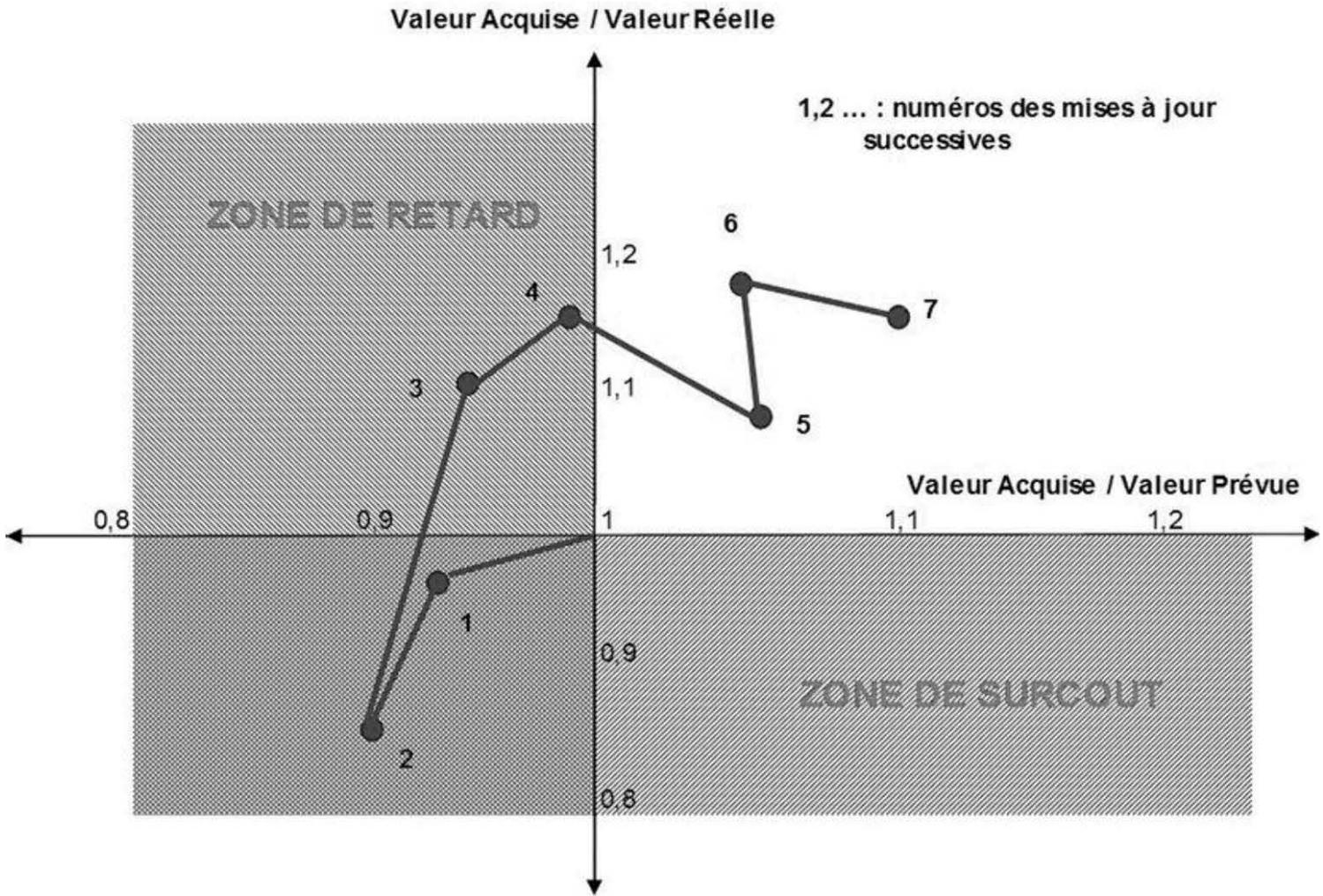
## 9.2.2 Tableau de bord coûts

Code	Ligne budgétaire	Etat du lot	Budget initial	Budget à	% Avct φ	Déjà fait	Reste à	Coût	"CPF	Ecart (h.j)	Variation	Dérive	Observations								
			Opérationnel	date (h.j)										(3)	(h.j)	à	Prévisionnel	calculé"	(7)=(6)-(2)	(7)/(2)	(6)-(6 n-1)
			(1)	(2)										(4)	(5)	(6)=(4)+(5)	(6)=(4)/(3)	(7)=(6)-(2)	(7)/(2)	(6)-(6 n-1)	
			286	286	6,8%	26	260	286	286	0	0%	-2									
LB0100	Management	O	36	36	13%	4	32	36	32	0	0%	0									
LB0200	Provision globale	F	0	0	7%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB0300	Provision technique, travaux internes	F	11	11	7%	0	11	11	11	0	0%	0									
LB0400	PF annuaire de référence	O	0	0	4%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB0401	Spécifications	O	19	19	16%	3	16	19	19	0	0%	0									
LB0402	Conception	O	19	19	5%	1	18	19	19	0	0%	0									
LB0403	Développement	A	42	42	0%	0	42	42	42	0	0%	0									
LB0404	Mise en place et installation du Meta annuaire	F	4	4	0%	0	4	4	4	0	0%	0									
LB0405	Tests internes	F	5	5	0%	0	5	5	5	0	0%	0									
LB0500	PF de journalisation et de sauvegarde	O	0	0	10%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB0501	Spécifications	O	9	9	33%	3	6	9	9	0	0%	0									
LB0502	Conception	O	9	9	22%	2	7	9	9	0	0%	0									
LB0503	Développement	A	23	23	0%	0	23	23	23	0	0%	0									
LB0504	Mise en place et installation du Meta annuaire	F	3	3	0%	0	3	3	3	0	0%	0									
LB0505	Tests internes	F	4	4	0%	0	4	4	4	0	0%	0									
LB0600	Intégration de toutes les briques du projet	O	0	0	5%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB0601	Spécifications	O	1	1	12%	10	3	13	83	12	1200%	9									
LB0602	Conception	O	9	9	30%	3	7	10	10	1	11%	1									
LB0603	Développement	A	9	9	0%	0	9	9	9	0	0%	0									
LB0604	Mise en place, installation et configuration	F	19	19	0%	0	19	19	19	0	0%	0									
LB0612	Tests internes	F	5	5	0%	0	5	5	5	0	0%	0									
LB0700	Audit sécurité	O	9	9	0%	0	9	9	9	0	0%	0									
LB0800	Documentation	O	0	0	9%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB0801	PF Annuaire	A	4	4	0%	0	4	4	4	0	0%	0									
LB0802	PF de journalisation et de sauvegarde	F	3	3	0%	0	3	3	3	0	0%	0									
LB0803	Intégration de toutes les briques du projet	A	17	17	15%	0	4	4	0	13	-76%	13									
LB0812	Formation, aide au montage des PF	F	5	5	0%	0	5	5	5	0	0%	0									
LB0900	Recette	O	0	0	0%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB0901	Recette fonctionnelle (+ tests unitaires)	F	5	5	0%	0	5	5	5	0	0%	0									
LB0902	Recette technique	F	6	6	0%	0	6	6	6	0	0%	0									
LB1000	Transfert des solutions au CSC	O	0	0	0%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1001	Formation du personnel du CSC	F	5	5	0%	0	5	5	5	0	0%	0									
LB1002	Aide au montage des PF prod. CSC	F	5	5	0%	0	5	5	5	0	0%	0									
LB1100	Travaux achetés	O	0	0	15%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1201	Sous traitance Authentification	O	0	0	40%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1202	Sous traitance Filtrage	O	0	0	40%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1203	Appros matériels pour le montage des PF	O	0	0	2%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1204	Licences pour la supervision	O	0	0	40%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1205	Licences pour la sauvegarde	O	0	0	40%	0	0	0	0	0	0%	0									
LB1206	Provision technique, travaux achetés	F	0	0	7%	0	0	0	0	0	0%	0									

### 9.2.3 Courbes en S coûts

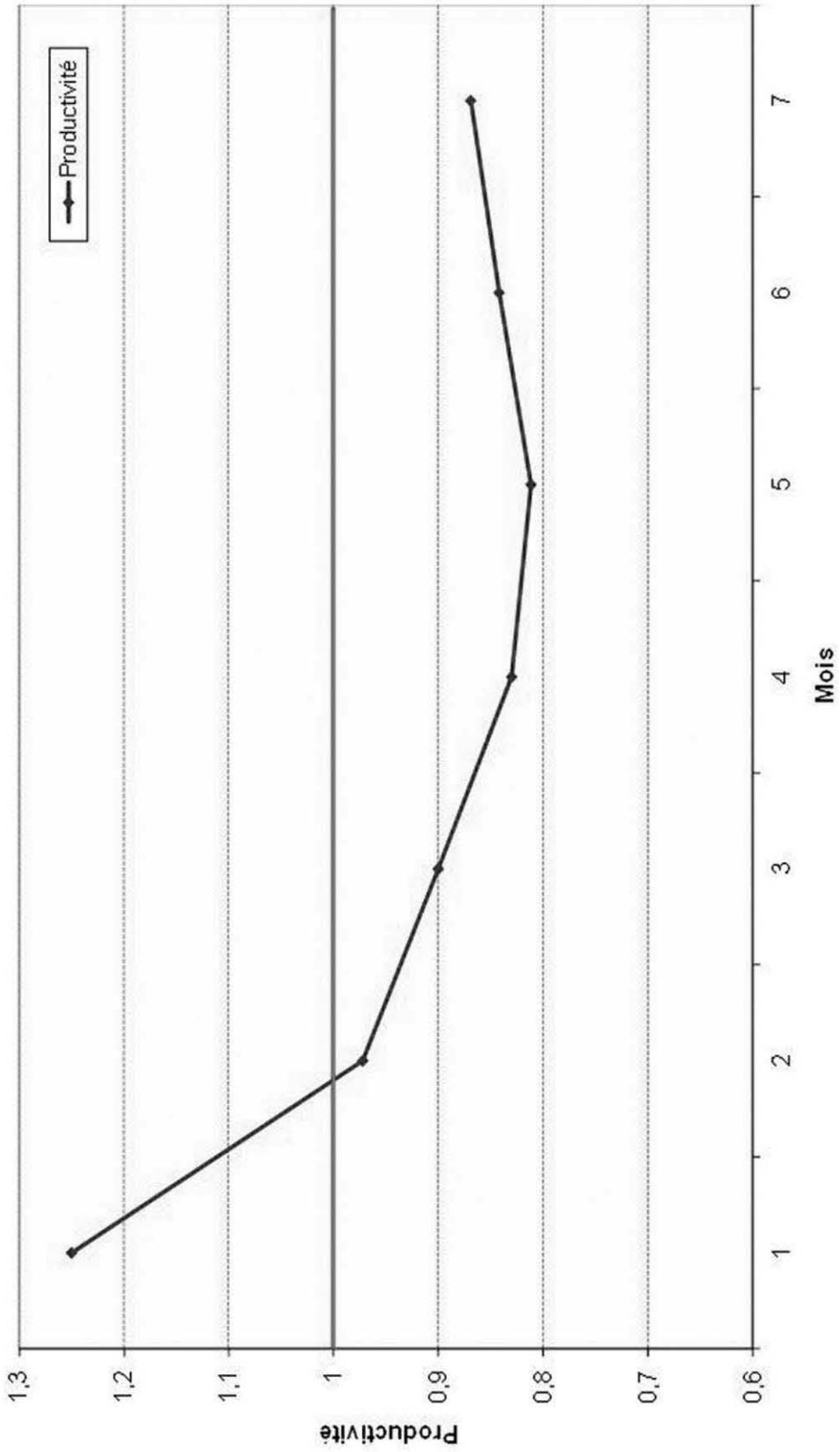


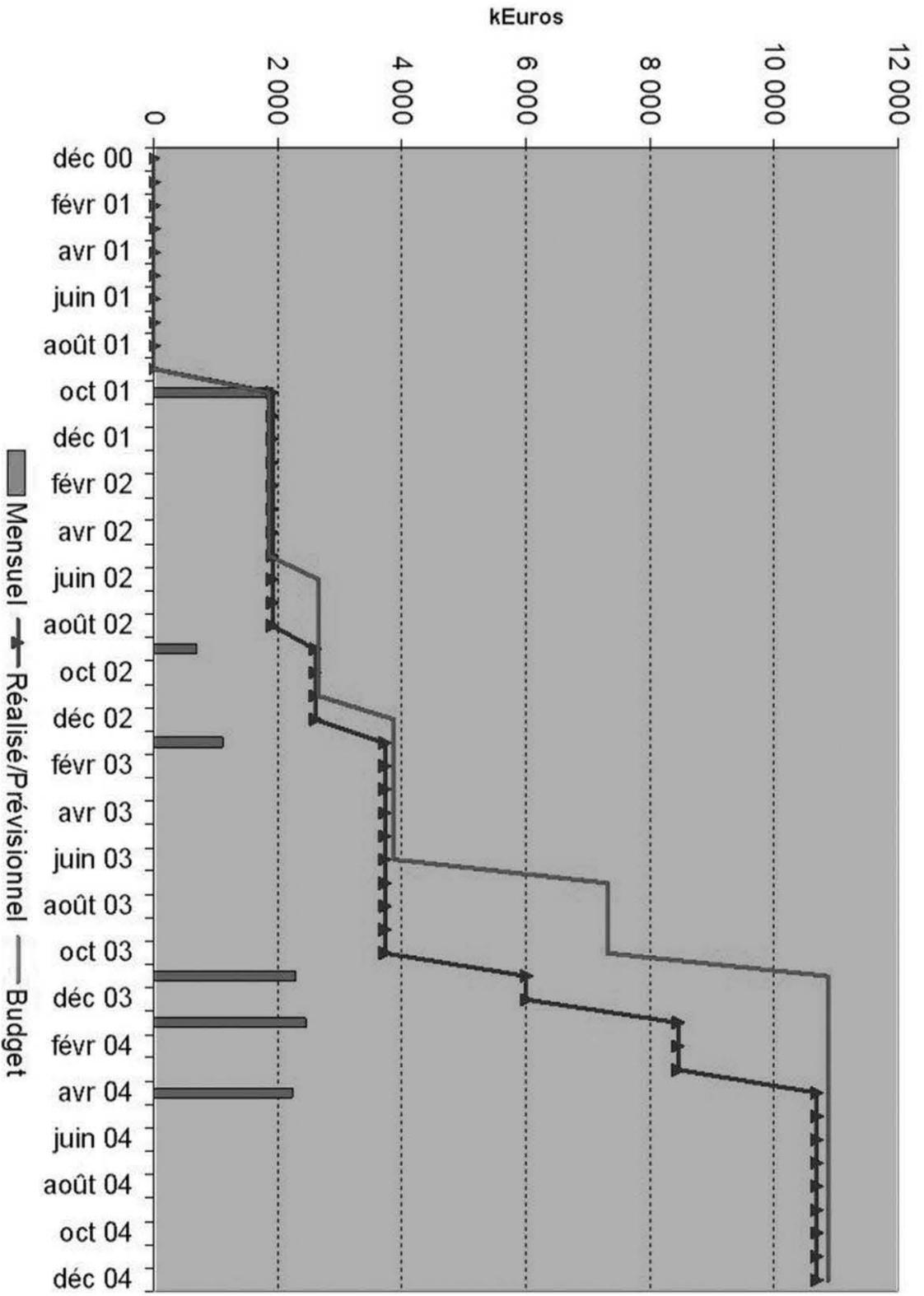
### 9.2.4 Le diagramme croisé



### 9.2.5 Productivité

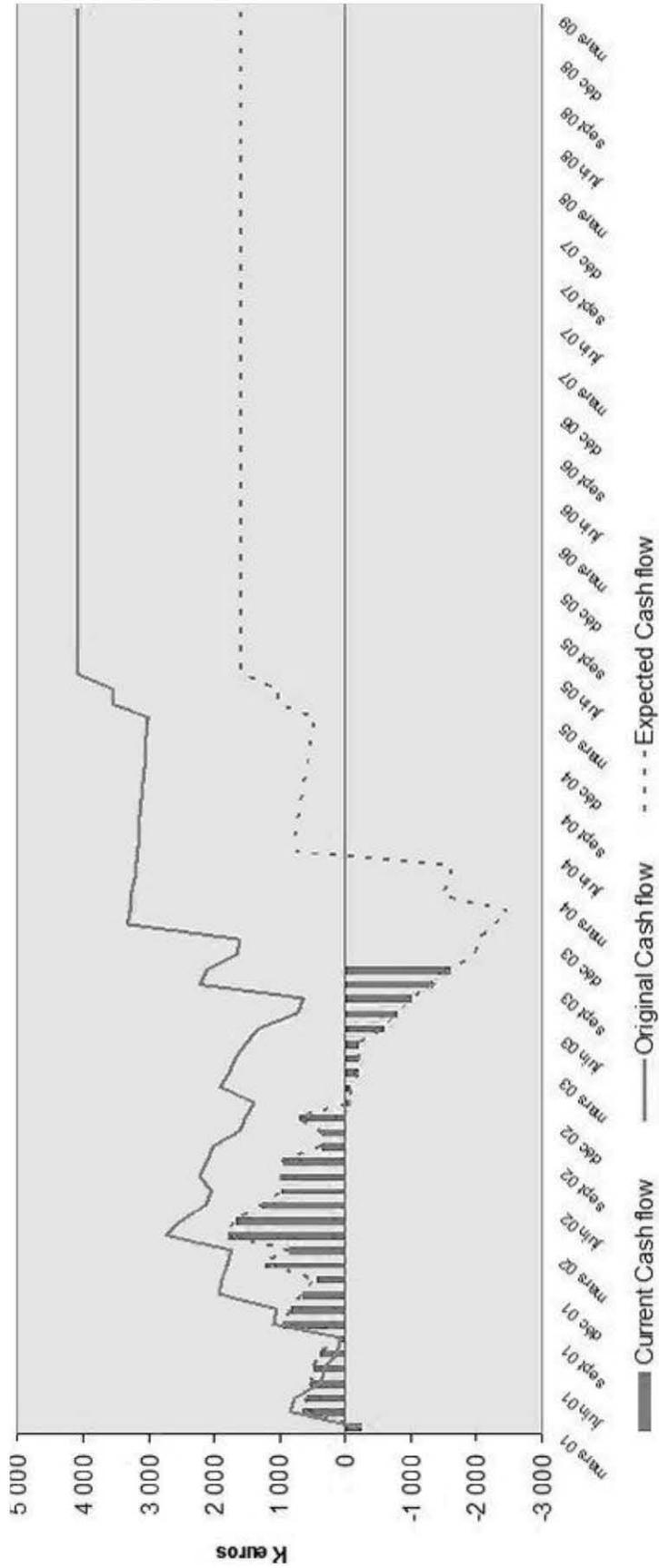
Productivité = % Avancement physique / % Avancement en heures.



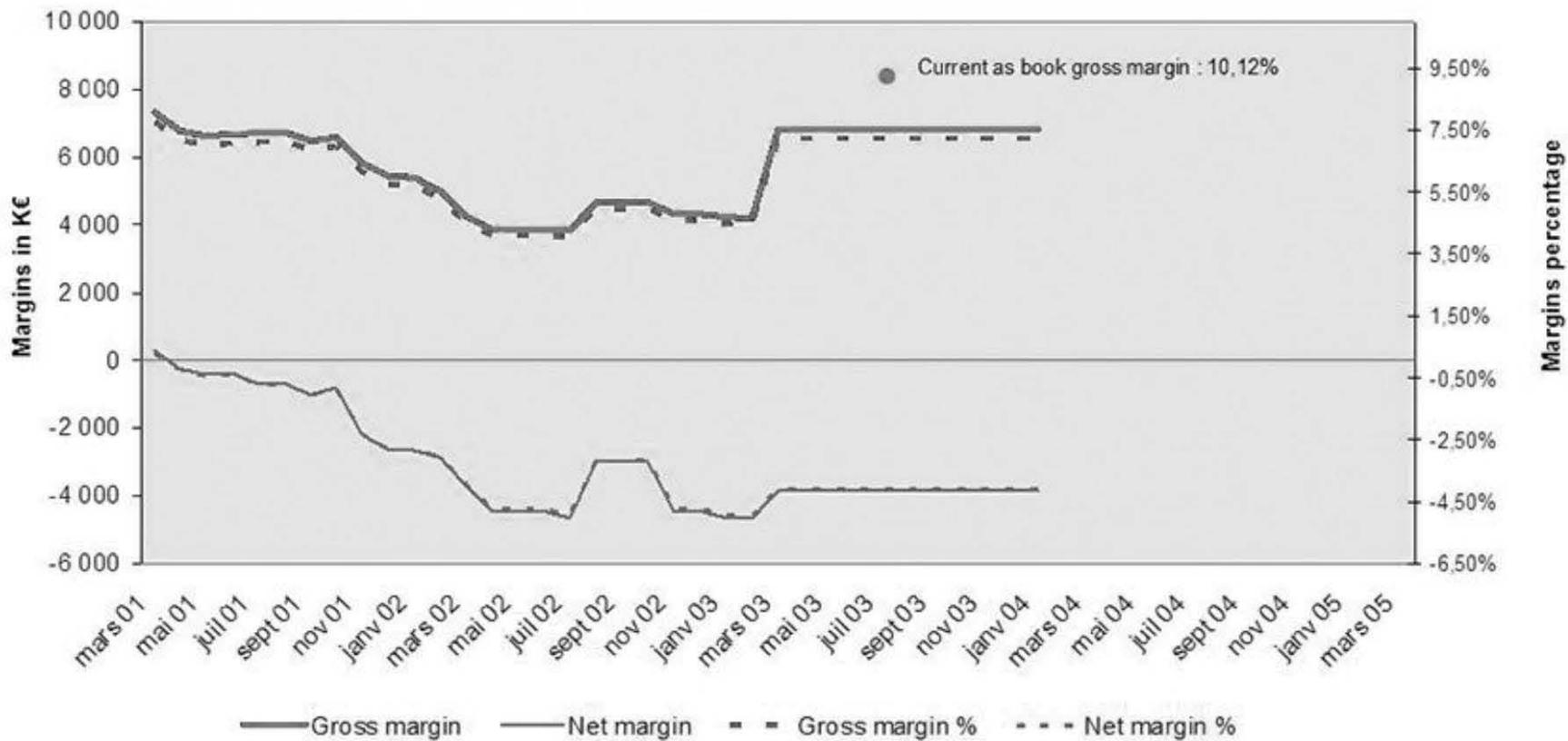


9.2.6 Chiffre d'affaires  
Le grand livre de la gestion de projet

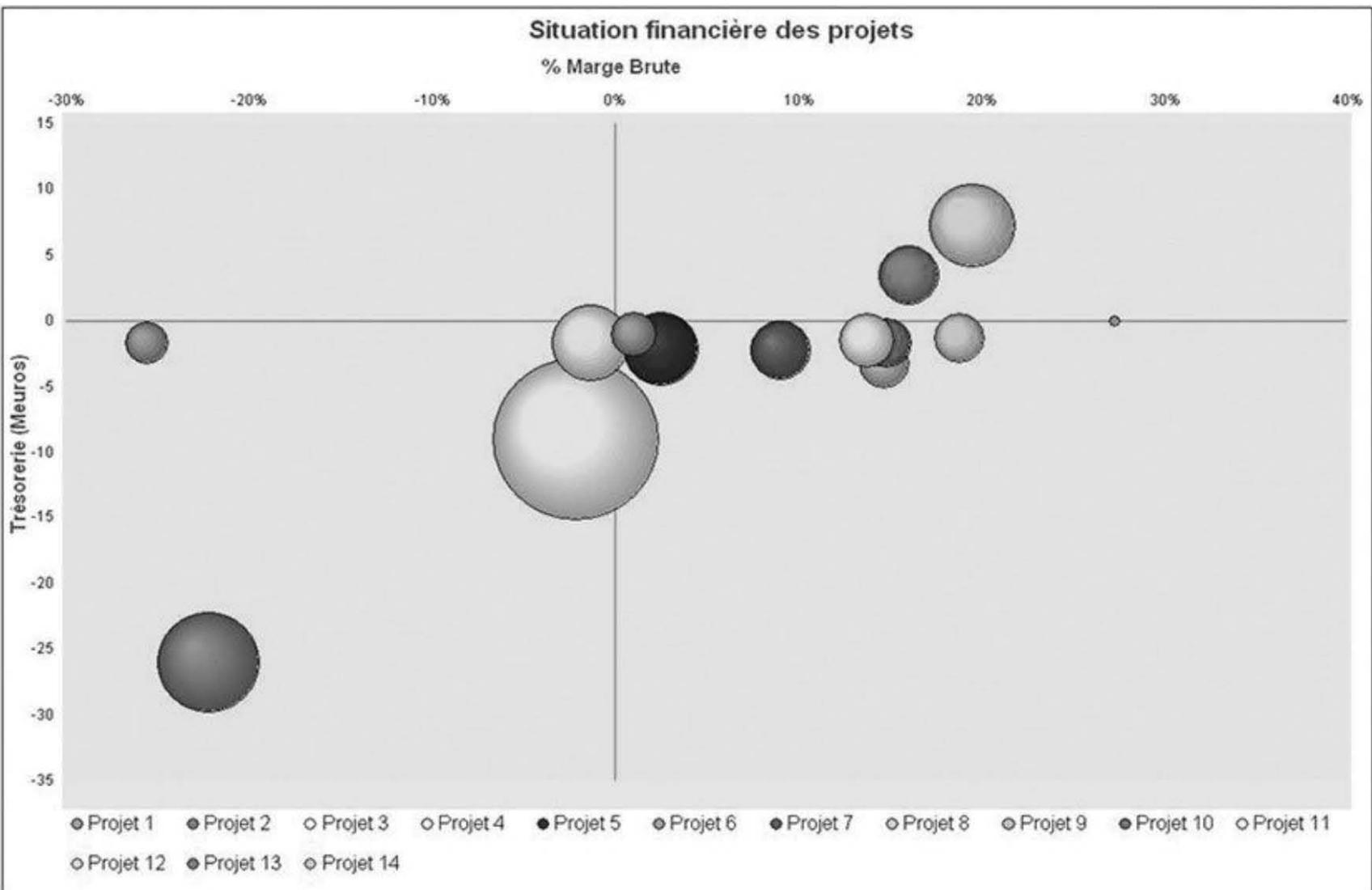
### 9.2.7 Trésorerie



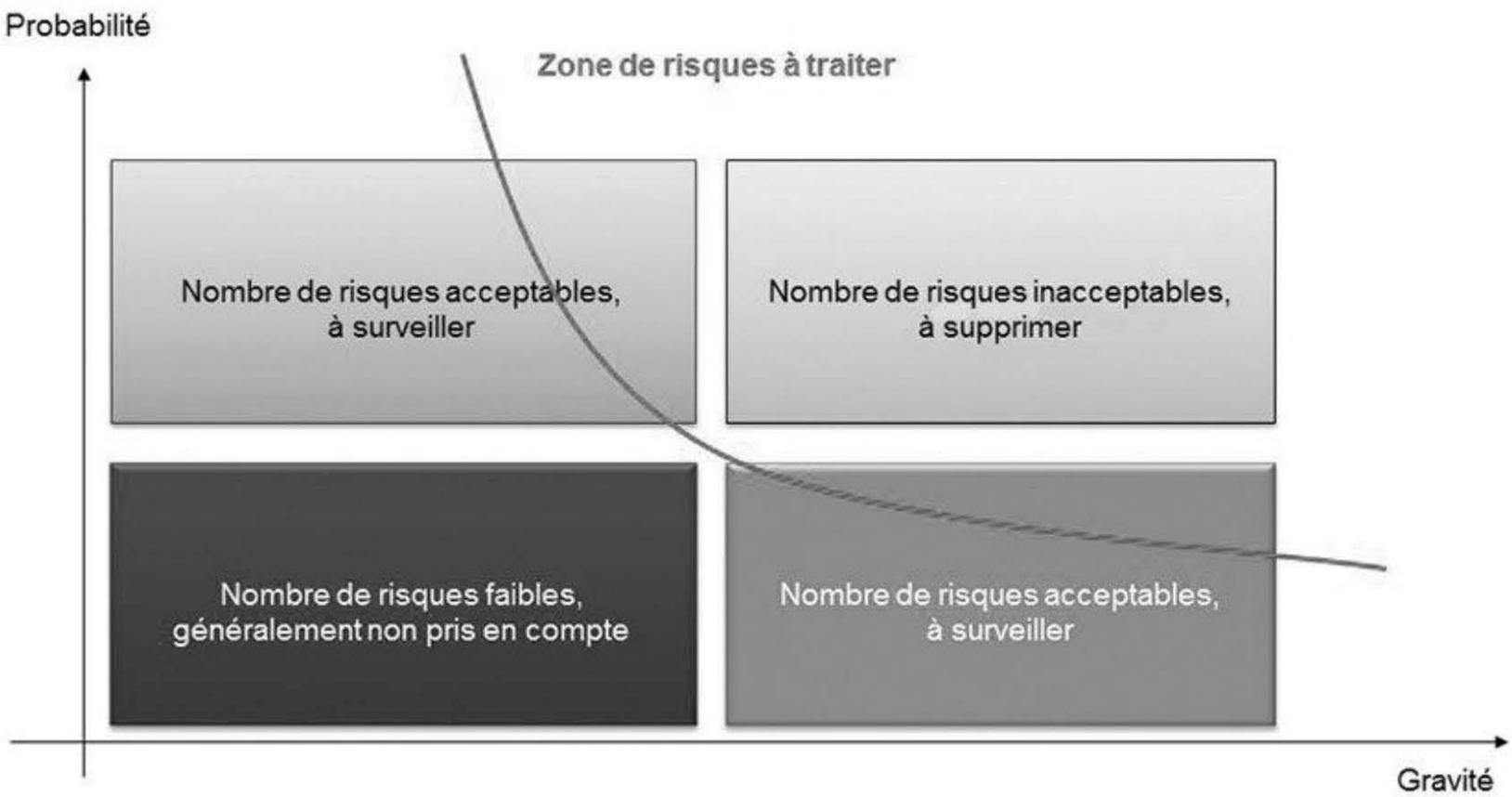
### 9.2.8 Marges



### 9.2.9 Situation financière d'un portefeuille de projets



### 9.3 Risques qualitatifs



## 9.3.1 Tableau de gestion des risques qualitatifs

Classe	Libellé du risque	Effet	Cause	Probabilité	Gravité	Indice de criticité	Action envisagée	Responsable	Délais	Coût
Ressources Humaines	Pas de technicien calcul disponible	Décalage planning	Effectif insuffisant; absence imprévue	1	3	3	Suivi régulier des effectifs disponible	Chef de projet	immédiat	0
	Pas de prototypiste soudeur qualifiée	Décalage planning	Effectif insuffisant; absence imprévue	2	2	4				
			Formation/Qualification insuffisante	4	4	16	Formation et qualification des prototypistes	Responsable service proto	2 mois	10 000 euros
Risques définition Produit	Définition du besoin incomplet	Validation Etude incomplète	Information marketing insuffisante	3	1	3	Réunion marketing régulière	Chef de projet	immédiat	500 euros/ réunion
	Echec aux tests de certification	Certification supplémentaire	Conception défailante	2	4	8	Planification de tests partiels	Chef de projet	immédiat	2000 euros
			Spécifications non connues	2	2	4	Réunions marketing/ Qualité	Resp. BE	immédiat	500 euros/ réunion

### 9.3.2 Risques quantitatifs

Entire Plan : Finish Date

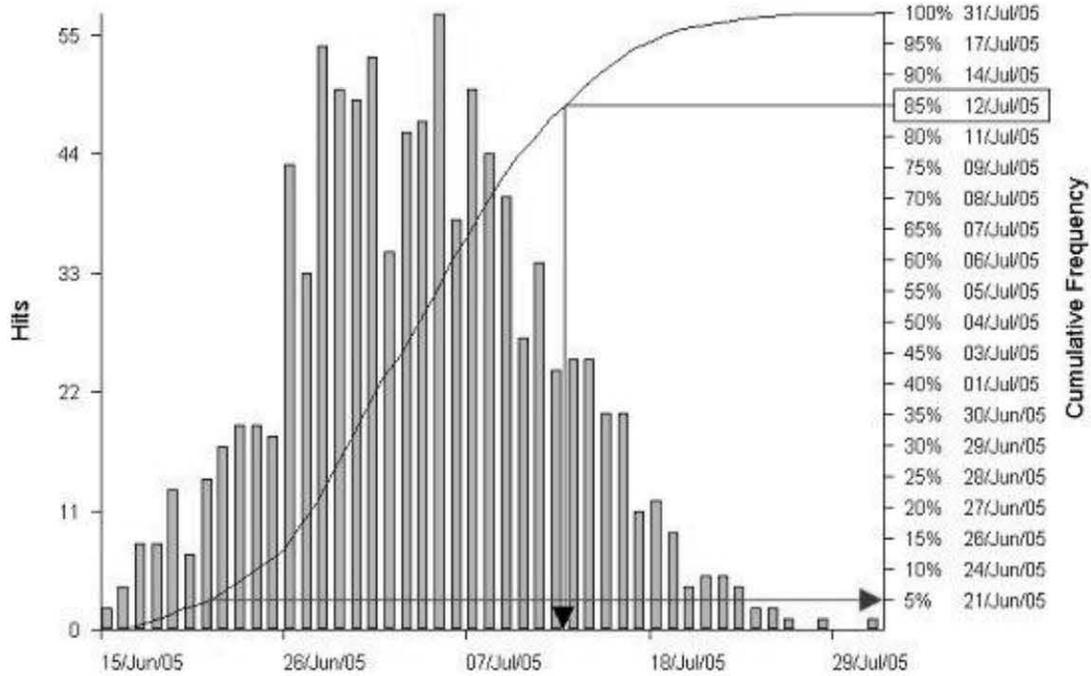


Figure 9.1 Les risques délais  
Logiciel PERTMASTER version 8 éditeur Primavera

On remarque, sur ce type d'analyse, que la probabilité d'atteindre la date déterministe est souvent proche de 0 %. Ceci est dû au nombre de chemins parallèles du planning. On le comprend avec l'exemple de personnes invitées en réunion. Plus il y a de personnes invitées (nombre de chemins parallèles), plus la probabilité que la réunion commence à l'heure est faible, dans l'hypothèse où l'on attend tout le monde pour commencer.

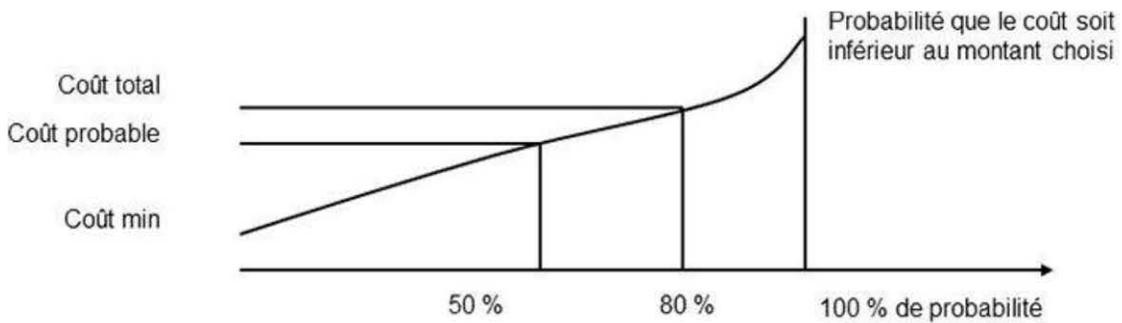


Figure 9.2 Les risques coûts  
They M. et Guillemot G., Cours de management de et par projets, CESI.  
Testez vos connaissances

# 10

## La méthode WBS 3D

### 10.1 Introduction

Le concept du modèle 3D repose sur le fait que le **WBS** (Work Breakdown Structure) ou le « travail » d'un projet peut se représenter en trois dimensions que sont les zones (**ZBS**, Zone Breakdown Structure), les Systèmes/Produits (SBS - System Breakdown Structure -, étendus par des produits physiques, PBS – Product Breakdown Structure), et les Activités (**ABS**, Activity Breakdown Structure).

Ces trois structures arborescentes hiérarchiques que sont le ZBS, le PBS (au sens large, intégrant le SBS à haut niveau de la structure arborescente) et l'ABS sont projetées sur les axes d'un cube, et forment **le cube du WBS**, ou le cube du travail.

L'organisation (**OBS** – Organisational Breakdown Structure -, prolongée par les ressources, **RBS** – Resource Breakdown Structure) vient colorier les petits cubes 3D ou les tâches du cube du WBS, formant une quatrième dimension.

Lorsque le WBS (le travail) est croisé avec l'OBS (l'organisation), on obtient le cube projet, constitué de petits cubes 3D (tâches ou lignes budgétaires) coloriés en fonction de l'organisation.

Les **lots de travaux** sont un ensemble de petits cubes 3D (tâches) ayant au moins un point commun. Ils se situent à l'intersection de l'OBS et du WBS.

On peut résumer les articles qui précèdent par les équations suivantes :

Dans cette équation, les Produits (PBS) doivent être considérés au sens large, c'est-à-dire incluant les Systèmes fonctionnels (SBS).

$WBS = ZBS \times PBS \times ABS$ $\text{Cube projet} = OBS \times WBS$
---

## 10.2 Les structures arborescentes

### ◆ Les Produits (PBS)

L'arborescence Produit (PBS) contient sur ses plus hauts niveaux des systèmes et des sous-systèmes fonctionnels. Un système fonctionnel étant un ensemble de produits (équipements, matériels, ouvrages de génie civil, modules informatiques, etc.) qui travaillent ensemble en vue de répondre à un besoin, d'assurer une fonction. Les Systèmes fonctionnels (SBS) sont prolongés par des Produits (PBS) qui sont des objets concrets.

Un exemple de PBS générique est présenté ci-dessous (figure 10.1).

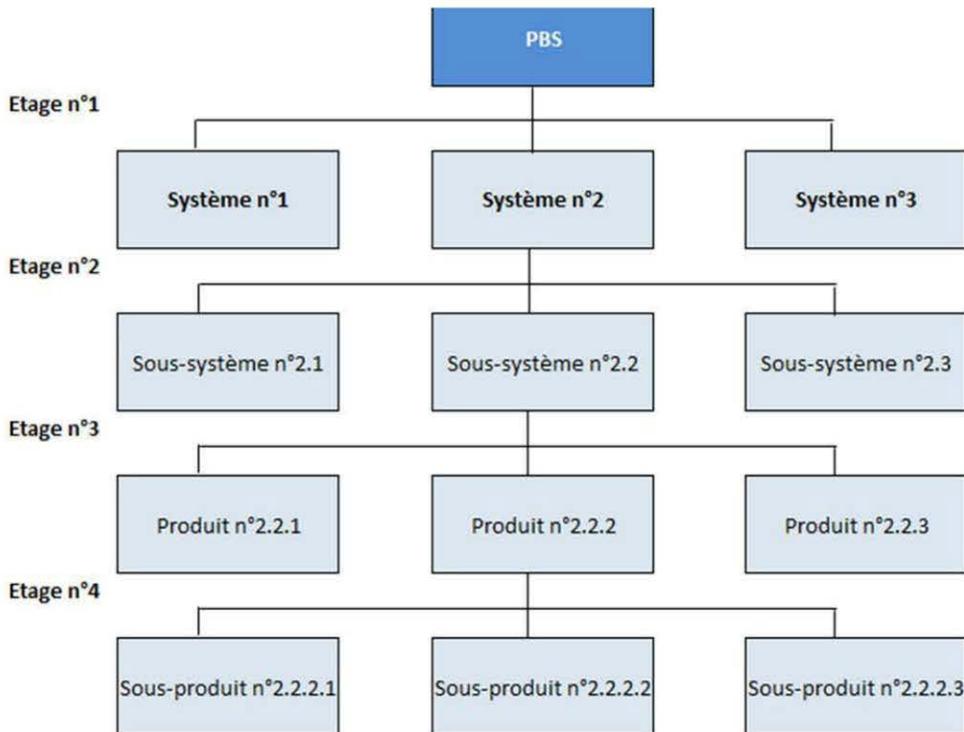


Figure 10.1 Product Breakdown Structure (PBS)

Les Produits répondent à la question : « Quoi ? »

## ◆ Les Activités (ABS)

Les Activités sont des actions, il faut comprendre que plusieurs activités qui travaillent ensemble forment un processus. Par exemple, « installation » ou « études générales » sont des Activités. Une Activité n'est pas une tâche, c'est un élément qui compose la tâche ou la ligne budgétaire, avec les Zones et les Produits.

Aux premiers étages de l'ABS on peut trouver les phases et sous-phases du projet : études, approvisionnements, construction, et essais. Au second étage de l'ABS on peut trouver des macro-activités, pour enfin trouver des activités élémentaires au plus bas niveau de l'arborescence.

Un exemple d'ABS générique est présenté ci-dessous (figure 10.2).

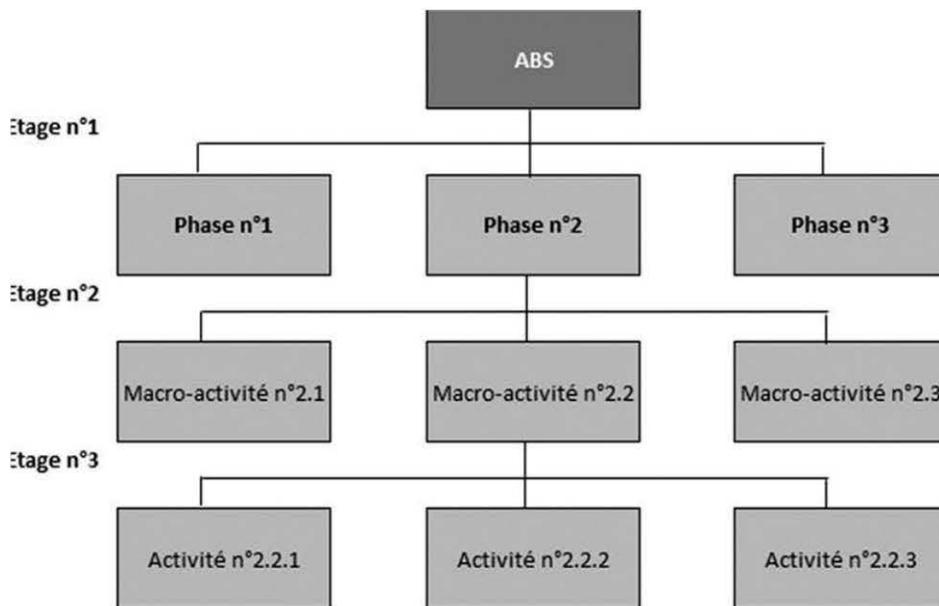


Figure 10.2 Activity Breakdown Structure (ABS)

Les activités répondent à la question : « Comment ? »

## ◆ Les Zones (ZBS)

Les Zones (ZBS) peuvent être des zones fonctionnelles ou des zones géographiques, c'est-à-dire topographiques. Par exemple, pour un projet linéaire, les zones sont délimitées par les Points Kilométriques (PK) de la ligne à construire (route, chemin de fer, etc.). Pour une usine, et donc un projet non linéaire, les Zones peuvent englober plusieurs étages de l'usine, elles sont définies en 3D. Dans ces deux cas, il s'agit bien de zones de nature géographique. Pour bien faire, il faut pouvoir repérer les Zones sur les plans réalisés lors des phases études.

Pour un projet IT, les Zones (ZBS) sont considérées comme des zones fonctionnelles, elles correspondent aux « releases » du logiciel (versions abouties) sur les plus hauts étages de l'arborescence. Sur les étages intermédiaires, il s'agit d'incrément fonctionnels, à chaque phase (Zone) on ajoute des fonctionnalités ou bien les fonctionnalités se précisent. Sur les plus bas étages du ZBS, les Zones sont physiques et correspondent à un type de machine cible (OS, Smartphone, PC, etc.).

Pour un projet de développement Produit, les Zones sont aussi fonctionnelles, il s'agit de vagues de prototypes dans lesquelles les fonctionnalités se précisent au fur et à mesure de l'enchaînement des Zones.

**D'une manière générale, une Zone est un regroupement de Produits.**

Un exemple de ZBS générique est présenté ci-dessous (figure 10.3).

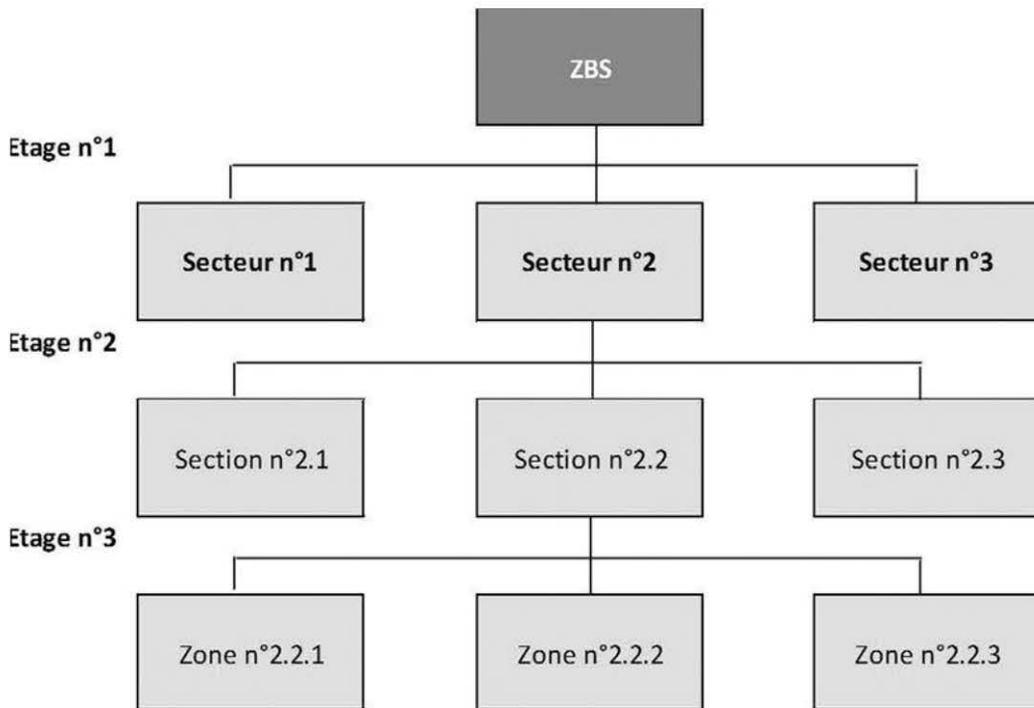


Figure 10.3 Zone Breakdown Structure (ZBS)

Les Zones répondent à la question : « Où ? »

### ◆ L'organisation (OBS)

L'organisation est composée des départements, services, pôles, disciplines dédiés au projet.

Un exemple d'OBS générique est présenté ci-après (figure 10.4).

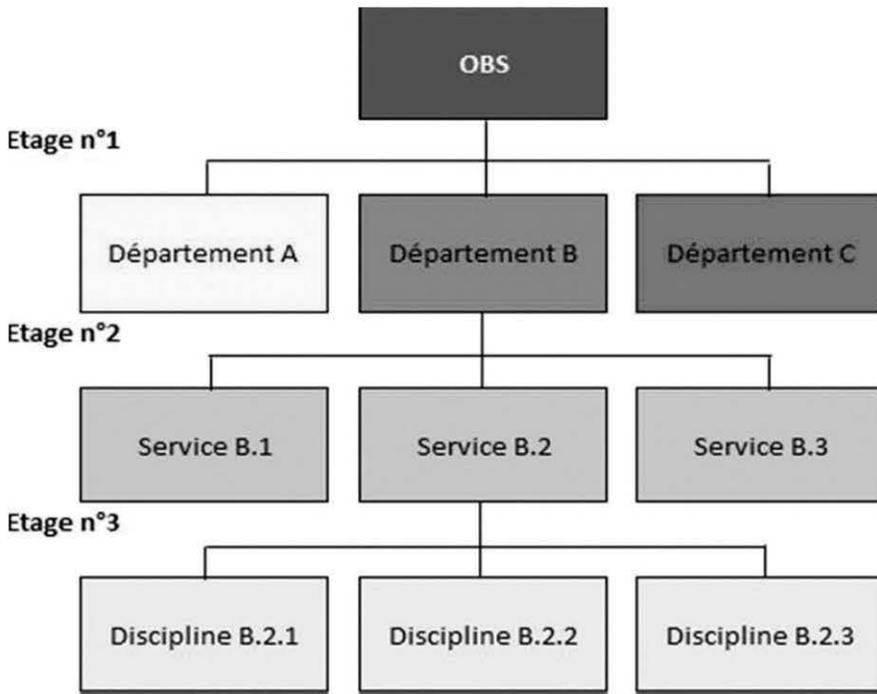


Figure 10.4 Organization Breakdown Structure (OBS)

L'organisation répond à la question : « qui est responsable de ? »

Il faut noter que chaque branche de l'OBS est coloriée. Cela assure une chronologie de cette arborescence. La chronologie de l'OBS est basée sur le spectre visible des couleurs ; les couleurs s'étendent du violet au rouge, en passant par le bleu, le vert, le jaune, et l'orange.

La figure suivante illustre cette notion de chronologie basée sur les couleurs (figure 10.5).

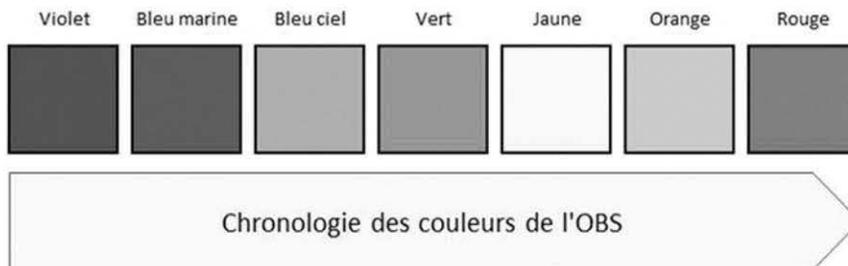


Figure 10.5 Chronologie des couleurs de l'OBS

Nous verrons l'importance de cette chronologie qui sera utilisée pour l'identification des interfaces du projet. Par exemple, on peut dire que la discipline « Électronique » (par exemple bleu) est plus proche de la discipline « Électricité »

(vert) que de la discipline « Génie civil » (rouge) – elles sont plus proches parce qu’elles se ressemblent, elles ont des points communs.

L’OBS est prolongé par le RBS, les ressources. C’est la notion de « Disciplines » ou métiers/spécialités qui réalise le lien entre ces deux organigrammes.

Les ressources peuvent être humaines ou matérielles.

Un exemple d’RBS générique est présenté ci-dessous (figure 10.6).

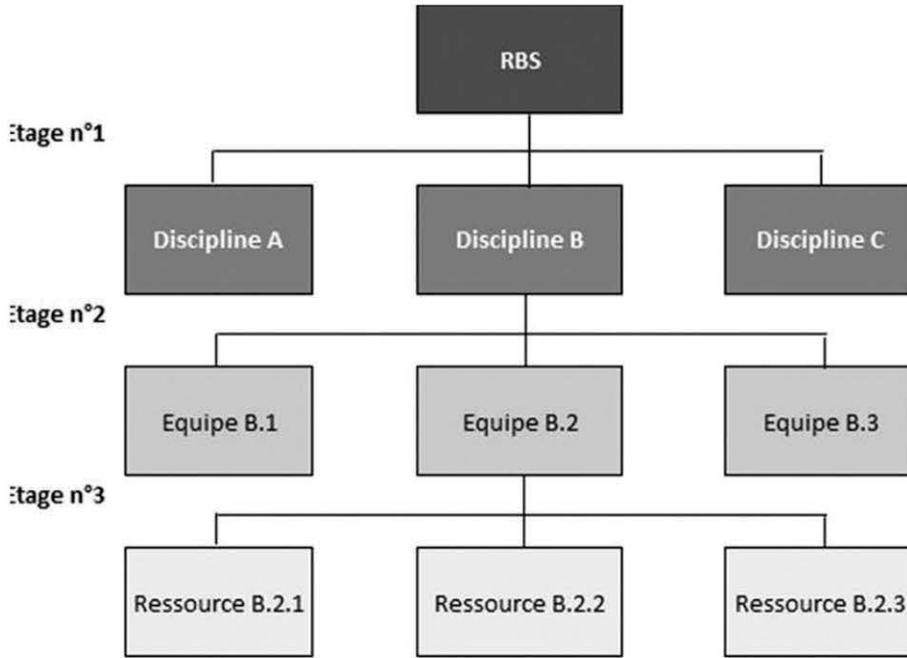


Figure 10.6 Resource Breakdown Structure (RBS)

L’organisation des ressources (RBS) répond à la question : « qui réalise le travail ? »

### ◆ Chronologie des arborescences élémentaires

Les arborescences élémentaires Zones, Produits et Activités intègrent une chronologie. Les plus bas étages de ces arborescences sont ordonnancés de la gauche vers la droite par exemple, de sorte que l’on puisse définir qu’un élément A est plus près d’un élément B que d’un autre.

Les arborescences Activités, Produits et Zones sont ordonnancées en fonction du temps. L’arborescence des Zones peut être ordonnancée à partir d’un critère physique dans le cas d’un projet linéaire (Points Kilométriques de la ligne).

Un exemple d’une arborescence hiérarchique générique « triée » (ZBS, PBS, ABS ou OBS) est présenté ci-après (figure 10.7).

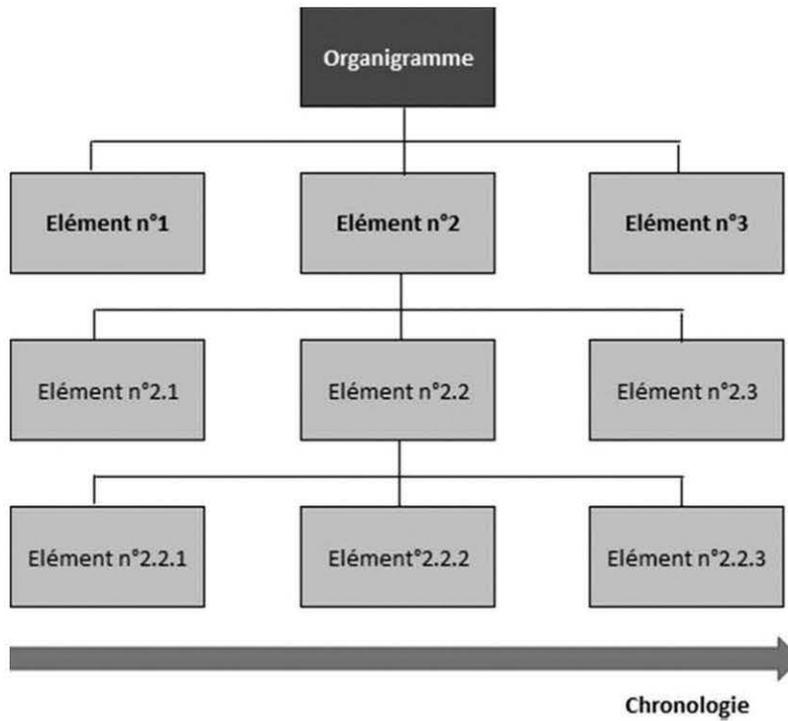


Figure 10.7 Chronologie des arborescences hiérarchiques

Les éléments 2.2.1, 2.2.2 et 2.2.3 s'enchaînent dans l'ordre.

### ◆ Projection des arborescences sur les axes du cube

Les arborescences élémentaires qui composent le projet sont projetées sur les axes d'un cube. Ces projections peuvent être « mathématiques », comme le montre la figure suivante (figure 10.8).



Figure 10.8 Projection mathématique sur un axe

Dans la pratique, les arborescences élémentaires sont projetées « informatiquement » sur les axes du cube, on choisit l'étage de l'arborescence que l'on souhaite projeter, comme l'illustre la figure suivante (figure 10.9).

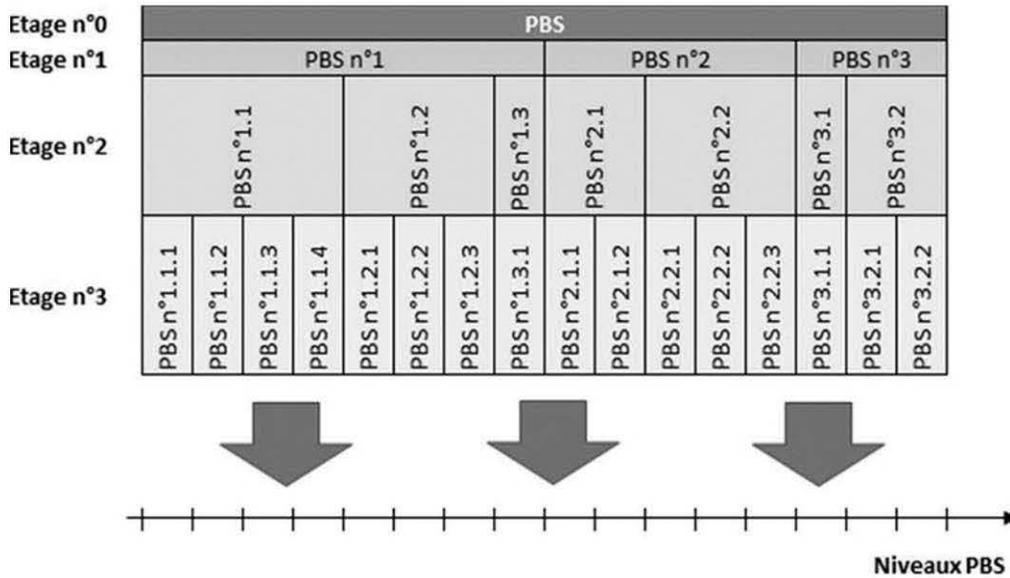


Figure 10.9 Projection informatique sur un axe

Les arborescences projetées sont le ZBS, le PBS et l'ABS. On comprend d'ores et déjà que si on projette deux arborescences sur deux axes perpendiculaires on obtient des carrés, et si on ajoute un troisième axe perpendiculaire deux à deux avec les autres axes, on obtient des cubes.

◆ Le travail (WBS)

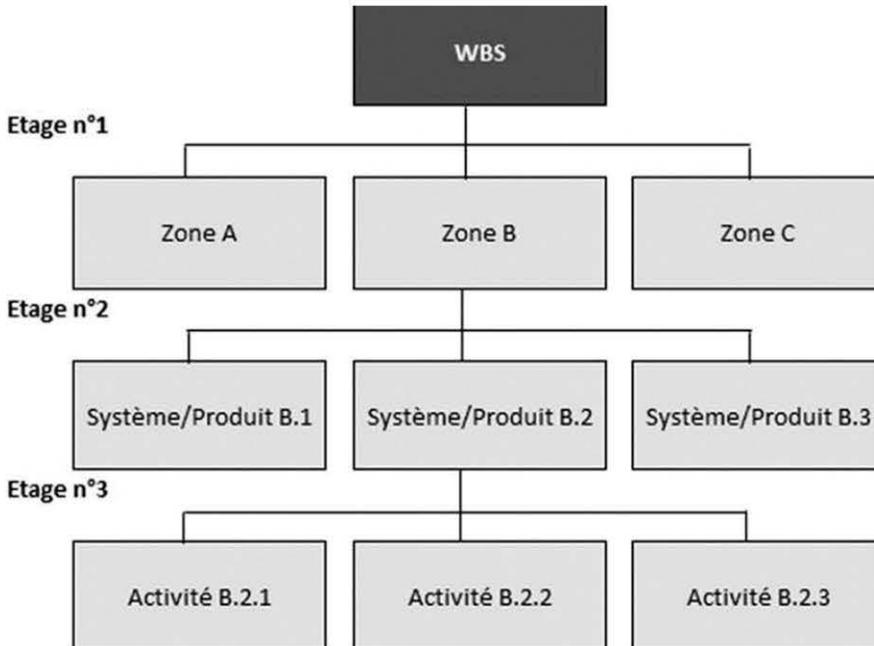


Figure 10.10 Work Breakdown Structure (WBS) présenté sur une dimension

Le travail est un croisement entre les Zones (ZBS), les Produits (PBS) et les Activités (ABS).

On écrit :

$$\text{WBS} = \text{ZBS} \times \text{PBS} \times \text{ABS}$$

Un exemple de WBS générique à une dimension est présenté figure 10.10.

Un WBS doit pouvoir se lire en bon français. Par exemple, en phase construction, on installe/construit (ABS) des équipements/ouvrages (PBS) quelque part (GBS).

À noter que le WBS intègre trois dimensions, que sont le ZBS, le PBS et l'ABS, on pourrait d'ores et déjà le représenter par un cube : **le cube du WBS**.

#### ◆ Les tâches ou lignes budgétaires

Une tâche ou une ligne budgétaire est donc un croisement entre une Zone (ZBS), un Produit (PBS) et une Activité (ABS). C'est un petit cube 3D, comme illustré sur la figure ci-après (figure 10.11).

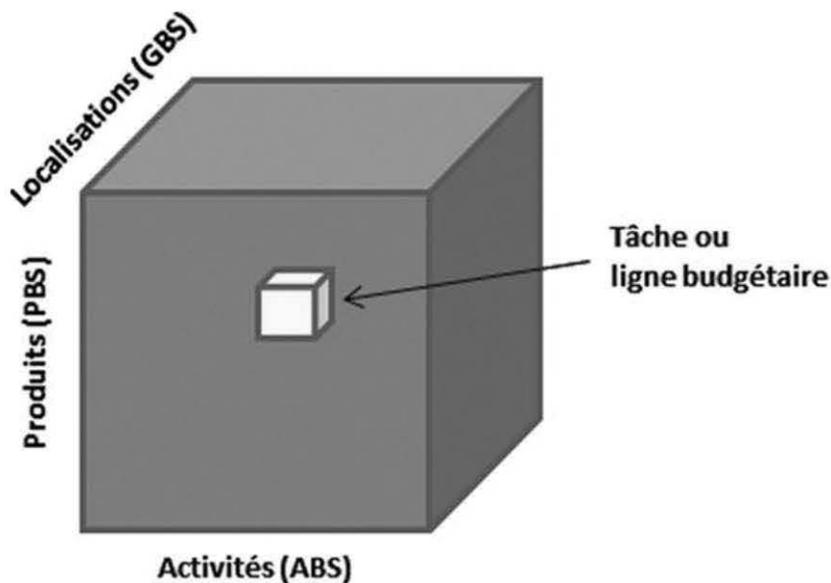


Figure 10.11 Cube du WBS, la tâche ou ligne budgétaire

À noter que la tâche est le dernier élément du WBS.

Toutes les intersections des trois arborescences ne définissent pas des tâches, il existe un algorithme de définition des tâches issues du cube du WBS. Cet algorithme est fourni par une « **matrice WBS** », dont une version simplifiée et générique est présentée ci-après (figure 10.12).

Des activités (ABS) sont déployées sur des Produits (PBS) qui sont éventuellement instanciés (PBSi) avant d'être affectés quelque part (GBS).

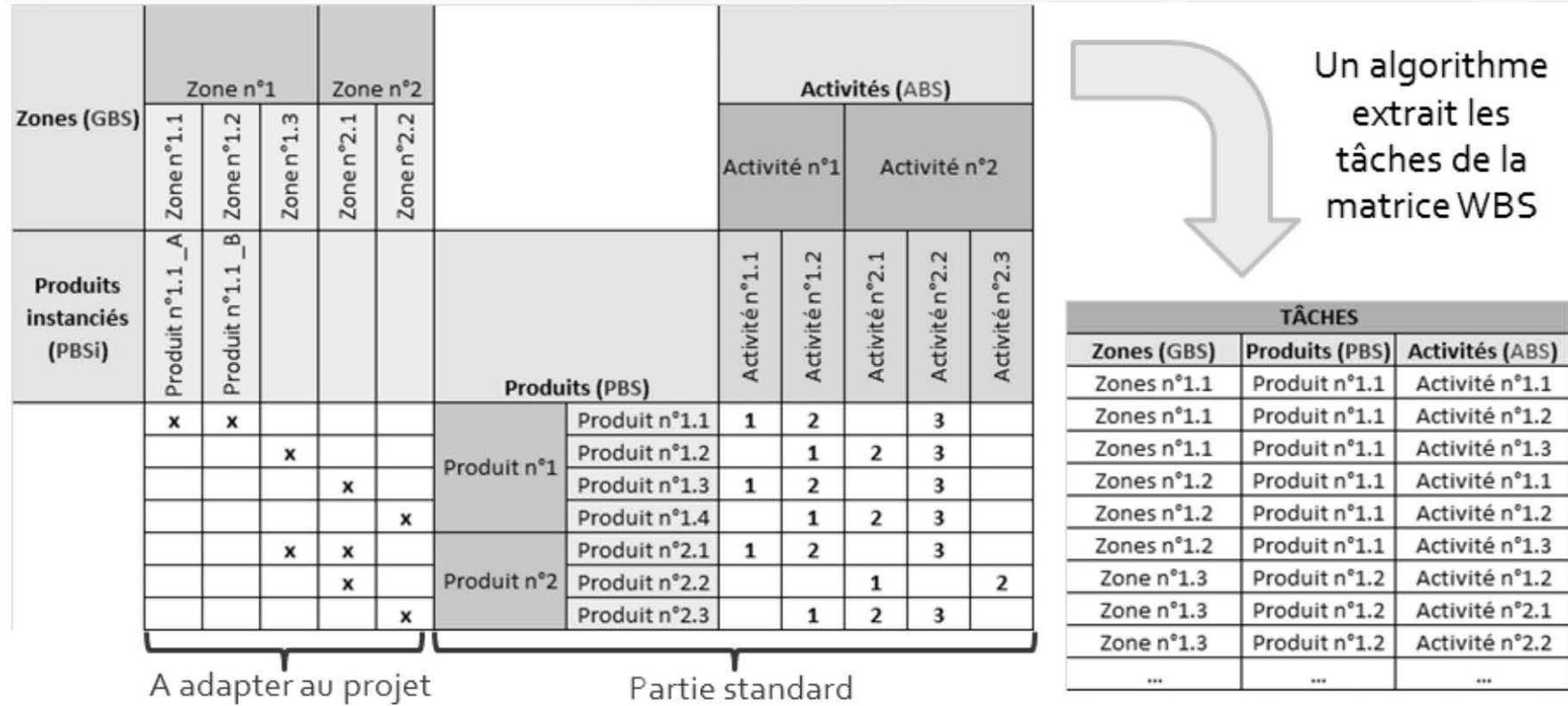


Figure 10.12 Matrice WBS simplifiée

## 10.3 Le croisement entre le WBS et l'OBS

L'organisation (OBS) et le travail (WBS) se croisent de manière matricielle.

Il existe deux niveaux de croisement de ces arborescences :

- ▶ Le niveau le plus fin, quand on affecte une ressource sur une tâche du planning.
- ▶ Un niveau plus macroscopique, quand on affecte une responsabilité sur un ensemble de tâches, définissant les lots de travaux.

Un exemple de matrice des responsabilités générique est présenté ci-dessous (figure 10.13).

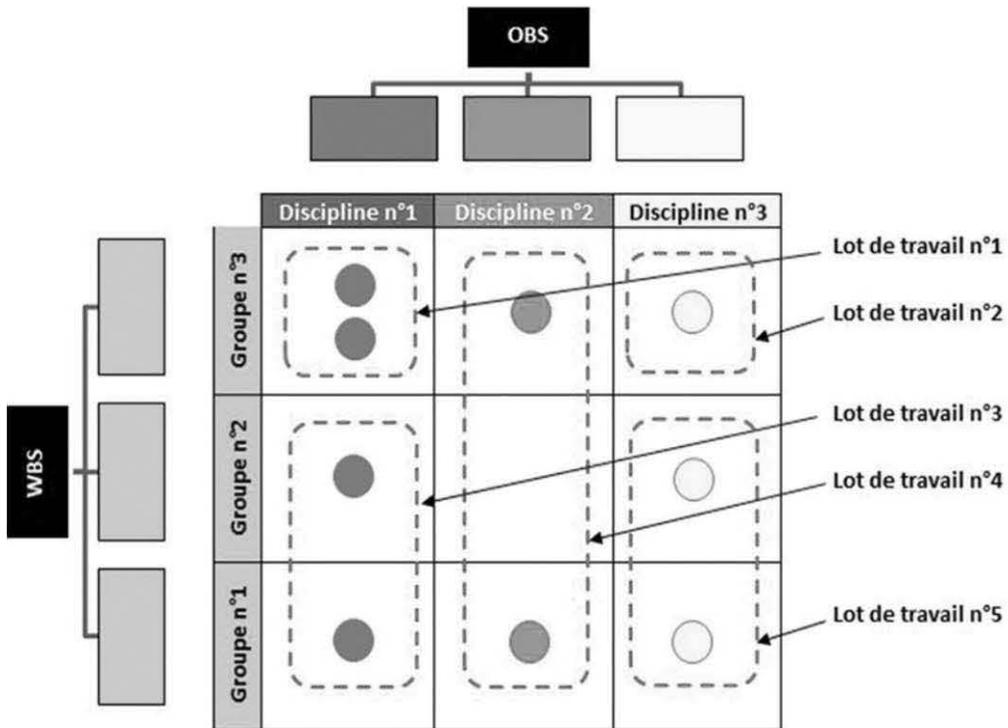


Figure 10.13 Responsibility Assignment Matrix (RAM)

## 10.4 Le cube projet

Le cube projet est le croisement entre l'organisation et le travail. On écrit :

Cube projet = OBS x WBS
-------------------------

Les quatre figures qui suivent illustrent graphiquement la matrice des responsabilités (RAM) en trois dimensions.

La figure qui suit (figure 10.14) montre bien les arborescences ZBS, PBS et ABS projetées sur les axes du cube du WBS, ainsi que les couleurs des petits cubes 3D (tâches) qui représentent l'organisation, le « qui ».

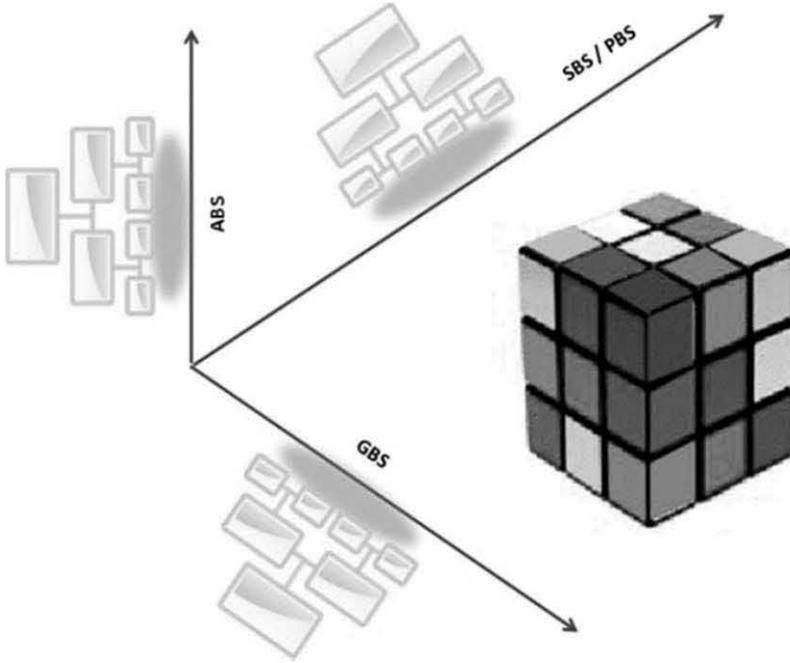


Figure 10.14 Cube projet, façon Rubik's cube

Une autre façon de voir le cube projet est la vision OLAP (On Line Analytical Processing), c'est une vision plus « informatique » (figure 10.15).

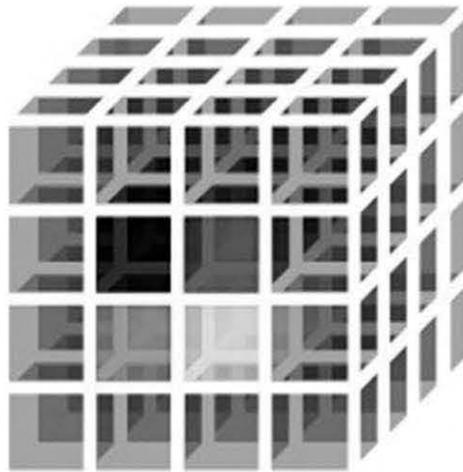


Figure 10.15 Cube projet, façon cube OLAP

Si on projette tous les étages des arborescences d'un coup sur les axes du cube, on obtient des cubes emboîtés (figure 10.16).

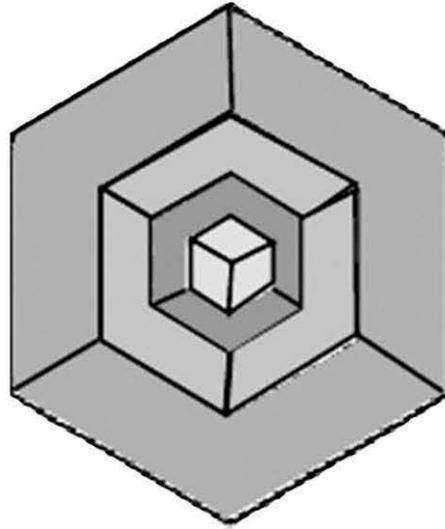


Figure 10.16 Cube projet, façon boîtes Russes

Les axes du cube s'interprètent (figure 10.17) :

- ▶ le PBS représente le « Quoi » ;
- ▶ l'ABS représente le « Comment » ;
- ▶ le GBS représente le « Où » ;
- ▶ et l'OBS représente le « Qui ».

Les autres questions (quand, combien, pourquoi, etc.) découlent de « requêtes » sur le cube projet ; chaque petit cube 3D (tâche ou ligne budgétaire) possède en effet des caractéristiques.

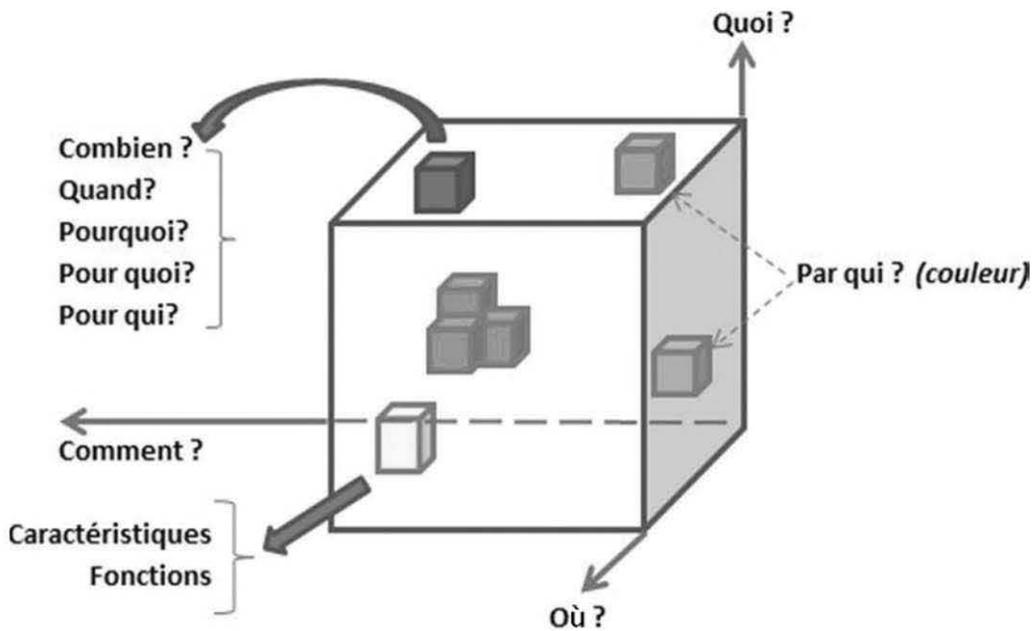


Figure 10.17 Cube projet, interprétation

## 10.5 Les différentes natures de liens logiques

Prenons deux tâches liées logiquement avec un lien de type Fin-Début (FD), comme indiqué sur le diagramme de Gantt ci-dessous (figure 10.18).



Figure 10.18 Lien logique de type fin-Début

Si on regarde ce planning en 3D, on voit bien les trois composantes de ce lien de type FD : ZBS, PBS et ABS, ce sont les coordonnées du vecteur lien logique dans le cube du WBS (figure 10.19).

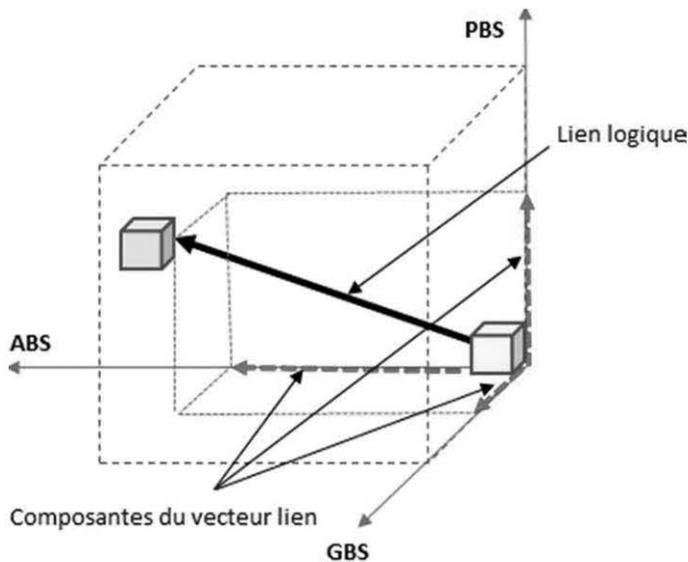


Figure 10.19 Composantes d'un lien logique

Parmi ces trois composantes, une composante prédomine (la plus fiable), ce qui détermine la nature du lien logique. Un lien logique peut être de nature : Zone, Produit ou Activité.

Par exemple :

- ▶ La voie ferrée qui traverse deux zones est modélisée par un lien FD de type Zone.
- ▶ Les câbles qui sont installés après le transformateur sont modélisés par un FD de type Produit.
- ▶ Les travaux préparatoires qui ont lieu avant le terrassement sont modélisés par un lien FD de type Activité.

Il peut aussi exister des liens de type « organisation » ou de « ressources » mais ils sont à éviter car ils rigidifient inutilement le planning et empêchent tout lissage ou nivellement des ressources.

## 10.6 Le réseau logique du planning (PERT 3D)

Les petits cubes 3D (tâches) peuvent être liés logiquement, le chemin critique du projet peut être mis en évidence, comme le montre la figure suivante (figure 10.20).

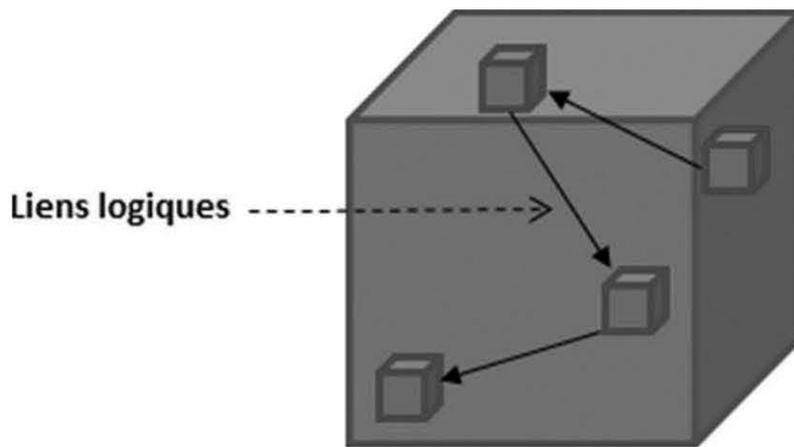


Figure 10.20 Chemin critique

Les marges libres et totales des petits cubes 3D peuvent être mises en évidence par des vecteurs, comme indiqué sur la figure ci-après (figure 10.21).

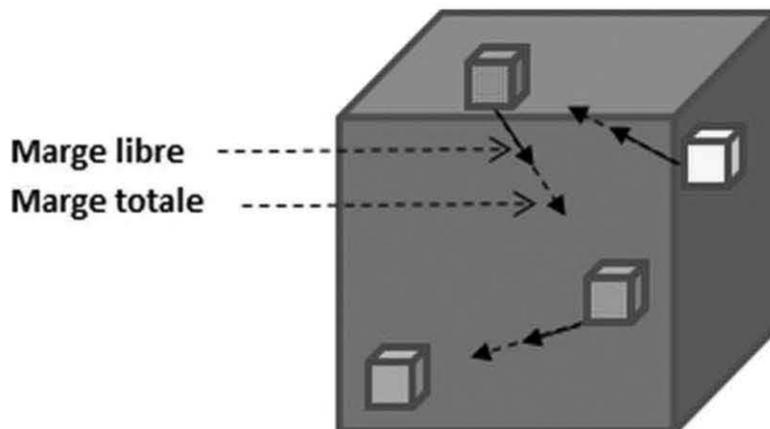


Figure 10.21 Marges libres et totales

Les lots de travaux correspondent à un ensemble de petits cubes 3D, visibles sur la figure suivante (figure 10.22).

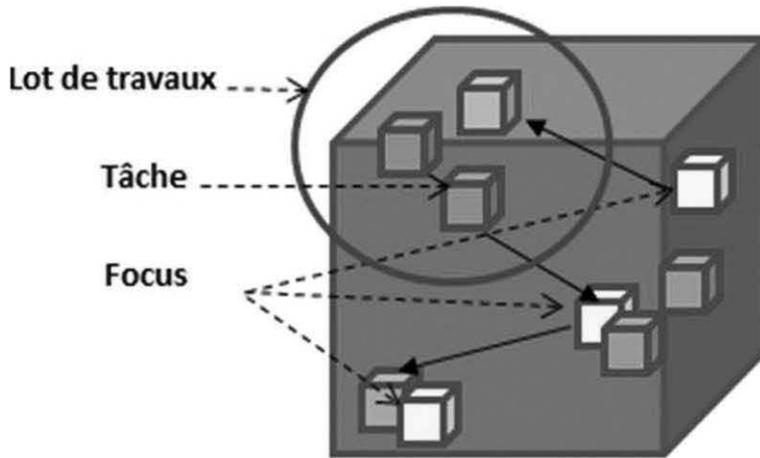


Figure 10.22 Les lots de travaux

## 10.7 Le cycle en V du WBS 3D

Au début du projet, on étudie (ABS) des systèmes fonctionnels (SBS) des sous-systèmes, puis on spécifie (ABS) des produits (PBS). Ces produits (PBS) sont alors fabriqués (ABS), on teste les produits en sortie d'usine (ABS), on les transporte (ABS) jusqu'au site de construction (GBS), on les installe et on construit (ABS) des ouvrages (PBS), on teste (ABS) alors les produits (PBS) sur le site (GBS), un à un, puis les sous-systèmes (SBS) auxquels ils participent, puis les systèmes fonctionnels plus globaux (SBS) et finalement l'ensemble de l'ouvrage.

Il est rappelé que le projet se représente avec un seul cube. Cependant on peut aussi le représenter de la façon suivante (figure 10.23), qui dissocie le cube du projet en fonction des phases du projet. C'est le cycle en V du projet.

Cette figure met en regard les cubes WBS en fonction des phases d'un projet, phases qui ne sont autres qu'un des premiers niveaux des Activités (ABS). Il permet de mettre en évidence ce qui est étudié dans les différentes phases amont en regard de ce qui est testé à la fin.

On voit que le niveau de détail du PBS au sens large (qui prolonge le SBS) varie pendant le cycle de vie du projet, c'est-à-dire pendant la phase (l'activité, ABS).

Le niveau de détail des Activités (ABS) varie aussi en fonction du temps. Il est clair qu'en début de projet le planning sera macroscopique, et qu'il se détaillera au fur et à mesure que le temps qui s'écoulera.

Pour les zones géographiques (GBS), on comprend que le niveau de détail du WBS atteint son apogée pendant la phase de construction dans laquelle plus

les périodes de contrôle sont courtes et le découpage en zones géographiques est fin, plus le pilotage et la maîtrise du projet est précis.

Les trois axes, les éléments sont abstraits sur le haut du cycle en V et concrets vers la pointe du cycle.

**3D WBS V lifecycle**

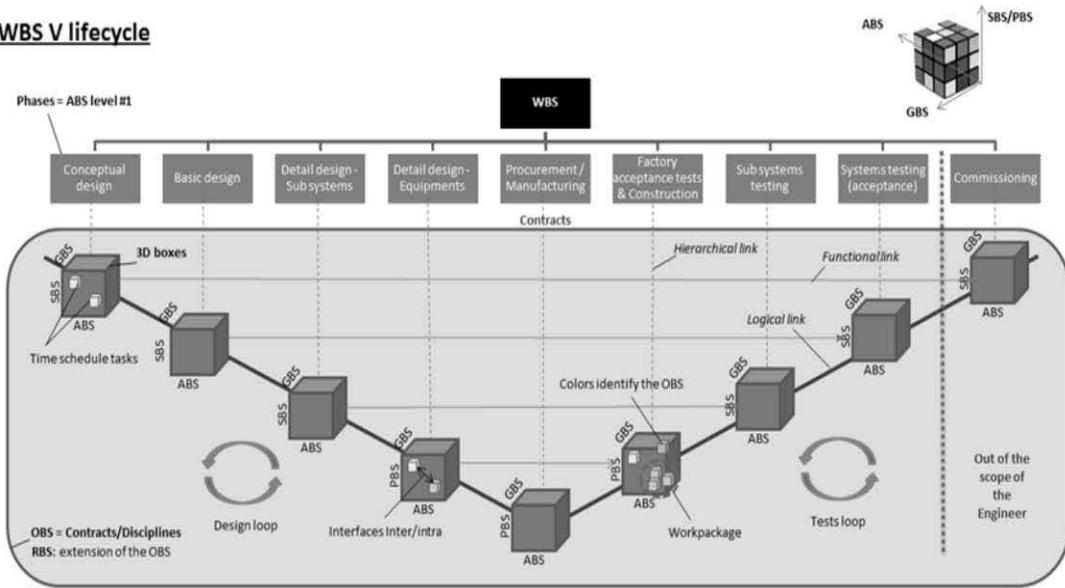


Figure 10.23 Le cycle en V du WBS 3D

## 10.8 L'identification des interfaces

Une interface est la couche limite entre deux éléments par laquelle ont lieu des échanges et des interactions.

Il découle du modèle 3D que l'on distingue les interfaces de types :

- ▶ **logiques** (ou causales) sur l'axe ABS ;
- ▶ de **coactivité** (géographiques) sur l'axe ZBS ;
- ▶ **produits** (ou physique) sur l'axe PBS.

Par exemple :

- ▶ pour la phase construction, les travaux préparatoires qui doivent impérativement être réalisés avant le terrassement génèrent une interface logique (via le lien logique sur l'axe ABS entre ces deux tâches) ;
- ▶ deux tâches ayant lieu au même endroit en phase de construction pour des activités proches génèrent une interface de type coactivité (géographique) ;
- ▶ deux équipements devant se connecter en phase d'installation génèrent une interface produit ou physique.

La distance (proximité) entre deux petits cubes 3D au sein du cube du projet définit la valeur numérique de l'interface, sa criticité ou son importance, puisque les trois axes du cube du projet sont gradués selon une chronologie.

On peut assimiler les tâches à des points, on note :

$$T(a) = ZBS(i) \times PBS(j) \times ABS(k)$$

Avec i, j, et k, les coordonnées de la tâche a, dans le cube du WBS. Et :

$$T(b) = ZBS(l) \times PBS(m) \times ABS(n)$$

Avec l, m, n, les coordonnées de la tâche b.

On peut calculer la distance entre les tâches a et b, par la formule :

$$\text{Distance}(T(b)-T(a)) = \sqrt{((l-i)^2 + (m-j)^2 + (n-k)^2)}$$

Cette distance n'est autre que la norme du vecteur liant deux petits cubes 3D au sein du cube du WBS. On peut poser le principe suivant.

**Plus les petits cubes 3D (tâches) sont proches dans le cube du projet, plus l'interface entre les tâches est critique.**

La figure suivante illustre ce principe d'identification des interfaces (figure 10.24).

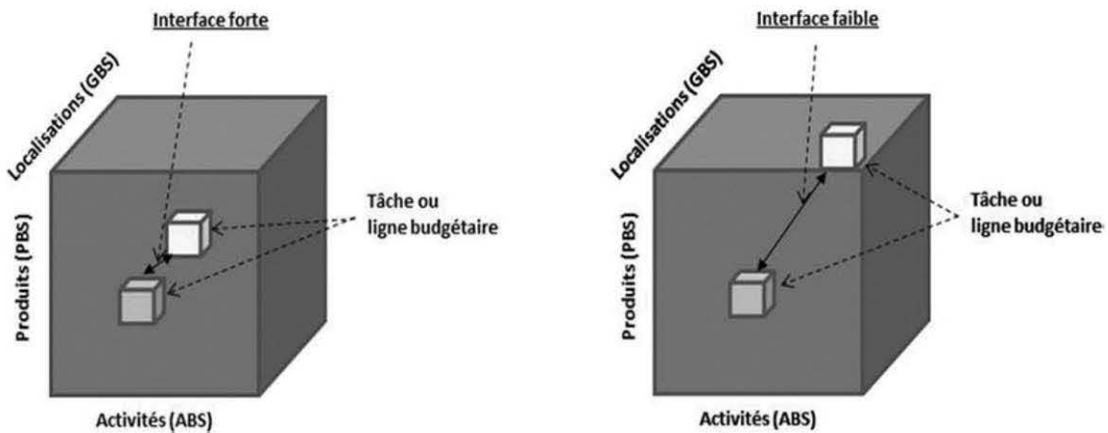


Figure 10.24 Les interfaces, distance entre les petits cubes 3D

D'autre part, la couleur des petits cubes 3D, c'est-à-dire le code qui représente leur appartenance à une branche de l'OBS a un impact sur la complexité des interfaces.

Si deux disciplines lointaines dans la chronologie des couleurs des branches de l'OBS travaillent sur le même sujet, l'interface est plus compliquée à gérer que si les deux disciplines sont proches.

Par exemple, si les disciplines « système Radio » et « Téléphonie » travaillent sur la même spécification fonctionnelle, leur travail est plus simple à gérer que si la discipline « Électronique » devait travailler avec la discipline « Génie civil » sur un même document, parce que ces disciplines n'ont pas le même langage.

Il en résulte le principe suivant.

⚠ Plus les petits cubes 3D ont une couleur lointaine dans la chronologie des couleurs des branches de l'OBS, plus les interfaces sont compliquées à gérer.

L'influence de la couleur des petits cubes 3D sur la complexité des interfaces est illustrée sur la figure ci-dessous (figure 10.25).

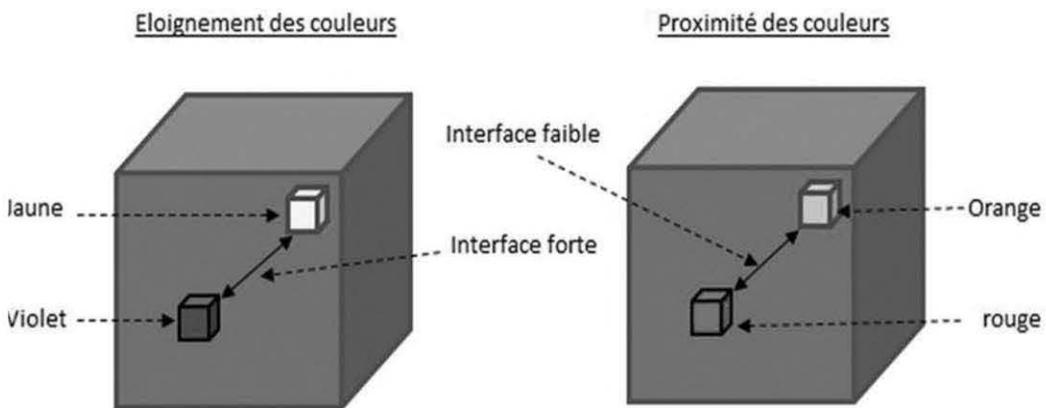


Figure 10.25 Les interfaces, éloignement dans l'OBS

L'OBS identifie le client et le fournisseur, quel que soit l'étage sur lequel on se place. Les **interfaces externes** sont donc identifiables dans le cube du projet, conformément à la figure suivante (figure 10.26).

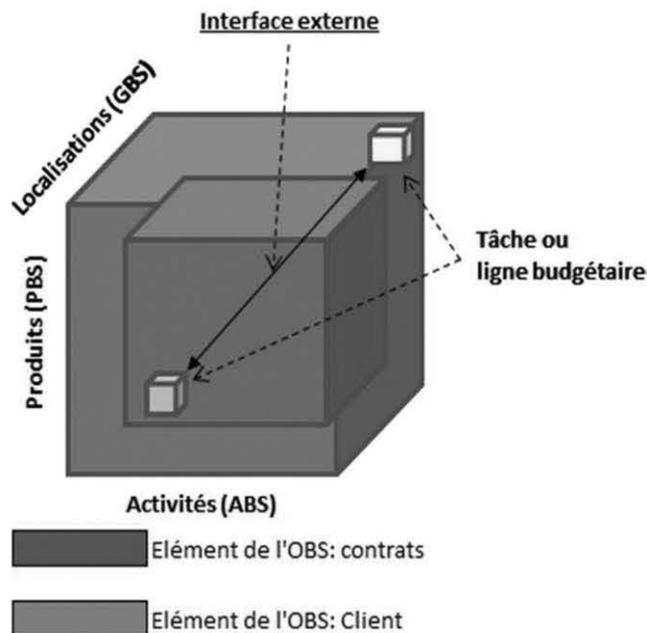


Figure 10.26 Les interfaces internes et externes

La notion de temps joue aussi un rôle dans la détermination des interfaces, deux tâches éloignées dans le temps ne peuvent pas être en interface.

Il y a interface si les tâches ont lieu en même temps.

À noter que les lots de travaux (croisement entre le WBS et l'OBS) sont souvent définis en fonction du nombre d'interfaces interlots qu'ils génèrent, on doit alors minimiser les interfaces dans la stratégie d'allotissement.

## 10.9 Vers un management de projet intégré

### ◆ L'unification des coûts et des délais

Un planning (WBS) détaille des Produits en Activités.

Une structure de coûts (**CBS**, Cost Breakdown Structure) détaille souvent des Activités en Produits, surtout en phase de réponse à appel d'offres.

Il existe un cube optimal pour une gestion des coûts et des délais unifiée. Ceci est illustré sur la figure suivante (figure 10.27).

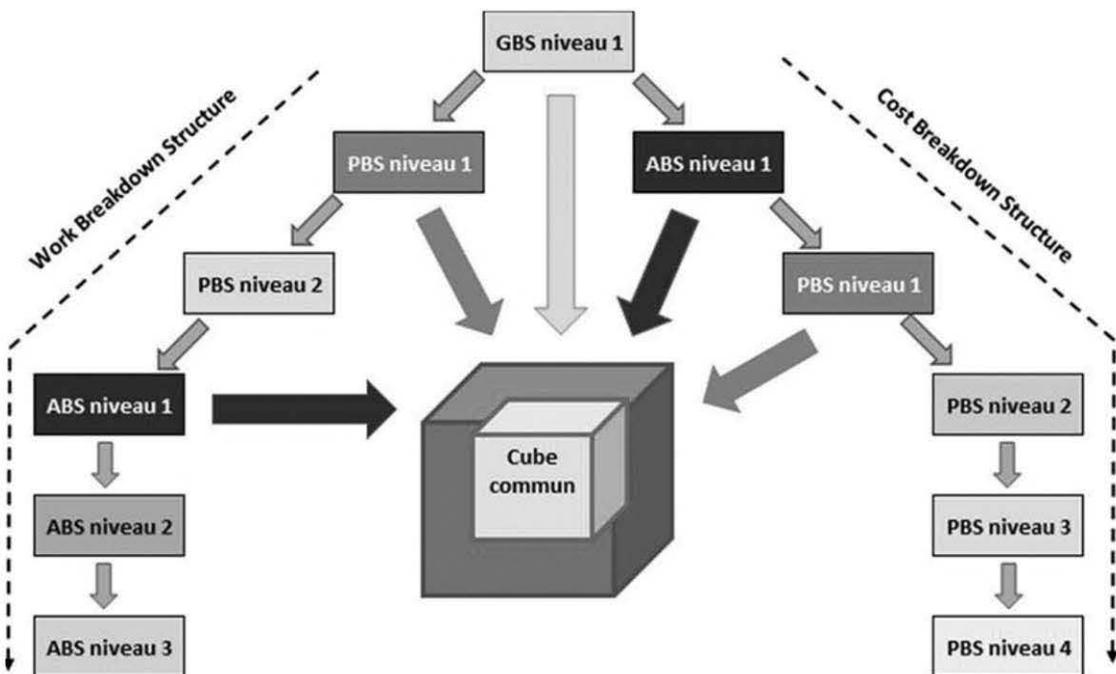


Figure 10.27 Cost Breakdown Structure versus Work Breakdown Structure

### ◆ PBS versus l'estimation des coûts

En fonction de la précision souhaitée, du temps disponible et de la phase du projet, l'estimation des coûts s'effectue souvent sur le PBS.

Cette estimation est d'abord globale, puis elle devient modulaire, paramétrique, et enfin analytique quand le degré de précision devient un point crucial, à l'approche de la signature du contrat de construction par exemple.

La figure ci-dessous schématise les méthodes d'estimation des coûts à utiliser en fonction des étages de l'arborescence PBS (figure 10.28).

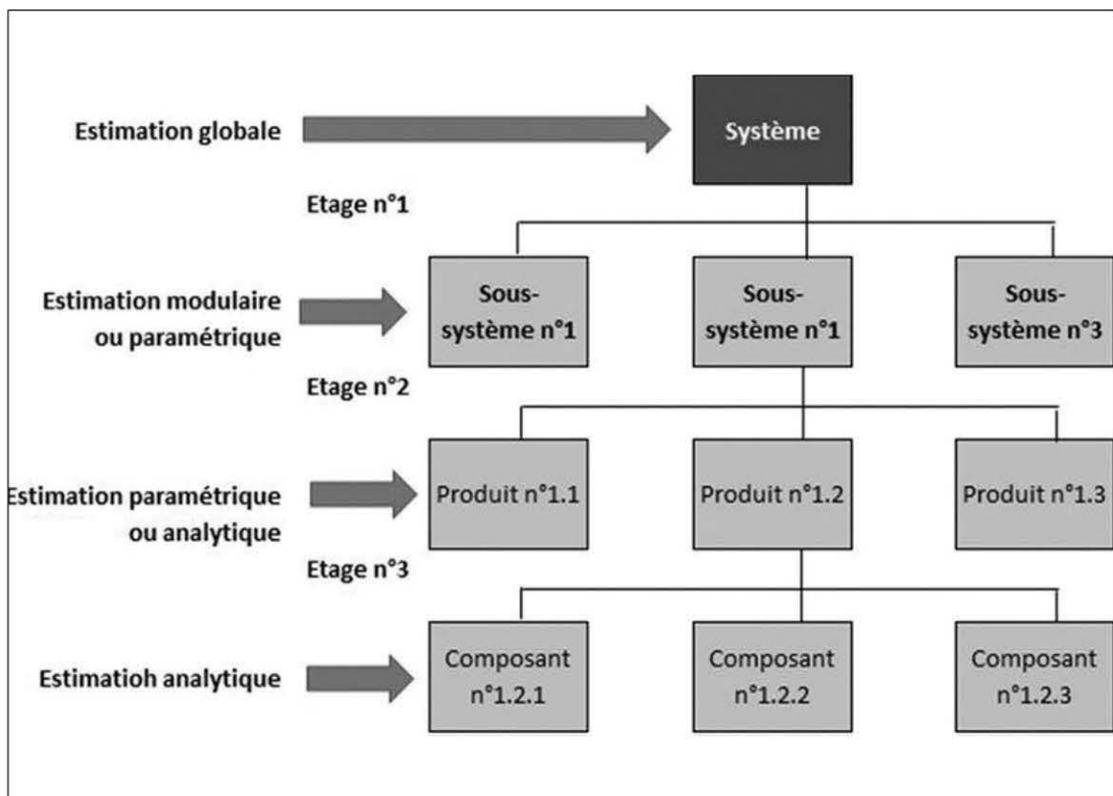


Figure 10.28 L'estimation des coûts versus l'arbre produit (PBS)

### ◆ La configuration du produit

La configuration du Produit se gère sur le PBS et ses instances.

Un exemple de PBS instancié (PBSi) est présenté figure 10.29.

Sur la figure ci-dessus, tous les appareils de voie possèdent les mêmes Activités nécessaires pour les réaliser, ils sont similaires en termes de planification. Il y a trois appareils de voie distincts sur le projet. On dit que l'appareil de voie est instancié trois fois.

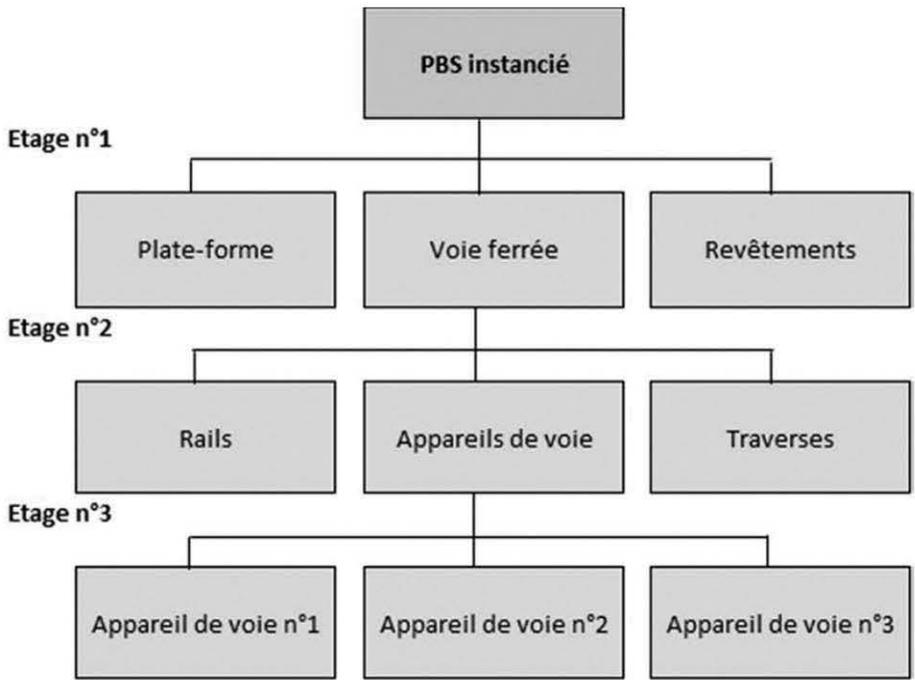


Figure 10.29 La configuration du projet versus l'arbre produit instancié (PBSi)

◆ La vision contractuelle

Il faut distinguer la vision interne projet et la vision externe. Le projet s'intègre dans un schéma industriel (**COBS**, Contract Organization Breakdown Structure) et possède une structure de découpage des travaux contractuelle (**CWBS**, Contract Work Breakdown Structure). Les visions internes et externes sont liées par un « **filtre contractuel** », comme indiqué sur la figure ci-dessous (figure 10.30).

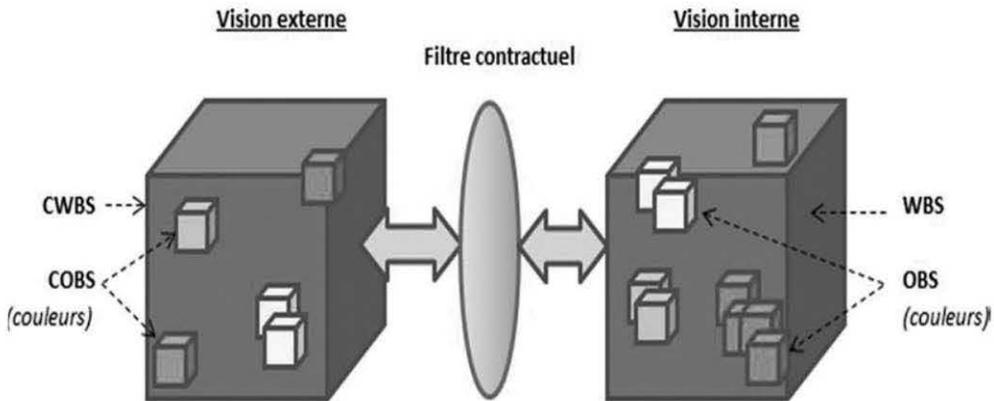


Figure 10.30 Les visions internes et externes du WBS

Le filtre contractuel induit des distorsions entre le fournisseur et le client, et inversement, comme représenté sur la figure suivante (figure 10.31).

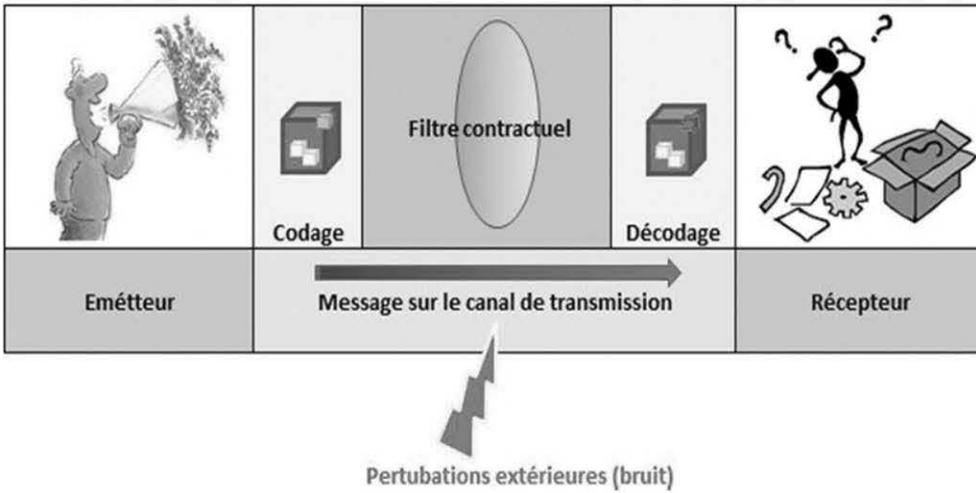


Figure 10.31 Communication entre les visions internes et externes, le filtre contractuel

## 10.10 Le cube au centre du projet

Toutes les thématiques du management de projet tournent autour du cube projet, tel qu'indiqué sur la figure ci-dessous (figure 10.32). Le cube projet est, selon les cas, soit une donnée d'entrée, de travail, de sortie, ou une combinaison des trois, dans les processus des thématiques du management de projet.

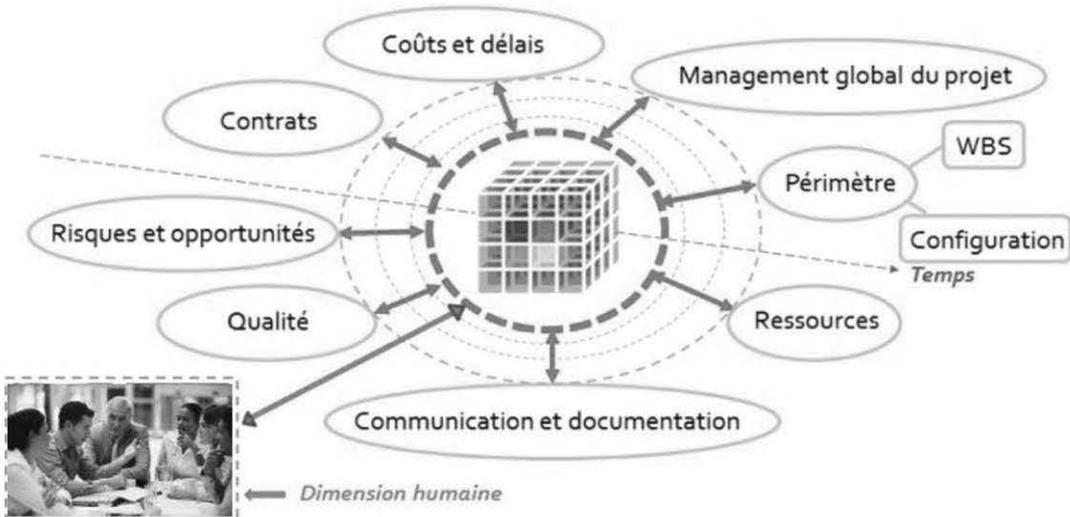


Figure 10.32 Le cube au centre des thématiques du management de projet

Le cube projet est au centre des outils de travail des gestionnaires de projet, fournissant des rapports et des tableaux de bord classiques, tel qu'indiqué sur la figure suivante (figure 10.33).



## 10.11 Le Gantt 3D

La méthode WBS 3D conçoit le travail comme un cube ; ses 3 dimensions sont les **Zones** physicofonctionnelles (géographie par exemple, ou « releases » pour un projet IT, vagues de prototypes pour un projet de développement Produit, etc.), les **Produits** (équipements, matériels, ouvrages de génie civil, modules informatiques, etc.) et les **Activités** (ou les actions, par exemple travaux préparatoires, terrassement, etc.).

*La tâche est au croisement de ces trois organigrammes Zones, Produits et Activités, c'est un petit cube 3D. L'organisation et les ressources sont symbolisées par les couleurs des petits cubes 3D, et le temps est aussi présent.*

**Le diagramme de Gantt 3D** positionne les Activités dans un repère à trois dimensions : les Zones, les Produits et le temps. Prises isolément il s'agit bien d'activités ou d'actions déployées sur un Produit pour le réaliser, sachant que ces Activités sont affectées à une certaine Zone. Mais prises dans le contexte du repère 3D, il s'agit bien en revanche de tâches planning.

En effet, dans le modèle 3D, une tâche est la concaténation entre une Activité, un Produit et une Zone, par exemple « Pose–Voie ferrée–Station Châtelet-les-Halles » est une tâche.

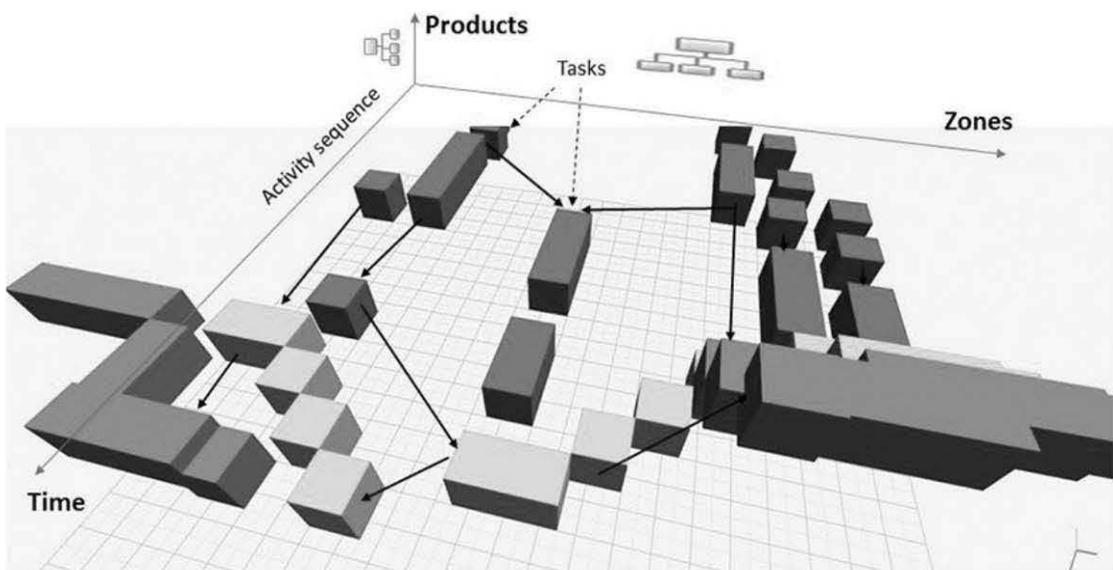


Figure 10.35 Le Gantt 3D

Comparé à un diagramme de Gantt, avec un axe tâches et un axe temps, le Gantt 3D permet de **mieux visualiser les liens logiques** du planning. Les liens logiques ne se superposent plus en 3D.

Les projets intègrent des notions d'interfaces. Il découle du modèle 3D qu'il existe des interfaces sur le travail, de types Zone (coactivité/géographique), Produit (physique) ou Activité (temporelle). Le principal apport du diagramme de Gantt 3D c'est qu'il permet de **visualiser graphiquement la criticité des interfaces** (l'importance) en évaluant la distance entre les petits cubes 3D (tâches) : plus les petits cubes 3D sont proches, plus les tâches sont en interface. Le Gantt 3D permet aussi d'**évaluer la complexité des interfaces** en comparant les couleurs des petits cubes 3D.

En effet, plus les couleurs des petits cubes 3D sont éloignées sur le spectre visible des couleurs, plus l'interface est compliquée à gérer. Par exemple, un électricien et un électronicien ont peu de mal à travailler ensemble, parce qu'ils ont le même vocabulaire, ils sont proches sur le spectre des couleurs visibles. Mais si l'électronicien travaille avec un ingénieur en génie civil sur le même sujet c'est beaucoup plus difficile à gérer, parce qu'ils n'ont pas le même langage, leurs couleurs sont éloignées sur le spectre visible des couleurs.

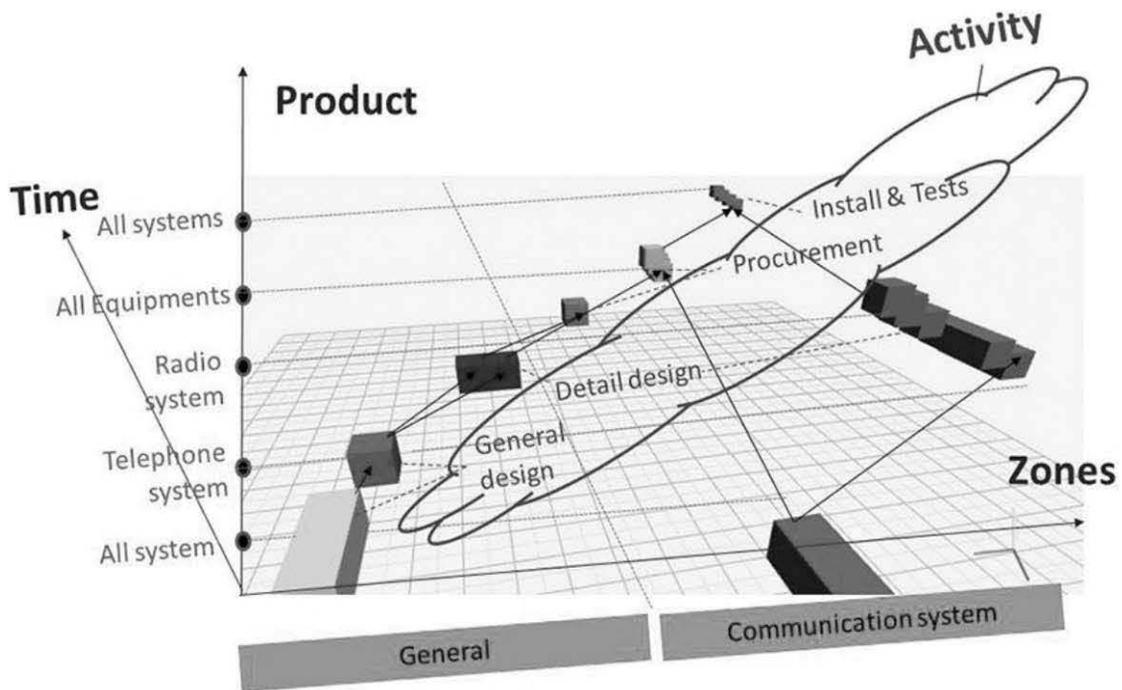


Figure 10.36 Gantt 3D, application pratique

Enfin, **le diagramme de Gantt 3D est en même temps un diagramme Chemin de fer 3D** ou distance-temps, très utilisé sur les projets d'infrastructures linéaires comme la construction d'autoroute, de réseaux de tramways, de métro, de pose de pipeline, les bâtiments très haut, etc. En effet, en 3D, le couple Produit-Activité est positionné sur un repère Zones ou Géographique (l'axe distance) ainsi que sur l'axe temporel, on a donc bien aussi un diagramme distance-temps.

## 10.12 Apports du modèle 3D

### ◆ Gains de temps et d'effort

Au sein des tâches du projet à accomplir, la factorisation des activités (comment ?), des produits (quoi ?) et des zones physicofonctionnelles (où ?) ainsi que le remplissage simple de la « matrice WBS » factorisée correspondante permet de **développer automatiquement** l'ensemble des tâches du projet, notion de démultiplication de l'information. Le gain de temps par rapport à une construction manuelle d'un WBS peut être considérable dès que le nombre de tâches est important. Par exemple, avec les outils et la méthode WBS 3D, il est possible de **bâtir un planning de 3 000 tâches en 4 jours alors qu'une approche classique nécessite quelque deux mois de travail**. Le facteur moyen de gain de temps en général est de 10.

### ◆ Détection de synergies éventuelles

Le principe de factorisation suivant les trois dimensions des tâches favorise également une **rationalisation** plus poussée de la planification des tâches en mettant en exergue les Activités, les Produits et les Zones de référence qui construisent les tâches, de mieux comparer les tâches entre elles et donc éventuellement d'envisager plus facilement certaines **synergies** (utilisation par exemple des ressources communes) entre les tâches. Ces synergies éventuelles peuvent permettre d'améliorer la créativité et d'optimiser la réalisation des tâches.

### ◆ Cohérences des durées et des coûts

Les comparaisons de tâches entre elles rendues plus faciles par la factorisation suivant les trois dimensions Activités, Produits et Zones, permettent à la demande d'effectuer de la surveillance sur les durées voire les coûts, en pointant les **écarts statistiques** sur les durées et les coûts saisis par l'utilisateur pour certaines tâches de mêmes activités ou mêmes produits, dont il peut être intéressant de vérifier la cohérence.

### ◆ Identification des interfaces

L'identification automatique des interfaces projets est une exclusivité du modèle WBS 3D.

Les interfaces :

- ▶ de type **Zones** (coactivités/géographiques), c'est-à-dire les interfaces entre deux entités (e.g : personnes ou entreprises) distinctes travaillant dans des Zones proches ou identiques ;

- ▶ les interfaces de types **Produits** (physiques), c'est-à-dire les interfaces physiques ou fonctionnelles entre les composants du projet ;
- ▶ et les interfaces de types **Activités** (temporelles), c'est-à-dire des actions qui ont lieu en même temps ; sont au cœur du management de projet et représentent souvent les points durs et critiques du projet. Le modèle 3D permet de les identifier (les lister) mathématiquement et informatiquement, ce qui permet d'identifier les risques projets et aussi de définir une stratégie d'allotissement minimisant les conséquences des risques et exploitant les opportunités. De plus, le modèle 3D permet de quantifier ces interfaces, en termes de criticité (distance entre deux petits cubes 3D ou tâches), de complexité (degré d'éloignement en termes d'organisation), ainsi que de durées de recouvrement entre les tâches.

#### ◆ **Mieux comprendre les projets**

Le modèle 3D pose des explications mathématiques simples sur des concepts jusque-là flous, ce qui permet de rationaliser certaines méthodes du management de projet.

Par exemple, il résulte du modèle 3D :

- ▶ Qu'il existe **trois natures de liens logiques**, c'est-à-dire Zone, Produit et Activité. Ceci permet de bâtir le planning du projet d'une manière plus méthodique.
- ▶ Autre exemple, il découle du modèle 3D qu'il existe **trois types d'interfaces** : Zones, Produits, Activité dont la criticité est fonction des distances entre ces éléments et dont la complexité est fonction de l'hétérogénéité de l'organisation qui travaille.
- ▶ Même la **notion de travail et de tâches** du projet est mieux définie et comprise, car le modèle 3D pose que « travailler, c'est faire (Activité) quelque chose (Produit) quelque part (Zone physico-fonctionnelle) ».
- ▶ La **notion de niveau de planning** s'éclaircit. Un planning de niveau deux correspond à deux niveaux de détail des Activités. Un planning de niveau trois correspond à trois niveaux de détail des Activités. etc.

#### ◆ **Disposer d'un management de projet intégré**

Méthodologiquement, le WBS 3D permet de **mettre naturellement en relation** toutes les disciplines (ou thématiques) du management de projet décrites dans le PMBOK. Le modèle permet également de **produire des tableaux de bord et des rapports multidisciplinaires, pour les décideurs.**

### ◆ Mieux structurer les projets

Le WBS du projet n'est plus réalisé par décompositions successives à partir du sommet de l'arborescence du travail (approche top-down) mais par croisement (puis développement) des trois arborescences élémentaires, à savoir les arborescences Zones, Produits et Activités, qui constituent le WBS 3D. Tout comme l'approche classique ces arborescences sont mutuellement exclusives.

Cependant, dans la méthode WBS 3D, la **rationalisation des items** de référence que sont les Zones, Produits et Activités, permet d'employer **les mêmes expressions pour la même sémantique**, et, en les croisant, de conserver le maximum de cohérence dans la définition des tâches. De plus, il existe un **algorithme systématique** de création du WBS (méthode) : quel que soit le projet, des Activités sont déployées sur des Produits, qui sont éventuellement instanciés (précisés) avant d'être affectés à des Zones. Ceci rationalise la manière d'obtenir la liste des tâches complète du projet.

### ◆ Réconciliation des coûts et des délais

Il découle du modèle 3D qu'un planning (WBS) correspond pour une Zone donnée, au détail d'un Produit en Activités, autrement dit, un planning explicite « Comment il faut travailler ». Alors qu'une structure de coûts (CBS, Cost Breakdown Structure) correspond généralement pour une Zone donnée, au détail d'une Activité en Produits, autrement dit, « on chiffre quelque chose » (le quoi).

Ainsi, le modèle 3D nous **montre géométriquement qu'il existe un niveau optimal de structure de gestion des coûts et des délais**, prenant la forme d'un cube commun que l'on peut voir dans le WBS 3D. Il devient possible, par rapport à une approche classique où les coûts et les délais sont gérés par des applicatifs différents de **mettre en œuvre plus naturellement la méthode de la valeur acquise** grâce à la facilité d'accès aux données (données dans le même applicatif), même sur un projet d'envergure extrêmement complexe.

### ◆ Raisonement en « Top-down » plutôt qu'en « Bottom-up »

On ne raisonne plus aux derniers niveaux des arborescences. Le management de projet 3D implique que l'on affecte plus systématiquement des ressources élémentaires sur des tâches élémentaires du planning – ce qui est ingérable et compliqué quand le nombre de données est important à gérer – mais on se place au niveau que l'on souhaite, en fonction du besoin et de l'information dont on dispose, pour affecter, par exemple, des groupes de ressources à des groupes de tâches, avec un responsable unique par groupe.

**Ceci permet de gérer des choses qui, au départ, étaient extrêmement compliquées, en les rendant simples et appréhendables.** L'approche Top-down est plus naturelle puisqu'elle part du plus simple (du concept) pour aller vers plus complexe (le détail concret).

- ◆ **Plus le projet est d'envergure et complexe, plus le modèle 3D apporte de la valeur ajoutée**

L'arsenal méthodologique du WBS 3D permet d'**appréhender de manière rationnelle et structurée un projet**, quel qu'il soit (industriel, infrastructures, développement produits, IT). La très forte structuration de la méthodologie permet un haut niveau de cohérence, d'exhaustivité et d'automatisation ; ce qui permet de gagner en efficacité (résultats et gain de temps) et en efficience (économie de moyens, de ressources et gain de coûts). Il est possible grâce au modèle 3D de disposer de la bonne information au bon moment, aiguillée vers la bonne personne.

- ◆ **Mise en exergue du management de projet par les écarts**

Dans le modèle 3D, il est considéré que **gérer un projet c'est gérer les écarts**. Ainsi, toute une méthodologie est proposée pour manager les écarts qui sont considérés comme des risques. Les écarts peuvent être de type « évolution », « travaux supplémentaires » ou « réorganisation interne », ils ont un état (approuvé, non approuvé ou en cours d'approbation), une cause (réelle ou potentielle), une gravité, une probabilité d'occurrence, un impact (espérance de gain), et un responsable unique. Il existe des processus de gestion des écarts (plans d'action correctifs) associés à des fiches d'écarts (formalisation).

- ◆ **Structure d'accueil générique pour la classification des risques**

Il découle du modèle 3D une structure des risques génériques permettant d'accueillir les risques de tous les types de projets (industriels, infrastructure, développement produit et IT). Les risques sont en effet internes (entreprise) ou externes (contractuel), et dans chacun de ces cas, ils peuvent être de nature dominantes Zone ou Produit ou Activité ou Organisationnel ou portés par un lot de travail (intersection entre l'organisation et le travail). Les risques d'interface avec le monde extérieur au projet sont aussi classifiables dans une structure dédiée.

- ◆ **Capitalisation des données métiers et des processus**

Le modèle 3D pose qu'un planning standard ou type n'existe pas car les Zones diffèrent d'un projet à un autre. Par exemple, un projet réalisé à Toulouse ou à Bordeaux n'a forcément pas le même découpage géographique.

En revanche, pour une ligne de Produit ou un type de projet, les Produits et les Activités déployées sont standards, ainsi que les liens logiques génériques entre ces deux arborescences (au sein d'une Zone, quelle qu'elle soit). Il est alors possible de disposer de modèles bien utiles lors de la création d'un nouveau projet. Ceci permet un gain de temps appréciable lors de la structuration et de la planification d'un projet et permet aussi d'homogénéiser/standardiser les projets entre eux, en termes de Produits déployés et de processus de réalisation.

## 10.13 Conclusion

Le modèle 3D permet aujourd'hui de **structurer bien et rapidement un projet**. Ceci a déjà été mis en œuvre sur nombre de grands projets industriels. Il permet aussi d'**identifier mathématiquement et informatiquement les interfaces d'un projet**, et c'est sans doute sa plus grande valeur ajoutée théorique.

De l'estimation des coûts au management global du projet, en passant par la maîtrise des délais, des coûts, des exigences, de la configuration du produit, des ressources, de la documentation, des aspects contractuels, des risques et des opportunités, tout tourne autour du cube projet. On peut aisément penser à un **management de projet intégré** au sein duquel le cube projet serait l'élément central.

Si aujourd'hui, techniquement, nous sommes en mesure de n'appliquer qu'une petite partie de ce que le modèle théorique propose, nous sommes cependant déjà en mesure de **mieux comprendre les projets**, ce qui apporte d'ores et déjà de la valeur dans notre façon de les aborder.



# 11

## Utilisation de logiciels de gestion de projet

### 11.1 MS Project

MS Project est le logiciel de planification le plus utilisé aujourd'hui, c'est pourquoi une aide est proposée sur cet outil. La maîtrise d'un outil de ce type est indispensable pour tout chef de projet et planificateur. Les fonctionnalités de l'outil et la littérature sont si abondantes qu'il est difficile de saisir l'essentiel en termes de bonnes pratiques afin de créer simplement un planning correct.

Cet article, qui se veut pragmatique, définit les étapes pour :

- ▶ paramétrer l'outil ;
- ▶ construire et mettre à jour un planning ;
- ▶ gérer les ressources et les coûts à travers la création d'un planning exemple quelconque.

#### 11.1.1 Créer un planning initial

##### ◆ Initialisation du planning

**Définir le nom du projet et du chef de projet**

« Fichier/Propriété » : Titre & Responsable

## Définir le calendrier du projet

« Outils/modifier le temps de travail », (jours travaillés, et heures).

Si le calendrier « standard » ne convient pas, créer un calendrier personnalisé puis affecter le calendrier au projet ; se référer au paragraphe suivant.

## Définir les informations sur le projet

« Projet/informations sur le projet » pour définir notamment :

- ▶ une date de début de projet ;
- ▶ le calendrier utilisé.

Sélectionner l'option « prévisions » à partir de : la date de début de projet.

Il convient de planifier au plus tôt. Un planning calé au plus tard, donc sans marges, est intenable !

## Définir les options de MSP

Commande « Outils/options/Prévisions ». Options conseillées :

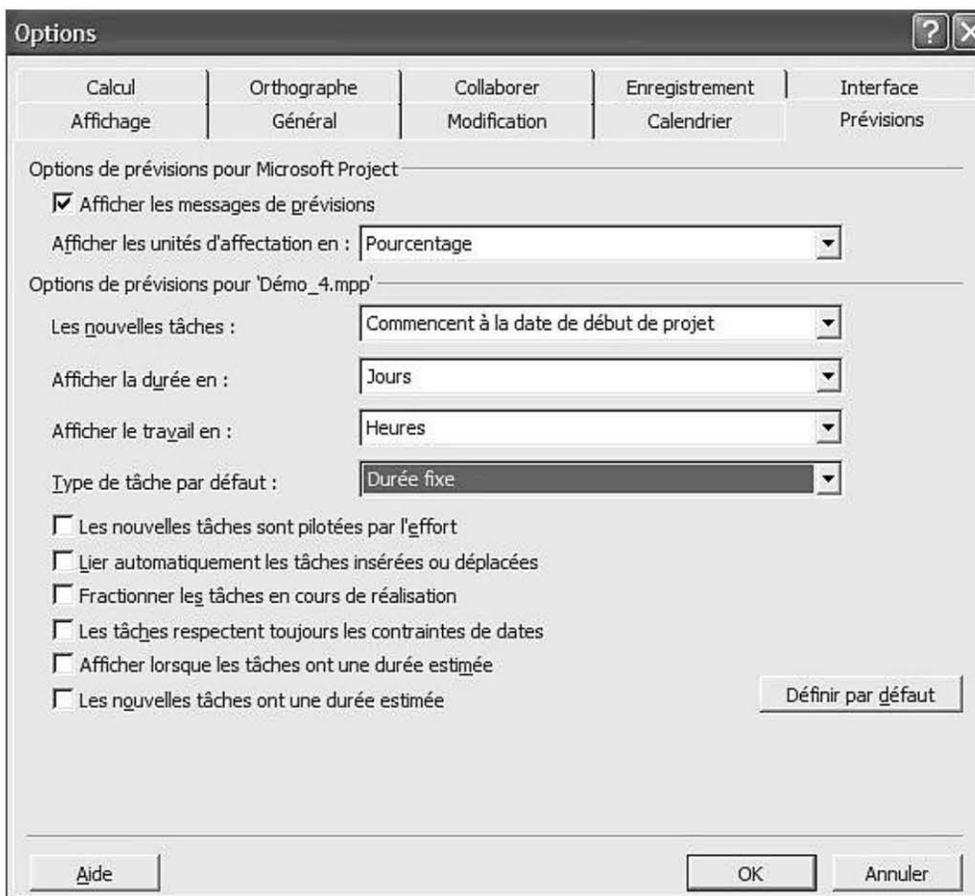


Figure 11.1 Options/Prévisions

Commande « Outils/options/Calcul ». Options conseillées :

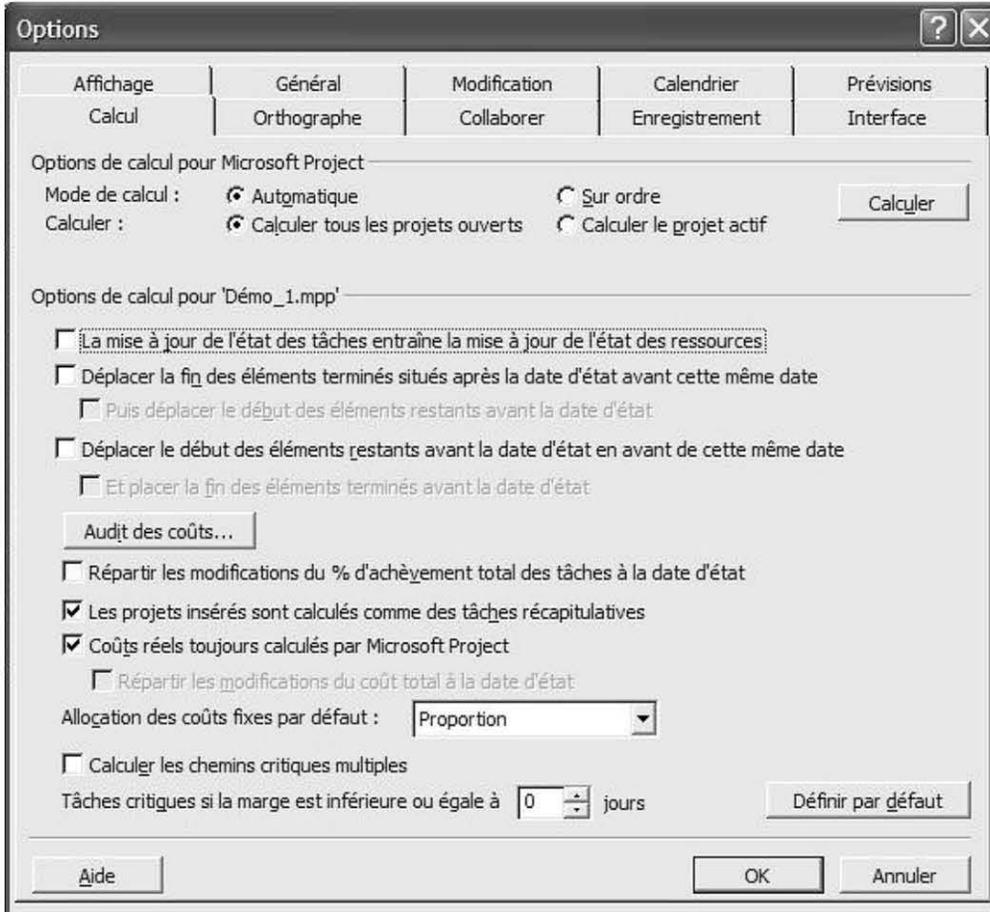


Figure 11.2 Options/calcul

## ◆ Construction du planning

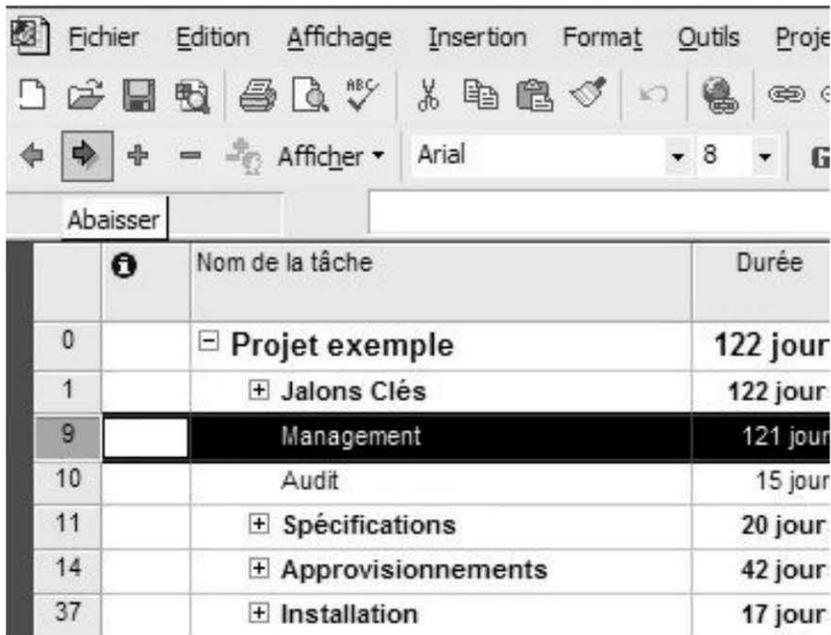
### Définir l'organigramme des tâches (OT)

L'OT est aussi appelé « structure de découpage du projet » ou *Work Breakdown Structure* (WBS) : c'est l'ensemble des tâches à effectuer structurées selon une arborescence descendante – décomposition d'un projet complexe en un ensemble de tâches élémentaires.

Créer les tâches mères puis les tâches élémentaires en *indentant* les tâches sous les tâches-mères (définition de la structure et de la liste des tâches).

Remplir la colonne (champs) « Nom de la tâche »

Sélectionner les activités et utiliser la commande : « abaisser ou hausser » avec les icônes en forme de flèches.



	ⓘ	Nom de la tâche	Durée
0		[-] <b>Projet exemple</b>	122 jour
1		[+] Jalons Clés	122 jour
9		Management	121 jour
10		Audit	15 jour
11		[+] Spécifications	20 jour
14		[+] Approvisionnements	42 jour
37		[+] Installation	17 jour

Figure 11.3 Renseignement du nom des tâches

### Définir la durée des activités

Remplir la colonne « Durée ».

Elle est exprimée en jours ouvrés.

Les tâches de durée nulle, correspondant à des rendez-vous, sont appelées « jalons ».

### Définir les liens logiques

Quatre types de liens logiques existent, par ordre d'utilisation :

- ▶ FD : (Fin-Début), l'activité successeur ne peut débuter que lorsque l'activité précédente est terminée.
- ▶ FF : (Fin-Fin), l'activité successeur ne peut se terminer que lorsque l'activité précédente est terminée.
- ▶ DD : (Début-Début), l'activité successeur ne peut débuter que lorsque l'activité précédente a débuté.
- ▶ DF : (Début-Fin) (**à ne pas utiliser**).

Ces liens peuvent être définis avec un *lag* (contrainte de durée sur le lien) positif ou négatif.

Utiliser la commande « Fenêtre/fractionner » et « cliquer droit » sur la fenêtre inférieure pour sélectionner « Prédécesseurs et successeurs ». utiliser le numéro

d'activité par exemple. Il est possible d'utiliser les champs « Prédécesseurs et successeurs » ou de créer les liens directement sur le Gantt.

Il est conseillé de définir d'abord tous les prédécesseurs pour toutes les tâches puis tous les successeurs manquants.

Toutes les tâches doivent avoir au moins un (ou plusieurs) prédécesseur(s)/successeur(s), pour que le réseau soit bouclé et que les marges et le chemin critique soient définis.

Ne pas créer de liens sur les tâches mères.

### **Ajouter éventuellement des contraintes**

Il est à éviter de rajouter des contraintes de début sur les tâches. Positionner toutes les tâches dans le temps avec des liens logiques.

Il est préconisé d'ajouter une contrainte de début sur la première tâche du planning pour fixer une date de lancement, notamment dans le cas où il y a plusieurs sous-projets dans un même fichier.

Il est conseillé d'ajouter une contrainte de fin sur la dernière tâche du planning ou bien sur des jalons clés intermédiaires (par exemple contractuels) pour visualiser des marges négatives en cas de retard : Dates « Échéances » par exemple. Dans le menu « option », il est possible de définir à partir de quelle marge une tâche est critique.

Si contraintes de début il y a sur certaines tâches (disponibilité de ressources, livrable d'entrée externe...), il est possible d'en ajouter :

- ▶ en sélectionnant la tâche, puis par un « double clique », puis par le menu « Information sur la tâche/confirmé/contrainte sur la tâche » et « type de contrainte » + « date de la contrainte ».
- ▶ « type de contrainte » = dès que possible et date de la contrainte = « NC », supprime la contrainte.

Mêmes commandes pour les contraintes de fin.

Si dans le processus de planification les tâches sont calées par les champs « Début » et/ou « Fin », alors ces dates sont des contraintes.

### **Visualiser le chemin critique**

C'est le chemin le plus long jusqu'à la date de fin de projet, il est composé des tâches ayant la marge totale la plus faible.

Cliquer sur l'icône « Assistant diagramme de Gantt » et sélectionner l'option « Visualiser le chemin critique ».

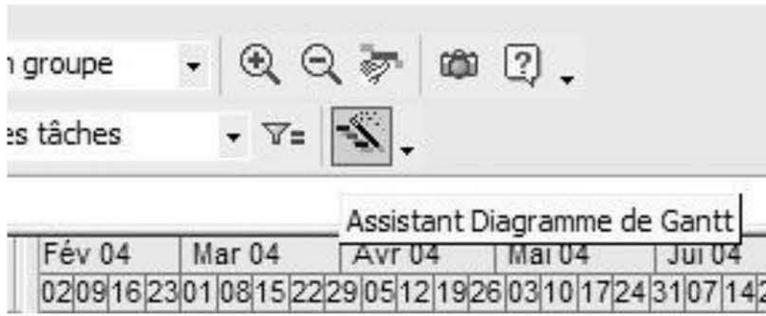


Figure 11.4 Assistant diagramme de Gantt

L'assistant paramètre automatiquement la fenêtre « Format/style des barres ».  
 « Projet/filtrer pour : tâches critiques » pour ne voir que le chemin critique.  
 « Projet/filtrer pour : toutes les tâches » pour revenir à la vue standard.

### Visualiser les marges

#### ↳ Marge libre

Retard que peut prendre une activité sans remettre en cause les dates du (des) successeur(s). La marge libre est une propriété de la tâche.

#### ↳ Marge totale

Retard que peut prendre une activité sans remettre en cause la date de fin de projet. La marge totale n'est pas une propriété de la tâche (elle appartient également à tous ses prédécesseurs/successeurs).

« Affichage/Table : entrée/plus de tables » puis « modifier... », pour définir les champs souhaités de la table « entrée » (table par défaut), afficher les champs « marge totale » et « marge libre » puis cliquer sur « OK/Appliquer ».



Figure 11.5 Définition des tables

- « Insertion/colonne » permet également de modifier la table en cours.
- « Format/style des barres » pour afficher les marges sur le Gantt.

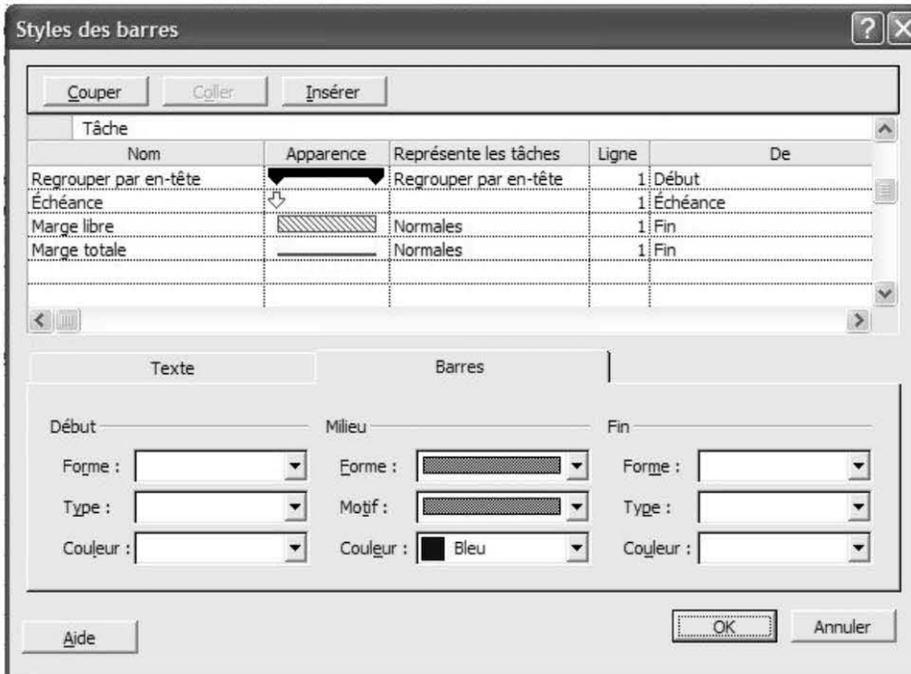


Figure 11.6 Styles des barres

Contenu de la fenêtre précédente :

- Représente les tâches « Normales » (pas de marges sur les jalons).
- Marge libre : De « Fin » à « Marge libre ».
- Marge totale : De « Fin » à « Marge totale ».

### Créer des vues personnalisées

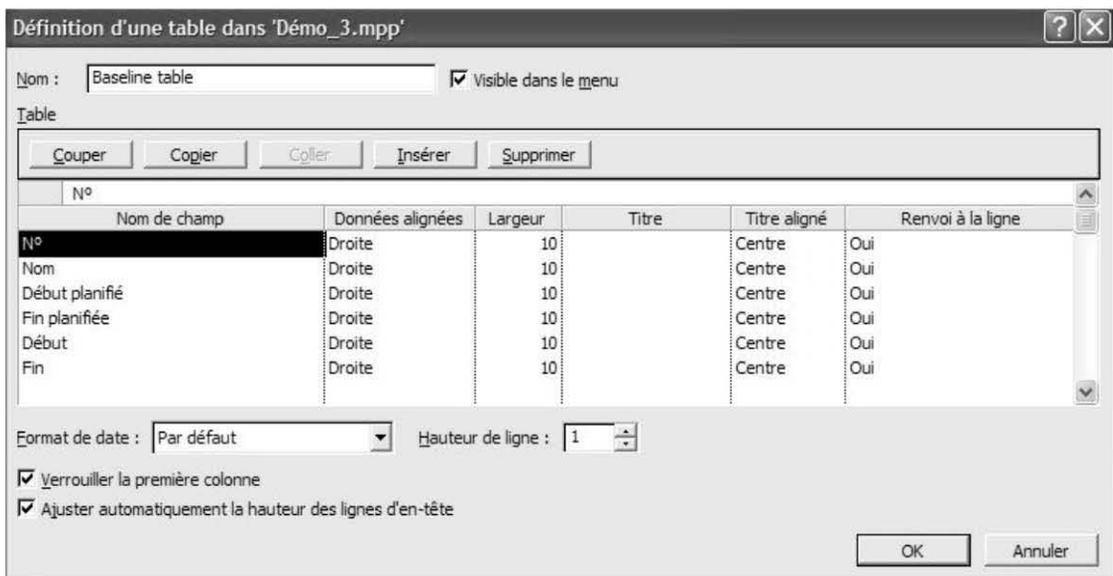


Figure 11.7 Définition de la table « Baseline table »

## Généralités

« Affichage/barre d'affichage », différentes icônes représentant des vues apparaissent sur la gauche de l'écran.

## Créer une vue personnalisée

« Affichage/table/plus de table/créer » pour créer une table spécifique au planning de référence : « *Baseline table* ». Ne pas cliquer sur « Appliquer ».

« Affichage/plus d'affichage/créer/affichage simple » pour créer une nouvelle vue :



Figure 11.8 Création d'une vue

La vue « Baseline View », comportant la table « Baseline table », apparaît sur la gauche de l'écran.

Si maintenant, par exemple, des colonnes sont affichées dans la table de la vue « diagramme de Gantt », la vue « Baseline View » n'est pas modifiée (les tables sont différentes !).

Les vues conservent les tris, les filtres, le style des barres...

## Sauver et visualiser le planning de référence

Le planning de référence sur la base duquel les écarts seront mesurés doit être sauvegardé quand il est validé par le chef de projet. Pendant le cycle de vie du projet, la baseline (planning de référence) peut être refaite si les écarts sont trop importants et qu'il n'est plus possible de faire des comparaisons, ou bien si beaucoup de nouvelles tâches ont été créées.

« Outils/suivi/enregistrer la planification initiale ».

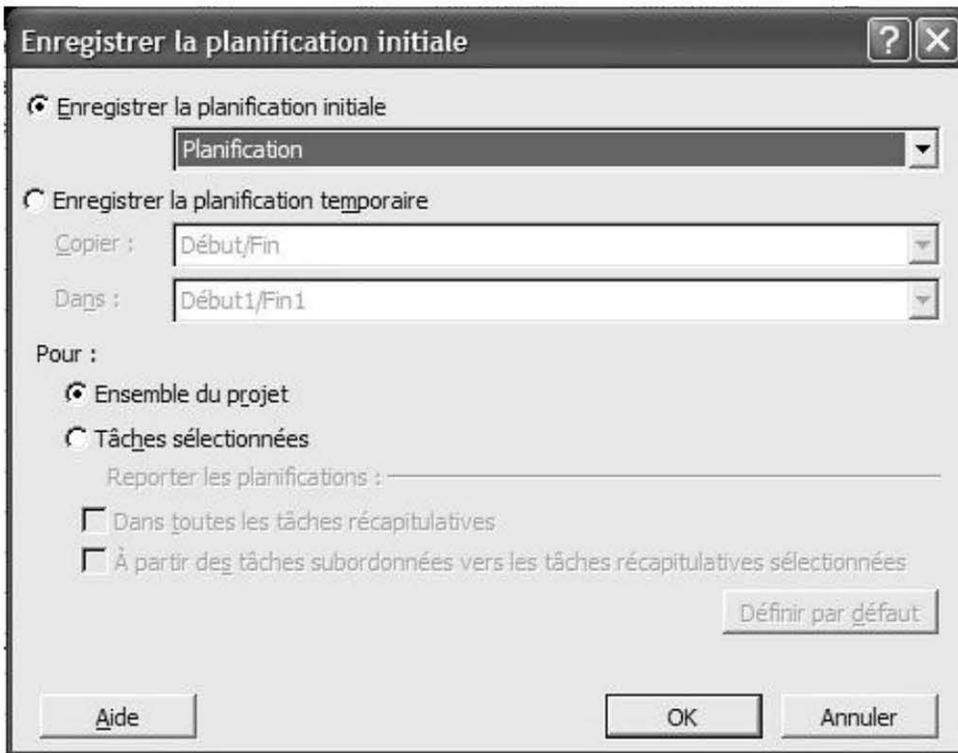


Figure 11.9 Enregistrement de la planification initiale

Il est possible de sauver plusieurs baselines. Par exemple, une pour le planning initial, une pour le planning de référence à date, une autre pour le mois M-1.

« Format/style des barres » pour afficher la baseline sur le Gantt :

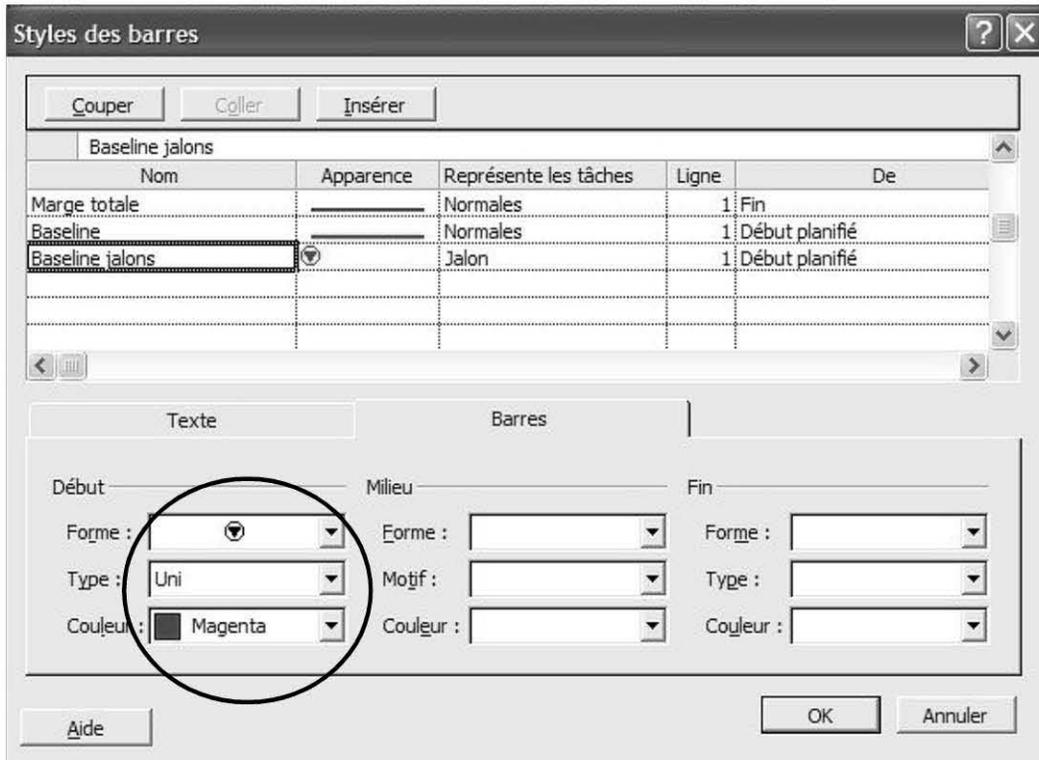


Figure 11.10 Style des barres de la baseline

Contenu :

- ▶ Baseline : DE « début planifié » À « fin planifiée », représente les tâches « normales ».
- ▶ Baseline jalons : DE « début planifié » À « fin planifiée ».

Modifier également dans « format/style des barres » la forme des barres pour les tâches et la baseline.

« Format/disposition » pour modifier la hauteur des barres et aussi choisir le style des liens logiques.

### Créer des structures multiples

Il est souvent utile de regrouper les activités par phase – Produit (PBS ou *Product Breakdown Structure*), responsabilités (OBS), sites – ou par un autre code WBS... Contrairement aux filtres, les regroupements réorganisent les activités.

« Outils/personnaliser champs » choisir les champs de type texte, renommer :

- ▶ texte 1 : « PBS » ;
- ▶ texte 2 : « phase » ;
- ▶ texte 3 : « lot ».

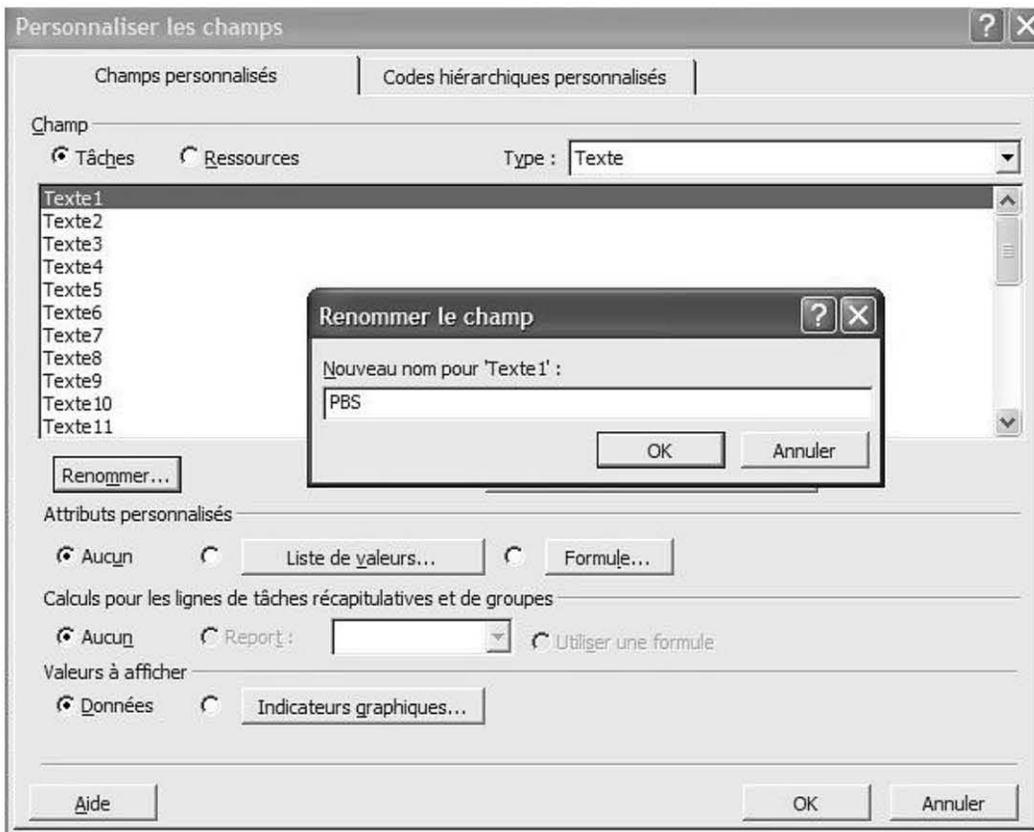


Figure 11.11 Champs personnalisés

Insérer les colonnes PBS, phase et Lot et coder les tâches sans prendre en compte les tâches mères (utiliser la fonction recopier par le bas).

Créer une vue PBS par copie d'une vue existante, la sélectionner, puis « Projet/regrouper par/personnaliser regrouper par/plus de groupes/nouveau... ».

« Projet/regrouper par : groupe PBS », pour activer la vue.

Note : Il est à remarquer qu'il n'est pas possible de définir l'ordre de présentation des sous-groupes (exemple : les différentes phases). Il est possible d'y remédier en ajoutant un 1er caractère codant l'ordre de présentation dans les champs de codage des activités.

### ◆ Règles pour construire un planning MS Project

- ▶ Essayer de construire le WBS tel que les tâches s'enchaînent du haut vers le bas. Les liens logiques vers les activités du futur doivent pointer de préférence vers le bas du planning.
- ▶ Ne pas faire de liens logiques sur les tâches mères. Ceci poserait des problèmes pour visualiser le chemin critique.
- ▶ Ne pas utiliser les liens logiques de type « Début-Fin ». Ceci poserait des problèmes lors de la projection du planning vers le futur.
- ▶ Éviter d'utiliser des contraintes de début sur les activités, préférer positionner les activités avec des liens logiques.
- ▶ S'assurer que chaque tâche possède au moins un successeur de type FD ou FF. Le réseau logique doit en effet être bouclé pour visualiser les marges libres et totales. De plus, le retard propre à une tâche doit avoir un impact sur le réseau, ce qui n'apparaît pas avec les liens de DD.
- ▶ Pour construire un rétro planning, une solution est de construire tout d'abord le planning calé au plus tôt, puis de le décaler au plus tard à l'aide d'une contrainte de début. Ne pas partir de la fin avec des liens de type DF (le planning projeté ne serait pas utilisable).
- ▶ Renseigner toutes les durées avec les mêmes unités : jours ouvrés.

## 11.1.2 Mettre à jour un planning

### ◆ Position de départ

Les colonnes nécessaires à la mise à jour du planning sont les suivantes :

- ▶ Nom activité
- ▶ % physique Achevé

- ▶ % achevé (c'est le pourcentage d'avancement en délais)
- ▶ Début réel
- ▶ Fin réel
- ▶ Début
- ▶ Fin
- ▶ Durée
- ▶ Durée restante (à partir de l'avancement en délais)

### ◆ Principe de la méthode (avancement physique/en délais)

La méthode proposée implique de calculer automatiquement un avancement en délais qui « colle » la date de mise à jour du planning.

C'est cet avancement qui est représenté sur le diagramme de Gantt.

De plus, un pourcentage d'avancement physique doit être saisi manuellement pour chaque activité du planning. Ce pourcentage s'intègre dans le champ « % Physique Achevé ».

Cette méthode permet de calculer une durée totale de l'activité, d'en déduire une durée restante possible, et de déterminer les risques délais sur chaque activité.

Elle considère que les ressources sont constantes ainsi que la productivité.

#### ↳ Vision du passé

.....  
% Avancement en délais = Durée réalisée/Durée totale ré-estimée  
.....

#### ↳ Vision du présent

.....  
% Avancement physique = Travail réalisé/Travail total ré-estimé  
.....

Entre 10 et 90 % d'avancement, la courbe d'avancement est en général linéaire, et si on continue sur le même mode, alors on peut écrire :

Durée réalisée/Durée totale ré-estimée = Travail réalisé/Travail total ré-estimé

Soit :

Durée réalisée/Durée totale ré-estimée = % Avancement physique

Ce qui fait que :

Durée totale ré-estimée possible = Durée Réalisée / % Avancement physique

On en déduit la durée restante.

## ↳ Vision du futur

Durée restante possible = Durée totale ré-estimée calculée – Durée Réalisée

### ◆ Paramétrer la date d'état du projet

Faire un clic droit de la souris sur le Gantt, et sélectionner le menu « Quadrillage ».

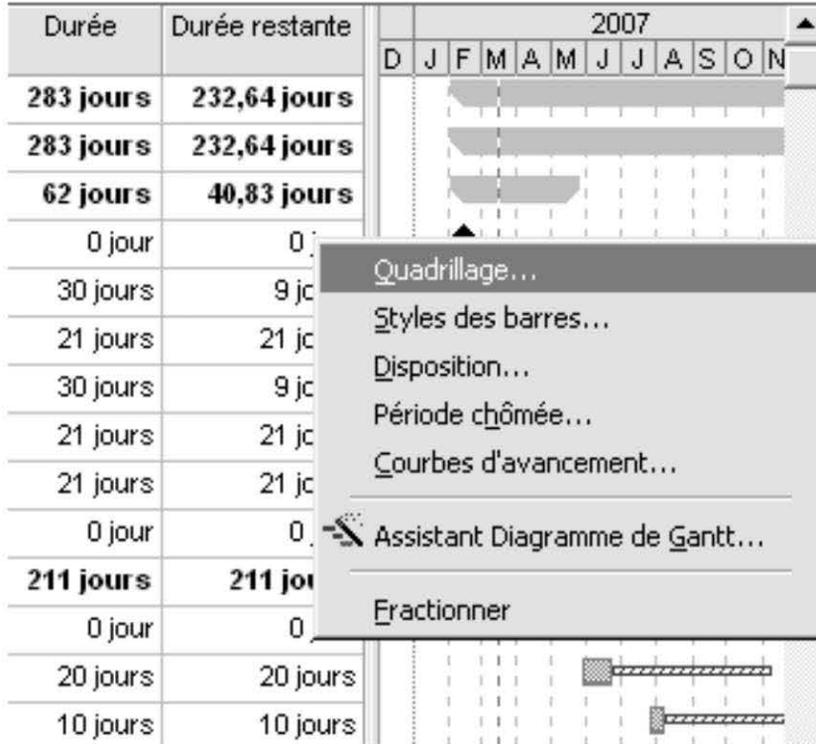


Figure 11.12 Quadrillage

Paramétrer l'affichage de la date d'état comme suit :

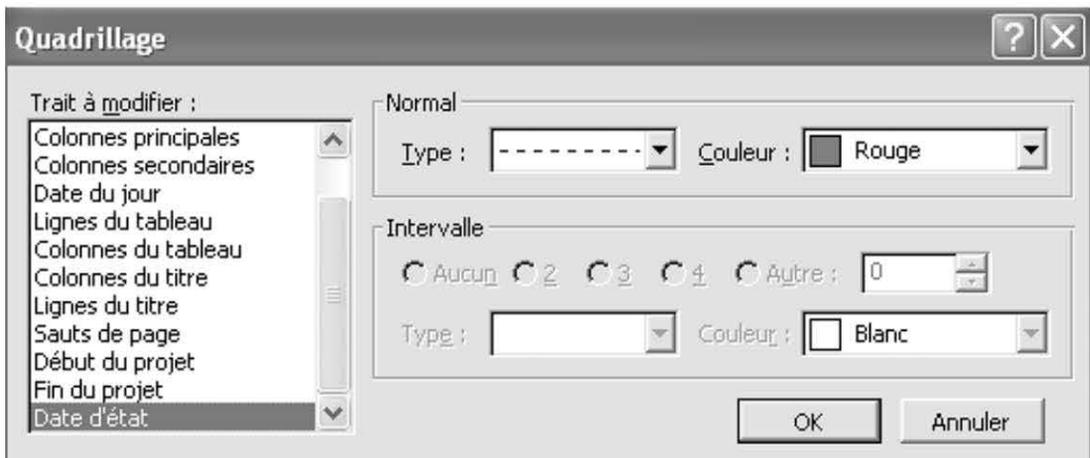


Figure 11.13 Date d'état

## ◆ Processus de mise à jour

Pour mettre à jour le planning, différentes étapes sont nécessaires :

- ▶ Définir la date d'état.
- ▶ Renseigner les dates de début et de fin réelles, ainsi que la durée restante.
- ▶ Renseigner le pourcentage d'avancement physique.
- ▶ Faire une mise à jour automatique à la date d'état.

Il conviendra bien sûr, après le processus de mise à jour, de s'assurer que le planning obtenu est toujours cohérent avec les objectifs fixés par le planning de référence (Initial/baseline) et, sinon, d'envisager des actions correctives.

### Définir la date d'état

Cliquer sur le menu « Projet/Informations sur le projet... » comme suit<sup>8</sup> :

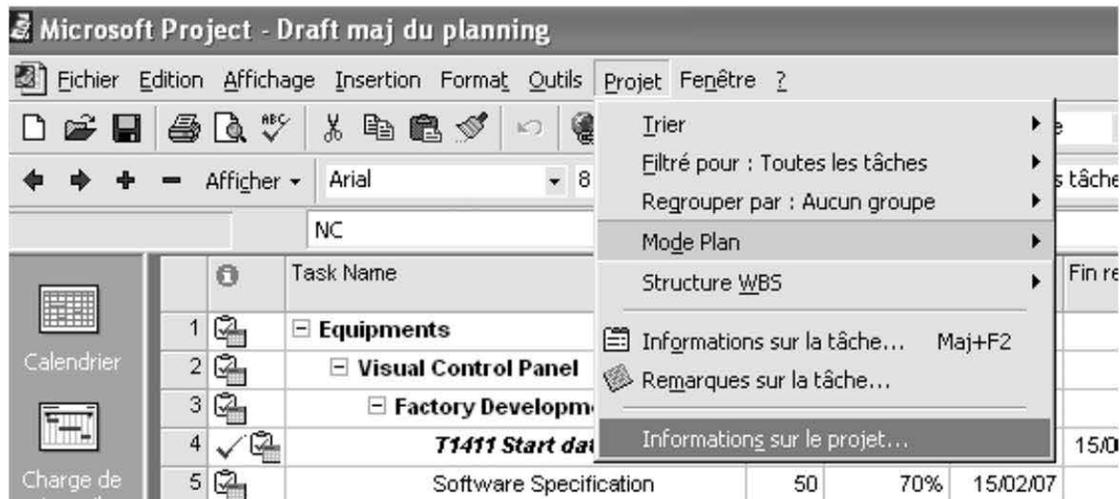


Figure 11.14 Information sur le projet

Modifier la date d'état du projet (figure 11.15).

La date d'état se modifie sur le Gantt.

### Renseigner les dates réelles et durées restantes

Soit la configuration suivante (figure 11.16), la date d'état est fixée au 15 avril :

.....  
8 Les « impressions écrans » affichées en anglais sont issues de projets internationaux où la langue anglaise est utilisée préférentiellement. Les exemples ont été conservés dans la langue d'utilisation.

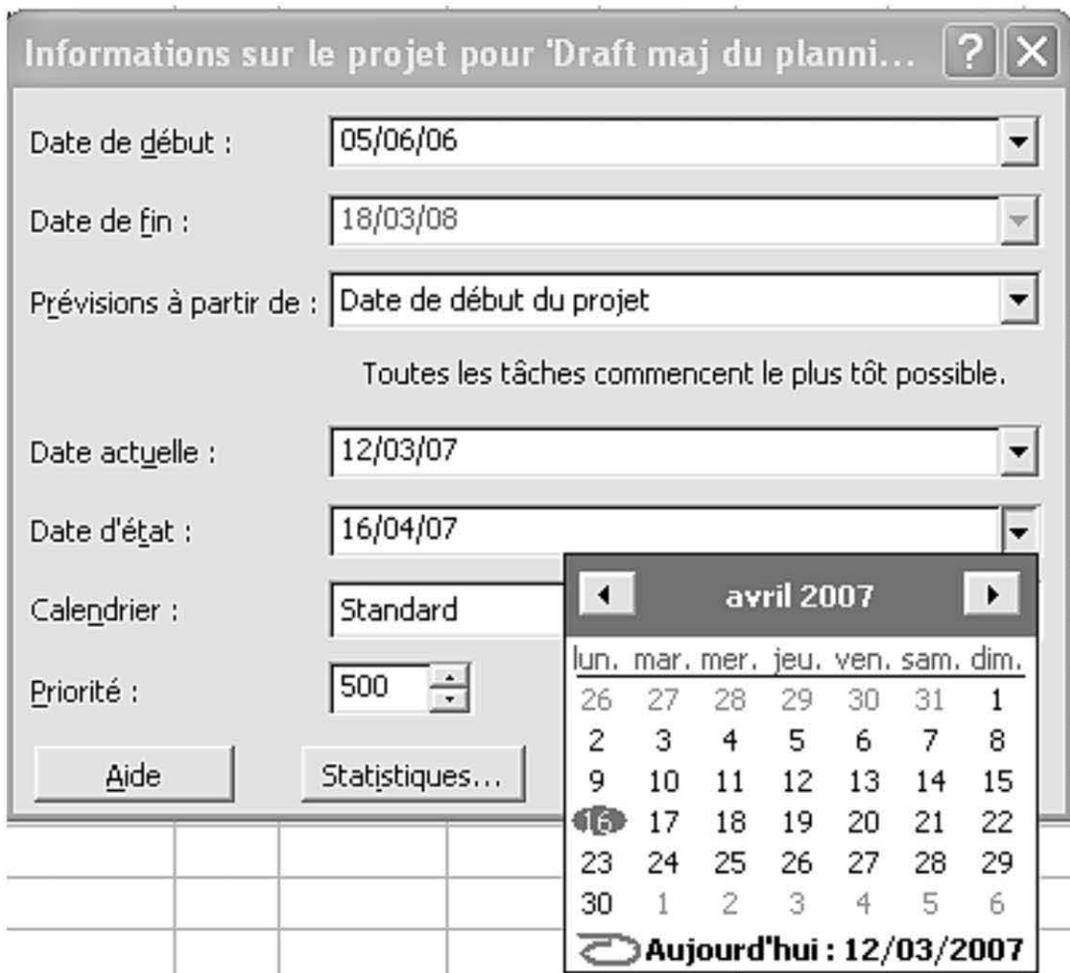


Figure 11.15 Date d'état

	Task Name	% Avct	% achevé	Début réel	Fin réelle	Start	Finish	Durée	Durée restante	
1	Equipments	0	18%	15/02/07	NC	15/02/07	18/03/08	283 jours	232,64 jours	
2	Visual Control Panel	0	18%	15/02/07	NC	15/02/07	18/03/08	283 jours	232,64 jours	
3	Factory Development	0	34%	15/02/07	NC	15/02/07	14/05/07	62 jours	40,83 jours	
4	<b>T1411 Start date</b>	100	<b>100%</b>	15/02/07	15/02/07	15/02/07	15/02/07	0 jour	0 jour	
5	Software Specification	50	70%	15/02/07	NC	15/02/07	28/03/07	30 jours	9 jours	
6	Software Configuration	0	0%	NC	NC	29/03/07	26/04/07	21 jours	21 jours	
7	Hardware Specification	50	70%	15/02/07	NC	15/02/07	28/03/07	30 jours	9 jours	
8	Test procedure	0	0%	NC	NC	29/03/07	26/04/07	21 jours	21 jours	
9	FAT report	0	0%	NC	NC	29/03/07	26/04/07	21 jours	21 jours	
10	<b>T1411 Finish date</b>	0	<b>0%</b>	NC	NC	14/05/07	14/05/07	0 jour	0 jour	

Figure 11.16 Dates réelles et durées restantes

### Hypothèses :

- ▶ La tâche 5 est terminée le 9 avril.
- ▶ La tâche 6 a démarré le 2 avril, et finira le 30 avril.
- ▶ La tâche 7 finira le 30 avril.
- ▶ La tâche 8 va démarrer le 1<sup>er</sup> mai.
- ▶ La tâche 9 va démarrer le 1<sup>er</sup> mai, et sa durée passe à 15 jours.

### Méthodologie de mise à jour de ces différents cas :

Le planning doit être construit, de préférence, de façon telle que les tâches commençant plus tôt que les autres soient situées en tête du planning. Faire en sorte que les liens logiques aillent toujours aller du haut vers le bas. Ceci facilite notamment la mise à jour du planning.

#### Tâche 5 :

La tâche 5 est terminée le 9 avril.

- Renseigner la date de fin réelle.

Le pourcentage achevé, se met automatiquement à 100 %.

#### Tâche 6 :

La tâche 6 a démarré le 2 avril, et finira le 30 avril.

- Renseigner la date de début réelle et ajuster la durée restante de sorte que la tâche finisse le 30 avril.

#### Tâche 7 :

La tâche 7 finira le 30 avril.

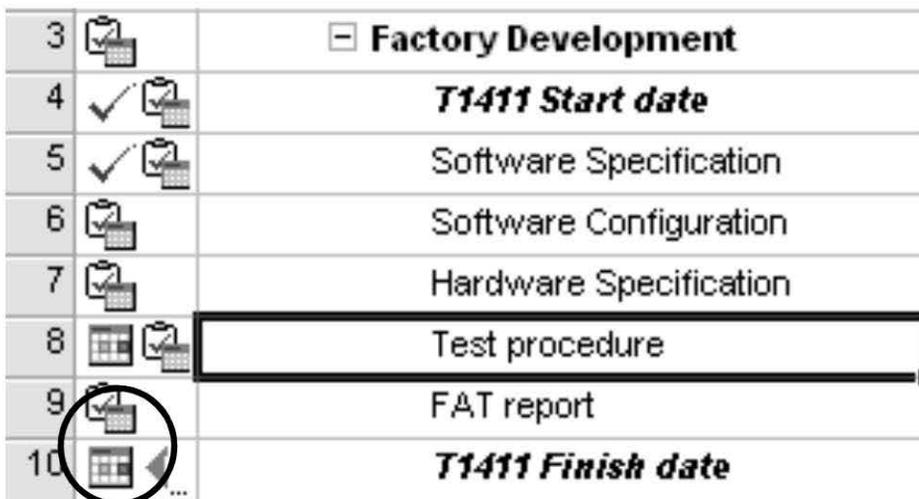
- Renseigner la durée restante.

#### Tâche 8 :

La tâche 8 va démarrer le 1<sup>er</sup> mai.

- Ajouter une contrainte de début dans le futur, modifier la date de début.

Une contrainte de début est visible sur le champ indicateur :



3		<input type="checkbox"/> <b>Factory Development</b>
4		<b>T1411 Start date</b>
5		Software Specification
6		Software Configuration
7		Hardware Specification
8		Test procedure
9		FAT report
10		<b>T1411 Finish date</b>

Figure 11.17 Indicateur, contrainte de début

**Tâche 9 :**

La tâche 9 va démarrer le 1<sup>er</sup> mai, et sa durée passe à 15 jours.

Un lien logique existant positionne déjà l'activité au 1<sup>er</sup> mai, en revanche, il faut modifier la durée de la tâche et la passer à 15 jours.

Résultat après cette étape :

Task Name	% Avct	% achevé	Début réel	Fin réelle	Start	Finish	Durée	Durée restante
1 Equipments	0	23%	15/02/07	IIC	15/02/07	18/03/08	283 jours	219,03 jours
2 Visual Control Panel	0	23%	15/02/07	IIC	15/02/07	18/03/08	283 jours	219,03 jours
3 Factory Development	0	40%	15/02/07	IIC	15/02/07	29/05/07	74 jours	44,5 jours
4 T1411 Start date	100	100%	15/02/07	15/02/07	15/02/07	15/02/07	0 jour	0 jour
5 Software Specification	100	100%	15/02/07	09/04/07	15/02/07	09/04/07	38 jours	0 jour
6 Software Configuration	0	0%	02/04/07	NC	02/04/07	30/04/07	21 jours	21 jours
7 Hardware Specification	90	40%	15/02/07	NC	15/02/07	30/04/07	53 jours	32 jours
8 Test procedure	0	0%	NC	NC	01/05/07	29/05/07	21 jours	21 jours
9 FAT report	0	0%	NC	NC	01/05/07	21/05/07	15 jours	15 jours
10 T1411 Finish date	0	0%	NC	NC	29/05/07	29/05/07	0 jour	0 jour

Figure 11.18 Planning mis à jour tâche 9

**Note :**

Durant le processus de mise à jour, il est possible de supprimer des liens logiques sur les tâches en cours, pour mieux coller à la réalité.

- Renseigner le pourcentage d'avancement physique.
- Renseigner ce pourcentage pour chacune des tâches.

Faire une mise à jour automatique à la date d'état.

Lancer la commande « Outils/Suivi/Mettre à jour le projet » comme suit :



Figure 11.19 Mise à jour de l'avancement en délais

Configurer la fenêtre comme suit :

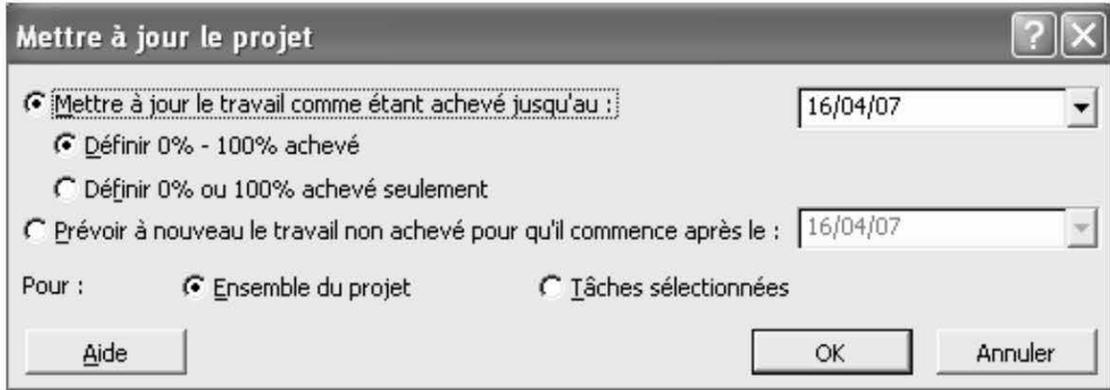


Figure 11.20 Mise à jour du projet

Valider : Le pourcentage achevé a été modifié, ainsi que la durée restante.

### ◆ Le planning est à jour !

Il reste à analyser les écarts par rapport au planning initial et à corriger les liens et les durées sur les tâches du futur (voire les détailler, c'est souvent comme ceci que se modélise un plan d'action planning) pour rattraper les retards en fixant de nouveaux objectifs.

## 11.1.3 Gérer les ressources et les coûts

Cette procédure explique comment gérer les ressources et les coûts avec MS Project, sachant que la méthode mise en œuvre est celle de la valeur acquise (pertinente pour les heures d'ingénierie et de service uniquement).

Il faut noter que MS Project est un bon logiciel de planification et non un logiciel de gestion des coûts, comme les autres logiciels de ce type, car l'hypothèse est que tous les coûts sont rattachés à des tâches plannings, ce qui est faux en réalité. Il est préférable d'utiliser un tableur comme Excel (en le couplant au planning) pour gérer les coûts. Par contre MS Project est adapté pour gérer la charge et les plans de charge, notamment les nivellements et lissages.

Lorsque des ressources sont affectées sur les tâches d'un planning, la méthode de mise à jour diffère de ce qui a été spécifié dans les paragraphes précédents où seule la contrainte délais est prise en compte.

### ◆ Paramétrage de MS Project

Paramétrer les options « prévisions » de MS Project comme suit (il est à remarquer que les tâches sont de type « Travail fixe »).

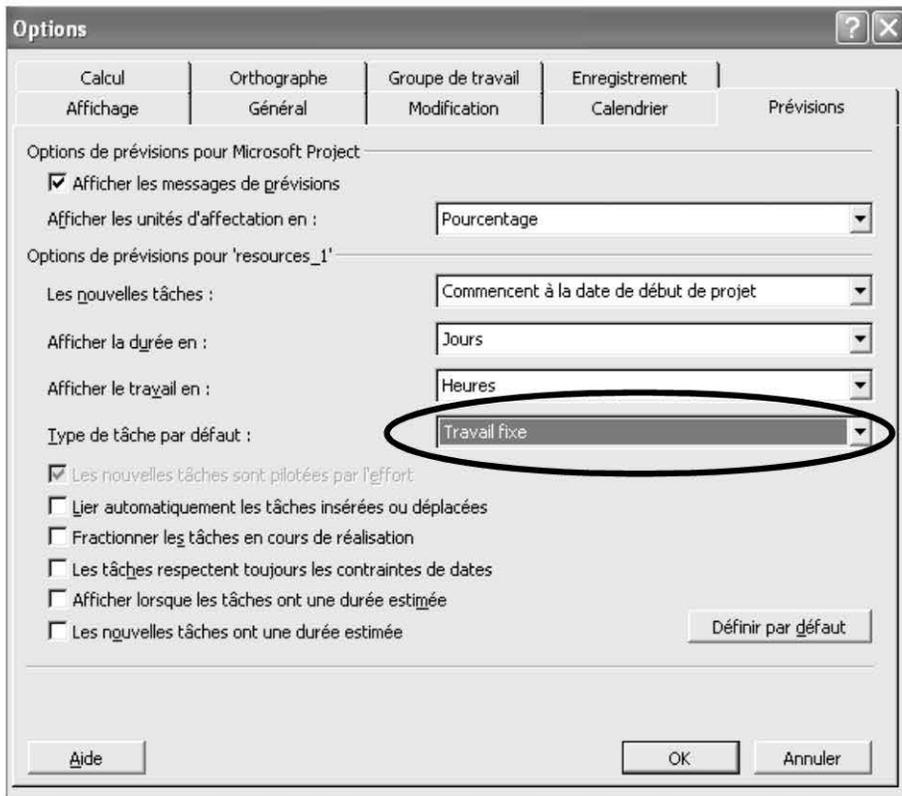


Figure 11.21 Paramétrage du type de tâche

Paramétrer les options « Calcul » de MS Project comme suit :

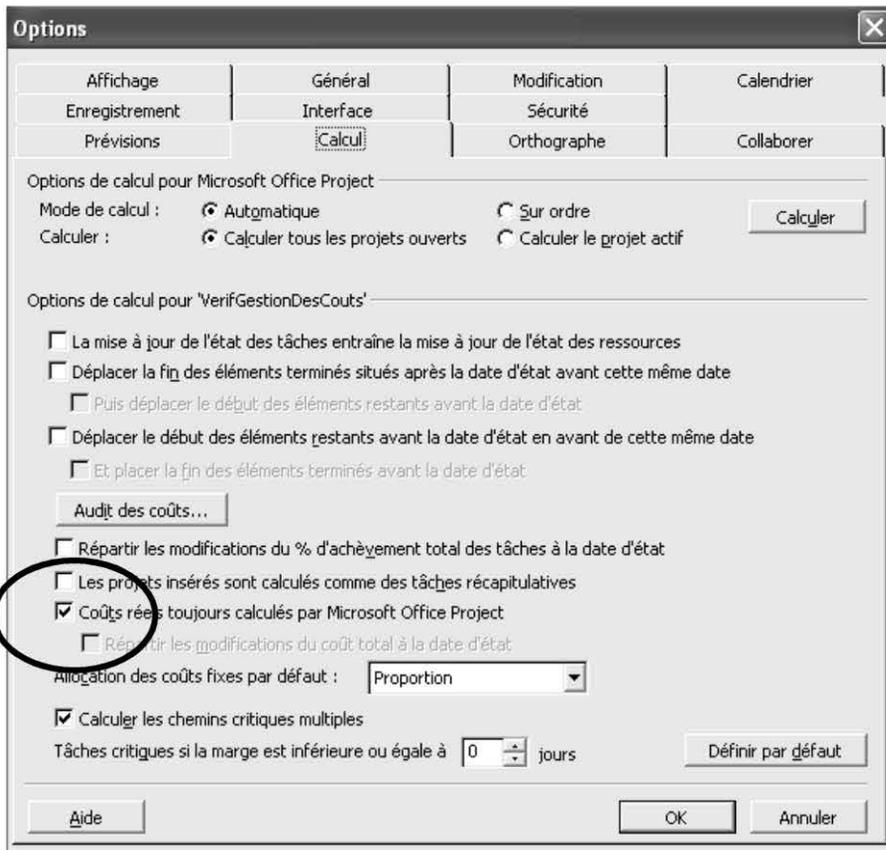


Figure 11.22 Paramétrage des options sur le calcul des coûts réels

Les coûts réels sont calculés par MS Project.

◆ **Point de départ**

Soit le planning ci-dessous :



Figure 11.23 Planning de départ

Noter que le planning initial a été sauvé, il est visualisable sur le Gantt par un petit trait (en violet dans le logiciel) sous les tâches.

◆ **Définition des ressources**

Sélectionner « Affichage/Tableau des ressources » et remplir le tableau comme suit :

i	Nom de la ressource	Type	Étiquette Matr	Initiales	Groupe	Capacité max.	Tx. standard	Tx. hrs. sup.	Coût/Utilisation	Allocation	Calendrier de bas	Code
1	ENG 1	Travail		E		100%	70,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 €	Proportion	Standard	
2	ENG 2	Travail		E		100%	70,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 €	Proportion	Standard	
3	TECH 1	Travail		T		100%	45,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 €	Proportion	Standard	
4	TECH 2	Travail		T		100%	45,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 €	Proportion	Standard	

Figure 11.24 Définition des ressources

Quatre ressources de type Travail (main-d’œuvre) ont été définies. Leur capacité maximale a été fixée à 100 %. Les taux standards (horaires) ont été définis comme indiqué.

Il aurait été possible de définir un calendrier par ressource, avec prise en compte des jours de congés de chaque ressource, afin de définir leurs disponibilités.

◆ **Affectation des ressources**

Revenir à la vue diagramme de Gantt, et fractionner la fenêtre du Gantt par la commande « Fenêtre/Fractionner », cliquer droit sur la fenêtre fractionnée et sélectionner « Travail de la ressource ».

- ▶ Sélectionner la tâche A, et lui affecter les ressources ENG1 et ENG2 dans la fenêtre fractionnée.
- ▶ Entrer pour chaque ressource une unité en pourcentage, le travail est alors calculé.

Formule de calcul :

$$\text{TRAVAIL} = \text{UNITÉS} \times \text{DURÉE}$$

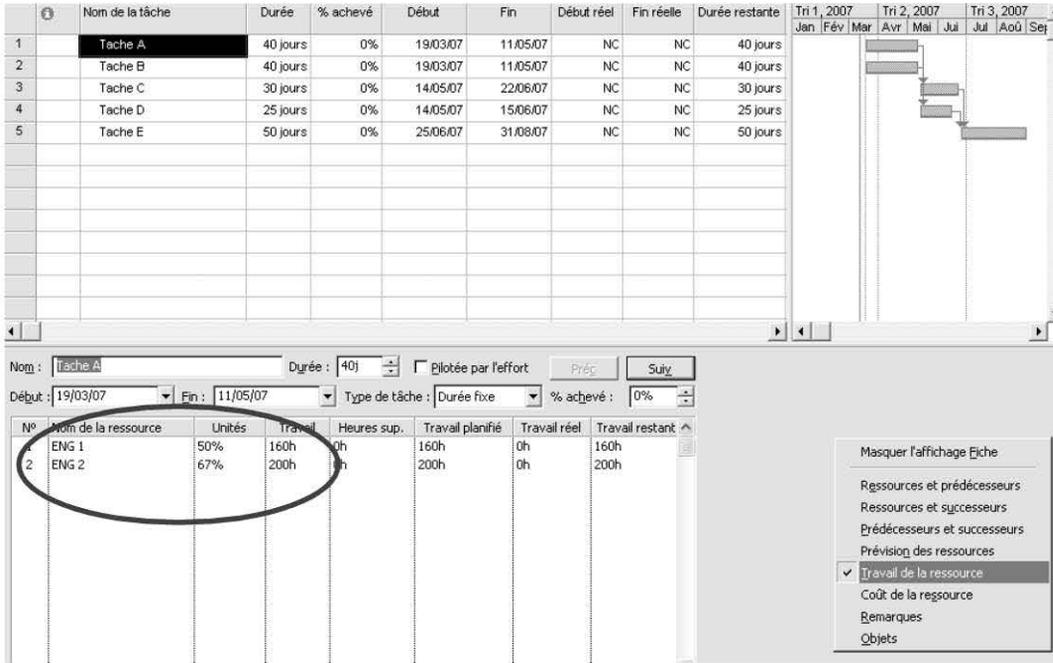


Figure 11.25 Affectation des ressources

Affecter les ressources sur toutes les tâches, par exemple comme suit :

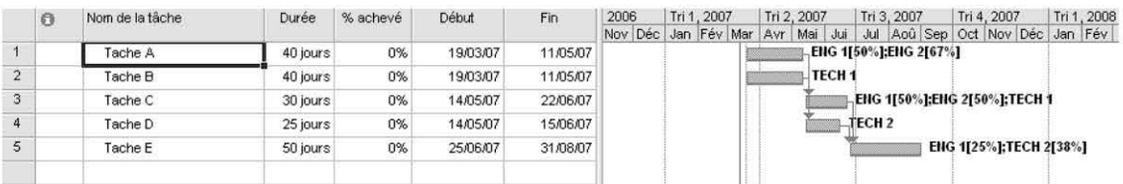


Figure 11.26 Planning chargé en ressources

Sauvegarder le planning initial par la commande « Outils/Suivi/Enregistrer la planification initiale ». Le champ « travail planifié » de la fenêtre fractionnée est alors rempli.

### ◆ Affectation des coûts fixes

Affecter les coûts fixes (autres que la main-d'œuvre) en euros dans la colonne « Coûts Fixe » tel qu'indiqué ci-dessous.



Figure 11.27 Coûts fixes

Sauver le planning initial pour mettre à jour le coût planifié.

◆ Mise à jour du planning

Mise à jour des dates

Afficher la date d'état sur le Gantt (cliquer droit sur le Gantt/Quadrillage).

Changer la date d'état du projet.

Noter que le champ CBTP se met à jour :

№	Nom de la tâche	Coût planifié	Coût	Coût fixe	Coût réel	Coût restant	CBTP	CBTE
1	Tache A	35 200,00 €	35 200,00 €	10 000,00 €	0,00 €	35 200,00 €	16 403,33 €	0,00 €
2	Tache B	14 400,00 €	14 400,00 €	0,00 €	0,00 €	14 400,00 €	6 840,00 €	0,00 €
3	Tache C	32 600,00 €	32 600,00 €	5 000,00 €	0,00 €	32 600,00 €	0,00 €	0,00 €
4	Tache D	9 000,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €
5	Tache E	13 750,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €

Figure 11.28 Coût Budgété du Travail Prévu (CBTP)

Mettre à jour les dates à l'aide des champs « début réel », « fin réelle » et « Durée restante ».

№	Nom de la tâche	Durée	% achevé	Début	Fin	Début réel	Fin réelle	Durée restante
1	Tache A	33 jours	0%	29/03/07	14/05/07	29/03/07	NC	33 jours
2	Tache B	34 jours	0%	22/03/07	08/05/07	22/03/07	NC	34 jours
3	Tache C	30 jours	0%	15/05/07	25/06/07	NC	NC	30 jours
4	Tache D	25 jours	0%	09/05/07	12/06/07	NC	NC	25 jours
5	Tache E	50 jours	0%	26/06/07	03/09/07	NC	NC	50 jours

Nom : Tache A    Durée : 33j    Plotee par l'effort    Préc    Suiv  
 Début : 29/03/07    Fin : 14/05/07    Type de tâche : Travail fixe    % achevé : 0%

N°	Nom de la ressource	Unités	Travail	Heures sup.	Travail planifié	Travail réel	Travail restant
1	ENG 1	61%	160h	0h	160h	0h	160h
2	ENG 2	76%	200h	0h	200h	0h	200h

Figure 11.29 Mise à jour des dates

Noter que l'unité a changé quand les durées restantes ont été ajustées.

Remplir le « % Achevé » (qui doit être un avancement physique car il est utilisé pour le calcul du CBTE), par exemple comme suit :

№	Nom de la tâche	Durée	% achevé	Début	Fin	Début réel	Fin réelle	Durée restante
1	Tache A	33 jours	50%	29/03/07	14/05/07	29/03/07	NC	16,5 jours
2	Tache B	34 jours	40%	22/03/07	08/05/07	22/03/07	NC	20,4 jours
3	Tache C	30 jours	0%	15/05/07	25/06/07	NC	NC	30 jours
4	Tache D	25 jours	0%	09/05/07	12/06/07	NC	NC	25 jours
5	Tache E	50 jours	0%	26/06/07	03/09/07	NC	NC	50 jours

Nom : Tache A    Durée : 33j    Plotee par l'effort    Préc    Suiv  
 Début : 29/03/07    Fin : 14/05/07    Type de tâche : Travail fixe    % achevé : 50%

N°	Nom de la ressource	Unités	Travail	Heures sup.	Travail planifié	Travail réel	Travail restant
1	ENG 1	61%	160h	0h	160h	0h	160h
2	ENG 2	76%	200h	0h	200h	0h	200h

Figure 11.30 % Achevé

Noter que la colonne CBTE est maintenant calculée, de même pour la colonne coût réels (uniquement pour les coûts fixes) :

	Nom de la tâche	Coût planifié	Coût	Coût fixe	Coût réel	Coût restant	CBTP	CRTE	CBTE	Tri 2, 2007	Tri 3, 2007	Tri 4, 2007
1	Tache A	35 200,00 €	35 200,00 €	10 000,00 €	5 000,00 €	30 200,00 €	16 403,33 €	10 000,00 €	11 511,11 €	Mar	Avr	Mai
2	Tache B	14 400,00 €	14 400,00 €	0,00 €	0,00 €	14 400,00 €	6 840,00 €	0,00 €	5 760,00 €	Jun	Jul	Aoû
3	Tache C	32 600,00 €	32 600,00 €	5 000,00 €	0,00 €	32 600,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Sep	Oct	Nov
4	Tache D	9 000,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			
5	Tache E	13 750,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			

Figure 11.31 Coût budgété du travail effectué (CBTE)

### Mise à jour des ressources

Entrer, pour la tâche A, le travail réel dans la fenêtre fractionnée, pour chaque ressource.

Faire de même pour toutes les tâches concernées par la mise à jour.

	Nom de la tâche	Coût planifié	Coût	Coût fixe	Coût réel	Coût restant	CBTP	CRTE	CBTE	Tri 2, 2007	Tri 3, 2007	Tri 4, 2007
1	Tache A	35 200,00 €	35 200,00 €	10 000,00 €	11 300,00 €	23 900,00 €	16 403,33 €	11 300,00 €	11 511,11 €	Mar	Avr	Mai
2	Tache B	14 400,00 €	14 400,00 €	0,00 €	0,00 €	14 400,00 €	6 840,00 €	0,00 €	5 760,00 €	Jun	Jul	Aoû
3	Tache C	32 600,00 €	32 600,00 €	5 000,00 €	0,00 €	32 600,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	Sep	Oct	Nov
4	Tache D	9 000,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			
5	Tache E	13 750,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €			

N°	Nom de la ressource	Unités	Travail	Heures sup.	Travail planifié	Travail réel	Travail restant
1	ENG 1	61%	160h	0h	160h	50h	110h
2	ENG 2	76%	200h	0h	200h	40h	160h

Figure 11.32 Travail réel

Ensuite, pour estimer le reste à faire, il faut tout d'abord placer toutes les tâches en durée fixe (pour ne pas changer les dates que l'on a mises à jour). Sélectionner toutes les tâches, cliquer sur l'icône « information sur les tâches » et dans l'onglet « confirmé/Type de tâches », sélectionner « Durée fixe ».

Estimer le travail restant pour chaque ressource :

	Nom de la tâche	Durée	% achevé	Début	Fin	Début réel	Fin réelle	Durée restante	2007	Tri 2, 2007	Tri 3, 2007	Tri 4, 2007
1	Tache A	33 jours	50%	29/03/07	14/05/07	29/03/07	NC	16,5 jours	Fév	Mar	Avr	Mai
2	Tache B	34 jours	40%	22/03/07	08/05/07	22/03/07	NC	20,4 jours	Jun	Jul	Aoû	Sep
3	Tache C	30 jours	0%	15/05/07	25/06/07	NC	NC	30 jours	Oct	Nov		
4	Tache D	25 jours	0%	09/05/07	12/06/07	NC	NC	25 jours				
5	Tache E	50 jours	0%	26/06/07	03/09/07	NC	NC	50 jours				

N°	Nom de la ressource	Unités	Travail	Heures sup.	Travail planifié	Travail réel	Travail restant
1	ENG 1	61%	150h	0h	160h	50h	100h
2	ENG 2	76%	190h	0h	200h	40h	150h

Figure 11.33 Travail restant à faire (RAF)

Effectuer ces opérations pour chaque tâche.

Replacer toutes les tâches en Travail fixe.

## Résultats

Les variances coûts et délais sont maintenant visualisables :

❏	Nom de la tâche	Coût planifié	Coût	Coût fixe	Coût réel	Coût restant	CBTP	CRTE	CBTE	VC	VS
1	Tache A	35 200,00 €	33 800,00 €	10 000,00 €	11 300,00 €	22 500,00 €	16 403,33 €	11 300,00 €	11 511,11 €	211,11 €	-4 892,22 €
2	Tache B	14 400,00 €	14 400,00 €	0,00 €	0,00 €	14 400,00 €	6 840,00 €	0,00 €	5 760,00 €	5 760,00 €	-1 080,00 €
3	Tache C	32 600,00 €	32 600,00 €	5 000,00 €	0,00 €	32 600,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
4	Tache D	9 000,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	9 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
5	Tache E	13 750,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	13 750,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Figure 11.34 Écarts coûts et délais

Plan de charge par ressources :

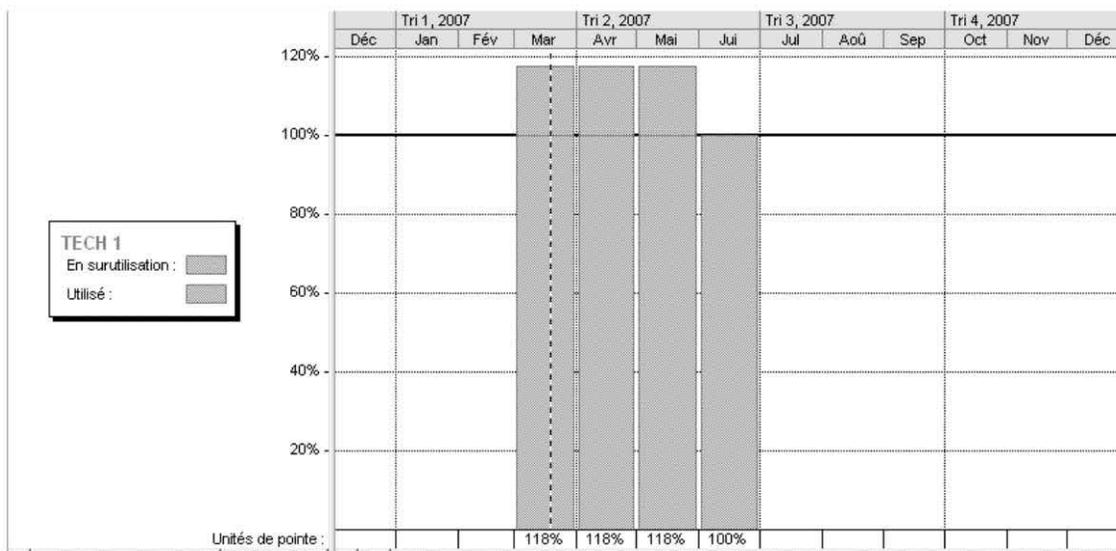


Figure 11.35 Plan de charge par ressource

## 11.2 PRIMAVERA P6

PRIMAVERA P6 est un très bon logiciel de planification, certainement un des meilleurs du marché. Il est largement utilisé dans l'industrie sur des grands projets industriels internationaux, notamment dans les secteurs de l'énergie, la défense, le transport, le BTP, etc.

Véritable base de données, sa puissance et sa fiabilité sont telles que les clients imposent contractuellement son utilisation. À la différence de PRIMAVERA P3, P6 est un logiciel multiutilisateurs, multiprojets, il peut néanmoins s'utiliser en mode mono projet.

Ce chapitre décrit le cheminement pour construire un planning PRIMAVERA P6, le mettre à jour, et gérer les ressources. Loin d'être exhaustif, il permet néanmoins de prendre en main rapidement l'outil.

## 11.2.1 Initialisation

À l'ouverture de PRIMAVERA, afficher la barre d'outil « Répertoire » par la commande « Affichage / Barre d'outils / Répertoire ».

Un clic sur les boutons de cette barre permet d'accéder à différentes « vues », comme la vue « Projet », « WBS » et « Tâches ».

Se positionner sur la vue « Projet » et lancer la commande « Affichage / Afficher en bas / Détails du projet ».

### ◆ Créer l'OBS

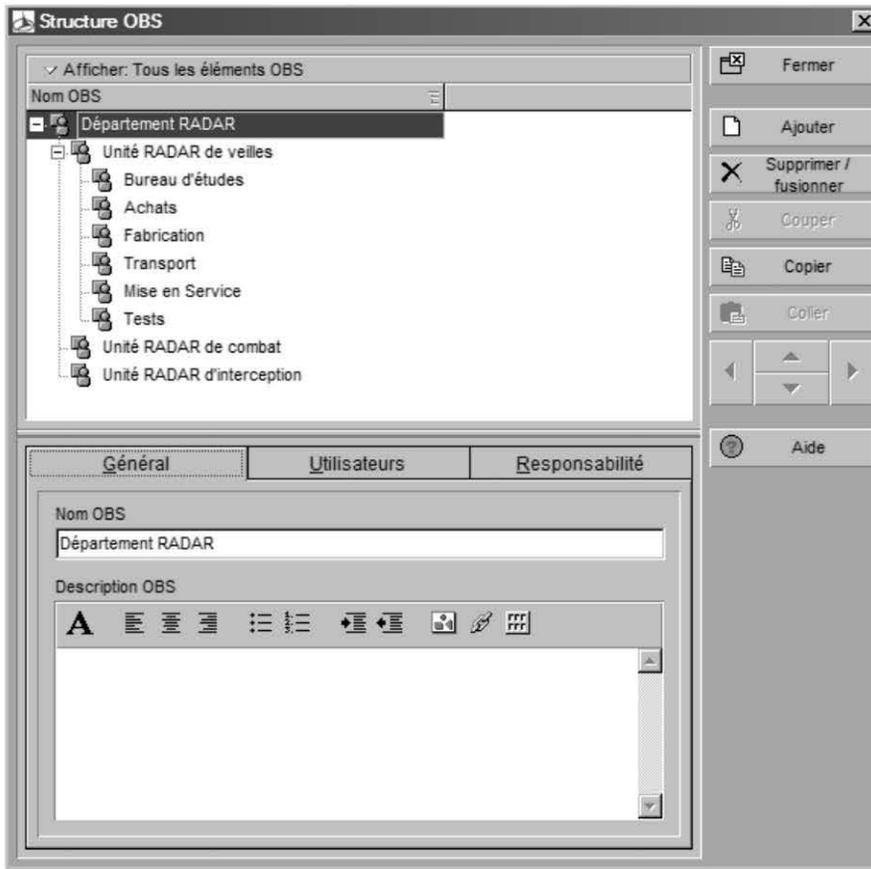


Figure 11.36 Définition de l'OBS

L'organisation Breakdown Structure (OBS) est un organigramme qui représente les métiers de l'entreprise. Dans PRIMAVERA P6, cet organigramme est associé aux responsabilités des projets (l'OBS est affecté à un projet).

La tâche de définition de l'OBS est à effectuer par l'administrateur PRIMAVERA P6 de l'entreprise, puisque l'OBS doit être commun à tous les projets de l'entreprise.

Il est possible de le définir/modifier en lançant la commande « Entreprise / OBS ». Dans cette boîte de dialogue, cliquer sur les boutons « ajouter », « supprimer », et indenter avec les flèches les éléments de l'OBS.

### ◆ Créer un niveau EPS

L'Entreprise Project Structure (EPS) permet de structurer les portefeuilles de projets de l'entreprise, ou bien un même projet en plusieurs sous-projets.

Dans la vue « projet », lancer la commande « Entreprise / Structure de projets de l'entreprise ».

Dans la boîte de dialogue, cliquer sur le bouton ajouter : une nouvelle structure EPS est ajoutée avec l'ID du projet « NEWEPS ».

La figure 11.37, ci-dessous, montre la boîte dialogue EPS.

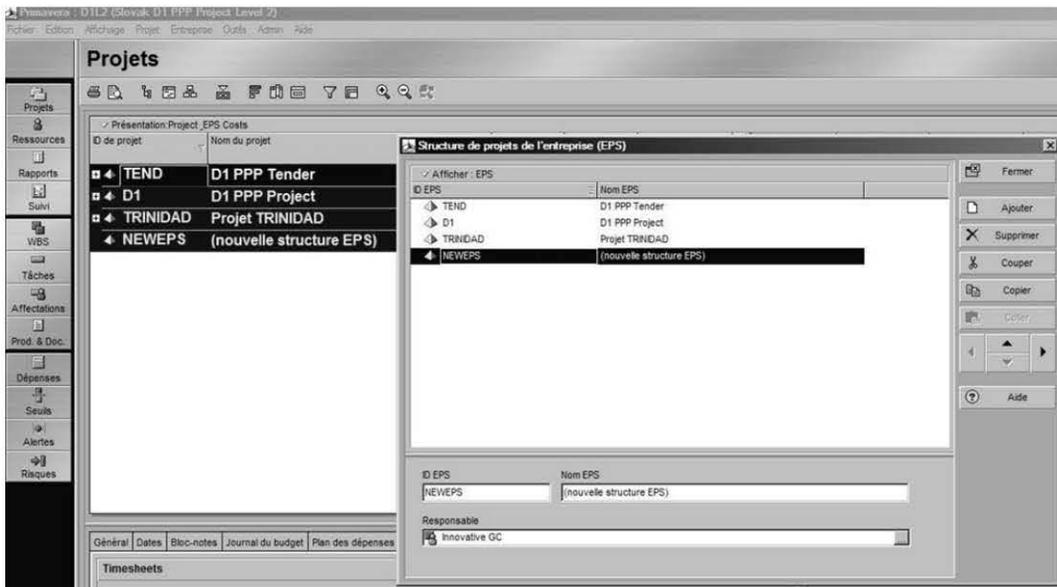


Figure 11.37 Ajout d'un élément EPS

Renommer le nom de l'ID de l'EPS et le nom EPS, définir le nom de l'entité responsable (OBS) puis créer deux nouveaux éléments de structures. Utiliser les flèches situées à gauche de la boîte de dialogue pour indenter et déplacer les niveaux EPS.

Présentation:Project_EPS Costs				
ID de projet	Nom du projet	Début	Fin	Date de mise à jour
◀ TEND	D1 PPP Tender	18-avr-08 A	30-oct-08	
◀ D1	D1 PPP Project	17-nov-08	17-déc-12	
◀ TRINIDAD	Projet TRINIDAD			
◀ FORM	Projet FORMATION			
◀ FORM-1	Sous Projet Formation_1			
◀ FORM-2	Sous Projet Formation_2			

Figure 11.38 Visualisation des éléments EPS du projet FORMATION

Les éléments EPS « Projet FORMATION », et « Sous Projet Formation\_1 et 2 » ont été créés conformément à la figure 11.38.

### ◆ Créer un projet

Lancer la commande « Fichier / Nouveau ». Se laisser guider par les boîtes de dialogues de paramétrage du nouveau projet ; définir notamment l'EPS destination, l'ID du projet (identifiant unique), le nom du projet, la date de début de projet, et l'OBS Responsable.

ID de projet	Nom du projet	Début	Fin	Date de mise à jour
▼ TEND	D1 PPP Tender	18-avr-08 A	30-oct-08	
▼ D1	D1 PPP Project	17-nov-08	17-déc-12	
▼ TRINIDAD	Projet TRINIDAD			
▼ FORM	Projet FORMATION			
▼ FORM-1	Sous Projet Formation_1			
F1	Etudes			21-jul-08
▼ FORM-2	Sous Projet Formation_2			

Figure 11.39 Ajout d'un planning au sein d'un élément EPS

Le projet (planning) « Études » a été inséré au sein de l'élément EPS « Sous Projet Formation\_1 ».

Il est possible et conseillé de créer plusieurs projets (plannings) dans un même élément EPS, ou des éléments EPS de niveaux différents, afin de décrire complètement l'ensemble des travaux du projet. Cependant, pour créer plusieurs projets, il est conseillé de paramétrer tout d'abord le premier projet inséré, puis de le copier dans le nœud EPS souhaité.

### ◆ Définir le calendrier du projet

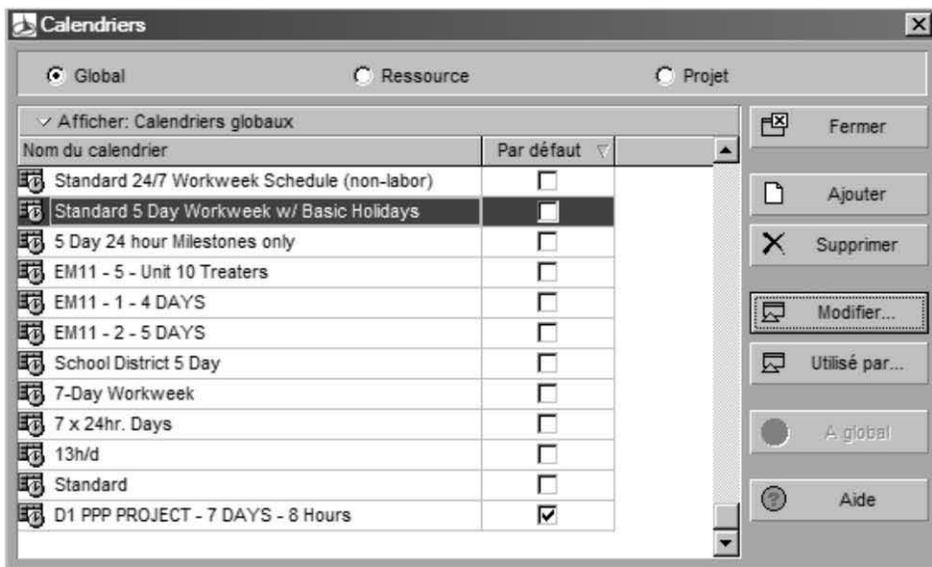


Figure 11.40 Choix du calendrier

Lancer la commande « Entreprise / Calendrier ». La fenêtre suivante apparaît (figure 11.40).

Sélectionner un calendrier et cliquer sur le bouton « Modifier » pour l'éditer. La fenêtre suivante apparaît, figure 11.41.

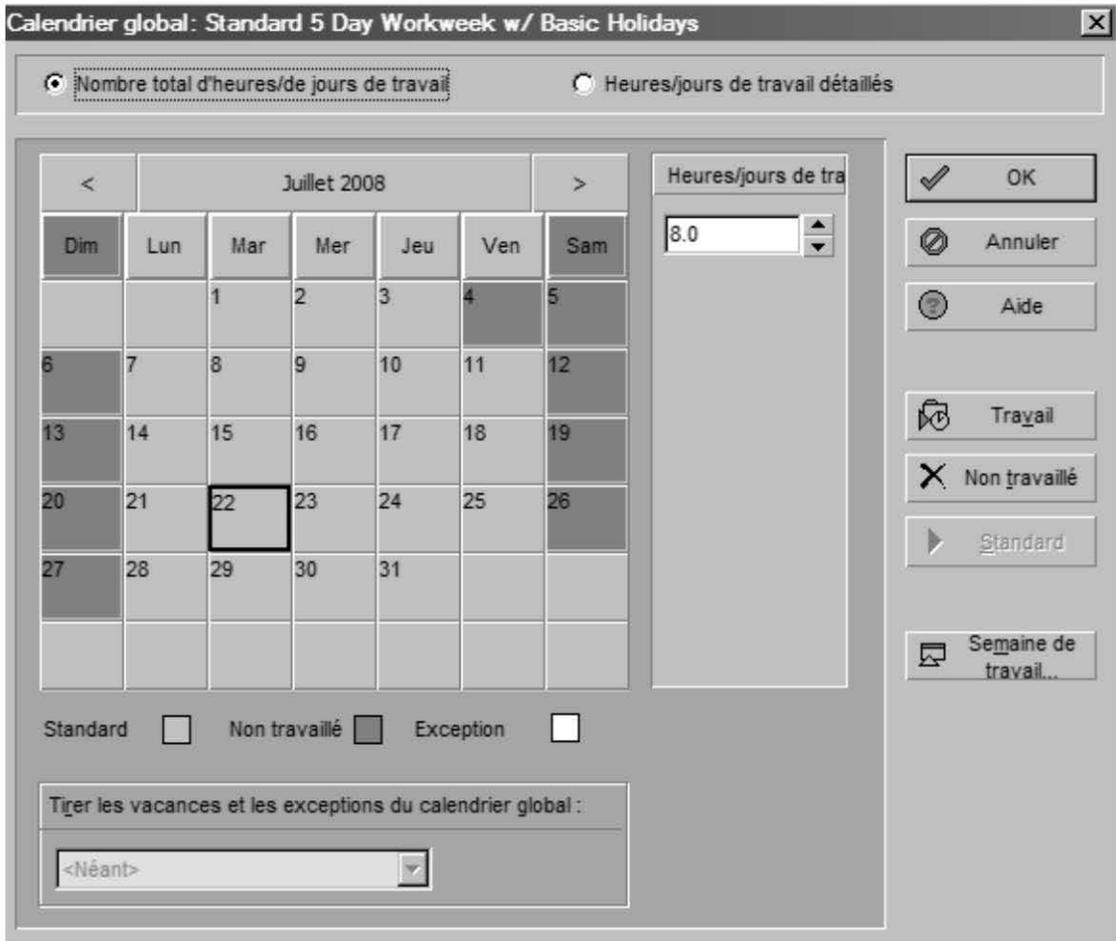


Figure 11.41 Édition/modification d'un calendrier

Définir les jours non travaillés par les boutons « Travail » et « Non Travaillé ».

### ◆ Paramétrer le projet

Le paramétrage de l'outil est une étape essentielle dans le processus de planification, il détermine le fonctionnement de l'outil. Il est donc à effectuer systématiquement avec précision.

Sélectionner le projet « Études », cliquer droit et lancer la commande « ouvrir le projet ».

Dans la vue projets, partie inférieure de l'écran « Détails du projet », sélectionner l'onglet « valeurs par défaut ». Paramétrer cet onglet comme suit.

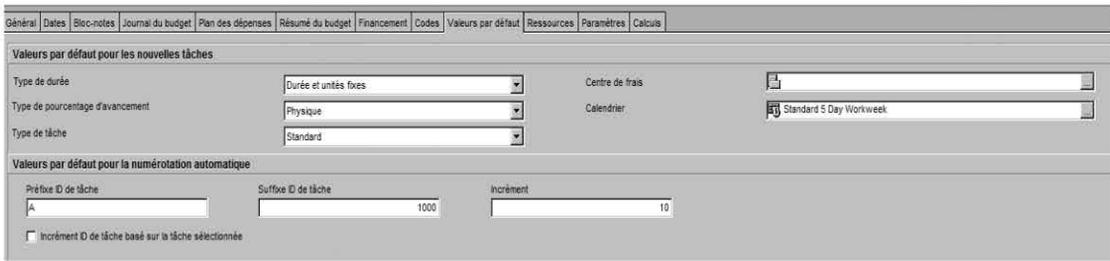


Figure 11.42 Paramétrage valeurs par défaut

Noter que le type de durée est « Durées et unités fixes ». La charge de travail ne pilote donc pas les durées des tâches du planning.

Noter également que l'avancement est un avancement physique.

C'est aussi sur cet onglet que l'on affecte un calendrier principal du projet.

Concernant l'ID des tâches du projet (identifiant unique des tâches), il n'est pas nécessaire qu'il soit compliqué, c'est-à-dire qu'il intègre un codage de la phase, du PBS, de la discipline, etc.

Il est conseillé de définir un ID avec un préfixe qui identifie le projet.

Sélectionner l'onglet ressource et le paramétrer comme indiqué ci-dessous (figure 11.43).

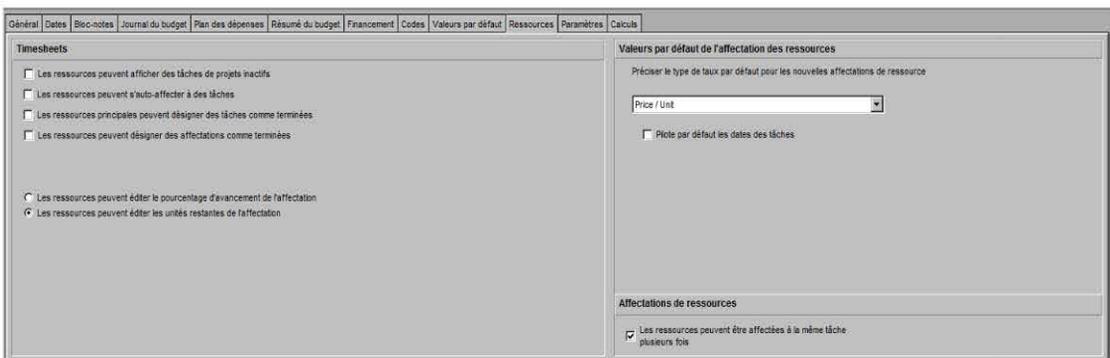


Figure 11.43 Paramétrage ressources

Sélectionner l'onglet calculs et le paramétrer comme suite (figure 11.44).

Ce paramétrage conditionne le fonctionnement de la mise à jour, notamment en ce qui concerne la mise à jour du consommé et du Reste À Faire (RAF).

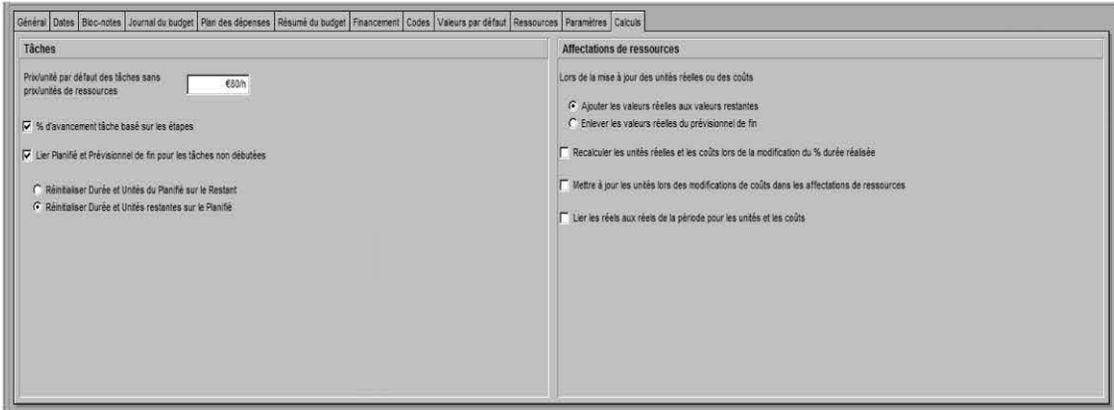


Figure 11.44 Paramétrage Calculs

### ◆ Créer le WBS

Le projet « Études » étant ouvert, cliquer sur la « vue » WBS de la barre d'outils « Répertoire ». Créer l'organigramme des tâches du projet « Études ». Utiliser les boutons « ajouter », « supprimer » et les flèches d'indentation pour structurer le planning. Remplir le champ « Nom WBS » pour nommer les éléments de structures. Il est conseillé de ne pas modifier le champ « Code WBS », puisque l'outil le gère. Se reporter à la figure 11.45 ci-dessous.

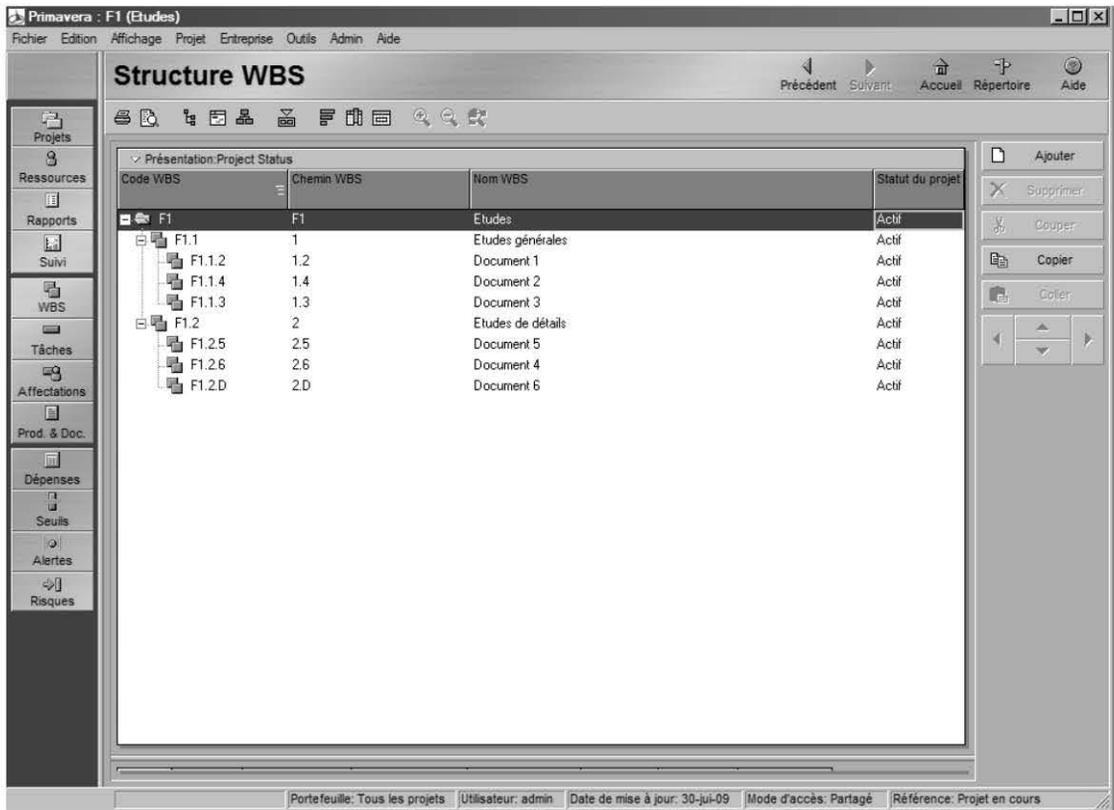


Figure 11.45 Structure WBS

## ◆ Paramétrer l’affichage de la vue planning

Cliquer sur le bouton « Tâches » de la barre d’outils « Répertoire ».

La vue « Tâche » se présente comme suite (figure 11.46).

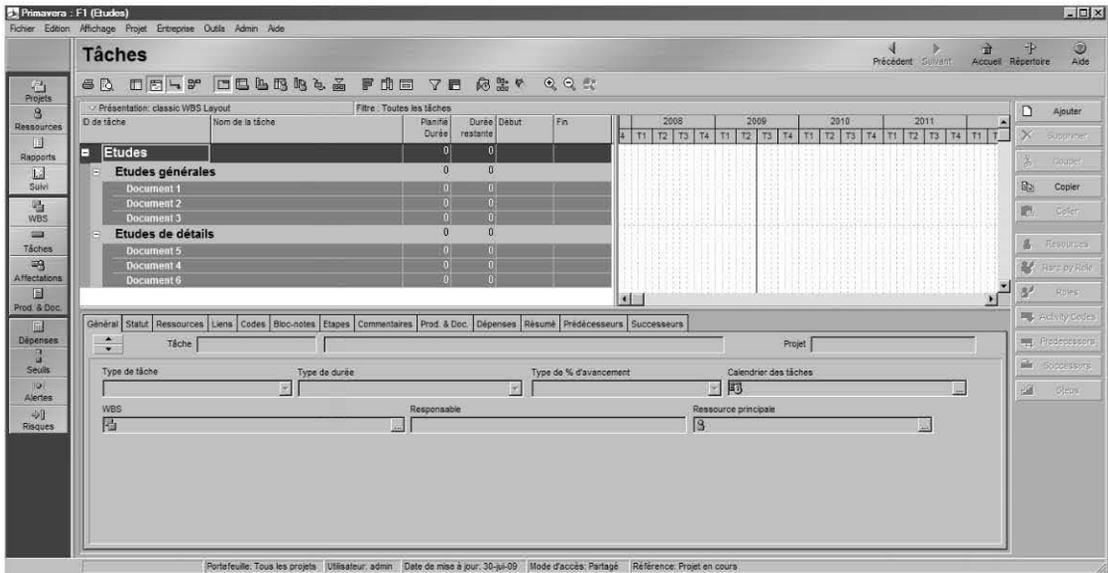


Figure 11.46 Vue tâche

La structure WBS est visible dans la « Table » sur la gauche de l’écran. Le diagramme de Gantt est visible sur la droite de l’écran. La fenêtre « Détail des tâches » se situe en bas de l’écran. Lancer la commande « Affichage / Présentation / Ouvrir ». Choisir une présentation.

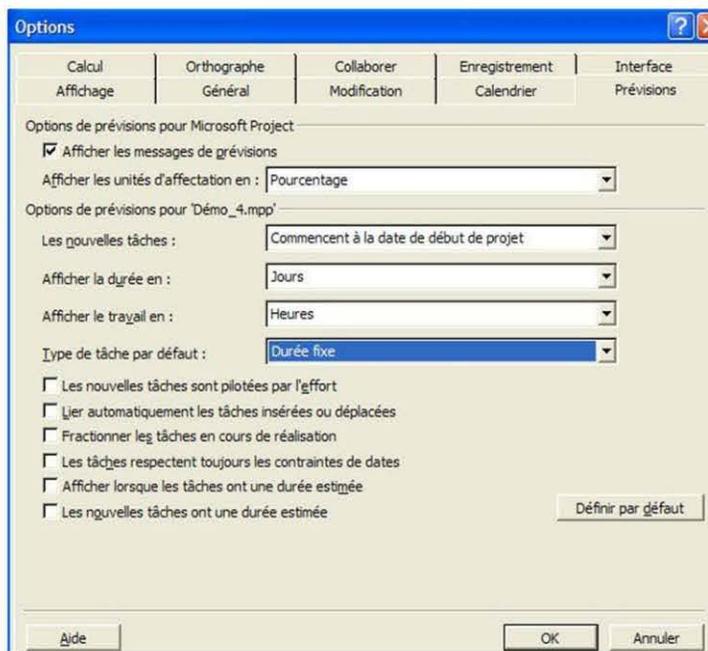


Figure 11.47 Présentation

Dans les boîtes de dialogue, toujours cliquer sur « Appliquer » puis « Ouvrir ».

Les présentations permettent de sauvegarder les paramètres d'affichage comme la présentation du diagramme de Gantt (les couleurs, l'échelle temps, etc.) et de la table. Quand on clique sur l'icône « Enregistrer », cela a pour effet de sauver la présentation en cours.

## 11.2.2 Créer le planning

### ◆ Définition du nom des tâches

Sélectionner un élément WBS puis cliquer sur le bouton « Ajouter », situé à droite de l'écran, Une tâche s'insère sous l'élément sélectionné.

Présentation: classic WBS Layout		Filtre : Toutes les tâches			
ID de tâche	Nom de la tâche	Planifié Durée	Durée restante	Début	Fin
▣ Etudes		1	1	30-jui-09	30-jui-09
▣ Etudes générales		1	1	30-jui-09	30-jui-09
▣ Document 1		1	1	30-jui-09	30-jui-09
A1000	A	1	1	30-jui-09	30-jui-09
A1010	B	1	1	30-jui-09	30-jui-09
▣ Document 2		1	1	30-jui-09	30-jui-09
A1020	C	1	1	30-jui-09	30-jui-09
▣ Document 3		1	1	30-jui-09	30-jui-09
A1030	D	1	1	30-jui-09	30-jui-09
A1040	E	1	1	30-jui-09	30-jui-09
A1050	F	1	1	30-jui-09	30-jui-09
▣ Etudes de détails		0	0		
Document 5		0	0		
Document 4		0	0		
Document 6		0	0		

Figure 11.48 Liste des tâches

### ◆ Définition du type de tâche

Dans la partie « Détails des tâches », onglet « Général », définir le type de tâche pour chacune des tâches insérées. On distingue notamment les tâches « Standards », « jalons de début », « Jalons de fin » et « Enveloppe ».

Figure 11.49 Définition du type de tâche

## ◆ Codage des tâches

La codification des tâches est une étape de structuration importante. Elle permet de faire des tris, des filtres, des modifications globales, et des regroupements de tâches.

Lancer la commande « Entreprise / Code tâche ».

Dans la boîte de dialogue « Codes tâches », sélectionner le bouton « Projet », afin que les codes tâches soient définis pour le projet uniquement. Cliquer ensuite sur « Modifier », et créer un code tâche « Disciplines », par exemple. Puis, cliquer sur « Fermer ».

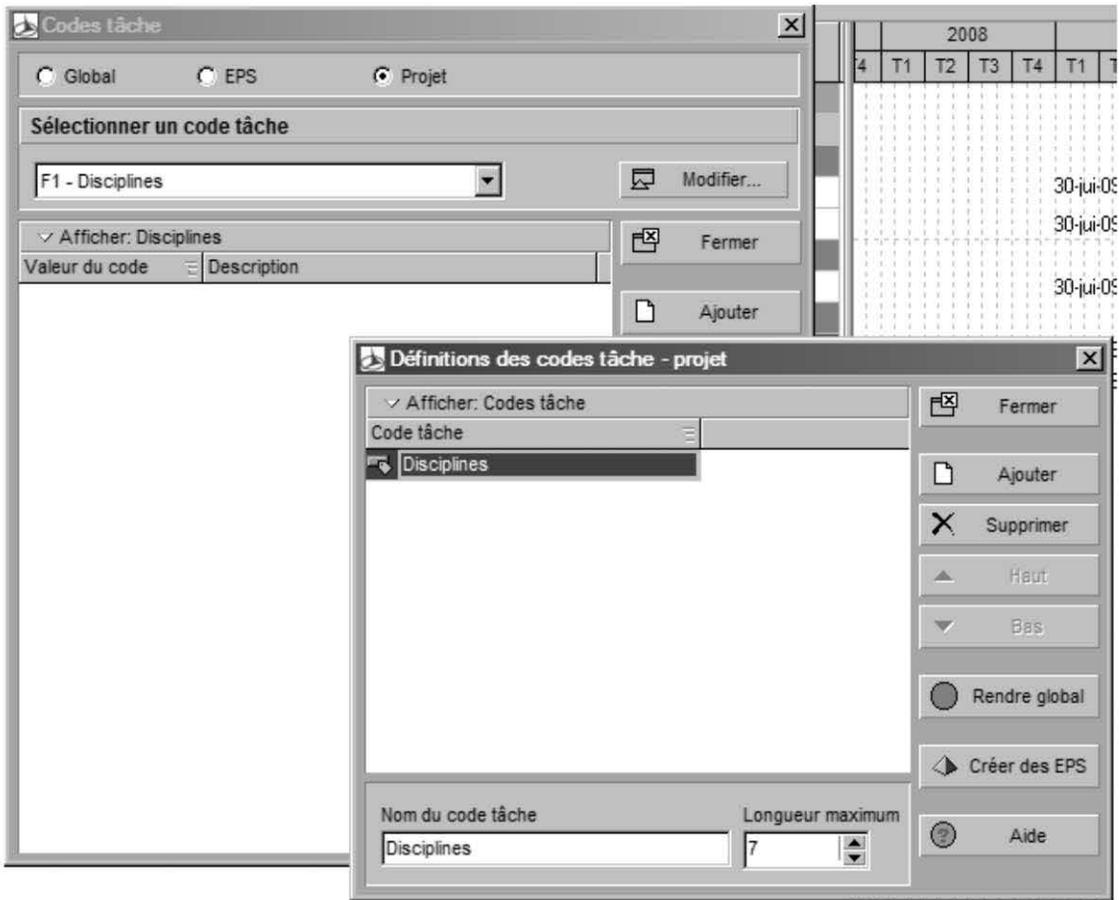


Figure 11.50 Définition des codes tâches

Dans la boîte de dialogue « Codes tâches », définir la liste de toutes les disciplines en cliquant sur le bouton « Ajouter ». Par exemple (figure 11.51).

Revenir à la vue « Tâches » et insérer une colonne dans la « table » en lançant la commande « Affichage / Colonnes ».

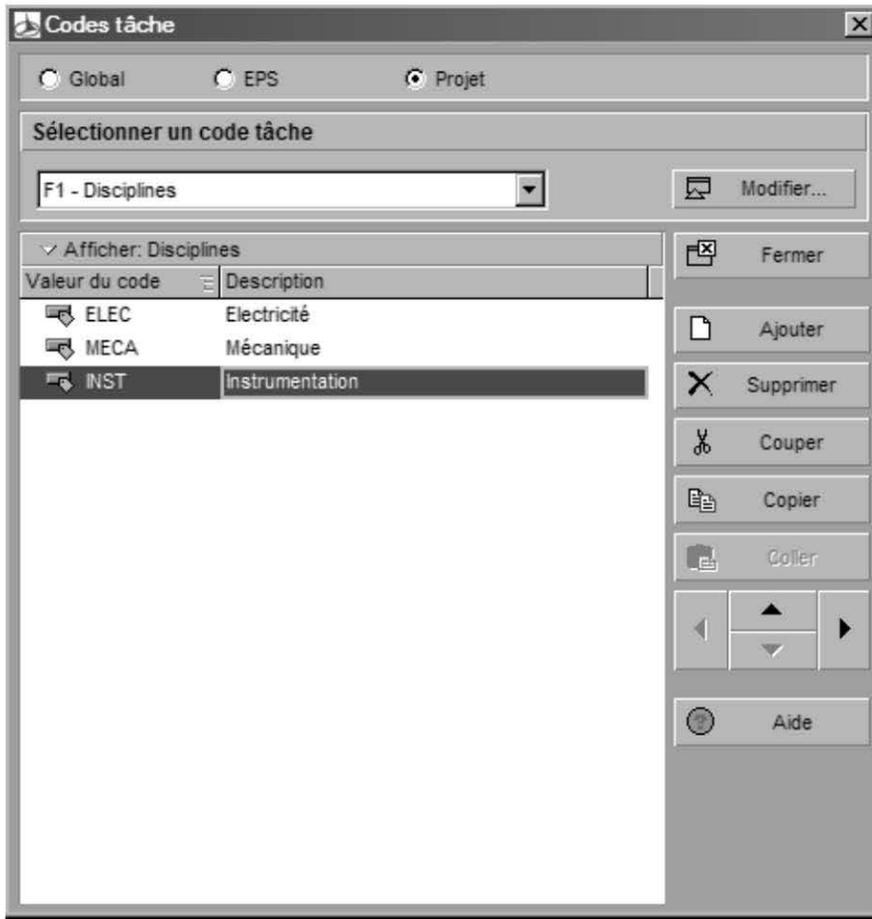


Figure 11.51 Codes tâches

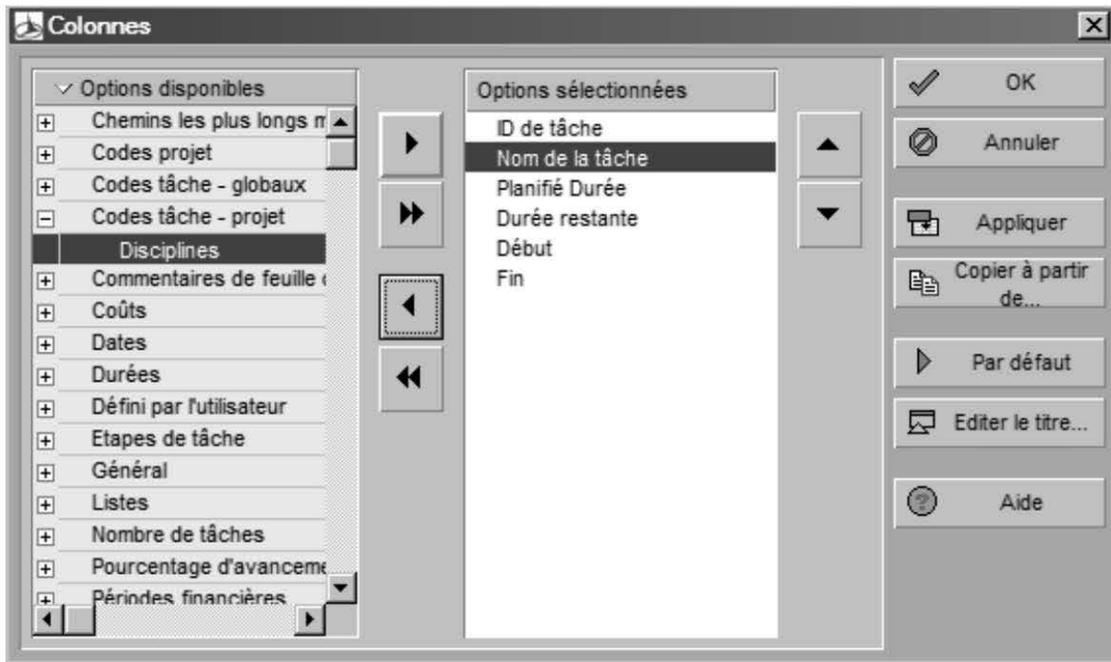


Figure 11.52 Ajout du code activité dans la table

Faire passer le code tâche « discipline » sur la droite, dans la partie « options sélectionnées ». Cliquer sur « Appliquer » puis « OK » : le code tâche « discipline » apparaît dans la table de la présentation « tâches ».

Coder ensuite les activités en cliquant sur les cellules de la colonne « Discipline » de la table, par l'intermédiaire des matches codes (liste proposant les valeurs possibles), se reporter à la figure ci-dessous.



Figure 11.53 Liste des codes tâches

Noter qu'un filtre est activé sur cette boîte de dialogue ci-dessus : « Afficher : Toutes les valeurs ». Si aucune valeur n'apparaît, c'est qu'un autre filtre est sélectionné. C'est souvent le cas dans PRIMAVERA P6 : lorsqu'aucune valeur n'apparaît, changer le filtre.

#### ◆ Définition des durées

Dans la vue « Tâches », sélectionner la fenêtre « Détail des tâches » onglet « Statut ».

Renseigner le champ « Durée planifiée » de chaque tâche.

La durée doit être renseignée en jours ouvrés.

Noter qu'avec le paramétrage effectué, la durée restante est égale à la durée planifiée.

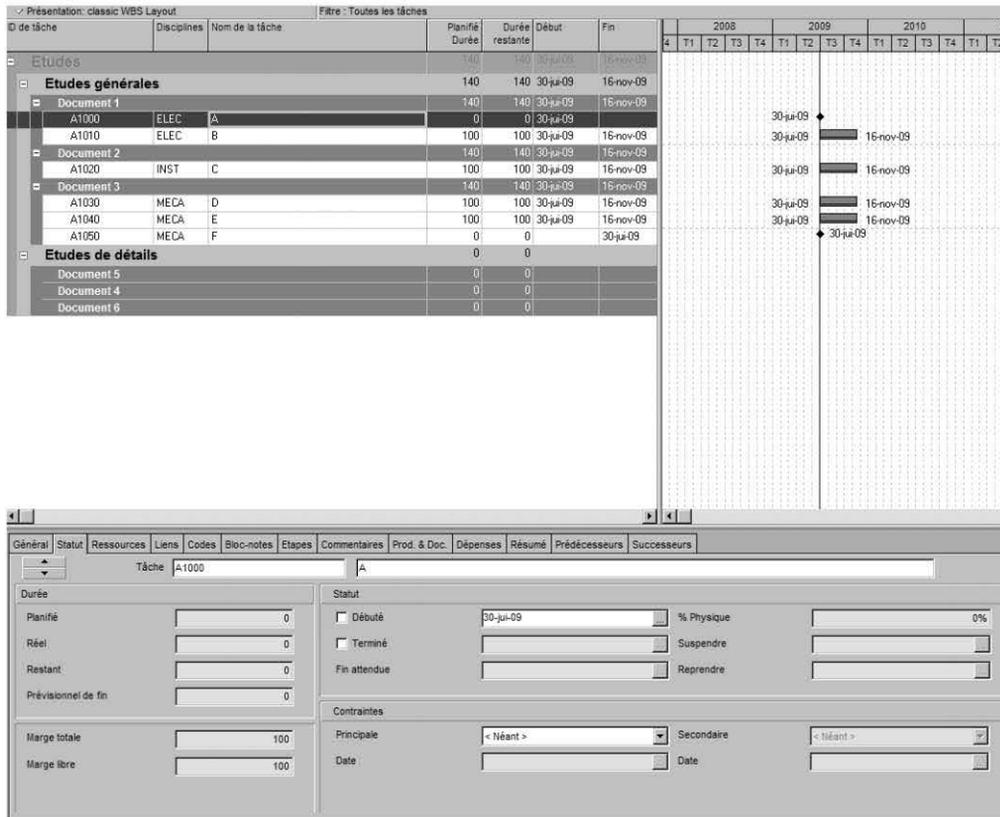


Figure 11.54 Définition des durées

◆ Définition des liens logiques

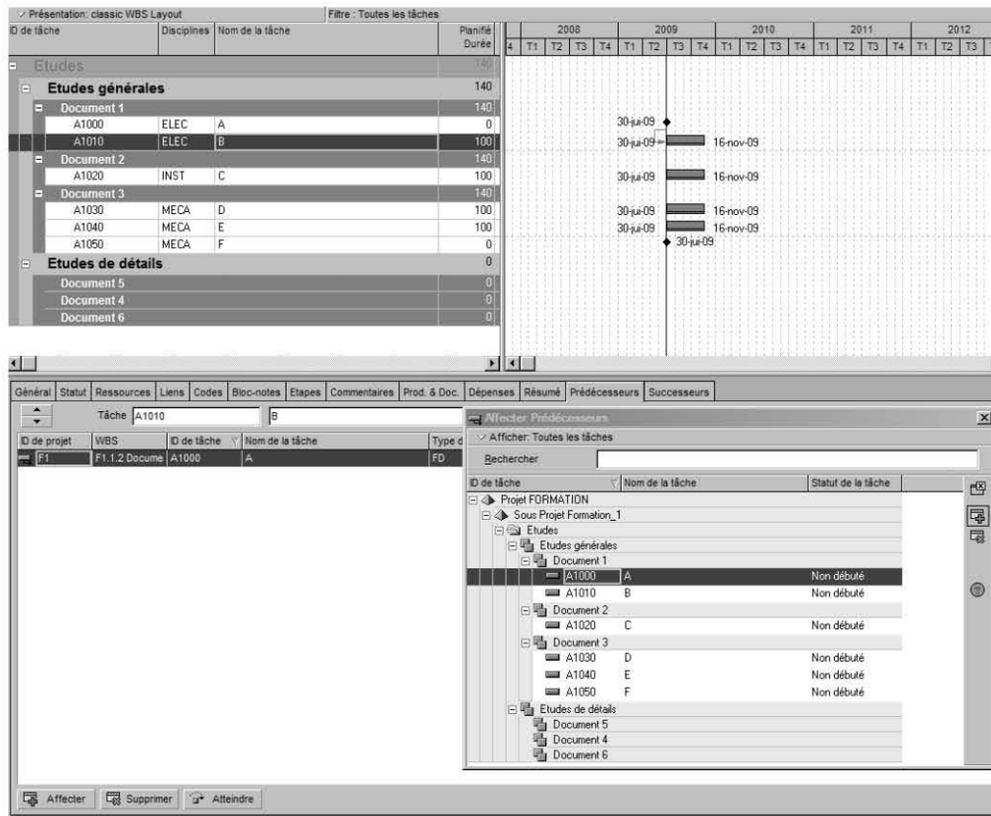


Figure 11.55 Affecter les prédécesseurs

Sélectionner la tâche A, cliquer sur l'onglet « Prédécesseurs » de la fenêtre « détails des tâches », puis cliquer sur le bouton « Affecter ».

Dans la fenêtre active, choisir le prédécesseur de la tâche A.

Effectuer cette opération sur chaque tâche du planning, puis lancer un calcul de l'ordonnancement via la touche « F9 ».

Pour définir les différents types de liens logiques, sélectionner une tâche, cliquer sur l'onglet « Prédécesseurs », et choisir le type de liens (Fin-Début = FD, Début-Début = DD, FF = Fin-Fin), comme indiqué sur la figure 11.56.



Figure 11.56 Les types de liens logiques

Ajouter éventuellement un délai (lag) sur le lien.

### ◆ Les tâches enveloppes

Les tâches enveloppes (hamacs) regroupent un certain nombre de tâches. Elles sont utilisées pour des tâches telles que le management, la coordination, etc.

Elles sont utilisées également pour l'affectation des ressources à un niveau plus macroscopique que sur les tâches élémentaires. Parfois, en effet, l'affectation sur les tâches élémentaires est inflationniste, en termes d'estimation de la charge de travail.

Les liens logiques d'une tâche enveloppe se réalisent de la façon suivante dans PRIMAVERA P6.

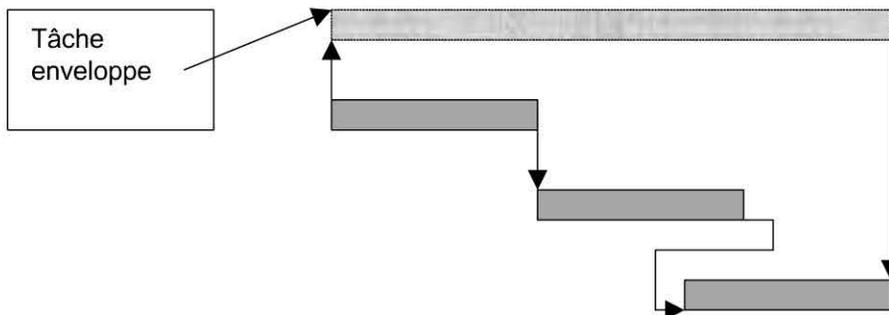


Figure 11.57 Liens logiques tâche enveloppe

Pour définir une tâche enveloppe, sélectionner une tâche, cliquer sur l'onglet « Général » de la fenêtre « Détails des tâches », et dans la rubrique « Type de tâche », choisir « Tâche enveloppe ».

### ◆ Définition des contraintes de début

Pour positionner une tâche dans le futur sans liens logiques, il faut lui affecter une contrainte de début au plus tôt. Pour ce faire, sélectionner l'onglet statut de la fenêtre « Détails de la tâche », onglet « Statut », rubrique « Contraintes », et définir une contrainte principale de type « Début au plus tôt ».

Sur la figure 11.58, une contrainte a été définie sur la tâche B, un suffixe « \* » apparaît dans le champ « début ».

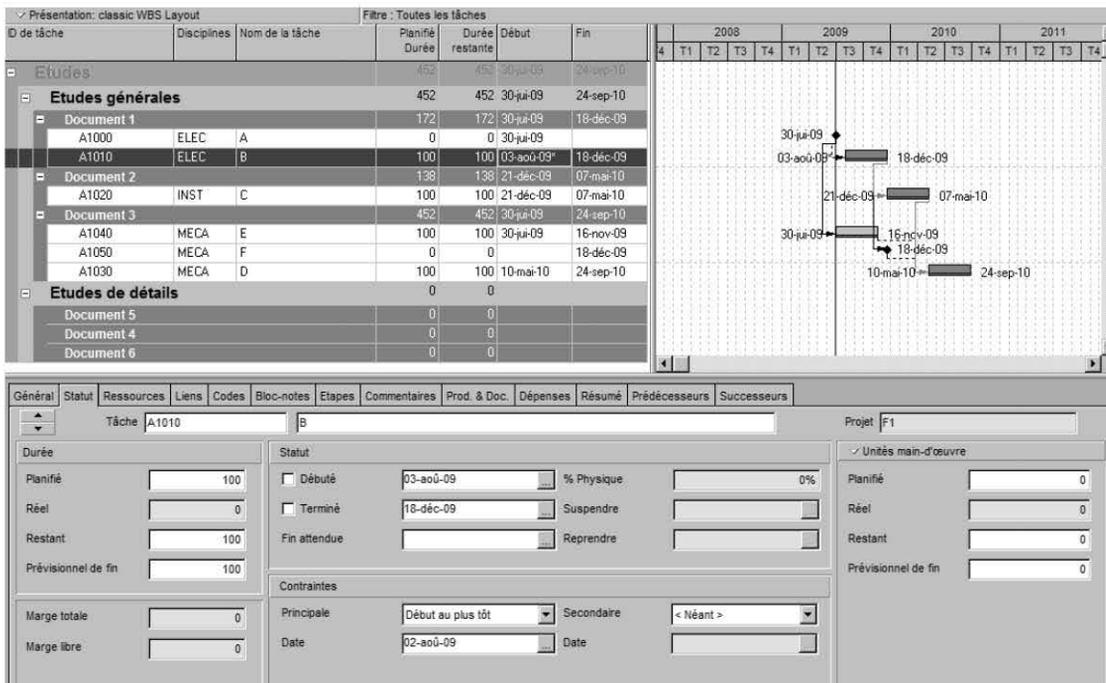


Figure 11.58 Contrainte de début

### ◆ Définition des contraintes de fin

Les contraintes de fin au plus tard définissent des jalons contractuels, des échéances qu'il ne faut pas dépasser. Elles permettent de définir le chemin critique puisque les marges sont calculées à partir de ces contraintes.

Il convient d'ajouter une contrainte de fin notamment sur la date de fin du projet. Pour ce faire, sélectionner la tâche « D » puis la fenêtre « détails des tâches », onglet « Statut », rubrique « Contraintes », et définir une contrainte de « fin au plus tard le » en tant que « contrainte principale ».

Les contraintes « secondaires » peuvent être utilisées quand la tâche possède à la fois un début au plus tôt et une fin au plus tard.

### ◆ Méthode de mesure de l'avancement physique des tâches

Il est possible de définir une méthode de mesure de l'avancement physique pour chaque tâche du planning. La méthode proposée par PRIMAVERA P6 est celle des jalons intermédiaires. Lorsqu'on atteint une étape (un jalon) un pourcentage d'avancement physique est atteint.

Sélectionner une tâche et dans la vue « Détails des tâches », onglet « Étapes », cliquer sur « Ajouter » pour définir les différentes étapes subdivisant la tâche.

Il est possible d'utiliser la fenêtre de texte située à droite des étapes pour les définir précisément, comme indiqué ci-après figure 11.59.

ID de tâche	Disciplines	Nom de la tâche	Planifié	Durée	Début	Fin
452		Etudes	452	452	30-jui-09	24-sep-10
		<b>Etudes générales</b>	452	452	30-jui-09	24-sep-10
		Document 1	172	172	30-jui-09	18-déc-09
A1000	ELEC	A	0	0	30-jui-09	
A1010	ELEC	B	100	100	03-aoû-09*	18-déc-09
		Document 2	138	138	21-déc-09	07-mai-10
A1020	INST	C	100	100	21-déc-09	07-mai-10
		Document 3	452	452	30-jui-09	24-sep-10
A1040	MECA	E	100	100	30-jui-09	16-nov-09
A1050	MECA	F	0	0		18-déc-09
A1030	MECA	D	100	100	10-mai-10	24-sep-10*

Nom de l'étape	Terminé
Commencement du document	<input type="checkbox"/>
Première version	<input type="checkbox"/>
Approbation 1ère version	<input type="checkbox"/>
Deuxième version	<input type="checkbox"/>
Approbation 2ème version	<input checked="" type="checkbox"/>

Approbation 2ème version

Etape 1 = 10%

Etape 2 = 50%

Etape 3 = 60%

Etape 4 = 90%

Etape 5 = 100%

Figure 11.59 Méthodes de mesure de l'avancement physique

Définir les « étapes » de toutes les tâches du planning afin que le pourcentage d'avancement ne soit pas donné « à dire d'expert ».

### ◆ Sauvegarde de la référence

Il convient de prendre une « photographie » du planning lors du démarrage du projet afin de mesurer les écarts pour le cycle de vie du projet, et être en mesure de les corriger.

Lancer la commande « Projet / mettre à jour les références », et dans la boîte de dialogue active cliquer sur le bouton « Ajouter ».

Une fenêtre intermédiaire s'ouvre, cliquer sur « Enregistrer le projet en cours en tant que nouvelle référence ».

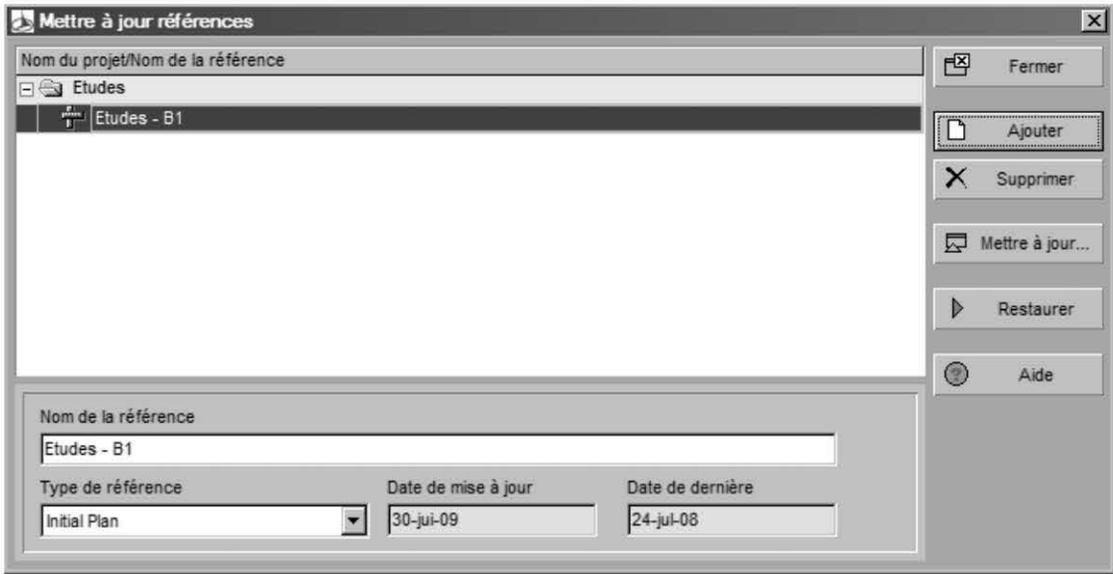


Figure 11.60 Créer une référence pour le projet

Renommer la référence et définir le « type de référence ».

La référence est donc créée, la deuxième étape consiste à l'affecter au projet. Pour ce faire, lancer la commande « Projet / Affecter les références ». La boîte de dialogue suivante s'ouvre.

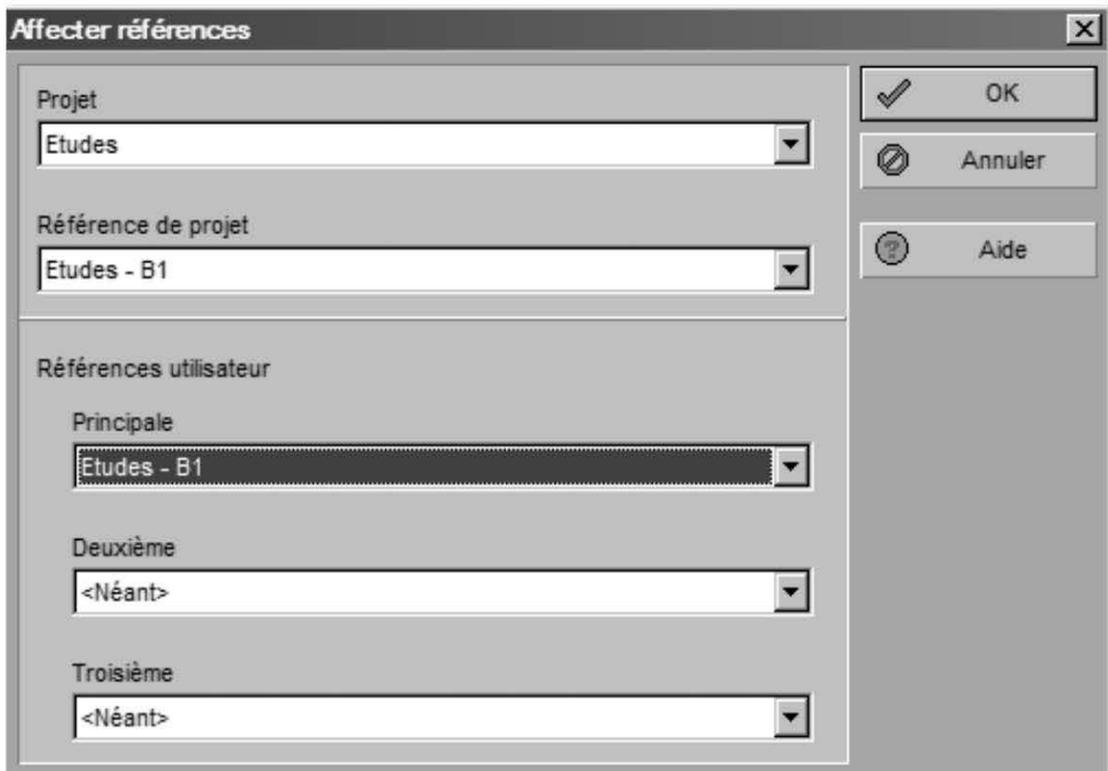


Figure 11.61 Affectation de la référence

Indiquer que la référence (active) du projet est la référence qui vient d'être créée. De plus, déclarer la référence comme référence « principale ». Valider en cliquant sur le bouton « OK ».

### ◆ Paramétrage du style des barres

Pour paramétrer le style des barres du diagramme de Gantt, lancer la commande « Affichage / Barres ». La fenêtre suivante apparaît.

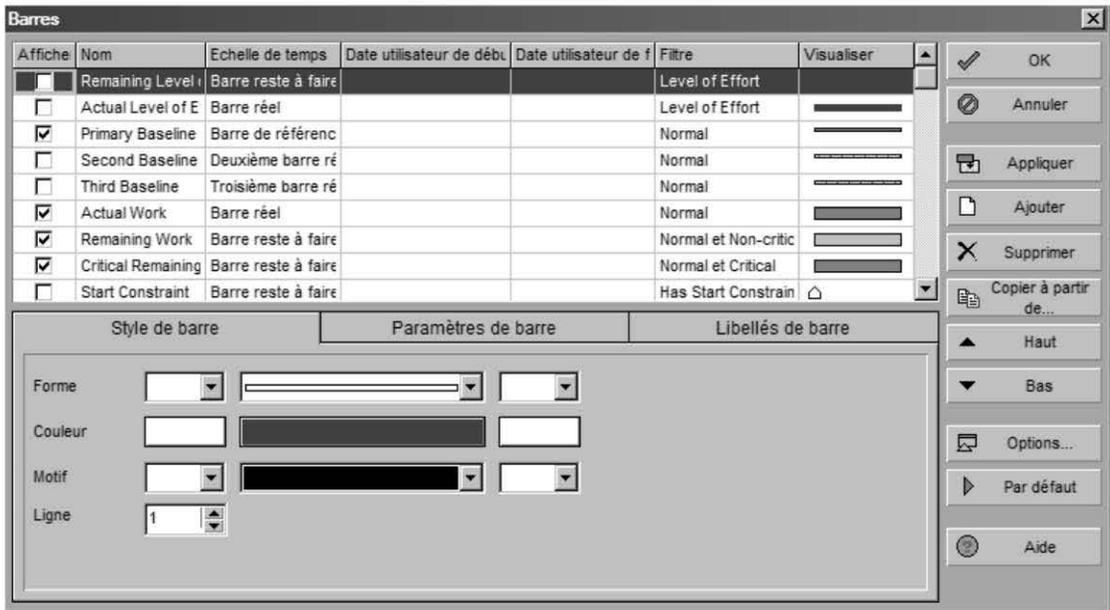


Figure 11.62 Style des barres

La référence principale est sélectionnée, elle est donc affichée sur le diagramme de Gantt. Noter que chaque élément est associé à un filtre. Comme les tâches du planning sont codées (code discipline), il est possible de créer un filtre pour chaque valeur du code discipline et d'y affecter une couleur spécifique. Pour que le chemin critique (en rouge) soit visible, positionner les tâches critiques (critical remaining) en bas de la liste.

### ◆ Utilisation des fonctions de la base de données

PRIMAVERA P6 permet d'effectuer des tris, des filtres et des regroupements en fonction notamment du codage des tâches.

#### Le tri

Dans la table de données, cliquer sur un entête de colonne, par exemple celui du champ « Début » : les tâches sont alors triées par ordre chronologique.

Présentation: classic WBS Layout				Filtre : Toutes les tâches			
ID de tâche	Disciplines	Nom de la tâche	Planifié Durée	Durée restante	Début	Fin	
Etudes			455	455	30-jui-09	27-sep-10	
Etudes générales			455	455	30-jui-09	27-sep-10	
Document 1			175	175	30-jui-09	21-déc-09	
A1000	ELEC	A	0	0	30-jui-09		
A1010	ELEC	B	101	101	03-aoû-09*	21-déc-09	
Document 2			140	140	22-déc-09	10-mai-10	
A1020	INST	C	100	100	22-déc-09	10-mai-10	
Document 3			455	455	30-jui-09	27-sep-10	
A1040	MECA	E	100	100	30-jui-09	16-nov-09	
A1050	MECA	F	0	0		21-déc-09	
A1030	MECA	D	100	100	11-mai-10	27-sep-10*	
Etudes de détails			0	0			
Document 5			0	0			
Document 4			0	0			
Document 6			0	0			

Figure 11.63 Tri des tâches

Noter qu'un petit triangle sur le champ début indique le tri actif.

Il est possible de trier par ordre ascendant ou descendant.

Le tri par « ID de la tâche » est souvent utilisé.

### Le filtre

Lancer la commande « Affichage / Filtres », puis cliquer sur « Nouveau » dans la boîte de dialogue contenant tous les filtres. Paramétrer la boîte de dialogue active de la façon suivante.

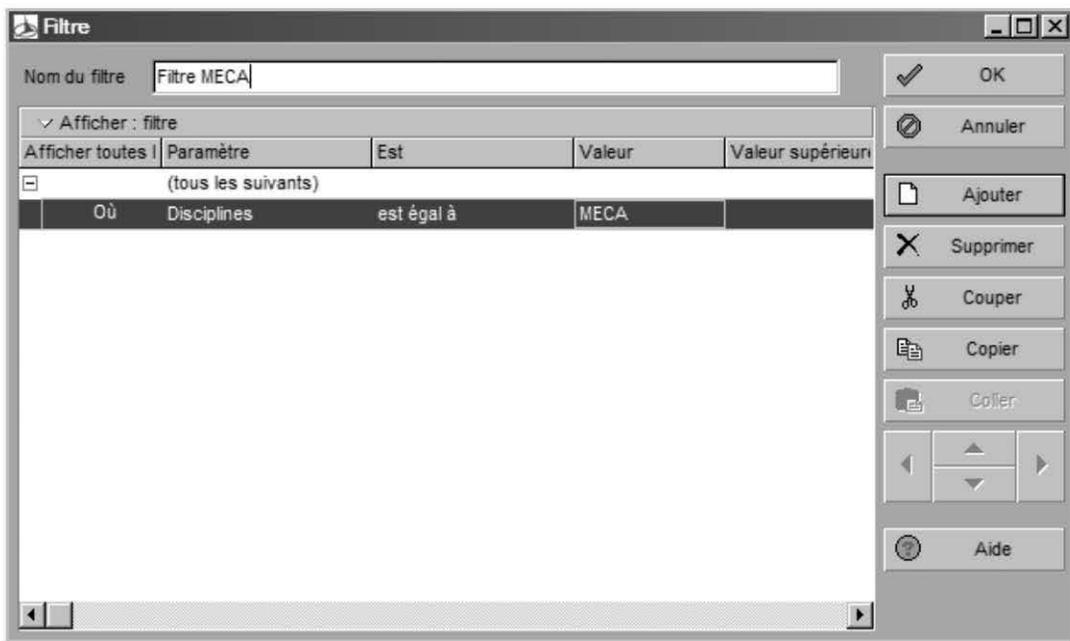


Figure 11.64 Définition des filtres

Toutes les tâches dont le code discipline est « MECA » seront sélectionnées par ce filtre.

Sélectionner le filtre « MECA » dans la boîte de dialogue contenant tous les filtres, cliquer sur « OK ».

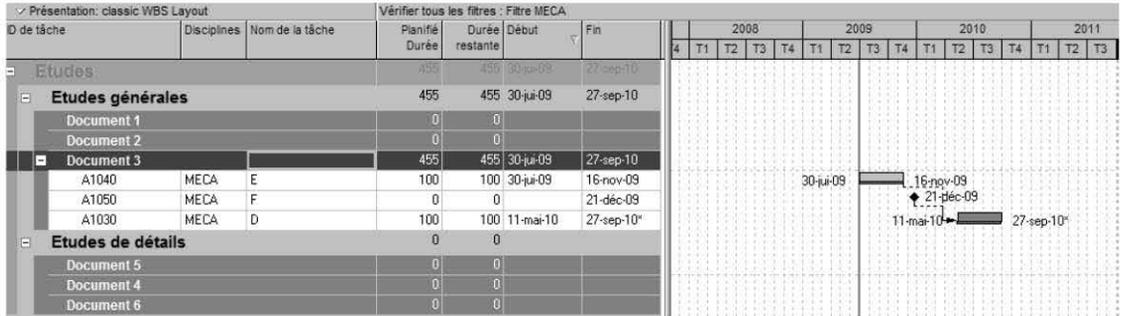


Figure 11.65 Tâches filtrées

### Les regroupements

Cette fonction permet de regrouper les tâches d'une manière différentes que le WBS. Cela permet de créer une double, voire une triple structure.

Lancer la commande « Affichage / regroupements ». Dans la boîte de dialogue « Regrouper et trier », indiquer dans le champ « Grouper par » le code « Disciplines ». Cliquer sur « Appliquer » puis « OK ».

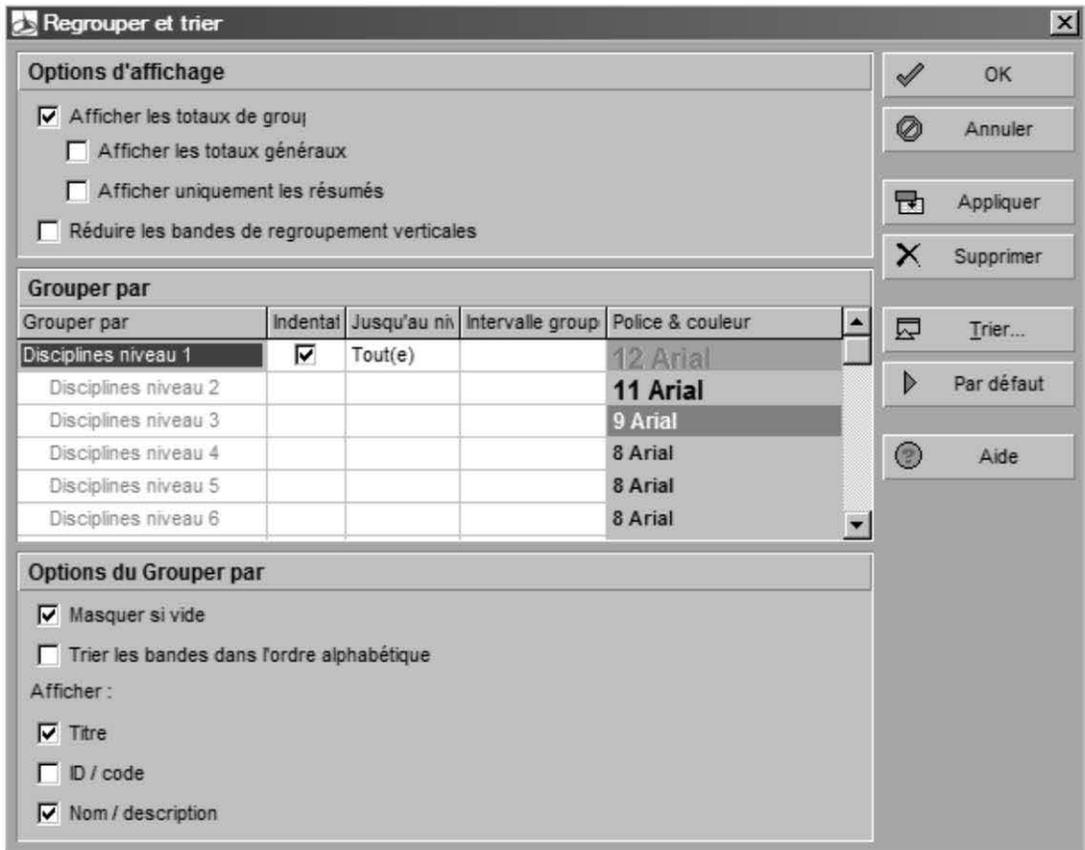


Figure 11.66 Regrouper et trier

On obtient le résultat suivant.

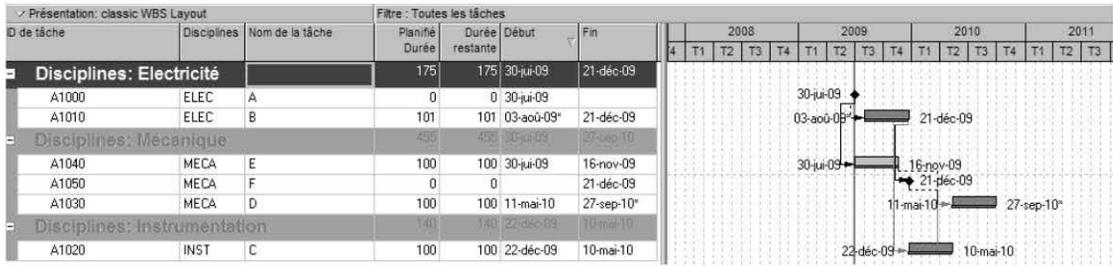


Figure 11.67 Résultat du regroupement

### Les modifications globales

Cet outil permet d'effectuer des requêtes « modification » dans la base de données.

Par exemple, pour modifier la durée des tâches procéder en fonction du code discipline, procéder comme suit.

Lancer la commande « Outils / Modifications globales », et cliquer sur le bouton « Nouveau ».

Paramétrer la boîte de dialogue de la manière suivante.

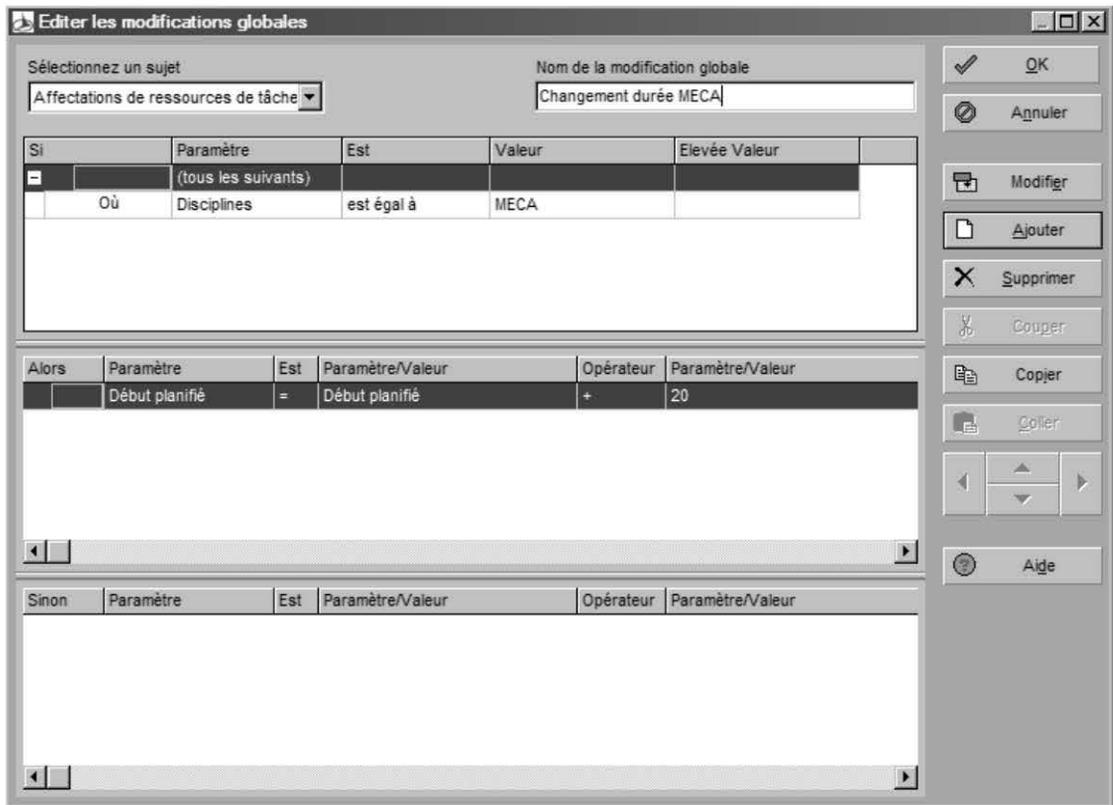


Figure 11.68 Éditer les modifications globales

Fermer cette fenêtre en cliquant sur « OK », et dans la fenêtre « Modification globales », sélectionner la modification « Changement durée MECA » puis cliquer sur « Appliquer les modifications ». Une fenêtre « Rapport des modifications globales » s'ouvre et permet de visualiser le résultat de la requête avant le lancement effectif. Dans cette dernière fenêtre, cliquer sur « Valider les modifications » pour valider la modification globale et la lancer.

### 11.2.3 Mettre à jour le planning

#### ◆ Définir la progress spotlight

Lancer la commande « Affichage / Progress Spotlight », une bande jaune apparaît sur le diagramme de Gantt mettant en exergue la période de contrôle. Ajuster cette période de mise à jour à l'aide de la souris.

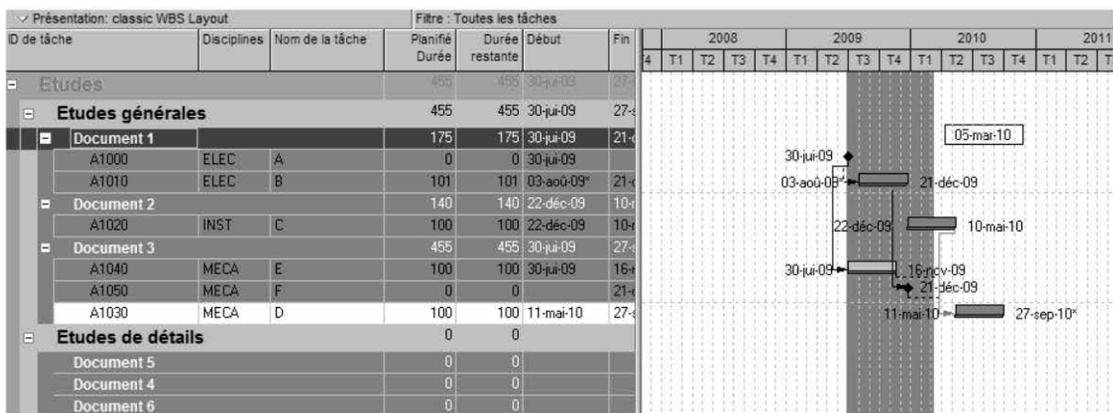


Figure 11.69 Progress Spotlight

Toutes les tâches concernées par la mise à jour sont surlignées en jaune.

#### ◆ Renseigner le statut des tâches

Dans la fenêtre « détail des tâches », onglet « statut », renseigner le statut de chaque tâche surlignée.

Trois cas peuvent se présenter :

- ▶ la tâche a débuté, est terminée ;
- ▶ la tâche a débuté, est non terminée ;
- ▶ la tâche n'a pas débuté.

Supposons que la tâche A a bien débuté le 30 juin 2009. Dans la partie « Statut » de l'onglet « Statut », cliquer sur « Débuté ».

Statut	
<input checked="" type="checkbox"/> Débuté	30-jui-09
<input checked="" type="checkbox"/> Terminé	
Fin attendue	

Figure 11.70 Le jalon a débuté (et est terminé)

La tâche B a débuté le 15 août, et finira le 12 mai 2010. Cliquer sur la case à cocher « Débuté », puis modifier la date de début au 15 août 2009, puis entrer une date de fin attendue au 12 mai 2010.

Statut	
<input checked="" type="checkbox"/> Débuté	15-août-09
<input type="checkbox"/> Terminé	17-nov-09
Fin attendue	12-mai-10

Figure 11.71 Tâche a débuté et est en cours

La tâche C commencera le 3 octobre 2010. Sélectionner cette tâche, et entrer une contrainte principale de début au plus tôt le 3 octobre 2010.

Statut	
<input type="checkbox"/> Débuté	04-oct-10
<input type="checkbox"/> Terminé	18-fév-11
Fin attendue	

Contraintes	
Principale	Début au plus tôt
Date	03-oct-10

Figure 11.72 La tâche n'a pas débuté

La tâche E a débuté et est terminée aux dates planifiées.

The 'Statut' dialog box contains the following information:

Statut	Date
<input checked="" type="checkbox"/> Débuté	30-jui-09
<input checked="" type="checkbox"/> Terminé	16-nov-09
Fin attendue	

Figure 11.73 La tâche a débuté et est terminée

Pour chaque tâche du planning renseigner le pourcentage d'avancement physique au sein de l'onglet « Statut », rubrique « statut », champ « pourcentage d'avancement physique ». Utiliser les méthodes de mesure de l'avancement physique définies précédemment.

#### ◆ Lancer le calcul (F9)

Appuyer sur la touche « F9 ». Dans la boîte de dialogue « Planification » cliquer sur le bouton « option ». La fenêtre suivante apparaît, la paramétrer comme indiqué.

The 'Options de planning avancées' dialog box has two tabs: 'Général' and 'Avancé'. The 'Avancé' tab is active. The options are as follows:

- Ignorer les liens vers et à partir d'autres projets
- Faire des tâches ouvertes des tâches critiques
- Utiliser les dates de fin attendues
- Planifier automatiquement lorsqu'un changement concerne des dates
- Lisser les ressources lors de la planification
- Recalculer les coûts des ressources après la planification

Lors de la planification des tâches en cours, utiliser:

- Priorité à la logique
- Priorité à l'avancement
- Dates réelles

Calculer le délai début-début à partir du:

- Début au plus tôt
- Début réel

Définir les tâches critiques comme:

- Marge totale inférieure ou égale à
- Chemin le plus long

Calculer la marge totale comme:

Marge de fin = Fin au plus tard - Fin au plus tôt

Calendrier pour planifier le délai des liens:

Calendrier des tâches successeurs

Figure 11.74 Options de planning avancées

Cliquer sur « fermer » et, dans la boîte de dialogue « planification », sélectionner la date de mise à jour puis cliquer sur « planifier ».

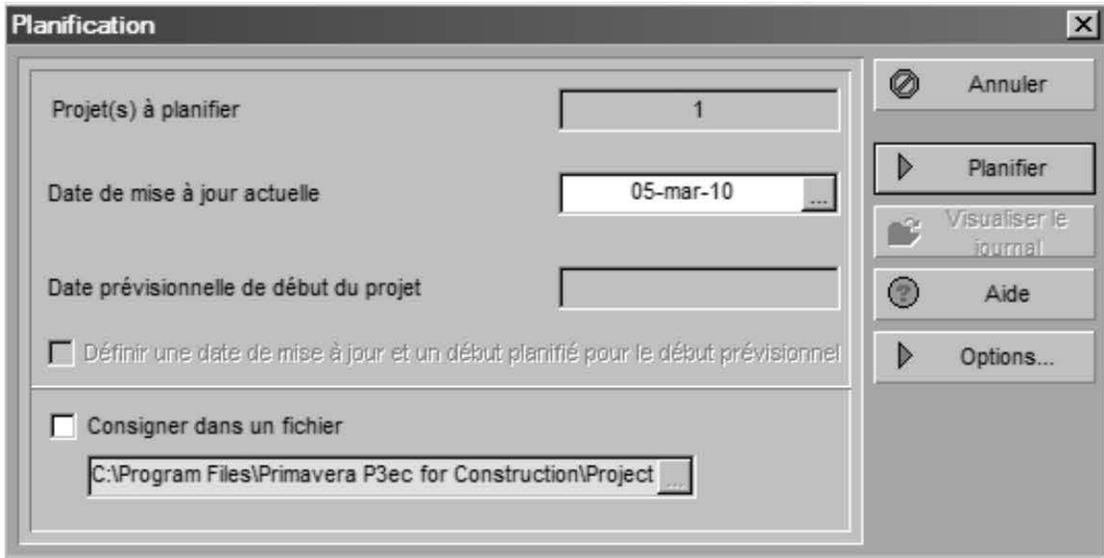


Figure 11.75 Sélection de la date de mise à jour

Le résultat est visible sur la figure suivante.

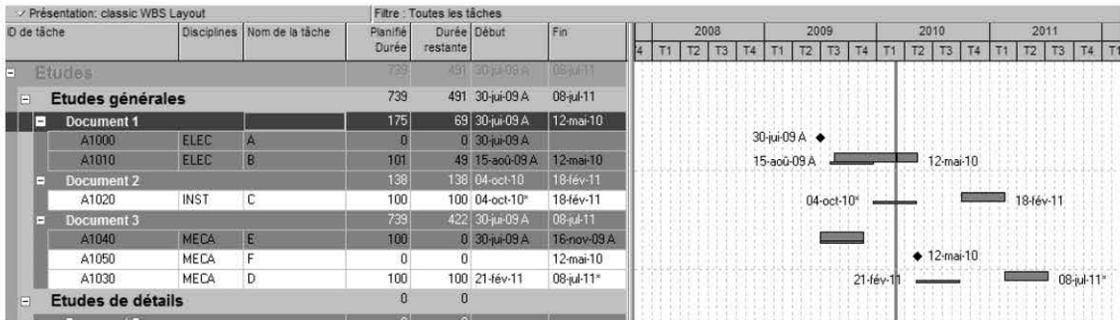


Figure 11.76 Planning suite à la mise à jour

## 11.2.4 La gestion des ressources

### ◆ Définition de la liste des ressources

Lancer la commande « Entreprise / ressources ».

Dans la fenêtre « Ressources », cliquer sur « Ajouter » (bouton sur la droite).

L'assistant se lance. Définir « l'ID de la ressource » et le « nom de la ressource », cliquer sur suivant. Définir le type de la ressource, ici « Main d'œuvre ». Cliquer sur suivant. Définir le « Prix par unité », par exemple 80 €/h. Cliquer sur suivant. Il n'est pas nécessaire dans cet exemple de définir une compétence, cliquer sur suivant.

Définir le calendrier de la ressource. Cliquer sur suivant. Cocher « Ne pas calculer automatiquement les valeurs réelles » (pour la ressource). Cliquer sur suivant. Sélectionner « Non je ne veux pas configurer la time sheet maintenant ». Cliquer sur Fin. Ajouter de la même manière une autre ressource.

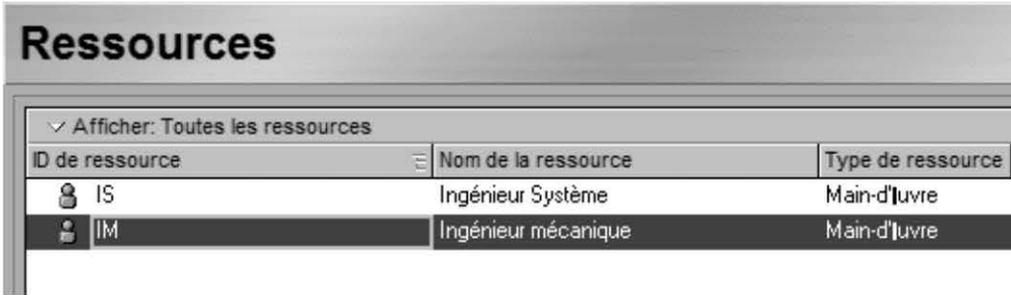


Figure 11.77 Définition des ressources

◆ **Affectation des ressources aux tâches planning**

Afin de disposer d'exemples, les tâches G, H, et I ont été ajoutées.

Sélectionner la vue planning et la tâche G, puis la fenêtre « Détails des tâches » onglet « Ressources ».

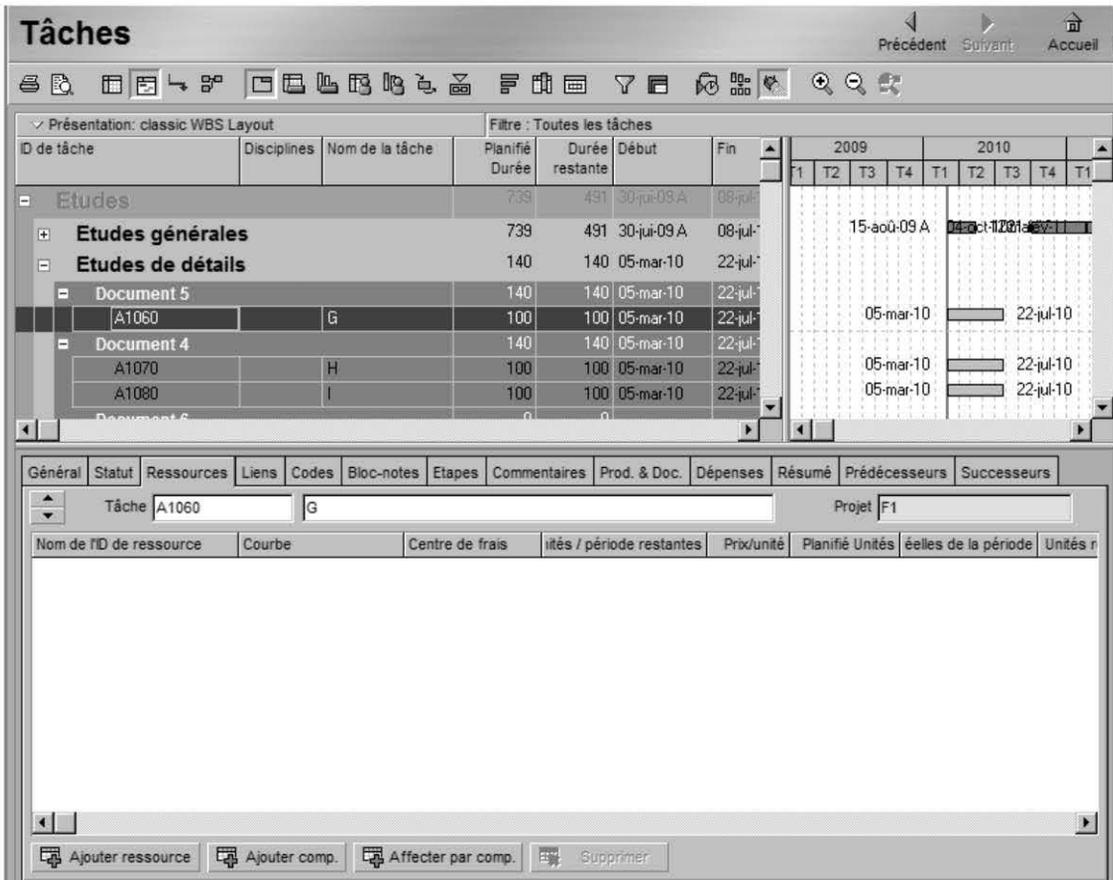


Figure 11.78 Préparation de l'affectation

Cliquer sur « Ajouter une ressource ». Sélectionner la ressource à affecter et valider. Un clic droit, dans l'onglet « Ressources », sur la partie vide de l'onglet, permet d'afficher de colonnes supplémentaires. Afficher la colonne « Unités restantes ».

Par défaut, la ressource est affectée à un taux d'utilisation de 100 %. Pour une tâche d'une durée de 100 jours, avec une disponibilité de 8 h/jour, on obtient un total de 800 heures. Modifier le champ « planifié unités » en le définissant à 1 000 heures. Noter que le champ « Unités restantes » passe à 1 000 heures également. Modifier éventuellement la courbe d'étalement de la charge sur la tâche. Effectuer les mêmes opérations pour les deux tâches suivantes. Sauver la référence et l'affecter en tant que référence principale. Pour la tâche G, on obtient les données présentées sur la figure 11.79.

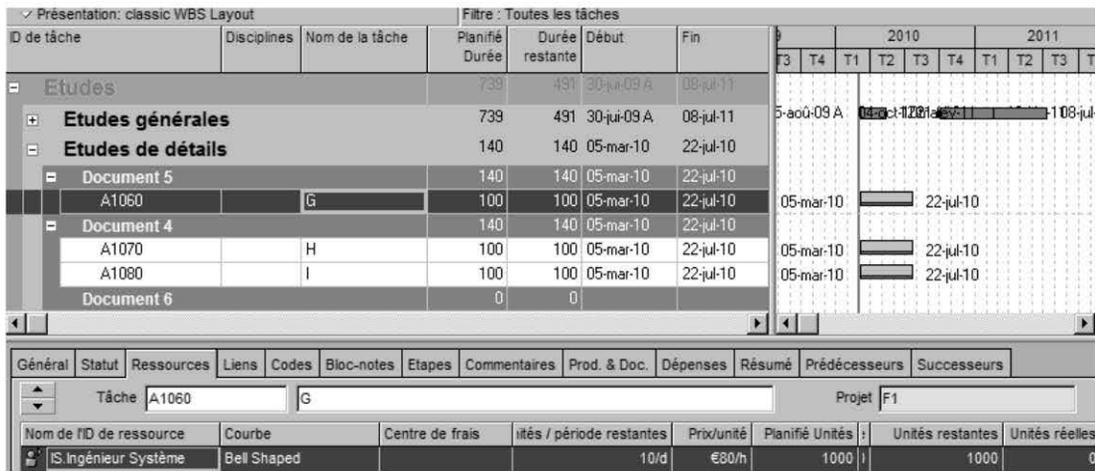


Figure 11.79 Affectation des ressources

### ◆ Mise à jour des ressources

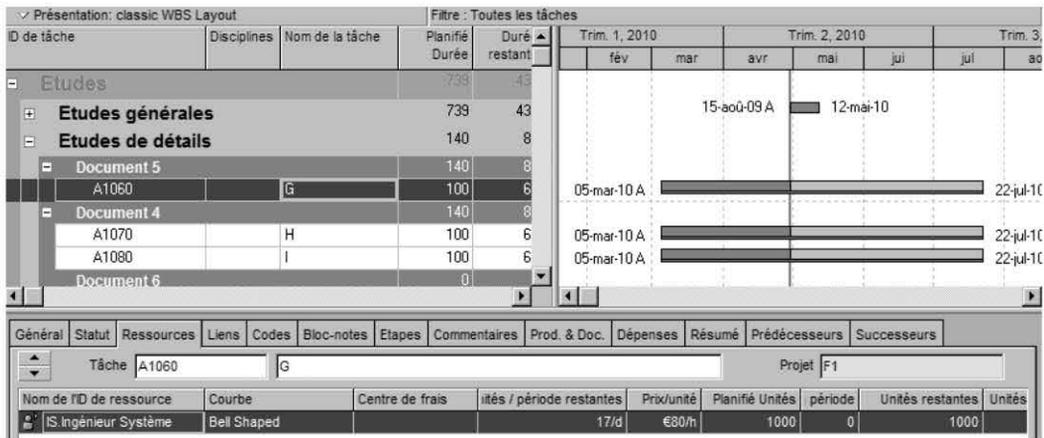


Figure 11.80 Mise à jour des dates et pourcentage d'avancement

Commencer par mettre à jour les dates de chaque tâche, ainsi que leur pourcentage d'avancement. Lancer un calcul (F9). Après la mise à jour des

dates et du pourcentage d'avancement, on obtient, pour la tâche G les données suivantes. Noter que les unités restantes ont été reportées sur la durée restante de la tâche G. Il reste à faire 1 000 heures.

Renseigner le champ « unités réelles » (le cumul des heures consommées), par exemple 100 heures. Ré-estimer le reste à faire (RAF), et renseigner le champ « unités restantes », par exemple 600 heures. Effectuer les mêmes opérations pour toutes les tâches. Lancer un calcul (F9). On obtient, pour la tâche G, les données suivantes.

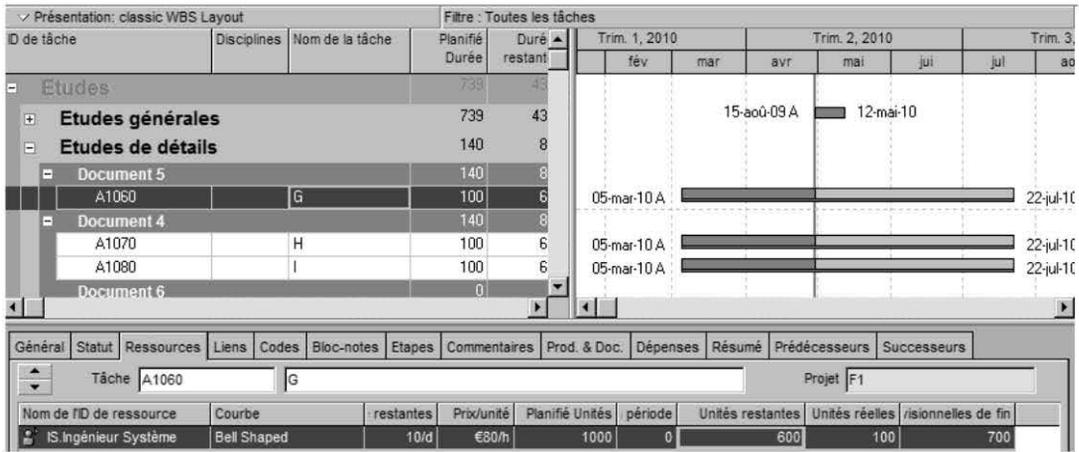


Figure 11.81 Renseignement du consommé et du RAF

◆ Visualisation du profil de charge

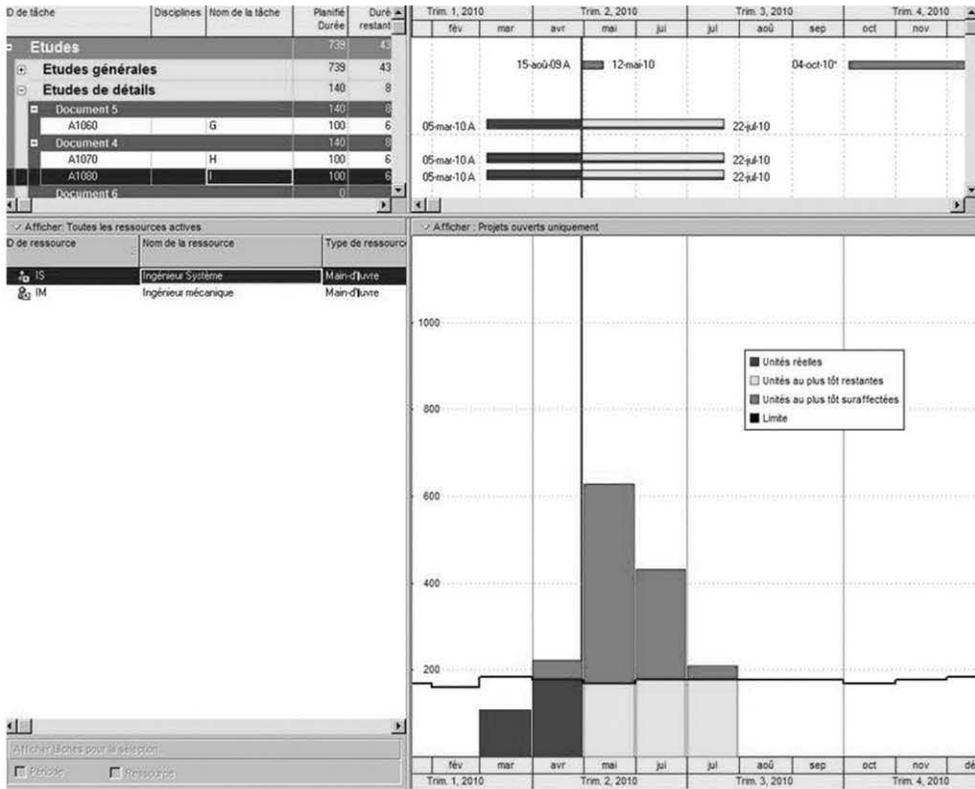


Figure 11.82 Profil de charge d'une ressource

Lancer la commande « Affichage / Afficher en bas / profil d'utilisation des ressources ». On obtient l'histogramme suivant pour la ressource ingénieur système.

Lancer la commande « Affichage / afficher en bas / profil d'utilisation des tâches » pour obtenir le plan de charge du projet.

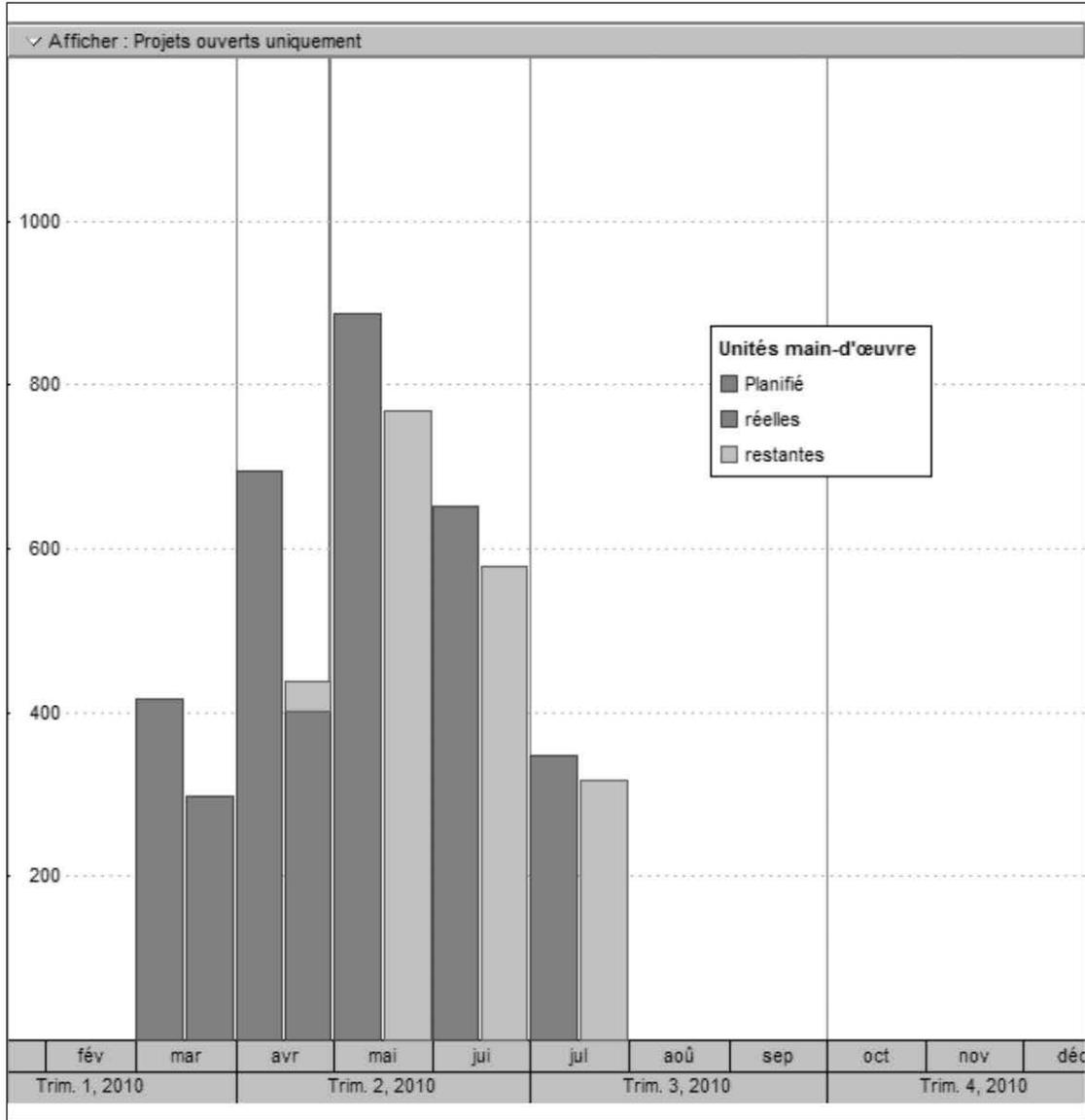


Figure 11.83 Plan de charge du projet

### ◆ Affichage des courbes de la valeur acquise

Effectuer un clic bouton droit sur l'histogramme de charge et sélectionner « Option profil de répartition par tâche ». La fenêtre suivante apparaît.

Cocher les cases « Afficher les courbes valeurs acquises » et valider, on obtient les courbes suivantes (figure 11.85).

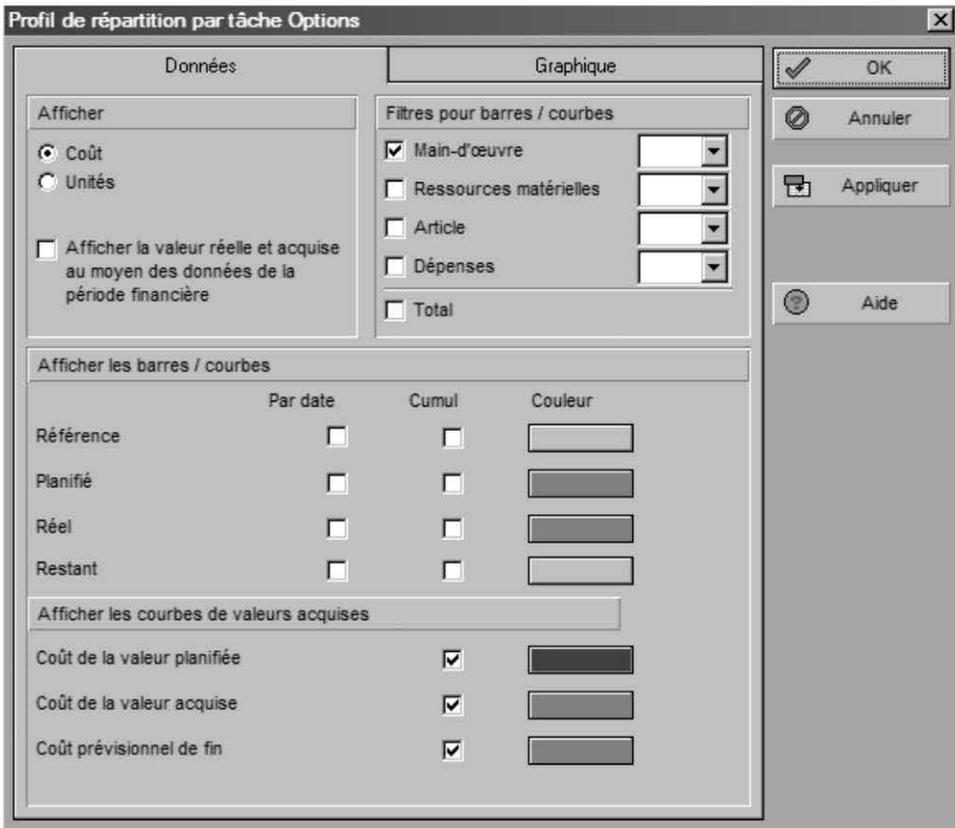


Figure 11.84 Configuration des courbes de la valeur acquise

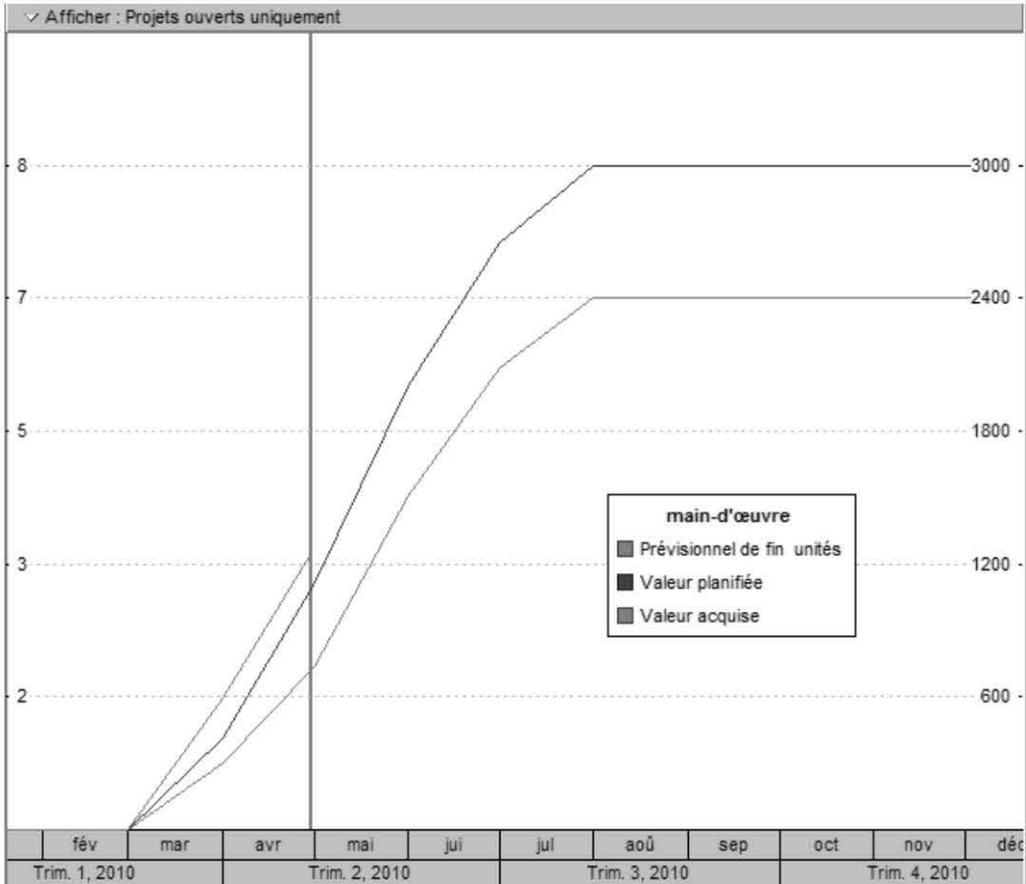


Figure 11.85 Courbes en S



# 12

## Testez vos connaissances

### 12.1 Testez vos connaissances en planification opérationnelle

- 1. Vous devez réaliser le WBS d'un projet, quelle question pouvez-vous poser pour y parvenir ?**
  - a. « Souhaitez-vous que l'on utilise la méthode Monte-Carlo ? »
  - b. « Quelle métrique d'avancement souhaitez-vous utiliser ? »
  - c. « Existe-t-il des diagrammes de flux ? »
- 2. Quelle relation lie le RBS (*Resource Breakdown Structure*) à l'OBS (*Organization Breakdown Structure*) ?**
  - a. L'OBS est le prolongement du RBS
  - b. Le RBS est le prolongement de l'OBS
  - c. Aucune
- 3. Dans un rétro-planning, doit-on définir des liens dans le sens aval vers amont ?**
  - a. Oui, le problème étant de finir le projet et non de le commencer, il faut commencer par la fin et remonter dans le temps, ce qui permet notamment de définir les dates de butées des études.
  - b. Non, les liens de type Début-Fin empêcheraient toute projection du planning en mode suivi.

**4. La marge libre est toujours inférieure à la marge totale !**

- a. C'est toujours vrai car les plannings en retard ne sont jamais diffusés, c'est le principe de la méthode du chemin critique.
- b. C'est faux, comme son nom l'indique, son degré de liberté est plus élevé.
- c. C'est souvent vrai, sauf qu'elle ne peut jamais être négative alors que la marge totale si.

**5. Précisément, le chemin critique c'est...**

- a. Le chemin le plus court pour atteindre la date d'achèvement au plus tôt du projet ?
- b. Le chemin le plus long pour atteindre la date d'achèvement au plus tôt du projet ?
- c. Le chemin le plus court et le plus long pour atteindre la date d'achèvement au plus tôt du projet ?
- d. Le chemin le plus court pour atteindre la date d'achèvement au plus tard du projet ?
- e. Le chemin le plus long pour atteindre la date d'achèvement au plus tard du projet ?
- f. Le chemin le plus court et le plus long pour atteindre la date d'achèvement au plus tard du projet ?
- g. Le chemin le plus court pour atteindre la date d'achèvement au plus tôt et au plus tard du projet ?
- h. Le chemin le plus long pour atteindre la date d'achèvement au plus tôt et au plus tard du projet ?
- i. Le chemin le plus court et le plus long pour atteindre la date d'achèvement au plus tôt et au plus tard du projet ?

**6. Toute tâche sur le chemin critique a forcément une marge nulle ou négative ?**

- a. Vrai, c'est la définition du chemin critique !
- b. Faux, cela signifierait qu'aucune marge n'a été prévue dans le planning initial !

**7. Tout retard sur le chemin critique entraîne un retard de la date de fin de projet ou des jalons contractuels...**

- a. Exact, c'est la définition du chemin critique.
- b. C'est vrai uniquement sur les plannings contenant des liens de type Fin-Début.
- c. Faux, la criticité dans un réseau logique est une notion subjective.

- 8. Comment est définie la disponibilité d'une ressource ?**
- a. En ajustant son taux horaire
  - b. En lui affectant un calendrier spécifique
  - c. En définissant son taux d'utilisation maximum
- 9. Dans quelle méthodologie d'ordonnement rencontre-t-on des tâches fictives ?**
- a. Potentiel-tâches
  - b. Potentiel-étapes
  - c. Chaîne critique
- 10. Quelle méthode est utilisée par la plupart des logiciels de planification actuels ?**
- a. PERT
  - b. PDM (antécédents)
  - c. MPM
- 11. L'utilisation de la méthode de l'avancement physique dite « des jalons intermédiaires » implique que les jalons soient...**
- a. ... de durées nulles.
  - b. ... séquentiels.
  - c. ... chargés par au moins une ressource.
- 12. La technique la plus pertinente pour mesurer l'avancement physique d'une tâche est ?**
- a. La technique dite « unités équivalentes »
  - b. La technique dite « des jalons intermédiaires »
  - c. La technique dite « pourcentage à dire d'expert »
- 13. En planification, un plan d'actions consiste souvent à...**
- a. insérer des tâches hamacs dans le réseau.
  - b. détailler une partie du planning.
  - c. créer un nouveau lot de travail.
- 14. Les courbes de la méthode de la valeur acquise « BCWS (*Budgeted Cost of Work Scheduled*), ACWP (*Actual Cost of Work Performed*), et BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*) » ont été renommées « PV (*Planned Value*), AC (*Actual Cost*), et EV (*Earned Value*) » dans le PMBoK 2000. Comment AFNOR a-t-elle traduit ces nouveaux termes dans son dictionnaire ?**
- a. Valeur Prévue (VP), Coût Réel (CR), Valeur Acquise (VA)

- b. Coût Budgété des travaux Prévus (CBTP), Coût Réel des Travaux Effectués (CTRE), Coût Budgété des Travaux Effectués (CBTE)
- c. Valeur Budgétaire du Travail Planifié (VBTP), Valeur Dépensée du Travail Réalisé (VDTR), Valeur Budgétaire du Travail Réalisé (VBTR)

**15. Laquelle de ces propositions est fausse ?**

- a. L'entropie ayant tendance à augmenter, il est nécessaire de créer un référentiel et de le comparer à la réalité périodiquement pour réduire les écarts au fur et à mesure.
- b. Tout comme dans la théorie des gaz qui occupent tout le volume disponible, toute durée annoncée sur le planning devrait être consommée en totalité.
- c. Les courbes en S s'appellent ainsi parce qu'elles forment un S mais aussi parce qu'elles sont l'intégrale, ou la somme, symbolisée par un « ∫ », du plan de charge ou de l'étalement des coûts.
- d. Dans un planning ordonnancé avec la méthode PERT-temps, l'ordre de réalisation des tâches est forcément total.

## 12.2 Testez vos connaissances en coûténance

**1. Le CBS (*Cost Breakdown Structure*)...**

- a. ... n'existe plus ;
- b. ... est la consolidation des coûts sur le WBS ;
- c. ... est une structure indépendante de gestion des coûts.

**2. Que signifie l'abréviation CWBS ?**

- a. *Contract Work Breakdown Structure*
- b. *Client Work Breakdown Structure*
- c. *Calendar Work Breakdown Structure*

**3. À quoi correspond le budget ?**

- a. Il correspond à un besoin.
- b. Il correspond à une ressource (un moyen).
- c. Il correspond à une charge (dans le sens d'un travail).

**4. Le budget à date c'est :**

- a. Le budget initial plus les avenants au contrat (associé à une feuille de modification).
- b. Le budget initial modifié par redistributions internes.
- c. Le budget initial encouru à la date considérée.

- 5. Quel est l'objectif de la méthode du reste à faire ?**
- Déterminer où on va si on continue comme on a commencé.
  - Calculer le reste à faire par la formule « Coût Prévisionnel Final - Déjà fait ».
  - Calculer le reste à faire par la formule « Budget à Date - Déjà fait ».
- 6. Qu'est qu'un coût encouru ?**
- C'est la valorisation des coûts réellement effectués à la date considérée. Il correspond à l'avancement physique (CR : coût réel).
  - C'est la valeur du budget qui correspond à l'avancement physique (VA : valeur acquise).
  - Il s'agit de toutes les dépenses internes déjà dépensées plus celles qui seront dépensées inexorablement (obligation de payer).
- 7. Il est statistiquement vérifié que lorsque 5 % du coût total est dépensé, 80 % des coûts sont définis.**
- Vrai.
  - Faux.
- 8. Quelle méthode de suivi est à utiliser pour les matériels et équipements ?**
- Reste à engager
  - Reste à encourir
  - Reste à engager ou Reste à encourir
- 9. Quelle méthode de mesure de l'avancement physique est à utiliser pour les travaux de construction ?**
- Efforts répartis
  - Unités équivalentes
  - Jalons intermédiaires
- 10. Le coût prévisionnel final est un résultat intermédiaire ?**
- Vrai
  - Faux
- 11. Qu'est-ce que la variance coût ?**
- C'est la variation, au sens mathématique, entre le coût prévisionnel final et le budget à date.
  - C'est la différence, à la date de la période de contrôle en cours, entre la valeur prévue et la valeur réelle.
  - C'est la différence, à la date de la période de contrôle en cours, entre la valeur acquise et la valeur réelle.

**12. Qu'est-ce que la dérive ?**

- a. C'est la différence, entre deux rapports successifs, du budget à date.
- b. C'est la différence, entre deux rapports successifs, du coût prévisionnel final.
- c. C'est la différence, entre deux rapports successifs, du déjà fait.

**13. En quoi consiste la désactualisation ?**

- a. Elle consiste à ramener un coût courant à une date antérieure, les coûts courants deviennent alors des coûts constants.
- b. Elle consiste à évaluer un coût courant à partir d'un coût défini antérieurement.

**14. Quels types de coûts utilise-t-on en gestion de projet ?**

- a. Coûts constants.
- b. Coûts constants.
- c. Coûts historico-bloqués.

**15. Que représente la valeur acquise ?**

- a. C'est la valeur du budget qui correspond à l'avancement, c'est une valeur fictive qui existe uniquement pour l'analyse des variances et écarts, et le calcul du CPF.
- b. C'est la valorisation des coûts réellement effectués à la date considérée. Elle correspond à l'avancement physique.
- c. C'est la courbe d'avancement physique.

## 12.3 Testez vos connaissances en maîtrise des risques

**1. Quelles sont les étapes de la gestion des risques qualitatifs ?**

- a. Identification, Évaluation et hiérarchisation, Traitement, Suivi et contrôle, Capitalisation.
- b. Évaluation et hiérarchisation, Identification, traitement, suivi et contrôle ; Capitalisation.
- c. Capitalisation, Identification, Évaluation et hiérarchisation, traitement, suivi et contrôle.

**2. À quoi sert le diagramme d'Ishikawa ?**

- a. C'est un diagramme sous forme de pieuvre destiné à recenser des idées de conséquences d'un risque lors d'un brainstorming.

- b. C'est un arbre de décision destiné à évaluer la probabilité d'occurrence d'un risque.
- c. C'est un diagramme qui peut être utilisé pour identifier/hierarchiser les différentes causes d'un risque.

**3. Qu'est-ce que la densité de probabilité d'un coût ?**

- a. C'est la dérivée de sa fonction de répartition.
- b. Elle donne directement sur l'axe des Y la probabilité d'atteindre le coût.
- c. C'est l'intégrale de sa fonction de répartition.

**4. La méthode AMDEC consiste à identifier les risques dans une première étape par :**

- a. Cause.
- b. Mode de défaillance.
- c. Probabilité.

**5. Comment est défini l'Indice de criticité ?**

- a. Par le coût du risque.
- b. C'est la probabilité d'occurrence du risque que multiplie la gravité des conséquences.
- c. Si la tâche est sur le chemin critique.

**6. À quoi peut servir la loi de Pareto ?**

- a. À ordonnancer le planning.
- b. À classer les risques afin de se concentrer sur les 20 % de risques les plus critiques.
- c. À classer les risques afin de se concentrer sur les 80 % de risques les plus critiques.

**7. Qu'est que la méthode Monte-Carlo ?**

- a. C'est une méthode probabiliste qui peut être utilisée pour l'analyse quantitative des risques.
- b. C'est une méthode probabiliste qui peut être utilisée pour l'analyse qualitative des risques.

**8. Qu'est qu'un aléa ?**

- a. Un risque qui n'a pas été envisagé dans le référentiel du projet.
- b. Un risque qui a été envisagé comme une déviation accidentelle au processus prévu.

- c. Un risque envisagé au moment du référentiel, sans que l'on sache si les conséquences sont favorables ou non.
- 9. Quelles questions doit-on poser pour définir la densité de probabilité de la durée d'une tâche planning dans le cas d'une analyse quantitative des risques ?**
- a. Durée optimiste, durée pessimiste.
  - b. Durée optimiste, la plus probable, durée pessimiste.
  - c. Durée la plus probable.
- 10. Pour éliminer les risques inacceptables, une mesure qui consiste à limiter la gravité des conséquences est une mesure de :**
- a. protection.
  - b. prévention.
- 11. Le management des risques consiste à gérer/limiter les risques sur trois axes ?**
- a. Productivité, Coût, Délais.
  - b. Coût, Qualité, Délais.
  - c. Configuration, Coût, Délais.
- 12. Sur quelle structure, l'identification des risques est préconisée dans cet ouvrage ?**
- a. L'analyse par phase.
  - b. L'analyse par causes.
  - c. L'analyse par fonctionnalité.
  - d. L'analyse par l'origine.
  - e. L'analyse par classes.
  - f. L'analyse Riskman.
  - g. L'analyse sur le WBS.
- 13. Quels risques traite-t-on en priorité ?**
- a. Les risques acceptables.
  - b. Les risques non acceptables.
  - c. Les risques les plus critiques (LPC).
- 14. Les variances coût et délai constituent-elles des risques par rapport à l'achèvement du projet ?**
- a. Vrai
  - b. Faux

**15. À partir de quel nombre de tirage la méthode Monte-Carlo est-elle efficace ?**

- a. 10
- b. 100
- c. 1 000

## 12.4 Réponses aux questionnaires

N° Question	Planification	Coûtenance	Risques
1	c	b	a
2	b	a	c
3	b	b	a
4	c	a	b
5	b	a	b
6	b	a	b
7	b	a	a
8	b	c	b
9	b	b	b
10	b	b	a
11	b	c	b
12	a	b	g
13	b	a	c
14	a	b	a
15	d	a	c



# Bibliographie

AFITEP, *Dictionnaire de management de projet*, AFNOR Éditions, 2010.

AFITEP, *Estimation des coûts d'un projet industriel*, AFNOR Éditions, 2001.

Aïm Roger, *Conduire un projet à l'usage des PME, PMI, TPE et des collectivités territoriales*, AFNOR Éditions, 2009.

Avoine Bernard Edmond, *La pratique des coûts dans les projets industriels*, AFNOR Éditions, 1998.

Avoine Bernard Edmond, *Le management de projet orienté client, Éditions d'Organisation*, 2002.

Beaubernard Pierre, *Cours sur la planification méthodes PERT et potentiel*, Amaconsult.

Bellut Serge, *Estimer le coût d'un projet*, AFNOR Éditions, 2001

Bellut Serge, *Maîtriser les coûts d'un projet – Le management par la valeur*, AFNOR Éditions, 2006.

Bernard-Bouissières Jacques, *Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel*, AFNOR Éditions, 2008.

Boham Stephen, *IT Project Portfolio Management*, Artech House, 2004.

Buyse Pieter & Vandebussche Tim, *Performance analysis of Earned Value Management in the construction industry*, .GENT University, 2010.

Ezratty Véronique, Miny Martine, *Manager par projets – Principes et méthodes pour réussir*, AFNOR Éditions, 2006.

Fernez-Walch Sandrine, *Management de nouveaux projets – Panorama des outils et des pratiques*, AFNOR Éditions, 2000.

Giard Vincent, « Management et organisation des entreprises », in Cahiers Français, n° 287, 1998.

Giard Vincent, *Gestion de projets*, Economica, 1991.

Giard Vincent, *Statistique appliquée à la gestion*, Economica, 1987.

Godinot Myriam, thèse « The work Breakdown Structure Matrix : a tool to improve interface management », National university of Singapore. 2003.

Goldratt Eliyahu M., *Critical Chain – la chaîne critique*, AFNOR Éditions, 2002.

*Guide du corpus des connaissances en management de projet*, ouvrage collectif (Guide PMBOK), 4<sup>e</sup> édition, Project Management Institute, PMI Standard, 2010.

Hill Gerard M., *The complete Project Management Office handbook*, 2<sup>nd</sup> edition – Auerbach publications, 2008.

Le Bissonnais Jean, *Le contrat de projet*, AFNOR Éditions, 2004.

Le Bissonnais Jean, *La maîtrise du budget dans la conduite de projets*, AFNOR Éditions, 2003.

Le Bissonnais Jean, *Le management de projet de A à Z. 1 000 questions pour faire le point*, AFNOR Éditions, 2010.

Le Bissonnais Jean, Joly Michel, Jean-Louis G. Muller, *Gérez un projet gagnant ! Manuel de coûtérence*, AFNOR Éditions, 2007.

Levine Harvey A., *Project Portfolio Management*, Jossey-Bass, 2008.

Maizlish Bryan and Handler Robert, *IT (Information Technology) Portfolio Management Step by Step – Unlocking the Business Value of Technology*, Kindle Édition, 2005.

*Management des projets – classeurs à feuillets mobiles – ouvrage collectif*, AFNOR Éditions, 2009.

Miñama Marcel, *Conduite de projet*, volumes 1 et 2, AFNOR Éditions, 2002.

Moine Jean-Yves, *Gestion de projet avancée – Structuration 3D, pilotage des délais et des coûts, management par les écarts*, AFNOR Éditions, 2011.

Moine Jean-Yves, *Le pilotage de portefeuilles de projets*, AFNOR Éditions, 2010.

Moine Jean-Yves, *Management de projet 3D – Le cube projet*, Cepaduès, 2012.

Müller Ralf, *Project governance*, Gower e-book, 2008.

*NASA Systems Engineering Handbook*, PPMI, NASA, SP-610S, 1995.

Petitdemange Claude, *Conduire un projet avec le management par la valeur*, AFNOR Éditions, 2001.

Phelizon Renaud, rapport : « Gestion de portefeuille de projets – comprendre et mettre en œuvre en démarche de gestion de portefeuille de projets », CIGREF, 2006.

PMI, *Management de projet – Un référentiel de connaissances*, AFNOR Éditions, 1998.

« Portfolio, Programme & Project Offices », Office of Government Commerce (OGC), 2008.

Printz Jacques, *Cours de management de projets pour l'ingénieur*, CNAM.

Rad Parviz F. and Levin Ginger, *The advanced Project Management Office*, St. Lucie Press, 2002.

Référentiel de compétences : « Direction de projet A, B, C, D – concepts clés, description des éléments, annexes », AFITEP (IPMA), 2010.

Sahillioglu Gunes, *Gestion de portefeuille de projets informatiques*, Hermès-Lavoisier, 2007.

Thery Marc et Guillemot Gwénael, *Cours de management de et par projets*, EI.CESI.

Vallet Gilles, *Techniques d'analyse de projets*, Dunod, 2005.

Vallet Gilles, *Techniques de planification de projets*, Dunod, 2003.

Vallet Gilles, *Techniques de suivi de projets*, Dunod, 2003.

# Le grand livre de la gestion de projet

Depuis la première édition de son **Manuel de gestion de projet**, parue en 2008, Jean-Yves Moine a considérablement enrichi son expérience, son savoir-faire et sa créativité. Il a exercé pour de grands groupes industriels sur des projets allant de la fabrication de boîtes de vitesses, jusqu'aux terminaux méthaniers ou aux

infrastructures de tramways, en France et à l'international.

Aujourd'hui expert, créateur de la méthode WBS 3D, il propose beaucoup plus qu'une nouvelle édition du livre qui l'a fait connaître : un véritable livre de référence qui mérite largement son nouveau titre de **Grand livre de la gestion de projet**.

Fidèle à son approche pédagogique et chronologique, il est conçu avec une approche qui suit les étapes de modélisation et de pilotage d'un projet, et rédigé dans une perspective opérationnelle. L'aspect « portefeuille de projets », particulièrement adapté aux projets informatiques, a été intégré à l'ouvrage.

Textes rigoureux, courts, nombreuses figures, explications précises sur les méthodes de coûtéance, de planification et de risques : écrit dans un esprit pédagogique, ce livre n'oublie pas de prendre en compte les principaux logiciels de gestion de projet (notamment MS Project® et Primavera P6) utilisés par les professionnels. C'est le compagnon indispensable de tous ceux qui ont en charge des projets de toutes tailles.



Pour accéder à notre boutique,  
scannez ce QR code  
avec votre smartphone.

ISBN : 978-2-12-465427-7  
[www.afnor.org/editions](http://www.afnor.org/editions)

