

## LA QUALITÉ DE CONCEPTION DES PRODUITS DANS UNE ENTREPRISE INDUSTRIELLE

par Robert FEY

Directeur de la Qualité adjoint CGCT

### 1 - LA QUALITE EN GENERAL

#### 1-1. DEFINITION DE LA QUALITE

La notion de qualité est extrêmement générale et s'applique à tous les biens, produits naturels et manufacturés ainsi qu'aux services.

Dans le langage courant cette notion est vague et subjective. C'est pourquoi l'Association Française de Normalisation (AFNOR) a défini la qualité comme suit :

"La qualité d'un produit ou service est son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs".

Les besoins peuvent être définis par l'utilisateur par un contrat ou une commande accompagnée de spécifications.

Les besoins peuvent être latents et non précisés par un grand nombre d'utilisateurs potentiels qui font confiance en la "qualité" du produit ou service : qualité définie par les spécifications, après une étude de marche, par le producteur-fabricant.

Il faut alors distinguer deux sortes de qualité :

- la qualité de conformité qui est le degré de concordance aux spécifications,
- la qualité de conformité qui est l'aptitude des spécifications à satisfaire les exigences ou attentes des clients-utilisateurs.

#### 1-2. Qualité de conception

Pour la masse des utilisateurs, la notion de qualité de conception est généralement subjective. Les exigences ou attentes du client ou de l'utilisateur dépassent souvent les possibilités de fabrication du moment en fonction du prix suggéré. La concurrence entre deux produits analogues offerts au même prix se joue sur une ou l'ensemble des composantes de la qualité de conception qui sont :

- performances,
- durée de vie (durabilité),
- présentation (aspect, esthétique, luxe, emballage, étiquetage, etc.),
- maintenabilité et interchangeabilité (service après vente),

- fiabilité,
- sécurité du produit,
- maniabilité (utilisation ou installation facile),
- résistance aux surcharges (protections ou détrompeurs) à,
- disponibilité,
- types de garantie,
- etc.

Quelquefois un prix plus important est accepté quand il justifie une qualité de conception accrue. Il est évident qu'un prix plus bas pour une qualité combinée de conception et conformité identiques place le produit en meilleure position de concurrence. La plus grande quantité possible vendue réduit le prix de revient et permet d'offrir sur le marché un produit compétitif.

Compétitif sera ce produit s'il répond à la qualité de conception attendue, laquelle peut demander un coût de fabrication et de contrôle plus poussé.

## 2 - CONCEPTION ET SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU PRODUIT

Dans le cas de matières premières, composants, sous-ensembles ou articles nécessaires à la fabrication du produit, le service technique élabore généralement seul les spécifications de fabrication (internes) ou d'achat (externes). Toutefois, bien que maître d'oeuvre, le service technique ne doit pas avoir le monopole de la conception du produit nouveau mis sur le marché.

Les services concernés de l'entreprise : commercial (marketing), fabrication, méthodes et qualité, sont associés au service technique pour définir les spécifications se rapportant au produit. Ces spécifications se composent comme suit :

2-1. LA SPECIFICATION COMMERCIALE (ou spécification propre du produit) : détermine la forme, la taille, les performances, les tolérances et les caractéristiques de fonctionnement, etc. faisant référence si nécessaire aux normes en vigueur. La spécification commerciale est le document distribué à la clientèle ou utilisateurs-consommateurs.

2-2. LES SPECIFICATIONS D'ESSAIS donnent les limites :

- de résistances aux chocs et vibrations, à la traction, etc.,
- de conditions climatiques (hygrométrie, chaleur),
- de fiabilité et durée de vie,
- de maintenabilité et interchangeabilité,
- etc.

Ces spécifications d'essais font aussi référence à des normes d'essais françaises, européennes et mondiales.

Récemment des essais concernant la sécurité du produit et la pollution ont été pris en compte.

Les spécifications d'essais précisent aussi le mode d'échantillonnage (N Q A et niveau) pour le contrôle de statistique de réception par le client.

2-3. SPECIFICATION D'EMBALLAGE ET DE MANUTENTION

Cette spécification consigne le type d'emballage requis, la quantité par conteneur (paquet, caisse, etc.) l'étiquetage, la méthode de stockage et les précautions de manutention et de sécurité nécessaires.

2-4. SPECIFICATION DE FABRICATION

C'est un document très complexe incorporant tous les plans et détails possibles pour aboutir au produit final spécifié au coût de fabrication le plus économique. Cette spécification peut aussi inclure les spécifications d'essais et de contrôle (contrôle de réception, en cours et final). La spécification de fabrication contient :

- les références à d'autres spécifications ou normes concernées (gamme d'outillages et équipements, consignes de sécurité, etc.);
- les matériaux et les quantités mis en oeuvre;
- les séquences d'opération et de contrôle (gammes d'assemblage et autres instructions);
- les spécifications d'essais (contrôle premières piècesA prototypes et contrôles divers des équipements et appareils de contrôle utilisés);
- les tolérances en fonction des possibilités des machines ou des opérateurs et des coûts ou prix de revient.

2-5. LIASSES DE SPECIFICATIONS TECHNIQUES

La conception d'un produit se traduit donc par l'élaboration finale de ses spécifications techniques sous forme de liasses de plans répertoriés, de listes de pièces et composants des formules, des fiches d'études, etc. (figure 1).

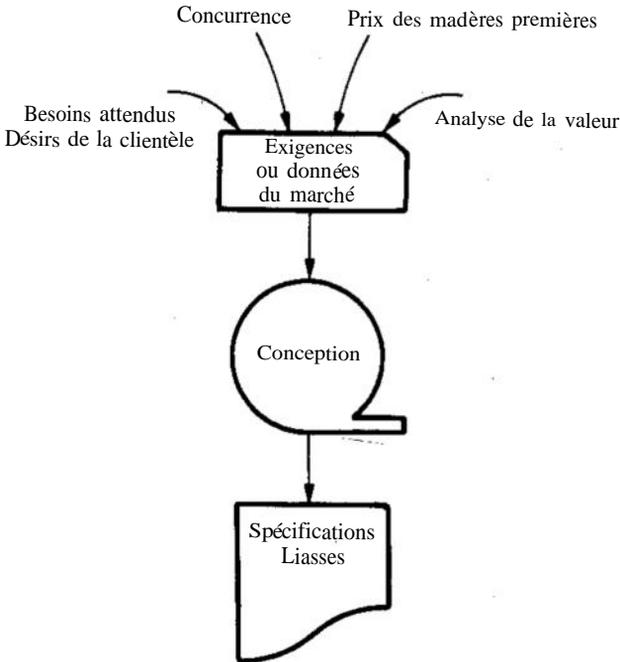


Figure 1 : La conception dans la préparation du produit

## 3 - PROBLEMES DE CONCEPTION AFFECTANT LA QUALITE

## 3-1. RESPONSABILITE DU CONCEPTEUR

La conception des produits nouveaux d'après les données du marketing est placée sous la responsabilité du service technique. Cette responsabilité concerne évidemment les erreurs de conception à condition que l'information venant du marketing (besoins exprimés ou attente des utilisateurs) soit bonne. La qualité de conception est donc l'affaire du service technique avec l'appui de la Direction Générale et la collaboration des autres services de l'entreprise. Le souci majeur du bureau d'études est de transmettre à la production (fabrication et méthode) un dossier de fabrication aussi précis que possible permettant à l'atelier de réaliser le produit tel qu'il a été conçu et mis au point après étude ou développement.

## 3-2. LES TOLERANCES

Durant le développement, les difficultés apparaissent généralement au moment du calcul des tolérances. Le service technique a tendance à prendre toutes ses précautions en déterminant les tolérances très serrées que la fabrication ne peut souvent tenir. Cette dernière réagit et le compromis obtenu permet encore une marge de sécurité quelquefois superflue à un coût important. C'est en quelque sorte une «surqualité». En d'autres occasions les tolérances tenues au départ deviennent de plus en plus lâches et l'on s'aperçoit que l'on accepte malgré tout le produit fini avec ou sans dérogation. La confiance aux tolérances établies est alors perdue. Les tolérances portent sur les cotes des pièces, sur la rugosité du fini, la dureté du matériau, le titrage des produits chimiques ou alimentaires, les couleurs, etc.

Le but des tolérances est de permettre l'interchangeabilité des pièces dans un assemblage, l'insertion d'un axe dans son logement, etc.

## 3-3. LES ERREURS TECHNIQUES OU ERREURS DE CONCEPTION : ERREURS QUI APPARAISSENT EN COURS ET APRES DEVELOPPEMENT.

Outre les erreurs de calcul de tolérances, d'autres erreurs techniques peuvent se glisser dans les spécifications de fabrication et de contrôle (figure 2).

Ce sont des erreurs :

- de transcription (écriture, lecture de cotes ou autres données)
- de composants,
- de matières premières,
- de calcul de résistance des métaux,
- de circuits de logique, etc. et bien d'autres imputables à :

la négligence, l'inadvertance et le manque d'expérience et de formation.

- De graves problèmes en matière de conception surgissent quand le produit n'est pas encore fabriqué alors que les performances sont déjà vantées par des annonces publicitaires. Les moyens de fabrication peuvent ne pas répondre d'une façon rentable aux spécifications techniques. D'où l'intérêt des essais de faisabilité avant l'action publicitaire. Le prototype ou la production pilote témoigne de cette faisabilité.

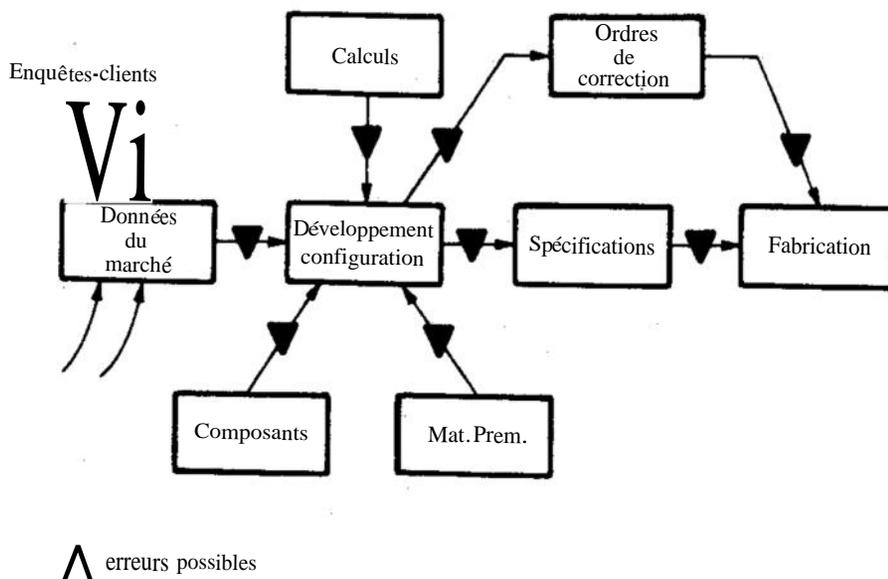


Figure 2 : Les erreurs dans le processus de conception d'un produit

### 3-4. GESTION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE

L'entreprise doit tenir compte de l'évolution technique (ne serait-ce que pour rivaliser avec la concurrence). Cette évolution technique peut concerner une amélioration des moyens de production ou une amélioration du produit ou bien des deux ensemble. De même, les soucis de rentabilité d'une entreprise l'amènent quelquefois à rechercher une réduction des coûts de production, en principe, sans nuire à la qualité du produit.

NOTE : Erreurs techniques, changements de conception et modifications remettant en cause les spécifications de la production ou du produit se traduisent par des ordres de correction (O.C.).

Les documents de base et les ordres de correction doivent être gérés d'une façon cohérente et systématique par un «contrôle de configuration» que nous verrons donc plus loin.

Un contrôle de configuration mal géré donne lieu à des erreurs affectant la «qualité de conception».

Pour le moment voyons comment se présente le cycle du développement d'un produit nouveau puis comment s'instaure la fonction qualité dans l'ensemble des services de conception (Technique, Bureaux d'Etudes).

## 4 - CYCLE DE DEVELOPPEMENT DU PRODUIT NOUVEAU

### 4-1. GESTION DU DEVELOPPEMENT DU PRODUIT NOUVEAU

Le développement s'étend depuis la conception initiale jusque dans le cycle de production. La décision de lancer le développement d'un produit nouveau appartient bien sûr à la Direction Générale qui attribue les tâches de coordination, d'exécution et de «contrôle» aux différents services ou départements concernés pour que :

- les prix, performances, caractéristiques et disponibilité prévus du produit soient conformes aux exigences du marché;
- les limites du prix de revient soient respectées;

- le programme de développement du produit soit fréquemment révisé dans le but essentiel, soit de prendre la décision de continuer, soit de modifier ou d'abandonner le projet. Ceci en fonction des données du marché, de la concurrence, des coûts actuels et de l'état d'avancement face aux délais prévus et à l'amortissement des investissements.

Le Service Technique est généralement coordonnateur et maître d'oeuvre responsable de la conception c'est-à-dire du développement du produit jusqu'à son industrialisation définitive. Le suivi du projet peut être confié à un ingénieur (chef de projet) chargé du contrôle du programme de développement et quelquefois des essais de qualification du produit.

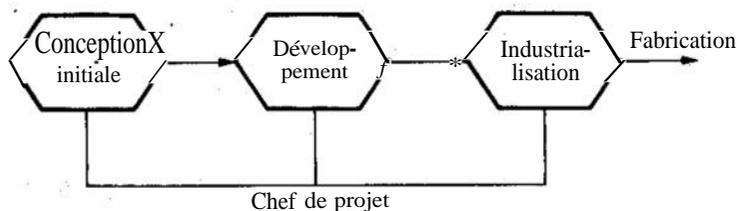


Figure 3 : Le rôle du chef de projet

Les objectifs de ce programme sont basés sur :

- la définition du produit,
- le volume des ventes,
- les exigences par rapport aux prix, performances, disponibilité
- rentabilité.

Ces objectifs ont pour but d'établir clairement les bénéfices prévus, les coûts, y compris ceux de départ, les investissements et limites de livraison et serviront de base pour développer les étapes d'un programme général et les plans nécessaires.

#### 4-2. DEFINITION DU MARCHE AVANT DEVELOPPEMENT DU PRODUIT NOUVEAU

Le «marketing» effectue une étude pour s'assurer que le marché est d'une taille suffisante et accessible et identifier la concurrence. Cet examen doit fournir une définition précise du produit et donner une indication du prix, du volume des ventes (au début et au total), des performances, de la disponibilité et des caractéristiques nécessaires pour faire face à la concurrence. La spécification commerciale ou spécification du produit, constitue le document officiel établissant cette définition et ces caractéristiques. Ce document doit être préparé par le marketing, en association avec le technique. La spécification dans sa forme finale devient la base pour estimer le coût des programmes du développement et la durée, ainsi que pour atteindre les objectifs d'ensemble.

Dans la première étude de faisabilité ou au stade exploratoire d'un programme de développement d'un nouveau produit, il peut être nécessaire de développer un projet de spécification de produit (ou caractéristiques), comprenant en outre les limites de prix, performances et disponibilité, servant de base à un premier planning. Ensuite, ce document devra être revu et approuvé pour devenir la spécification commerciale définitive lorsque la faisabilité fonctionnelle du produit a été prouvée.

#### 4-3. CYCLE DE PROJET DE DEVELOPPEMENT (DE LA CONCEPTION A LA FABRICATION)

##### 4-3.1. Présentation du cycle

Une fois un planning de développement établi et un chef de projet nommé (si besoin) le cycle ou processus classique de conception-fabrication présente les étapes suivantes :

- étude fonctionnelle de faisabilité pour s'assurer que le produit nouvellement conçu est réellement «fabricable» aux coûts prévus,
- évaluation du modèle ou maquette d'expérimentation,
- développement du produit,
- production pilote ou fabrication première série,
- fabrication normale ou courante.

##### 4-3.2. Etude fonctionnelle de faisabilité

L'étude fonctionnelle de faisabilité doit être faite par le «Technique» en relation étroite avec le «Marketing» afin de préciser les quantités, prix, performances et délais.

Les objectifs de prix de vente du produit doivent être inclus dans l'étude de faisabilité. Les résultats peuvent être extrapolés à partir de produits de conception similaire et ajustés en fonction des différences essentielles de conception. Si aucune similitude n'existe, le département Production (ou la fabrication) devra fournir des estimations de coûts de matériel, main-d'oeuvre et frais généraux qui serviront à déterminer le prix de vente envisageable.

La fonction fabrication doit donc être introduite dès le début dans les premières étapes et doit s'engager sur la possibilité de tenir les limites de prix du produit. La fabrication doit, de même, s'engager à respecter les tolérances imposées ou à demander leur élargissement, ce qui peut remettre en cause la conception d'origine. Le marketing est responsable des prévisions de ventes et de fournir à la Fabrication le volume à prévoir pour la première année et éventuellement pour les suivantes.

Le Service Brevets doit également être introduit à la première étape pour déterminer, dans la mesure du possible, l'éventualité d'utilisation de brevets qui pourrait ajouter au coût le paiement des redevances. Le Service Brevets peut aussi proposer des variantes de conception qui pourraient éviter l'emploi de tels brevets.

#### 4-3.3. Evaluation des maquettes d'expérimentation

Avant que les maquettes d'expérimentation réalisées par le laboratoire ou atelier d'études et recherches ne soient transférées au groupe de développement du produit, les objectifs de coût prévus dans l'étude de faisabilité seront revus et mis à jour par le service des Méthodes de Fabrication.

Il ne devra pas y avoir de transfert sans accord complet de la fabrication avec les objectifs de coût de production.

Un examen de la direction générale avec les responsables du marketing, de la fabrication, du technique, de la qualité et de la comptabilité devra être fait à ce moment. Si l'objectif de coût prévu paraît excessif au point que l'objectif de rentabilité ne soit pas atteints

- le laboratoire ou atelier d'études fera une nouvelle expérimentation atteignant les objectifs de coût du produit ;
- si les objectifs ne peuvent pas être atteints et que les coûts de révision par le laboratoire sont excessifs, le produit sera abandonné.

#### 4-3.4. Lancement du développement du produit.

Pendant cette phase, les ingénieurs de conception et d'industrialisation doivent développer conjointement le produit pour répondre aux objectifs fonctionnels et aux objectifs de coût. Les considérations d'industrialisation doivent être comprises dès le début de cette étape.

Cette étape devra inclure la fabrication de modèles de pré-série ou prototypes pour déterminer si le produit répond aux spécifications et aux objectifs de coût.

Pendant cette période, il doit y avoir étude continue et réévaluation des coûts, avec les données du marketing et les spécifications commerciales, servant de base à la décision de continuer, modifier ou annuler le programme de développement.

Si le produit ne répond pas aux spécifications, ou si les objectifs de prix ne peuvent pas être atteints, les changements de conception nécessaires doivent être faits. Si les objectifs de rentabilité ne peuvent pas être atteints, le programme devra être abandonné ou retourné au groupe de développement pour étude complémentaire. S'il s'avère que le coût de développement se révèle excessif, le programme devra être abandonné.

#### 4-3.5. Production pilote

Les responsables de fabrication, de la conception, du contrôle, de la production et de l'industrialisation examinent ensemble les unités produites par une production pilote.

Si le produit répond à toutes les spécifications, aux objectifs de coût et a été conçu en accord avec les ingénieurs de production, d'industrialisation, de fabrication, de contrôle, de marketing, le projet devra être soumis au Directeur concerné pour approbation. Après approbation, le produit pourra être lancé en production.

Si le produit ne répond pas aux objectifs de fonctionnement et de coût, les changements nécessaires devront être faits pour atteindre ces deux objectifs. Si la nouvelle conception ne répond pas aux spécifications, le Directeur devra déterminer s'il est rentable de poursuivre le projet ou non.

La première série produite est évidemment l'objet d'un suivi intensif de la qualité de conformité.

4-3.6. Fabrication

La fabrication courante du produit ne peut être planifiée qu'après l'approbation du projet par le Directeur ou chef de projet.

4-4. MODIFICATIONS ET ORDRES DE CORRECTION EN COURS DE DEVELOPPEMENT

Les ordres de correction ne devront pas être transmis à la fabrication ou aux méthodes tant que la spécification de fabrication n'est pas publiée et transmise officiellement à la Fabrication (Figure 4).

Les ordres de correction qui affectent de façon significative les caractéristiques du produit, le coût ou son aspect, seront examinés par le marketing qui recherchera une approbation éventuelle de la clientèle avant lancement en fabrication. Les ordres de correction qui ont pour effet d'augmenter le coût du produit dans de telles proportions qu'ils mettent en péril la rentabilité du projet, nécessiteront un examen et l'approbation du Directeur ou chef de projet.

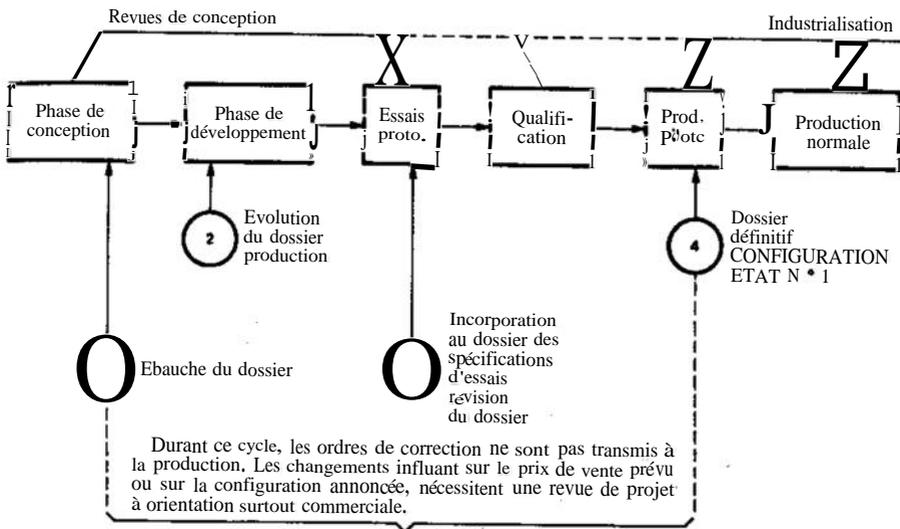


Figure 4 : Évolution de la documentation pendant la mise au point du produit

## 5 - LA FONCTION QUALITE DANS LE DEVELOPPEMENT

Les paragraphes ci-dessus ont exposé les problèmes et conditions de conception et développement d'un produit nouveau relativement complexe. La conception d'un produit plus simple peut être différente quant aux temps, au personnel et aux composants mis en oeuvre, toutefois le processus de développement peut être sensiblement identique.

Tout au long du processus de développement, différents aspects de la fonction qualité entrent en jeu sous forme de vérifications du produit, des composants, des moyens de production et d'essais des appareils de mesure.

Quand il est décidé d'apporter une modification radicale du produit en cours de fabrication, un processus analogue au développement d'un produit nouveau est mis en place après consultation des services ou départements concernés.

Dans les grandes entreprises une fonction qualité dans le service technique est assurée par un ingénieur responsable placé hiérarchiquement sous les ordres du Directeur Technique et fonctionnellement sous les ordres du Directeur Qualité. Le rôle de cet ingénieur qualité au service technique est de coordonner toutes activités de la fonction qualité au Service Technique, principalement :

- revue de Conception,
- qualification des produits et sous-ensembles,
- contrôle de configuration, revue de changements,
- information en retour des clients ou chantiers d'installation de la fabrication.

Il prépare aussi les rapports suivants :

- statistiques (erreur de conception, de dessins, etc.),
- rapport au Service Qualité de l'entreprise.

Le produit et chacun de ses sous-ensembles doivent subir des essais de qualification avant d'être commercialisés.

Une bonne devise de la fonction qualité est : fabriquer de façon conforme à la spécification, sinon demander de revoir la spécification .»

La revue de conception et la qualification donnent l'assurance de la qualité de conception.

## 6 - REVUE DE PROJET

## 6-1. DEFINITION ET BUT DE LA REVUE DE PROJET

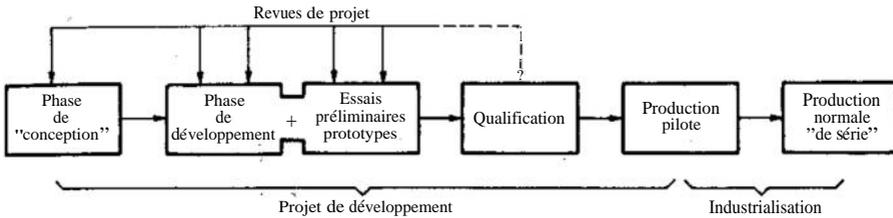
## 6-1.1. Définition

Revue de projet traduit de l'anglais «design review» est le terme qu'il convient d'utiliser. Le terme revue de conception est encore d'un usage courant, mais il est moins approprié car en fait la revue de projet est dans son sens le plus large une méthode de vérification de toutes les caractéristiques du produit, pendant et à la fin du projet de développement et avant la phase d'industrialisation. Ceci en tenant compte d'un coût de production le plus bas possible tout en demandant au produit de remplir le plus efficacement possible les fonctions requises.

La phase de pure conception se termine par la concrétisation d'idées et est aussitôt suivie de la phase de développement (en anglais : development).

Ces deux phases aboutissent à la préparation de plans et de documents (dessins, formules, etc.) préliminaires.

Le projet de développement englobe la phase de conception, de développement, les essais préliminaires et la qualification (figure 5).



*Figure 5 : Le développement incorpore les revues de projet à la qualification*

**DEFINITION**

La revue de projet est un ensemble de réunions organisées au cours du développement d'un produit afin de soumettre le dossier technique à l'analyse critique de toutes les fonctions concernées.

**6-1.2. But de la revue de projet**

La revue de projet a pour but de donner à la Direction Générale l'assurance que les décisions prises ou prévues par le Service Technique durant le développement du produit ont été examinées, évaluées et appliquées de manière réaliste et que le programme suit les prescriptions de la Fabrication et du Service Commercial.

La revue de projet réunit les experts de l'entreprise pour :

- a) Identifier et analyser en temps opportun tout problème apparaissant dans les périodes critiques de la conception et du développement.
- b) Fournir une évaluation objective des réalisations techniques.
- c) Fournir une évaluation effective sur la justesse de la conception en fonction des caractéristiques du produit final, rassemblées dans des spécifications et des normes.
- d) Faire des suggestions pour des améliorations de la conception et du développement quand il y a lieu.

Les revues de projet ne sont pas organisées pour prendre des décisions. Cependant, on s'attend à ce que les recommandations provenant des réunions de revue de projet aient une influence sur la prise de décisions. Le Service Technique est responsable de l'intégrité technique de ses projets et il a l'autorité, dans la limite de ses attributions, de prendre les décisions techniques définitives.

## 6-2. CONSTITUTION DU GROUPE DE REVUE DE PROJET

## 6-2.1. Constitution du groupe

Le directeur technique de l'entreprise a la responsabilité de désigner les produits en développement qui seront examinés par les revues de projet.

Il a aussi la responsabilité de la nomination du Président des réunions de la revue de projet et de l'application logique et satisfaisante de toutes les revues de projet.

Les participants d'une revue de projet comprennent normalement : le Président, les membres du groupe de revue de conception, le responsable qualité dans le service technique, l'ingénieur responsable du projet à examiner (et les autres membres de l'équipe d'ingénieurs de projet si besoin est) pour fournir des informations et des avis techniques au groupe de revue de conception. Le cas échéant, des ingénieurs de la sous-traitance peuvent aussi participer aux réunions (Figure 6).

Les membres du groupe de revue de projet devront être choisis par le Président. A l'exception du chef de projet, ils ne devront pas être, en principe, membres de l'équipe du projet soumis à examen mais devront posséder les connaissances et l'expérience nécessaires dans leurs disciplines ou leurs spécialités particulières; ces connaissances et cette expérience étant nécessaires pour rendre valable l'examen de conception. Le groupe a pour fonction d'évaluer les spécifications, projets et essais proposés, réels ou fonctionnels, de temps et de coût et de faire des recommandations qui devraient assurer ou améliorer la justesse de la conception et du développement.

Un groupe différent est affecté à chaque projet de développement.

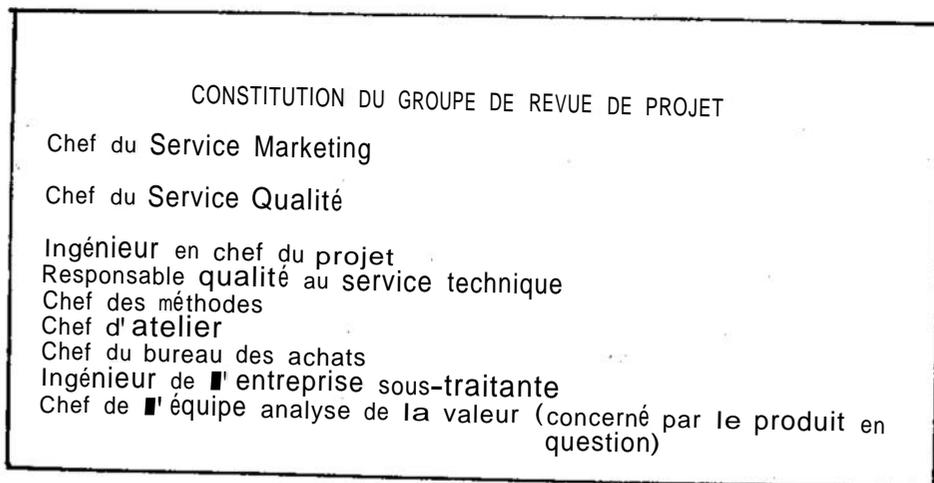


Figure 6 : Exemple de constitution d'un groupe de revue de projet

### 6-2.2. Choix du chef du groupe de revue de projet

Le chef (ou capitaine) du groupe ne doit pas être relié directement à l'équipe responsable du projet de développement du produit. Il devra cependant posséder une connaissance et une expérience certaine dans le même domaine que le projet soumis à examen.

Le Président peut être éventuellement le Directeur Technique de l'entreprise ou un membre de son équipe.

### 6-2.2. Choix des membres du groupe de revue de projet

Les membres choisis pour le groupe doivent avoir une expérience étendue dans leurs disciplines respectives de façon à pouvoir évaluer le projet soumis à l'examen. Chaque membre du groupe étudiera l'ensemble des documents du produit soumis à l'examen sous l'angle de sa discipline ou de sa spécialité particulière. Cette étude doit être faite avant la réunion, permettant ainsi aux membres de faire des recommandations appropriées et constructives au cours de la réunion.

Les membres du groupe peuvent être choisis dans les disciplines suivantes, dans la mesure où elles existent dans l'entreprise. Ces disciplines dépendent aussi du type d'industrie concerné :

- 1) Conception de système de circuit, de composition, etc.
- 2) Composants électriques, chimiques, alimentaires, etc.
- 3) Conception mécanique et pratique d'équipements,
- 4) Analyse de la valeur
- 5) Fiabilité et maintenabilité (service qualité).
- 6) Sécurité du produit (service qualité)
- 7) Fabrication.
- 8) Achats.
- 9) Inspections (service qualité ou fabrication).
- 10) Commercial
- 11) Facteurs humains et esthétique industrielle.
- 12) Consultants invités (experts juridiques, organisations, etc.)

### 6-2.4. Le chef de projet

Ne pas confondre chef de projet et chef ou capitaine du groupe revue du projet.

Le chef de projet est l'ingénieur qui a reçu la responsabilité de coordonner toutes les phases du développement du produit (dans certaines industries cette fonction peut avoir un titre différent).

Lors d'une revue de conception, le chef de projet a pour tâche de présenter le projet et IBB données essentielles au groupe. Avant la réunion, le chef de projet doit préparer et distribuer aux membres du groupe un ensemble de documents permettant l'examen. Cet ensemble comprend les données relatives à la réunion.

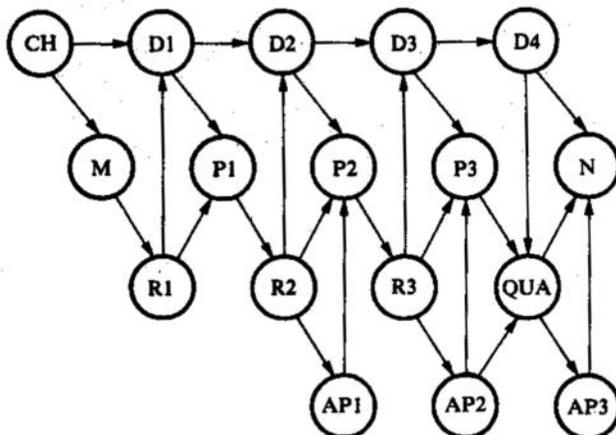
### 6-2.5. Membres de l'équipe de développement

D'autres représentants de l'équipe de développement peuvent assister à la réunion de conception si besoin est. Quand la responsabilité de la conception d'un ou plusieurs éléments a été sous-traitée et que cet élément revient, une partie du produit soumis à examen ou se trouve en interface avec l'ingénieur de conception ou de projet sous-traitant doit assister à la réunion.

## 6-3. LIGNE DE CONDUITE

La revue de projet déterminée doit examiner les détails du produit, ce qui peut aller d'un simple module de circuit à un système complet, elle pourrait aussi ne traiter qu'un seul aspect fonctionnel comme le logiciel, la conception mécanique, les formules chimiques, la cuisson, etc. suivant l'industrie considérée.

Les revues de projet seront faites au moment des événements majeurs du projet. Le planning des revues de projet devra être intégré au planning de développement du produit (Figure 7).



- CH = cahier des charges
- DI à D4 = états successifs de la documentation
- M = maquette
- PI = prototype de définition
- P2 = prototype d'identification
- P3 = production pilote
- RI à R3 = revues de projet
- API à AP3 = approvisionnements successifs
- QUA = qualification
- N = production normale

Figure 7 : Planning de la conception du produit

### 6-3.1. Revue initiale

La revue initiale se tient lorsque les études de faisabilité fonctionnelle de base sont terminées et que l'ébauche des spécifications commerciales des coûts à atteindre, des engagements contractuels, etc. est réalisée. La revue initiale consiste à passer en revue IBS grandes lignes du projet et s'assurer de la mise en place des fonctions d'inspection et de méthodes.

### 6-3.2. Revues intermédiaires

Les revues intermédiaires se tiennent lors des événements importants, de préférence juste avant la date de décisions majeures, par exemples après la fin des essais des modèles techniques expérimentaux fabriqués manuellement et juste avant d'éditer les dessins et avant la fabrication de modèles prototypes de pré-production.

### 6-3.3. Revue finale

La revue finale devra prendre en considération les résultats de tout le travail précédent et devra être réalisée assez tard pour permettre l'incorporation de toutes les actions nécessaires dans la documentation finale du produit.

### 6-3.4. Notification

La convocation écrite pour une revue de projet comprenant un ordre du jour, doit être fournie par le Président à tous les membres du groupe au moins trois semaines avant la réunion, pour donner le temps de la préparer. L'ensemble des documents doit être joint à la convocation par le chef de projet. Si ceci n'est pas possible, l'ensemble des documents devra être expédié de façon à ce qu'il soit reçu par les membres du groupe invités au moins deux semaines avant la réunion.

## 6-4. RAPPORT DE REVUE DE PROJET

Un rapport écrit est édité par le Président du groupe, au plus tard deux semaines après la réunion. Le rapport devra être adressé au chef de projet avec copies au Directeur Général et aux membres du groupe.

Après accord avec la direction ou service concerné ou autres départements fonctionnels, le chef de projet doit répondre au rapport de revue de Projet pour indiquer quelles recommandations seront acceptées et incorporées dans le projet. Il doit aussi justifier le rejet de recommandations.

## 6-5. REVUE DE PROJET D'UNE ACTIVITE DE SERVICE

De même que la qualité des produits est préparée par des revues de projet au cours de la phase de conception, la qualité des services est préparée par des revues de projet qui accompagnent le lancement des nouvelles Procédures ou des nouvelles méthodes. Elles ont pour but l'analyse systématique des situations relatives au projet, et peuvent conduire parfois à une complète remise en cause. Une revue de projet n'est pas seulement un exercice ponctuel se manifestant par une réunion de cadres supérieurs, c'est un exercice continu qui s'étend à tout le développement du nouveau service, impliquant de nombreuses personnes dans des travaux d'analyse, et de présentation de résultats.

En général, trois réunions ont lieu : au début du projet, c'est-à-dire lorsque le service a été défini dans un cahier des charges, puis au milieu du projet, lorsque tous les services élémentaires ont été spécifiés, du moins provisoirement, enfin quelques mois après que le service soit ouvert à la clientèle, afin de pouvoir rapidement engager des actions correctives au vu des premières réactions de celle-ci (Figure 8)

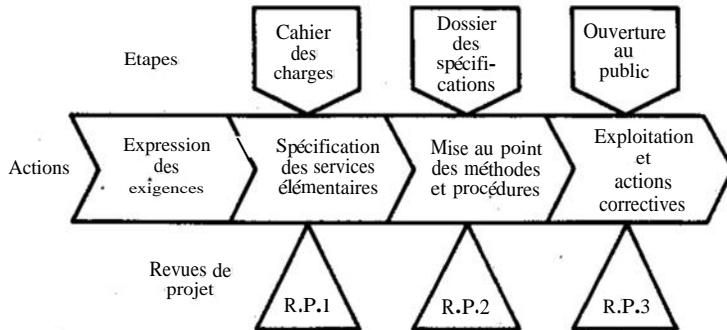


Figure 8 : Place des revues de projet au cours du développement d'un nouveau service

## 1 - QUALIFICATION DU PRODUIT

### 7-1. CONSIDERATIONS GENERALES

#### 7-1.1. Définition

Le dictionnaire définit la qualification comme étant l'attribution d'une qualité. Un produit ou système qualifié a la qualité nécessaire pour assurer la fonction ou l'état qui lui est demandé. On peut qualifier un produit acheté, ainsi que son fournisseur. La qualification d'un produit (ou le résultat d'un service) entraîne souvent la qualification d'un procédé (processus, moyen de fabrication ou production).

Une entreprise qualifie le produit nouveau qu'elle place sur le marché; elle est amenée à qualifier les produits ou matières qu'elle achète et procède à la qualification du moyen de production (le sien ou celui de son fournisseur).

#### Définition :

La qualification est un acte par lequel une autorité compétente reconnaît après vérification qu'une personne, une méthode, ou un objet, possède les qualités requises pour remplir une fonction bien déterminée.

Lorsqu'il s'agit d'un produit ou d'un service, cette reconnaissance porte sur les caractéristiques précises par un document de référence tel qu'un dossier de définition ou des spécifications techniques.

### 7-1.2. Principe

Après avoir revu et approuvé sa conception et avant son lancement en fabrication normale, on procède à la qualification du produit nouveau. Cette qualification est accordée lorsque le produit aura subi avec succès les essais ayant pour but de s'assurer qu'il répond absolument aux spécifications établies. La qualification fige en quelque sorte les spécifications d'essais (jointes en principe à la spécification du produit).

Les essais de qualification constituent une vérification méthodique et scientifique des exigences spécifiées. Cette vérification n'est effectuée qu'après toute une série d'essais de mise au point. Cela signifie que le produit est soumis aux essais de qualification lorsque l'équipe de développement a la ferme conviction que les résultats seront positifs. Une incertitude sur les résultats signifie que le produit n'est pas encore apte à subir les essais de qualification.

### 7-1.3. Considérations économiques

Au cours du développement du produit, un plan d'essais prévoit tous les essais de mise au point ainsi que les essais ultérieurs de qualification. Parfois il est jugé réaliste ou plus rentable de ne qualifier que les sous-ensembles (ou unités composant le produit) les plus importants d'un produit complexe. D'autre part, certains sous-ensembles ayant déjà été qualifiés, il n'est pas utile de les soumettre de nouveau à des essais coûteux. Le plan de qualification prévoira donc la séquence des essais pour chacun des sous-ensembles.

Les sous-ensembles, composants ou unités achetés, qui n'ont pas été déjà qualifiés au préalable subiront donc les essais de qualification. Si de nouvelles machines, ou de nouveaux procédés sont mis en oeuvre pour la réalisation d'un produit nouveau dans l'entreprise, il est impératif de commencer par la qualification du procédé (paragraphe 8).

## 7-2. MARCHE A SUIVRE ET RESPONSABILITES

La conduite des essais de qualification est partagée entre les fonctions Technique et Qualité. Le Service Technique (bureau d'étude) et le chef de projet concerné ont la responsabilité de prévoir tous les équipements et compétences nécessaires pour mener à bien les essais de qualification. La fonction qualité a la charge d'assurer que les essais sont exécutés d'une manière rigoureusement conforme aux spécifications de qualification et de rendre compte du résultat des essais avec une parfaite objectivité.

Le Directeur Technique nomme un Responsable Technique du Programme (R.T.P.) et le Directeur Qualité nomme un Responsable Qualité du Programme (R.Q.P.).

Avant la nomination des R.T.P. et R.Q.P., le service technique et le chef de projet auront établi des spécifications d'essais ainsi qu'un plan d'essais que R.T.P. et R.Q.P. suivront dans la conduite des essais.

Le R.T.P. peut dépendre directement du Directeur Technique ou du chef de projet ou bien du chef du bureau d'étude. --

Le R.Q.P. dépend de préférence directement du Directeur de la Qualité ou bien du chef de contrôle en fabrication. De toute façon, il devra être membre permanent de la fonction qualité et ne devra pas avoir pris part au développement du produit dans une mesure qui pourrait le rendre moins objectif dans son compte rendu des essais.

Le Responsable du Programme Technique (R.T.P.) et le Responsable du Programme Qualité (R.Q.P.) seront tous deux des ingénieurs ou techniciens confirmés, ayant une envergure personnelle et technique suffisante pour remplir la tâche dont ils ont la charge.

Généralement, le chef de projet de développement prend la fonction de R.Q.P. ou désigne un de ses collaborateurs.

Les rôles du Responsable Technique (R.T.P.) et du Responsable Qualité (R.Q.P.) sont les suivants :

- Ensemble
  - Désigner les autres membres de l'équipe avec approbation des Directeurs du Service Technique et du Service Qualité, si besoin est.
  - Etudier le plan général de qualification.
- R.Q.P.
  - Tenir le journal des essais.
  - Relever les résultats et les consigner dans le journal.
  - Vérifier la bonne marche des essais en conformité avec les spécifications d'essais.
  - Déclarer si l'essai terminé est satisfaisant ou non.

### 7-3. CONTENU DES SPECIFICATIONS D'ESSAIS DE QUALIFICATION DU PRODUIT

Fréquemment, les essais de qualification proprement dits sont complétés par des essais continus au laboratoire d'études et de mise au point sur le chantier ou chez le client, jusqu'à la mise en service du premier équipement et même au-delà. Les essais inclus dans les spécifications d'essais de qualification sont choisis en fonction des exigences particulières devant être remplies avant que le produit ne puisse être pris en charge par l'utilisateur.

Les essais de qualification ne pourront pas, d'une manière générale, être assez exhaustifs pour garantir une conformité parfaite. Pour les systèmes incorporant un aspect logiciel par exemple, il ne sera habituellement pas possible de concevoir des essais vérifiant de manière exhaustive chaque condition susceptible d'être rencontrée par le produit en service. Dans de tels cas il faut choisir un compromis entre l'exhaustivité et les aspects pratiques offerts par un essai de durée limitée.

La spécification des essais de qualification prévoit une vérification des points suivants :

#### 7-3.1. Documentation

Vérifier les 4 points suivants :

- a) la spécification de produit est complète et conforme aux exigences du marché. La spécification de qualification et la spécification d'inspection et de contrôle doivent être complètes et compatibles ;
- b) les dessins de fabrication, les gammes de fabrication, les nomenclatures, les spécifications de composants, les normes d'exécution, etc. sont complets et compatibles ;
- c) les unités destinées aux essais sont conformes aux documents de fabrication et ont la configuration requise (voir paragraphe ci-après sur le contrôle de configuration) ;
- d) les manuels d'installation, d'exploitation et d'entretien sont complets et compatibles.

#### 7-3-2. Procédés de fabrication

Vérifier les trois points suivants :

- a) Les procédés ayant été utilisés pour fabriquer les unités destinées aux essais sont qualifiés et conformes aux gammes de fabrication.
- b) Les pièces ou composants ayant été utilisés pour fabriquer les unités destinées aux essais sont qualifiés et conformes aux gammes de fabrication.

c) Les pièces ou composants ayant été utilisés sont conformes aux spécifications de fabrication appropriées.

d) Les unités n'ont été soumises qu'aux inspections et contrôles de fabrication spécifiés.

### 7-3.3. Conformité

Vérifier que le produit et ses unités composantes destinées aux essais sont bien conformes aux normes.

### 7-3.4. Caractéristiques de fonctionnement

Essai complet dans des conditions de fonctionnement ou d'utilisation normales ou marginales.

### 7-3.5. Caractéristiques d'environnement

Essai de la résistance à toutes les conditions d'environnement exigées dans la spécification du produit.

7-3.6. Fiabilité, maintenabilité et interchangeabilité par un essai de toutes les conditions de fiabilité et maintenabilité requises.

7-3.7. Emballage, en vérifiant l'aptitude du produit et des pièces de rechange à résister, dans leur emballage spécifique, à des essais de transport et d'emballage spécifiés.

## 7-4. PLAN DES ESSAIS DE QUALIFICATION

Le plan des essais de qualification fait partie du plan de mise au point prévu au cours du développement du produit.

Le plan des essais de qualification du produit doit indiquer :

7-4.1. Toutes les étapes auxquelles les essais ont lieu (les essais de modèles de faisabilité, les essais en service, les simulations d'environnement, etc.). Dans certains cas, les essais de faisabilité sont considérés comme <préqualification>.

7-4.2. Quelles sont les unités ou maquettes qui doivent subir les essais et à quelles dates ceux-ci devront avoir lieu. (Le plan des essais de qualification indiquera à quelle date les spécifications correspondantes de produit et d'essais de qualification doivent être disponibles).

7-4.3. Le calendrier d'identification des composants, matériaux finis et procédés de fabrication non normalisés ainsi que les travaux nécessaires à leur confirmation.

7-4.4. Les essais de mise au point dont les résultats doivent être associés à la qualification et inclus dans le journal de contrôle.

Le plan d'essais de conformité sera remis à jour au fur et à mesure que le développement avance et revu régulièrement par la direction responsable lors des revues de projet.

## 7-5. CONDUITE DES ÉSSAIS

### 7-5.1. Ordonnancement des essais

S'appuyant sur le plan, le R.T.P. établira le plus tôt possible un calendrier pour chacune des unités composant le produit pour lesquelles des essais sont prévus au plan de qualification.

Ce calendrier indique les dates prévues pour chacun des événements clés du programme d'essais de qualification. Ce calendrier doit être approuvé par le R.Q.P. avec possibilité d'être révisé. Ne pas oublier de tenir le journal ou carnet de bord des essais et de vérifier le suivi du calendrier établi.

Quand les essais essentiels ne peuvent être réalisés avant la date de première livraison au client, le R.Q.P. doit immédiatement en référer au Directeur Général qui décidera d'accélérer le programme de développement ou de reculer la date de livraison.

Au cours des essais, le journal ou carnet de bord devra être tenu suivant les instructions fournies au paragraphe 7-7 Ci-après.

### 7-5.2. Examen des spécifications

Les R.T.P. et R.Q.P. s'assureront tout d'abord que les spécifications du produit et d'essais de qualification ont été établies conformément au paragraphe 7-3.

### 7-5.3. Fabrication des unités destinées aux essais

Pour évaluer avec plus de précision les résultats des essais, il est nécessaire de disposer d'un historique complet de chaque unité.

Le R.Q.P. a la responsabilité d'inspecter la fabrication des unités destinées aux essais, en enregistrant les modifications apportées par rapport aux spécifications de fabrication.

## 7-6. MAIN-D'OEUVRE NECESSAIRE

L'essai proprement dit devra être effectué en suivant exactement les spécifications de qualification. Le responsable (ou chef) de la qualité de l'atelier, de l'usine ou de la Division concernée, suivant le cas, prévoit la main-d'oeuvre nécessaire pour effectuer les essais et contrôles (par exemple, les vérifications de configuration, les contrôles visuels et mécaniques). Le Directeur Technique prévoit éventuellement la main-d'oeuvre nécessaire pour effectuer les essais nécessitant la compétence du service technique. Le R.T.P. a l'irresponsabilité de prévoir les équipements d'essais fonctionnels appropriés.

Dans le cas où ces équipements ne seraient pas disponibles ou inexistants, il faut réviser soit le plan, soit les spécifications.

## 7-7. RAPPORTS DURANT LA CONDUITE DES ESSAIS DE QUALIFICATION

### 7-7.1. Journal de contrôle (ou carnet de bord)

Chaque événement devra être enregistré sur un journal de contrôle ou carnet de bord. La tenue de ce journal est une des responsabilités du R.Q.P.

Il est nécessaire de commencer le journal de contrôle avant le début même des essais de qualification. Seront portées sur ce journal toutes les informations relatives à la fabrication des unités destinées aux essais, une identification complète du dossier de fabrication utilisé, y compris les spécifications de composants et de procédés. Chaque fois que cela sera possible on joindra un jeu de ces documents au journal. On peut aussi joindre les résultats des contrôles de fabrication des unités ou sous-ensembles.

Le journal de contrôle comprendra une nomenclature des équipements d'essais et mesures mentionnant la plage et la précision de chaque instrument ainsi que ses caractéristiques de calibrage.

Chaque fois qu'une simulation d'environnement sur prototype fera partie de l'essai de qualification du produit, une spécification de cette simulation sera également incluse dans le journal ; il en va de même pour tout essai de fiabilité effectué dans le cadre du programme de développement.

Lorsqu'un essai est terminé avec résultats satisfaisants, il suffit d'enregistrer uniquement l'essai, l'identité des échantillons en essai, le responsable de l'essai et le personnel l'ayant effectué, ainsi que les dates et heures de début et de fin de l'essai.

Si l'essai échoue ou si tout autre événement non prévu par la spécification d'essai de qualification intervient, on enregistrera la date et l'heure de l'événement ainsi qu'un compte rendu.

Les événements doivent être numérotés séquentiellement et signés par le R.Q.P. ou son représentant. Lorsque certaines personnes du service technique participent aux essais, chaque événement doit alors être signé par le technicien présent ayant la plus grande ancienneté.

Aucun format particulier n'est préconisé pour le journal de contrôle mais l'expérience a montré que des feuilles individuelles, numérotées et non reliées, constituent la solution la plus pratique. Un carnet relié s'avère mal commode car il est difficile d'en faire des copies. Le R.Q.P. devra numéroté à l'avance les feuilles pour éviter toute destruction. Il est alors facile de faire des copies qui serviront de feuilles de travail pour l'établissement des rapports d'essais de qualification et pour rendre compte de la progression des essais, tandis que l'exemplaire original est gardé en lieu sûr.

#### 7-7.2. Rapport d'avancement des essais de qualification (pour des essais de longue durée).

Chaque mois le R.Q.P. donne un rapport très court de l'état d'avancement des essais de qualification. Ceci peut faire partie du rapport de qualité de l'entreprise.

#### 7-7.3. Rapport final d'essais de qualification

Le but des rapports d'essais de qualification est d'informer le Directeur Général, le Directeur Technique, le Directeur Commercial et le Directeur de la Qualité sur la situation des essais.

Les rapports d'essais de qualification devront également donner à ces directeurs la certitude que les essais ont été effectués correctement et qu'un compte rendu objectif en a été fait. Le rapport sera suffisamment détaillé pour remplir ce rôle mais il sera aussi le plus concis possible. La bonne compréhension du rapport ne devra pas nécessiter de connaître ni de consulter d'autres documents, par exemple, la spécification d'essais de qualification.

Le rapport est établi et signé par le R.Q.P. et le R.T.P.

## 7-8. ACTIONS CORRECTIVES ET RENOUELEMENT DES ESSAIS

## 7-8.1. Actions correctives

L'échec d'un essai quelconque exige, en principe, une action corrective dont la responsabilité incombe au chef du développement de projet. La mesure corrective peut quelquefois amener à modifier la spécification du produit. Bien sûr la modification doit être approuvée par les services technique et commercial. Si l'échec provient du fait que les unités en essai ne sont pas conformes à la définition du produit, on renouvellera l'essai en utilisant des unités conformes.

Le R.Q.P. doit s'assurer que le chef du développement (ou de projet) a établi un calendrier des mesures correctives à prendre et de suivre les progrès réalisés à la suite de ces mesures. Toutes dérogations importantes à ce calendrier seront signalées au Directeur Général.

Aucun contrôle n'est nécessaire avant que le Service Technique (bureau d'études) ne soumette les unités à l'essai ou bien s'il retire le produit pour mise au point majeure. Le R.Q.P. établira alors un calendrier en vue de la répétition des essais de conformité.

## 7-8.2. Renouvellement des essais ayant échoué

Il y a en principe, 4 possibilités :

- a) renouveler une version réduite ou simplifiée de l'essai (pour vérifier qu'une mesure corrective d'ordre mineur a été exécutée),
- b) renouveler uniquement l'essai original (seulement si l'on est sûr que les modifications apportées ne peuvent affecter les résultats de tout autre essai),
- c) effectuer un ou plusieurs essais de remplacement ou bien un ou plusieurs essais supplémentaires, ou bien les deux (lorsque des mesures correctives plus importantes ou d'une portée plus grande ont été accomplies),

d) refaire partiellement ou entièrement les essais de qualification. Normalement, lorsque le produit a été remis en étude, le nombre des essais refaits sera fonction des changements apportés dans la conception.

Dans le cas où aucun autre renouvellement des essais ou aucun autre essai supplémentaire n'est proposé, soit parce que tous les essais ont été passés avec succès, soit par accord du R.Q.P. et du R.T.P., on publiera le rapport final d'essais de qualification. Le rapport citera clairement tous les essais n'ayant pas donné satisfaction et que l'on propose de ne pas refaire avec exposé des raisons de cette décision.

## 7-0.3. Requalification

Si plus tard une modification du produit déjà qualifié s'avère nécessaire du fait de l'évolution technologique bien compréhensible, on procédera à une requalification du produit dans les mêmes conditions qu'une nouvelle qualification.

## 8 - QUALIFICATION DU PROCEDE

## 8-1. BUT DE LA QUALIFICATION DU PROCEDE

La conformité rigoureuse de la fabrication ou l'élaboration du produit aux spécifications doit être assurée. La complexité des moyens mis en oeuvre impose de vérifier que les procédés, les méthodes, l'outillage, les moyens de contrôle atteignent bien le but fixé, au point de vue de la capacité de production, mais aussi de l'assurance de qualité. La qualification des produits implique souvent la qualification du nouveau moyen de production. La qualification du procédé est une vérification par rapport aux normes ou spécifications établies.

## 8-2. PRINCIPES DE LA QUALIFICATION DU PROCÉDE

## 8-2.1. Le principe est analogue à celui de la qualification du produit

Une qualification ne peut être faite que par rapport aux spécifications en vigueur ; il est donc indispensable de disposer des documents suivants :

- Spécification de l'état du produit ou de la matière à traiter avant son entrée dans le processus.
- Spécification du produit délivré à la sortie.
- Cahier des charges du moyen de production (équipements).
- Gamme de fabrication (spécification du processus de production).
- Notices d'inspection et d'essai.
- Spécification propre à la manutention dans le déroulement du procédé.
- Spécification d'essais de qualification et d'inspection.

8-2.2. Les essais de qualification du procédé ont lieu conformément aux documents ci-dessus en produisant une série, en quantité suffisante, dans les différentes conditions afin de vérifier la capacité de production, la qualité et la dispersion des résultats dues aux conditions marginales de fonctionnement, les conditions de sécurité, etc.

Toutefois, l'assurance de conformité, la périodicité des réglages et la maintenance ne peuvent pas être vérifiées par ce seul essai qui demande un temps beaucoup plus long.

Une préqualification peut alors être prononcée après des essais sommaires ; la qualification définitive n'est prononcée qu'après une période donnée et dans des conditions fixées dans chaque cas. Au cours de cette période, la qualité des pièces produites est suivie, pour déterminer la fiabilité du procédé. Les conditions de maintenance, réglage, réparations sont déterminées après qualification ; l'inspection des pièces peut être allégée.

8-2.3. Durant le cycle de développement du produit une étude de faisabilité équivaut à une préqualification du produit. Dans le cas de l'évaluation et qualification du procédé, il est souvent utile de s'assurer de la <capabilité> du moyen de production.

8-2.4. L'exécution des tests de qualification est placée sous la responsabilité conjointe des Services Méthodes et Qualité. A cet effet, pour chaque procédé à qualifier, le département ou service Qualité désigne un «Responsable Qualité du programme (R.Q.P.)». Le service Méthodes désigne un «Responsable technique du programme (R.T.P. ou R.M.P.)».

Le R.Q.P. doit s'assurer que les essais sont rigoureusement effectués selon le programme de la spécification d'essais. Il rédige le rapport de qualification. Le R.T.P. est responsable de l'exécution des essais.

## 8-3. MODE OPERATOIRE

Après mise au point du procédé, la documentation est mise à jour. Le R.T.P. et le R.A.P. ayant été désignés, ils établissent le planning et la spécification des essais. Les étapes du mode opératoire ou planning sont les suivantes :

### 8-3.1. Vérification de la documentation

- Spécification de produit.
- Description du procédé.
- Gammes de fabrication.
- Instructions de réglage et de maintenance.
- Plans d'outillage.
- Implantation des postes de travail.
- Etc.

### 8-3.2. Vérification de la conformité

- a) de 1' équipement par rapport aux plans :
  - appareils,
  - outils,
  - calibres de réglage et de contrôle;
- b) des équipements et du procédé par rapport aux :
  - gammes de fabrication,
  - règles de sécurité,
  - règles d'environnement (bruit, odeur, lumière, vapeurs nocives, etc.),
  - listes du matériel ;
- c) du lot de pièces ou matière première entrant dans le processus par rapport aux normes d'inspection ;
- d) de la qualification du personnel employé lors des essais.

### 8-3.3. Essais de fonctionnement

Le système est mis en fonctionnement. Les vérifications à effectuer sont de trois catégories :

- a) Vérification de la conformité des pièces produites en production normale et aux limites des pièces entrantes, réglages, tensions d'alimentation, etc.
- b) Vérification des caractéristiques de production :
  - quantités produites,
  - durée de cycle,
  - taux de rebut,
  - temps d'arrêt,
  - rendement du procédé.
- c) Mesures diverses de consommation d'énergie, Température, vibration, etc.
- d) Si le procédé incorpore une phase d'emballage le processus d'emballage devra être aussi qualifié.

### 8-3.4. Evaluation des conditions de maintenance et de manutention, périodicité de réglages, etc. pour la manutention en cours de fabrication.

### 8-3.5. Examen des résultats, actions correctives à entreprendre

Essais complémentaires après retouches.

### 8-3.6. Rapport de préqualification

8-3.7. Essai en production, pendant la durée définie dans la spécification et les résultats d'essais de préqualification.

Cette période permet de confirmer les résultats précédents et de déterminer la fiabilité du procédé, la périodicité de la maintenance, etc.

8-3.8. Actions correctives à la suite de l'essai en production.

8-3.9. Qualification définitive après mise à jour de la documentation.

#### 8-4. SPECIFICATION D'ESSAI

La spécification d'essai, rédigée par le service Méthodes et le R.T.P. et approuvée par le R.Q.P. doit comprendre les points suivants:

- but du document
- liste des documents de référence, documents généraux, propres au procédé à qualifier,
- désignation officielle des R.Q.P. et R.T.P.,
- liste des équipements à vérifier,
- liste du matériel de contrôle,
- séquence des essais,
- procédure d'essai,
- liste détaillée des essais à effectuer, avec méthode à employer, résultats à obtenir, critères d'acceptation et de refus.

#### 0-5. CONDUITE DES ESSAIS ET VERIFICATIONS PREALABLES

##### 8-5.1. Vérification de la documentation

On vérifiera :

- l'existence de la documentation à jour,
- que les spécifications d'inspection du produit entrant et sortant sont complètes et compatibles avec la spécification du produit,
- que les plans, gammes, nomenclatures sont complets et compatibles,
- que les manuels de réglage, mode d'utilisation, et maintenance sont à jour.

##### 8-5.2. Vérification de la conformité

La vérification de conformité comprend :

- les vérifications quantitatives,
- l'inspection du matériel fabriqué,
- la réception du matériel acheté.

Les comptes rendus d'inspection, de réception et de métrologie seront établis et conservés dans le journal des essais.

##### 8-5.3. Essais de fonctionnement du système

L'ensemble à essayer (machine, équipement de test, etc.) sera installé de manière à produire les pièces ou ensembles pour lesquels il est conçu.

Le réglage sera effectué conformément au mode opératoire prévu.

La matière première destinée aux essais sera inspectée par le service qualité dans les conditions habituelles, sans sélection particulière, et le résultat sera conservé dans le journal des essais.

Il sera noté toutes les conditions d'essais, personnel utilisé, conditions d'environnement, etc.

Des échantillons des pièces ou ensembles produits seront autant que possible conservés par le service qualité comme références pour des comparaisons ultérieures.

## 8-6. COMPTES RENDUS

### 8-6.1. Journal des essais (journal de contrôle ou carnet de bord)

Chaque événement survenant pendant le déroulement des essais sera enregistré officiellement sur un journal ou carnet de bord sous la responsabilité du R.Q.P.

Le journal des essais devra comprendre toutes les informations relatives au procédé à essayer :

- les spécifications ou au moins leur liste, avec références et numéros d'éditions,
- liste et nomenclature des équipements, machines, outils, etc., calibres essayés avec leurs repères d'identification,
- les résultats d'inspection ou de réception chez les fournisseurs,
- le planning et la séquence des essais,
- le résultat des essais.

Lorsqu'un essai est effectué conformément aux spécifications et réussi, il suffit d'enregistrer le résultat.

Lorsqu'un essai n'aura pas été effectué conformément aux spécifications, les raisons devront en être précisées.

Lorsqu'un essai aura échoué, toutes les circonstances devront être notées.

Les dates et heures de début et fin d'essais seront portées sur le journal des essais.

Le journal des essais est rédigé par le R.T.P. ou le personnel ayant effectué les essais.

Ce journal est contrôlé et conservé par le R.Q.P. Il reste confidentiel au niveau de l'entreprise.

### 8-6.2. Comptes rendus de préqualification et de qualification

Un compte rendu est rédigé à la fin des essais de qualification. La figure 9 reproduit un tableau extrait d'un tel document.

Ces comptes rendus ont pour but de renseigner sur l'état des essais, en particulier, d'indiquer les essais qui ont réussi et ceux qui ont échoué.

Ils doivent donner la certitude que les essais ont été effectués correctement et qu'un compte rendu objectif est fait. Ils doivent donc être suffisamment détaillés, mais rester concis, ne nécessiter aucune connaissance particulière du procédé de la part du lecteur, ni la consultation d'autres documents.

Chaque compte rendu comporte les rubriques suivantes :

- Titre - Identification du procédé.  
Indication du type de rapport.
- Date.
- Signature d'approbation.
- Distribution.
- Résumé.
- Table des matières.
- Personnel d'essais.
- Spécification et documents utilisés.
- Identification du matériel essayé.
- Liste des essais, date et résultats.

- ' Commentaires sur les résultats.
- \* Actions correctives.
- " Répétition des essais ayant échoué.

Dans le cas où les essais de qualification s'étendent sur une longue période, des comptes rendus intermédiaires d'avancement sont édites, au minimum tous les 3 mois. Si une étude de "capabilité" du processus a été réalisée, joindre les résultats.

Signatures

Les comptes rendus sont rédigés, signés et diffusés par le R.Q.P.

Ils sont approuvés par :

- ] le R.T.P.
- \* le Service Méthodes responsable,
- \* le Directeur d'usine ou chef de fabrication responsable,
- \* le Directeur de la Qualité ou chef du service qualité.

Ils sont rédigés au plus tard un mois après la fin des essais.

Point	Essais-Mesures	Résultats	Observations
	Contrôle documentation :		
1	11. Notice générale L 880635 Ed 3	Bon	
	2. Documentation électrique :  L 880610 L 880611  L 881237 L 881238  L 881274 L 881275	Mauvais	A regrouper Créer fiche d'édition
2	13. Documentation mécanique :  L 884149 Ed. 1	Mauvais	Revoir pagination Créer fiche d'édition
	Essais et Mesures		
3	Essai n° 1 Voir rapport d'essais en annexe	Mauvais	Incompatibilité tolérances techniques
4	Essai n° 2 Voir rapport d'essais en annexe	Mauvais	Avec résultats de la machine
5	Essai n° 3		A reprendre

Figure 9. Tableau de résultats dans un rapport intermédiaire de qualification de procédé.

## Distribution

Les comptes rendus sont distribués au minimum aux :

- Service Méthodes,
- Directeurs concernés,
- Contrôle en fabrication,
- Directeur de la Qualité,
- Directeur Technique.

### 8-6.3. Actions correctives et renouvellement des essais

L'échec d'un essai exige une action corrective. Cette action est en général la poursuite de la mise au point du procédé ou sa remise en étude afin de le rendre conforme aux exigences spécifiées. L'action corrective peut être aussi la modification de la spécification, à condition qu'elle soit faite de façon officielle et approuvée par les utilisateurs s'il y a lieu.

Quand la qualification du procédé fait suite à une qualification du produit, la responsabilité de l'émission et du service de l'action corrective incombe au chef de projet de développement du produit. Le R.Q.P. a la charge de contrôler l'établissement d'un calendrier des actions correctives et son avancement. Il a la charge d'alerter le responsable concerné de toute dérogation.

Les essais doivent être refaits après application d'une action corrective.

On pourra procéder de différentes manières, selon l'importance et l'étendue de l'action corrective :

- faire une version réduite de l'essai,
- faire des essais supplémentaires,
- refaire partiellement ou entièrement les essais de qualification.

Ces essais pourront donner lieu à un compte rendu de résultats.

### 8-7. RESPONSABILITES

La responsabilité des essais de qualification du procédé est partagée entre les fonctions Méthodes et Qualité. D'une manière générale, les Méthodes prévoient les équipements, compétences et documents nécessaires aux essais.

Le service Qualité a la charge de vérifier la rigueur des essais, leur conformité avec les spécifications et leur objectivité et de rendre compte des résultats.

## 9 - CONTROLE DE CONFIGURATION ET CONTROLE DES AVIS DE CHANGEMENT

---

### Configuration:

La disposition ou arrangement des parties ou éléments formant un ensemble ou un produit.

### Contrôle de configuration :

Le terme de contrôle signifie à la fois gestion, vérification et maîtrise.

Le contrôle de configuration est le contrôle de la documentation technique.

---

## 9-1. DEFINITIONS ET COMMENTAIRES

### 9-1.1. Contrôle première pièce s (inspection première pièce)

Il s'agit de la «première pièce» d'une série sortie d'une machine, d'un bain, etc. En fait, ce n'est pas nécessairement la toute première pièce. A l'emboutissage, par exemple, après l'insertion d'un nouvel outil ou outil révisé on exécute un «emboutissage» à blanc de quelques pièces allant directement au rebut puis on commence la série : la première pièce de série (ou une choisie parmi les premières) est vérifiée et elle sera rangée avec l'outil quand celui-ci rentrera au magasin outillage une fois que la production demandée sera terminée.

Le contrôle première pièce est une opération d'inspection donnant l'autorisation de démarrer une série.

### 9-1.2. Ordre de correction : O.C.

C'est le document officiel émis par le Service ou Département Technique (gérant de la fonction conception et développement du produit). Ce document définit les modifications intervenant dans les spécifications techniques du produit. Avis de modification, avis de changement et ordres de correction sont synonymes.

### 9-1.3. Contrôle des ordres de correction

Un terme assez usité mais ambigu, ici encore le terme «contrôle» signifie à la fois gestion, maîtrise et vérification.

Normalement, le contrôle de configuration englobe le contrôle des ordres de correction. Il est évident que le contrôle de configuration serait réduit à peu de chose si aucune modification n'était à apporter aux documents de base.

D'autre part, le contrôle des ordres de correction devient une des multiples activités de «la Fonction Qualité». En effet, un ordre de correction touchant à la modification du produit en cours de fabrication, nécessite la retouche des produits ou pièces ou sous-ensembles déjà fabriqués.

Le but de cette maîtrise est de réduire au minimum nécessaire le nombre d'ordres de correction.

## 9-2. CONSIDERATIONS GENERALES

La première étape des essais de qualification et revue de projet vus ci-dessus, consiste à contrôler la documentation qui concerne la configuration du produit ou article considéré.

Il s'agit de spécifications, cahiers de charge, plans d'assemblage, etc.

Il est donc essentiel de gérer cette documentation technique qui subit de nombreuses modifications tout au long de la vie du produit pendant et bien après la période de développement. Avant de vérifier si le fabricant (ateliers de l'entreprise ou sous-traitants ou fournisseurs) suit ou non les spécifications techniques (déterminant la configuration) tenues à jour, il faut s'assurer qu'il reçoit les avis de changement (modifiant la configuration) dès que possible avec une date raisonnable de mise en application.

Il est primordial d'informer le plus tôt possible les agences, dépôts, magasins, etc. des avis de changement de la configuration du produit dont ils ont la charge de réparer ou entretenir (pendant ou après la garantie). Le rôle du service après-vente est précisément de veiller à cela. De même, le fournisseur ou sous-traitant doit être informé le plus vite possible du changement intervenant dans la configuration de la pièce, sous-ensemble ou unité de produit qu'il fabrique ou qu'il a déjà en stock. La situation est identique pour des ateliers différents d'une même entreprise. Dès que la configuration change, il faut immédiatement reconsidérer la fabrication. Ne pas vouloir modifier trop souvent la configuration a aussi de fâcheuses conséquences.

### 9-3. CAUSES DE CHANGEMENT

On peut les classer en 2 catégories : Evolution et Erreur. (Les deux E)

#### 9-3.1. L'évolution

Les causes sont multiples :

- a) Requête du client, changement de mode, concurrence, etc.
- b) Evolution des connaissances (technologiques, biologiques, chimiques, etc.)
- c) Changement de matières premières ou sous-ensembles (par exemple : ■ l'approvisionnement n'est plus garanti, le coût devient prohibitif, changement de fournisseur, décision gouvernementale de ne plus utiliser telle ou telle matière, etc.)
- d) Modification de ■ l'outil de production (par exemple : machines plus performantes permettant de resserrer les tolérances, d'améliorer le produit).
- e) Réduction des coûts de production.

#### 9-3.2. L'erreur

Les erreurs sont malheureusement nombreuses :

- a) Erreurs de transcription (écriture, lecture de cotes ou autres données à ■ à suite de quoi un sous-traitant peut fournir des produits conformes à un plan erroné).
- b) Emploi de composants inadéquats ou matières premières impropres (sous prétexte de réaliser des économies).
- c) Bévues dans les calculs (de résistance, de maintenance, de composants électroniques ou chimiques, etc.)
- d) Erreur de <marketing> (mauvaise interprétation de ■ l'attente de la clientèle).
- e) Erreur dans les circuits logiques, etc.
- f) Emballage à revoir.

Et bien d'autres imputables à la négligence, ■ l'inadvertance et quelquefois dues à l'incompétence ou manque d'expérience et/ou de formation nécessaire.

9-3.3. Bien souvent de nombreuses erreurs sont évitées grâce à une étude de faisabilité ou de capacité avant la fin du développement du produit.

Certains changements radicaux ou importants donnent lieu à une revue de projet et à la requalification du produit ou du procédé. Inversement, la revue de projet et les essais de qualification sont causes d'ordres de correction. Ce dernier cas n'est pas grave puisque la production n'est pas encore pleinement lancée, la configuration n'est pas encore figée.

- Ce qui importe à la fonction qualité, implantée dans le Service Technique, c'est de maîtriser la proportion des ordres de correction due à des ERREURS.

#### 9-4. IMPACT DES CHANGEMENTS

Un ordre de correction peut affecter : le procédé ou processus de production et ■ l'achat de matières premières ou sous-ensembles.

Le procédé ou processus de production comprend la fabrication (assemblage ou traitement ou élaboration suivant le type d'industrie concernée), les méthodes et le contrôle (inspection). Si IBS changements requis revêtent une importance telle que ■ l'aspect économique doit être reconsidéré après analyse de la valeur, les services concernés : Financier, Technique, Qualité, Fabrication, Achats entreprennent alors une revue de projet.

Certaines modifications peuvent avoir un effet sur le système dont le produit en question fait partie. Et certains changements ne peuvent être apportés qu'après : avis du client, autorisation gouvernementale, avis du fournisseur ou sous-traitant, etc. ceci impliquant quelquefois la révision du contrat.

Si un changement jugé imperceptible ou négligeable peut avoir une énorme repercussion sur le processus, d'autres modifications peuvent ne porter que sur des corrections d'écriture ou de nomenclature sans changer la configuration propre du produit. D'une façon générale les changements sont coûteux. Quand ils aboutissent à une amélioration de la production ou de la qualité du produit ils sont rentables. Les changements dus à des erreurs amènent inévitablement des coûts de retouches ou rebuts.

#### 9-5. ORGANISATION DU CONTROLE DE CONFIGURATION

Il faut d'abord considérer deux aspects essentiels de la fonction contrôle de configurations

- gestion de la documentation technique ou plus exactement ■ l'archivage et tenue à jour des dossiers techniques ;
- contrôle des AVIS de changement.

Ensuite il faut attribuer ces deux sous-fonctions à un seul ou plusieurs organismes de ■ l'entreprise.

##### 9-5.1. Gestion de la documentation

Il est important d'isoler et de codifier ■ l'unité (composant ou sous-ensemble) faisant partie du produit sinon le produit lui-même. Quand le produit est composé de pièces figurant sur le plan d'ensemble, les plans des produits et pièces doivent être repérés et repérables par des références codées. Cette codification conditionne la validité de la gestion et concerne la documentation et non les pièces ou unités qui possèdent leur nomenclature propre.

La codification de la documentation technique est simple, elle est établie par le Service Technique (Bureau d'études) et régie par des règles concernant l'assemblage de liasses (dessins, plans, schémas, organigrammes, liste de pièces détachées, spécifications, etc.). En résumé, la gestion même de ■ la documentation est constituée par la tenue à jour et ■ l'archivage du dossier de produit.

##### 9-5.2. Contrôle des ordres de correction (ü.c.)

Si la gestion de la documentation technique est décrite ci-dessus comme une activité plutôt passive, le contrôle des ordres de correction est actif dans le rôle de réduire le nombre de changements au minimum nécessaire. C'est en particulier une des multiples activités de la fonction qualité qui consiste à réduire le coût des rebuts et de la retouche dus à des erreurs de conception.

### 9-5.3. Activités d'archivage et de maîtrise des ordres de correction

Quand on utilise le terme contrôle de configuration on évoque une fonction unique confiée de préférence au service technique qui définit la configuration du produit et gère la documentation, le mode de codification et la maîtrise des ordres de correction vus ci-dessus. Toutefois il est possible de confier l'archivage au service des archives de l'entreprise et la maîtrise des ordres de correction à la fonction qualité implantée dans le Service Technique.

La Figurbio représente les étapes franchies par le dossier technique au cours du développement du produit. Dès la phase d'industrialisation, la configuration est à l'état n° 1 puis les états évoluent avec les modifications comme il est vu aux paragraphes suivants.

Durant les phases de conception, de développement et de qualification, le dossier technique reste dans les mains du service du Technique, ce dernier le tenant à jour au fur et à mesure des changements dus à la mise au point du produit. L'état n° 1 de la configuration est en fait l'état dans lequel est transmis, dès la fin du développement, le dossier technique du produit à la production.

A partir de l'état n° 1, nous considérons que les documents techniques sont confiés au Service des Archives chargé de les tenir à jour comme vu ci-dessus. Quant à la maîtrise des O.C., elle doit rester en principe une activité du service technique.

### 9-6. MODE OPERATOIRE POUR LA MAITRISE DES ORDRES DE CORRECTION

L'idéal serait d'avoir une documentation ou dossier de fabrication figé, mais considérant que le progrès (motivé souvent par la concurrence) ne doit pas être arrêté, la configuration d'un produit donné ne peut éviter d'évoluer d'où la création fréquente des ordres de correction. Nous avons vu au paragraphe 9-3 que l'on peut classer les causes de modification de configuration en 2 catégories : Evolution et Erreur.

#### 9-6.1. Evolution

Si l'on ne peut éviter les avis de changements dus à l'«Evolution» il faut essayer de les concentrer par «trains de modifications bloquées» qui permettront la fabrication de séries identifiées. Sinon, la production, trop souvent perturbée par des reprises, ne serait plus rentable. Il faudrait donc attendre un certain nombre d'ordres de correction limité dans le temps et décidé par le bureau d'études avant de passer à l'Etat suivant de la configuration. L'avantage du contrôle «première pièce» est de renseigner la production, le contrôle et le bureau d'études de la configuration du produit avant de demander une série identifiée.

Le Service Qualité n'a plus qu'à assurer la conformité en cours de production. La décision de bloquer des O.C. peut être confiée à un groupe d'études des O.C.

#### 9-6.2. Erreur

Si l'Evolution semble inévitable, par contre l'ERREUR est évitable. De simples bévues grossières, omissions, inadvertances, etc. peuvent avoir des répercussions catastrophiques. Une erreur dans la conception d'un produit pharmaceutique (ou cosmétique) pourra-t-elle être détectée par le laboratoire de contrôle? Ce dernier peut malheureusement vérifier la conformité en fonction d'une spécification erronée. Les essais de qualification préalables doivent heureusement éviter les dangers et déterminer une configuration sans risques du produit pharmaceutique ou produit de beauté en question ; reste à vérifier la qualification et la configuration finale.

Pour des produits moins dangereux, la qualification détermine la configuration définitive avant lancement en production et le bureau d'études retranscrit les plans définitifs et autres documents techniques destinés en particulier à la fabrication. Nombre d'erreurs sont dues à une mauvaise transcription des données originales.

### 9-6.3. Commission des O.C. (ordres de correction)

La commission des O.C., sous l'autorité du Département Technique, peut se résumer à une réunion périodique des quelques ingénieurs et techniciens (bureau d'études, commercial, production, qualité) concernés par la révision de la configuration du produit. Ce groupe a pour mission de concentrer dans la mesure du possible les modifications par trains d'O.C. dont l'émission serait la plus espacée possible dans le temps.

Ce groupe décidera donc de l'urgence de chaque O.C., il est évident que certains O.C. ne pourront être retardés et devront être émis immédiatement pour éviter un danger ou un coût de réparation trop important.

Les demandes d'O.C. sont formulées par différents services de l'entreprise, fabrication, méthodes, inspection, après-vente ou autres.

Le fabricant, l'acheteur, le service après-vente ou le commercial peuvent avoir des raisons de modifier le produit. Difficultés de fabrication et d'approvisionnement ou désirs de la clientèle sont quelques exemples justifiant les demandes d'O.C.

Ce sont en fait les demandes d'O.C. que la commission des O.C. doit bloquer par «trains» avant d'admettre la publication d'un ordre de correction. Ce dernier peut donc regrouper plusieurs modifications. L'Ordre de Correction est émis officiellement par le service technique (bureau d'étude) responsable de la configuration du produit.

### 9-6.4. Préventions des erreurs

Nous avons vu au paragraphe précédent que l'erreur de conception peut avoir deux aspects différents :

- erreur de conception proprement dite,
- erreur de transcription.

La qualité de conception réside dans le choix judicieux de la configuration du produit. La fonction qualité dans le technique a pour but de coordonner la revue de projet et la qualification. Ces techniques sont partagées aux autres services de l'entreprise (le Marketing en premier) la responsabilité du choix de la configuration ; après quoi il s'agit d'essayer et de définir les spécifications techniques.

Ces techniques offrent en outre l'assurance d'une configuration qui ne doit pas être constamment modifiée du fait d'erreurs.

Le contrôle première pièce vérifie le texte et les données de la spécification de fabrication.

Le calcul du coût de la qualité fait apparaître une proportion non négligeable de malfaçons due à des erreurs de conceptions.

### 9-7. MODE OPERATOIRE POUR L'ADMINISTRATION DES ORDRES DE CORRECTION

Nous avons vu au paragraphe 9-5.3. qu'après développement du produit, le dossier définitif transmis à la production est à l'état n° 1. La fonction d'administration de la configuration du produit est en fait une fonction d'archivage et de tenue à jour des changements modifiant la configuration originale, c'est-à-dire l'Etat n° 1. Prenons l'exemple d'une carte ou fiche d'état d'un produit (figure 10).

SOUS-ENSEMBLE n° 233		FICHE D'ÉTAT		
Documents du dossier	ÉTAT N° 1	ÉTAT N° 2	ÉTAT N° 3	ÉTAT N° 4
Liste des pièces	N° WCZK 28			
Dessin du ressort	N° 637 N	Ordre de correction n°1 1/1/72	Ordre de correction n°2 3/4/73	
Dessin du moule	N° 3621		Ordre de correction n°1 3/4/73	
Analyse de la matière	D 2730		Ordre de correction n°1 5/4/73	
Plan d'ensemble	Nv 63218	Ordre de correction n°1 1/1/72	Ordre de correction n°2 6/4/73	

Fig. 10 = Exemple d'une fiche d'état (dossier du produit)

Dès qu'un document du dossier subit un ordre de correction, la configuration passe à l'état suivant.

Deux ou plusieurs ordres ou avis de changement rapprochés peuvent être contenus dans un même train d'O.C. qui après approbation de la commission d'O.C. fera passer le produit à l'état suivant. C'est d'ailleurs ce train d'O.C. qui est transmis à la production avec la fiche d'état mise à jour.

Les figures 11a et 11b donnent respectivement un exemple de dossier de configuration et la procédure de modification de la configuration.

DOSSIER DE CONFIGURATION DU PRODUIT  
LISTE COMPLÈTE DES DOCUMENTS

- |  |   |
|--|---|
| 1. SERVICE COMMERCIAL                  | <p>Dossier commercial (approuvé ou préparé par service technique).<br/>Cahier des charges :<br/>- Spécifications techniques;<br/>- Modifications.</p>   |
| 2. SERVICE TECHNIQUE (Bureau d'études) | <p>Dossier technique :<br/>- Dessins, plans (calques).<br/>- Répertoires des plans.<br/>- Nomenclatures de pièces.<br/>- Spécifications techniques détaillées.<br/>- Mode de calculs.<br/>etc.</p> <p>Mise à jour fiches d'état et émission d'ordres de correction.</p> |
| 3. PRODUCTION (Fabrication)            | <p>Dossier fabrication :<br/>- Gammes de fabrication des pièces.<br/>- Gammes d'assemblage.<br/>- Instructions de fabrication.<br/>- Dessins d'outillage.<br/>- Gammes d'outillage, etc.</p>  |
| 4. CONTROLE (Inspection)               | <p>Dossier inspection :<br/>- Gammes de contrôle.<br/>- Instructions de contrôle.<br/>- Contrôle (mise à jour).<br/>- Procès-verbal de contrôle.<br/>- Spécifications de recette.</p>   |
| 5. APRES-VENTE OU COMMERCIAL           | <p>Dossier commercial (Service Après-Vente) :<br/>- Manuels de définition (catalogue de pièces, schémas électriques...).<br/>- Manuels d'utilisation.<br/>- Manuels d'entretien et révision.<br/>- Catalogue de rechanges.<br/>- Suivi technique en clientèle.</p>      |

Figure 1ia : Liste des documents impliqués dans la gestion de configuration du produit

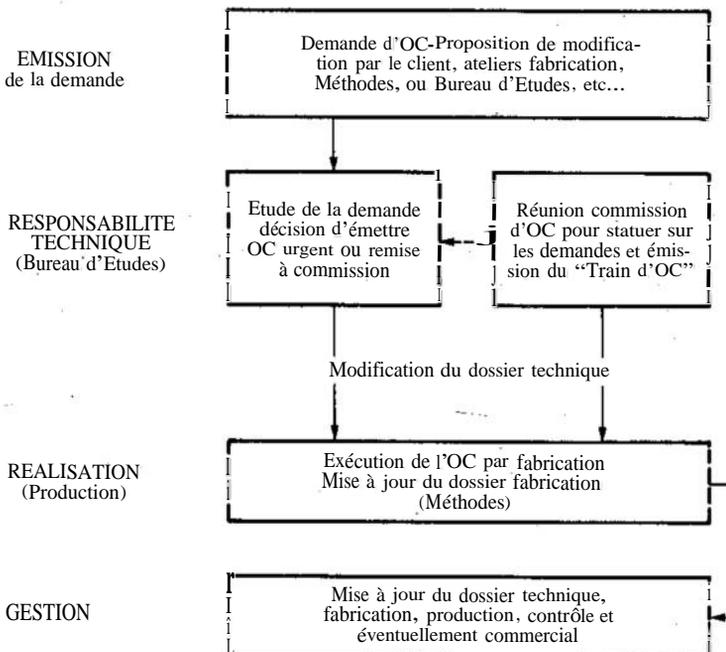


Figure Ub : Procédure de modification de la configuration

