

La Gestion des bureaux d'études

**LES ÉTUDES ET DÉVELOPPEMENTS
DANS LA DÉMARCHE INDUSTRIELLE**

par H. TRON

*Directeur des programmes d'Étude et Développement
THOMSON BRANDT Armement
Président de l'AFGI*

M. TRON fait ici un exposé théorique des principaux problèmes rencontrés lors de la gestion des Bureaux d'Études. Les aspects abordés seront successivement :

- * Le déroulement d'un programme d'études et de développement.
- * Les éléments déterminants de ce déroulement.
- * Les Études et Développements dans leurs rapports avec la production.

Les quelques commentaires et questions des participants, ainsi que les réponses de M. TRON, sont rapportés à la fin du compte-rendu.

1. DEROULEMENT D'UN PROGRAMME D'ETUDE ET DE DEVELOPPEMENT.

1.1. But poursuivi.

La vocation de l'entreprise est de gagner sa vie en satisfaisant les besoins de l'utilisateur. Les services de Recherche et Développement (R&D) ont souvent pour premier rôle d'aider le client, avant tout, à déterminer clairement ce dont il a besoin. L'étape suivante de leur démarche consiste à définir un produit répondant à ces besoins, puis à transmettre cette définition aux usines, afin de réaliser ce produit.

Cet enchaînement n'étant pas parfait, les occasions de dérappages sont nombreuses, et on opère une série de bouclages afin d'assurer l'adéquation du produit final aux désirs du client :

- Le premier bouclage est la qualification du produit qui permet de s'assurer que la définition retenue par les services d'études et de développement permet effectivement de remplir les spécifications du produit.

- Le second bouclage consiste en un contrôle de la réalisation qui permet d'attester que le matériel produit est bien conforme à la définition.

Si ces deux phases ont été convenablement réalisées, on doit constater que la satisfaction de l'utilisateur est bien conforme à ses attentes. Une troisième phase permet de s'en assurer:

- Le dernier bouclage, qu'on peut appeler retour des faits techniques, s'applique à la réalisation et l'utilisation du produit, et a une double finalité :

- * vérifier que le produit, une fois réalisé et utilisé, répond toujours aux besoins de l'utilisateur.
- * s'assurer que le produit défini pas les services de développement est convenablement fabricable, dans des conditions acceptables pour l'entreprise.

La figure n°1 résume ces différentes étapes.

Il faut souligner l'importance que prend dans cette démarche une bonne définition des besoins réels du client. Cette phase primordiale doit être menée à bien par les services du marketing secondés par ceux de R&D qui, conscients des problèmes techniques et des réalisations possibles, sont les plus aptes à guider l'utilisateur.

1.2. Les différentes étapes d'un programme de R&D.

La démarche d'un service R&D, qui doit conduire à la réalisation pour le client d'un matériel répondant à ses attentes, comprend cinq phases

- * L'orientation des choix et la validation d'une solution constituent les phases initiales.
- * Le développement et l'industrialisation du produit constituent les phases principales.
- * Enfin le suivi assure un bon déroulement des opérations ultérieures, au niveau de la production aussi bien que de l'utilisation.

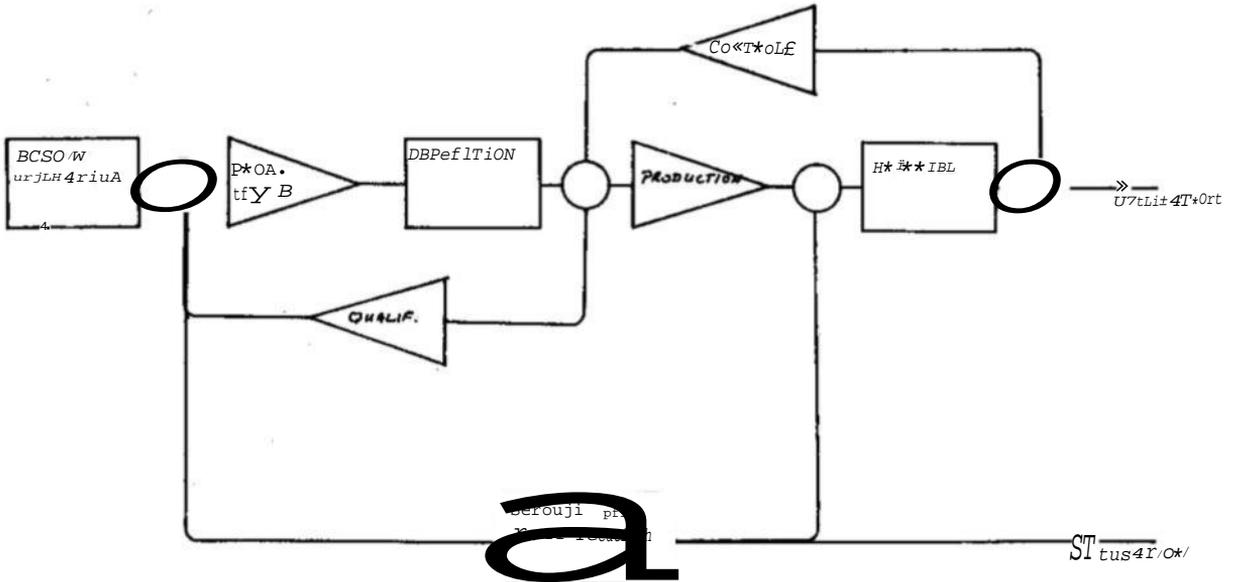
- L'orientation représente la première étape et permet de mettre en évidence le champ des solutions possibles au problème posé. Elle consiste à:

- * expliciter et détailler les spécifications;
- * vérifier la faisabilité des idées émises, au moyen éventuellement de maquettes et d'expérimentations;
- * recenser les solutions réalisables.

- La validation consiste en un choix de la solution la mieux adaptée. On opère ensuite, dans le cas d'un produit complexe, la démultiplication des spécifications, qui consiste à définir les caractéristiques des différents composants du produit, étant donné l'architecture générale de la solution d'ensemble retenue.

- Le développement représente la troisième étape et consiste en

Figure n°1 : Les bouclages dans le déroulement d'un programme



fcymfc *A°& ; LES PHASES O'UH PROGRAMME DI DEVELOPEMENT

| PHASES | 1 FAISABILITÉ OSTENTATION | 2 VALIDATION | T DEVELOPEMENT | I INDUSTRIALISATION | II SUIVI |
|------------|--|--|--|---|---|
| cto r 2010 | <ul style="list-style-type: none"> - EXPLICITER LES SPECIFICATIONS - VERIFIER LA FAISABILITE - RECENSER LES SOLUTIONS | <ul style="list-style-type: none"> - CHOISIR LA SOLUTION + DEMULTIPLIER LES SPECIFICATIONS | <ul style="list-style-type: none"> * DEFINIR LE PRODUIT | <ul style="list-style-type: none"> - RENDRE LA DEFINITION MIEUX FABRICABLE - METTRE EN PLACE LES MOYENS DE PRODUCTION | <ul style="list-style-type: none"> - SOUTENIR LA PRODUCTIO . LA VENTE . L'APRES-VENT |

l'établissement des définitions de l'ensemble des composants du produit.

- L'industrialisation, ensuite, consiste en un premier temps à rendre la définition mieux fabricable: en effet, le type de définition choisi a des conséquences importantes sur le coût des opérations, mais aussi sur la qualité du produit (conditionnée par la fiabilité de la fabrication), et sur les délais de réalisation. On met ensuite en place les moyens de production.

- Le suivi réside, pour les services de développement, dans le soutien de la production, par la transmission du maximum d'informations nécessaires à la fabrication, ainsi que dans le soutien de la vente, pour tous les problèmes techniques auxquels celle-ci peut se heurter.

La figure n°2 résume les différentes phases d'un programme de développement.

Il faut être très conscients du fait que la définition des spécifications, ainsi que les phases initiales du développement, sont très lourdes de conséquences sur le coût final du produit, même si ces phases en elles-mêmes ne représentent que peu de dépenses: ainsi, 85% de ce coût final sont déterminés dès les phases initiales. Cette situation est illustrée par la figure n°3.

2. LES ELEMENTS DETERMINANTS DANS LE DEROULEMENT DU PROGRAMME.

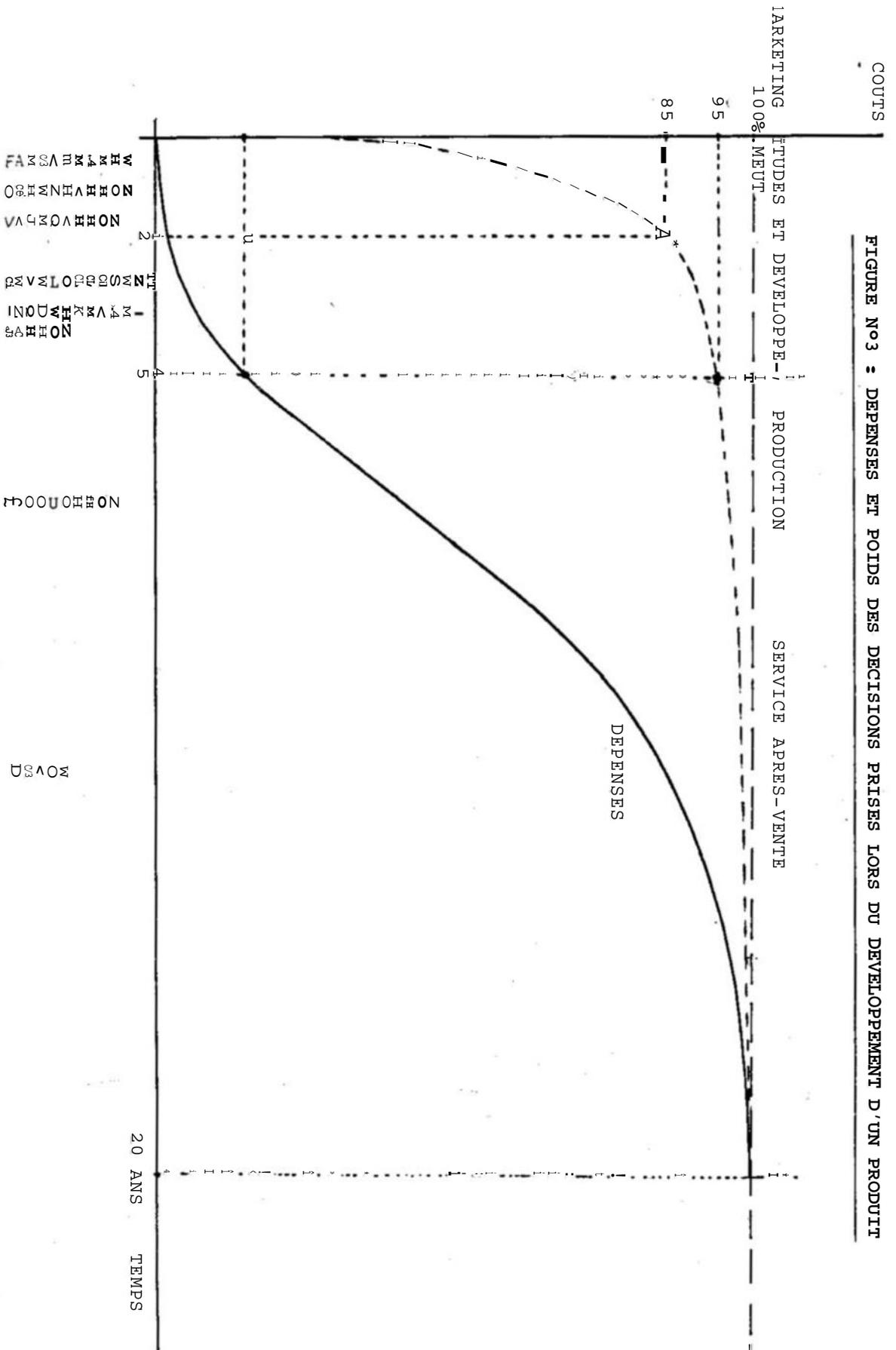
Chaque phase du développement nécessite une attention particulière de la part des services R&D:

* Avant le lancement du projet, le soin apporté à la définition des spécifications est primordial.

* Les phases initiales doivent être caractérisées par la créativité et la souplesse, qui permettent une rapide orientation des choix, et conditionnent ainsi souvent la réussite du produit.

* Au contraire, les phases principales de développement et d'industrialisation doivent être marquées par la prudence dans les décisions et dans la gestion, et peuvent donc nécessiter l'appel à des compétences différentes.

* Le suivi demande enfin une capacité d'écoute des problèmes liés à la production et à la vente, associée bien sûr à une certaine objectivité et à la capacité de remettre en question des décisions dont les conséquences laissent à désirer.



!

2.1. Les spécifications.

- Elles doivent se référer à des normes ou à des documents explicites (normes internationales, etc...), ce qui évite les malentendus entre l'entreprise et le client, ainsi que de mauvaises surprises lors de la qualification et de la recette des produits.

- Elles doivent contenir les exigences relatives au produit lui-même et aux services qu'il doit rendre, concernant

* l'adéquation du matériel aux besoins de l'utilisateur. On doit définir les performances et caractéristiques fonctionnelles pour les différentes configurations, missions et conditions d'emploi prévues;

* la disponibilité. Elle est caractérisée par la fiabilité de mise en service, la maintenabilité (c'est-à-dire l'aptitude du produit à être convenablement entretenu et dépanné), la facilité de ravitaillement...

* la sécurité de fonctionnement. Elle est définie par la fiabilité en utilisation, la sécurité d'emploi, la flexibilité, la capacité à survivre à un environnement agressif...

* l'ergonomie.

* les conditions d'emballage, de transport et de stockage, qui peuvent conditionner la réussite du produit.

- Il faut y préciser les exigences relatives à la conception ou à la réalisation du produit, concernant:

* les solutions techniques interdites ou imposées, pour des raisons d'environnement, de sécurité d'approvisionnement, etc...

* la normalisation de certaines caractéristiques;

* la capacité d'évolution ultérieure, c'est-à-dire les possibilités d'améliorer le produit lorsque les progrès de la technique le permettront.

- Lorsque le matériel est à utiliser au sein d'un système, il faut préciser les exigences d'interface.

- Enfin on doit définir le mode de qualification du produit, c'est-à-dire les éléments qui permettent d'affirmer sa conformité aux spécifications. Par exemple, le client peut exiger que cette qualification se fasse sur les résultats de tests, et non sur des calculs ou des simulations.

2.2. La créativité et la souplesse des phases initiales.

Ces aptitudes sont conditionnées par quatre éléments:

- La culture générale scientifique des concepteurs, qui permet de se référer aux technologies existantes, de dresser des analogies. C'est en effet de ces rapprochements que naissent en général les i-

dées originales.

- Des contacts directs entre les concepteurs et leurs interlocuteurs, qui déterminent la vitesse de réaction aux différents événements, ainsi que la bonne transmission des informations. Ces interlocuteurs peuvent être:

- * le client, auprès duquel les services R&D assistent les services commerciaux pour la définition des besoins;
- * les usines, dont il faut prendre en compte les capacités lors du développement d'un produit, et qui peuvent éventuellement réaliser dans les meilleurs délais une maquette permettant d'étudier la faisabilité du matériel;
- * les fournisseurs.

- Des budgets modestes mais élastiques: nous avons vu que les sommes engagées lors des phases initiales étaient faibles; il est par conséquent inutile d'alourdir le déroulement de ces phases par une gestion trop pointilleuse.

- La concentration des tâches sur une petite équipe: la structure doit être la plus légère possible afin de faciliter la circulation des informations et les prises de décisions.

2.3.La prudence et le souci de gestion dans les phases principales.

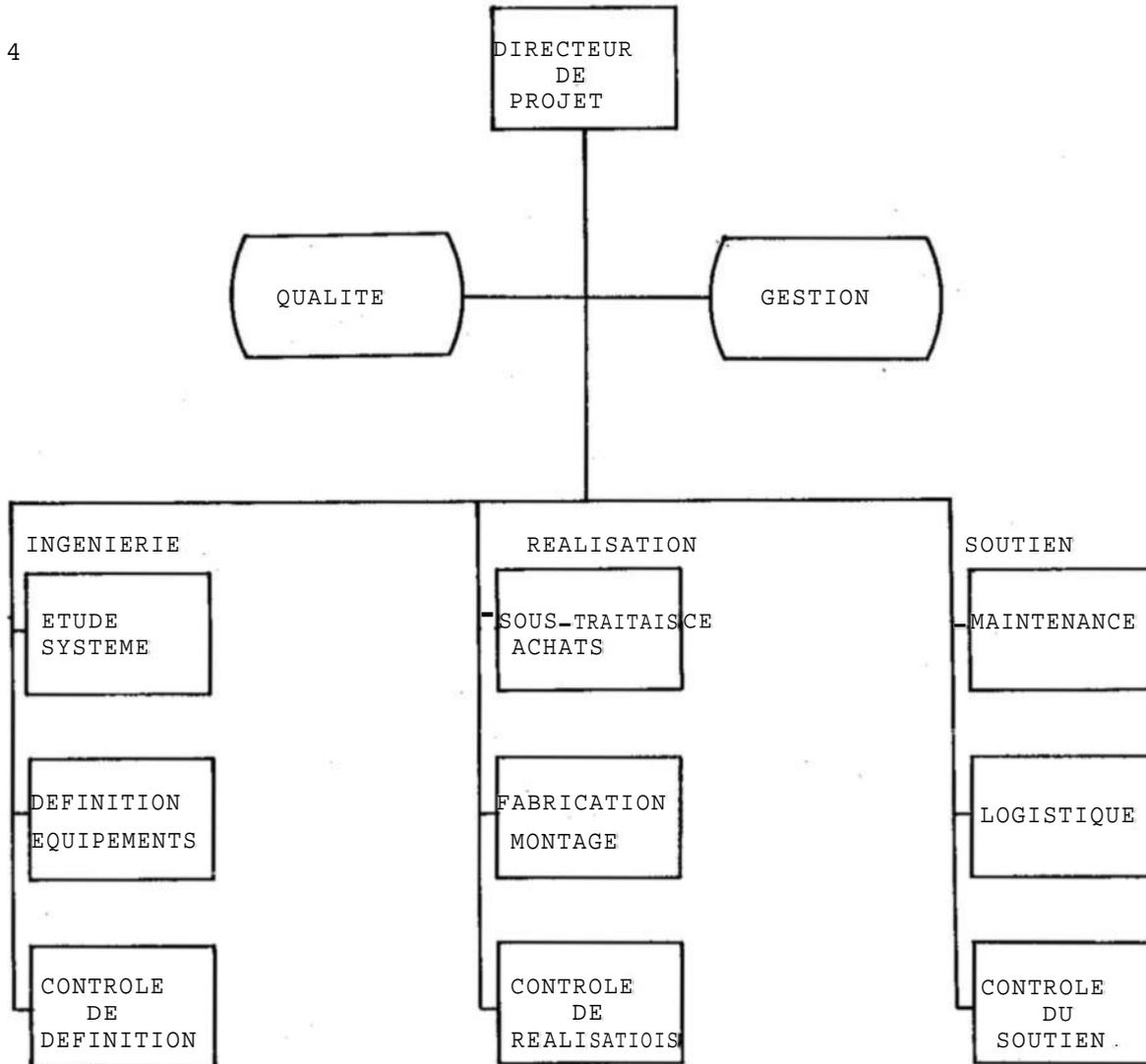
L'importance des sommes engagées lors des phases de développement et d'industrialisation nécessite la mise en place de plusieurs outils de gestion du programme: l'organisation de projet, l'organigramme technique associé aux plannings et aux budgets, le contrôle d'avancement, les documents techniques, et la gestion de la configuration.

- L'organisation du projet doit définir clairement la répartition des responsabilités entre les différentes personnes impliquées. A cet égard, la désignation d'un directeur de projet, responsable de celui-ci, est indispensable. Il supervise une équipe dont les activités sont de deux sortes: on distingue les activités opérationnelles des activités fonctionnelles.

Les activités opérationnelles sont constituées par:

- * l'ingénierie, qui comprend l'étude du système, la définition des équipements et le contrôle de ces définitions;
- * la réalisation, en cours de développement, de prototypes, ce qui nécessite des liaisons avec la production pour l'achat de matières, la fabrication des pièces, leur montage et le contrôle de la réalisation;
- * le soutien du produit après sa conception, qui recouvre la logistique, la maintenance, et le contrôle du soutien lui-même.

FIGURE 4



Les activités fonctionnelles regroupent :

- * la gestion, qui assure le suivi des plannings et des budgets;
- * le suivi de la qualité, c'est-à-dire de l'adéquation du produit aux besoins du client; ce suivi a de nombreuses répercussions sur les procédures de travail: en particulier, il est indispensable de se procurer les spécifications et les documents de travail au bon moment, et de ne pas oublier de s'y référer...

Le nombre de personnes impliquées dans cette structure varie énormément selon l'importance du projet. Cependant, ces différentes fonctions subsistent toujours. Elle sont rassemblées dans la figure n°4. qui représente une structure possible parmi d'autres.

- L'organigramme technique, les plannings et les budgets sont autant de cadres auxquels il faut se conformer pour éviter tout risque de dérapage.

L'organigramme technique consiste dans un premier temps en la décomposition du produit à concevoir en chacun de ses constituants; puis, au niveau de chaque constituant, on recense tous les travaux à réaliser pour développer le produit, ainsi que les moyens à employer. L'organigramme technique détaille donc toutes les opérations nécessaires au développement du matériel, et permet ainsi le contrôle de la réalisation.

Prenons l'exemple d'une bicyclette. Son développement va nécessiter qu'on s'occupe, au niveau global, de la gestion de la configuration {c'est-à-dire du suivi des différentes versions du produit), de l'aspect production (étude de l'organisation de la production, optimisation des assemblages, choix des méthodes et gammes de fabrication, approvisionnement des sous-ensembles, assemblage des prototypes...), des essais, de la maintenance, des tâches de gestion, de l'organisation de la qualité. On décompose ensuite la bicyclette en un certain nombre de sous-ensembles (cadre, pédalier...) et on effectue à nouveau la même démarche au niveau de chaque élément. Pour un projet de taille normale, chaque tâche doit en général représenter entre un et trois mois de travail d'un individu, afin de respecter un bon niveau de détail.

L'organigramme technique, en détaillant les opérations, permet de recenser toutes les dépenses nécessaires au déroulement du projet: il sert donc de support à l'établissement des budgets. Pour chaque tâche, ces budgets devront figurer, avec le nom du responsable de la tâche, dans l'organigramme.

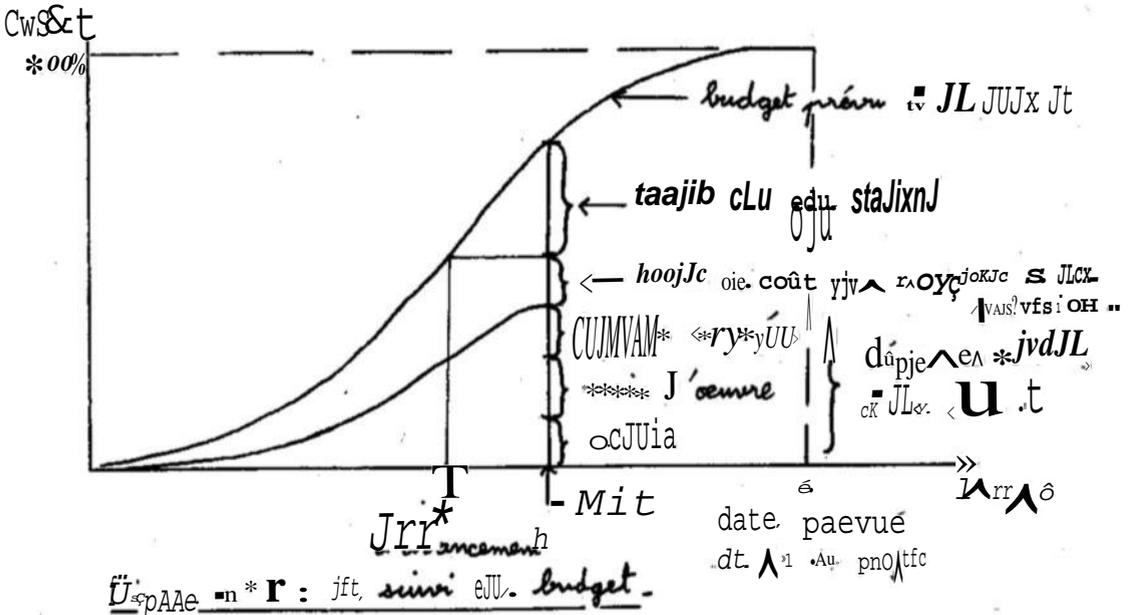
Les problèmes de plannings ne seront pas détaillés ici, les méthodes de suivi des délais (type PERT) étant aujourd'hui bien connues.

Le soin apporté à la réalisation de l'organigramme technique et à la répartition des budgets facilite l'étape suivante, qui consiste en un suivi du projet.

- Le contrôle d'avancement, et par la même occasion le suivi du budget, peut s'effectuer grâce au document représenté sur la figure n°5.

Il faut arriver à déterminer l'état d'avancement réel, physique, du projet à la date t, par rapport aux prévisions. C'est en fait le point le plus délicat. Les services comptables ne sont pas d'un grand secours, bien que les points de facturation, dont le paiement demande l'accord du client sur l'état de l'avancement, puissent être des repères précieux. Seul un organigramme technique bien fait permet de résoudre ce problème avec suffisamment de précision.

On pointe cet état d'avancement réel sur le graphique. La différence entre les dépenses engagées à la date t et le budget prévu à la même date comprend alors deux composantes: l'écart dû au retard de l'avancement, et l'écart réel par rapport au budget, qui peut représenter une erreur de prévision.



- Les documents techniques sont nécessaires à la communication des informations entre les concepteurs et la production, qui ne se suffit pas de contacts oraux. Les principaux sont les suivants:

- * le dossier de définition;
- * le dossier justificatif qui, lors de la qualification du produit, justifie l'adéquation des définitions aux spécifications. Il comprend des compte-rendus d'essais, des calculs de simulation...;
- * le dossier de fabrication qui indique les modes opératoires;
- * le dossier de contrôle de la fabrication;
- * le dossier d'exploitation du matériel, qui contient sa notice d'utilisation, précise sa maintenance...;
- * les documents de gestion, qui servent à suivre le projet et la vie du matériel en utilisation.

- La gestion de la configuration est le suivi de l'évolution dans le temps des définitions et de la réalisation physique des produits qui en découle. Cette fonction identifie les différentes versions du

produit existant à chaque instant, en maîtrise les évolutions, et suit les applications de ces évolutions.

La gestion de la configuration s'appuie pour cela sur des références, différentes selon le stade de développement du produit:

* Dans les phases initiales, il s'agit d'une référence fonctionnelle, en l'occurrence les spécifications générales, relatives au produit dans son ensemble.

* Dans les phases principales, c'est une référence de développement, constituée par les spécifications relatives aux différents sous-ensembles et éléments.

* Enfin, après le développement et la qualification du produit, il s'agit d'une référence de production, qui est la définition du produit.

3. RELATIONS ENTRE ETUDE ET DEVELOPPEMENT ET PRODUCTION.

Les thèmes abordés seront la prise en compte des contraintes de production, l'analyse de la valeur et l'industrialisation, la gestion des évolutions, enfin l'intégration croissante entre les activités de R&D et les activités de production.

3.1. La prise en compte des contraintes de production.

Elle est évidemment primordiale et doit exister dès le choix de la définition. Ces contraintes concernent:

- Les modes opératoires: ils sont liés à l'état de l'art en matière de production industrielle. Il faut certes tenir compte de ce qui existe, mais ne pas se cantonner uniquement aux possibilités offertes par les installations dont dispose l'usine.

- La gestion de la production: les délais d'approvisionnement et de fabrication doivent être pris en compte dès le développement du produit. La structuration des nomenclatures est également un élément décisif dans la capacité de gérer la production ultérieure: le choix de nomenclatures modulaires, par exemple, dont la souplesse est d'une aide non négligeable pour la gestion de la production, ne peut se faire qu'au moment du développement du produit.

- Les investissements: si on prévoit d'utiliser des moyens dont ne dispose pas encore l'entreprise, il faut avertir les responsables industriels à temps afin qu'ils ne soient pas pris de court au moment de lancer la production.

3.2.L'analyse de la valeur et l'industrialisation.

Le terme d'analyse de la valeur est employé ici pour signifier la révision de la définition de manière à la rendre mieux fabricable, tandis que l'industrialisation désigne le lancement de la fabrication industrielle du produit.

La prise en compte de la dimension industrielle doit être réalisée avant la qualification du produit. Il est en effet très difficile et coûteux de revenir sur la définition après cette qualification. Tous les problèmes de production qui peuvent se poser doivent donc être envisagés le plus tôt possible au cours du développement.

Il est pourtant très fréquent que certains d'entre eux échappent aux concepteurs, et qu'après la fabrication des premières séries du produit, le retour des faits techniques révèle des difficultés de production (par exemple: mauvaise détermination des tolérances...); des modifications sont alors indispensables. Il faut donc systématiquement prévoir, après un certain temps de production, une deuxième version du produit, établie à la lumière de l'expérience acquise sur les premiers exemplaires.

3.3.La gestion des évolutions.

Il est nécessaire d'avoir bien présent à l'esprit le fait que modifier une définition a de nombreuses répercussions (au niveau des stocks, de l'après-vente...), ainsi que l'instant auquel on effectue cette modification. Le circuit que décrit une demande de modification est représenté sur la figure no6.

3.4.L'intégration entre les activités de R&D et les activités de production.

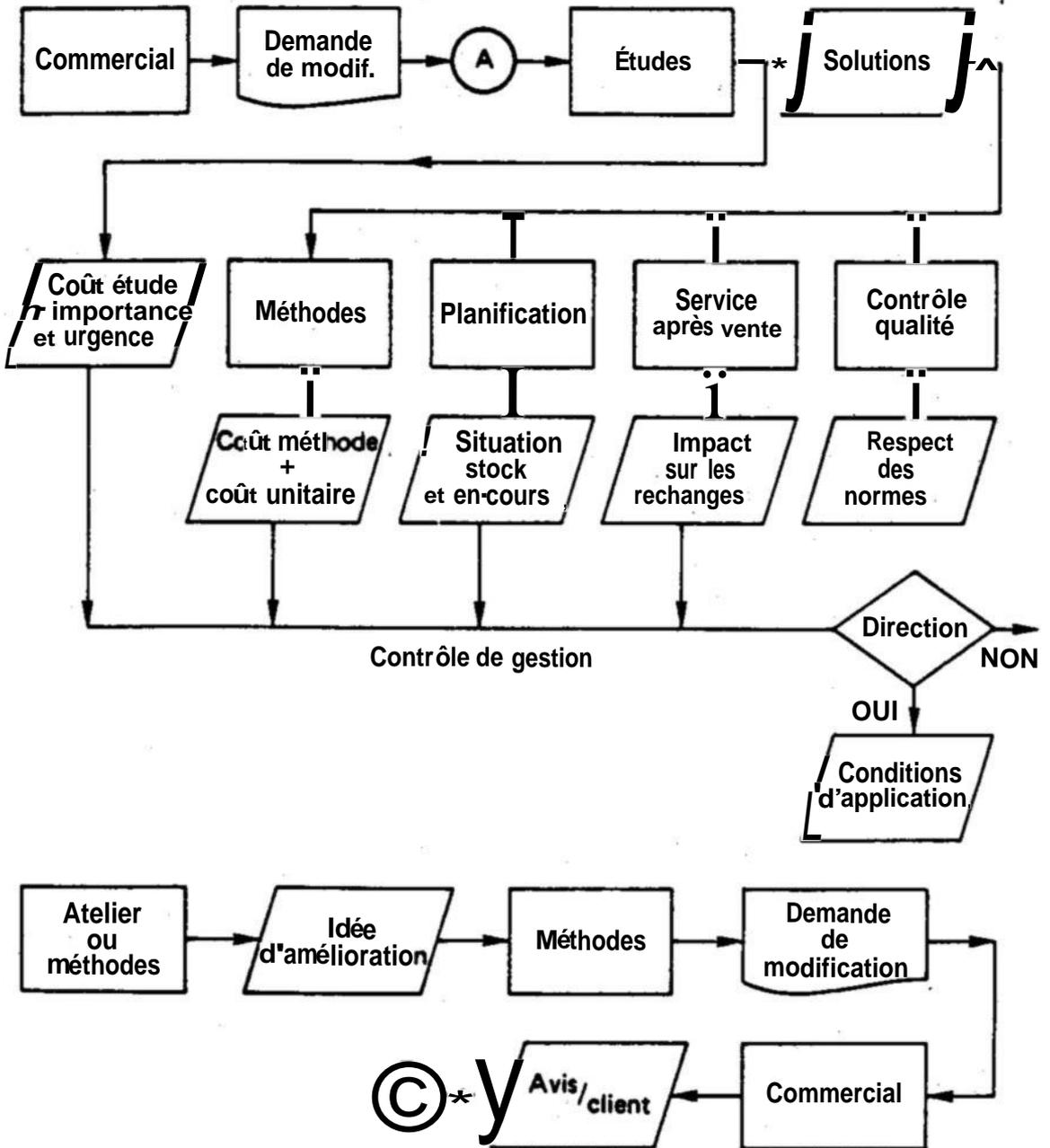
Cette intégration croissante a été rendue possible en particulier par l'introduction récente des moyens informatiques et de la C.A.O. dans les Bureaux d'Etudes.

En ce qui concerne le développement, l'apport de la C.A.O. est double:

* C'est un apport technique, qui permet de simuler le comportement d'un produit avant même de l'avoir dessiné, ou d'avoir réalisé des prototypes.

* C'est un apport pour la gestion et le traitement des informations. Elle permet en effet de rechercher des analogies avec le matériel existant déjà, et d'établir une normalisation des éléments.

Ces apports se traduisent par une possibilité de raccourcissement des cycles de développement. Ces cycles, en général, varient aujourd'hui en moyenne entre cinq et dix ans. Un raccourcissement de ces cycles constituerait un atout considérable pour la stratégie de l'entreprise, en évitant d'échafauder des hypothèses à trop long terme sur l'évolution du marché.



EijfUA# n° S ; Circuits d'une demande de modification des définitions.

En ce qui concerne les liaisons avec la production la C.A.O. permet de codifier les définitions et de structurer les nomenclatures dès le début du développement. Le passage en production peut donc être facilité à la fois sur le plan technique et sur le plan de la gestion.

Les limites de ces apports sont toutefois déterminées par le degré de nouveauté du produit. Ainsi le travail par analogies, par exemple, ne s'applique pas à un produit totalement nouveau, qui se démarque radicalement des réalisations antérieures. De même les simulations nécessitent suffisamment d'expérience en la matière pour qu'on soit capable d'en déterminer les paramètres de manière réaliste.

4. DISCUSSION.

4.1. M. Henocque, Président de l'Association Française pour l'Analyse de la Valeur, demande la parole pour souligner son accord avec l'importance accordée par M. Tron à cette étape du développement.

Il précise tout d'abord que les normes X.50-150-151-152-153, diffusées par l'AFNOR, décrivent le vocabulaire français concernant l'Analyse de la Valeur, et doivent permettre à tous les membres des Bureaux d'Etudes de parler le même langage, et de désigner les mêmes concepts par les mêmes termes.

Il souligne ensuite l'importance pour les responsables de Bureaux d'Etudes d'obtenir des spécifications aussi claires que possible, étant donné le poids des décisions prises dans les phases initiales d'un projet. Ces spécifications, dans la mesure du possible, ne doivent pas imposer de solutions, c'est-à-dire se présenter sous la forme de produits déjà plus ou moins existants, mais constituer des cahiers des charges fonctionnels, qui laissent au Bureau d'Etudes toute sa liberté de pensée et de création.

En ce qui concerne l'Analyse de la Valeur proprement dite, il distingue trois types d'analyses:

- * Il insiste sur le fait que les phases initiales de conception doivent tenir compte de l'industrialisation: c'est l'Analyse de la Valeur de conception. Il est en outre nécessaire d'obtenir un travail de groupe entre le marketing, le concepteur et le producteur, pendant ces phases initiales qui vont déterminer 85% du coût du produit.

- * L'expérimentation permet ensuite de déterminer certaines insuffisances de la définition. Celle-ci doit subir des modifications: c'est l'Analyse de la Valeur produit.

- * L'Analyse de la Valeur au niveau des procédés et processus de fabrication peut permettre ensuite aux producteurs de jouer sur les 15% du coût du produit restant à déterminer après les phases initiales. Ils peuvent alors communiquer leurs idées nouvelles au Bureau d'Etudes.

L'Analyse de la Valeur est donc un outil puissant qui s'applique à toutes les phases de développement du matériel, aux phases initiales comme à l'industrialisation.

4.2. Un participant demande ensuite à M.Tron s'il peut indiquer quelques méthodes permettant d'affecter plus facilement les budgets lors de l'élaboration de l'organigramme technique. Par exemple, peut-on calculer un coût standard des unités qui réalisent les différentes tâches?

M.Tron répond que deux sortes de difficultés s'attachent à ce genre de prévisions:

* La première est de prévoir le nombre d'heures qu'un ingénieur ou un ouvrier va passer à effectuer une tâche donnée. Ce problème est davantage marqué dans un Bureau d'Etudes, où l'on possède moins de données d'expérience qu'en usine, ce qui engendre de nombreuses incertitudes. L'un de ces facteurs d'incertitude, par exemple, est la charge du personnel employé dans le Bureau d'Etude. Il n'existe pas dans ce cas de système particulier bien adapté à la prévision des coûts. L'expérience et l'analogie avec d'autres travaux déjà effectués peuvent servir de points de repère.

* La deuxième difficulté réside dans le chiffrage de l'heure de travail, et elle n'est pas spécifique aux Bureaux d'Etudes. Il s'agit du problème comptable général de l'imputation des frais communs aux différentes unités. Là encore, il n'y a pas de solution rigoureuse, et il règne toujours un certain arbitraire. De manière générale, on peut dire qu'en comptabilité, tout ce qui est affectable doit être affectés chaque fois qu'on peut identifier un coût comme lié à une certaine tâche, il faut l'imputer à cette tâche. La répartition des autres charges dépend du système comptable adopté.

Il n'existe donc pas de méthode d'usage général permettant de déterminer les budgets pour tous les types d'activité et dans toutes les entreprises. L'expérience et le jugement du spécialiste restent indispensables.

