

**ROYAUME DU MAROC**

مكتب التكوين المهني وإعداد الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGÉNIERIE DE FORMATION

**OFPPT**

**RÉSUMÉ DE THÉORIE  
&  
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES**

<b>MODULE</b> N°: 19	<b>DÉMARCHE QUALITÉ</b>
-------------------------	-------------------------

**SECTEUR : CONSTRUCTION METALLIQUE**

**SPECIALITE : TSBECM**

**NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE**

## PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com)

Pour cela visiter notre site [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com) et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's header with a navigation menu: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, SE CONNECTER. The logo 'Maroc Etude.Com' is on the left, and the slogan 'Connaissance - Métier - Technique' is on the right. Below the header are links for 'Annonces Google', 'Emploi Maroc', 'Messagerie', 'Telecharger Un Jeu', and 'Maroc Annonces'. A search bar is on the right. The main content area features a central advertisement for MacKeeper with a '-20%' discount and a coupon code. To the left is a login section with fields for 'Identifiant' (containing 'sniper') and 'Mot de passe', and a 'Connexion' button. To the right is a sidebar with 'Annonces Google' and a list of links: 'Jeu De Jeux', 'Jeux Sur Internet', 'Ecole Ingénieur', 'Dépanner et configurer votre réseau à domicile', '(Outil de Diagnostic)', 'Wi-Fi / Ethernet', 'Console de jeu', 'Imprimante', and 'Messagerie'. At the bottom of the advertisement, there is a quote: '"On ne jouit bien que de ce qu'on partage"' [Madame de Genlis].

**Document élaboré par :**

Nom et prénom  
**NAE GABRIEL**

*EFP*  
**GM – CDC – CM**

*DR*  
**GC**

**Révision linguistique**

-  
-  
-

**Validation**

-  
-  
-

<b>Code :</b>	<b>Théorie :</b>	<b>45 % 11h</b>
<b>Durée : 24 heures</b>	<b>Travaux pratiques :</b>	<b>55 % 13h</b>
<b>Responsabilité : D'établissement</b>	<b>Évaluation intégrée</b>	

## **OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT**

### **INTENTION POURSUIVIE**

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **avoir une démarche qualité** en tenant compte des précisions et en participant aux activités proposées selon le plan de mise en situation, les conditions et les critères qui suivent.

### **PRECISIONS**

- Comprendre le fonctionnement et la démarche des entreprises du secteur de la construction métallique qui appliquent une gestion globale de la qualité.
- Reconnaître l'importance de sa participation fonctionnelle dans un processus qualité.
- Se fixer des objectifs de qualité dans son travail.

### **PLAN DE MISE EN SITUATION**

#### **PHASE 1 : sensibilisation a une démarche qualité**

- S'informer sur les organisations industrielles de gestion de la qualité.
- S'informer sur les différents systèmes qualité, notamment sur la démarche I.S.O. 9000.
- S'interroger sur les attitudes et les comportements personnels favorables à la démarche qualité.
- S'informer des conséquences de son travail personnel et de sa participation fonctionnelle dans l'atteinte des objectifs qualité de l'entreprise.

#### **PHASE 2 : analyse des démarches qualité engagées dans les entreprises du secteur industriel**

- A partir d'études de cas, comparer différentes démarches et approche qualité dans les entreprises du secteur. (enquêtes, visites, P.A.E.,...)
- Repérer et distinguer les différents systèmes qualité. ( ISO 9000,...)

#### **PHASE 3 : évaluation de sa capacité à évoluer dans un environnement "Qualité".**

- Réfléchir à sa capacité d'adopter des attitudes compatibles avec la démarche qualité.
- Reconnaître les attitudes et les comportements qui vont à l'encontre des objectifs

qualité.

- Participer à la détermination des objectifs et à la mise en œuvre de moyens, dans une démarche qualité.

## CONDITIONS D'ENCADREMENT

- Assurer la disponibilité de la documentation pertinente et récente : articles, résumés, normes...
- Fournir aux stagiaires des études de cas dont la complexité est appropriée à leurs connaissances.
- Organiser et planifier des rencontres avec des représentants d'entreprises sensibilisés à la gestion de la qualité.
- Fournir aux stagiaires des outils et méthodes d'analyse.
- Favoriser les échanges d'opinions, la participation et la discussion en groupe.
- Insister sur l'importance de "l'Individu" dans un système qualité.

## CRITÈRES DE PARTICIPATION

### PHASE 1 :

- **Participe aux activités d'information.**
- **Reconnaît les attitudes et les comportements s'inscrivant dans une démarche qualité.**

### PHASE 2 :

- **Identifie les forces et les faiblesses d'entreprises visant la qualité totale.**
- **Identifie le plan d'action et de mise en œuvre dans une entreprise, lorsqu'elle s'inscrit dans une démarche qualité.**
- **Produit et restitue à l'aide d'un document de synthèse, les démarches qualité, les objectifs visés et les résultats obtenus, repérés en entreprise.**

### PHASE 3 :

- **Fait état de sa capacité à adopter des attitudes compatibles avec la gestion de l'assurance qualité telles que l'implication, la rigueur, la créativité, l'esprit d'équipe, l'esprit d'initiative, la responsabilité, etc.**
- **Reconnaît les attitudes et comportements qui vont à l'encontre des objectifs qualités.**
- **Participe à la mise en œuvre de moyens, dans une démarche qualité.**

## **OBJECTIF OPERATIONNEL DE SECOND NIVEAU**

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIR, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

**Avant d'entreprendre les activités de chacune des phases :**

1. Être réceptif à la notion de qualité en entreprise

**Avant d'entreprendre les activités de la phase 1 (sensibilisation) :**

2. Rencontrer une entreprise engagée dans la démarche

Avant d'entreprendre les activités de la phase 2 (analyse) :

3. Identifier les principaux risques industriels d'une entreprise

**AVANT D'ENTREPRENDRE LES ACTIVITÉS DE LA PHASE 3 (ÉVALUATION) :**

4. Capacité à s'adapter à une culture d'entreprise
5. Avoir un état d'esprit d'entreprise
6. Être réceptif aux différents circuits d'information dans l'entreprise
7. Citer et expliquer les enjeux qui forcent les entreprises à intégrer la démarche qualité
8. Citer des exemples de non-qualité et de sur-qualité

***DEMARCHE QUALITÉ***

# SOMMAIRE

## *DÉMARCHE QUALITE*

INTRODUCTION.....	7
<b>CHAPITRE 1</b>	
<b>QUALITE ET NON QUALITE.....</b>	<b>8</b>
1.1 Justification de la qualité.....	8
1.2 Gestion de la qualité.....	11
1.3 Non qualité.....	14
1.4 Coût de la qualité.....	17
<b>CHAPITRE 2</b>	
<b>OUTILS DE BASE DE LA QUALITE.....</b>	<b>20</b>
2.1 Caractéristiques d'un outil de la qualité.....	20
2.1 Utilisation des outils de base de la qualité.....	21
2.3 La feuille de relevé .....	22
2.4 Le diagramme de concentration de défaut .....	22
2.5 L'histogramme .....	23
2.6 Loi de Pareto ou la loi 80-20 ou méthode ABC.....	28
2.7 Diagramme causes et effet.....	33
2.8 La carte de contrôle.....	42
2.9 Le diagramme de corrélation.....	42
<b>CHAPITRE 3</b>	
<b>GESTION ET SUIVI DE LA QUALITE EN PRODUCTION.....</b>	<b>46</b>
3.1 Politique de la qualité dans les entreprises.....	46

<b>3.2 Qualité et contrôle de conformité.....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>49</b>

## **INTRODUCTION**

A l'extérieur de l'entreprise, la qualité est l'image de l'entreprise. Une société est jugée par ses clients en grande partie sur la qualité de ses produits.

A l'intérieur de l'entreprise, la qualité doit dépasser l'aspect purement produit. Elle devient un des fondements d'une organisation industrielle.

Pour une entreprise, la recherche de l'excellence industrielle passe nécessairement par la recherche d'une qualité totale.

La **qualité totale** est une démarche de management pour faire mieux avec moins de ressources.

L'**amélioration continue** est une caractéristique essentielle d'une démarche de **qualité totale**.

Une **démarche** c'est une manière de progresser, de conduire un raisonnement.

Les normes ISO définissent la qualité de la manière suivante :

**« Aptitude d'une entité (service ou produit) à satisfaire les besoins exprimés ou potentiels des utilisateurs ».**

La qualité ainsi définie est principalement liée à la satisfaction des besoins d'un utilisateur, elle se constate au moment de l'usage du produit ou du service. Cependant, cette aptitude à satisfaire demande une organisation de l'entreprise autour de cette notion, depuis la définition des spécifications du produit jusqu'à son suivi après vente.

L'organisation de l'ensemble de l'entreprise doit être pensée en terme de qualité totale qui doit s'inscrire dans une **démarche qualité**.

## **DEMARCHE QUALITE**

C'est une action de **changement** comprenant une série d'étapes en vue d'assurer et d'améliorer la **satisfaction** du **client** au moindre coût et reposant sur le respect d'un certain nombre de conditions et l'application de principes d'actions.

## CHAPITRE 1 QUALITÉ ET NON QUALITÉ

### 1.1 JUSTIFICATION DE LA QUALITÉ

#### ❖ CONCEPT QUALITÉ

Les industriels, les artisans, les commerçants aiment dire que leurs clients sont satisfaits.

En fait **la satisfaction** de ces clients, utilisateurs de produits, se justifie par la constatation que ces produits présentent **une bonne aptitude à l'usage et à l'emploi**.

Chez un utilisateur cette satisfaction dépend des **caractéristiques techniques du produit** mais également d'autres éléments tels que :

- la disponibilité et la compétence des services après-vente ;
- la simplicité de la maintenance ;
- la rapidité de la livraison ;
- le faible coût global de possession qui regroupe pour l'utilisateur le coût d'achat et l'ensemble des coûts liés à l'utilisation du produit et à son entretien.

Pour un produit donné **la qualité s'apprécie plus en fonction des services qu'il rend à l'utilisateur que par rapport à ses performances**.

*Exemples :*

*Pour un utilisateur, la qualité :*

- *d'une voiture n'est pas uniquement sa vitesse de pointe ;*
- *d'un réfrigérateur n'est pas uniquement la valeur de la température minimale dans l'armoire ;*
- *d'une chaîne haute-fidélité n'est pas uniquement la puissance maximale dans les haut-parleurs.*

En conclusion :

**La qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou potentiels.**

Il peut-être intéressant de distinguer :

- les caractéristiques d'état et les performances qui sont connues au moment de l'achat,
- les caractéristiques d'usage, qui ne peuvent s'apprécier qu'avec le temps, telles que : la sécurité, la fiabilité, la durabilité,...

## ❖ LES NORMES INTERNATIONALES ISO 9000

### a) Présentation

L'approche globale de la qualité ne doit pas rester au niveau des bonnes intentions. La démarche qualité totale doit se traduire par un certain nombre d'actions visant à donner **la preuve** que tout à été mis en oeuvre pour fournir un produit ou un service de qualité.

Cette notion de preuve est très importante dans un rapport Client / Fournisseur. Lorsque nous sommes clients d'une entreprise, nous recherchons un produit de qualité. Mais quels sont les éléments qui nous permettent d'avoir des assurances sur cette qualité ?

Prenons l'exemple d'un restaurant, faut-il se fier simplement au décor de la salle, à la présentation des menus ? En fait, la sagesse populaire nous dit que pour s'assurer de la qualité d'un restaurant, il faut – entre autres – visiter les cuisines, connaître les sources d'approvisionnement du restaurateur, etc. ...

La qualité ne se juge pas simplement au contenu de l'assiette, il faut remonter en amont vers le processus de fabrication, les achats et l'organisation de l'entreprise.

En généralisant cet exemple à deux entreprises en relation commerciales, il faut que l'entreprise cliente puisse avoir la preuve que tout est mis en oeuvre chez le fournisseur pour que le produit fourni soit de qualité. Il est donc nécessaire que le client se rende chez le fournisseur pour valider son organisation, ses processus de fabrication, ses sources d'approvisionnement. Il le fait en réalisant un **audit** c'est-à-dire une visite sur site avec interviews des acteurs.

Pour faciliter ce type de relations, il est nécessaire que les clients et les fournisseurs se mettent d'accord sur :

- le vocabulaire lié à la qualité ;
- les actions nécessaires pour assurer la qualité ;
- les documents nécessaires ;
- les méthodes à employer.

En 1987, une normalisation internationale sous la référence ISO 9000 s'est imposée comme une référence en matière d'organisation d'un système qualité. I.S.O. signifie International Standard Organisation (Organisation Internationale de Normalisation).

Cette norme internationale s'est rapidement imposée comme une référence en matière d'organisation d'un système qualité.

#### **b) Les différentes normes**

En fait **ISO 9000** regroupe plusieurs normes dont les principales sont les normes **ISO 9001**, **ISO 9002**, **ISO 9003** (qui traite spécifiquement *l'assurance de la qualité dans les relations client-fournisseur*), **ISO 9004** (*guide à usage interne pour le management de la qualité*) :

- **ISO 9004** : fournit des propositions et recommandations pour le développement et la mise en oeuvre d'un système qualité interne, complet et effectif correspondant à ce qu'on appelle Qualité Totale.
- **ISO 9003** : donne l'assurance que l'ensemble des produits livrés subit des contrôles ou des essais qui assurent aux clients leur qualité. Les services de production et de conception ne sont pas concernés par cette norme.
- **ISO 9002** : c'est plus complète que la norme ISO 9003. Cette norme s'intéresse aux achats, aux services de production et à l'installation. C'est la référence qualité pour les entreprises de sous-traitance qui n'ont pas de service de conception.
- **ISO 9001** : c'est la plus complète, elle s'intéresse à l'ensemble du processus qui mène à un produit de qualité, depuis la conception jusqu'au suivi après la vente.

**En résumé, la norme ISO 9000 :**

- est un modèle pour atteindre l'objectif qualité fixé ;

- est un moyen de communication interne et externe à l'entreprise par la mise en place d'un langage commun ;
- fournit un guide de travail pour gagner du temps dans une démarche de qualité totale ;
- permet de donner à ses clients l'assurance que l'organisation du système qualité est conforme à un modèle reconnu sur le plan international afin de garantir la conformité des produits ou services rendus.

## ❖ LES ENJEUX DE LA QUALITÉ

La qualité s'impose dans tous les échanges de biens et de services et **doit être présente dans toutes les activités économiques.**

Ces préoccupations de qualité à objectif économique répondent à quatre enjeux :

### ➤ **La sécurité des personnes et des biens.**

Cet impératif de sécurité doit être présent partout à la fois :

- dans les secteurs à risque: aérospatial, nucléaire, chimique,...
- mais également dans tous les biens de grande consommation: jouets, produits d'entretien, appareils électro-ménagers,...

### ➤ **Le maintien et le développement des ventes de l'entreprise.**

Le maintien d'une bonne qualité fidélise la clientèle. L'amélioration de la qualité et **l'innovation** accroissent la compétitivité de l'entreprise et permettent la conquête de nouveaux marchés.

### ➤ **La réduction des coûts industriels.**

La suppression de tous les coûts liés à la non-qualité améliore la rentabilité de l'entreprise qui s'engage ainsi sur la voie des « **cinq zéros olympiques** » :

- **zéro défaut** : tous les produits sont conformes aux spécifications requises ;
- **zéro délai** : les produits sont livrés au bon moment, ni trop tôt ni trop tard ;
- **zéro stock** : à un moment donné les produits fabriqués correspondent aux besoins des clients ;
- **zéro panne** : les machines sont disponibles et en bon état pour fabriquer des produits fiables ;
- **zéro papier** : consiste à débarrasser les structures, dans toute la mesure du possible, par la simplification maximale des procédures et des travaux administratifs manuels ou automatisés.

➤ **Le développement de la communication.**

La recherche de la qualité impose un **dialogue** :

- à l'intérieur de l'entreprise, entre les salariés ;
- et à l'extérieur de l'entreprise avec les utilisateurs.

## 1.1 GESTION DE LA QUALITÉ

La gestion de la qualité comporte deux parties :

<b>Maîtrise de la qualité</b>	<b>Assurance de la qualité</b>
Gestion interne à l'entreprise : ISO 9004	Relation client-fournisseur : ISO 9001 ; 9002 ; 9003

### ❖ QUALITÉ EN CONCEPTION

La qualité en conception se caractérise par la concordance entre les résultats obtenus sur tout produit ou service conforme à sa définition et les besoins des utilisateurs.

*Exemple :*

- *La mauvaise conception d'un aspirateur complique le changement du sac à poussières.*
- *La mauvaise conception d'un moulinet de pêche provoque souvent la cassure du fil.*

Le processus de conception doit être **organisé dans le temps** afin de s'assurer que le besoin sera satisfait dans les **conditions de délai et de coût spécifiées**.

Il est évident que l'on obtient mieux la qualité et au meilleur prix si l'on fait dès le début de la conception les meilleurs choix et si l'on détecte les déviations ou les non-conformités le plus tôt possible.

Il est nécessaire de prévoir l'établissement d'un plan de qualité dès le début de la création d'un produit. Ce plan sera divisé en phases successives qui doivent jalonner la conception (fig. 1.1) :

- une **phase de début**, dont les études traduisent les besoins des clients en spécifications techniques : « cahier des charges fonctionnel », traduit pour usage contractuel en « spécification techniques du besoin » ;

- la **phase d'étude de faisabilité** qui a pour but de montrer, par analyse fonctionnelle dans quelle mesure il peut être répondu aux besoins exprimés en précisant les voies technologiques faisables ; elle aboutit à un cahier de charges fonctionnel mis à jour ;
- la **phase d'avant projet** qui doit choisir parmi toutes les voies technologiques faisables celle jugée la meilleure ;
- la **phase projet** qui a pour but de définir la solution retenue, de la qualifier et de préparer la réalisation du produit.

Les phases de conception peuvent être suivies d'une **phase de lancement de la production** avant production en série.

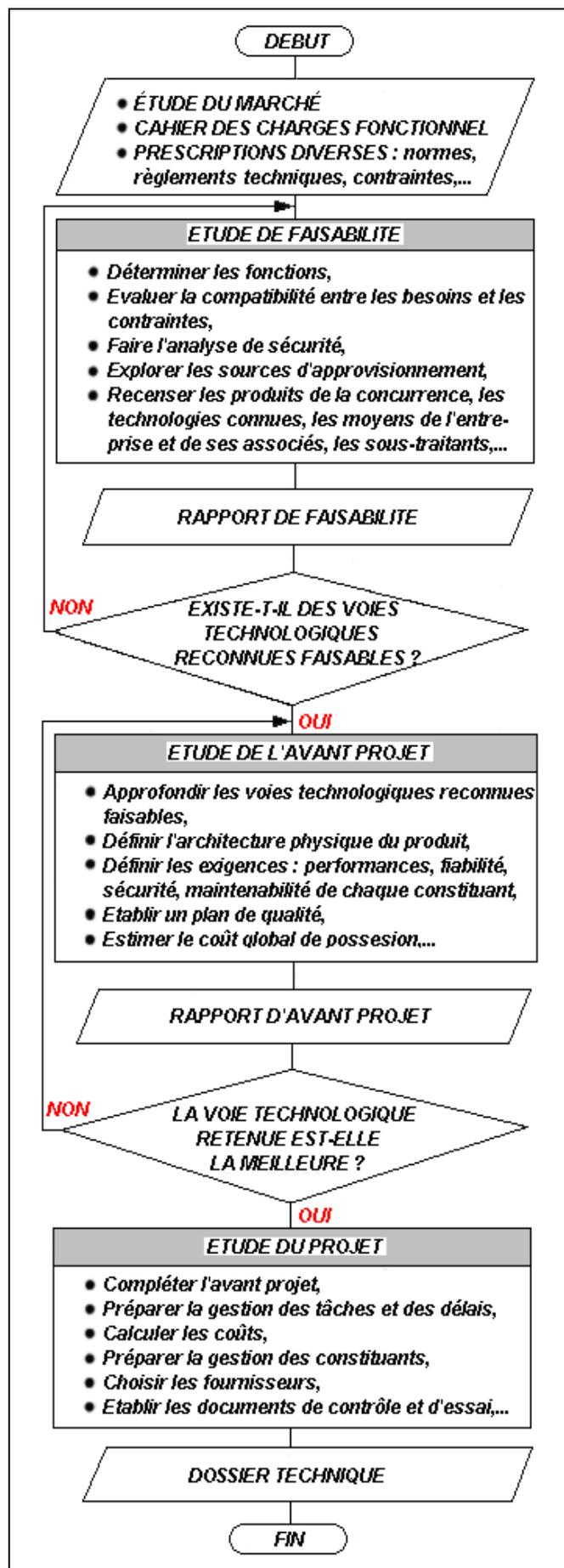


Figure 1.1 Les phases de la qualité en conception

## ❖ QUALITÉ EN RÉALISATION

La qualité en réalisation revient à définir et à appliquer, dans le cadre du **plan qualité** relatif aux produits, certaines **méthodes de contrôle**.

Tout méthode de contrôle doit :

- **définir les caractéristiques à surveiller ;**
- **préciser pour chacune d'elles leur niveau ou leur plage d'acceptation ;**

*Exemple :*

- *l'intervalle de tolérance pour une cote de pièce mécanique ;*
- *le niveau de bruit d'un aspirateur ;*
- *la plage de réglage d'un thermostat de four.*

- **repérer les points de contrôle ;**

*Exemple :*

- *les points tests sur un circuit électronique ;*
- *l'endroit où le jeu doit être mesuré dans un mécanisme.*

- **préciser le mode opératoire :** contrôle systématique par prélèvements, par échantillonnage,...

*Exemple :*

- *en aéronautique les pièces sont systématiquement contrôlées ;*
- *vingt boîtes sont prélevées toutes les cinq minutes pour subir un contrôle d'étanchéité, dans une usine de fabrication de boîtes de conserves en fer blanc ;*
- *un échantillon de 700 composants électroniques supporte toutes les opérations de contrôle pour la réception d'un lot de 15 000 composants.*

- **proposer les documents** qui précisent les conditions de déroulement du contrôle et qui servent de support à l'enregistrement des résultats (fig. 1.1).

## 1.3 NON-QUALITE

### ❖ CONCEPT DE NON-QUALITE

La qualité d'un produit est toujours appréciée, en dernier recours, par l'utilisateur.

Le constructeur peut évaluer la **non-qualité** de son produit en mesurant la **différence, entre le jugement de l'utilisateur et la qualité présumée de sa fourniture.**

**La non-qualité est l'écart global constaté entre la qualité visée et la qualité effectivement obtenue.**

*Exemples :*

- *Coût de retour en usine d'une série de voitures pour une défectuosité constatée par les utilisateurs sur le système de direction.*
- *Coût de retour chez un fournisseur d'un lot de constituants détériorés durant le transport par le manque de solidité de l'emballage.*
- *Coût des interventions répétées d'une entreprise de maintenance, prestataire de services, qui n'arrive pas à régler durablement une vanne-automatique.*

Les causes de non-qualité peuvent être très diversifiées et avoir pour origine :

- la conception ;
- la production ;
- la distribution ;
- l'utilisation, ...

du produit ou du service.

## ❖ MESURE DE LA NON-QUALITÉ

**La non-qualité regroupe toutes les dépenses qui ne peuvent être directement affectées à la satisfaction du besoin de l'utilisateur.**

Ces dépenses peuvent se classer en trois catégories :

- les dépenses relatives à des *activités incomplètes* ou *mal gérées* ce qui crée une insatisfaction, un manque chez l'utilisateur, c'est une **non-qualité par défaut** ;

*Exemples:*

- *cahier des charges fonctionnel non conforme à l'expression du besoin ;*
- *finition insuffisante ;*
- *qualité de la prestation plus que moyenne ;*

- *retard à la livraison ;*
  - *service après-vente incompétent,...*
- les dépenses relatives à des activités qui ne se justifient que pour **pallier aux insuffisances précédentes**, c'est une **non-qualité par palliatif** ;

*Exemples :*

- *modification du mode opératoire ;*
  - *augmentation des travaux de contrôle ;*
  - *mode de livraison rapide mais qui coûte cher ;*
  - *généralisation de la garantie pour diminuer l'impact des réclamations,...*
- dépenses relatives à des **activités superflues** offertes gratuitement à l'utilisateur, sans augmenter son degré de satisfaction, c'est une **non-qualité par excès** ;

*Exemples :*

- *degré de finition trop poussé ;*
- *degré de performance excessif et inutile ;*
- *notices techniques et commerciales trop luxueuses ;*
- *facturation tardive,...*

En fin de fabrication ou d'exécution des travaux, la fonction contrôle doit juger de la qualité des produits et des services.

Suivant la conformité au besoin de l'utilisateur la fig. 1.2 indique les trois cas de non-qualité qui dépendent :

- de la nature et de la sévérité des bases d'appréciation fournies par les services études, méthodes, industrialisation...;
- de la fiabilité des méthodes et des moyens mis en oeuvre par le contrôle.

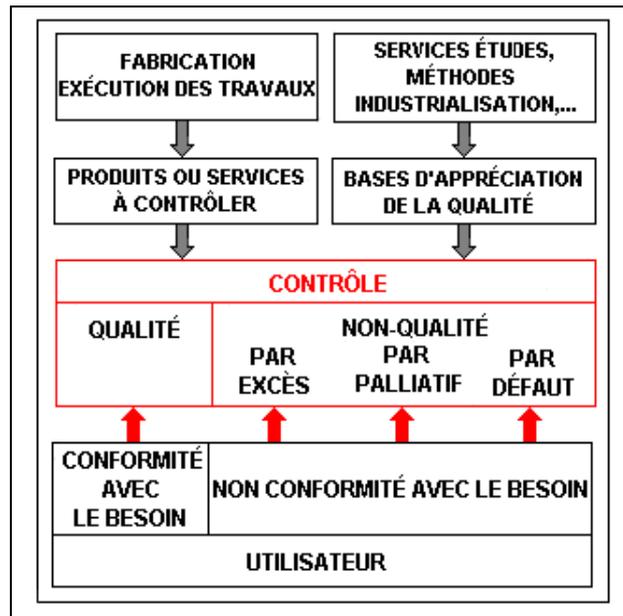


Figure 1.2 Qualité et non-qualité des produits et des services

## 1.4 COÛT DE LA QUALITÉ

### ❖ NOTION DE FIABILITÉ

À l'achat d'un produit un utilisateur souhaite que la qualité dure longtemps et que **le produit reste fiable**.

**La fiabilité est le maintien de la qualité dans le temps.**

**C'est l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant une durée donnée.**

### ❖ COÛT GLOBAL D'UN PRODUIT POUR SON UTILISATEUR

Pour la réalisation d'un produit conforme au besoin il est nécessaire d'associer en permanence :

- les paramètres techniques ;
- les impératifs de qualité et de sûreté de fonctionnement, avec leurs **conséquences économiques**, c'est-à-dire leurs **coûts**.

Pour un client il lui faut éventuellement **ajouter à son prix d'achat des frais accessoires tels que :**

- transport ;
- installation, montage ;
- coût du crédit,...

pour obtenir **le coût d'acquisition du produit**.

L'utilisateur du produit ainsi acquis va encore supporter des coûts :

- **coût d'indisponibilité** qui peut se traduire par ce que coûte la défaillance du produit : risques de production, coût de la maintenance, remplacement du produit,...
- **coût d'usage** qui regroupe les charges liées au fonctionnement du produit, à sa dépréciation,...

**Les coûts d'indisponibilité et d'usage représentent le coût d'utilisation du produit**

(fig. 1.3).

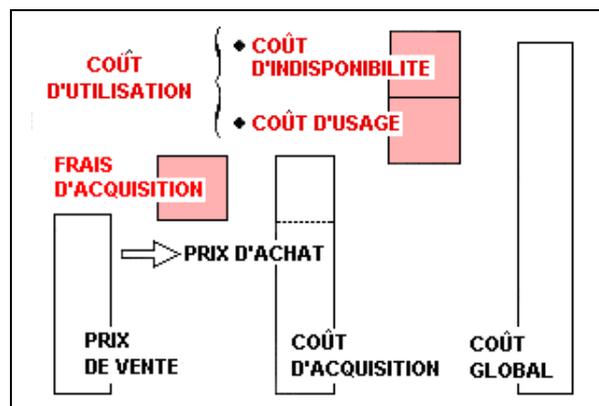


Figure 1.3 Composantes du coût global d'un produit pour son utilisateur

## ❖ COMPROMIS COÛT- QUALITÉ

L'obtention d'une bonne qualité passe par **des dépenses et des investissements**. Si dans des secteurs à haut risque, tel l'espace, la qualité n'a pas de prix, il n'en est pas de même dans d'autres secteurs où il est recherché **un compromis coût-qualité**.

*Exemples :*

- *fig. 1.4 : les charges liées, à la fiabilité (courbe 1) diminuent lorsque les dépenses engagées pour son amélioration augmentent (courbe 2) ; la somme des ordonnées de ces deux courbes représente le coût de revient total du couple coût-fiabilité (courbe 3) ; le tracé*

de cette dernière met en évidence une **zone optimale** pour les dépenses et les investissements à engager.

- une entreprise qui fabrique des produits électroniques convient avec son producteur de composants que ces derniers seront livrés avec un certain pourcentage de défauts, c'est un **compromis pour un niveau de qualité acceptable (NQA)** qui réduit les coûts de fabrication des composants.

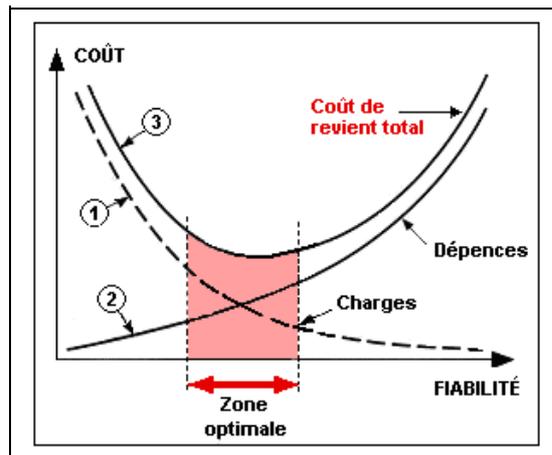


Figure 1.4 Coût de revient total du couple coût - qualité

#### ❖ QUALITÉ TOTALE ET CERCLE DE QUALITÉ

La qualité totale, pour une entreprise, est une politique qui tend à la mobilisation permanente de tous ses membres pour améliorer :

- la qualité de ses produits et services,
- la qualité de son fonctionnement,
- la qualité de ses objectifs,

en relation avec l'évolution de son environnement.

Dans une entreprise le coût d'obtention de la qualité regroupe à la fois :

- ce que coûte la mise en conformité des produits ou des services avec le besoin de l'utilisateur ;
- ce que coûte éventuellement leur non-qualité.

Pour rendre minimale cette somme il est nécessaire que **tous les membres de l'entreprise** participent à cette recherche de qualité suivant une **démarche de qualité totale**.

Pour résumer cette démarche il suffit de considérer que dans l'entreprise **chaque membre** est à la fois, un **client et un fournisseur**, qui recherche par son comportement et ses décisions à tendre vers **l'objectif des cinq zéros**.

Cette démarche de qualité totale peut se structurer à partir des **cercles de qualité**. Un **cercle de qualité** est un **groupe permanent de cinq à dix volontaires** appartenant à une même unité de travail (bureau, laboratoire, atelier,...), ou ayant des préoccupations professionnelles communes.

Au cours de leurs réunions ces personnes recherchent :

- une meilleure organisation de leur travail ;
- un développement de leur culture professionnelle ;
- une amélioration de la qualité de leurs travaux,...

**Ces cercles de qualité créent une dynamique de concertation efficace sur l'amélioration de la qualité.**

## **CHAPITRE 2 OUTILS DE BASE DE LA QUALITÉ**

### **2.1 CARACTÉRISTIQUES D'UN OUTIL DE LA QUALITÉ**

#### **❖ DONNÉES**

Les outils de la qualité sont différents au niveau de leur mise en oeuvre mais ils présentent tous une caractéristique commune qui est une phase **d'étude et d'analyse d'un grand nombre d'informations**.

Les informations peuvent être relatives :

- au produit ;
- au système de production ;
- au processus de production ;
- aux méthodes de fabrication, de montage, de contrôle, de maintenance,...

Pour une application précise l'efficacité de l'outil de la qualité retenu dépend de la pertinence et de l'exactitude de ces **informations** qui sont en fait les véritables **données d'entrée** de l'étude.

### ❖ TYPES DE DONNÉES

En fabrication ces données peuvent être :

#### ➤ numériques à partir :

- **de résultats de mesures :**

- dimensionnelle pour une pièce ;
- spectrale pour un phénomène vibratoire ;
- électrique pour l'intensité absorbée par un moteur,...

- **de nombres caractéristiques :**

- de défauts par période ;
- de pourcentage de défauts ;
- de durée d'un temps d'arrêt,...

#### ➤ propositionnelles avec l'expression :

- des modes de défaillance ;
- des causes de non-conformité ;
- des contraintes d'environnement d'un système,...

Quel que soit l'outil de la qualité concerné la **collecte** de ces données doit être **organisée**.

## 2.2 UTILISATION DES OUTILS DE BASE DE LA QUALITÉ

Les sept outils de base de la qualité sont tous des outils graphiques, simples et applicables par l'ensemble du personnel d'une entreprise. L'objectif de ces outils est de résoudre, de manière facile, la plupart des petits problèmes de production.

Ces outils sont :

- la feuille de relevé ;
- le diagramme de concentration de défaut ;
- l'histogramme ;
- le diagramme en arête de poisson ;
- le diagramme de corrélation ;
- le diagramme de Pareto ;

- la carte de contrôle.

Les 7 outils ont été formalisés il y a plus de trente ans au Japon. Le principe de base est simple : pour comprendre, il faut voir. C'est pour cela que tous les outils sont des outils graphiques. Ces sept outils sont à la base du travail de groupe pour la résolution des problèmes.

Ces outils ont pour but de :

- donner des moyens simples à tous les membres de l'entreprise pour résoudre les problèmes ;
- pouvoir être utilisés par l'ensemble du personnel de l'entreprise ;
- être adaptés au travail de groupe, car ils sont visuels et consensuels.

Chaque outil a une fonction bien définie qu'on peut résumer de la façon suivante :

<b>Fonctions</b>	<b>Outils</b>
collecter les données	la feuille de relevés
faire apparaître les faiblesses	le diagramme de concentration de défaut
illustrer les variations	l'histogramme
identifier l'origine du problème	le diagramme en arête de poisson
montrer les corrélations	le diagramme de corrélation
hiérarchiser les faites	le diagramme de Pareto
maîtriser le procédé	la carte de contrôle

## 2.3 LA FEUILLE DE RELEVÉ

Toute action d'amélioration doit être engagée sur des données, si possible chiffrées. La feuille de relevé permet de formaliser la saisie des informations sur le poste de travail. Plusieurs modèles de feuilles de relevé peuvent être conçus à partir des critères de conception suivants :

- la facilité du relevé pour l'opérateur ;
- la facilité de lecture des relevés ;
- la facilité d'archivage.

Type de circuit : .....X22C64.....	Date : .....12.01.2006.....
Numéro du lot : .....22602.....	Atelier : .....B12.....

Taille de l'échantillon : .....1025 cartes.....		Contrôleur : .....M. Deront.....
Type de défauts	Nombre de non-conformités	
Test pointes	III	8
Test fonctionnel	II	22
Défaut soudure	I	6
Autres		5
<b>Total</b>		<b>41</b>

Fig. 2.1 Exemple de feuille de relevé utilisé au test final de circuits électronique

## 2.4 LE DIAGRAMME DE CONCENTRATION DE DEFAUT

Ce diagramme joue un peu le rôle d'une feuille de relevé. Il permet de visualiser rapidement les points faibles d'un produit. Chaque fois qu'une défaillance apparaît sur un produit, on marque l'endroit sur un dessin par un point. Le schéma illustre tout de suite les points faibles du produit.

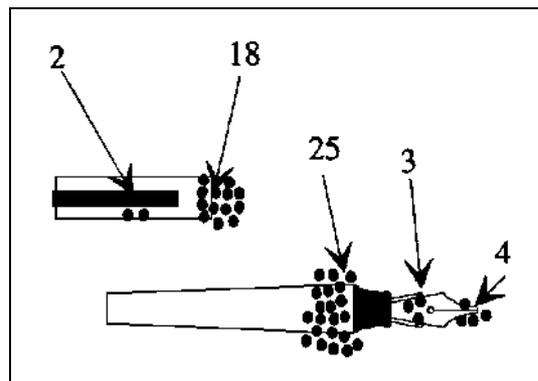


Fig. 2.2 Diagramme de concentration de défauts

## 2.5 L'HISTOGRAMME

### ❖ DÉMARCHE DE MISE EN OEUVRE D'UN HISTOGRAMME (D'APRÈS ISHIKAWA)

#### ● Domaines d'application

Toutes les fois que l'on veut visualiser des effectifs par intervalles de classes définis préalablement.

Permet d'entrevoir l'allure générale de la distribution des données :

- nombre de défauts ;

- influence des opérateurs ;
- influence du milieu (on retrouve les 5M) ;
- influence du matériel,
- etc.

● **Principe**

- On organise les données en ordre séquentiel en réunissant, dans des classes prédéterminées, les données identiques.
- On observe l'allure générale et on détecte les anomalies de distribution.
- On conclut quant aux dispersions trouvées et aux actions correctives à mener.

● **Modalités**

1° Remplir un tableau de données (feuille de relevés), préciser l'unité de mesure.

2° Compter le nombre total **n** de données.

3° Chercher la valeur maxi notée **X<sub>M</sub>** et la valeur mini notée **X<sub>m</sub>**.

4° Calculer l'étendue notée **W = X<sub>M</sub> - X<sub>m</sub>**.

On divise cette étendue en plusieurs « classes » qui représenteront le nombre de colonnes de l'histogramme.

5° Choisir le nombre théorique de classes noté **K** dans le tableau suivant :

Nombre de données « n »	Nombre de classes « K »
≤ 49	5 à 7
50 à 99	6 à 10
100 à 249	7 à 12
≥ 250	10 à 20

6° Déterminer la largeur théorique de la classe appelée « intervalle de classe » notée **h<sub>t</sub>**, avec la relation **h<sub>t</sub> = W / K**

7° L'intervalle de classe pratique noté **hp** qui sera utilisé comme base de l'échelle suivant l'axe des abscisses doit être un multiple de l'unité de mesure.

8° Dresser le tableau de calcul des caractéristiques de l'histogramme.

N° classe	1	2	3	4	5
<b>Limites</b>					
<b>Valeur centrale</b>	$X_m$	$X_m + hp$	...	...	...
<b>Limite inférieure incluse</b>	$X_m - \frac{hp}{2}$	$X_m + \frac{hp}{2}$	...	...	...
<b>Limite supérieure exclue</b>	$X_m + \frac{hp}{2}$	$X_m + \frac{3hp}{2}$	...	...	...

On porte ensuite sur l'axe servant d'abscisse à l'histogramme les limites des classes en partant de la valeur  $X_m$  qui sera prise comme valeur centrale de la 1<sup>er</sup> classe.

9° Reporter les données relatives à chaque classe correspondante à l'aide de bâtonnets.

10° Tracer des rectangles de largeur — la largeur de la classe — et de hauteur — le nombre total de bâtonnets. Mettre en place les bornes de la spécification soit **Ti** et **Ts** (tolérance inférieure, tolérance supérieure).

### ● Analyse

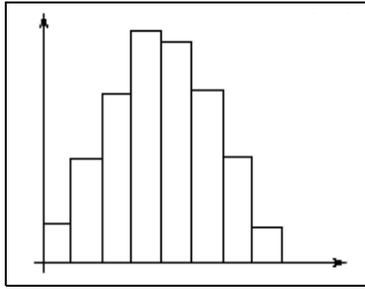
Interpréter l'allure de la distribution des données : voir tableau des principales allures possibles (paragraphe suivant).

### ● Résultat

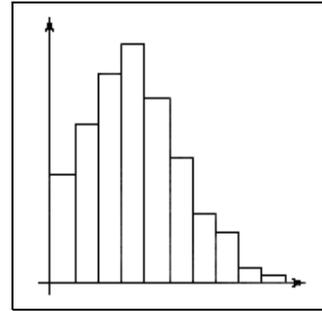
Décision : la loi est normale ou non ; moyen de production stable ou non stable. Prendre les mesures adéquates débouchant sur des actions correctives puis préventives.

### ❖ PRINCIPALES ALLURES D'HISTOGRAMMES

1	Histogramme normal	2	Histogramme avec discontinuité
---	--------------------	---	--------------------------------

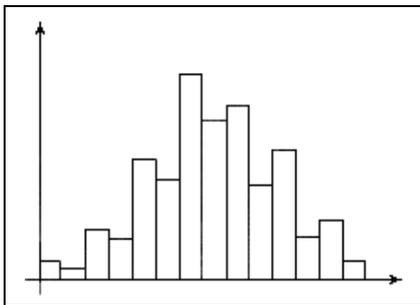


Allure normale, dispersion normale, il n'est pas possible d'analyser le centrage par manque de renseignements sur la figure (limites de l'IT).



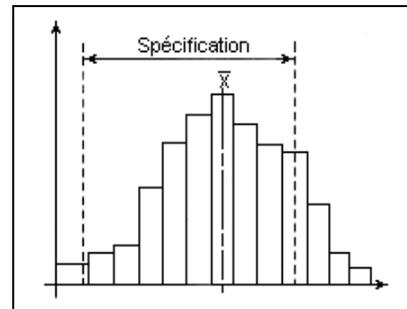
Allure dissymétrique, la distribution ne suit pas la loi normale.

**3 Histogramme en forme de peigne**



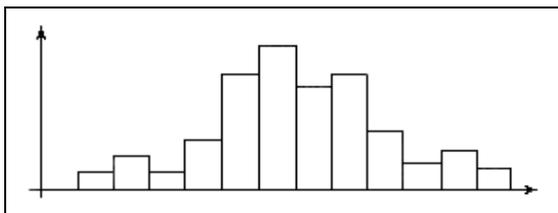
La distribution semble obéir à une loi normale. L'irrégularité peut être le fait de la collecte des données tendance à arrondir à des valeurs paires lors de la lecture sur l'appareil de mesure).

**4 Histogramme mal centré**



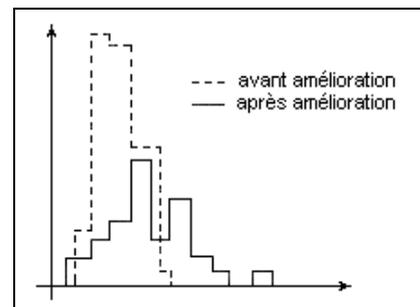
Allure quasi normale mais un problème de centrage existe. mauvais réglage de la machine par exemple.

**5 Histogramme très dispersé**



Allure très dispersée mais normale, moyen de production peu précis.

**6 Histogrammes comparatifs**

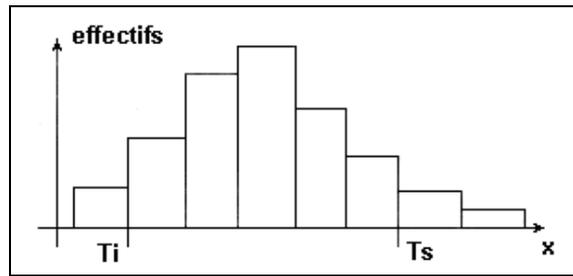


On montre le résultat d'une action corrective. On analyse le résultat brut sans chercher à analyser l'allure.

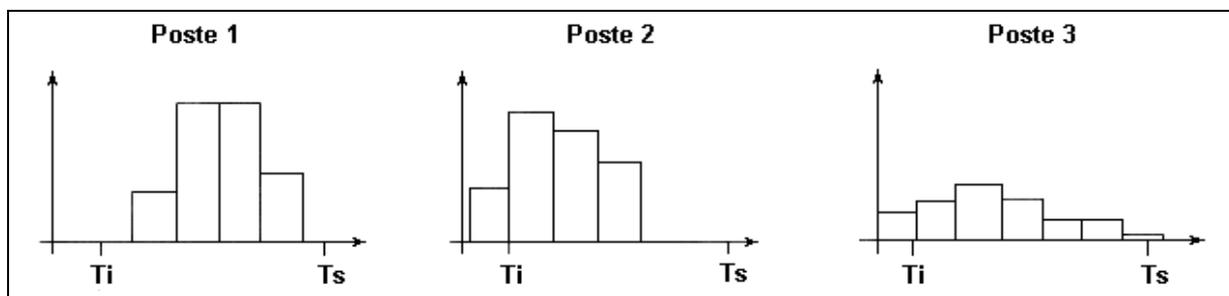
**Remarque :** Il faut se méfier des interprétations faites trop vite. On utilise alors l'outil appelé "catégorisation". Il s'agit de diviser en catégories, pour mettre en évidence l'origine exacte du phénomène observé lors du premier histogramme tracé.

*Exemple :* Une machine constituée de trois postes a produit des pièces dont on a mesuré une caractéristique  $x$  pour laquelle on a trouvé l'histogramme :

### Postes 1 + 2 + 3



*En fait, il faut analyser la production de chaque poste de façon à mettre en évidence les allures des histogrammes et prévoir les actions de correction à mener. Ici il faudra recentrer la moyenne au poste 2 et améliorer la dispersion au poste 3.*



### ❖ EXEMPLE DE CONSTRUCTION D'UN HISTOGRAMME

#### ● Données

Le tableau ci-dessous représente l'épaisseur en mm de 100 pièces de tôle rentrant dans la nomenclature d'un instrument optique. Spécification :  $x = 3,5 \pm 0,2$ .

● **Calculs**

1° Remplir le tableau de données, unité de mesure : 0,01 mm

2°  $n = 100$  données

3° On peut chercher le  $X_M$  et le  $X_m$  de chaque ligne puis en déduire  $X_M = 3,68$  et  $X_m = 3,30$

4°  $W = X_M - X_m = 3,68 - 3,30 = 0,38$  mm

5° 
$$h_t = \frac{W}{K} = \frac{0,38}{10} = 0,038$$

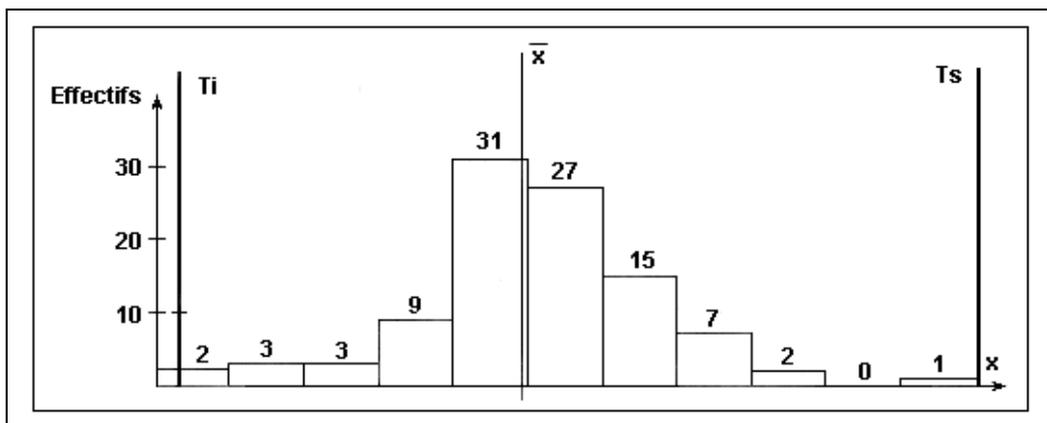
6° L'unité de mesure est le centième de mm (0,01 mm), on prendra donc  $h_p = 0,04$ , soit quatre fois l'unité de mesure.

7° On détermine le tableau de calcul des caractéristiques de l'histogramme.

N° : classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valeur centrale	$X_m = 3,30$	3,34	3,38	3,42	3,46	3,50	3,54	3,58	3,62	3,66
Limite inférieure incluse	3,28	3,32	3,36	3,40	3,44	3,48	3,52	3,56	3,60	3,64
Limite supérieure exclue	3,32	3,36	3,40	3,44	3,48	3,52	3,56	3,60	3,64	$X_M = 3,68$

Interprétation des limites : classe n° : 1       $3,28 \leq 3,30 < 3,32$  ; N° données : 2  
   classe n° : 2       $3,32 \leq 3,34 < 3,36$  ; N° données : 3  
   (...) classe n° : 10       $3,64 \leq 3,66 < 3,68$  ; N° données : 0

● **Représentation graphique**



● **Résultat**

Par le calcul on trouve :  $\bar{x} = 3,476$ .

Histogramme normal.

L'allure générale suit une distribution normale (Loi de Laplace-Gauss).

Il y a un léger décentrage par rapport à la moyenne  $m$  attendue.

## **2.6 LOI DE PARETO OU LA LOI 80-20 OU METHODE ABC**

Vilfredo Frédéric Damaso, économiste italien, était surnommé par des étudiants : « Marquis de Pareto » du nom de la petite ville du nord de l'Italie où il habitait. Il a mis au point une loi qui porte donc son surnom.

Il avait constaté que 20 % de la population italienne possédait 80 % de la richesse nationale d'où le nom de la loi 80-20 ou 20-80.

### **❖ DEMARCHE DE MISE EN OEUVRE DE LA METHODE ABC (LOI DE PARETO)**

Il existe de nombreux aspects de production qui doivent être améliorés : défauts, allocation de temps, réduction des coûts, etc. En fait, chaque problème est constitué d'un ensemble de nombreux petits problèmes et il est difficile de savoir comment les résoudre. Une base précise est nécessaire pour mener des actions.

L'objectif du diagramme de Pareto est d'indiquer quel problème il faut traiter en premier pour éliminer les défauts et améliorer le procédé de réalisation.

Les améliorations en usine ne sont pas que des améliorations de la qualité. Il y a aussi les problèmes d'efficacité, de stockage, de matière, d'économie sur les coûts d'énergie, de sécurité, etc. ...

Quel que soit le problème d'amélioration, des diagrammes de Pareto peuvent être dressés et appliqués.

### **❖ APPLICATION DE LA LOI DE PARETO : SYSTÈME DE FABRICATION DE GÂTEAUX FOURRÉS**

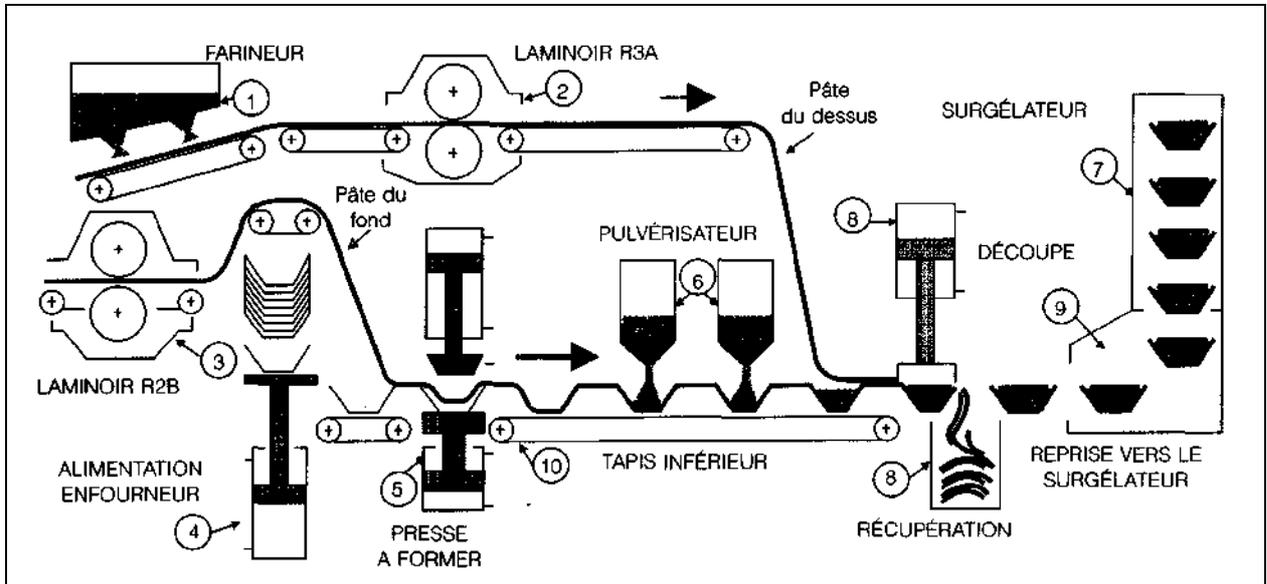
Pour un secteur ou un système donné l'application de la loi de Pareto impose plusieurs étapes

- définition de l'objectif de l'étude et de ses limites ;
- choix des éléments les plus représentatifs avec leur critère de classement ;
- classement des éléments ;
- représentation graphique des résultats ;
- propositions de décisions.

## **1. OBJECTIF ET LIMITE DE L'ÉTUDE**

L'objectif est l'analyse des temps d'arrêt d'une ligne de fabrication de gâteaux fourrés sur une période de fonctionnement d'une année. Le résultat de cette analyse doit fournir les éléments de décision concernant la maintenance de cette ligne de fabrication (fig. 1a).

Fig. 1a. Ligne de fabrication de gâteaux fourrés



**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT:** deux bandes de pâte, le fond et le dessus du biscuit sont mises à épaisseur par laminage. Le fond est formé, rempli du mélange garniture par les pulvérisateurs, assemblé avec le dessus par découpe et pressage. Le gâteau fourré est repris à l'entrée du surgélateur où il est stocké.

## 2. CHOIX DES ÉLÉMENTS ET DU CRITÈRE DE CLASSEMENT

L'ensemble des sous-systèmes fonctionnels constituant cette ligne de fabrication représente les éléments de cette étude.

L'étude de la période antérieure permet d'affecter à chaque sous-système la somme des temps d'arrêt correspondante (fig. 1b).

Rep.	SOUS-SYSTÈME	TEMPS D'ARRÊT
1	Farineur	5
2	Laminoir R3A	4
3	Laminoir R2B	35
4	Alimentation enfourneur	25
5	Presse à former	15
6	Pulvérisateurs	7
7	Surgélateurs	10
8	Découpe et récupérateur	3
9	Reprise vers le surgélateur	50
10	Tapis inférieur	2

Fig. 1b. Affectation à chaque sous système de la somme des temps d'arrêt correspondante (en heures)

### 3. CLASSEMENT DES ÉLÉMENTS

Les éléments sont classés par valeur décroissante des temps d'arrêt, avec en plus le calcul de la valeur cumulée et du pourcentage correspondant (fig. 1c).

CLASSEMENT	SOUS-SYSTÈME	TEMPS D'ARRÊT	VALEUR CUMULÉE	
			Somme	%
1	9. Reprise surgélateur	50	50	32
2	3. Laminoir R2B	35	85	54,5
3	4. Alimentation enfouneur	25	110	70,5
4	5. Presse à former	15	125	80,1
5	7. Surgélateur	10	135	86,5
6	6. Pulvérisateur	7	142	91
7	1. Farineur	5	147	94,2
8	2. Laminoir R3A	4	151	96,8
9	8. Découpe et récupérateur	3	154	98,7
10	10. Tapis inférieur	2	156	100

Fig. 1c. Classement des sous-systèmes en fonction de la valeur décroissante des temps d'arrêt

### 4. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES RÉSULTATS : COURBE ABC

En portant :

- **en abscisse** : les sous-systèmes classés suivant la valeur décroissante des heures d'arrêt qui leurs sont affectées ;
- **en ordonnées** : les valeurs cumulées des heures d'arrêt, on trace une courbe, dite **courbe ABC** (fig. 1d).

Dans cet exemple d'application cette courbe détermine effectivement trois zones :

- **zone A** : 30 % des sous-systèmes cumulent 70 % des heures d'arrêt ;
- **zone B** : 30 % des sous-ensembles cumulent 21 % des heures d'arrêt ;
- **zone C** : 40 % des sous-systèmes cumulent 9 % des heures d'arrêt.

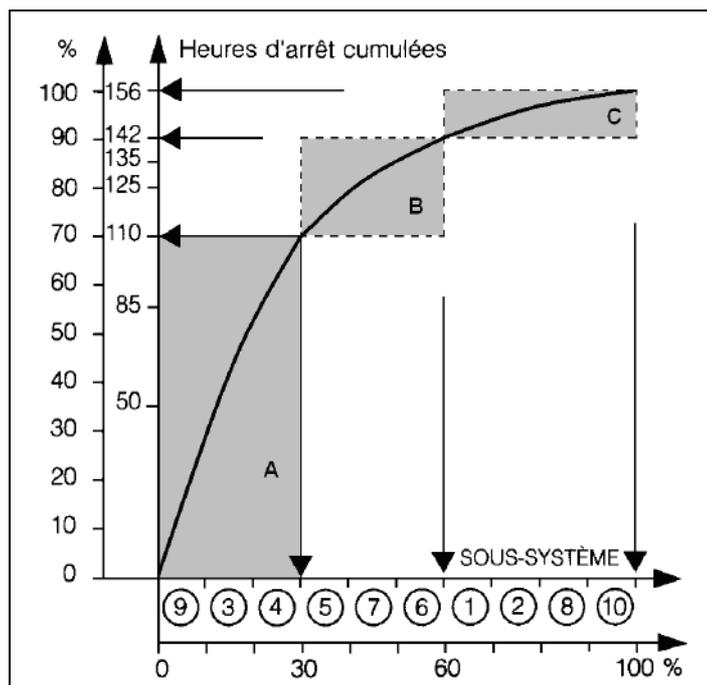


Fig. 1d. Courbe ABC mettant en évidence les trois zones A, B et C

## 5. PROPOSITIONS DE DÉCISIONS

C'est évident que les sous-systèmes de la zone **A** doivent bénéficier en priorité des interventions du service maintenance.

Les trois sous-systèmes concernés sont :

- le dispositif de reprise vers le surgélateur (rep. 9),
- le laminoir R2B (rep. 3),
- l'alimentation de l'enfourneur (rep. 4).

Pour mieux décider des actions de maintenance à mettre en oeuvre il est proposé d'appliquer la loi de Pareto à l'analyse des modes de défaillance des deux premiers sous-systèmes.

## 6. SOUS-SYSTÈME DE REPRISSE VERS LE SURGÉLATEUR

- **Exploitation de l'historique**

Cet historique fournit, sur la période antérieure d'une année, les modes de défaillance constatés sur ce sous-système (fig. 1e).

REPERE DU JOUR DE PRODUCTION	MODES DE DEFAILLANCE	TEMPS D'ARRÊT
27	Coincement du râteau	6

32	Indication erronée de la cellule	6
40	Coincement du râteau	5
63	Non démarrage du moteur	1
67	Vibrations dans le transfert	2
72	Indication erronée de la cellule	4
75	Coincement du râteau	5
87	Court-circuit dans le moteur	3
110	Vibrations dans le transfert	2
115	Rupture du support de galet	3
135	Coincement du râteau	5
157	Fonctionnement irrégulier du poussoir	1,5
185	Vibrations dans le transfert	1
190	Coincement du râteau	5
192	Coincement de l'élévateur	0,5

**Fig. 1e. Historique des modes de défaillance**

- **Classement des modes de défaillance**

Après un regroupement par familles les modes de défaillance sont classés suivant la valeur décroissante de la somme des temps d'arrêt (fig. 1f).

CLASSEMENT	SOUS-SYSTÈME	TEMPS D'ARRÉT	VALEUR CUMULÉE	
			Somme	%
	en rapport avec :			
1	• le râteau	26	26	52
2	• la cellule	10	36	72
3	• le transfert	5	41	82
4	• le moteur	4	45	90
5	• le support de galet	3	48	96
6	• le poussoir	1,5	49,5	99
7	• l'élévateur	0,5	50	100

**Fig. 1f. Regroupement des modes de défaillance en sept familles**

- **Courbe ABC**

Cette courbe tracée suivant les données du tableau 1f met en évidence trois zones (fig. 1g).

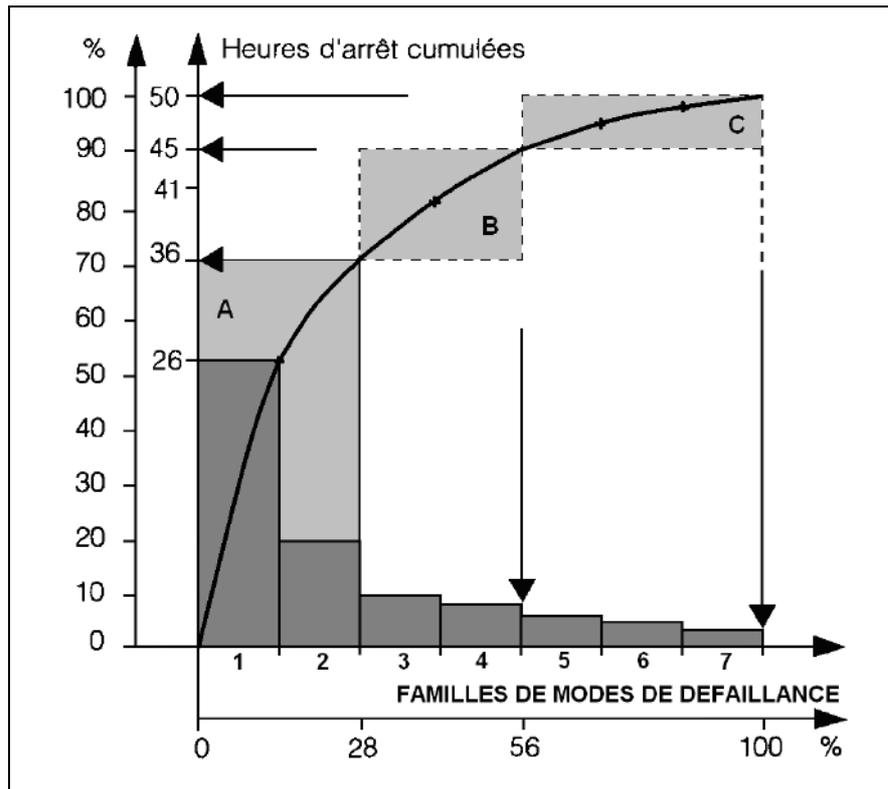


Fig. 1g. Courbe ABC mettant en évidence les trois zones A, B et C

- **zone A** dans laquelle deux familles de modes de défaillance, constatés soit 28 % se traduisent par 72 % des heures d'arrêt.
- **zone B** : dans laquelle 28 % des modes de défaillance constatés se traduisent par 18 % des heures d'arrêt ;
- **zone C** : dans laquelle 44 % des modes de défaillance constatés se traduisent par 10 % des heures d'arrêt.

Les services de maintenance devront en priorité améliorer :

- le râteau avec son mécanisme de commande,
- la cellule photo-électrique avec son équipement électronique.

## 7. SOUS-SYSTÈME LAMINOIR R2B

À partir de l'historique des modes de défaillance de ce sous-système une même démarche permet d'établir la courbe ABC, fig. 1h.

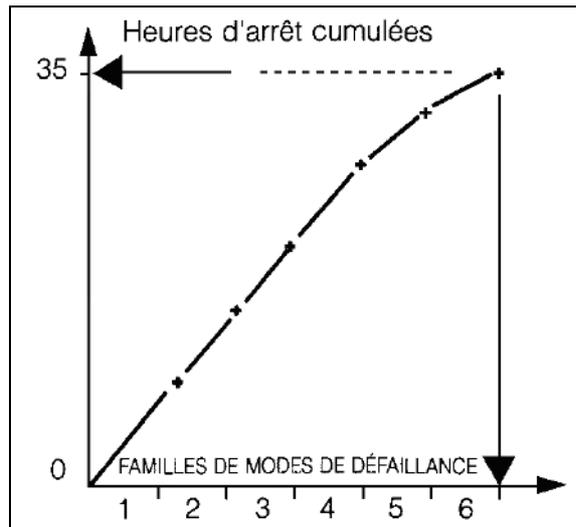


Fig. 1h. Courbe sans zone prioritaire

Dans ce cas la courbe **n'apporte aucune aide à la prise de décision**. Aucune action prioritaire ne peut être justifiée. C'est l'ensemble du sous-système qui est à revoir.

## 2.7 DIAGRAMME CAUSES ET EFFET

### ❖ PRINCIPE

Cet outil de la qualité exploite deux catégories de données :

- une **donnée effet** qui s'exprime par rapport à une **caractéristique de qualité à améliorer et à contrôler** ;
- un ensemble de **données causes** dont chacune peut entraîner une **dispersion sur la qualité de la caractéristique**.

*Exemples :*

- *Un jeu anormal sur une broche de machine-outil peut entraîner une dispersion sur les dimensions des pièces, d'une même série, usinées sur cette machine-outil.*
- *Un mauvais réglage du dispositif de régulation de la température d'un four peut entraîner une grande dispersion de la qualité des traitements thermiques.*

Ce diagramme causes et effet est encore désigné par **diagramme ISHIKAWA** du nom du japonais Kaoru ISHIKAWA qui l'a proposé, ou par **diagramme en arête de poisson** du fait de sa forme (fig. 2.3).

Il représente sous une **forme hiérarchisée** :

- familles de causes,
- sous-familles de causes,
- causes de rang différent,

**l'ensemble des causes relatives à un même effet.**

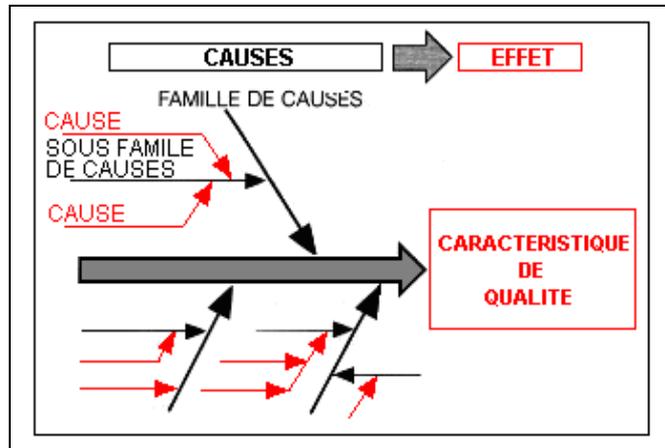


Figure 2.3 Principe du diagramme causes et effet.

## ❖ CONSTRUCTION

### ● DÉFINITION DE LA CARACTÉRISTIQUE DE QUALITÉ

Cet caractéristique doit être bien représentative du problème étudié.

C'est ainsi qu'en fabrication elle peut s'exprimer par un critère de qualité puisque ce dernier est l'effet par lequel une cause de non-conformité peut-être décelée.

*Exemples :*

- *Usure prématurée de l'outil ;*
- *Mauvaise mise en position de la pièce ;*
- *Matière d'oeuvre non homogène.*

### ● INVENTAIRE DES CAUSES

Cette recherche doit se faire par un groupe de personnes dans une démarche de **brainstorming**.

Cette démarche permet d'analyser une situation, au sein du groupe, en faisant l'inventaire des causes possibles à l'origine de cette situation et une prévision des effets qu'elles pourraient entraîner.

## ● MODALITE DE MISE EN ŒUVRE DU DIAGRAMME CAUSES-EFFET

### (étapes principales)

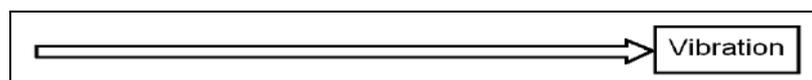
Les facteurs qui affectent la qualité des produits dans nos usines sont nombreux et variés. Un diagramme cause-et-effet est utile pour nous aider à définir les causes de dispersion et à organiser les relations combinatoires. Nous allons décrire les étapes de la création d'un diagramme cause-et-effet.

#### Étape 1

Définir les caractéristiques de qualité, par exemple : vibrations pendant la rotation d'une machine. C'est ce que nous voudrions améliorer et contrôler. Dans ce cas particulier, nous avons trouvé que la majeure partie de nos produits défectueux était due à cette vibration pendant la rotation. Pour éliminer cette vibration nous devons en trouver la cause.

#### Étape 2

Décrire la caractéristique de qualité du côté droit. Tracer une large flèche de la gauche vers la droite (figure ci-dessous).



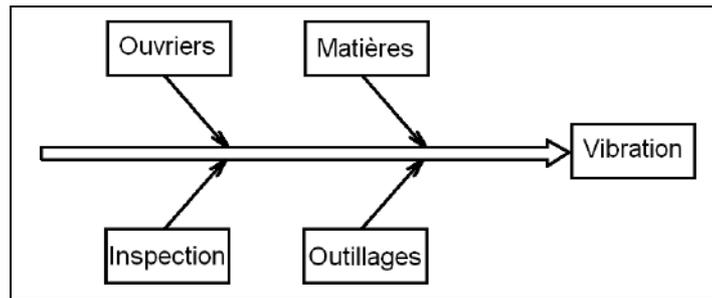
#### Étape 3

Décrire les facteurs principaux qui peuvent causer la vibration, et tracer une flèche en direction de la flèche principale (figure 3.3). Il est recommandé de grouper les facteurs majeurs de cause de dispersion, tels que :

- matières,
- machines ou outils,
- méthodes de travail,
- méthodes de mesure,

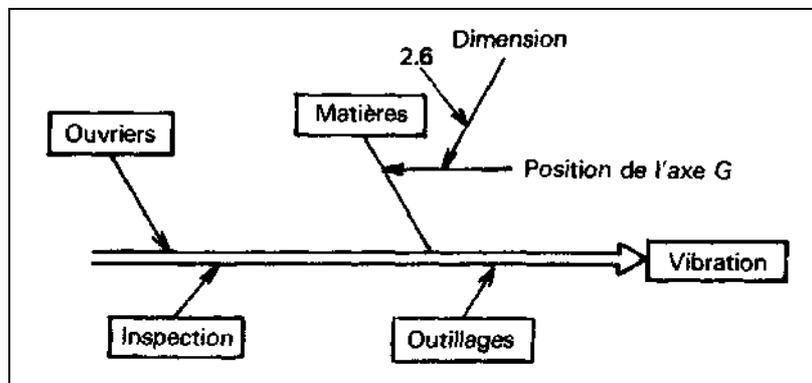
méthode que nous appellerons méthode des « 4M ».

Chaque groupe de causes formera une branche.



#### Étape 4

Maintenant, sur chaque branche, décrire les facteurs détaillés qui peuvent être considérés comme des causes. Ils figureront comme des branchettes (ou des « arêtes »). Sur chacune, décrire éventuellement de facteurs plus détaillés, en créant de plus petites branchettes (figure ci-dessous). Si vous suivez cette méthode, cela vous aidera à trouver la cause du problème.



1) Pourquoi les défauts apparaissent-ils au cours du processus de production ?

Parce que la machine vibre (dispersion). Donc la vibration de la machine est la caractéristique « qualité ».

2) Pourquoi une vibration de la machine (dispersion) apparaît-elle ?

Car il y a dispersion dans la qualité des matières. « Matières » est décrit comme une branchette sur le diagramme.

3) Pourquoi une dispersion des « matières » apparaît-elle ?

A cause de la dispersion dans l'ajustage axe G/palier. L'ajustage de l'axe G devient une branchette de la branche principale.

4) Pourquoi une dispersion de l'ajustage de l'axe G apparaît-elle ?

A cause de la dispersion de la dimension de l'axe G. La dimension devient une branchette à son tour.



Cette opération est réalisée par quatre unités de perçage pneumatiques A, B, C et D, après l'alimentation du poste, la mise en position et le serrage de la pièce (fig. 2.4).

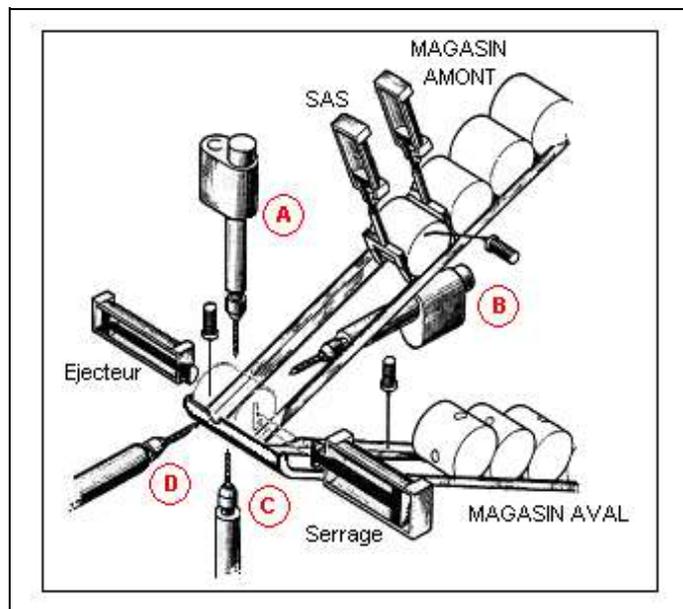


Figure 2.4 Poste automatique de reprise

Les causes susceptibles d'avoir une influence sur cette caractéristique de qualité sont regroupées en quatre familles (fig. 2.5) :

- matière ;
- machine,
- outil ;
- pièce.

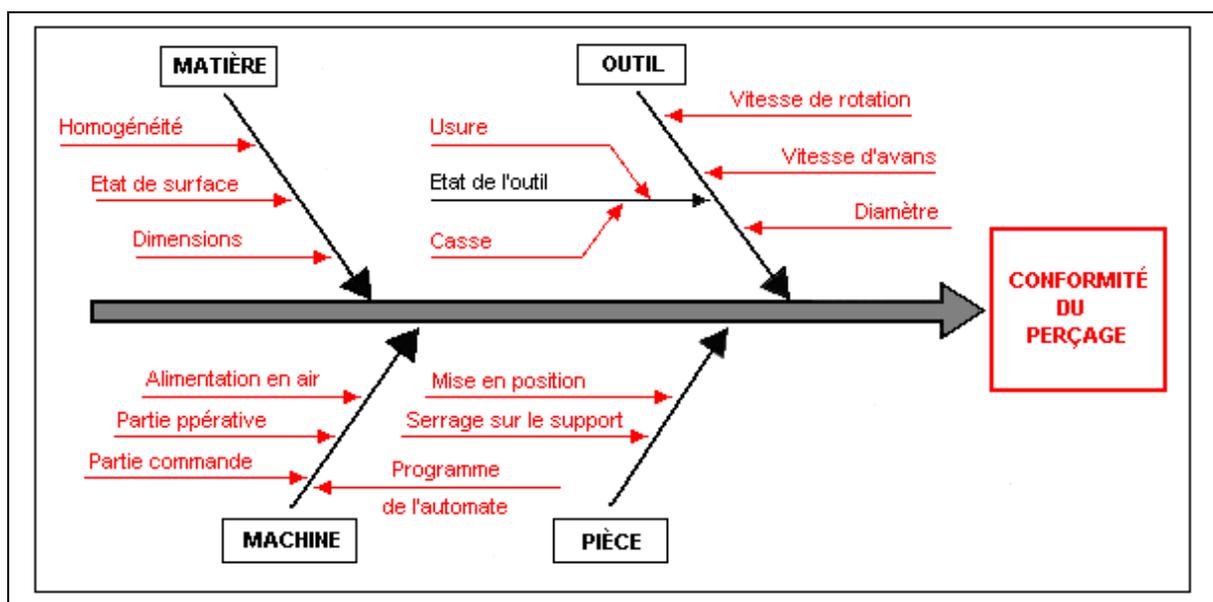


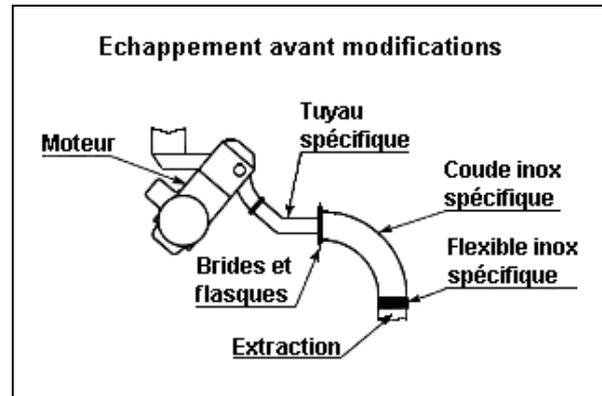
Figure 2.5 Exemple de diagramme causes et effet

• **Exemple 2 :**

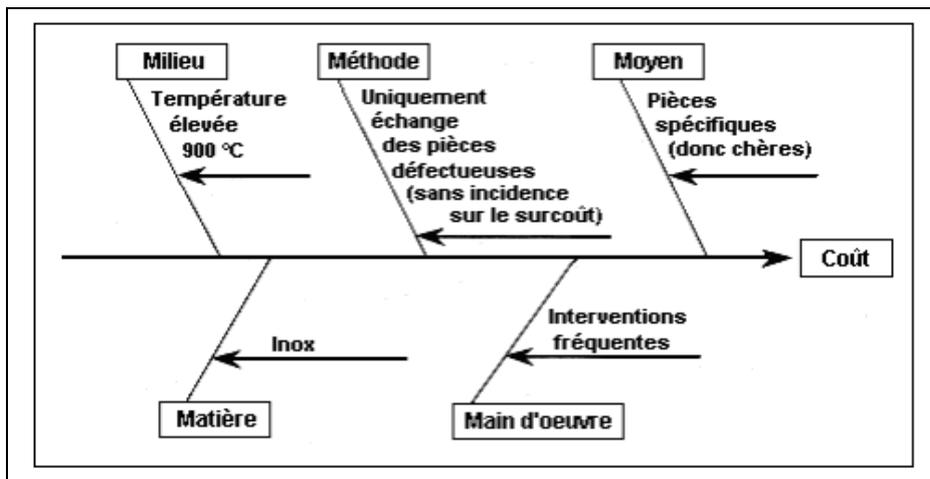
Lors de l'essai d'un moteur à essence au banc de puissance, la température d'échappement peut atteindre 900°. A cette température, un pot d'échappement a une durée de vie d'environ huit jours, d'où les interventions fréquentes et onéreuses liées à l'utilisation d'échappements spécifiques se composant de :

1 tuyau d'échappement	23 €
2 flasques reliés par une bride	198 €
1 coude inox	274 €
1 soufflet inox	518 €
total :	1 013 €

Le cercle de qualité des cabines de performances a recherché des solutions plus économiques en utilisant le diagramme causes-effet.

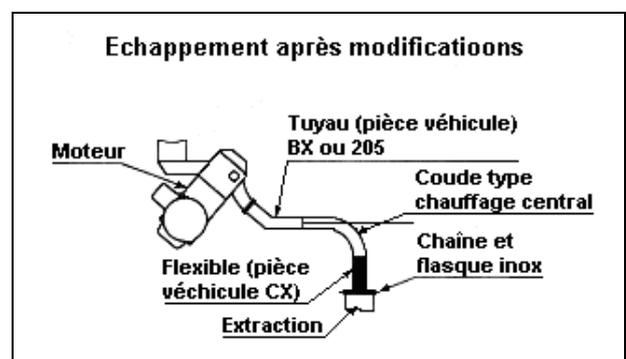


**Diagramme causes-effet "coût élevé des échappements"**



**Première amélioration**

Utilisation de pièces de véhicules au lieu de pièces spécifiques. Ces pièces sont commandées dans les usines du groupe au prix de revient. Seuls les flasques sont récupérés. La bride est remplacée par une chaîne, le soufflet inox par un soufflet



d'échappement de CX, le coude inox par un coude de chauffage central et le tuyau d'échappement spécifique par l'avant d'un pot d'échappement de BX ou de 205.

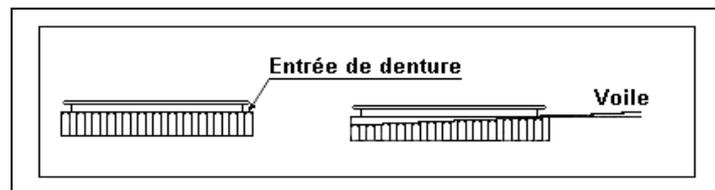
Le prix de revient est de 134 € pour une durée de vie prolongée à un mois. Cette solution se traduit en évitant une perte annuelle de 13263 €.

### Seconde amélioration

Essai en cours d'un prototype monobloc en inox de 44 € et d'une durée de vie de 4 mois. D'où une perte évitée de 1524 € par an.

- **Exemple 3 :**

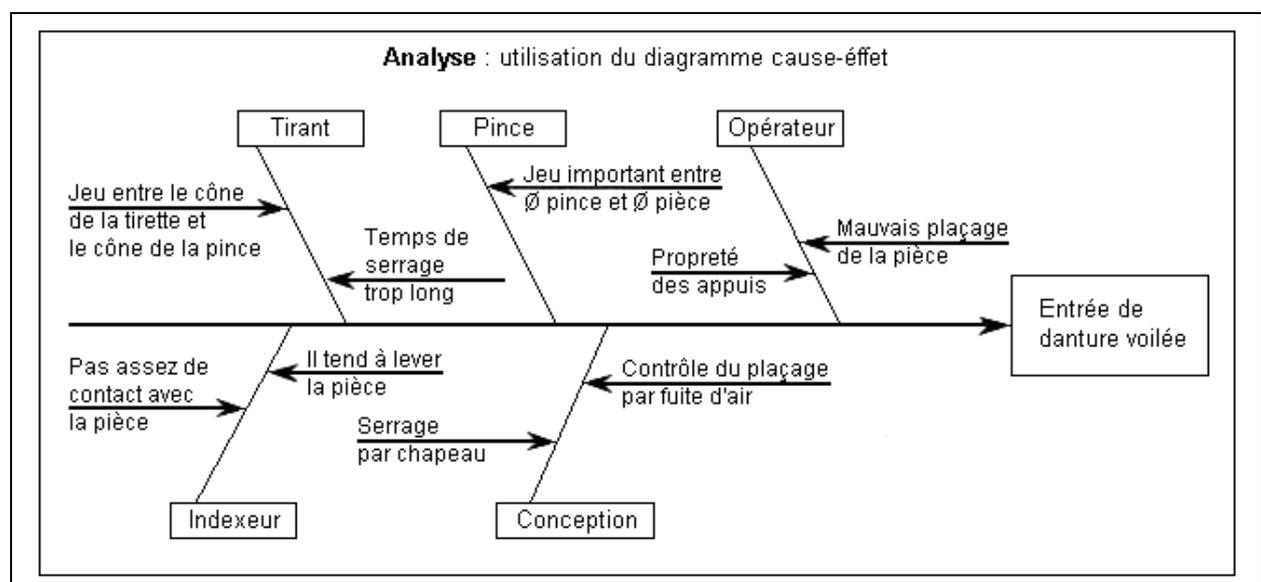
Un mauvais usinage des entrées de denture sur le manchon 1/2 peut être la cause, pour un conducteur, d'un refus du passage de la marche arrière ou de craquements « sinistres ».



Le placage incorrect de la pièce sur ses appuis provoque le décalage indiqué sur le croquis de droite ci-dessus. La ligne des sommets des entrées de denture se trouve inclinée par rapport à la face de la gorge.

Une pièce de ce type est inutilisable et est mise au rebut.

### Travail du cercle



## **Solutions retenues par le cercle**

### **1° Opérateur**

Rappel des consignes de poste :

- veiller à la propreté de la pièce et des appuis ;
- vérifier le placage correct de la pièce ;
- contrôler à vue toutes les pièces (arrêt immédiat des pièces avec une entrée de denture voilée).

### **2° Pince**

Augmentation du diamètre de la pince de 0,3 mm pour éviter le jeu trop important entre celle-ci et la pièce.

### **3° Tirant**

Diminution du jeu entre les cônes du tirant et de la pièce. Temps de réponse du serrage pièce plus rapide. Un lâcher trop rapide de la pièce par l'opérateur risquerait de créer le défaut.

### **4° Indexeur**

Réalisation d'un nouvel indexeur plus haut de 5 mm. L'ancien indexeur était plus bas que la face inférieure de la pince, provoquant parfois un basculement de la pièce au moment du serrage.

## **Résultats et bilan**

L'ensemble des actions et des modifications apportées par le cercle, amène une nette diminution des rebuts (voir graphique fig. 2.7).

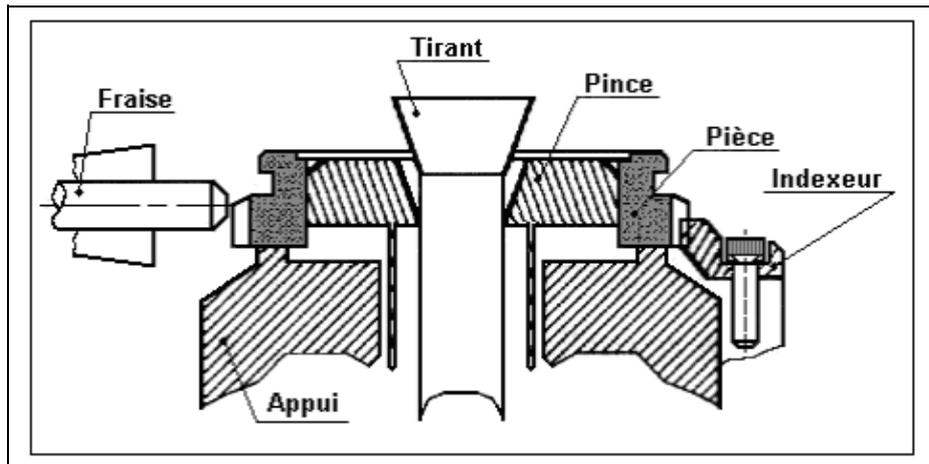


Fig. 2.6

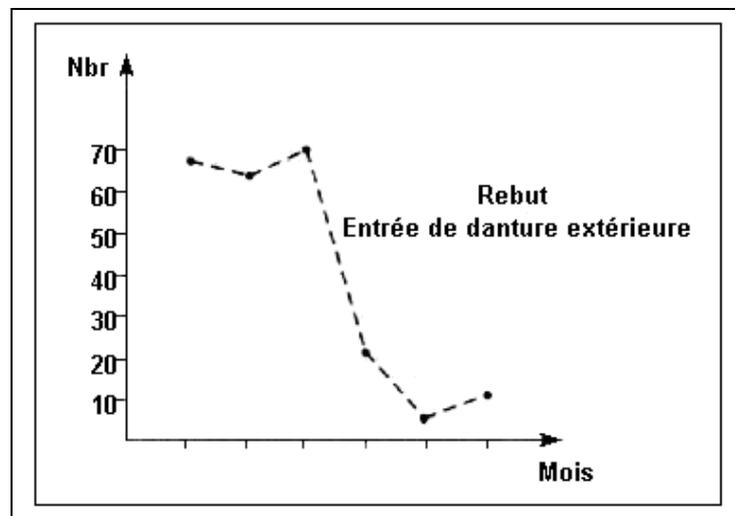
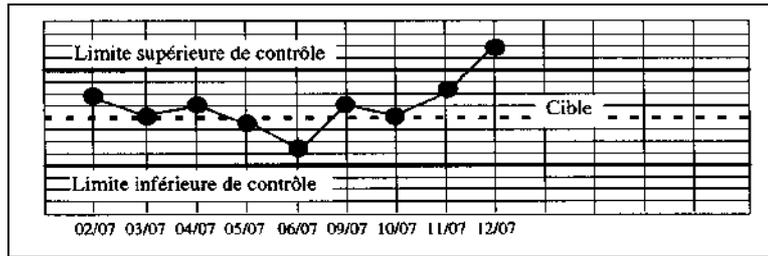


Fig. 2.7

## 2.8 LA CARTE DE CONTRÔLE

La carte de contrôle est l'élément de base de la maîtrise statistique des procédés (MSP). Le principe de base est de considérer que tout système est soumis à des variations aléatoires qui génère une répartition de la caractéristique qui suit une courbe de Gauss. Tant que les variations de la sortie peuvent être expliquées par les variations statistiques, il n'est pas nécessaire d'intervenir. Dès que ces variations sont supérieures à la limite admissible, on considère que le système n'est plus sous contrôle, il faut intervenir.



**Fig. 2.8 Carte de contrôle – surveillance d’une température**

Dans cet exemple, le dernier point est hors contrôle ; l’écart entre ce point et la valeur cible, n’est pas expliqué par les variations aléatoires. On dit qu’il y a présence d’une cause spéciale.

## 2.9 LE DIAGRAMME DE CORRELATION (OU DE DISPERSION)

Les diagrammes de corrélation analysent les relations entre deux types de données.

Généralement, lorsqu’on parle de relation entre deux types de données, nous parlons :

- 1) ou d’une relation entre cause-et-effet,
- 2) ou d’une relation entre une cause et une autre,
- 3) ou d’une relation entre une cause et deux autres.

Par exemple,

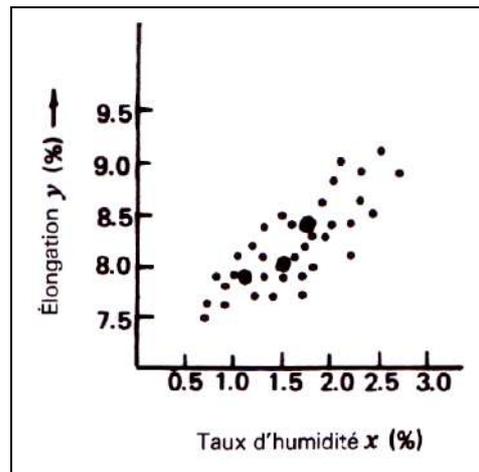
- la relation entre l’humidité contenue dans des fils et leur élongation,
- ou la relation entre la présence d’un élément et la dureté d’un matériau,
- ou la relation entre la vitesse de coupe et les vibrations de longueur de pièces,
- ou la relation entre le niveau d’éclairage et les erreurs de contrôle, etc.

Le tableau 2.9 fournit des données sur l’humidité et l’élongation de fils. Si nous représentons le taux d’humidité en abscisses et l’élongation en ordonnées, et que nous pointons les données, nous construirons un diagramme similaire à la figure 2.10. Sur ce graphique, nous constatons que plus le taux d’humidité est élevé, plus grande est l’élongation.

**Tableau 2.9 Feuille de données**

Échantillon n°	Taux d'humidité x (%)	Élon- gation y (%)	Échantillon n°	Taux d'humidité x (%)	Élon- gation y (%)
1	1.5	8.5	20	1.9	8.6
2	1.3	8.1	21	1.6	8.1
3	1.9	8.3	22	1.7	8.2

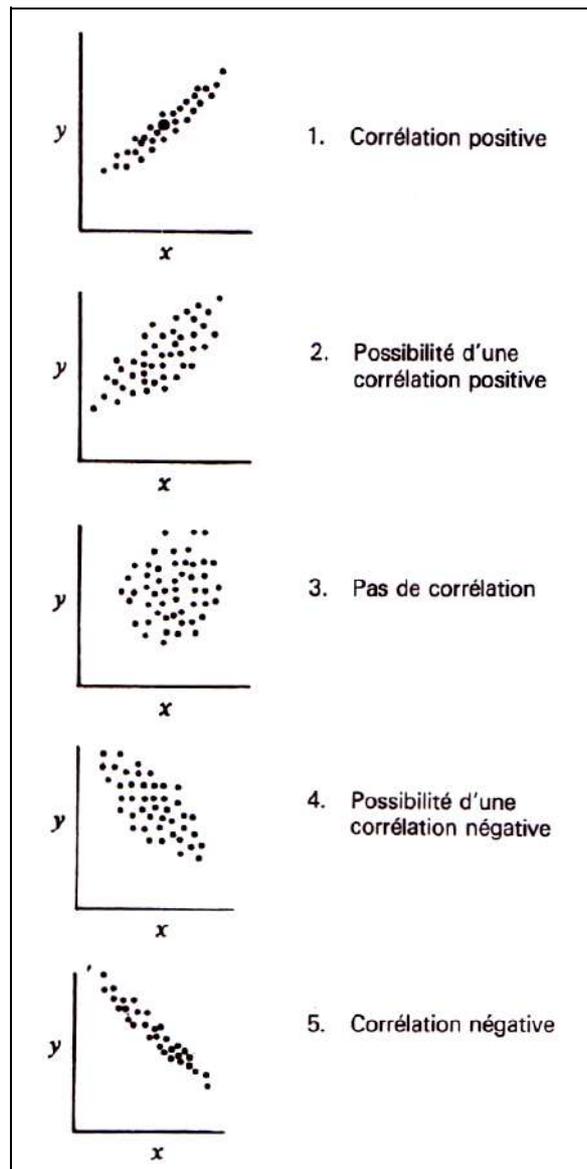
*Note : bas du tableau non représenté*



**Figure 2.10** Diagramme de corrélation

Ce type de diagramme est appelé un diagramme de corrélation. Dans ce cas, il a été nécessaire d'analyser 50 fils ; pour l'échantillon n° 1, les données couplées montrent un taux d'humidité de 1,5 %, et 8,5 % d'élongation. Le groupe de données recueillies, pour le même échantillon, forme une unité appelée « données en correspondance ». En conséquence, avec un diagramme de dispersion, divers ensembles de données sont recueillis et les deux types de données sont portés sur un graphique ordinaire.

Une bonne interprétation des diagrammes de dispersion doit conduire à des actions appropriées. Pour apprendre à les lire correctement, nous donnons quelques exemples typiques de diagrammes de corrélation à la figure 2.11 avec quelques explications.



**Figure 2.11** Différents modèles de diagrammes de corrélation

- 1) Tout accroissement de  $y$  dépend des accroissements de  $x$ . Si  $x$  est sous contrôle,  $y$  le sera.
- 2) Si  $x$  croît,  $y$  croîtra quelque peu, mais  $y$  semble avoir d'autres causes que  $x$ .
- 3) Il n'y a pas de corrélation.
- 4) Tout accroissement de  $x$  a pour résultat une tendance à la décroissance de  $y$ .
- 5) Un accroissement de  $x$  a pour résultat une décroissance de  $y$ . Donc, comme au point 1),  $x$  peut être mis sous contrôle au lieu de  $y$ .

## **CHAPITRE 3 GESTION ET SUIVI DE LA QUALITE EN PRODUCTION**

### **3.1 POLITIQUE DE LA QUALITÉ DANS LES ENTREPRISES**

La **qualité de ses produits et services** constitue pour l'entreprise un objectif vital.

Le chef d'entreprise définit sa **politique de qualité** et en fonction de celle-ci, il fixe les **objectifs**, choisit la compétence, distribue les fonctions, les responsabilités, les niveaux de décision, engage les moyens, crée l'environnement nécessaire à **l'obtention de la qualité**.

**L'entreprise** prend vis-à-vis de son **client** un **engagement**, formalisé ou non, sur la qualité du produit et de service qu'elle fournit qu'il s'agisse :

- de la **conformité** à des spécifications, de **l'aptitude du produit à l'usage** envisagé ;
- de son **aptitude à satisfaire un besoin** plus ou moins bien exprimé ou potentiel. Cet engagement ne peut être tenu grâce au seul savoir-faire.

La qualité résulte :

- de la **volonté collective** de l'entreprise ;
- de la **maîtrise** exercée systématiquement sur l'ensemble des facteurs dont elle dépend ;
- de la **coordination** des efforts de chacun ;
- de la **motivation** et de la **constance** de l'attention ;
- de l'exercice du **jugement** individuel.

La **gestion de la qualité** vise la réalisation des **objectifs de qualité** dans le meilleur **compromis économique** entre les dépenses qui lui sont consacrées et l'appréciation des conséquences d'une insuffisance éventuelle de celle-ci.

**Elle est adaptée au produit et au service considérés.**

Par la rigueur des actions engagées par tous les services de l'entreprise et par la recherche d'une efficacité accrue, elle est un **facteur de développement et d'évolution de l'entreprise** et renforce son image de marque. De plus elle présente une **motivation** pour le personnel.

Dans l'élaboration d'un **système de gestion de la qualité**, il y a lieu d'éviter les écueils suivants :

- **compter** uniquement sur les vérifications pour obtenir la qualité ;
- **s'attacher** exclusivement au **formalisme de l'organisation** ;
  
- **faire abstraction** dans les problèmes de qualité des **questions de coût** et de **délais** ;
- **perdre de vue la finalité** du produit et du service pour **l'utilisateur**.

**La norme rappelle que :**

- *la gestion de la qualité dans les entreprises revêt un caractère permanent ;*
- *toutes les phases du cycle de vie d'un produit et d'un service sont concernées ;*
- *elle s'organise autour d'un responsable, désigné par la direction, ayant compétence, indépendance et autorité.*

Les **tâches** réalisées dans l'entreprise en vue de l'obtention de la qualité sont :

- **l'expression des exigences** concernant le produit et le service ;
- **la conception** ;
- **l'évolution ou la modification** du produit et du service ;
- **les approvisionnements** ;
- **la production** ;
- **l'emballage, la manutention, le stockage,...**
- **le contrôle, les essais et l'exploitation** des informations de la qualité ;
- **la formation et la motivation** du personnel, etc.

### **3.2 QUALITÉ ET CONTRÔLE DE CONFORMITÉ**

Le **contrôle** se fait à **trois stades** de la production :

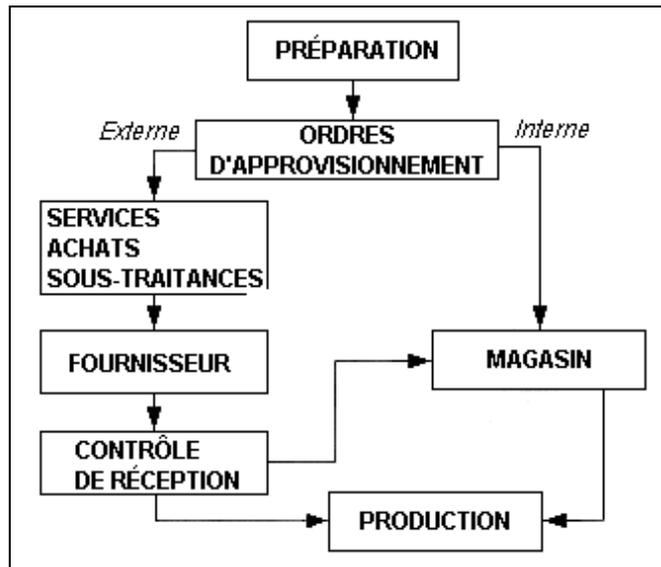
- **à la réception des approvisionnements** ;
- **en cours de fabrication** ;
- **à la livraison des produits finis.**

#### **❖ OBJET DU CONTRÔLE DES APPROVISIONNEMENTS (ISO 9002)**

L'**approvisionnement** est l'ensemble des activités qui met à la disposition de la production les matériaux nécessaires à la réalisation du produit :

- **sorties du magasin de l'entreprise** ;
- **achats à des fournisseurs extérieurs** ;
- **sous-traitance de tout ou partie du produit.**

Il faut veiller à ce que l'approvisionnement soit assuré dans des **délais** et des **conditions économiques** compatibles avec ceux du produit à réaliser.



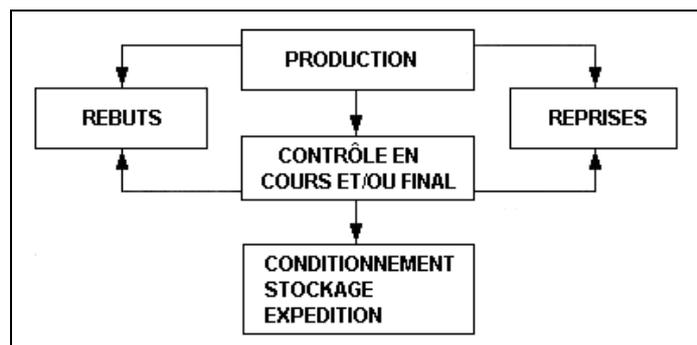
● **Facteurs de qualité des approvisionnements :**

- qualité de la demande ;
- qualité de la commande ;
- qualité du contrôle de réception ;
- qualité des circuits de transmission des informations ;
- qualité des fournisseurs.

❖ **OBJET DU CONTRÔLE DES EN-COURS ET DES PRODUITS FINIS**

La production est l'ensemble des opérations d'élaboration du produit et de ses composants à partir de ses éléments de base.

Elle gère les rebuts et reprises éventuels.



● **Facteurs de qualité des en-cours :**

- qualité du cahier des charges ;
- qualité des approvisionnements ;
- qualité de l'ordonnancement ;
- qualité des hommes (opérateurs adaptés...) ;
- qualité des moyens (machines outils...).

## ***Bibliographie***

PRODUCTIQUE MECANIQUE – SCHOEFS, FOURNIER, LEON (DELAGRAVE)

LE MANUEL QUALITE – FROMAN, Bernard, 2<sup>ème</sup> édition (AFNOR)

MEMOTECH – PRODUCTIQUE MECANIQUE, BARLIER, C., POULET, B. (ELEDUCALIVRE)