

CONCEVOIR DES PRODUITS NOUVEAUX UNE ACTIVITE QUI SE GERE

Nous avons montré, dans les chapitres précédents, que la Conception de Produits Nouveaux était un processus complexe, dans lequel des hommes divers échangent des informations et mettent en oeuvre des concepts et des techniques variées. De ce chaos apparent, il est possible de faire ressortir des éléments structurés, ordonnés, que l'on peut gérer en vue d'atteindre le but de l'entreprise : mettre à la disposition de ses clients, des produits qui assurent à l'entreprise des ressources financières. L'objet de cette partie est de montrer qu'un chef de projet dispose de techniques de gestion de projet qui lui permettent de réduire la part d'incertitude induite par la complexité du processus qu'il doit mettre en oeuvre.

3.1. Définition de la gestion de projet

Selon la norme X50-105 de l'AFNOR²², un projet est « *une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir* » et « *est mis en oeuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle. Il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données* ».

Concrètement, un projet est un ensemble de tâches, planifiées dans le temps, associées à des moyens humains, techniques et financiers. Le travail d'un chef de projet « produit nouveau » est de définir et gérer ces tâches.

Tout projet se décline sous trois catégories d'objectifs [GIARD (1991)]²³ :

- *L'objectif de performances techniques : spécifications fonctionnelles et caractéristiques techniques du produit.*
- *L'objectif de délai : les besoins évoluant dans le temps, une réponse à ce besoin n'est valable que pendant une période de temps plus au moins variable. Un projet doit donc aboutir au résultat attendu, dans la période limitée de validité de cette réponse au besoin. Trop tôt ou trop tard engendre un produit mort-né.*
- *L'objectif de coût : il est fonction des moyens mis en oeuvre pour tenir les objectifs techniques et les objectif de délais.*

Ces trois objectifs sont fortement liés : les performances techniques seront d'autant plus faciles à tenir que les délais seront larges et les ressources financières importantes, et inversement.

3.2. Gestion de projet : méthodes et outils

La Gestion de Projet fait appel à des méthodes et outils permettant de gérer Tâches/Temps/Moyens dès lors que ceux ci ont été définis. La difficulté pour un chef de projet responsable d'un projet Innovant étant justement de définir ce système Tâches/Temps/Moyens.

Nous rappelons, pour mémoire, dans les chapitres suivants, les méthodes de gestion de projet les plus courantes²⁴.

²¹DANIELLOU F. Ergonomie et Neurophysiologie du travail - cours B4 - Collection cours du CNAM, 1990-1991.

²² AFNOR, norme X 50-105, *Le management de projet: concepts*, août 1991, AFNOR, Paris

²³ GIARD, Vincent, (1991) *Gestion de projets*, Economica, Paris

²⁴ CHVIDCHENKO I., CHAVALIER J., *Conduite & gestion de projets*, Cepadues Editions, Toulouse, 1994. ; Ainsi que : CHVIDCHENKO I., *Gestion des grands projets*, Cepadues Editions, Toulouse, 1993.

3.2.1. Gérer les tâches : l'Organigramme technique²⁵

L'organigramme technique est une décomposition du programme selon une structure arborescente regroupant l'organigramme technique du produit (O.T.P.) et la structure hiérarchisée des travaux (S.H.T.). L'Organigramme Technique identifie et classe :

- les constituants du système, objet du programme,
- les types de tâches à effectuer, au titre du programme,
- les moyens dont il faut disposer ou que l'on doit fabriquer pour effectuer ces tâches.

L'objectif est donc de posséder une description détaillée du programme, permettant une gestion d'autant plus aisée que les blocs à gérer sont petits. Le principe de la méthode est de s'appuyer sur une structure en niveaux successifs pour décomposer la réalisation projetée en objectifs partiels.

²⁵ "Organigramme technique des Tâches" = W.B.S. : Work Breakdown Structure"

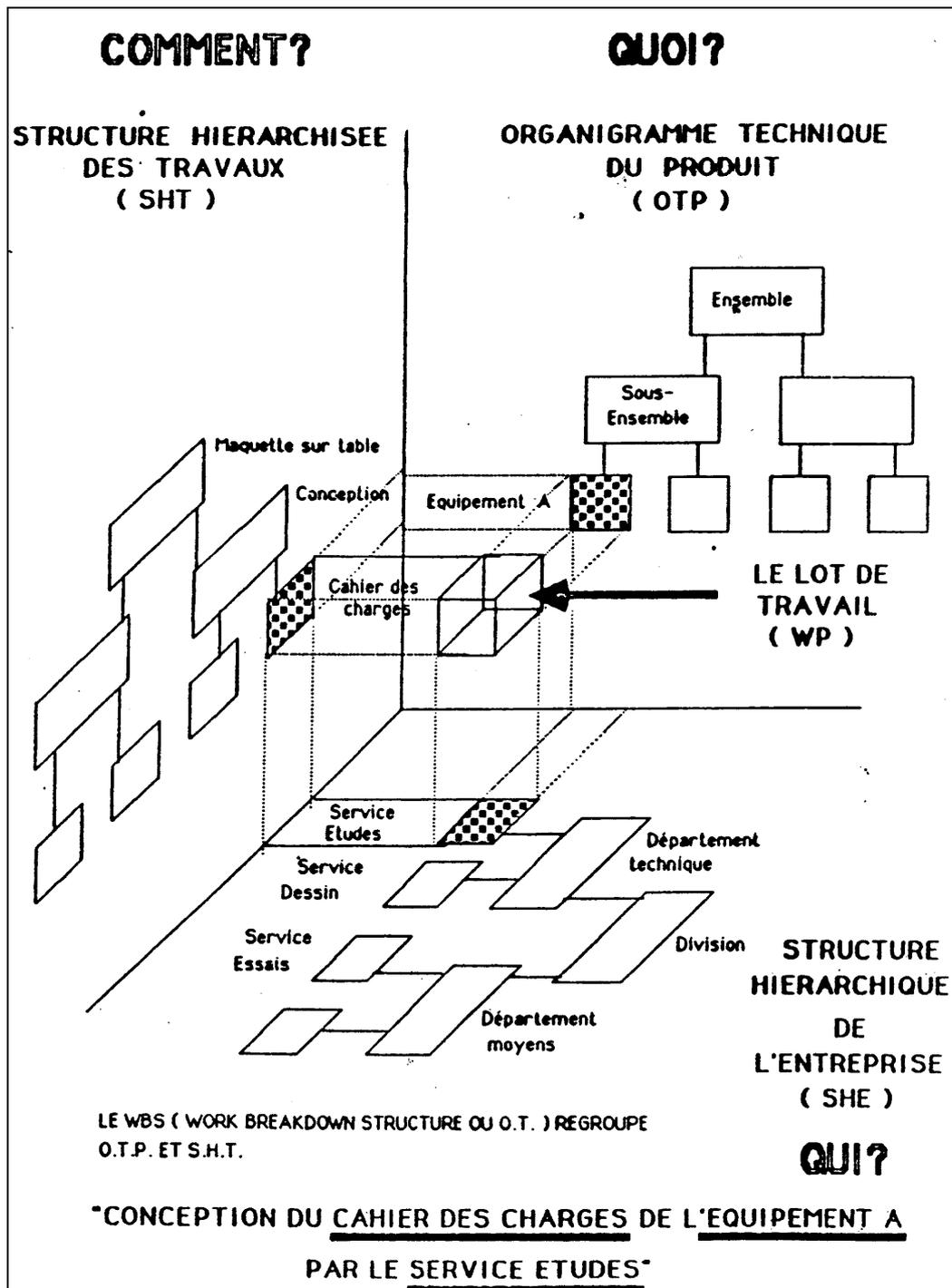


Figure 20 : Organigramme Technique [DGA/STEN/QM, (1986)]

Au premier niveau figure l'ensemble de la réalisation sous la forme d'un objectif final. Celui ci se trouve décomposé au second niveau en ensembles complets bien identifiés. Chacun de ces ensembles est à son tour décomposé à un troisième niveau en ensembles plus petits, qui constituent autant d'objectifs intermédiaires. On poursuit ainsi la décomposition jusqu'à ce qu'apparaissent les éléments de détails.

L'Organigramme Technique est mis au point dès les études préliminaires de faisabilité et entre dans le cadre du plan de développement²⁶.

Une des difficultés d'une telle décomposition peut être le choix d'un mode de décomposition. En fonction de quels critères doit-on l'effectuer ? Ces critères peuvent être géographiques, fonctionnels, budgétaires, techniques ou de responsabilités. Généralement un seul critère ne suffit jamais à conduire la décomposition d'un bout à l'autre. D'autre part, la définition d'une structure hiérarchisée des travaux ne doit pas s'accompagner systématiquement d'une planification linéaire et séquentielle des travaux : le fait de définir précisément des tâches par acteur du projet et concernant une partie du produit n'est pas incompatible avec une gestion de projet selon une démarche d'Ingénierie Simultanée.

Les éléments les plus fins de la décomposition arborescente appliquée au système fonctionnel (structure hiérarchisée de l'entreprise, contractants...) permettent de définir ce que l'on appelle des « lots de travaux ». Ces lots de travaux peuvent être eux-mêmes décomposés en tâches élémentaires et être affectés à un responsable unique.

Ainsi que l'exprime le schéma « Organigramme Technique » (cf. Figure 20 : Organigramme Technique, page 48), les lots de travaux apportent des réponses aux questions : qui, quoi, comment ? Une telle description du projet est particulièrement utile dans le cadre de grands projets, faisant intervenir de nombreux acteurs internes et/ou externes à l'entreprise. Dans le cadre d'une PME, la lisibilité du « qui fait quoi comment ? » est souvent suffisamment claire pour s'affranchir d'un tel formalisme dans la définition des responsabilités et des interfaces.

3.2.2. Gérer le temps : la planification

Les tâches qui concourent à la réalisation d'un programme se caractérisent toutes par un certain délai de réalisation, la disponibilité de certains moyens nécessaires à leur réalisation, et certains liens de dépendance logique vis-à-vis d'autres tâches du programme. Le problème est donc d'élaborer, puis de gérer un planning qui soit une représentation fidèle du programme à réaliser.

La méthode la plus fréquemment employée est le graphique de GANTT. Ce système, bien que clair et simple, ne permet pas de représenter les liaisons logiques entre les tâches. Pour

²⁶ Voir méthodologie Qualité du service Qualité-Méthodes de la Direction des Engins (STEN/QM) de la DGA (Délégation Générale à l'Armement) - Paris, 1986

pallier à cette limitation, certaines méthodes telles PERT ou Potentiels, utilisent comme représentation graphique le réseau. Toutes les méthodes utilisant des techniques de planification par réseau permettent d'identifier les tâches critiques ce qui facilite l'ordonnancement du programme et l'affectation des ressources nécessaires à son exécution.

A. Planning de GANTT

Ce planning doit son nom à Henry L. GANTT, collaborateur de TAYLOR, qui l'a mis au point et développé en 1885. Le planning de GANTT comporte une échelle horizontale divisée en unités de temps (jours, semaines, mois...) et la liste verticale des éléments du projet. Des barres servent à indiquer les durées prévues ou réalisées pour l'exécution des tâches (cf. Figure 21 : planning de GANTT, page 50).

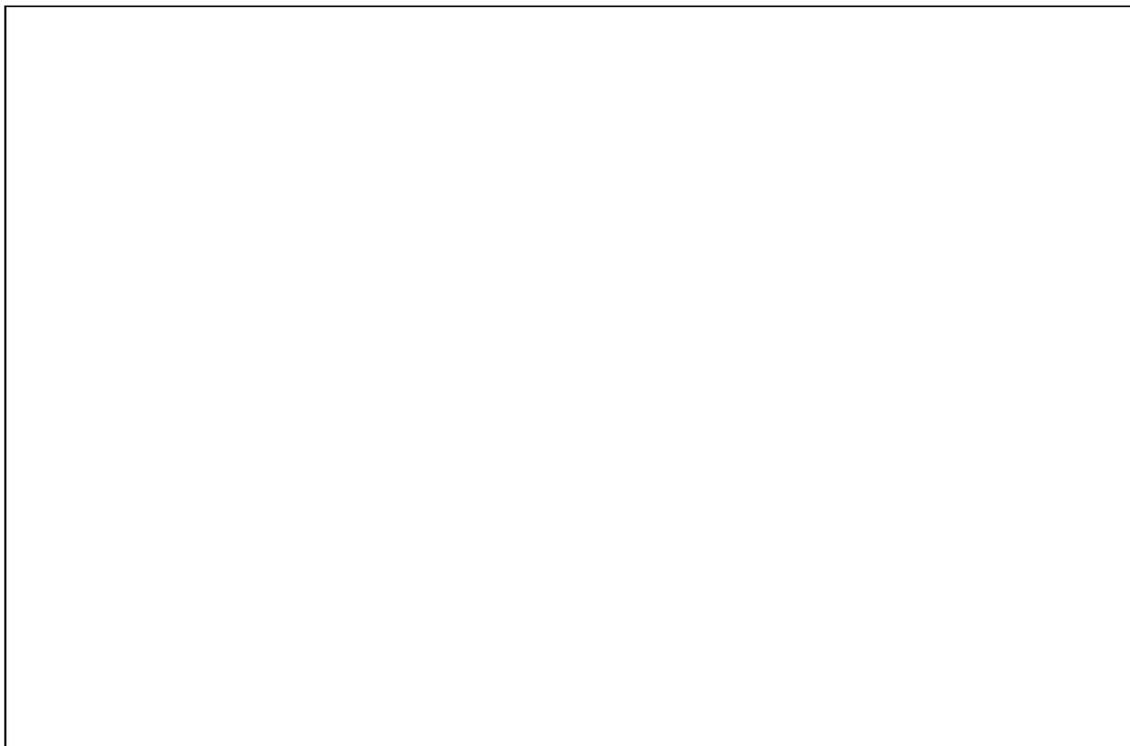


Figure 21 : planning de GANTT

Les plannings à barre sont couramment utilisés mais limités à un nombre relativement réduit d'opérations (100 à 200). Ils sont surtout employés en tant que sous-plannings opérationnels d'un système plus élaboré.

Le planning de GANTT présente plusieurs avantages :

- Il permet de représenter ensemble, le plan, l'ordonnancement et l'avancement effectif du projet. Il est particulièrement pratique pour montrer l'état des éléments du projet et faire apparaître ceux qui sont en retard ou en avance.
- Sa construction est aisée et sa représentation facilement compréhensible.

- Il permet, par cumul vertical, de dresser les plans de charge et les courbes de coûts (voir § 3.2.3 plans de charges page : 54 et § 3.2.5 "cost-control" page : 57).

Ses inconvénients sont :

- il ne permet pas de déterminer un chemin critique et donc l'impact du retard ou de l'avance d'un élément sur le projet.
- il ne donne pas suffisamment de détails pour détecter à temps les retards.
- il est difficile à tenir à jour, les articulations des opérations et les différentes contraintes n'y apparaissant pas.
- il n'est pas adapté à la simulation.
- les estimations de durées sont délicates sauf pour les travaux répétitifs.

En fait, le planning de GANTT est plus un outil de suivi des délais qu'un outil de prévision. Son meilleur atout est sa simplicité. Elaboré à partir d'un réseau de type PERT, il rend possible une visualisation rapide de l'avancement du projet ; c'est pourquoi il est encore souvent utilisé et intégré dans les logiciels de gestion de projet en complément de méthodes de planification plus complexes.

B. planification par réseaux

(a) Méthode PERT : Program Evaluation and Review Technic²⁷

La méthode PERT a pour objet la planification et le suivi de la réalisation des projets : c'est donc un outil de maîtrise des délais.

La démarche PERT se décompose en quatre phases :

- constitution du réseau : définition des tâches et des contraintes qui les lient (cf. Figure 22 : planning PERT page 52).
- Estimation des durées
- Calculs : date de réalisation au plus tôt, au plus tard, marges ...
- détermination du chemin critique : chemin le plus long du réseau.

La méthode PERT s'applique à toutes sortes de programmes. De plus elle permet d'utiliser toutes les possibilités de l'informatique. L'étude PERT doit être effectuée dès la phase de faisabilité et peut être remise en question tout au long du déroulement du projet.

- Ses avantages sont :
 - détermination du chemin critique permettant une gestion par exception.
 - Donne une vue claire de l'envergure du projet.
 - Permet de situer les responsabilités dans l'accomplissement des tâches particulières.
 - Permet de disposer, à tout instant, d'un planning chiffré du projet, avec des signaux d'alarme (marges nulles ou négatives) indiquant les zones d'interventions urgentes.

²⁷ Voir : LOCKYER K.G., Introduction à l'analyse du chemin critique, PERT, Dunod, Paris, 1969. et WOODGATE, H.S., Comment utiliser les plannings par réseaux, Les Editions d'Organisation, Paris, 1967.

- Permet la simulation. Evaluation rapide des conséquences d'un changement de politique.
- Ses inconvénients sont :
 - difficultés de mise en oeuvre : définition des tâches, niveau de détail et durées (s'appuyer sur l'organigramme technique et le travail de groupe pluridisciplinaire). Cet inconvénient est aussi un avantage en ce sens qu'il nécessite de préciser en permanence les données que l'on traite et à gérer le projet de façon prévisionnelle et corrective.
 - Risque d'additionner les erreurs.
 - Ne permet pas les contraintes de type « fin-début ».
 - Nécessite de redessiner tout ou partie du réseau quand on ajoute, supprime ou modifie des contraintes.

La méthode PERT et en général les méthodes à chemin critique, sont très utilisées en raison des nombreux avantages qu'elles présentent, et de l'apport de l'informatisation possible de ces méthodes.

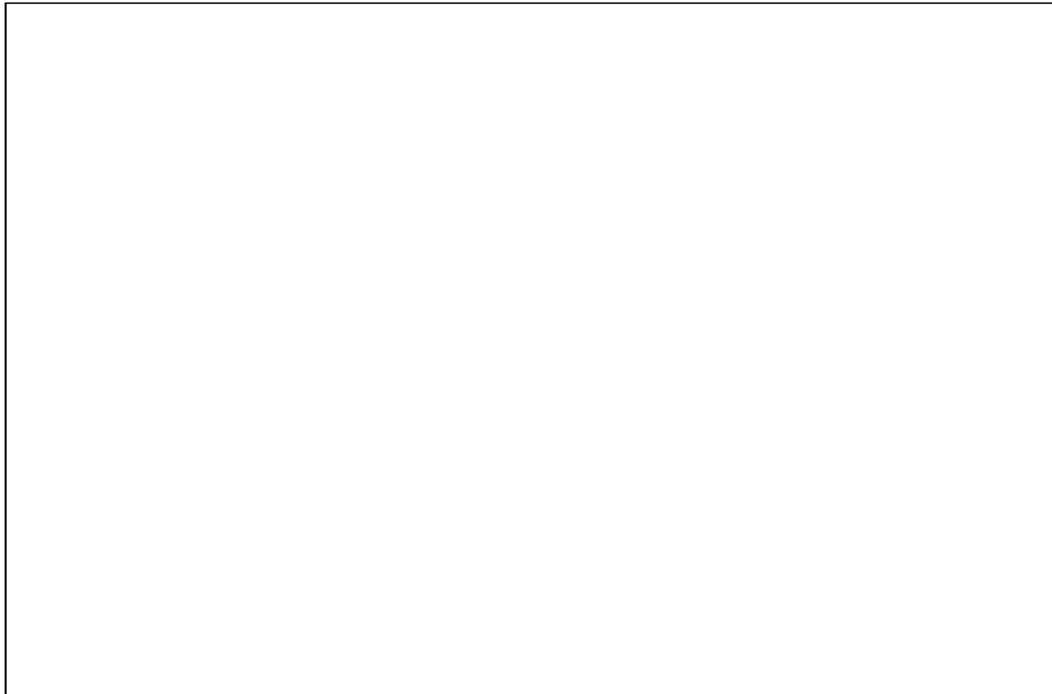


Figure 22 : planning PERT

(b) Méthode des potentiels²⁸

La méthode des potentiels est similaire à la méthode PERT mais utilise une représentation différente des réseaux : les sommets du réseau représentent les tâches, les arcs traduisant seulement les contraintes de succession entre celles-ci ().

²⁸ DIBON M.L., *Ordonnancement et potentiels, méthode MPM*, Dunod, Paris, 1980.

Avantages :

- suppression des tâches fictives.
- Ajout, suppression ou modification de contraintes très simples, sans redessin du réseau.
- Tous les types de contraintes sont possibles : chevauchement, attente de décalage, contraintes simultanées...

la plupart des logiciels de gestion de projet proposent les deux approches.

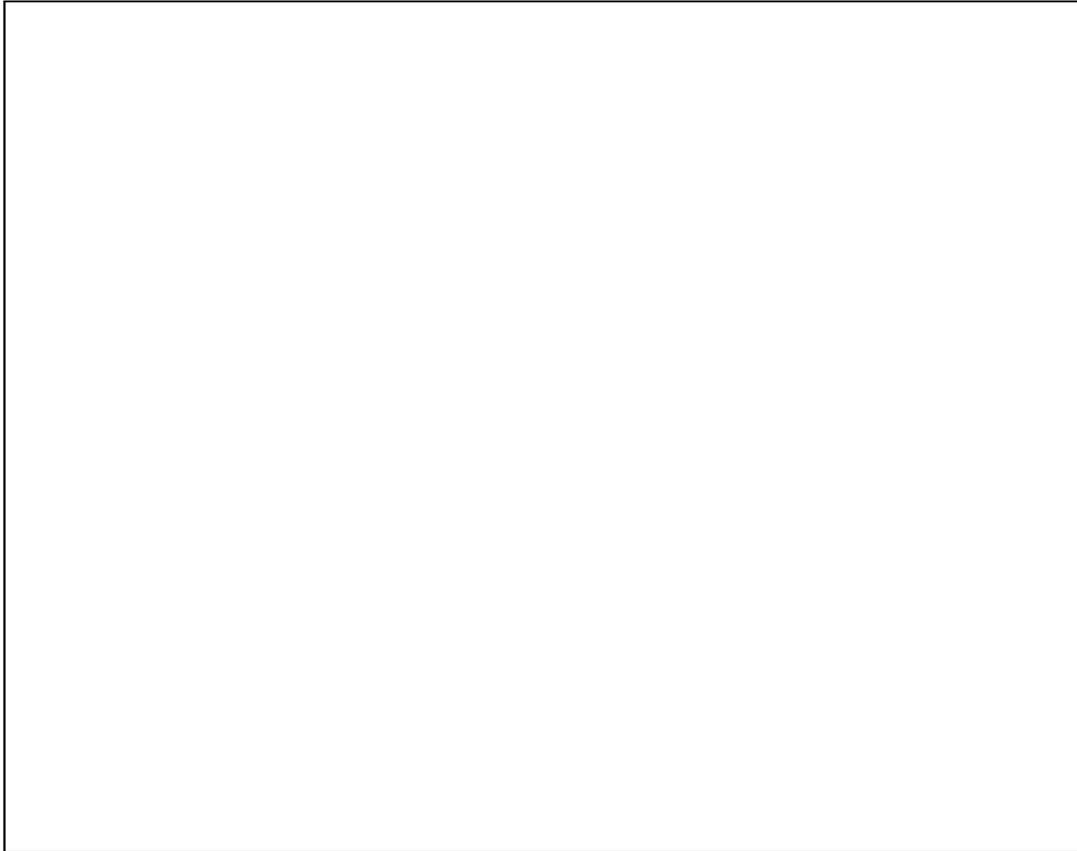


Figure 23 : méthode des potentiels

(c) Planning aléatoire.

La planification des projets se heurte à de nombreuses incertitudes : environnement commercial et technique évolutif, conditions météorologiques, saisonnières ou humaines. Un seul mois de glissement sur une activité « sensible » peut perturber l'ensemble du projet et occasionner un glissement réel beaucoup plus important sur la date de fin du projet. Il convient donc d'adopter une démarche visant à minimiser les risques de non-respect des délais : c'est l'objet du planning aléatoire.

Il s'agit d'introduire, au niveau du planning, une notion généralement employée en terme de contrôle de gestion financière : la notion de « provision pour risque de glissement » (time

contingencies). Ces provisions pour risque étant réparties judicieusement sur l'ensemble de l'ordonnancement du projet.

Les étapes sont les suivantes :

- 1/ bâtir un modèle déterministe de type réseau PERT fournissant les objectifs, les dates et marges, et le chemin critique déterministe.
- 2/ introduire des données probabilistes sur les activités et les relations : détermination de trois durées par activité : pessimiste, probable, optimiste (supposées réparties selon une fonction log-normale).
- 3/ effectuer le calcul de probabilité et en interpréter le résultat. Lorsque l'on remplace les valeurs déterministes par des données aléatoires, il n'y a pas de moyen mathématique de résoudre le problème : on utilise donc une simulation par la méthode de Monté-Carlo²⁹.
- 4/ Analyser les conséquences sur le planning déterministe, modifier les objectifs en conséquence. Le calcul aléatoire a donné deux éléments : des intervalles de temps sur les objectifs choisis (courbes de densité de probabilités et choix de la date qui convient le mieux en fonction du niveau de risque acceptable), et des niveaux de criticité des différentes activités (c'est la probabilité qu'une activité a de se trouver sur le chemin critique pendant la réalisation du projet). Il s'avère que souvent, les activités présentant le plus haut niveau de criticité n'appartiennent pas au chemin critique déterministe.
- 5/ Proposer un nouveau planning déterministe prenant en compte « les provisions pour risque » réalistes.

Utiliser un planning déterministe est simple mais parfois irréaliste. Travailler en aléatoire est satisfaisant en théorie mais difficile à faire vivre en continu.

3.2.3. Gérer les moyens : les plans de charges

Dès la phase d'étude préliminaire, il est nécessaire de prévoir les besoins en main-d'oeuvre et en matériel au cours du projet. Ces prévisions de charges, comparées aux disponibilités, permettent d'établir les plans de charges en répertoriant les besoins en moyens (humains et matériels) pour chaque activité. Puis on cumule ces charges par période et pour chaque type de moyen. Enfin on détermine des courbes de charges, généralement présentées sous forme d'histogrammes. Ces courbes sont établies au niveau des lots de travaux de l'organigramme technique, d'un ensemble de lots ou pour l'ensemble du projet. Pour chaque catégorie de moyens, une comparaison entre le plan de charge et les ressources disponibles met généralement en évidence des dépassements de la capacité normale et des périodes de sous-emploi. Des calculs de nivellement ou de lissage des charges peuvent être effectués en déplaçant des tâches ou en jouant sur les marges. Ces calculs et ces corrections sont en général

²⁹ La méthode de Monté-Carlo permet de reconstituer l'apparition d'événements aléatoires grâce à l'utilisation de séries de nombres préalablement tirés au hasard, ou de générateurs de nombres aléatoires. Un nombre est tiré au hasard, par exemple entre 0 et 99, et on fait correspondre à chaque intervalle de nombre, un événement donné. La correspondance étant effectuée au moyen d'une loi de probabilité.

délicats et nécessitent l'utilisation de l'informatique. De nombreux logiciels proposent ces formes de gestion des ressources.

3.2.4. Gérer les coûts

Lors du déroulement d'un projet, il s'avère très important de pouvoir estimer les coûts, le plus justement et le plus tôt possible. Les trois phases importantes d'un projet qui sont les « Etudes Préliminaires ou études de faisabilité », les « Etudes de Conception », et le « Développement » se distinguent par une définition différente du projet (on passe d'une définition du projet par fonctions à une définition par tâches nécessaires à son exécution), par les engagements financiers, par les besoins d'informations et par les méthodes de gestion utilisées. Les estimations de coût doivent donc s'adapter à ces différentes phases d'un projet.

On distingue trois méthodes d'estimation différentes, chacune associée à une phase³⁰ (cf. Figure 24 : Tableau de l'approche des coûts en fonction des phases Projet, page 55)

- Etudes Préliminaires : méthodes analogiques
- Etudes de Conception : méthodes paramétriques
- Développement : méthodes analytiques

	ETUDES PRELIMINAIRES	ETUDES DE CONCEPTION	DEVELOPPEMENT
DEFINITION DU PROJET	Par Fonction S.H.F. (structure fonctionnelle)	Par Produit S.H.P. (Structure du produit - WBS)	Par Tâche S.H.T. (Structure des travaux)
APPROCHE DES COÛTS	méthode Analogique (ordre de grandeur)	méthode Paramétrique (à environ 20%)	méthode Analytique (à environ 5%)

Figure 24 : Tableau de l'approche des coûts en fonction des phases Projet

Au stade « Etudes Préliminaires », le chiffrage des grandes étapes du projet ne peut se faire qu'en se basant sur l'expérience pour obtenir un ordre de grandeur du coût global du projet.

³⁰ Le modèle retenu pour définir ces phases est linéaire : il n'est pas valide dans le cas d'un projet qui comporterait des allers et retours nombreux entre ces différentes phases. Il nous semble d'ailleurs qu'un tel projet pourrait être assimilé à ce que l'on appelle « développement exploratoire » dans le domaine de l'armement, ou « conception de produit sur étagère » dans le domaine automobile. La gestion financière de tels projets s'apparente alors plus à celle d'un programme de recherche, sous forme forfaitaire, qu'à celle d'un développement de produit industriel, pour lequel les objectifs de résultats sont impératifs et validés tout au long des revues de projet. Par contre, le fait que ce modèle soit linéaire ne sous entend pas une gestion séquentielle des tâches au sein de ces phases, et est applicable dans une démarche en Ingénierie Simultanée.

On utilise alors la méthode analogique d'estimation de coût qui consiste à estimer le coût d'une réalisation à partir de comparaisons avec des réalisations similaires terminées dont le coût est connu. Ceci implique un jugement nécessairement subjectif, et suppose que l'entreprise conserve l'historique de tous ses projets. C'est une méthode qui peut être rapide et peu coûteuse mais elle ne fournit des résultats fiables que si elle est appliquée avec rigueur.

Les méthodes paramétriques d'estimation de coût utilisables au stade « Conception » doivent être cohérentes avec l'état de définition du projet. On s'appuie généralement sur le « concept Produit » : on ne sait pas précisément comment il sera fabriqué mais on possède un certain nombre de caractéristiques physiques ou paramètres, tel que la masse, le volume, l'énergie absorbée, etc... à partir desquels on peut faire des estimations.

On distingue deux types de méthodes paramétriques qui se différencient par leur conception et par leur mode d'utilisation : les formules d'estimation de coût (F.E.C.) et les modèles.

Les formules d'estimation de coût (F.E.C.) sont des relations simples reliant le coût d'un produit à un nombre limité de paramètres décrivant le produit. En général, on se limite aux relations linéaires ou multiplicatives (qui se linéarisent en passant par des algorithmes) du type : $Y = B_0 + B_1X_1 + \dots + B_nX_n$ (avec Y = coût d'un produit, X = les paramètres, B_i = coefficients à déterminer). Toute F.E.C. se limite à un type de produit, une technologie et un contexte industriel. Les FEC ont une durée de vie relativement courte et n'ont d'intérêt que si elles sont données avec des intervalles de confiance.

Les modèles sont des représentations mathématiques de la façon de travailler d'une entreprise. Ils se veulent donc « universels. Ils doivent être étalonnés par l'utilisateur. Un modèle couramment utilisé est le modèle PRICE de R.C.A.(cf Figure 25 : modèle PRICE page 57).

Au stade développement, on ne raisonne plus en terme de produits, mais en terme de tâches à accomplir relativement bien connues. On peut donc valoriser séparément chaque activité par des méthodes analytiques d'estimation de coût.

PRICE Input Data Worksheet **Basic Modes** File name: _____
Sheet ___ of ___

****PRICE 84 (This must be used only as the first line of the file.)**

Title: _____ Date: _____

General A	Production Quantity QTY	Prototypes PROTOS	Weight (lbs) WT	Volume (ft ³) VOL	MODE	1 EMI ITEM 2 MECHANICAL ITEM 3 MODIFIED 7 ECIRP 10 DESIGN TO
General B	Quantity/Next Higher Assembly QTYNHA	WHA Integration Factor Electronic INTEGE	Structural INTEGS	Specification Level PLTFM	Year of Economics YRECON	Year of Technology YRTECH
Mechanical/Structural	Structure Weight WS	Manufacturing Complexity MCPLXE	New Structure NEWST	Design Report DESRPS	Equipment Classification MECID	Mechanical Reliability MREL
Electronics	Electronics Weight/W ³ WECF	Manufacturing Complexity MCPLXE	New Electronics NEWEL	Design Report DESRPE	Equipment Classification CMPID	Electronic Reliability EREL
Development	Development Start DSTART	Test Prototype Complete DPPRCL	Development Complete DTPRCL	Engineering Complexity SCMPLX	Testing & Test Equip DTLQTB	Prototype Activity PRMPLX
Production	Production Start PSTART	Final Article Delivery PFAD	Production Complete PEND	Final Product Pass CPP	Testing & Test Equip PTLQTB	Rate/Month Tooling RATOOL
Actual Cost Data (Mode 7 only)	Average Unit AUCOST	Production Total PTCOST	Prototypes PRCOST	Development Total DTCOST		
Additional Data (Mode 10 only)	Electronic Volume Fraction EBSVCH	Structural Weight/W ³ WSLW	Target Cost TARBLT			

Notes:

Figure 25 : modèle PRICE

3.2.5. Le "cost-control"

Le "cost-control" est au Projet ce que le contrôle de gestion est à l'entreprise. Il est le tableau de bord qui permet de faire le point et constitue un moyen d'information sur la « santé » du projet. L'un des points clés du "cost-control" est la notion d'engagement, c'est à dire la prise en compte d'une dépense avant qu'elle n'intervienne. Ainsi, le "cost-control" doit permettre une meilleure appréciation des risques. Il répond au besoin de connaître, au cours des différentes phases du projet :

- l'état de la situation à un moment donné
- Son évolution probable
- Les écarts par rapport aux prévisions initiales
- La cause de ces écarts
- Les possibilités de réduction de ces écarts.

Les budgets engagés par lot de travail³¹ sont définis à partir des plannings, complétés par des informations sur les charges directes et indirectes des activités. Ces budgets se présentent

³¹ Voir Organigramme Technique, page : 48