

4/98

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT DE GENIE INDUSTRIEL

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDE

SUJET:

CONTRIBUTION A L'AMELIORATION
DE LA QUALITE DE LA PRODUCTION A
LA S.A.EL

PROPOSE PAR :
M. BOUZIANE. M

ETUDIE PAR :
ABBAS TURKI. A
BENFERHAT. L

DIRIGE PAR :
M. LAMRAOUI. T

PROMOTION : 1997-1998

الموضوع : مساهمة في تحسين نوعية الإنتاج في ش.ت.م.
الملخص : درس الإنتاج و طريقة مراقبة النوعية المتبعة في ش.ت.م. (شركة تطبيق المطاط) وفقاً لهدف الإسهام في التحكم و تحسين النوعية. أمنا ب:
1- دراسة مختلف معايير النوعية.
2- بحث عن العلاقات الموجودة بين مختلف عمليات الإنتاج و النوعية.
3- إختيار من بين مختلف تقنيات التحكم الإحصائي في عمليات الإنتاج (SPC) الأ أكثر ملائمة للظروف الخاصة ب ش.ت.م.
ختاماً، أمنا ببرمجة وسيلة معلوماتية، معتمدين في برمجتنا على ال (SPC) و تحليل "باريتو" للمسببات كما أنها وضعت خصيصاً ل ش.ت.م ، و توفر استعمال طريقة منهجية في التحكم و تحسين النوعية.

Sujet: Contribution à l'amélioration de la qualité de la production à la S.A.EL.

Resumé: La production et le contrôle de qualité effectué à la S.A.EL (Société d'Application d'Elastomère) ont été étudiés. Dans le but de contribuer à la maîtrise et à l'amélioration de la qualité, nous avons:

- analysé les différents concepts de qualité,
- cherché les relations entre le processus de production et la qualité,
- choisi entre les différentes techniques de M.S.P (maîtrise statistique du procédé), celles qui sont les plus appropriées à être utilisées à la S.A.EL.

Enfinement, un logiciel a été développé, basé sur la M.S.P et l'analyse de Pareto des causes, conçu spécialement pour la S.A.EL et permettant une approche méthodique de maîtrise et d'amélioration de la qualité.

Subject: Contribution to quality improvement at S.A.EL production line.

Substract: The production and the quality control at the S.A.EL (Société d'Appllcation d'Elastomère) have been studied. In order to contribute towards the control and the improvement of the quality, we:

- analyzed different quality concepts,
- looked at the relations between production process and quality,
- Chose amongst the different techniques of S.P.C (Statistical Process Control) those most suited to be applied to the S.A.EL.

Finally, Software based on S.P.C and Pareto analysis of causes was specifically designed for the S.A.EL and which allows a methodical approach of quality control and improvement.

REMERCIEMENTS

Tout auteur doit l'achèvement de son œuvre à l'aide, aux conseils, au support moral et financier d'une ou de plusieurs personnes. Quant à nous, nous tenons tout d'abord à exprimer nos plus vifs remerciements et notre profonde gratitude à nos promoteurs Messieurs Mahieddine BOUZIANE et Tewfik LAMRAOUI pour le suivi de ce Projet de Fin d'Etudes.

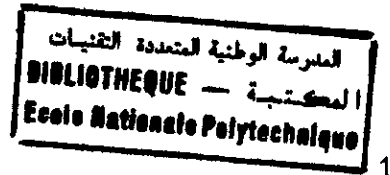
Nous ne saurions témoigner toute la reconnaissance à Monsieur Abdelaziz OUABDESSELEM pour les nombreuses discussions et conseils utiles qu'il n'a cessé de nous prodiguer.

Nous remercions Madame BELMOKHTAR, Présidente du Jury et les membres du Jury d'avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.

Nous sommes également très reconnaissants au chef et aux enseignants du Département du Génie Industriel.

Nous souhaiterions exprimer nos pensées chaleureuses à tous les membres de la S.A.EL et qu'il me soit permis, moi Abdeljallil, de remercier tout particulièrement mon oncle ABBES-TERKI Omar qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail.

TABLE DES MATIÈRES



INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	2
1. GENERALITE	2
2. ORGANIGRAMME	2
2.1- Structure hiérarchique	2
2.2- Structure de qualification	3
3. PRODUITS	4
4. POLITIQUE COMMERCIALE	4
5. ATELIERS	5
CHAPITRE 2 : ETUDE DE LA PRODUCTION	7
1. GAMME DE PRODUITS	7
2. VARIATION DE LA PRODUCTION	8
3. PROCESSUS	12
3.1- Mélange	12
3.2- Moulage	13
3.3- Etapes de finition	15
3.4- Observations concernant le processus	16
4. CONCLUSION	17
CHAPITRE 3 : LE CONTROLE DE LA QUALITE A LA S.A.EL	18
1. CRITERES DE QUALITE DANS LA S.A.EL	18
2. CONTROLE DE QUALITE DANS LA S.A.EL	18
2.1- Contrôle de matières premières	19
2.2- Contrôle de la formule	21
2.3- Contrôle du procédé	21
3. REMARQUE	25
CHAPITRE 4 : LES CONCEPTS DE QUALITE ET DE CONTROLE DANS L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC	26
1. APPROCHE NORMATIVE	26
2. RELATION QUALITE - PROCEDURE	29
2.1- Qualité des matières premières	29
2.2- Formulation	29
2.3- Malaxage	32
2.4- Calandre	33
2.5- Entreposage pour refroidissement	33
2.6- Table de découpe et Barwell	33
2.7- Presses	33
3. CONCLUSION	34
CHAPITRE 5 : LA MAITRISE STATISTIQUE DU PROCEDURE	35
1. MAITRISE STATISTIQUE DES PROCEDES	35
1.1- Séparation entre causes communes et causes Spéciales	35
1.2- Contrôle	35
1.3- Pourquoi la MSP à la S.A.EL ?	35
2. CHOIX DES CARTES DE CONTROLE A INTRODUIRE	37
2.1- Cartes de contrôle	37
2.2- But des cartes de contrôle	38
2.3- Types de cartes de contrôle	38

2.4- Cartes de contrôle à introduire dans la S.A.EL	44
CHAPITRE 6 : APPLICATION DE LA M.S.P A LA S.A.EL	46
1. CONCEPTION DES CARTES DE CONTROLE	46
1.1- Mise en place d'une carte de contrôle	46
1.2- Interprétation des cartes de contrôle de la proportion rejetée	47
2. DESCRIPTION DU LOGICIEL	50
2.1- But du logiciel	50
2.2- Pourquoi informatiser les cartes ?	50
2.3- Langage de développement utilisé	50
2.4- Fonctionnement du logiciel	51
2.5- Données utilisées	51
2.6- Feuilles de calcul	52
2.7- Analyse des données	53
2.8- Analyse des causes	55
2.9- Cartes de contrôle de pilotage	55
2.10- Outils nécessaires pour logiciel	57
CHAPITRE 7 : L'APPORT DES CARTES DE CONTROLE INTRODUITES	58
1. Introduction	58
2. Effet court terme	58
3. Effet long terme	59
CONCLUSION	61

INTRODUCTION

Depuis sa création la Société d'Application des Elastomères (S.A.EL) a évolué dans un marché monopolisé par les entreprises algériennes.

L'ouverture du marché algérien à l'importation incite les entreprises locales à rechercher des atouts leurs permettant de subsister. La recherche de la qualité est devenue un point clé de la compétitivité des entreprises.

La S.A.EL a pour objectif de maintenir sa part de marché et d'acquérir de nouvelles parts. Dans cette optique, notre étude a pour but de proposer des moyens de maîtrise et d'amélioration de la qualité propre à cette entreprise.

Notre étude se développe en trois étapes :

1. Etude de l'existant qui est présentée dans les chapitres 2 et 3.
2. Etude du concept de qualité dans de telles industries. Ce travail comporte l'approche normative et la relation qualité processus. Cette partie est présentée dans le chapitre 4.
3. Proposition des moyens de maîtrise et d'amélioration de la qualité (chapitres 5,6 et 7).

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1- Généralités

La Société d'Application des Elastomères (S.A.EL) est une Petite et Moyenne Entreprise (P.M.E) qui a commencé son activité en juin 1966.

- Statut : S.A.R.L.
- Capital social actuel : 50.625.000 DA.
- Situation géographique : Zone industrielle de Oued-Essemar.
- Effectif : environ 240 travailleurs.

2- Organigramme

2.1- Structure hiérarchique

L'organigramme de l'entreprise est schématisé sur la figure 1 :

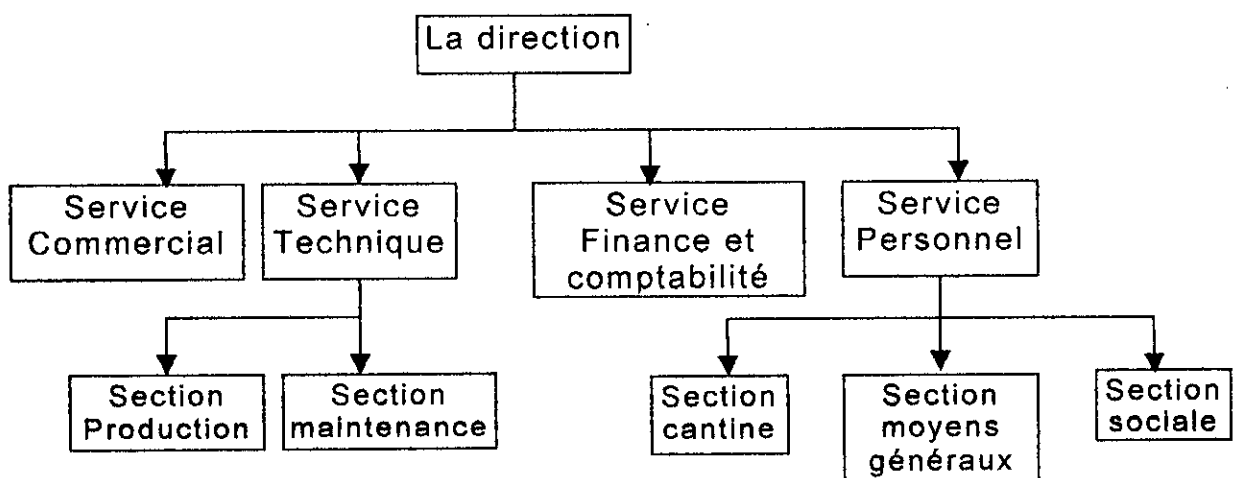


Figure 1 : Organigramme de la S.A.EL.

L'entreprise (S.A.EL) se subdivise en une direction et 4 services :

1. Le Service Commercial : Les employés de ce service se chargent des approvisionnements et de la gestion des stocks des matières premières et des produits finis. L'effectif de ce service est de 13 employés.
2. Le Service du Personnel : Les 21 travailleurs sont répartis sur trois sections (moyens Généraux, Cantine et Sociale).
3. Le Service Finance et Comptabilité : 3 cadres travaillent dans ce service.
4. Le Service Technique : Le directeur de ce service prend sous sa responsabilité deux sections :
 - a) La Section Maintenance dont L'effectif est de 21 employés.
 - b) La Section Production : Son effectif est de 170 travailleurs. Les fonctions de son personnel sont citées ci dessous dans l'ordre hiérarchique :
 - i) Responsable de production.
 - ii) Chefs d'atelier.
 - iii) Chefs d'équipe.
 - iv) Opérateurs

2.2- Structure de qualification

Dans la S.A.EL il y a 9 ingénieurs, 14 licenciés et 32 techniciens :

1. Les ingénieurs : tous les ingénieurs de l'entreprise (S.A.EL) travaillent dans le Service Technique et sont répartis comme suit :
 - a) Un ingénieur en chimie industrielle en tant que Directeur du Service Technique.
 - b) Cinq ingénieurs spécialisés en chimie industrielle pour la Section Production avec deux travaillant au laboratoire et

trois sont chefs d'atelier (deux pour l'équipe du jour et un pour l'équipe de nuit).

c) Trois ingénieurs font parti du personnel de la Section Maintenance (deux ingénieurs électromécaniciens et un électrotechnicien).

2. Les licenciés : Ces cadres travaillent dans l'administration. 3 sont dans le Service de Finance et Comptabilité et 11 travaillent dans le Service du Personnel et le Service Commercial.
3. Les techniciens : Ils travaillent dans le Service Technique. 15 sont employés dans la Section Production et 17 occupent des postes dans la Section Maintenance.

3- Produits

La S.A.EL met sur le marché plusieurs produits qui sont des applications du caoutchouc vulcanisé sur presse. Ces produits sont destinés particulièrement à l'industrie de la chaussure (semelles et talons), et aussi à d'autres industries telles que l'industrie de l'automobile (bavettes et soufflets), l'industrie du bâtiment (plaques d'appui de bâtiment et revêtement de sol)...

4- Politique commerciale

- La qualité exigée des produits de cette entreprise change selon leurs destinations finales. On peut les classer en deux groupes :
 1. Les produits sur commande (devant répondre aux exigences d'un cahier de charge),
 2. Les produits fabriqués en série.

- Les produits de la S.A.EL sont destinés à deux groupes de clients. Les clients qui achètent sur commande sont prioritaires, vu les avantages que ce groupe présente à l'entreprise. Pour cette raison, la S.A.EL veut pouvoir répondre à leurs exigences.
- Pour maintenir sa part du marché, la S.A.EL doit pouvoir concurrencer les produits importés en améliorant la qualité de ses produits tout en diminuant le coût.

5- Ateliers

L'usine est composée de huit ateliers :

5.1- L'atelier 1 abrite :

- Une chaîne de mélange qui comporte deux mélangeurs internes (un seul est utilisé, l'autre est laissé en cas de panne du premier), 3 suiveurs, la calandre et le tapis de refroidissement.
- Les grandes presses : 4 presses de mille tonnes et 2 presses de sept cents tonnes.
- Le cylindre utilisé pour la préparation de l'ébauche des presse-batteries.
- La Barwell.
- Un laboratoire, dans lequel le procédé est réalisé en modèle réduit et où se trouve un petit malaxeur à cylindre qui représente la chaîne du mélange, une petite presse pour le moulage, un duromètre pour le calcul de la dureté des échantillons et un rhéomètre pour estimer le temps nécessaire de cuisson.

5.2- L'atelier 2 : dans cet atelier les ouvriers se chargent de la pesée des matières premières avant de les introduire dans le mélange. Il est utilisé aussi pour le stockage de ces dernières.

5.3- L'atelier 3 abrite :

- 34 presse-batteries
- 2 machines de cardage pour carder les semelles, les talons et les talonnettes.
- Une machine de découpage pour découper les plaques Saflex en demi-semelles

5.4- L'atelier 4 abrite 6 appareils d'ébarbage.

Dans cet atelier, les produits des presse-batteries sont ébarbés et emballés.

5.5- L'atelier 5 abrite une chaîne de vernissage

Dans cet atelier, est effectué le vernissage des plaques néocomposts.

5.6- L'atelier 6 : les produits finis sont triés et stockés.

5.7- L'atelier 7 dans lequel, les tâches de refente et de cardage des plaques microcellulaires et néocomposts sont réalisées. Il abrite :

- 2 machines de refente
- Une machine de cardage

5.8- L'atelier 8 abrite la machine de broyage qui permet la récupération des déchets en charge inerte introduite ensuite dans les compositions des produits.

Remarque : Dans chaque atelier il y a un stock d'en-cours sauf dans l'atelier 2 qui est destiné à recevoir les matières premières.

CHAPITRE 2 : ETUDE DE LA PRODUCTION

1- Gamme de produits

Depuis l'ouverture de la S.A.EL, sa gamme de produits s'est élargie et sa production a connu une augmentation. Les produits de l'entreprise (S.A.EL) peuvent être classés selon leurs dimensions.

1- Les produits de grandes dimensions (longueur supérieure à un mètre) :

a) Les plaques néocomposts : ces plaques sont destinées à être découpées en semelles pour imitation de chaussures classiques. Il est à noter qu'il existe deux types de plaques néocomposts qui se différencient par leurs épaisseurs.

b) Les plaques microcellulaires : ces plaques sont utilisées dans différents domaines tels que :

- Le domaine de la chaussure (18 sortes de plaques pour « nu-pieds »).
- Le domaine du sport (en tant que tapis de sport).
- Le domaine du nettoyage (2 sortes de plaque pour frottoir).

c) Tapis de voiture

2- Les produits de petites dimensions.

a) Les demi-semelles : destinées aux cordonniers.

b) Les talonnettes : utilisées aussi par les cordonniers.

c) Les plaques Saflex : découpées en demi-semelles utilisées par les cordonniers.

d) Les talons et les semelles : ces produits sont sous-traités à la S.A.EL et sont destinés à la chaussure homme de la pointure 38 à 44.

e) Les joints (butée et torique) : ces joints sont utilisés lors de la pose conduites des eaux.

f) Les tapis de voiture.

g) Les plaques d'appui de pont et bâtiment.

h) Bavettes et soufflets pour l'industrie de l'automobile.

2- Variations de la production

La production en modèle et en quantité est variable. Nous donnons ci dessous trois exemples illustrant cette variation sur une période de trois mois allant de novembre 97 à janvier 98.

Exemple 1 :

Mois	Novembre	Décembre	Janvier
Modèles	34	36	37
Modèles différents de ceux du mois précédent	-	17	4

Tableau 1 : illustration des variations en modèles

34 modèles différents ont été produits pendant le mois de novembre

36 modèles produits pendant le mois de décembre (17 modèles sur les 36, n'étaient pas produits le mois précédent)

37 modèles pour le mois de janvier (4 modèles sur les 37 n'étaient produits le mois de décembre)

Exemple 2 : Nous présentons deux histogrammes, le premier histogramme (Figure 2) donne le nombre produit

par gamme sur trois mois. Le deuxième histogramme (Figure 3) donne la proportion de poids en matière première consommée pour chaque gamme durant la même période.

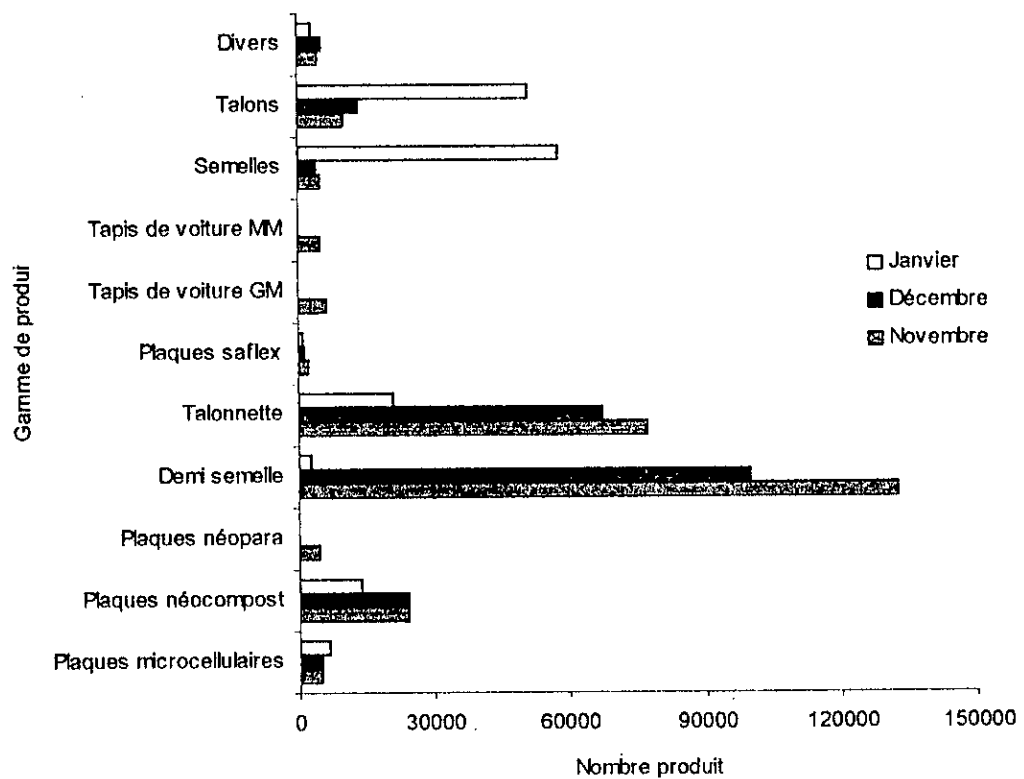


Figure2 : Variations de la production mensuelle sur trois mois.

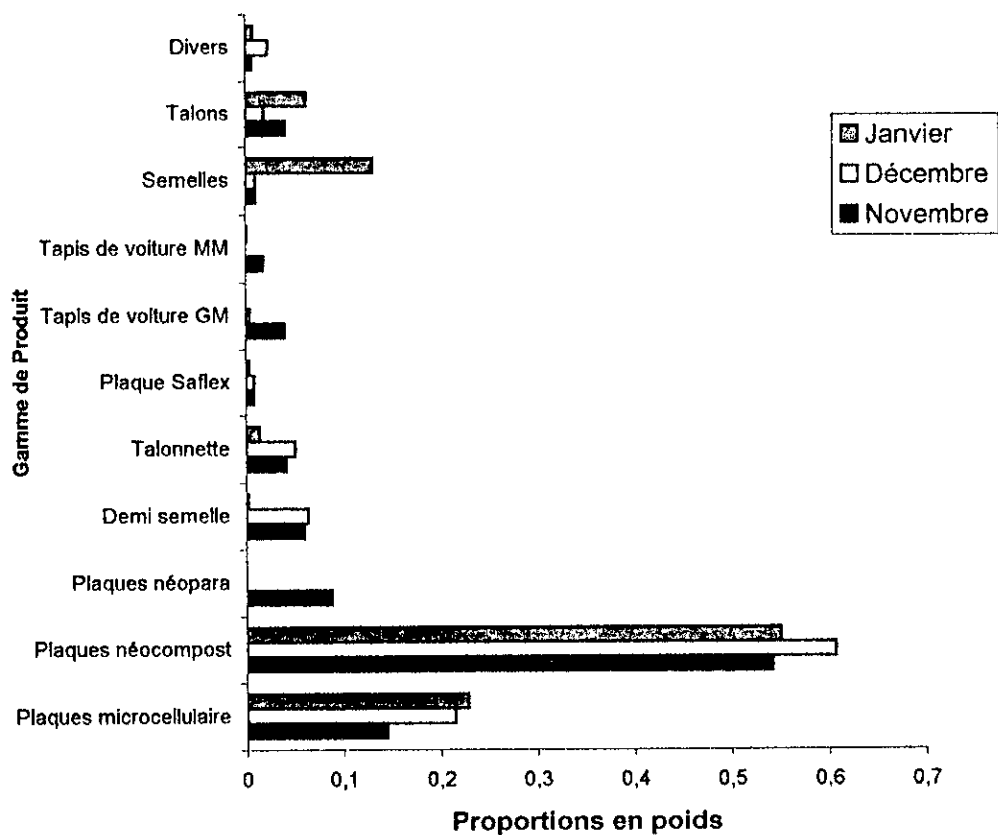


Figure 3: La variation des proportions en poids des gammes de produit sur toute la production par mois

A partir des deux histogrammes (figures 2 et 3) nous constatons une variation mensuelle de plus de 25% en quantité produite pour un ensemble de produits représentant plus de 95% en poids.

Exemple 3 : Sur la figure 4, nous présentons une production journalière en nombre de plaques microcellulaires pendant le mois de novembre.

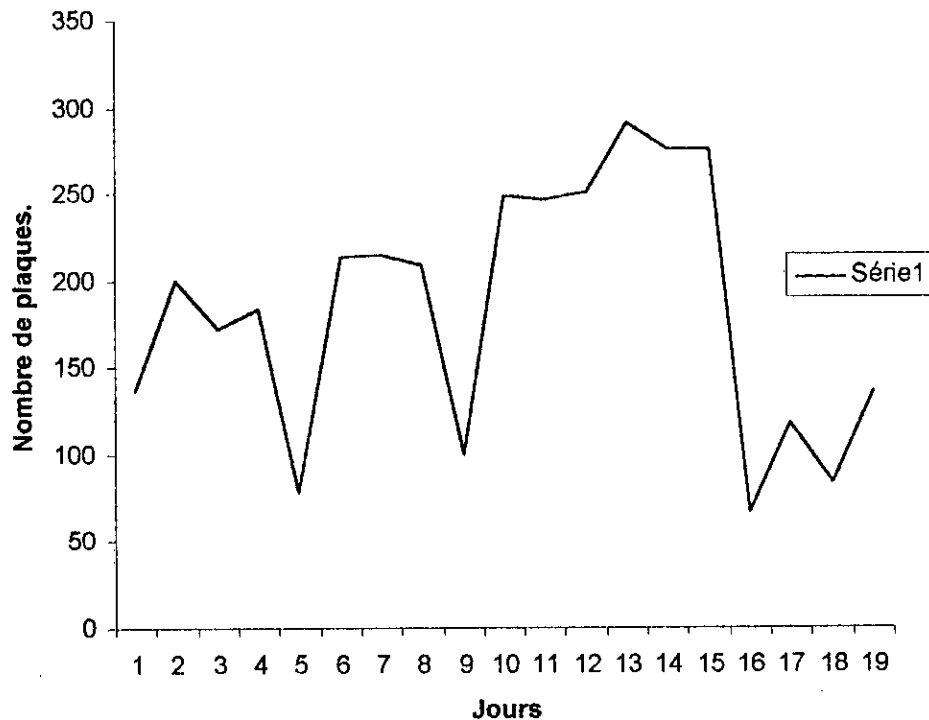


Figure 4: nombre de plaques microcellulaires produites par jour pendant le mois de novembre.

Nous constatons que sur une période de 20 jours nous pouvons identifier 5 jours où il y a eu une variation du nombre produit journalier dépassant les 50% et 9 jours où cette variation dépasse les 25%.

3- Processus

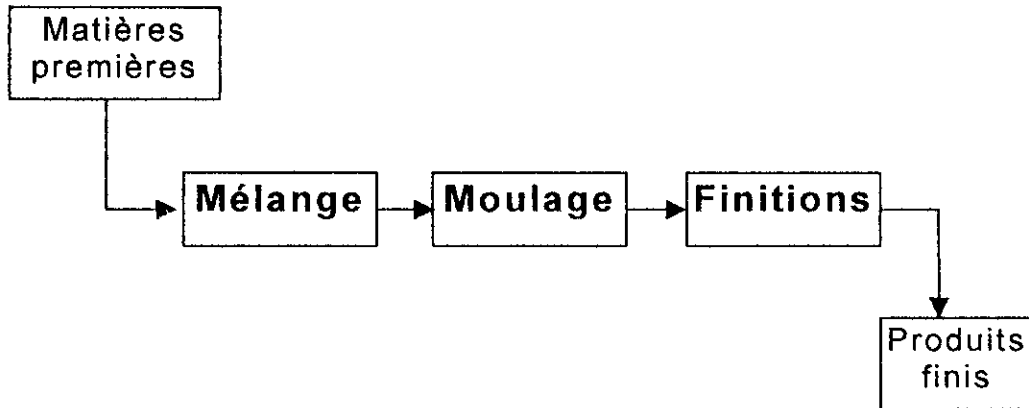


Figure 5 : processus de production dans la S.A.EL.

Le processus est divisé en trois étapes citées dans l'ordre :

- Le mélange (compounding).
- Le moulage.
- La finition.

3.1- Mélange

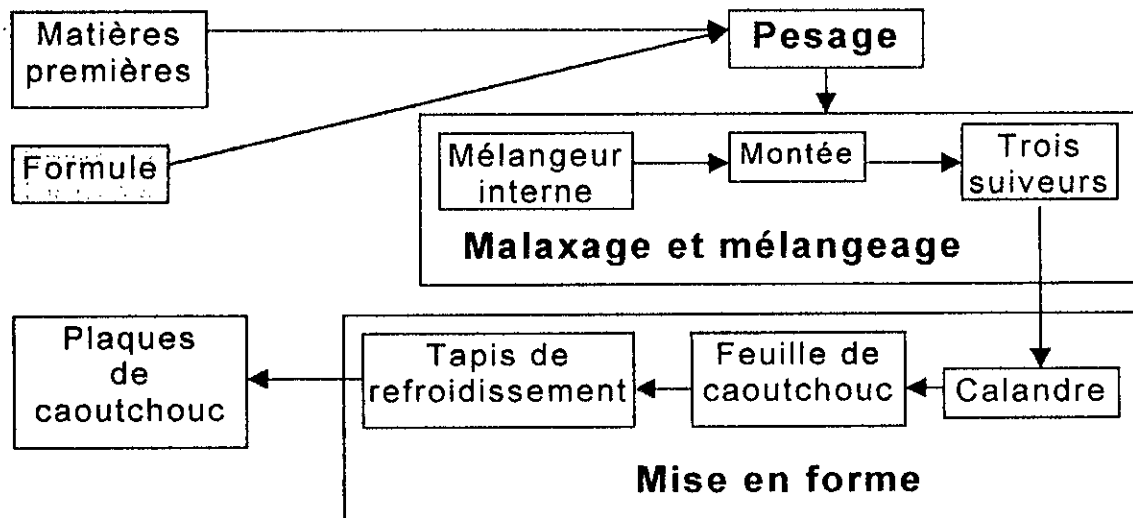


Figure 6 : étapes du mélange.

La chaîne de mélange comporte deux opérations :

a) Opération de malaxage et de mélangeage : Une fois que la formule a été établie selon le produit désiré, les caoutchoucs et quelques ingrédients, essentiellement les agents vulcanisants (souffre, peroxydes) sont introduits suivant les conditions requises par la formule, dans le mélangeur interne où est accrue la plasticité des caoutchoucs. Le mélangeur interne comporte dans une chambre close, deux cylindres présentant des pales hélicoïdales (rotors) tournant en sens inverse entre lesquels le caoutchouc est entraîné.

Le bloc de caoutchouc sortant du mélangeur interne, appelé « montée », passe par trois suiveurs. Ce sont des cylindres ouverts, qui permettent de finaliser l'homogénéisation du mélange mais aussi l'incorporation de certains produits qu'on évite d'introduire dans le mélangeur interne tel que l'agent gonflant et l'accélérateur.

b) Opération de mise en forme : Les mélanges sont mis en forme à l'aide d'une calandre qui comprend trois cylindres qui tournent en sens inverse et entre lesquels le mélange est entraîné. L'épaisseur de la feuille de mélange à la sortie dépend de l'écartement des cylindres.

La feuille de caoutchouc sortant de la calandre passe par le tapis de refroidissement, puis elle est découpée sous forme de plaques.

3.2- Moulage

Avant que le caoutchouc ne soit moulé, les plaques sortant du tapis de refroidissement doivent être découpées et reformées sous forme d'ébauche (en tenant compte du poids de l'ébauche et de sa forme) sauf pour les plaques en compact (les plaques néocomposts, les plaques néoparas et les tapis de voiture) où la plaque est introduite directement dans le moule.

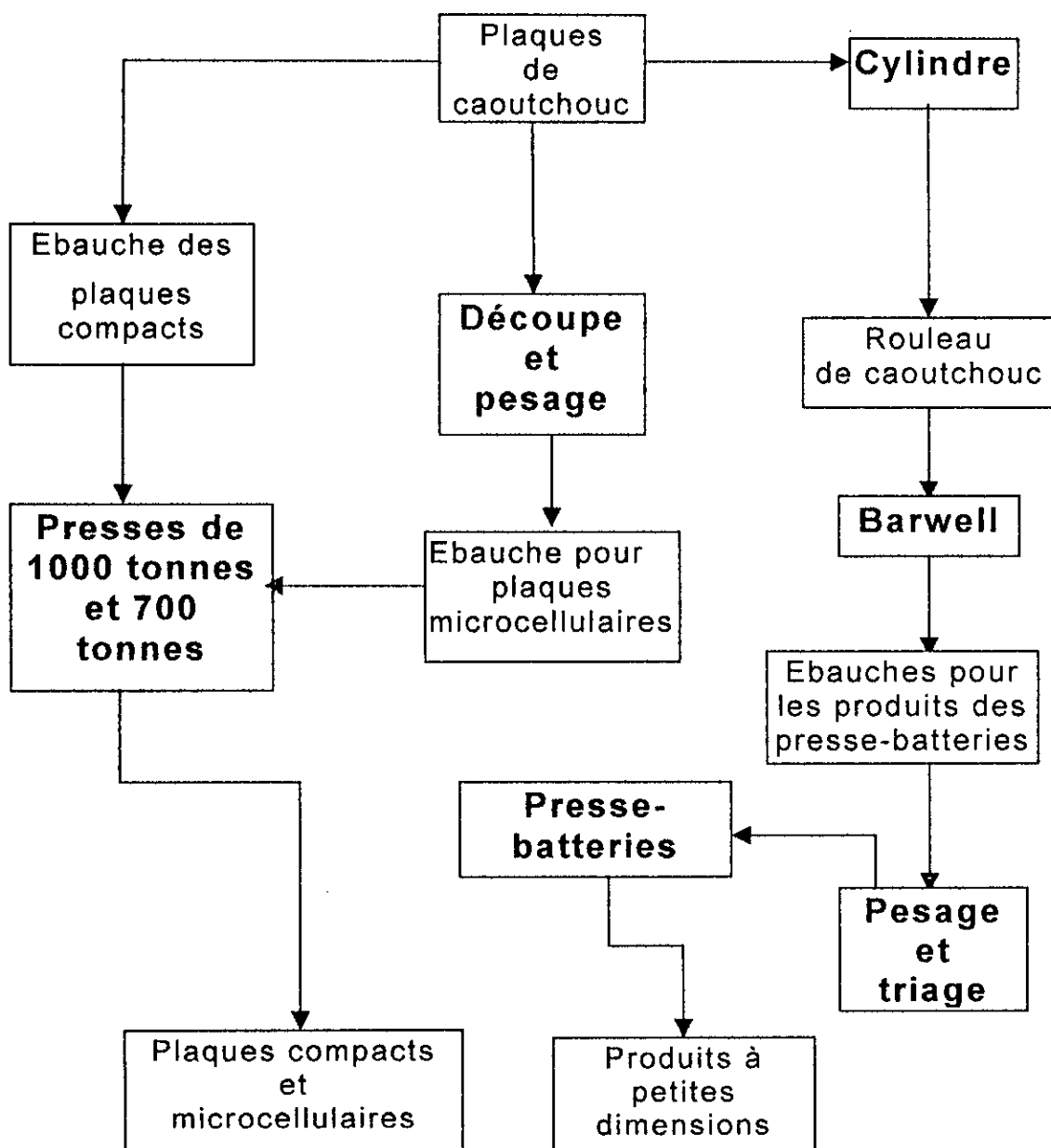


Figure 7 : étapes du moulage

Avant le moulage proprement dit, la procédure exécutée sur les plaques sortantes du tapis de refroidissement dépend du type du produit désiré : les plaques microcellulaires et les produits qui passent par les presse-batteries.

- Dans le cas des plaques microcellulaires, les plaques sont pesées une autre fois et découpées selon le poids indiqué par le chef d'équipe avant de les introduire dans le moule.
- L'ébauche des produits qui passent par les presse-batteries est préparée en passant par trois étapes :
 - 1- Les plaques du mélange passent par un cylindre afin de les transformer sous forme de rouleau.
 - 2- Le rouleau est introduit dans une machine appelée Barwell pour préparer l'ébauche. Cette machine est constituée d'un piston qui presse le rouleau de caoutchouc en le poussant à travers un orifice et une hélice qui le découpe selon le poids désiré de l'ébauche.
 - 3- Pour éviter la dispersion due à l'incertitude du poids de l'ébauche sortie de la Barwell, les ébauches sont pesées et triées avant d'être introduites dans les moules des presse-batteries.

3.3- Etapes de finition

Il existe différentes étapes de finition suivant le type de produit demandé et les exigences du client. Nous citons ci-dessous quelques procédés de finition utilisés dans l'entreprise :

- La refente : elle est utilisée pour les plaques microcellulaires et néocomposts. Elle consiste à découper la plaque en lamelles d'épaisseur bien définie.
- Le cardage : il est utilisé pour les produits destinés à être collés après la vente. La surface qui recevra la colle est cardée pour la rendre rugueuse et faciliter le collage.
- L'ébarbage : il est effectué sur tous les produits. Il consiste à enlever l'excès de caoutchouc aux extrémités des produits.

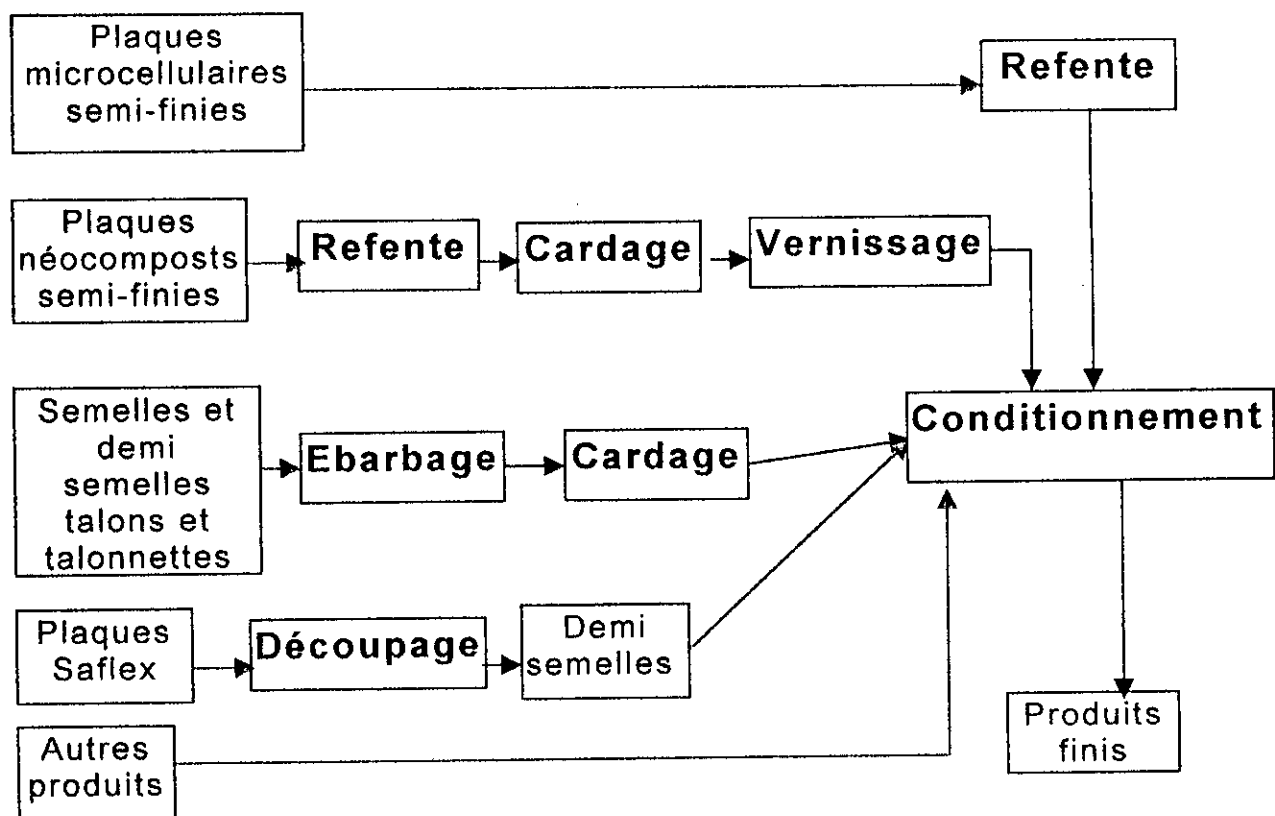


Figure 8 : étapes de finition

- Le vernissage : il est utilisé uniquement pour les plaques néocomposts, et il consiste à peindre la surface lisse de la plaque.
- Le découpage : il se fait sur les semelles pilotes sortant du moule sous forme de tapis. Elles sont découpées en semelles de chaussures.

3.4- Observations concernant le processus

Le processus de production est flexible. Il permet d'obtenir de nombreuses applications d'élastomères.

L'obtention d'un nouveau produit en caoutchouc vulcanisé sur presse nécessite :

1. Une connaissance de la formule qui implique qu'on doit savoir la composition du produit en matières premières et la

proportion de chaque ingrédient.

2. Un changement de moule.
3. Une maîtrise des paramètres de production qui dépendent entre autre de la formule.

Le procédé de fabrication permet d'obtenir deux catégories de produits :

1. Les produits à grandes dimensions : Ces produits sont moulés dans les presses de 1000 tonnes et de 700 tonnes.
2. Les produits à petites dimensions : Ces produits sont moulés dans les presse-batteries.

Lors de l'introduction d'un nouveau produit, le choix entre les presses se fait selon les dimensions du produit final désiré.

4- Conclusion

En étudiant le processus de production dans la S.A.EL, nous avons remarqué une variabilité de la gamme de production et une flexibilité du processus. Ceci exige un système de gestion et de contrôle de la qualité prenant en considération cette flexibilité.

CHAPITRE 3 : LE CONTROLE DE LA QUALITE A LA S.A.EL

1- Critères de qualité dans la S.A.EL

L'entreprise S.A.EL définit ces critères de qualité de trois façons différentes :

1. Spécifications techniques internationales (S.A.T.R.A. par exemple).
2. Caractéristiques mentionnées sur cahier de charge.
3. Spécifications techniques propres à l'entreprise.
4. Sur des aspects visuels et de touché (pour les produits standards sans cahier de charge).

Nous donnons dans l'annexe C les différentes spécifications de cette entreprise.

2- Contrôle de qualité dans la S.A.EL

Le contrôle de qualité effectué dans la S.A.EL est représenté par les contrôles suivants :

- 1- Contrôle de la matière première.
- 2- Contrôle de la formule.
- 3- Contrôle du procédé.

2.1- Contrôle des matières premières

Il se fait en trois étapes citées dans l'ordre :

- i) Le contrôle visuel et au touché : L'aspect visuel et l'aspect des matières premières au touché peuvent indiquer leur niveau de qualité. Par exemple, le caoutchouc en se dégradant change de couleur et durci.

Ce test permet de donner une idée sur l'état des matières premières à utiliser. Même si les résultats de ce contrôle sont

mauvais, ces produits passent à la deuxième étape de contrôle dans l'espoir de pouvoir les utiliser.

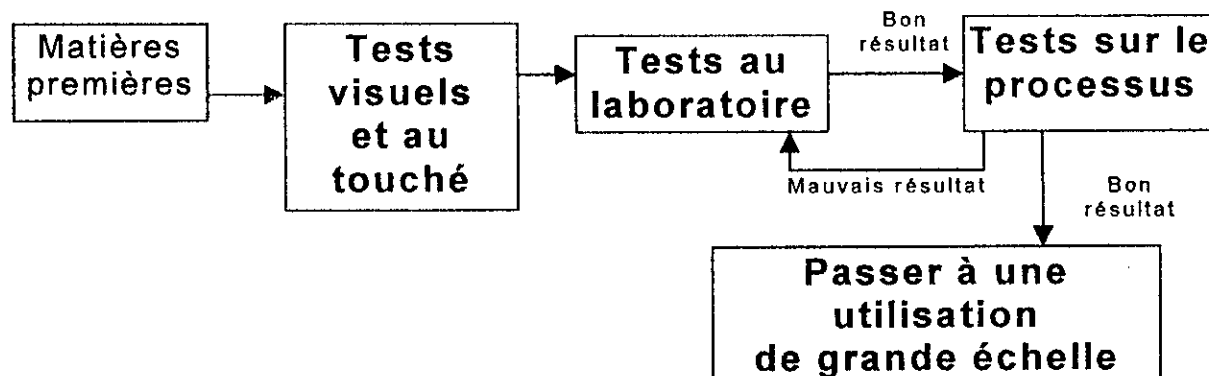


Figure 9 : procédure du contrôle de la matière première

ii) Le contrôle dans le laboratoire : Ce contrôle est fait par le passage des matières premières sur le procédé en modèle réduit du laboratoire. Les caractéristiques des éprouvettes et les défauts constatés sur celles-ci informent les techniciens du laboratoire de l'état de la matière première testée.

iii) Les essais sur le processus : Ils ne peuvent se faire qu'une fois que les tests au laboratoire affirment la possibilité d'utilisation des matières testées. Cette étape se fait en introduisant le produit à tester sur la chaîne de production. Dans le but de passer à une consommation à grande échelle, le nombre de montée doit être suffisant pour trouver les réglages convenables du procédé.

Si ces essais donnent de mauvais résultats, le contrôle de cette matière se fait au laboratoire, afin de justifier l'échec des tests effectués sur le processus.

2.2- Contrôle de la formule

La S.A.EL produit des mélanges de différents types, pour moulage mais aussi pour d'autres applications (ces mélanges sont vendus) telles que revêtements de cylindre, extrusion...

Dans la S.A.EL le contrôle de la formule se fait en deux étapes :

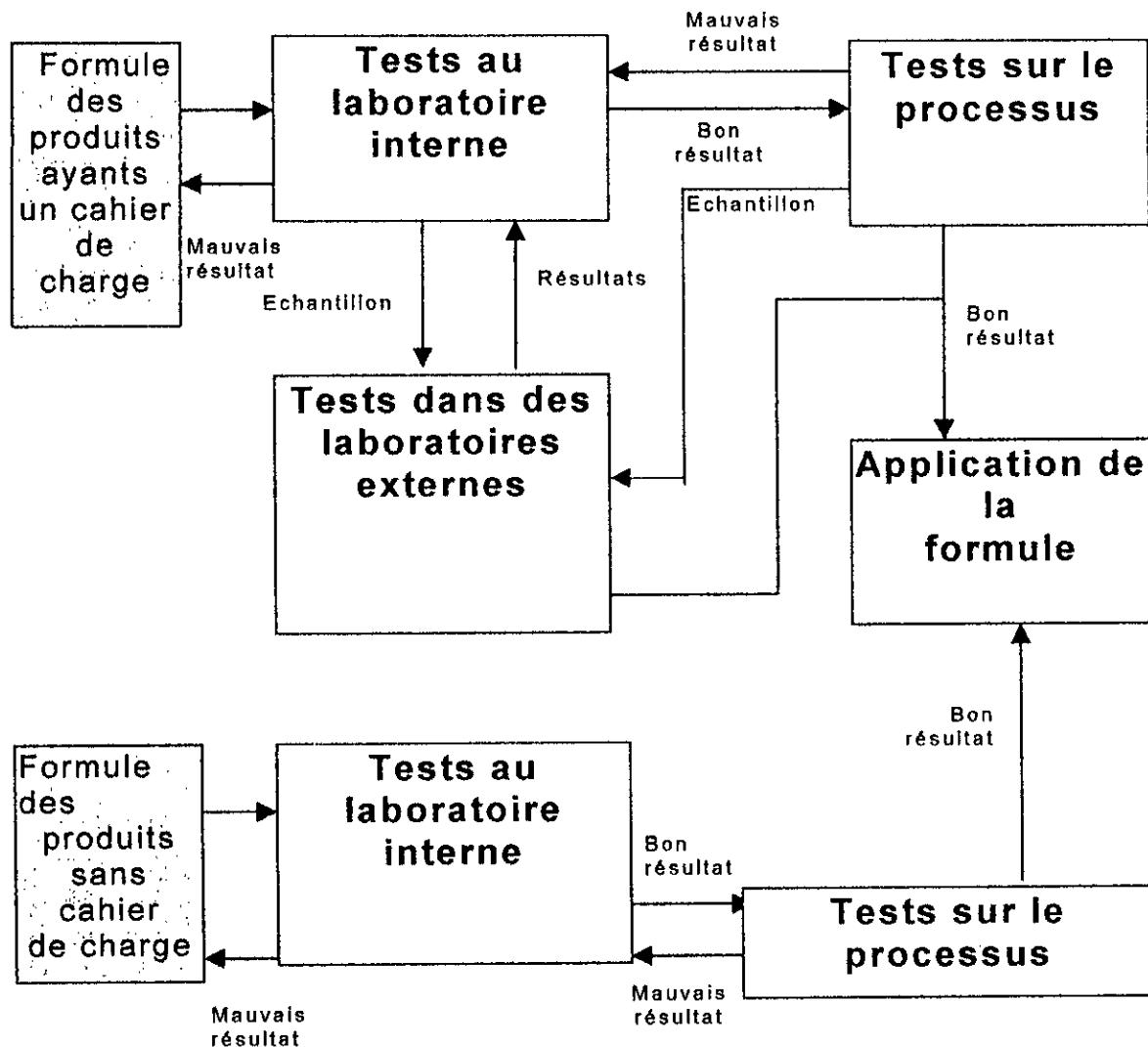


Figure 10 : procédure du contrôle de la formule

- i) Le contrôle au laboratoire : La composition du caoutchouc à contrôler est appliquée sur le modèle réduit. La confirmation de la bonne formule se fait différemment selon le produit final. Si le produit doit respecté un cahier de charge, l'éprouvette est soumise à des tests qui se font dans des laboratoires extérieurs, afin de vérifier la conformité de la formule appliquée avec les exigences du cahier de charge. Si les

exigences des clients sont d'ordre qualitatif, la S.A.EL se contente de la vérification faite dans son laboratoire, et qui prend en considération ces exigences.

- ii) Les essais sur le processus : Ils ne se font que si les résultats du laboratoire sont bons. Ces essais consistent à faire passer plusieurs montées afin de trouver les réglages convenables. Les résultats commentés sur les pièces moulées dépendent du produit final.

2.3- Contrôle du procédé

2.3.1- Introduction

Il se fait en se basant sur le nombre de pièces non conformes constatées après le moulage et après chaque opération de finition. Les interventions sur le procédé se font dès que le nombre de pièces non conformes est jugé non habituel.

Après apparition des problèmes de qualité au niveau d'une machine, les interventions sont effectuées à ce niveau. Si le problème persiste les soupçons sont orientés vers les opérations antérieures telles que les opérations effectuées, soit sur les machines du même atelier, soit sur des machines d'un autre atelier.

La résolution des problèmes est assurée par :

- 1- L'opérateur en essayant de trouver les meilleurs gestes de manipulation.
- 2- Le chef d'équipe en essayant de trouver le meilleur réglage de la machine et en communiquant les informations au chef de l'atelier.
- 3- Le chef de l'atelier en orientant les différents réglages possibles dans son atelier. Si les problèmes posés proviennent des opérations externes à son atelier, il les

communiqué au chef de l'atelier concerné. Si les problèmes persistent, il informe le responsable technique.

- 4- Le responsable technique, informé du problème de la qualité, doit trouver une solution.

2.3.2- Constatations des problèmes de qualité

Les problèmes de qualité sont remarqués :

1. Après avoir fait sortir la pièce du moule : Dans ce cas l'opérateur essaie de remédier au problème en trouvant la meilleure position de l'ébauche sur le moule, et de régler le temps de dégazage. Si le problème ne peut pas se régler au niveau du moulage, il peut provenir d'un mauvais mélange. Dans ce cas, le chef d'équipe de la partie moulage dans l'atelier 1 ou le responsable de l'atelier 3 communique le problème au chef de l'atelier 1.
2. Dans l'atelier 4 (ébarbage emballage) : Ces problèmes sont dus aux étapes antérieures (moulage et mélange). Ils sont communiqués au chef de l'atelier 3, car c'est dans son atelier que les pièces sont moulées et cardées.
3. Sur la chaîne de vernissage : Les plaques néocomposts peuvent être mal moulées ou avoir subi un mauvais mélange. Le chef de l'atelier 5 communique le problème au chef de l'atelier 1 où est effectué le mélange et où ces plaques sont aussi moulées.
4. Dans l'atelier 3, après le cardage : Ces problèmes ont les mêmes causes que ceux remarqués dans l'atelier 4. Le chef de l'atelier 3 doit être informé
5. A la refente des plaques microcellulaires : Ces problèmes sont dus à un mauvais moulage ou à un mauvais mélange des plaques microcellulaires. Le problème est communiqué au chef de l'atelier 1 pour les mêmes raisons déjà citées plus haut.

6. A l'atelier 6 : Le problème est détecté par les employés du service commercial. Il est communiqué au directeur technique.
7. Sur la chaîne du mélange (atelier 1) : Généralement, ces problèmes ne sont remarqués qu'une fois qu'ils ont été constatés dans les autres ateliers et s'ils persistent, le chef de l'atelier 1 les communique au responsable technique, afin de trouver leurs causes.

2.3.3- Supports de l'information

Dans la S.A.EL, le nombre des pièces non conformes sert à contrôler le procédé et à évaluer la maîtrise de la qualité. Ce nombre est rapporté par écrit :

1. Sur la fiche de production : Toutes les heures et pour chaque presse-batterie, le nombre de pièces défectueuses est noté sur cette fiche. Elle est consultée par le chef de l'atelier 3, après chaque heure.
2. Après la fin de chaque journée de travail. Cette fiche est remise au responsable de la production pour qu'elle soit présentée dans le rapport journalier.
3. Dans un rapport où sont décrites toutes les opérations faites dans les ateliers 1 et 3 et donnant le nombre de pièces non conformes pour chaque produit constaté juste après le moulage.
4. A la fin du mois par les rapports rassemblés par le responsable de la production et présentés au directeur technique.
5. Sur un registre qui donne le nombre de pièces non conformes produites dans l'atelier du vernissage après chaque journée de travail. Toutes les opérations effectuées dans cet atelier sont portées sur ce registre. C'est une source d'information qui sera présentée au directeur technique.

6. Sur une fiche donnant le nombre de pièces non conformes constaté après chaque semaine d'ébarbage. Ces fiches sont soumises au responsable de la production qui, à son tour, doit les présenter en fin de chaque mois au directeur technique.
7. Sur un rapport journalier des tris faits dans l'atelier 6. Il est présenté à la fin du mois au directeur technique.
8. Sur un rapport informatisé : Les rapports présentés au directeur technique sont résumés sur Excel.
9. Sur un rapport mensuel donnant le volume de production de chaque article et la proportion des pièces non conformes. Ce rapport est présenté à la direction.

2.3.4- Paramètres mesurables à la S.A.EL

Si le nombre des pièces non conformes est inhabituel, il remet en cause tout le processus depuis la réception des matières premières jusqu'à la manière de faire sortir les pièces des moules.

Lorsqu'un problème est constaté, quelques mesures des paramètres ayant un rapport avec le défaut sont faites telles que :

1. La dureté : L'appareil de mesure de la dureté est disponible à l'usine. Les tests sont effectués lorsque les pièces se déchirent facilement où lorsqu'ils ont un manque de forme.
2. Les dimensions : La longueur, la largeur et l'épaisseur des plaques microcellulaires sont mesurées lors du contrôle de la formule ou des matières premières et lorsqu'il y a plus de bulles d'air que d'habitude sur ces plaques. La mesure de l'épaisseur des plaques néocomposts est faite s'il y a un problème de mauvaise répartition de la couleur sur la surface vernis.
3. La courbe de cuisson du mélange est tracée lorsque la qualité du mélange est soupçonnée.

3- Remarques :

1. Le contrôle à la réception des matières premières se fait par des tests visuels et au touché.
2. Le contrôle du procédé se fait par des méthodes empiriques se référant à des jugements personnels.
3. La mesure des paramètres ne sont pas rapportées par écrit.

CHAPITRE 4 : LES CONCEPTS DE QUALITE ET DE CONTROLE DANS L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC

1- Approche normative [1] et [2]

La qualité d'un produit en caoutchouc, selon les normes françaises (AFNOR) est définie par deux familles de caractéristiques :

- I. Caractéristiques mécaniques : la résistance à la traction, au déchirement et à la rupture.
- II. Caractéristiques physico-chimiques : la dureté, la température de non-fragilité, la rigidité, l'abrasion, la masse volumique, et les différentes perméabilités.

Ces critères ont été définis par la norme française NF T 40-001 comme suit :

- Résistance à la traction : contrainte de traction maximale, exercée sur une éprouvette étirée jusqu'à la rupture.
- Résistance au déchirement : force nécessaire pour déchirer une éprouvette définie et agissant dans une direction principale parallèle au plus grand axe de l'éprouvette.
- Résistance à la rupture : expression impropre employée pour la résistance à la traction.
- Dureté : résistance à l'indentation.
- Abrasion : perte de matière en surface due à des forces de frottement.

Les normes françaises concernant les produits fabriqués dans l'entreprise (SAEL) sont :

1. La série normes généralités – terminologie (NF T 40).
2. La série de normes matières premières pour l'industrie des caoutchoucs (NT T 45).

3. La série de normes caoutchouc vulcanisé (NF T 46).

Dans le chapitre généralités des normes françaises on peut trouver les définitions, et la terminologie.

Le chapitre, concernant les matières premières, énumère les différentes matières entrant dans l'industrie du caoutchouc, leurs spécifications, et les méthodes d'essais les concernant.

Les normes françaises (AFNOR) différencient entre trois types de matières premières :

1. Noir de carbone.
2. Charges autres que le noir de carbone.
3. Ingrédients divers.

Le tableau 2 donne un exemple de spécifications pour des variétés de soufre pour l'industrie du caoutchouc :

Caractéristiques	Soufre trituré-ventilé	Fleur de soufre et fleur extra-légère
Aspects	Poudre jaune onctueuse	
Refus sur tamis Module 20	Compris entre 5% et 15%	-
Module 23	0,005%	0,005%
Acidité de l'extrait aqueux (exprimée en millilitre de solution normale pour 100 grammes de soufre)	1 max.	2 max.
Humidité	0,3% max.	0,5% max.
Cendres	0,4% max.	0,1% max.

Tableau 2 : spécifications du soufre selon afnor.

Le chapitre concernant le caoutchouc vulcanisé ne présente que les méthodes d'essais.

On peut trouver par contre d'autres normes définissant des spécifications pour les produits en caoutchouc. La norme S.A.T.R.A, par exemple, définit pour un certain nombre de produits (semelles de chaussure, joints...) et selon des catégories de qualité, des spécifications techniques. Le tableau 3 illustre les caractéristiques concernant les semelles de chaussures ainsi que leurs intervalles de tolérance :

	Semelles de haute qualité en caoutchouc-résine.	Semelles de qualité moyenne en caoutchouc-résine.
Densité	1,35 max.	1,55 max.
Dureté (°BS)	93 min.	93 min.
Résistance à la traction (kg/cm²)	77 min.	63 min.
Module à 100% d'allongement (kg /cm²)	-	-
Allongement à la rupture (%)	140 min.	115 min.
Compression rémanente (SATRA) (%)	18 max.	21 max.
Propagation des entailles (SATRA) (%)	100 min.	70 min.

Tableau 3 : spécifications pour semelles selon S.A.T.R.A.

Il faut noter aussi que la forme du produit, ses dimensions et son état de surface constituent des caractéristiques importantes de la qualité du produit.

2- Relation qualité - procédé

Pour améliorer la qualité des produits fabriqués il faut agir au niveau de tous les stades de production.

2.1- Qualité des matières premières [2,3 et4]

Pour garantir la qualité des produits finis, il faut tout d'abord contrôler la qualité des matières premières utilisées dans la formule.

Pour une application considérée, le choix se porte sur le produit (matières premières) optimal préalablement sélectionné, donc ceci oblige une maîtrise du domaine.

- a) Le caoutchouc : Les données essentielles sont sa viscosité, sa masse volumique et sa répartition.
- b) Les ingrédients : En dehors du caoutchouc, les ingrédients incorporés dans un mélange ont un rôle important et peuvent, si leur choix n'est pas judicieux, poser des problèmes. Pour cela il est nécessaire de connaître les caractéristiques de chaque ingrédient ainsi que les seuils limites de leurs utilisations. Chaque ingrédient est caractérisé par une ou plusieurs grandeurs données par le fournisseur. Il est important d'en tenir compte, car, par exemple, deux charges identiques chimiquement peuvent donner des produits dont le comportement aux essais mécaniques tout à fait différent si leur granulométrie est différente.

Le contrôle du produit est d'abord visuel puis se fait à l'aide d'appareils de mesure.

2.2- Formulation [3, 4 et 5]

Il est important de savoir formuler un mélange de caoutchouc pour une application considéré.

D'une façon générale, une formule contient

1. Du caoutchouc : Les principaux caoutchoucs utilisés sont les caoutchoucs à usage général tels que le caoutchouc naturel (N.R), le caoutchouc styrène butadiène (S.B.R) et les caoutchoucs à usage spécifique tels que le caoutchouc nitrile (N.B.R), le caoutchouc P.V.C/ N.B.K ...
2. Des agents vulcanisants jusqu'à concurrence de 10%, quantité au-delà de laquelle le produit devient trop dur.
3. Des charges renforçantes qui sont utilisées pour améliorer les propriétés du caoutchouc tels que la dureté, la résistance à l'abrasion... On peut citer quelques-unes de ces charges telles que le noir de carbone, la silice...
4. Des charges inertes qui sont utilisées pour augmenter le poids et le volume des pièces. Elles diminuent la résistance du caoutchouc vulcanisé à l'abrasion et peuvent dans certains cas augmenter sa dureté. Ces charges sont introduites pour minimiser le coût par rapport au poids et au volume du caoutchouc.
5. Des accélérateurs. Ce sont des produits qui réduisent considérablement le temps de vulcanisation, comme le blanc de zinc, la magnésie, les désulfures, le thiazole-ercapants...
6. Des agents de protection.
7. D'autres matières telles que les pigments (douées d'un pouvoir opacifiant), les gonflants (pour les plaques microcellulaires) etc.
9. Des agents de mise en œuvre.

Le choix entre les différents caoutchoucs et ingrédients et leurs proportions dans le mélange dépend du produit final. Ce choix influe sur la qualité de ce dernier.

Nous donnons, comme exemple, dans le tableau 4 trois produits, leur formule et leurs caractéristiques.

Produits	Semelle	Joint	Tapis de voiture
Formules	<p>Caoutchoucs : Bukaten S.7001.....50 SBR1502.....90</p> <p>Charge renforcante : Résine de coumarone.....2.5</p> <p>Charge semi-renforcante : Poudrette de résine-caoutchouc.....110 Silicate d'aluminium.....70</p> <p>Agents de mise en œuvre : Cire microcristalline.....0.5 Acide stéarique.....1 Diéthyléneglycol.....2</p> <p>Agents vulcanisants : Soufre.....3 Oxyde de zinc.....5</p> <p>Accélérateur : Vulcafor HBS.....3 Vulcafor TMT.....0.1</p>	<p>Caoutchoucs : Caoutchoucs synthétiques.....120</p> <p>Charge renforcante : Noir HAF.....45</p> <p>Agents de mise en œuvre : Acide stéarique.....2 Résine de coumarone.....10 Huile plastifiante.....15</p> <p>Agents vulcanisants : Soufre.....1.75 Oxyde de zinc.....5</p> <p>Accélérateurs : Sulfénamide de n-cyclohexyl-2-benzothiazole.....1.2 Disulfure de tétraméthylthiurame.....0.2</p> <p>Agent de protection : Flectol H (Monsanto).....2</p>	<p>Caoutchoucs : Caoutchoucs synthétiques.....120</p> <p>Charge semi-renforcante : Silicate d'aluminium..80</p> <p>Charges inertes : Kaolin mou.....250 Craie.....100</p> <p>Agents de mise en œuvre : Huile plastifiante.....15 Résine coumarone.....20</p> <p>Agents vulcanisants : Soufre.....3.5 Oxyde de zinc.....5</p> <p>Accélérateur : Disulfure de di-2-benzothiazyle1</p> <p>Agents de protection : Cire antilumière.....2.5 Antioxygène.....1</p>
Propriétés	<p>Vulcanisation : ¼ d'heure à 153°C</p> <p>Densité.....1.3</p> <p>Dureté (°B.S).....95</p> <p>Résistance à la traction (en kg/cm²).....117</p> <p>Module à 100% d'allongement (en kg/cm²).....65</p> <p>Allongement à la rupture (en %).....310</p> <p>Compression rémanente (S.A.T.R.A) (en %).....17.2</p> <p>Propagation des entailles (S.A.T.R.A) (en kc).....900</p>	<p>Optimum de vulcanisation : 8min à 150°C sous 2 mm d'épaisseur</p> <p>Dureté Shore A (30 sec)...45</p> <p>Résistance à la rupture (en kg/cm²).....140</p> <p>Module 300% (en kg/cm²).....50</p> <p>Module 500% (en kg/cm²).....100</p> <p>Allongement à la rupture (en %).....540</p> <p>Résilience :23°C (%).....52 70°C (%).....68</p>	<p>Optimum de vulcanisation : 5min à 150°C</p> <p>Densité.....1.55</p> <p>Dureté Shore A (30 sec).....72</p> <p>Résistance à la traction (en kg/cm²).....70</p> <p>Module 300% (en kg/cm²).....51</p> <p>Allongement à la rupture (en %).....410</p> <p>Résistance au déchirement (en kg/cm).....18</p>

Tableau 4 : exemple des différentes formules.

2.3- Malaxage

Lors de cette étape, différents paramètres peuvent influencer la qualité du produit fini, tels que :

- a) L'ordre de l'incorporation des ingrédients qui peut agir sur la qualité car l'homogénéisation d'un mélange et d'autant plus élevé que l'ordre adéquat est respecté.

Par exemple, l'incorporation anticipée d'un accélérateur peut causer le grillage du mélange car la température interne des mélanges croît rapidement lors du malaxage.

- b) Le temps de malaxage a aussi une grande importance sur la qualité résultante du mélange. L'optimisation de ce temps est un compromis entre le risque de grillage (dû à un temps élevé) et une homogénéisation nécessitant un temps relativement plus long, sans oublier l'incidence d'un manque à produire qui diminuera la productivité.

- c) La vitesse de rotation des rotors du mélangeur interne : Le mélangeur interne de la S.A.EL ne permet d'avoir qu'une seule vitesse. L'idéal c'est qu'elle soit tout d'abord très rapide pour un laps de temps court ceci permet de faire diminuer la viscosité du caoutchouc et en même temps d'incorporer la charge dans la masse du caoutchouc, puis plus lente pour un meilleur mélange et pour une meilleure sécurité au grillage lors de l'incorporation des accélérateurs.

Nous signalons l'existence d'un mélangeur à deux étages (l'un ayant une vitesse de rotation de ses rotors supérieure à l'autre) permettant d'augmenter la productivité et d'améliorer la qualité.

d) Il est à noter qu'un système de refroidissement efficace (en évitant le pré-grillage) permet une meilleure maîtrise de la qualité et aussi de la productivité.

2.4- Calandre

L'aspect essentiel est la régularité dimensionnelle du produit sortant, en agissant sur la pression et la température des cylindres.

2.5- Entreposage pour refroidissement

Cette étape qui paraît sans importance, peut être la cause du rebut du produit moulé final ayant pour raison essentielle le manque de propreté, par conséquent, cet espace doit être propre surtout pour les ébauches de couleur claire.

2.6- Table de découpe et Barwell

La régularité de la découpe pour un même produit entraîne des ébauches ayant des poids équivalents.

2.7- Presses

Pour bien mouler, il faut avoir de bons moules de dimensions exactes, de matériaux bien choisis avec un état de surface adéquat pour cette utilisation (Chromée, Téflon...).

Il est important que la pression de fermeture soit régulière, et il est aussi indispensable de garantir la planéité des plateaux pour avoir une fermeture rigoureuse. D'autre part, le système de régulation du temps de fermeture et d'ouverture doit être très bien maîtrisée (le dégazage a une grande importance sur l'état de surface du produit final).

L'introduction des ébauches dans les moules doit tenir compte de la forme finale du produit afin de ne pas avoir une pièce à

géométrie irrégulière. Par conséquent, la conception du moule et de l'ébauche ont une grande influence sur la qualité du produit final.

3- Conclusion

La qualité des produits en caoutchouc est définie par un ensemble de critères mesurables (dureté, résistance à la traction, résistance au déchirement...) et non mesurables (forme, état de surface...). Pour qu'une industrie du caoutchouc puisse assurer des produits qui répondent aux différents critères demandés (en plus des tests effectués sur les éprouvettes), elle doit pouvoir maîtriser son processus de production.

En effet, un problème de qualité remet en cause toutes les opérations du processus.

CHAPITRE 5 : LA MAITRISE STATISTIQUE DU PROCEDE.

1- Maîtrise statistique des procédés (M.S.P) [6, 7, 8 et 9]

La M.S.P permet d'assurer une qualité optimum, par utilisation des outils statistiques. Les objectifs de la M.S.P sont :

- Donner aux opérateurs un outil de pilotage des machines.
- Faire le tri entre les situations ordinaires et extraordinaires.

1.1- Séparation entre causes communes et causes spéciales

Toute variation sur un produit ne nécessite pas une intervention. En effet de nombreuses sources de variations de faibles amplitudes et non maîtrisables, peuvent intervenir dans les processus de production, ce type de variations est appelé «causes communes ». Un processus ne subissant que ce type de variations est dit «sous contrôle »

Par contre, il existe des causes de variations plus importantes (déréglage) nécessitant une intervention de l'opérateur. Ce type de variations est appelé «causes spéciales ». Un processus subissant ce type de variations est dit «hors contrôle »

1.2- Contrôle

Le contrôle est l'action d'examiner, de mesurer, de passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit et de le comparer aux exigences spécifiées, en vue d'établir leurs conformités.

1.3- Pourquoi la MSP dans la S.A.EL ?

Pour maîtriser la qualité et l'améliorer, l'entreprise (S.A.EL.) doit se doter d'un système de contrôle et de gestion de la qualité. Mais

l'aboutissement à cette fin nécessite la mise en place d'un système de contrôle de qualité servant à :

1. Contrôler le processus dans toutes ces étapes.
2. Piloter le procédé.
3. Orienter les efforts d'amélioration de la qualité par un système d'information.

La conception d'un système de contrôle de qualité basée sur des outils statistiques permet d'accroître l'efficacité de ce système.

Le contrôle de qualité peut se faire en trois étapes du procédé :

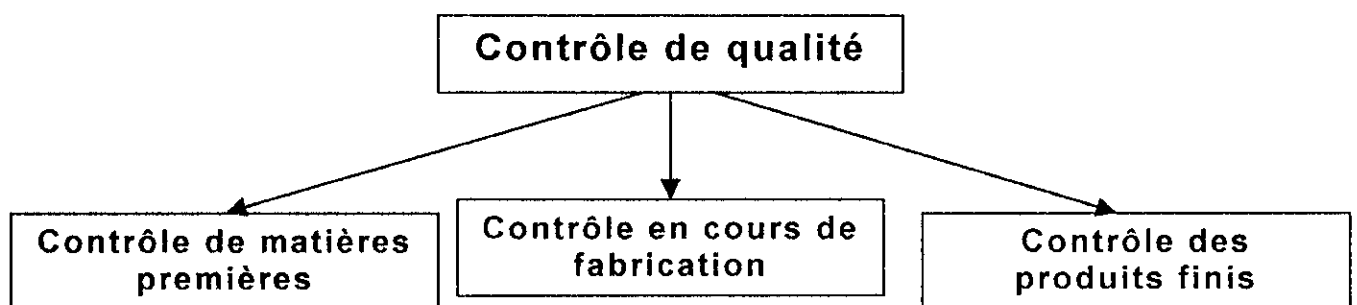


Figure 11 : différents types de contrôles.

1. Contrôle des matières premières.
2. Contrôle en cours de fabrication.
3. Contrôle des produits finis.

Etant données les moyens de contrôle disponibles dans l'entreprise (S.A.EL), le contrôle de qualité des matières premières ne se fait que partiellement pour le moment et l'entreprise (SAEL)

doit prendre en considération ce contrôle pour d'éventuels investissements en ce sens.

Le contrôle de la qualité des produits finis est effectué à 100%, selon la politique commerciale de l'entreprise (S.A.EL).

Le contrôle de la qualité en cours de fabrication se fait selon des méthodes empiriques. L'objectif de cette étude est de substituer ce système de contrôle et de pilotage par un autre système basé sur des outils statistiques, en utilisant la MSP.

Les principaux outils statistiques utilisés sont :

1. Les cartes de contrôle.
2. Les diagrammes de Paréto de l'analyse des causes.

2- Choix des cartes de contrôle à introduire

2.1- Cartes de contrôle [8]

C'est une «carte qui comporte les lignes limites de tolérance définies par un traitement statistique et rationnel des opérations antérieures. Dès que les

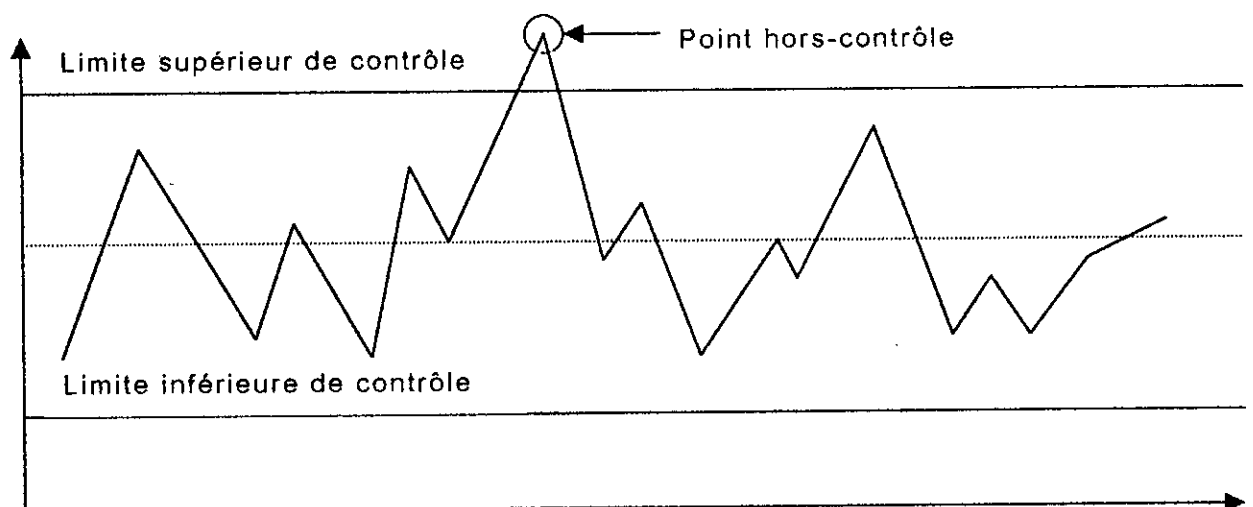


Figure 12: Carte de contrôle.

données journalières franchissent ces lignes de contrôle ou qu'elles manifestent une allure exceptionnelle, on y décèle un problème, et on recherchera la cause de cette anomalie ».

2.2- But des cartes de contrôle [6, 7, 8, 9 et 10]

Une carte de contrôle donne une image de l'évolution du processus de production, elle permet de trancher entre la présence de causes communes de variation et de causes spéciales.

Une carte de contrôle permet de suivre la production en :

1. Déterminant les moments opportuns pour les réglages.
2. Déterminant le niveau de qualité attendu du procédé.
3. Assurant que ce niveau de qualité n'évolue pas en déclenchant des actions correctives.
4. Stimulant l'amélioration de la qualité du procédé.

Pour plus d'efficacité du pilotage du procédé par carte de contrôle, les décisions d'actions sur le procédé doivent être dictées par les cartes. Le pilotage par cartes de contrôle doit se substituer et non s'additionner aux méthodes empiriques de pilotage. Cette remarque est fondamentale dans le pilotage par cartes de contrôle.

2.3- Types de cartes de contrôle [6, 7, 9 et 10]

Les cartes de contrôle les plus utilisées sont classées de différentes manières. Parmi les classifications possibles, on peut le faire soit par le type des paramètres à contrôler, soit par la nature même de la carte de contrôle.

2.3.1- Selon la nature du paramètre à surveiller

Il y a deux grandes familles de cartes de contrôle ; les cartes de contrôle par mesures et les cartes de contrôle par attributs.

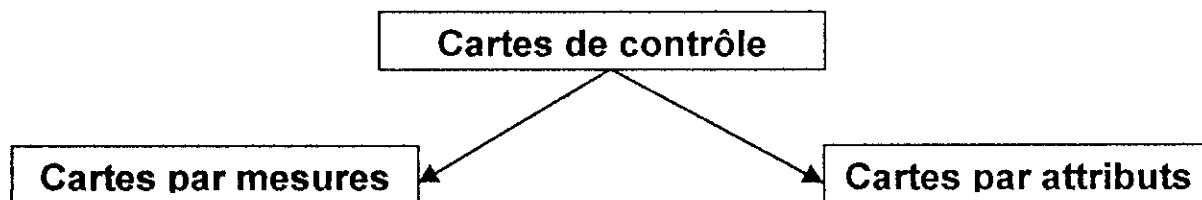


Figure 13 : Types de cartes de contrôle.

a) Cartes de contrôle par mesures :

Ce type de cartes de contrôle sert à surveiller des données mesurables (dimensions, poids...). Il nécessite la possibilité de mesure des paramètres à surveiller. Aussi faut-il que le procédé ne génère presque pas de pièces rebutées, on les nomme ainsi cartes de contrôle à zéro défaut.

b) Cartes de contrôle par attributs :

Le contrôle par attributs est un contrôle basé sur la décision « bon » ou « pas bon ». Ce type de contrôle est utilisé lorsque la caractéristique à contrôler n'est pas mesurable ou nécessitant des techniques de mesures très complexes ou bien dans le cas où on aurait plusieurs caractéristiques à surveiller, dans ce dernier cas la carte de contrôle par attributs permet une rapidité d'exécution et élimine les redondances dues à la présence de plusieurs défauts simultanément.

Le suivie d'un critère par attributs peut se faire à partir de produits non conformes ou à partir de non-conformités. Ces deux types peuvent eux aussi être séparés en deux catégories selon que

l'on s'intéresse au nombre ou à la proportion.

Le tableau suivant résume les différentes cartes par attributs.

	Produit non conformes	Non-conformités
Nombre	Carte np	Carte c
Proportion	Carte p	Carte u

Tableau 5 : les différentes cartes de contrôle par attributs.

- Carte np : Nombre de produits non conformes (échantillons de taille constante).
- Carte p : Proportion de produits non conformes (échantillons de taille non nécessairement constante).
- Carte c : Nombre de non-conformités (échantillons de taille constante).
- Carte u : Nombre de non-conformité par unité (échantillons de taille non nécessairement constante).

c) Comparaison entre les deux types :

La différence entre les cartes par mesures et les cartes par attributs est résumée dans le tableau 5.

Les cartes de contrôle par attributs ne sont pas aussi performantes que les cartes de contrôle par mesures. On les utilise comme instrument d'amélioration pour procédés produisant un nombre significatif de non-conformités. Elles permettent d'établir la distinction entre les causes communes et les causes spéciales. Cette propriété est fondamentale, elle permet de sortir les situations qui demandent un traitement particulier.

La mise en place des cartes de contrôle par attributs dans l'atelier permet aux responsables d'être alertés chaque fois qu'une

situation hors contrôle apparaît, et uniquement lorsqu'elle apparaît. Cela permet de gagner beaucoup de temps et d'accroître de façon importante l'efficacité des actions.

Critère de comparaison	Cartes par mesures	Cartes par attributs
Le nombre de défauts	Les cartes de contrôle par mesures ont pour objet de piloter le procédé dans le cadre zéro défaut.	Les cartes de contrôle par attributs ont pour objectifs de suivre les procédés pour détecter les causes spéciales afin de les emmener vers le zéro défaut.
Retour de l'information	Avec des mesures, on peut obtenir à partir d'échantillons de petite taille (cinq articles par exemple) une image raisonnable du procédé. Le retour de l'information est rapide, et correspond au temps de production de l'échantillon.	Dans le cas des attributs il faut des échantillons de beaucoup plus grande taille (souvent une centaine d'articles) pour que le nombre de défauts décelé soit significatif. Le retour de l'information est donc beaucoup plus long.

Tableau 6 : comparaison entre les cartes par mesures et les cartes par attributs.

2.3.2- Selon la nature de la carte de contrôle

Il existe plusieurs types de cartes de contrôle, les plus utilisées sont les cartes de contrôle Shewart. On peut distinguer deux familles de cartes de contrôle, les cartes détectant les dérèglages et les cartes détectant les tendances.

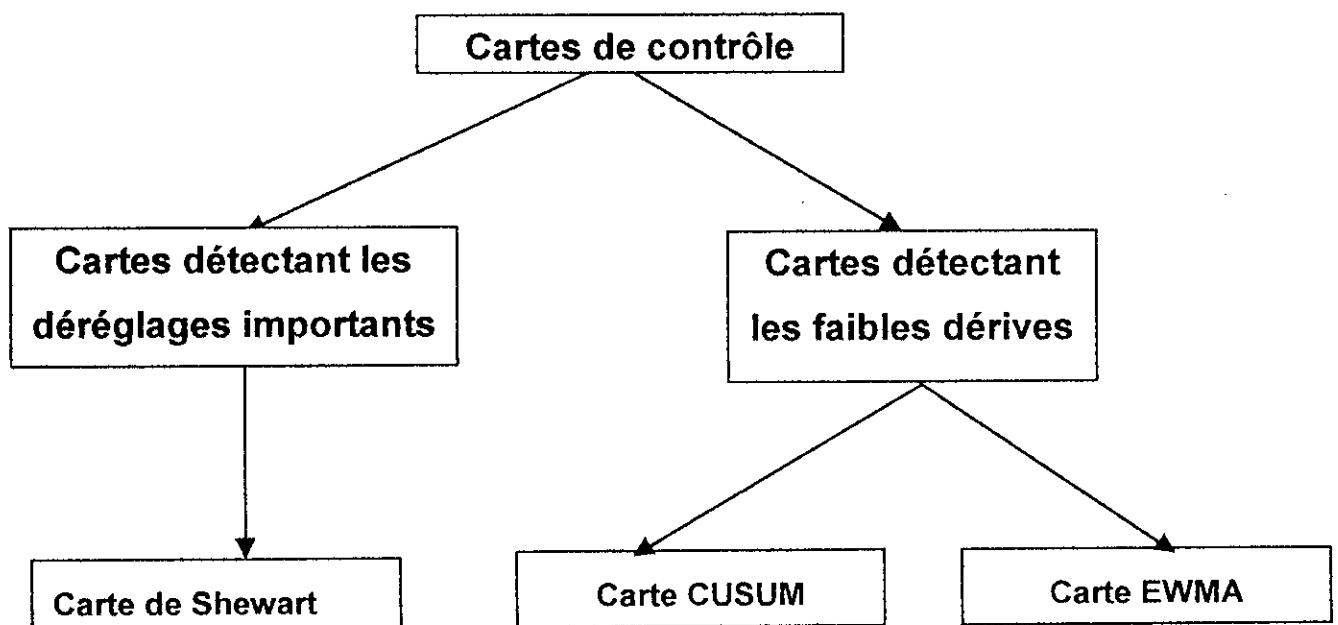


Figure 14 : Différents types de cartes de contrôle.

a) Comparaison entre les deux cartes :

La comparaison entre la carte Shewart et les cartes CUSUM et EWMA est résumée dans le tableau 6.

Si les dérives des paramètres à surveiller sont faibles, elles n'engendrent pas nécessairement des points hors contrôle dans la carte de Shewart, mais la prise en compte de cette évolution est essentielle pour un pilotage efficace.

Critère de comparaison	Carte Shewart	Cartes CUSUM et EWMA
Détection des dérèglages	La carte de Shewart est plus efficace et plus rapide dans la détection des dérèglages importants et instantanés de la production.	Les cartes CUSUM et EWMA ne sont pas aussi rapides et aussi performantes que la carte Shewart dans la détection des dérèglages.
Détection des faibles dérives	La détection des dérives sur la carte Shewart nécessite des règles d'interprétation des résultats complexes. Ces évolutions ne provoquent pas nécessairement un point hors contrôle sur la carte de Shewart.	Les cartes CUSUM et EWMA sont beaucoup plus performantes dans la détection des faibles dérives,
Mise en œuvre	Elle est plus simple à mettre en œuvre.	Ce type de cartes nécessite des calculs plus complexes que ceux des cartes Shewart, et nécessite le plus souvent des outils de calculs automatiques.
Pilotage	Elle est simple au pilotage et ne nécessite pas des calculs difficiles.	

Tableau 7 : comparaison entre les différents types de cartes de contrôle.

Les cartes CUSUM et EWMA nécessitent des calculs relativement complexes et l'utilisation le plus souvent d'un outil de calcul automatique.

Cette dernière remarque ne représente pas un grand inconvénient pour ce type de cartes, car elles ne sont pas destinées à piloter le procédé de manière directe.

La carte de Shewart est performante dans la détection des variations importantes alors que les cartes CUSUM et EWMA sont rapides dans le calcul des tendances. De ce fait la combinaison des deux types de carte en une seule carte (Surveillance des deux sommes S_H et S_L et que u ne dépasse pas 3σ), permet d'accroître l'efficacité du pilotage du procédé. Ainsi on associe l'efficacité des cartes Shewart pour les Variations rapides à l'efficacité des cartes CUSUM et EWMA pour la détection des dérives.

2.4- Cartes à introduire dans la S.A.EL

Les comparaisons entre les différents types de cartes de contrôle ont été données dans les paragraphes précédents, avec les avantages et les inconvénients de chaque type.

Pour avoir une grande efficacité des cartes de contrôles, celles ci doivent correspondre au type du procédé.

Nous avons introduit des cartes de contrôles par attributs, car :

1. Le processus génère actuellement des taux de rebuts assez importants permettant ainsi le pilotage du processus par ces cartes.
2. Les tests effectués sont du type visuel (conformes, non conformes).
3. Ces cartes permettent de maîtriser et d'analyser le procédé avant l'introduction du deuxième type de carte.

4. Ces cartes donnent directement un aperçu du niveau de la qualité du procédé.

5. Elles permettent d'estimer facilement les coûts engendrés par les différentes décisions répercutées sur la production.

Parmi les cartes de contrôle par attributs, nous avons choisi la carte P car elle permet de contrôler un nombre non constant de produits (production variable) et elle correspond au contrôle effectué à la S.A.EL (le nombre de défauts constatés sur un produit n'est pas important).

L'introduction des cartes de contrôle pour la détection des faibles dérives est importante vue l'évolution de la qualité du procédé. Comme une première approximation, et pour augmenter l'efficacité des cartes nous avons choisi une combinaison des cartes de contrôles Shewart et CUSUM.

Le choix effectué permet de surveiller la production journalière, ainsi que les tendances survenues dans la qualité du procédé.

CHAPITRE 6 : APPLICATION DE LA M.S.P A LA S.A.EL

1- Conception des cartes de contrôle

1.1- Mise en place d'une carte de contrôle [9]

La mise en place d'une carte de contrôle passe par les étapes suivantes :

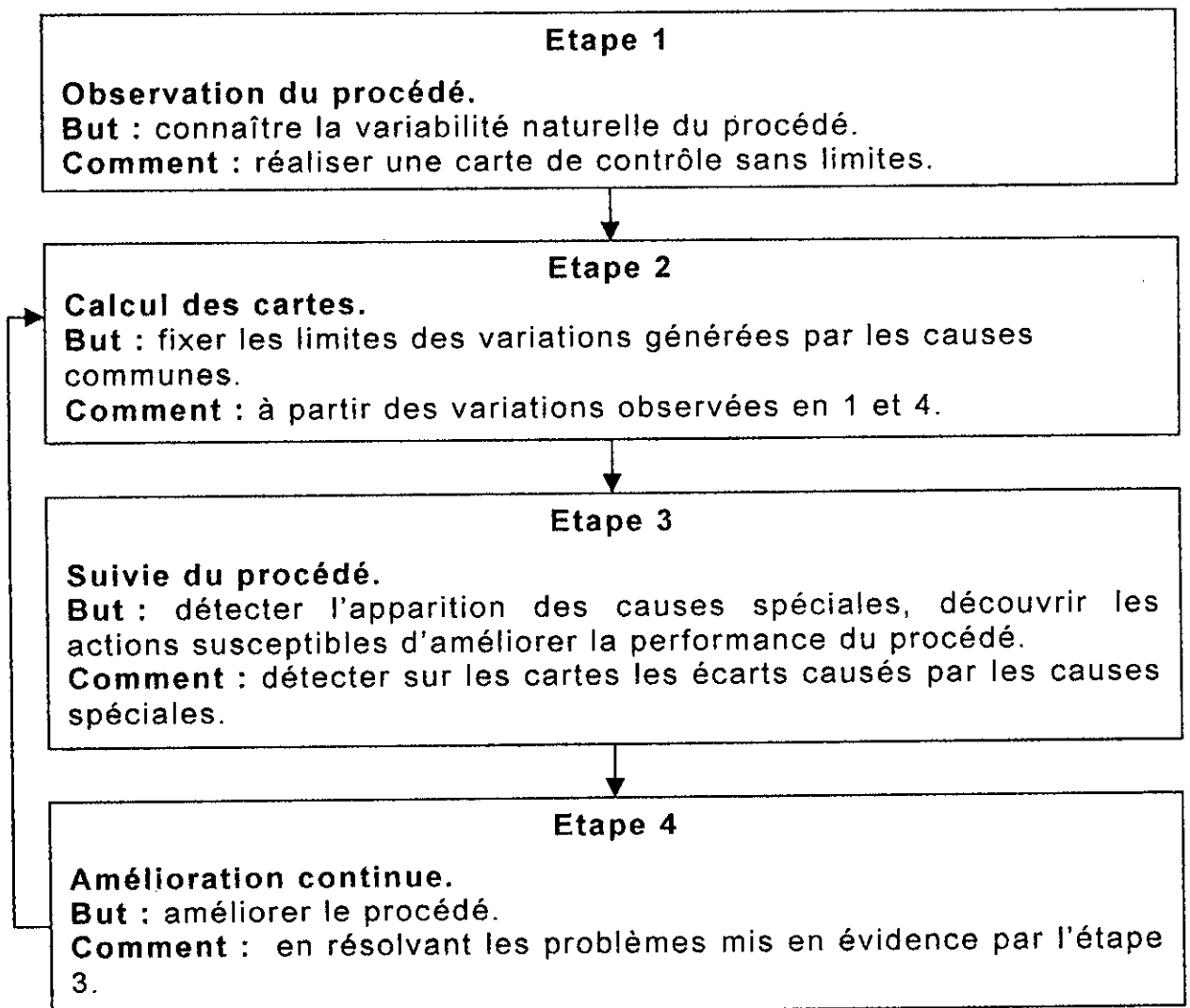
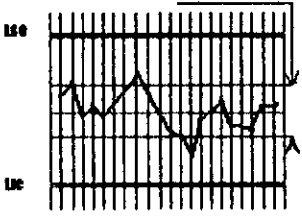
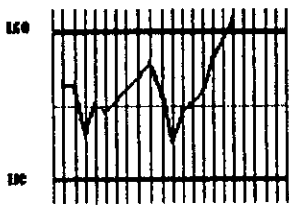
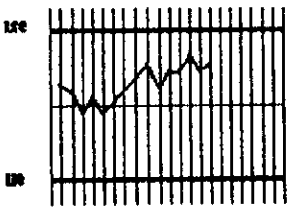


Figure 15 : Etapes de conception d'une carte de contrôle.

1.2- Interprétation des cartes de contrôle de la proportion rejetée [9]

L'interprétation des cartes de contrôle par attributs peut se résumer dans le tableau suivant :

Graphique	Description	Décision
	<p style="text-align: center;">Procédé sous contrôle</p> <ul style="list-style-type: none"> • La courbe oscille de chaque côté de la moyenne. • 2/3 des points sont dans le tiers central de la carte. 	<p style="text-align: center;">Production</p> <p>La carte ne détecte pas d'écart par rapport à la situation habituelle.</p>
	<p style="text-align: center;">Point hors limites</p> <p>Le dernier point tracé a franchi une limite de contrôle.</p>	<p style="text-align: center;">Cas limite supérieure</p> <ul style="list-style-type: none"> • La qualité se détériore. Il faut arrêter la production, trouver l'origine de cette détérioration et intervenir. • Le critère de contrôle devient plus sévère. <p style="text-align: center;">Cas limite inférieure</p> <ul style="list-style-type: none"> • La qualité s'améliore, il faut identifier la cause

		<p>et rechercher à maintenir cette amélioration.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le critère de contrôle devient moins sévère.
	<p>Tendance supérieure ou inférieure</p> <p>7 points consécutifs sont supérieurs ou inférieurs à la moyenne.</p>	<p>Cas tendance supérieure</p> <ul style="list-style-type: none"> • La qualité se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir. • Le critère de contrôle devient plus sévère. <p>Cas tendance inférieure</p> <ul style="list-style-type: none"> • La qualité s'améliore. Il faut identifier la cause et chercher à maintenir cette amélioration. • Le critère de contrôle devient moins sévère.

	<p style="text-align: center;">Tendance croissante ou décroissante</p> <p>7 points consécutifs sont en augmentation régulière ou en diminution régulière.</p>	<p>Cas série croissante</p> <ul style="list-style-type: none"> • La qualité se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration. • Le critère de contrôle devient plus sévère. <p style="text-align: center;">Cas séries décroissante</p> <ul style="list-style-type: none"> • La qualité s'améliore, il faut identifier la cause et chercher à maintenir cette amélioration. • Le critère de contrôle devient moins sévère.
--	--	---

Tableau 8 : interprétation des cartes de contrôles.

En prenant en considération les étapes de conception des cartes de contrôle et leurs règles d'utilisation un logiciel est développé.

2- Description du logiciel

2.1- But du logiciel

Le but du logiciel « Control » est de doter les décideurs de l'entreprise (S.A.EL.) d'un outil d'aide à la décision en intégrant à la fois les techniques de cartes de contrôle ainsi que l'analyse de Paréto des causes.

2.2- Pourquoi informatiser les cartes ?

En considérant la multitude des produits ainsi que les variations des quantités produites, et en intégrant la carte de contrôle CUSUM (nécessitant des calculs relativement complexes), une solution informatique est devenue nécessaire pour la surveillance du procédé.

La complexité des calculs n'est pas le seul motif pour informatiser les cartes car une carte de contrôle rigide ne permet pas à l'entreprise (SAEL) de suivre :

1. L'évolution de la qualité de son procédé.
2. Les changements dans la gamme des produits.

La disponibilité d'ordinateurs au sein de l'entreprise et leur utilisation en gestion de production rend la solution informatique réalisable.

Le logiciel permet aussi d'imprimer des tableaux de pilotage du procédé pour les opérateurs dans les ateliers.

2.3- Langage de développement utilisé

Le logiciel « Control » est développé en « Borland Delphi 3 » : compilateur visuel du Pascal objet. L'utilisation de ce compilateur permet d'intégrer un compilateur optimal avec toute la puissance de l'environnement « Windows », en plus de l'avantage du visuel qui facilite la tâche de conception.

Pour ces fins nous avons utilisé la version « Professionnelle de Borland Delphi 3 ».

2.4- Fonctionnement du logiciel

Le logiciel « Control » est du type « Multi Dialog Interface » (MDI) ; Il permet donc d'utiliser à la fois plusieurs cartes pour plusieurs produits simultanément, avec chaque produit ayant sa propre feuille de calcul.

Le rôle du logiciel est de permettre aux décideurs d'avoir une image du processus de production (niveau de qualité, fréquences des problèmes), ainsi qu'un outil de pilotage du procédé.

Pour atteindre ces buts, le logiciel intègre :

1. Les cartes de contrôle de Shewart pour détecter les variations journalières ainsi que le pilotage du procédé.
2. Les cartes de contrôle CUSUM pour détecter les lentes dérives au niveau de la qualité du procédé.
3. Le diagramme de Paréto pour analyser la fréquence des perturbations du procédé et les classer par type et par ordre d'importance.

2.5- Données utilisées

Pour faciliter l'intégration du logiciel dans l'entreprise, nous avons utilisé le système d'information de celle ci ; de ce fait les types de données utilisées (ainsi que les types de cartes de contrôle utilisés) nécessitent trois informations :

- Les données journalières des produits conformes.
- Les données journalières des produits non conformes.

En cas de détérioration de la qualité, une information supplémentaire sera introduite dans le logiciel pour expliquer la cause de cette détérioration.

Les deux premières informations sont nécessaires pour les calculs des limites cartes de contrôle et le niveau de qualité tandis que la troisième information est utilisée essentiellement pour faire l'analyse de Paréto des causes.

2.6- Feuille de calcul

La feuille de calcul se présente comme un tableau à deux entrées. Les lignes représentent les différents types de données nécessaires ; il y a deux lignes seulement qui sont modifiables par l'utilisateur et qui servent à introduire les données concernant les produits conformes et les produits non conformes. Les autres lignes sont calculées automatiquement. Ces lignes servent à stocker les informations concernant la date, la proportion des produits non conformes journalière, les limites de contrôle de la carte Shewart, les deux sommes et la limite de la carte CUSUM, et une ligne pour d'éventuelles remarques.

	16/06/98	17/06/98	20/06/98	21/06/98
Conformes				
Non conformes				
Proportion				
Lim sup				
Lim inf				
SH				
SL				
Remarques				

Figure 16 : feuille de calcul du logiciel « control ».

Les colonnes représentent les journées ouvrables (du samedi au mercredi). Les week-ends sont supprimés automatiquement et les autres journées non ouvrables peuvent être supprimées par l'utilisateur.

Pour des raisons d'économie d'espace mémoire nous avons choisi des tableaux de 20 colonnes (couvrant une période d'un mois de travail environ). Ce choix a été fait en essayant d'introduire le maximum de données représentatives du processus en minimisant l'espace mémoire consommé par chaque feuille de calcul. Aussi il faut noter que la période d'un mois est une période standard de calcul dans l'entreprise.

2.7- Analyse des données

Sur la base des données entrées par l'utilisateur, le logiciel effectue deux types d'opérations :

1. Des calculs automatiques.
2. Des opérations sur demande de l'utilisateur.

Le premier type d'opération englobe tous les calculs concernant la proportion de produits non conformes, les limites de contrôles (Shewart et CUSUM), ainsi que la comparaison entre le taux de rebuts journalier et les limites de la carte de Shewart pour afficher des remarques concernant le niveau de qualité journalier (Amélioration ou détérioration de la qualité).

Le deuxième type de données englobe les opérations suivantes :

1. La sauvegarde des données de la feuille de calcul.
2. Libérer une case pour la prochaine entrée si la feuille de calcul est pleine.
3. Si la moyenne de la proportion des produits non conformes n'est pas encore estimée et la feuille de calcul est remplie, le logiciel la calcule.

4. Le logiciel compare la proportion de produits non conformes aux limites de la carte Shewart. S'il y a dépassement, le logiciel le signale en demandant à l'utilisateur la cause de ce problème si celle ci est connue.
5. La comparaison des sommes de la carte CUSUM avec la limite de contrôle (CUSUM). S'il y a dépassement le logiciel le signale, si ce dépassement persiste pendant une période de cinq jours ouvrables (une semaine de travail) le logiciel signale une dérive de la qualité (vers l'amélioration ou vers la détérioration) et recalcule la proportion moyenne des produits non conformes en éliminant les journées où il y a eu une détérioration expliquée.
6. La sauvegarde des causes de détérioration de la qualité signalées par l'utilisateur.
7. Dessiner le diagramme de Paréto de l'analyse des causes et l'imprimer.
8. Imprimer les tableaux de pilotage.

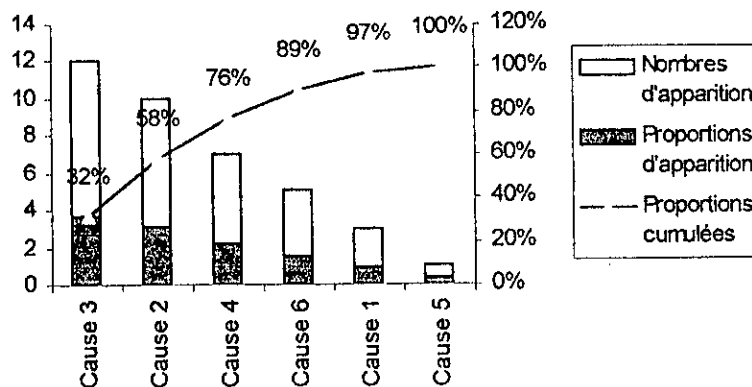


Figure 17: Diagramme de Paréto de l'analyse des causes.

Les opérations citées de 1 à 6 sont exécutées en même temps (par le même module) alors que les deux autres sont exécutées séparément.

2.8- Analyse des causes

Les causes signalées par l'utilisateur lors des dépassements des limites de la carte de Shewart, sont stockées dans un fichier ainsi que les nombres de fois qu'elles apparaissent, cette opération permet :

1. D'éliminer les points hors contrôle expliqués lors du recalcul de la proportion des produits non conformes.
2. De dessiner le diagramme de Paréto pour mettre en évidence les causes essentielles de rebuts qu'il faut éliminer.

En plus de la visualisation du diagramme de Paréto de l'analyse des causes, le logiciel permet aussi de personnaliser la mise en forme et d'ajouter des titres et des couleurs afin d'imprimer ce diagramme sur imprimante (pour faire des rapports par exemple).

2.9- Cartes de contrôle de pilotage

Toutes les fonctions décrites ci-dessus sont exécutées en fin de journée, lors de la saisie des données journalières de la production, mais une question reste posée pour l'opérateur dans l'atelier :

Comment peut-on savoir pendant la production si le processus reste sous contrôle ?

Le logiciel calcule en fonction de la proportion moyenne de produits non conformes un tableau contenant des limites à 2 et à 3 fois l'écart type pour des quantités produites (voir tableau 9). Si la production atteint une quantité donnée, l'opérateur compte le

nombre de produits non conformes et le compare aux limites imprimées.

Produit :		Date :		Opérateur :	
Production	Attention	Stop	Non-Conf	Obs.	Commentaires
10	1,38	1,92			
20	2,13	2,89			
30	2,77	3,70			
40	3,36	4,44			
50	3,91	5,12			
60	4,44	5,76			
70	4,95	6,38			
80	5,45	6,98			
90	5,94	7,55			
100	6,41	8,12			
200	10,82	13,24			
300	14,91	17,86			
400	18,82	22,24			
500	22,63	26,44			
600	26,36	30,54			
700	30,03	34,54			
800	33,65	38,47			
900	37,24	42,35			
1000	40,79	46,18			
2000	75,26	82,89			
3000	108,69	118,03			
4000	141,58	152,37			
5000	174,12	186,19			
6000	206,43	219,64			
7000	238,54	252,82			
8000	270,52	285,77			
9000	302,37	318,55			

Tableau 9 : tableau de pilotage du procédé.

Si les limites de 2σ sont dépassées, il doit chercher la cause et essayer de remédier à ce dépassement.

Si les limites de 3σ sont dépassées, il doit arrêter la production et résoudre le problème.

Remarque : ces tableaux sont conçus pour être utilisés dans les ateliers, pour cela nous avons prévu de les imprimer sur papier pour faciliter leur utilisation.

2.10- Outils nécessaires pour le logiciel

Pour le fonctionnement du logiciel il faut disposer de :

- Micro-ordinateur 386 ou plus.
- Un disque dur de 867 ko d'espace libre minimum pour le logiciel plus 1 ko pour chaque feuille de calcul.
- MS-DOS 7.00 ou antérieur.
- MS-WINDOWS 95 ou antérieur.
- Une imprimante compatible WINDOWS (pour l'impression des tables de pilotage).

CHAPITRE 7 : L'APPORT DES CARTES DE CONTROLES INTRODUITES

1- Introduction

L'amélioration de la qualité est un processus dynamique et continu. Elle doit passer par plusieurs étapes avant d'arriver à un état de maturité.

C'est dans ce contexte que se situe notre étude. Les cartes de contrôles proposées sont un outil pour orienter et catalyser les efforts d'amélioration de la qualité engagée par l'entreprise (S.A.EL.).

L'introduction des cartes de contrôle définies dans les chapitres précédents (à travers le logiciel établi) abouti à des résultats pouvant avoir deux types d'influence sur le niveau de la qualité de l'entreprise (effet court terme et effet long terme).

2- Effet court terme

Le pilotage du procédé par cartes de contrôle permet de diminuer le taux de rebuts journalier en résolvant les problèmes dès leur apparition. Ce pilotage permet d'améliorer la qualité du produit.

L'amélioration survenue sur le processus sera détectée par la carte de contrôle CUSUM, et permet d'estimer une autre fois le taux de rebuts moyen à la baisse.

Le nouveau taux de rebuts permet de diminuer les limites de contrôle, ce qui entraîne un contrôle plus sévère.

La figure 18 permet de décrire le cycle d'amélioration de la qualité conséquent du pilotage par cartes de contrôle.

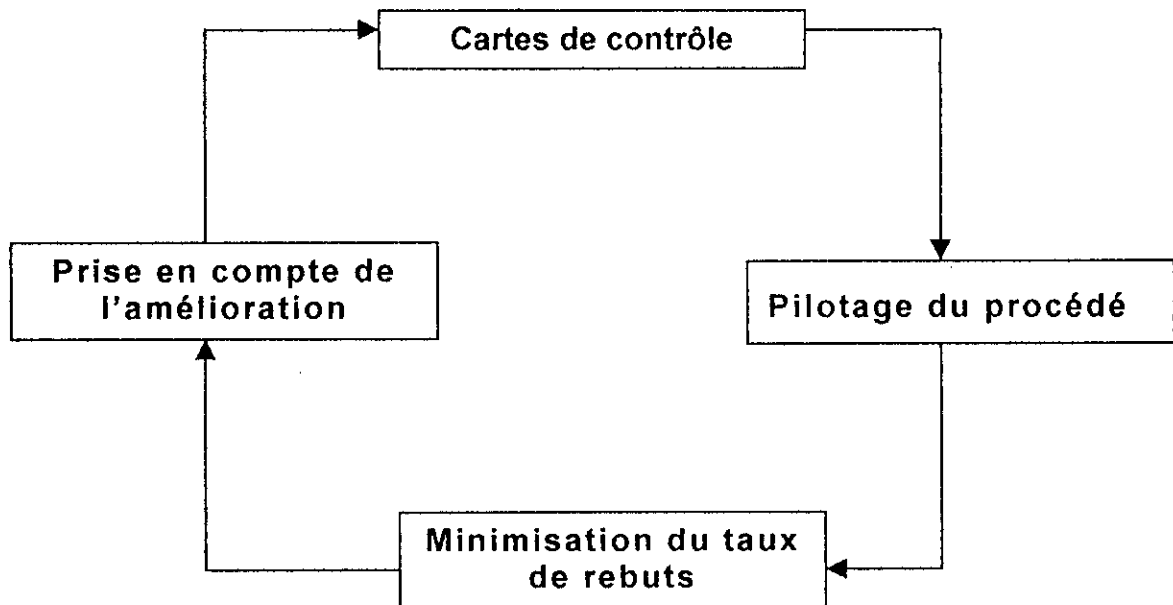


Figure 18 : Cycle de qualité résultant du pilotage du procédé par cartes de contrôle.

3- Effet long terme

L'effet long terme attendu de l'introduction des cartes de contrôle ainsi que l'analyse de Paréto des causes sont illustrées dans la figure 19.

Les résultats de la recherche des causes des rebuts sont stockés par le logiciel. Ainsi, après une longue période, le diagramme de Paréto d'analyse des causes proposé par le logiciel devient de plus en plus significatif. Il permet d'orienter les efforts d'améliorations de la qualité vers les problèmes les plus fréquents.

L'élimination de ces problèmes conduit à une amélioration importante et globale sur tout le processus de production.

Le logiciel permet de réviser tous les taux de rebuts moyens à la baisse et donner plus de rigueur au contrôle effectué.

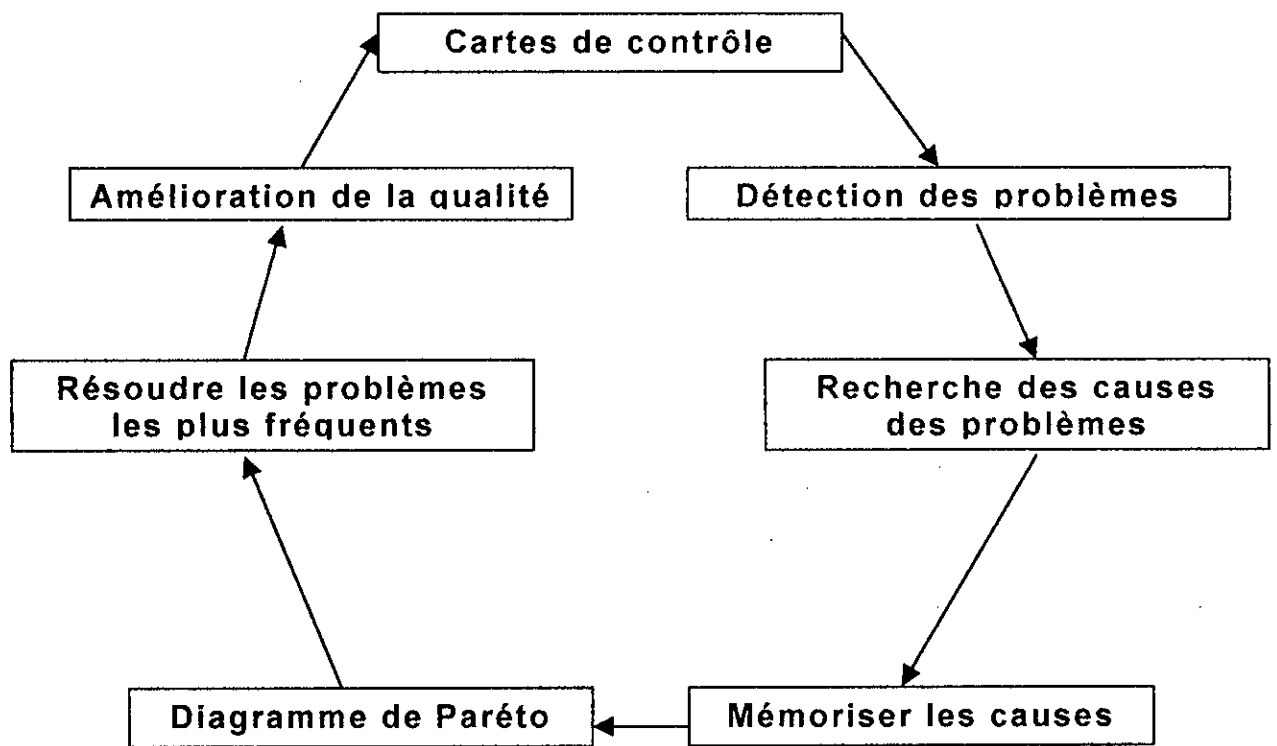


Figure 19 : Cycle de qualité long terme.

La résolution d'un problème majeur conduit à un abaissement significatif du taux de rebuts. Ce taux doit être maintenu en effectuant des suivis pour que cette cause résolue ne se reproduise plus.

Pour cela l'entreprise doit envisager d'utiliser des cartes de contrôle par mesures dès qu'un paramètre mesurable soit maîtrisable.

CONCLUSION

L'étude effectuée à la S.A.EL, nous a permis de constater que les problèmes de la qualité de la production concernent plusieurs domaines (le contrôle à la réception des matières premières, la maintenance, la manipulation, les réglages, la maîtrise de la formulation...).

Nous avons aussi constaté que le processus est flexible, et permet une variation de la production en quantité et en modèle. Ce qui nous a amené à proposer un moyen introduisant une approche méthodique orientant les efforts d'élimination des problèmes de qualité vers les causes les plus fréquentes, et qui s'adapte à la flexibilité de la production.

L'approche méthodique présentée est basée sur les techniques de la M.S.P qui correspondent aux contraintes de flexibilité du processus et de la relation qualité-processus.

Le moyen proposé est un outil de contrôle de la qualité qui s'avère être une étape préliminaire et nécessaire pour l'amélioration de la qualité et la maîtrise du processus. Pour cela il doit être pris en considération par l'entreprise car il permet d'identifier les causes fréquentes. Pour éliminer ces causes des études complémentaires doivent être menées.

Bibliographie

- [1] «Recueil de normes françaises. Caoutchouc (caoutchouc vulcanisé : méthodes d'essais) Tome 2». Edité par Afnor-1982
- [2] «Recueil de normes françaises. Caoutchouc (caoutchouc brut et ingrédients : méthodes d'essais et spécifications) Tome 1». Edité par Afnor-1982
- [3] LM. Graderye. «Dictionnaire de chimie». Edité par Dunod-1962
- [4] «Ruber chemicals literature ». Imperial Chemical Industries Limited-1963
- [5] «élastomères ». Compagnie Française des Produits Chimiques Shell-1966
- [6] ISO. Normes ISO 9000/DIS 9000-2/9000-3 / 9001 / 9002 / 9003/ 9004-2 DIS 8402-1992
- [7] Eugene L.Grant et Richard S.Leavenworth. « Statistical Quality Control *SIXTH EDITION*» Edité par McGraw-Hill,Inc-1988. Part One : *Statistical Process Control*.
- [8] K.Ishihara. «Manuel pratique de gestion de la qualité» Traduit du Japonais par Yoko Sim et Claude Barbier. Diffusé par Eyrolles. Edité par Afnor-1986
- [9] M.Pillet. «Introduction à la maîtrise statistique des procédés – MSP/SPC». Edité par Editions d'Organisation-1996
- [10] J.Nollet, J.Kelada et M.Dio rio. «Gestion des opérations de la production». Edité par Gaëtan Morin-1986

ANNEXE A : CAOUTCHOUC VOCABULAIRE :

(NF T 40-001 décembre 1977).

Abrasion – abrasion.

Perte de matière en surface due à des forces de frottement.

Accélérateur – accelerator.

Ingrédient de mélange utilisé en faible quantité avec un agent de vulcanisation, pour augmenter la vitesse de vulcanisation et améliorer les propriétés physiques du vulcanisat.

Activateur – activator.

Ingrédient de mélange, utilisé à faible dose pour augmenter l'efficacité des agents de vulcanisation.

Agent d'expansion – blowing agent.

Ingrédient de mélange, utilisé pour produire un gaz, par action chimique et/ou thermique, au cours de la fabrication d'objets creux ou alvéolaires.

Agent gonflant.

Voir agent d'expansion.

Caoutchouc – rubber.

Matière macromoléculaire qui est déjà ou peut être convertie en un état tel qu'après avoir été étirée pendant une minute à la température normale ($23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) au double de sa longueur initiale avant d'être relâchée, elle revient en une minute au plus à moins de 1,2 fois sa longueur initiale.

Note : cette conversion peut nécessiter l'incorporation d'ingrédients usuels dans l'industrie du caoutchouc tels que les agents de vulcanisation, les charges, les plastifiants, etc. Après conversion un caoutchouc devient essentiellement insoluble, bien que susceptible de gonfler dans un solvant approprié porté à l'ébullition.

Caoutchouc alvéolaire – cellular rubber.

Produit en caoutchouc présentant de nombreuses petites cavités (alvéoles) intercommunicantes ou non, réparties dans la masse.

Caoutchouc cellulaire – cellular rubber with closed cells.

Caoutchouc alvéolaire dans lequel pratiquement les alvéoles sont totalement clos par leurs parois (cellule).

Caoutchouc expansé.

Caoutchouc cellulaire obtenu à partir d'un mélange de caoutchouc sec se gonflant après vulcanisation.

Caoutchouc micro-cellulaire.

Caoutchouc expansé renfermant essentiellement des cellules non visibles à l'œil nu.

Charge – filler.

Ingrédient de mélange, à l'état solide divisé, pouvant être utilisé en proportions relativement grandes.

Charge Inerte – inert filler.

Charge n'ayant pas d'effet renforçant.

Déformation rémanente – set.

Déformation résiduelle, après suppression complète de l'effort ayant provoqué une déformation.

Dureté – hardness.

Résistance à l'indentation.

Elastomère – elastomer.

Terme général qui désigne une matière macromoléculaire, retournant rapidement et approximativement à sa forme et à ses dimensions initiales après cessation d'une contrainte faible ayant produit une déformation importante.

Ingrédients de mélange – compounding ingredient.

Substance entrant dans la composition d'un mélange.

Mélange – mix, compound.

Mélange intime d'un ou plusieurs caoutchoucs, sous forme solide ou liquide, avec tous les ingrédients nécessaires à leur transformation en article fini.

Vulcanisation – vulcanization.

Traitement qui, par un changement de structure chimique confère, rétablit, améliore ou étend à un plus grand domaine de température, les propriétés élastiques d'un caoutchouc. Ce traitement est parfois appliqué en vue d'obtenir des produits rigides.

ANNEXE B : CALCULE ES CARTES DE CONTROLE.

Cartes de Shewhart :

1- Calcul de la carte des moyennes (en général) à partir de l'écart type de la population totale :

Le principe de la carte de contrôle de Shewhart, qui reste largement utilisée, repose sur une représentation graphique du test de comparaison de moyenne par rapport à une valeur théorique dans le cas d'une répartition. Nous devons vérifier que l'écart entre m_1 (la moyenne de l'échantillon) et M (la moyenne de la population totale) est suffisamment faible pour vérifier l'hypothèse que l'échantillon appartient à la population totale. Si cet écart est supérieur à l'écart maximal admis pour un seuil de confiance donnée, nous repoussons l'hypothèse d'appartenance. S'il est inférieur nous l'accepterons

Une fois σ est connue, les lois de l'échantillonnage nous disent que m_1 doit être compris dans une répartition normale de moyenne M et d'écart type σ/\sqrt{n} . La loi de répartition des moyennes est une loi normale même si la répartition de la population n'est normale.

L'écart supérieur admis est déterminé pour un seuil de confiance donnée à partir de la table de la loi normale pour le risque α . En règle générale, on retient qu'il est égal à trois fois l'écart type de la moyenne.

• Le calcul des cartes de la moyenne :

Les cartes de la moyenne \bar{x} précisent les limites d'acceptation de \bar{x} . Telle que \bar{x} représente la moyenne d'une grandeur précise d'un échantillon prélevé pour s'informer de l'état du réglage concernant cette grandeur. Comme il a été expliqué l'écart entre \bar{x} et la moyenne de la population totale ne doit pas dépasser trois fois l'écart type de \bar{x} .

Soit $LIC_{\bar{X}}$ la limite inférieure calculée de \bar{X} , $LSC_{\bar{X}}$ la limite supérieure calculée de \bar{X} et n la taille de l'échantillon (la taille de l'échantillon est stable, et en générale est égale à cinq pour faciliter les calculs). On a :

$$LIC_{\bar{X}} = M - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ et } LSC_{\bar{X}} = M + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

- Le calcul de la carte de contrôle de la proportion rejetée :

Les cartes de la proportion de pièces rejetées elle vérifie pour une production dont la proportion rejetée de la population totale P' est supposée connue. En pratique cette proportion est estimée par :

$$\bar{P} = \frac{np_1 + np_2 + np_3 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} = \frac{\text{Nombre total de défauts}}{\text{Nombre total des pièces contrôlées}}$$

Avec :

- np_1, np_2, \dots Nombre d'articles non conformes de sous groupes 1, 2, ...
- n_1, n_2, \dots Nombre d'articles contrôlés des sous groupes 1, 2, ...

Soit P' : proportion constatée de pièces rejetées sur la population à contrôler. Cette proportion aura comme :

- Espérance mathématique : $E(P) = P'$

- variance : $\sigma = \sqrt{\frac{P'(1-P')}{n}}$

Les limites de contrôle de cette proportion sont

$$LIC_P = P' - 3\sqrt{\frac{P'(1-P')}{n}} \text{ et } LSC_P = P' + 3\sqrt{\frac{P'(1-P')}{n}}$$

2- Calcul de la carte des étendues à partir des étendues R de petits échantillons :

L'étendue R (Range) est définie comme étant l'écart entre la valeur maximale et minimale de l'échantillon. Le ratio R/σ est distribué de telle sorte que :

La moyenne $(R/\sigma)=d_2$

Ecart type $(R/\sigma)=d_3$

d_2 et d_3 étant fonction de la taille de l'échantillon.

Les limites de contrôle des étendues à plus ou moins trois fois l'écart type de l'étendue sont donc :

$$LIC_R = d_2\sigma - 3d_3\sigma \text{ et } LSC_R = d_2\sigma + 3d_3\sigma.$$

Cartes de CUSUM par attributs:

Les cartes CUSUM sont applicables dans le cas du suivi des attributs. L'approche peut être de deux types : soit par une carte CUSUM de LUCAS, soit par une carte avec masque en V. d'autres approches ont été présentées ont été présentées aussi bien pour le suivi des unités non conformes.

La carte propose de calculer deux sommes pour détecter une évolution de la proportion des pièces non conformes.

$$SH_i = \text{Max}[0, P_i - (P' + K) + SH_{i-1}] \text{ et } SL_i = \text{Max}[0, (P' - K) - P_i + SL_{i-1}]$$

$$\text{avec } K = k \cdot \sigma \text{ et } H = h \cdot \sigma$$

Une très forte probabilité d'un décentrage si une des sommes (SH_i et SL_i) est supérieure H. Si SH_i est plus grande que H on déduit que la qualité c'est détériorée. Si SL_i est plus grande que H on déduit que la qualité c'est améliorée.

Le choix de k et de h est libre mais la valeur de k la plus utilisée est 0.5 et la valeur de h la plus utilisée est 5.

ANNEXE C : EXEMPLES DE CRITERES DE QUALITE.

Dans cette annexe vous pouvez trouver plusieurs exemples sur les documents utilisés dans la S.A.EL pour définir les critères de qualité. Un exemple est donné pour chaque type de documents : normes internationales (SATRA), cahier de charge (Fourniture de semelles à poser sous rails), et enfin des spécifications techniques internes à l'entreprise.



شركة لتطبيق المطاط

ش ت م

Société d'Applications d'Elastomères

S A E L

N/Réf. :

V/Réf. :

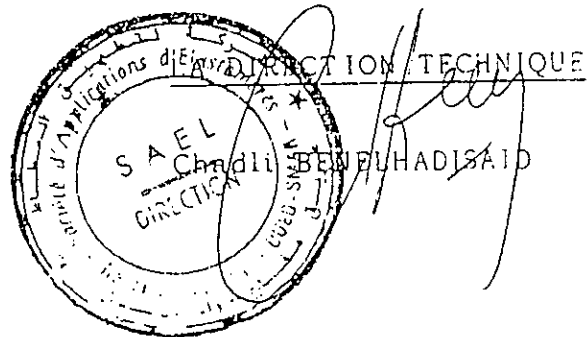
Alger, le 19.04.1998

19

FEUILLE TECHNIQUE

CARACTERISTIQUES MECANQUES DES JOINTS E.R.C.C.

	TORIQUE	BUTEE
- Dureté shore	56 ± 3	70 ± 5
- Résistance à la rupture (MPa)	19 ± 0.5	18.0 ± 0.5
- Résistance à l'allongement (%)	450 ± 50	400 ± 50
- D R C (23°C) (%)	10 ± 5	15 ± 5



UNION INTERNATIONALE



DES CHEMINS DE FER

CODE U I C

864-5

Fiche à classer aux Tomes :

VII - INSTALLATIONS FIXES

VIII - SPECIFICATIONS TECHNIQUES



4e édition, 1-1-1986

SPECIFICATION TECHNIQUE
POUR LA FOURNITURE DE SEMELLES
A POSER SOUS RAILS

0 - INTRODUCTION

La présente spécification définit les prescriptions relatives à la qualité de la matière et à la fabrication ainsi que les conditions de réception pour les semelles à intercaler entre rails et selles ou entre rails et supports.

Les semelles visées par cette spécification et pour lesquelles il est prescrit de contrôler la courbe effort/déformation sont normalement destinées à être utilisées conjointement avec des fixations élastiques exerçant sur le patin du rail un effort de serrage limité et contrôlé.

Cette spécification doit être complétée dans la demande d'offres par les documents utiles à l'exécution du marché et notamment ceux concernant l'application des articles de la présente spécification énumérés ci-après :

- 1.1 - Matières
- 1.3 - Echantillons
- 1.4 - Dessins
- 1.5 - Marques
- 1.6 - Fini d'exécution
- 1.7 - Tolérances
- 2.1 - Nature et proportion des essais
- 2.3.1 - Réalisation des essais - Conditions générales
- 2.3.2 - Essais
- 3 - Emballage

ANNEXES

864 - 5

O

- 4 -

1 - CONDITIONS DE FABRICATION

1.1 - Matières

Les semelles peuvent être :

- en caoutchouc naturel ou synthétique ;
- en plastomères ;
- en matériau composite.

Les essais exigés et les résultats à obtenir pour des semelles déjà largement utilisées, sont donnés en annexes.

La coloration éventuellement prescrite doit être réalisée dans la masse.

La demande d'offres précise la matière imposée.

1.2 - Procédé de fabrication

Aucun mode particulier de fabrication n'est imposé.

Sur toute la chaîne de fabrication, le fournisseur applique les règles de l'art les plus modernes et effectue les contrôles de productions nécessaires pour que les fournitures satisfassent aux prescriptions de la présente spécification.

1.3 - Echantillons

La commande spécifie le nombre d'échantillons à fournir par le fournisseur au réseau client, la fourniture et l'expédition sont à la charge du fournisseur.

1.4 - Dessins

Un exemplaire des dessins est joint par le réseau client à la demande d'offres.

1.5 - Marques

Chaque semelle doit porter sur une de ses faces, en caractères indélébiles et lisibles :

- la marque du fournisseur ;
- les deux derniers chiffres du millésime de l'année de fabrication ;

sur demande du réseau :

- le numéro du trimestre ;
- un numéro identifiant chaque lot ;
- un code relatif à des caractéristiques particulières.

1.6 - Fini d'exécution

Les semelles sont planes, à bords nets, les surfaces sont lisses, sauf instruction différente dans la demande d'offres. Les semelles en plastomères sont exemptes d'exfoliations d'injection.

1.7 - Tolérances

Sauf indications contraires aux dessins, les intervalles de tolérances suivants sont accordés sur les dimensions de semelles :

- longueur : 6mm
- largeur : 2 mm

364 - 5

O

- 6 -

- épaisseur : 0,5mm
- équerrage de la coupe : 2mm

Les dessins précisent la position de ces intervalles par rapport aux cotes nominales.

2 - CONDITIONS DE RECEPTION

2.1 - Nature et proportion des essais

Les semelles sont soumises, en fonction de la matière utilisée, aux essais spécifiés aux annexes qui sont à effectuer dans un laboratoire désigné par le réseau client soit dans son pays, soit dans celui de l'usine productrice suivant ce qui est précisé à la demande d'offres.

Il est effectué une série complète d'essais par lots de 10 000 pièces ou fraction de 10 000 pièces. Un contrôle statistique de qualité est exécuté si la demande d'offres l'impose.

Sauf indications contraires à la demande d'offres, les semelles nécessaires aux essais, la préparation des éprouvettes et les essais sont à la charge du fournisseur.

2.2 - Prélèvement et préparation des pièces à essayer

Les semelles sont groupées par lots de même fabrication. Les prélèvements d'échantillons doivent être faits de telle sorte qu'ils soient représentatifs des lots présentés.

Les échantillons sont tracés, poinçonnés et repérés selon les indications de l'agent réceptionnaire.

2.3 - Réalisation des essais - Résultats à obtenir

2.3.1 - Conditions générales

Les résultats à obtenir pour chaque essai sont indiqués en annexes.

Pour être accepté, le lot de pièces présenté doit satisfaire à tous les essais exigés.

Toutefois, si la demande d'offres le prévoit, le réseau client peut procéder à des essais complémentaires dans les conditions fixées par lui.

2.3.2 - Essais

Les essais, pour autant que leurs modalités ne soient pas en contradiction avec les prescriptions de la présente spécification, sont effectués à la température de $21^{\circ} \text{C} \pm 3^{\circ} \text{C}$ et conformément aux normes nationales du laboratoire d'essais choisi, sauf stipulations contraires contenues dans la demande d'offres.

Dans le cas où d'autres essais que ceux indiqués sont imposés, la demande d'offres en précise les modalités ainsi que les résultats à obtenir.

3 - EMBALLAGE

Sauf indication contraire à la demande d'offres, les semelles sont livrées par paquets de 100 pièces placées à plat les unes sur les autres et ligaturées par deux rubans disposés dans deux plans perpendiculaires.

Chaque paquet, qui ne doit contenir que des semelles de même fabrication, est muni d'une étiquette portant les indications spécifiées à la commande.

8 6 4 - 5

- 8 -

O

4 - GARANTIE (1)

Le fournisseur garantit ses fournitures contre tous défauts imputables à la fabrication et à la matière pendant une période qui s'étend jusqu'au 31 décembre de la troisième année qui suit l'année de fabrication indiquée sur les pièces.

Ni la surveillance des agents délégués par le réseau client, ni les essais effectués lors de la réception ne diminuent en rien la responsabilité du fournisseur.

(1) La clause relative à la garantie ne s'applique pas aux Chemins de fer britanniques.

**SEMELLES CANNELEES EN CAOUTCHOUC NATUREL
OU SYNTHETIQUE - REALISATION DES ESSAIS -
RESULTATS A OBTENIR**

1 - Dureté

La dureté est prise sur trois semelles entières à l'état de présentation, soit avec un duromètre SHORE A, soit selon la norme ISO 48.

La dureté est relevée entre cannelures et à un centimètre au moins des bords de la semelle, en cinq points différents au minimum ; la semelle doit être posée à plat sur une autre semelle de même catégorie reposant elle-même sur une table ou surface bien plane.

La dureté à retenir est la plus faible des lectures faites.

Aucune mesure ne doit donner une valeur inférieure à 65° SHORE A ou D I D C.

Si la demande d'offres l'impose, il est procédé à une mesure de la dureté, après séjour à - 40° C pendant 7 jours, l'augmentation de la dureté ne peut excéder de 10° SHORE A, la plus élevée des lectures faites lors de l'essai à l'état de présentation.

2 - Courbe effort - déformation

La mesure se fait à la température de 21° C ± 3° C sur deux semelles entières à l'état de présentation.

Toutefois, si la demande d'offres le précise l'essai décrit ci-dessous est doublé d'un autre identique, effectué à la température de - 25° C ± 3° C.

La semelle à essayer est placée entre deux plateaux métalliques indéformables de 140 x 210 mm, dont les surfaces ont été dressées d'une façon parfaite. Un papier émeri n° 0, changé à chaque essai, est intercalé entre

ANNEXE 1

la semelle à éprouver et les plateaux. Les dimensions de la semelle sont de 132 x 200 mm ; les semelles plus grandes sont ramenées à ces dimensions par découpage symétrique.

Les mesures de variation d'épaisseur sont faites à l'aide de deux comparateurs au 1/100 de mm, disposés au milieu des petits côtés de la semelle et celles des efforts sont faites avec une précision de 3 % et sont compensées thermiquement.

Afin de réaliser un contact convenable de la semelle sur ses deux appuis métalliques, on procède d'abord à une mise en place. Elle consiste à effectuer, préalablement à toute lecture, deux chargements successifs à 200 kN. Les comparateurs sont ensuite mis à zéro pour une charge de 10 kN ; pour des charges croissantes, les déformations sont relevées sous 50, 100, 150 et 200 kN, la compression restant stationnaire pendant une minute à chacune de ces charges avant d'être augmentée de nouveau pour atteindre la charge suivante. La vitesse de mise en charge est de 150 kN/min. Les déformations retenues pour tracer la courbe effort/déformation sont les moyennes des relevés des deux comparateurs (1).

Les courbes effort /déformation obtenues doivent, pour chaque semelle soumise à l'essai, se situer entre les deux courbes limites définies aux figures 1.1 (2).

Si la demande d'offres le spécifie la courbe effort/déformation est enregistrée graphiquement, le résultat à obtenir y est précisé.

(1) Toutefois, si la différence des lectures entre les deux comparateurs et pour une même charge dépasse 30/100 de mm, on considère que les conditions normales d'essai ne sont pas remplies (mauvais centrage par exemple) et il est procédé à de nouvelles mesures sur la même semelle.

(2) La demande d'offres indique, le cas échéant, les courbes-limites effort/déformation à substituer à celles de la figure 1.1 pour des semelles de dimensions différentes de celles indiquées et pour des dispositions ou conditions particulières d'utilisation.

3 - Propriétés de rupture et d'allongement

Dans chacune des cinq semelles réservées pour des essais on découpe deux éprouvettes de traction du type défini à la figure 1.2 (1) en annexe, de façon qu'une cannelure se trouve exactement dans l'axe de l'éprouvette. La partie entre arrondis de raccordement aux têtes doit être de largeur et d'épaisseur régulières dans toute sa longueur et les extrémités de la longueur $L_0 \cong 50$ mm repérées en vue du relevé de l'allongement (2).

Sur l'une des deux éprouvettes tirées d'une même semelle on mesure, sans vieillissement, l'effort de rupture et l'allongement. L'autre éprouvette subit un vieillissement artificiel dans une étuve à atmosphère fréquemment renouvelée par ventilation forcée, soit de 4 jours à $100^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$, soit de 7 jours à $70^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ selon que le caoutchouc est synthétique ou naturel ; on mesure l'effort et l'allongement de rupture après refroidissement à température ambiante pendant une durée comprise entre 24 et 48 heures.

Ces mesures sont répétées sur les éprouvettes tirées des quatre autres semelles.

On retient, respectivement avant et après vieillissement, la valeur médiane de chaque série de cinq mesures.

On calcule, en outre, avec les valeurs retenues, les rapports A des efforts de rupture et B des allongements :

$$A = \frac{\text{Effort de rupture après vieillissement}}{\text{Effort de rupture avant vieillissement}} \cdot 100$$

$$B = \frac{\text{Allongement de rupture après vieillissement}}{\text{Allongement de rupture avant vieillissement}} \cdot 100$$

(1) Le réseau client peut toutefois prescrire d'autres formes d'éprouvettes de traction. Les valeurs données aux tableaux 1.1 et 1.2 ci-après sont alors à adapter.

(2) Lorsque les éprouvettes de traction ne peuvent être découpées directement dans les semelles (cas des semelles à cannelures en chevron), elles sont prises dans des semelles à cannelures longitudinales, moulées simultanément avec les semelles à chevrons au cours de la fabrication de celles-ci. Le moule comporte les logements nécessaires et les éléments destinés aux essais sont confectionnés au moment choisi par l'agent réceptionnaire et en sa présence, sur un nombre de moulages suffisant pour disposer du nombre d'éprouvettes prévu.

ANNEXE 1

Les résultats minima à obtenir pour la résistance à la rupture, l'allongement à la rupture et la conservation des caractéristiques après vieillissement, sont indiqués au tableau 1, ci-après :

Tableau 1

Résistance minimum à la rupture en daN par cm ² de la section primitive		Allongement % minimum à la rupture		Conservation minimum des caractéristiques dans le vieillissement	
avant vieillissement	après vieillissement	avant vieillissement	après vieillissement	A (rupture)	B (allongement)
120 daN/cm ²	100 daN/cm ²	250 %	180 %	70 %	60 %

4 - Module à 100 % d'élongation

Le module à 100 % d'élongation est défini comme la traction, en daN par cm² de section initiale, nécessaire pour amener progressivement à 100 mm la distance initialement de 50 mm entre les repères de l'éprouvette.

Dans chacune des trois semelles réservées pour ces essais, on découpe deux éprouvettes de traction (voir figure 1.2)

L'une des éprouvettes est soumise à la mesure sans vieillissement. L'autre est soumise à la mesure après vieillissement artificiel dans une étuve à atmosphère fréquemment renouvelée par ventilation forcée, soit de 4 jours à 100° C ± 2° C, soit de 7 jours à 70° C ± 2° C selon que le caoutchouc est synthétique ou naturel. Elle est ensuite refroidie à la température ambiante pendant une durée comprise entre 24 et 48 heures.

Les deux traits de repère délimitant la longueur initiale L_0 (égale à 50 mm) sont amenés à 100 mm l'un de l'autre à une vitesse comprise entre 450 et 550 mm/min (vitesse de la tête mobile), puis l'éprouvette est ramenée, à la même vitesse, à charge nulle. La mesure est faite après

un second allongement à 100 mm entre repères, dans les mêmes conditions et immédiatement après le premier.

L'essai est répété sur les éprouvettes provenant des deux autres semelles.

On retient pour le module, respectivement avant et après vieillissement, la valeur médiane de chaque série de trois mesures.

Les résultats à obtenir sont indiqués dans le tableau 2, ci-après :

Tableau 2

Module à 100 % d'élongation		Déformation rémanente maximum de l'éprouvette (uniquement pour le caoutchouc synthétique)	
avant vieillissement	après vieillissement	D (allongement de 50 % pendant 24 heures à 100° C)	C (compression à 50 % pendant 24 heures à 100° C)
maximum 50 daN/cm ² minimum 30 daN/cm ²	Ne doit pas différer de plus de 40% de la valeur trouvée avant vieillissement	25 %	30 %

5 - Thermoplasticité

Les mesures sont uniquement effectuées pour les semelles en caoutchouc synthétique.

- a) mesure de la déformation rémanente d'une éprouvette de traction soumise à un allongement de 50 % pendant 24 heures dans une étuve à 100° C.

ANNEXE 1

Dans trois semelles différentes on découpe une éprouvette de traction (voir figure 1.2).

Chacune des trois éprouvettes est introduite dans un cadre et tendue à 50 % (distance entre traits-repères amenée de 50 mm à 75 mm) ; le cadre avec l'éprouvette tendue est placé dans une étuve à $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 24 heures. On retire alors le dispositif de l'étuve et on le laisse refroidir à la température ambiante, l'éprouvette restant tendue pendant un temps suffisant (trente minutes au moins) pour que toutes les parties de l'éprouvette prennent la température du local d'essai. L'éprouvette est alors retirée du dispositif et abandonnée au repos, dans un local à température aussi constante que possible. La mesure de la déformation rémanente a lieu entre 1 et 2 jours après la sortie de l'étuve. Elle consiste à mesurer l'écartement L_r en mm des deux traits repères de la longueur initiale $L_0 = 50$ mm.

On retiendra comme résultat la valeur médiane L_r de la série des trois mesures.

La déformation rémanente est déterminée par la formule :

$$D = \frac{L_r - 50}{50} \cdot 100$$

- b) Mesure de la déformation rémanente par compression de 50% pendant 24 heures dans une étuve à 100°C .

Dans trois semelles différentes on découpe une pastille circulaire de 37 mm de diamètre, centrée dans l'axe d'une cannelure (1).

Chacune des trois pastilles, dont les surfaces ont été au préalable frottées avec du talc, est placée entre les surfaces polies parallèles d'un dispositif permettant d'obtenir par compression un écrasement de la pastille. L'épaisseur initiale e_0 étant relevée, on provoque un écrase-

- (1) Pour les semelles à cannelures en chevron, le centre de la pastille coïncide avec le milieu d'un élément droit d'une cannelure.

ANNEXE 1

ment $\frac{50}{100} e_o$; le dispositif avec l'éprouvette comprimée est placé dans une étuve à $100^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ pendant 24 heures. On retire alors le dispositif de l'étuve et on le laisse refroidir à la température ambiante, l'éprouvette restant comprimée pendant un temps suffisant pour que toutes les parties de l'éprouvette prennent la température du local d'essai.

L'éprouvette est alors retirée du dispositif et abandonnée au repos dans un local à température aussi constante que possible. La mesure de la déformation rémanente a lieu entre 1 et 2 jours après la sortie de l'étuve ; elle consiste à mesurer l'épaisseur de la pastille e_r .

Les épaisseurs e_o et e_r sont mesurées à l'aide d'un micromètre dont la touche a une surface circulaire d'un diamètre de 25 mm et exerce sur le caoutchouc une charge de 10 N.;

On retiendra comme résultat la valeur médiane e_r de la série de trois mesures.

La déformation rémanente est déterminée par la formule :

$$C = \frac{e_o - e_r}{e_o} \cdot 100$$

Les résultats à obtenir pour les déformations rémanentes sont indiqués dans le tableau 2 ci-dessus respectivement pour la traction (D) et pour la compression (C).

6 - Résistance électrique (1)

La mesure est effectuée sur une semelle après séjour de 24 heures dans une atmosphère de $21^\circ \text{C} \pm 3^\circ \text{C}$ et une humidité relative de 50 % et sur une

(1) Conditions auxquelles doivent satisfaire uniquement les semelles destinées à assurer l'isolement électrique.

864 - 5

O

- 16 -

ANNEXE 1

autre semelle après immersion de 48 heures dans l'eau. Préalablement à la mesure, chacune des faces des semelles à essayer est frottée légèrement à la toile émeri fine, afin d'enlever les couches minces superficielles d'isolants dont elle peut éventuellement être recouverte.

La semelle à essayer (voir figure 1.3) est placée sur une électrode métallique (fer ou laiton) de dimensions au moins égales à celles de cette semelle.

Sur la surface supérieure de cette dernière sont placés, concentriquement, un disque métallique (fer ou laiton) de 62 ± 1 mm de diamètre extérieur et recevant une charge de 500 N et un anneau de 72 mm de diamètre intérieur et 92 mm de diamètre extérieur, ces deux pièces ayant une hauteur de 30 mm environ. Le raccordement de ces électrodes au circuit de mesure est effectué suivant le schéma donné par la figure 1.3.

La mesure est effectuée sous une tension comprise entre 200 et 250 volts après 60 secondes de mise sous tension elle est répétée après inversion du sens du courant.

On prend pour résultat la moyenne de deux lectures.

Pour l'essai après immersion, la semelle est immergée 48 heures dans un bain d'eau distillée à la température ambiante. A sa sortie du bain, la semelle est essuyée à l'aide d'un chiffon sec ou de papier buvard, de façon à éliminer toute trace superficielle d'eau, notamment au fond des cannelures. La semelle est aussitôt soumise aux essais dans les mêmes conditions que pour la semelle à l'état de réception.

La résistance électrique entre les électrodes B et C ne doit pas être inférieure à $100 \text{ M}\Omega$, aussi bien par l'une que pour l'autre des semelles. Ce qui correspond respectivement pour des semelles de 4,5 mm et de 9 mm d'épaisseur à une résistivité transversale de $67 \text{ M}\Omega \text{ m}$ et $33,5 \text{ M}\Omega \text{ m}$.

Si la demande d'offres le précise, l'essai peut être conduit selon la variante suivante.

La semelle est préalablement argentée sur une face sauf sur une bande périphérique de 5 mm de largeur. La mesure est effectuée sous une tension de 500 V après un séjour d'un jour dans une atmosphère de $21^\circ \text{ C} \pm 3^\circ \text{ C}$ et d'une humidité relative de 50 %.

La résistance mesurée ($M\Omega$) x la surface de contact argentée (cm^2) et divisée par l'épaisseur de la semelle (cm) donne la résistivité transversale, qui ne doit pas être inférieure à $100 M\Omega m$.

7 - Mesures supplémentaires

Dans le cas où la mesure de la résilience de rebondissement ou d'autres mesures supplémentaires sont imposées, la demande d'offres précise les modalités des essais ainsi que les résultats à obtenir.

**SATRA**FOOTWEAR TECHNOLOGY CENTRE
SOLID RUBBER SOLINGS**enelacas S.A.**FABRICA: Poligono Industrial Campo Alto Parcela 22
OFICINAS: Dabellos. 4 - Telf 39 47 32 - 38 00 55 - Apdo 312 - ELDA (Alicante)

Manufacturer :		<u>1985</u>		
Supplier :				
Trade Name or Reference :		SATRA Guideline Recommendations		
Additional Reference :		Everyday		
Type :		Men's	Women's	Boys' & Maids'
Thickness (mm)		Min 4.3	Min 2.7	Min 4.3*
Hardness (IRHD)		Min 88	Min 93	Min 88
Density (g/cm ³)		Max 1.35	Max 1.50	Max 1.35
Tensile Strength (kgf/cm ²)	Along	Min 75	Min 65	Min 75
	Across			
Extension at Break (%)	Along	Min 200	Min 200	Min 200
	Across			
Compression Set (%)		Max 35	Max 35	Max 35
DIN Abrasion (mm ³) (Volume Loss)				
Ross Flexing Test at -5°C mean cut growth rate (mm/kc)	Act Along Corr	Max 0.1	Max 0.1	Max 0.1
	Act Across Corr			
Thickness (mm) of test piece		3.18	3.18	3.18
Predicted Specific Durability		Min 0.75	Min 0.6	Min 1.0

* A minimum substance of 5mm is recommended if

Figure 1.1.

Abaques des courbes limites pour semelles cannelées

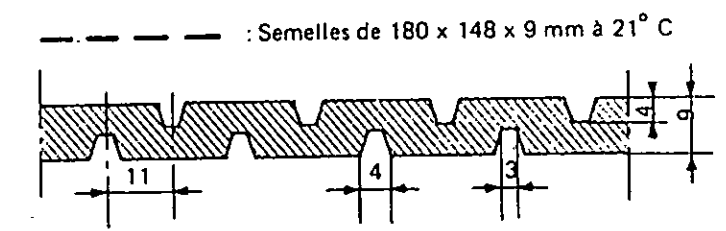
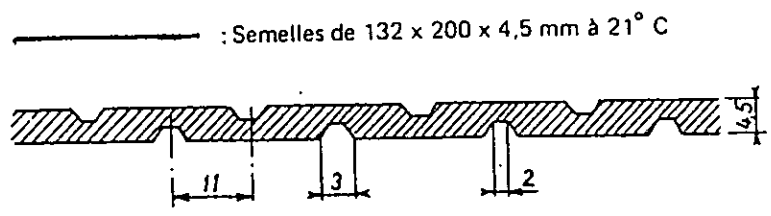
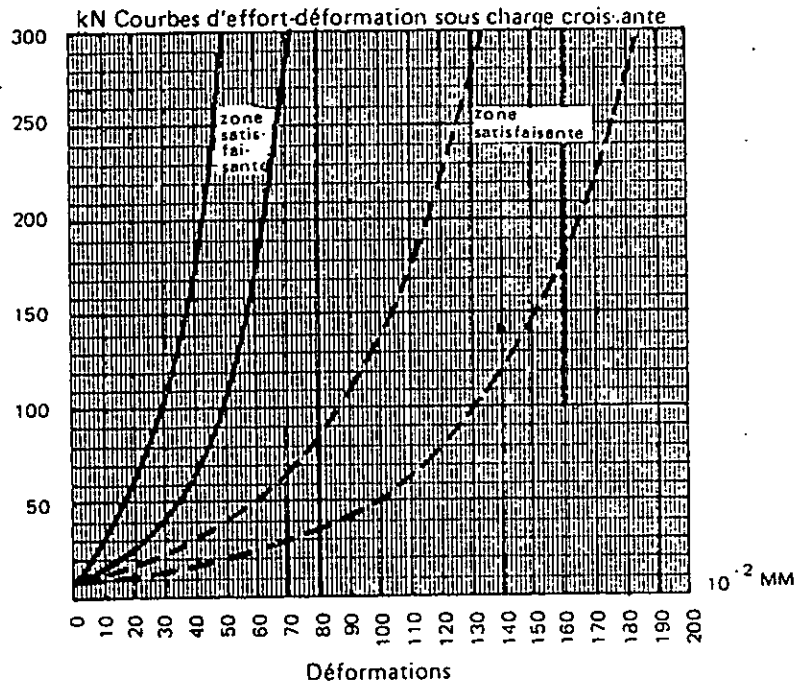


Figure 1.2

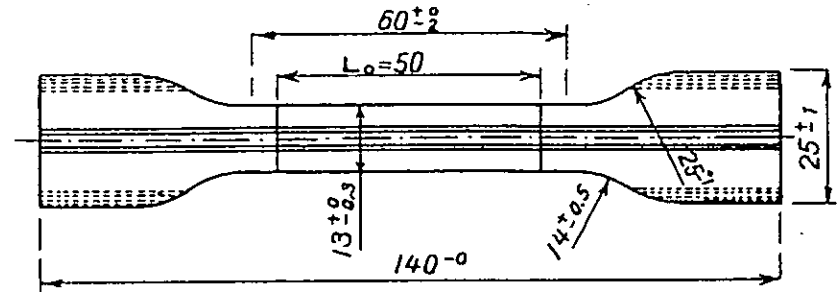


Figure 1.3

