



---

Année Universitaire : 2009-2010



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et  
Techniques

### Optimisation du suivi et de surveillance de processus de production

Présenté par:

- SQALLI ADOUI Meryeme
- BENNANI BOUCHIBA Hanane

Soutenu Le 23 Juin 2010 devant le jury composé de:

- Mme. A.Driouich (encadrante)
- Mme. I.Tajri (encadrante)
- Mr. Haouache (examineur)
- Mr.D.Sqalli Houssaini (examineur)
- Mr.A.Fazghoun (encadrant SBIM)

Stage effectué à: SBIM (Systems Bio Industries Maroc)





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**Nom et prénom:** - Bennani Bouchiba Hanane

- Sqalli Adoui Meryeme

**Année Universitaire :** 2009/2010

**Titre:** Optimisation du suivi et de surveillance du processus de production au sein de la société Systems Bio Industries Maroc (SBIM)

## **Résumé**

Le présent projet vient suite au besoin du groupe SBIM Fès de la mise en place les indicateurs de performance et les cartes de contrôles et minimiser le temps de nettoyage dans l'unité 2 où il y a la production de la gomme de caroube.

De ce fait, nous étions amenés à mettre en place une démarche qualité de collection, de valorisation et d'analyse des différentes postes pour les traités selon le plan suivant :

### **Diagnostic de l'existant :**

- Pour les indicateurs de performance, il fallait analyser toutes les entrées sorties de chaque poste. Ensuite, recenser tous les paramètres nécessaires pour la mise en place des indicateurs et à la fin la réalisation d'une application informatique qui gère ces indicateurs.
- Pour les cartes de contrôles, il fallait analyser les différentes paramètres à contrôler, prendre les prélèvements, calculer les limites et construire la carte.
- Pour la minimisation du temps de nettoyage, il fallait un suivi de l'état actuel pour examiner tous les problèmes et anomalies susceptibles de temps de nettoyage.

### **Proposition de solutions :**

Après avoir fait le diagnostic de l'état de service production, nous avons préconisé l'application informatique pour avoir une meilleure traçabilité du processus, nous avons mis en place les cartes de contrôles et à la fin un suivi rigoureux de l'opération nettoyage pour arriver à l'objectif prévu.

### **Mots clés :**

Qualité, non-conformité, Ishikawa, auto-maintenance, indicateur de performance, carte de contrôle, MTTR.



# Introduction Générale

Gagner en productivité, améliorer les délais, augmenter la qualité...ces expressions ne sont-elles pas devenues les thèmes clés des entreprises ? Oui si l'on en croit les intentions des dirigeants, un peu moins si l'on considère la réalité du terrain. Car tout projet visant à améliorer l'efficacité d'une organisation, quelque soit son périmètre (entreposage, production, transport, etc.) nécessite un préalable : il faut savoir mesurer avant d'optimiser.

Pour parvenir à ses fins, SBI, Systems Bio-Industries, filiale du groupe Cargill, ne cesse de contribuer à l'amélioration de ses prestations, visant à satisfaire ses clients. En effet, SBI cherche à atteindre un haut niveau de précision et de fiabilité des méthodes de production. Pour cela, la mise en place des indicateurs de performances et des cartes de contrôle est devenue très importante. Elle fait fréquemment partie d'un travail d'investigation expérimentale où l'on doit recueillir, analyser et interpréter les données avec des outils précis pour être en mesure de tirer des conclusions valables et des actions correctives.

Dans ce cadre, notre mission au sein de SBI consiste à l'optimisation et l'amélioration des procédés du service de production. L'amélioration d'une activité passe nécessairement par la mesure d'indicateurs mais comment choisir le bon et le mettre en place ? Quels indicateurs ou référentiels existent-ils ? Comment un indicateur permet-il à l'entreprise de décider des actions requises pour passer à l'étape de l'amélioration ? Et quels autres outils pourrions-nous utiliser pour assurer le contrôle et le suivi de la production ?

C'est principalement à ces questions que nous allons répondre à travers ce manuscrit qui sera composé de trois chapitres, le premier concerne la présentation de l'organisme d'accueil, le second chapitre traite la description du procédé de transformation. Le dernier chapitre est consacré à l'optimisation des procédés du service production, dans ce cadre nous allons réaliser une application informatique, construire des cartes de contrôle et optimiser l'opération de nettoyage.

## Chapitre 1



# Présentation de l'organisme d'accueil

## 1. Présentation du groupe Cargill

Le groupe Cargill conduit ses activités sur les 5 continents, dans 59 pays. 150000 personnes dans le monde participent au développement des savoir-faire Cargill dans 4 grands secteurs d'activité : l'agriculture, l'agroalimentaire, le négoce et la finance.

Toutes ces activités nourrissent la nouvelle ligne stratégique du groupe : exploiter les compétences originelles de Cargill sur toute la chaîne logistique afin d'offrir à ses clients des solutions intégrées et innovantes.

## 2. Présentation de l'entreprise S.B.I

### 2.1. Histoire de la société

La société Systems Bio-Industries a été créée en 1985 par un entrepreneur marocain ; Monsieur BENNANI. Après une gestion chaotique de l'entreprise, le dépôt de bilan est inévitable en 1989. Ces années ont été les années les plus noires de l'entreprise, elle comptait environs 400 employés qui travaillaient jusqu'à 72 heures par semaine dans des conditions extrêmes.



Elle a été ensuite rachetée par SANOFI (multinationale française) en 1990. En tant que filiale de SONAFI, l'entreprise connaît des jours meilleurs et se modernise.

Cinq ans plus tard la société est rachetée par le groupe SKW. La société SKW fusionne cinq ans plus tard avec le groupe DEGUSSA. L'appartenance au groupe DEGUSSA permettra à l'entreprise d'entamer un véritable processus de développement. Elle se dote d'une véritable organisation et s'engage dans le management de la qualité.

Ainsi, en 2003 elle obtient la certification ISO 9001 version 2000 « Système de management de la qualité totale. » Cette certification permet à l'entreprise de convoiter de nouveaux clients. Car avant cette certification, seule la société BAUPTÉ du groupe DEGUSSA achetait la farine de caroube à S.B.I.M. Ainsi l'entreprise a pu se défaire de cette dépendance totale du seul client BAUPTÉ et vendre à des clients en dehors du groupe DEGUSSA. Bien que ce dernier représente toujours une grande proportion du chiffre d'affaire de S.B.I.M.

En 2005 DEGUSSA cède ses activités «Food ingrédients» (dont S.B.I.M) à CARGILL un groupe américain opérant dans le secteur de l'agro-industrie.

L'acquisition de S.B.I.M par le géant américain CARGILL ne va pas sans promesse de développement de l'entreprise et de son personnel. Mais en attendant, S.B.I.M continue à multiplier ses efforts dans la conquête du développement notamment l'amélioration continue de la qualité qui est un critère concurrentiel important dans son domaine d'activité (la fabrication et la vente de la Farine de Caroube) et le développement des compétences.

Ainsi, en 2007 les efforts de toute l'organisation furent récompensés par l'obtention d'une deuxième certification : La certification ISO 22000 version 2005 « Systèmes de management de sécurité des denrées alimentaires».

SBI Maroc Fès dispose d'un parc de machines important et spécialisé, elle se répartie entre deux unités de production: une pour la réception de la matière première, et le concassage des gousses pour la production des graines brutes, l'autre pour la fabrication de la farine de caroube. Elle dispose aussi d'un laboratoire bien équipé qui assure le contrôle du produit fini et le contrôle en cours de la production grâce à des analyses physico-chimiques et bactériologiques.



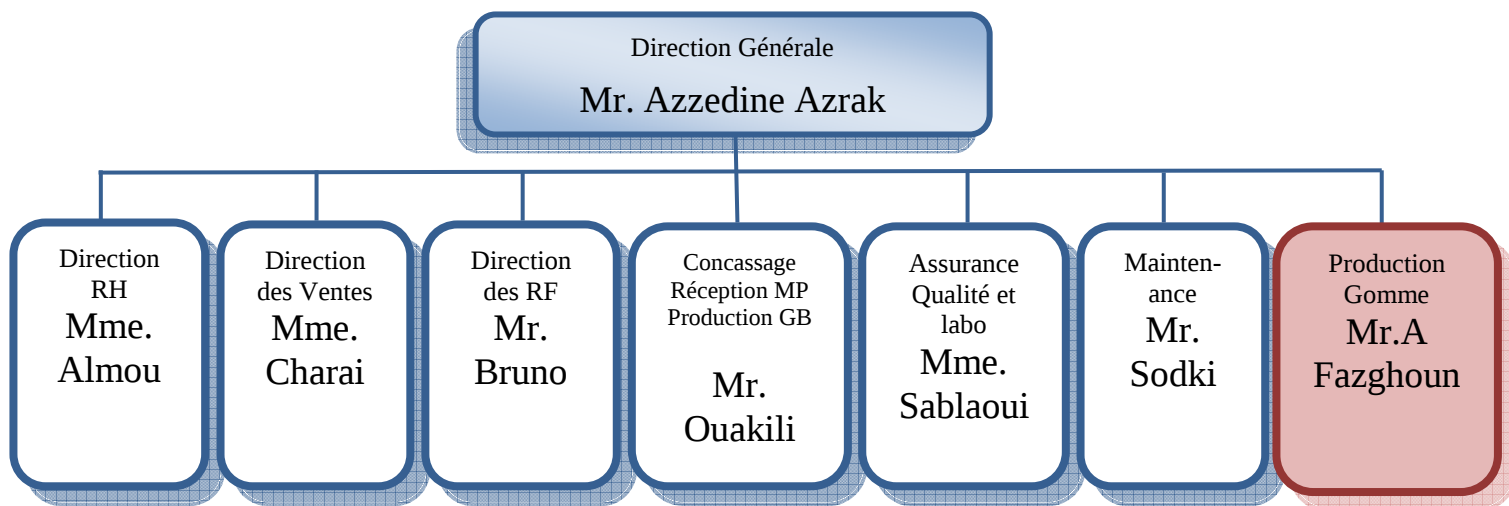
La direction de la société a décidé de mettre en place une politique qualité impliquant l'ensemble du personnel. L'objectif global de cette politique est d'assurer d'une part, une utilisation optimale des outils de production et de développer d'autre part, la capacité d'encadrement des responsables et des chefs d'équipe de production pour affronter les difficultés, être personnellement efficaces et surtout rendre son équipe plus efficace.

L'efficacité globale de la société repose sur son potentiel humain. Veiller sur son professionnalisme, son implication, et sa motivation devient une priorité incontournable. Il est donc nécessaire de mettre en place tous les outils et les moyens qui peuvent répondre à cet impératif. A cet égard, la contribution apportée par la formation est déterminante.

## 2.2. Fiche signalétique

|                          |                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| -Raison sociale          | : Systems Bio Industries SBI (Maroc)                             |
| -Forme juridique         | : Société anonyme de droit privé marocain                        |
| -Date de création        | : 1985 pour une durée de 99 ans                                  |
| -Activité                | : Fabrication de gomme alimentaire à base de graines de Caroube. |
| -Classement              | : Deuxième producteur mondial en gomme de caroube.               |
| -Capital social          | : 35.750.300 DH                                                  |
| -Capacité de production  | : 2500T/an.                                                      |
| -Effectif                | : 98                                                             |
| -Cadres supérieurs       | : 3                                                              |
| - Cadres Moyens          | : 5                                                              |
| -Employés de bureau      | : 6                                                              |
| -Agents de maîtrise      | : 11                                                             |
| -Ouvriers (opérateurs)   | : 73                                                             |
| -Directeur Général       | : Lazrak Azzedine                                                |
| -Siège social            | : Q.I BENSOUDA – Fès                                             |
| -Téléphone               | : 05.35.65.51.80                                                 |
| -Fax                     | : 05.35.65.50.88                                                 |
| -Implantation des usines | : Fès, Essaouira                                                 |

### 2.3. Organigramme de l'entreprise S.B.I Maroc (site Fès) :



**Figure 1:** Organigramme de l'entreprise

## 3. Données générales sur le caroubier :

### 3.1. La caroube :

L'industrie alimentaire utilise abondamment la caroube comme substitut du cacao et comme additif, pour ses propriétés stabilisantes, liantes et gélifiantes.

### 3.2. Le caroubier :

Les petites fleurs rougeâtres regroupées en grappes donnent naissance à des fruits, de longues gousses brunes aplaties, qui mesurent de 10 à 30 cm de long.

Elles renferment une pulpe sucrée et juteuse, au sein de laquelle s'aligne une rangée de 3 à 10 graines luisantes, dures, plates et de couleur brun rougeâtre.

La culture du caroubier s'est étendue à plusieurs parties du monde; cet arbre pousse notamment au Maroc, Mexique, dans le sud des États-Unis, aux Indes, en Afrique du Sud, en Australie et au Proche-Orient.





***Figure 2: De la gousse à la farine de caroube***

Le caroubier fournit deux produits bien distincts, la poudre de caroube, semblable au cacao, obtenue à partir des gousses et la gomme de caroube obtenue à partir des graines de caroube contenues dans la gousse.

La gomme de caroube est abondamment utilisée dans les domaines alimentaires, pharmacologiques et industriels en tant que viscosifiant, épaississant pour améliorer la texture des produits.

Quelques exemples d'application :

- ✓ glaces industrielles
- ✓ produits à base de dérivés de lait
- ✓ boulangerie / viennoiserie
- ✓ synergie avec d'autres gommes dans les domaines industriels et cosmétiques.

La gomme de caroube est connue dans le code alimentaire de la l'UE, sous le nom de E410, qui autorise son addition aux aliments à des niveaux qui ne dépassent pas les 5%, et elle est déclarée par la FAO et l'OMS inoffensive pour la consommation humaine (FAO, 1992).

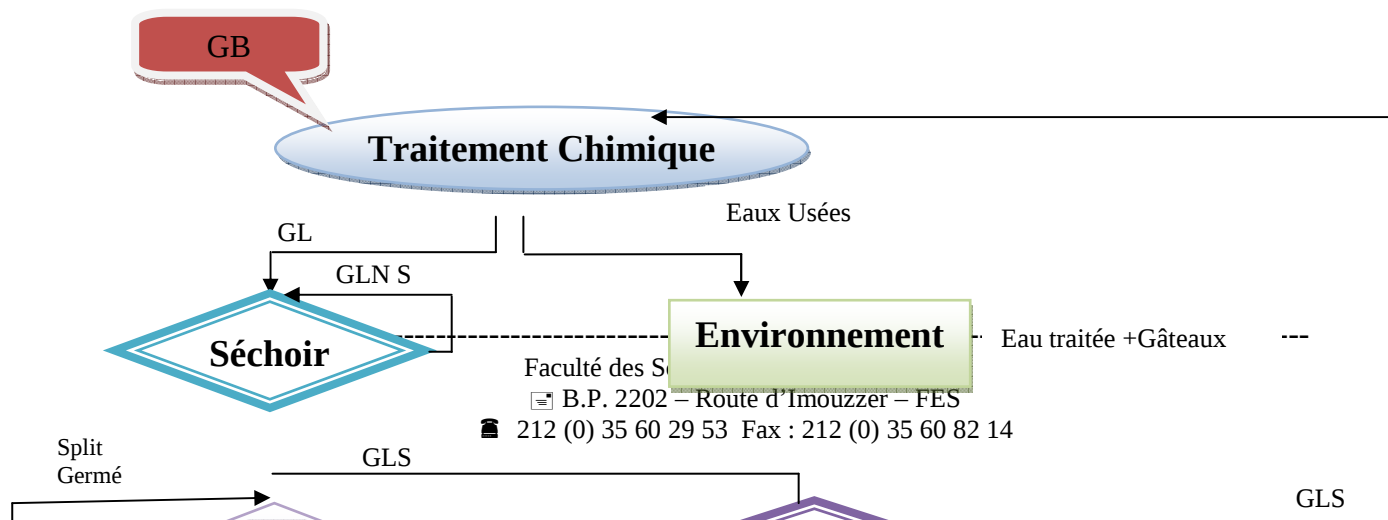


## Chapitre 2

# Description du procédé de transformation

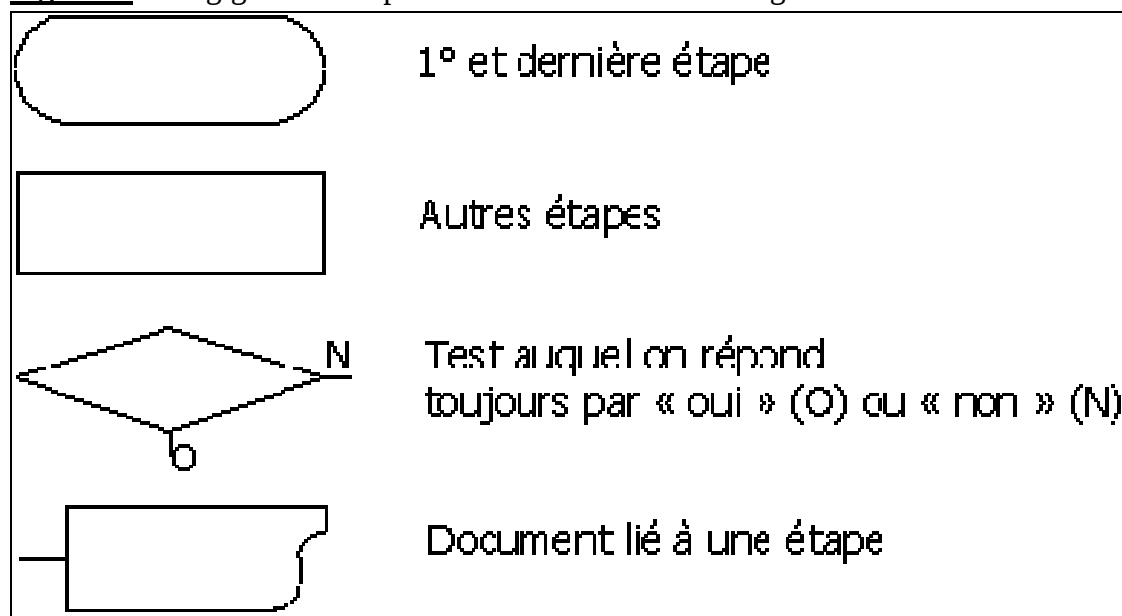
### 1. Procédé général de transformation

Pour avoir une vision globale sur le processus, nous avons jugé utile de réaliser le logigramme décrivant les différentes sections :





**Figure 3 :** le logigramme du processus de fabrication de la gomme de caroube.





La séparation des composants de la graine au cours de la fabrication, présente un point critique, qui exige un traitement soigneux et délicat avant le fractionnement, en assurant une meilleure élimination de la cuticule, du germe, et l'endosperme, qui constitue, la matière utile à la production de la gomme de caroube.

### **1.1. Décortiquage :**

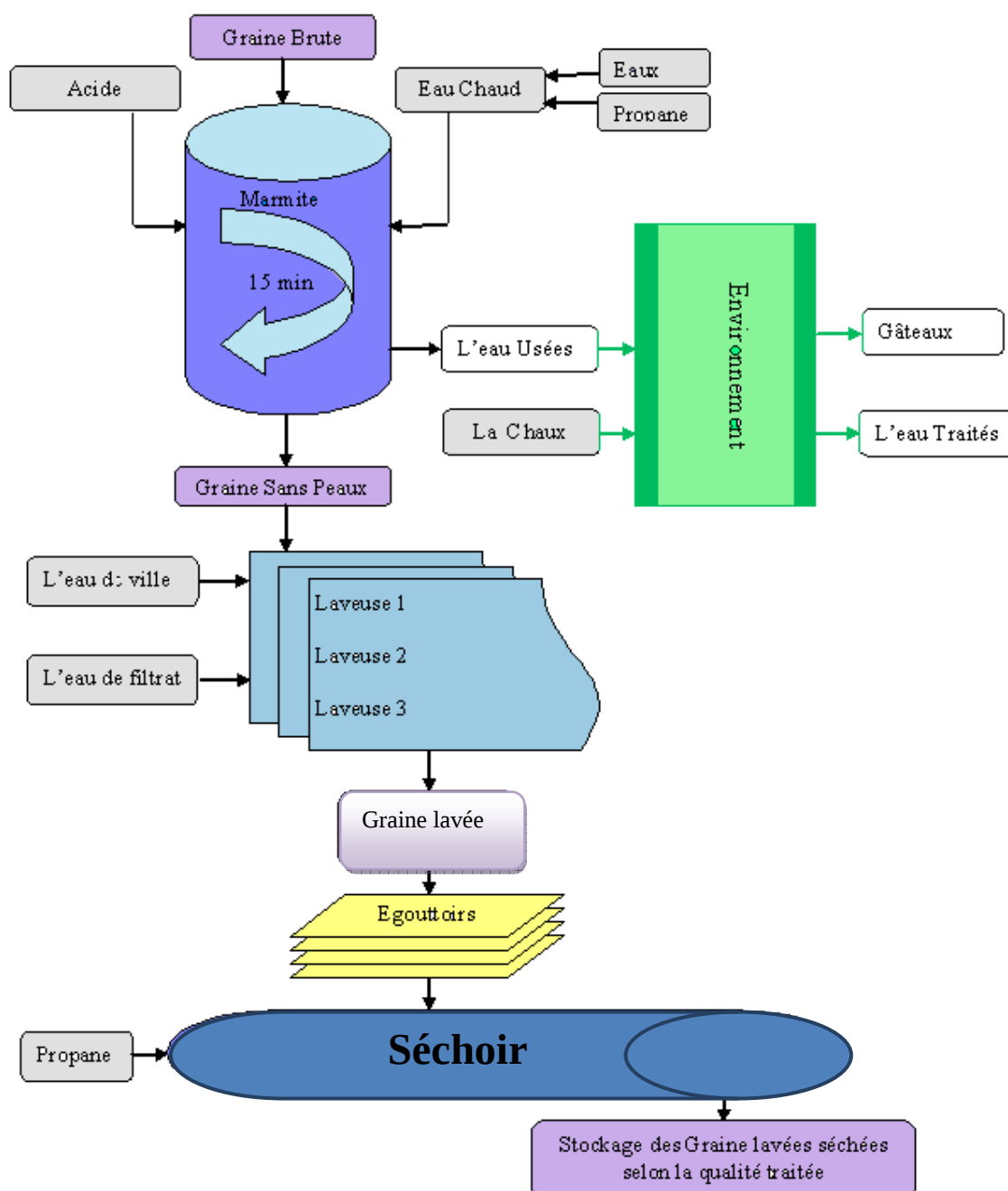
La première étape comporte le décortiquage de la graine brute (GB). Ceci est réalisé par le traitement chimique qui se fait par deux méthodes soit l'abrasion soit l'immersion.

Ces deux méthodes ont presque le même principe, la différence entre eux c'est le dosage de l'acide, l'eau chaude et l'eau froide ainsi que la durée de traitement. L'immersion est utilisée pour les hautes qualités et les grands calibres. Par contre, on peut utiliser l'abrasion pour toutes les qualités et les calibres.

Le traitement chimique, provoque une carbonisation de la cuticule ; en acidifiant les graines à une température élevée, la cuticule obtenue est séparée par un lavage. Les graines décortiquées sont séchées puis passées à la dégermination.

En ce qui concerne les rejets d'eau et d'acide, ils sont dirigés vers des fosses de traitements, où l'on ajoute de la chaux pour pouvoir augmenter le pH et essayer de le stabiliser vers 7. Ensuite l'eau des fosses de traitements est dirigée vers un filtre à presse afin d'éliminer les précipités toxiques qui se sont formés dans les fosses de traitements.

Nous avons jugé utile de formaliser l'enchaînement du traitement chimique au niveau du poste décortiquage. (Voir figure 4).

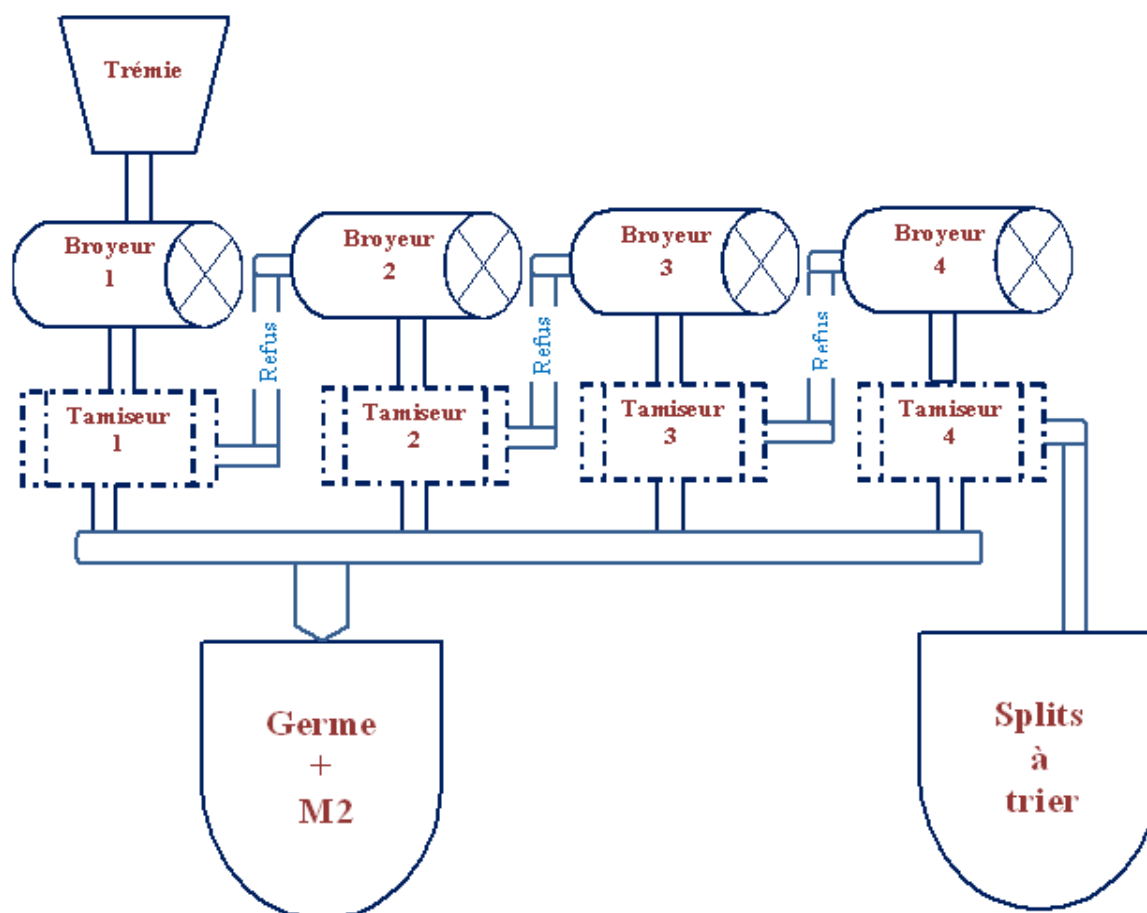


**Figure 4 :** Description du poste de décorticage

### 1.2.Dégermination :

La dégermination est un moyen mécanique constitué des broyeurs à marteaux pour la séparation du germe alimentaire et l'endosperme, qui passe au tri optique.

Pour avoir une vision claire du poste broyage, nous avons formalisé les différentes étapes de cette opération. (Voir figure 5).



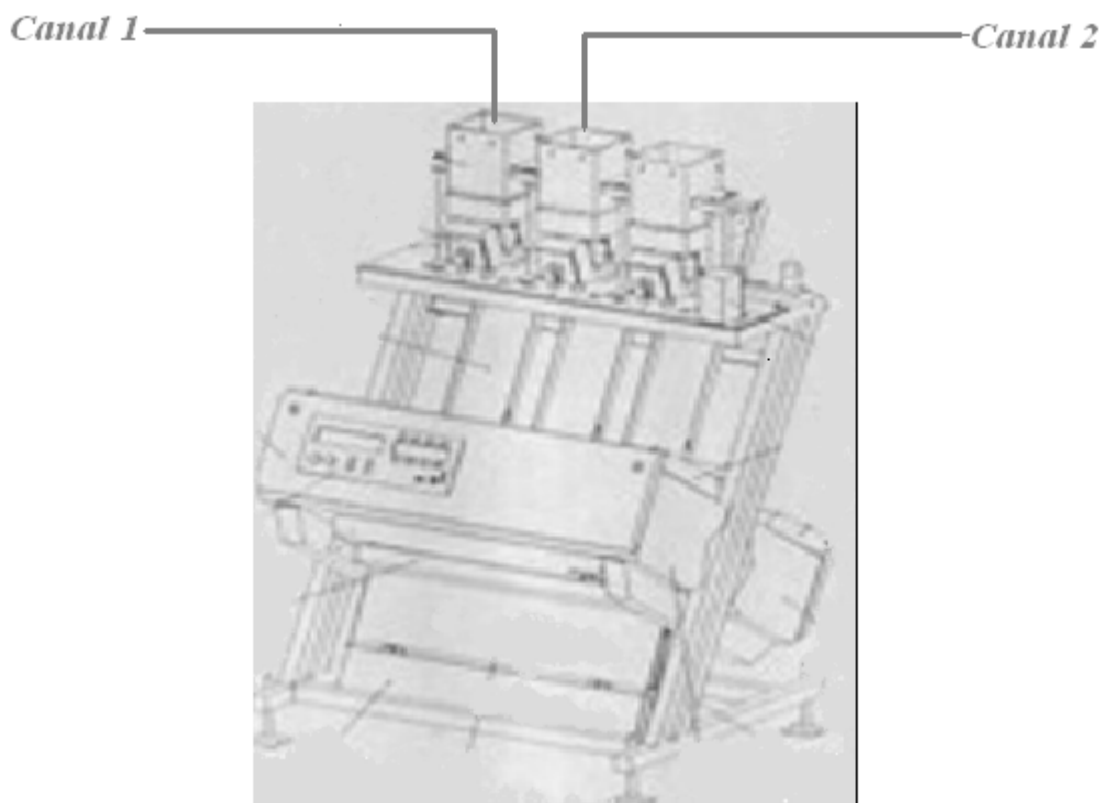
**Figure 5 :** Description du poste de dégermination

### 1.3.Tri Optique :

Dans cette étape les endospermes passent par une trieuse constituée de deux canaux chacun contient deux caméras qui détectent les splits tachés, de couleur foncée, et les diffuse au silo correspondant.

Les split non détectés passent au 2<sup>ème</sup> canal avec la même procédure du premier. Le nombre de tri dépend de la qualité demandée.

Les splits alimentaires, obtenu à la fin du triage, entrent au processus de la mouture. La figure 6 ci-dessous présente une photo de la trieuse.



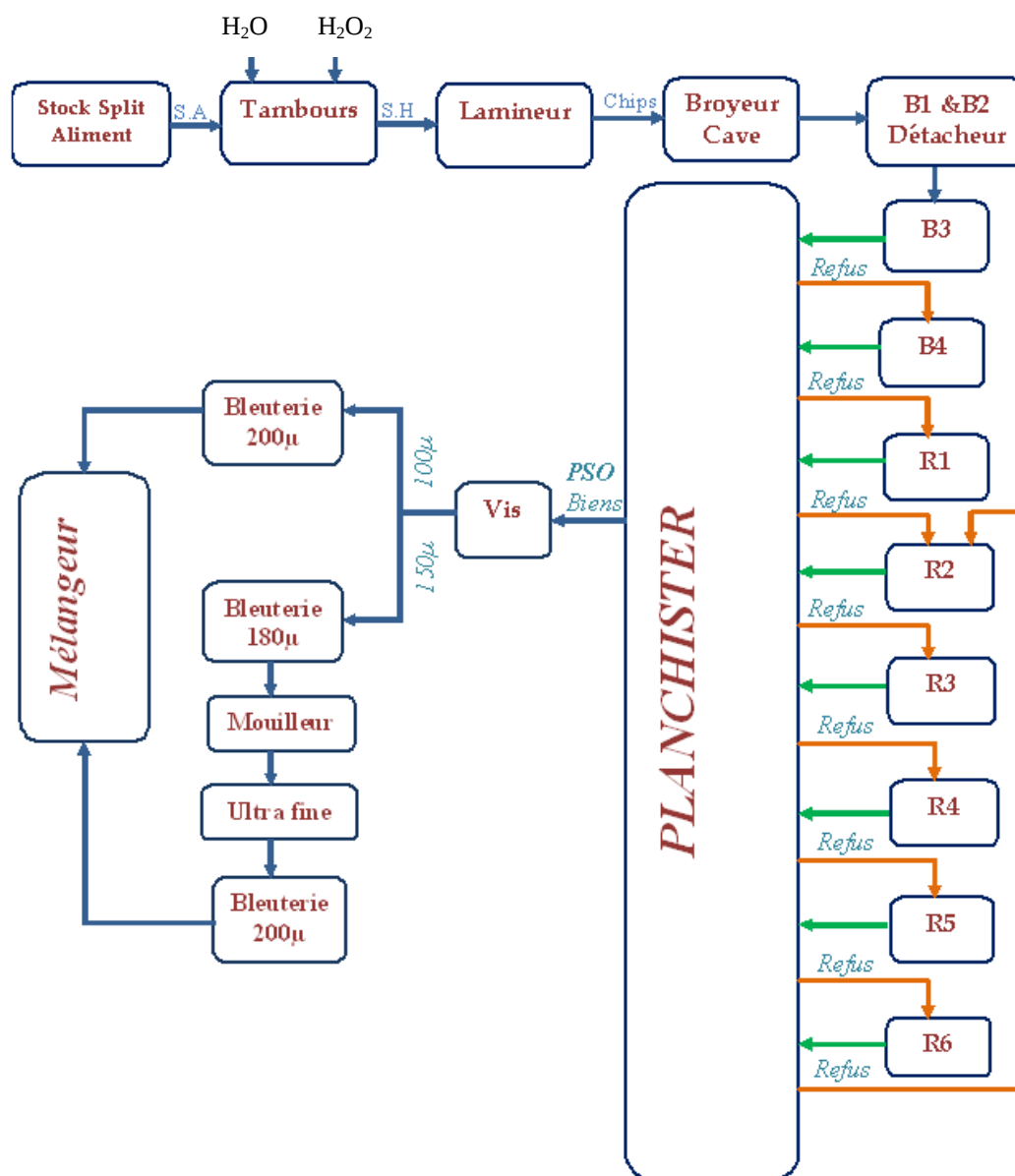
**Figure 6 :** schéma descriptif de la trieuse optique

#### **1.4.Mouture**

La mouture est le cœur de la production, c'est la dernière étape pour arriver à la farine de caroube.

La section mouture est répartie en 4 étapes, l'humidification, le laminage, le broyage et le tamisage.

Nous avons jugé utile de formaliser l'enchaînement des différentes étapes de la section mouture. (Voir figure 7)



**Figure 7** : Shéma descriptif de la section mouture

## 2. Présentation du sujet de stage :

Un service de production est avant tout un centre névralgique de l'entreprise qui doit permettre d'avoir une vision d'ensemble et coordonnée des opérations. Cependant, pour être pertinents, les indicateurs doivent se concentrer sur des phases essentielles de la vie du produit. Plusieurs niveaux doivent ensuite être appréhendés. La constatation d'un écart, l'explication et la résorption.



Les indicateurs doivent mesurer la performance d'un processus clé, offrir un élément de comparaison et se contrôler par des cartes de contrôle pour avoir un processus stable pertinent et efficace.

Pour assurer le suivi, le contrôle et l'amélioration des opérations de la production, il nous a été demandé durant ce stage de :

### ***2.1. Déterminer les indicateurs de performance :***

Cette partie consiste à établir une application informatique, par excel, pour chaque section du processus de production. Cette application est composée de trois feuilles, la première feuille est une feuille de saisie des informations, la deuxième calcule les indicateurs et les compare avec leurs objectifs fixés par la société et la troisième affiche les résultats sous forme graphique.

### ***2.2. Mettre en place les cartes de contrôle:***

Les cartes de contrôle sont mises en place à la section mouture, où nous avons analysé le processus, et nous avons désigné les paramètres à contrôler. Nous avons choisi ensuite le type convenable de carte de contrôle. Enfin nous avons pris les prélèvements pour calculer les limites de contrôle et de surveillance et construire la carte.

### ***2.3. Optimiser la procédure de nettoyage :***

Le nettoyage consiste à éliminer les salissures afin d'assurer la propreté, l'hygiène, l'esthétique et la maintenance préventive des machines, selon des procédés mécaniques et / ou chimiques.

Cette opération concerne la section mouture, elle est hebdomadaire, chaque lundi.

Pour réduire les coûts, les délais et augmenter le temps de production, nous devons minimiser la durée de nettoyage le maximum possible et pour cela nous avons fait une étude détaillée pour réorganiser cette opération.



## Chapitre 3

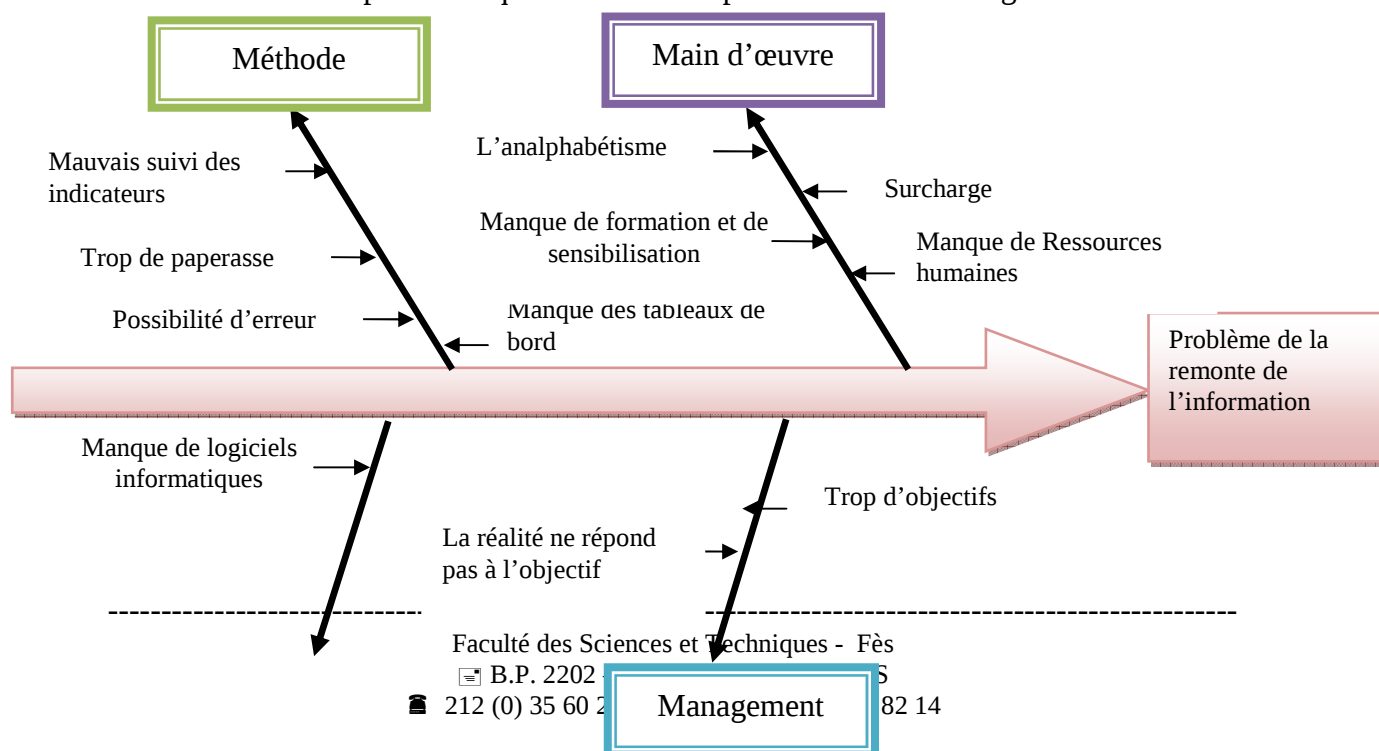
# Optimisation du service production

## Partie 1 :

# Les indicateurs de performance

## 1. Définitions du problème :

A partir des données collectées durant l'étude du problème, nous avons analysé les différentes causes du problème que nous avons représentées dans le diagramme Ishikawa :





← Surcharge des personnels

Matériel

**Figure8** : schéma descriptif des différentes causes de la remontée d'information

Pour résoudre ces problèmes, être plus performant et atteindre les objectifs prévus, on doit mesurer les différents paramètres et faire un suivi rigoureux qui permet de donner une vision claire et globale sur l'état de production. Pour arriver à ce stade nous avons jugé utile la mise en place des indicateurs de performance et des tableaux de bord.

**1.1. Définition des indicateurs de performance :**

Les indicateurs de performance font partie des [indices](#) regroupés dans un [tableau de bord de gestion](#) qui indiquent le travail accompli par rapport aux [objectifs](#) fixés pour une organisation donnée. Ces indicateurs portent sur la [qualité](#), la durée et les coûts. Ils sont utilisés pour mesurer la performance des [ressources](#), des [processus](#), des [produits](#) et des [services](#).

Un indicateur est une donnée quantitative qui permet de caractériser une situation évolutive, une action ou les conséquences d'une action, de façon à les évaluer et à les comparer à leur état à différentes dates. Les indicateurs doivent être définis en relation avec les objectifs du projet. Ils ont pour objet de donner des informations sur les paramètres liés aux processus mis en œuvre.

Les indicateurs sont donc des outils indispensables au pilotage d'un organisme, d'une équipe, d'un processus pour atteindre les objectifs visés. Pour lui permettre d'analyser la situation et prendre les décisions de corrections éventuelles, l'encadrement doit donc connaître l'information nécessaire en temps utile. Il s'intéressera plus particulièrement à son évolution dans le temps et aux écarts par rapport aux objectifs.

**2. Présentation de l'application :**

A partir du suivi et de l'analyse des différentes sections du service production depuis la matière première jusqu'au produit fini, nous avons caractérisé les entrées – sorties de chaque poste ensuite nous avons jugé utile de formaliser ces processus. (Voir Chapitre 2).

Pour résoudre le problème de la remontée d'information, la direction a apprécié favorablement la nécessité d'établir une application informatique pour chaque section. Cette application permet de saisir toutes les informations collectées, visualiser les indicateurs et les comparer avec les objectifs fixés.

La première feuille de l'application concerne la saisie des entrées sorties de chaque poste et alimente la deuxième feuille qui fait la comparaison entre les travaux réalisés et leurs objectifs. La troisième feuille permet de visualiser l'évolution de ces indicateurs mensuels avec leurs objectifs.

Les informations seront remplies par service en identifiant la date, le service et le nom du chef d'équipe.

L'application concerne trois postes : « Traitement chimique », « Broyage-Trie Optique » et « Mouture ». Elle joue un rôle primordial aux niveaux :



- de l'auto maintenance.
- de l'archivage des données.
- des audits interne et externe.
- d'optimisation du processus.

### **2.1. Poste « Traitement chimique » : (Voir CD)**

L'application de chaque poste contient trois feuilles :

**Feuille 1:** elle contient les champs suivants :

- l'état du stock des graines brutes (stock initial – entrée – sortie et stock final)
- la quantité produite des graines lavées séchées.
- la quantité recyclée au traitement et la quantité recyclée au séchoir.
- durée de panne.
- l'utilisation de l'acide, du propane, de la chaux, de l'eau potable et de l'eau de filtrat.

**Feuille 2:** à partir des informations saisies dans la feuille 1, les indicateurs seront calculés automatiquement. Ci-dessous les différents indicateurs qui concernent le poste traitement chimique :

**NB :** on devise par 8 car il y'a trois équipe, chaque équipe travaille 8 heures.

- taux de production des graines lavées séchées par heure et le comparer à son objectif selon le type de traitement réalisé.

$$\text{Taux de production des GLS} = \text{quantité produite de GLS} / 8$$

- taux de recyclage au traitement et le taux de recyclage au séchoir & leurs objectifs.

$$\text{Taux de recyclage} = \text{quantité recyclée} / \text{quantité produite}$$

- perte acide soit par abrasion ou par immersion en le comparant à son objectif fixé selon le type de traitement et la qualité traitée.

$$\text{Perte acide} = [( \text{quantité GB} - \text{quantité GLS} ) / \text{quantité GB}] * 100$$

- comparer la quantité d'acide utilisée avec celle prévue.
- taux d'utilisation d'eau filtrat par rapport à l'eau potable, l'objectif de l'entreprise est d'arriver à 80% d'eau de filtrat et 20% de l'eau potable.

$$\text{Taux d'utilisation de l'eau de filtrat} = \text{quantité d'eau de filtrat} / \text{quantité d'eau utilisé}$$



- taux de panne.

$$\text{Taux de panne} = (\text{la durée de panne (en heures)} / 8) * 100$$

**Feuille 3:** cette feuille concerne les graphes représentatifs des différents indicateurs avec leurs objectifs prévus.

## **2.2. Broyage – Trie optique : (Voir CD)**

Concernant la partie broyage et le triage, l'application contient trois feuilles :

**Feuille 1 :** les champs à remplir sont:

### **➤ Partie Broyage :**

- état du stock des Graines Lavées Séchées (GLS) : stock initial, entrées, sorties et stock final.
- informations générales concernant les GLS (calibre, origine, qualité de traitement et qualité du produit).
- informations sur les broyeurs : vitesse d'alimentation qui donne automatiquement le débit des GLS passants aux broyeurs par équipe (pendant 8 heures), et les broyeurs utilisés.
- quantités de split et de germe produites avec le % de split propre, split germé, split brisé et graine entière dans les split produites.
- quantité à recycler, et en cas de recyclage il y a la quantité de split et de germe produite.
- état de stock du germe et de split à trier: stock initial, entrées, sorties et stock final.

### **➤ Partie Tri :**

- informations sur le produit et la trieuse : la qualité du produit, la qualité du traitement, la sensibilité et le nombre de tri.
- quantité des splits alimentaires<sup>1</sup> avec un contrôle des tachés dans les claires.
- quantité des splits tachés avec un contrôle des claires dans les tachés.
- état de stock des splits tachés : stock initial, entrées, sorties et stock final.
- en cas de retriage : la quantité entrée au retriage c'est la sortie du stock des splits tachés, puis on indique la quantité obtenue des splits alimentaire 2 et de Pet food.
- état de stock de Pet food : stock initial, entrée, sortie et stock final.



- durée de panne.

**Feuille 2 :** à partir des informations collectées dans la feuille1 , les indicateurs et les objectifs seront calculés automatiquement :

➤ **Partie Broyage :**

- % split produite et % germe.

$$\% \text{ split produit} = \text{quantité produite des split} / \text{qté des GLS} * 100$$

$$\% \text{ germe} = \text{quantité produite du germe} / \text{qté des GLS} * 100$$

- taux de production en Kg/h.

$$\text{Taux de production des SA} = \text{quantité produite de SA} / 8$$

SA : Split Alimentaire.

- taux de perte en %.

$$\text{Taux de perte} = (\text{quantité des split} + \text{quantité de germe}) / \text{quantité des GLS} * 100$$

- % split propre , % split brisé, % split germé et % graine entière dans les split produite à la sortie des broyeurs.

$$\% \text{ split propre} = (\text{quantité des split propre}) / \text{quantité Split produite} * 100$$

$$\% \text{ split brisé} = (\text{quantité des split brisé}) / \text{quantité Split produite} * 100$$

$$\% \text{ graine entière} = (\text{quantité des entière}) / \text{quantité Split produite} * 100$$

- taux de recyclage et le taux de balayage.

$$\text{Taux de recyclage} = (\text{quantité recyclée}) / \text{quantité GLS} * 100$$

$$\text{Taux de balayage} = (\text{quantité balayée}) / \text{quantité GLS} * 100$$

➤ **Partie Tri :**

- taux des splits tachés et taux des splits alimentaires1 selon la qualité de traitement abrasion ou immersion.
- % taché dans les claire et % des claires dans les tachés.



- taux des split alimentaire<sup>2</sup> et le taux de pet food (split non alimentaires).

**Feuille 3:** cette feuille concerne les graphes représentatifs des différents indicateurs et des objectifs prévus.

### 2.3. Mouture : (Voir CD)

Concernant le poste Mouture, l'application contient trois feuilles :

**Feuille 1** : feuille de saisie qui contient les champs suivants :

- état de stock des split alimentaire (stock initial, entrées, sorties et stock final).
- informations sur le processus : la qualité traitée, le nombre de tambours, quantité de H<sub>2</sub>O utilisée, temps de séjours.
- quantité de H<sub>2</sub>O et de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> utilisée dans le tambour (humidificateur).
- état de stock de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : stock initial, entrées, sorties et stock final.
- contrôle du PSO ( produit semi-œuvré) dans le mélangeur pendant quatre phases (1/4, 1/2, 3/4, 1) :
  - contrôle de granulométrie : on prend un échantillon qu'on teste par trois tamiseurs 180µm, 150µm et 75µm.
  - contrôle humidité : on prend un échantillon et on calcule son humidité.
- contrôle de l'état des tamis : il y a trois Belutries (100µm, 150µm, ultra fine), on prend un échantillon de chacune des sorties de bleutries et on teste sa granulométrie par un tamiseur de même maille que celle du tissu du bleutrie.

**Feuille 2** : feuille des indicateurs avec leurs objectifs qui est alimenté par la feuille 1, voici les différents indicateurs :

- taux d'humidification : rapport entre H<sub>2</sub>O utilisé et Split alimentaire entrant au tambour et le comparer avec son objectif de 20%.

$$\text{Taux d'humidification} = \text{quantité H}_2\text{O} / \text{quantité des split} * 100$$

- % split non laminé : quantité des split non laminés dans un échantillon de chips à la sortie du lamineur et qui ne doit pas dépasser 4%.

$$\% \text{split non laminé} = (\text{quantité non laminé}) / \text{quantité split} * 100$$

- taux chips : faire une moyenne de longueur et de largeur de 10 chips prises à la sortie du lamineur et les comparer avec les moyennes fixées par le processus.



- humidité sortie tambours : calculer l'humidité des split humidifiés et la comparer avec son objectif max de 28%.
- contrôle du PSO dans le mélangeur : Comparaison des résultats réalisés en granulométrie et humidité avec leurs objectifs qui se différencient selon la qualité.

**Feuille 3:** cette feuille concerne les graphes représentatifs des différents indicateurs et des objectifs prévus.

Nous avons réalisé une fiche de contrôle pour suivre la production des PSO pour les meuniers dont le but d'atteindre zéro défaut, zéro perte et pour avoir une meilleure traçabilité de ce processus et d'alimenter l'application de mouture par les informations nécessaires.

Voir la fiche de contrôle du processus Mouture à l'annexe 1. Cette fiche est validée par le responsable production et la responsable qualité.

## Partie 2 :

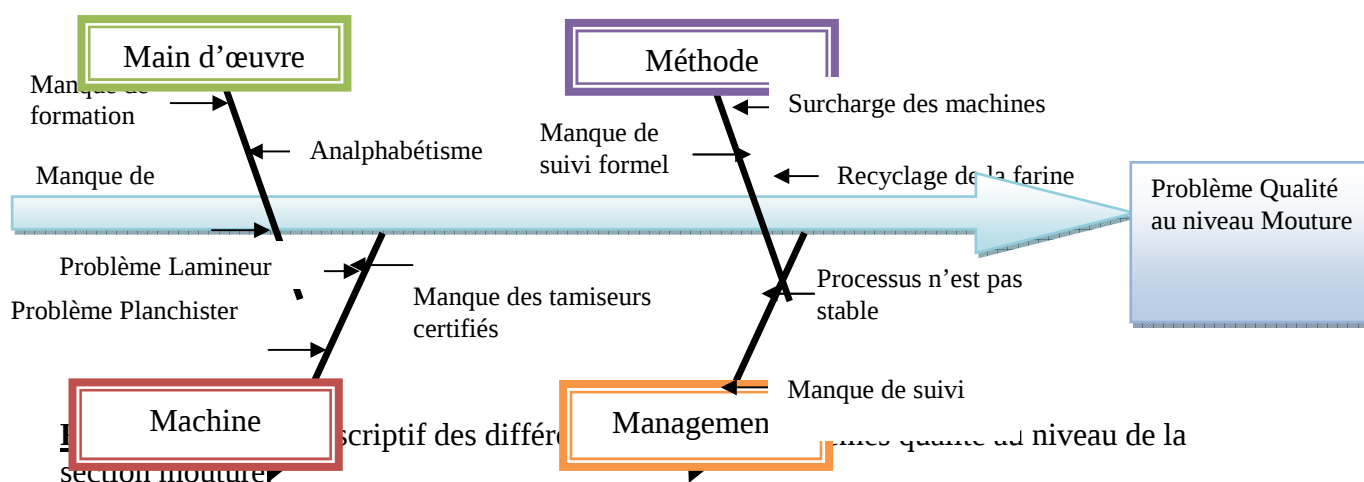
# Les cartes de contrôle

## 1.

### Définitions du

#### problème :

D'après l'étude que nous avons faite pour ce poste, nous avons remarqué que la mouture est le cœur de la production ou il existe le cumul de plusieurs problèmes et par la suite la non-conformité du produit finis. Tout d'abord nous avons élaboré le diagramme Ishikawa pour bien représenter les différentes causes de cette problématique :



Pour avoir un processus stable, réduire les pertes, minimiser le recyclage et avoir un produit conforme, il faut un suivi rigoureux du processus pour respecter les limites de contrôle et les exigences du client. Pour résoudre ce problème nous avons jugé que la mise en place des cartes de contrôle est très importante.

## 2.

### Définition des

#### Cartes de contrôle :

Outil principal du contrôle de la qualité des procédés de fabrication, les cartes de contrôles sont des représentations graphiques des caractéristiques des échantillons produits en fonction du temps ; on y trouve une limite supérieure et une limite inférieure à ne pas dépasser. Habituellement, on calculera ces limites en fonction d'un intervalle de confiance



de  $\pm 3$  écarts types, bien que parfois, on établit des limites plus restreintes de  $\pm 2$  et  $\pm 1$  écarts types pour suivre de plus près l'évolution du procédé.

Il existe 2 grandes familles de cartes de contrôle, qui se subdivisent elles mêmes en divers types :

1) Par mesure ou variables ( $\bar{X}$  et R), elle se présente en deux façons :

- En fonction des fabrications
- En fonction des spécifications

2) Par calibre ou attributs, elle se divise en 3 types :

- En fonction du nombre de mauvaises unités  $np$  ;
- En fonction du pourcentage de mauvaises unités ;
- En fonction du nombre de défaut par unité.

Pour plus de détail, voir annexe 2.

### 3.

#### de contrôle

#### Etude des cartes

Nous avons fait notre étude de contrôle pour la section mouture puisqu'elle présente la barrière du produit semi-fini, si l'ouvrier découvre un problème dès le début il peut le corriger facilement et là on peut parler de l'autocontrôle.

Les paramètres à contrôler avec le type de carte convenable sont :

- Taux de chips :
  - Longueur et Largeur → Fabrication
  - Chips non laminés : → par Calibre
- Contrôle Bleuterie : 100 $\mu$ m, 150 $\mu$ m → Spécifique
- Contrôle PSO dans le mélangeur :
  - Humidité : → Spécifique

#### 3.1. Taux de chips :

Nous avons pris 20 prélèvements de taille  $n=5$  (5 échantillons) , pour chaque échantillon nous avons calculé la longueur et la largeur de 10 chips de différentes tailles à l'aide d'un pied-à-coulisse puis nous avons calculé leur moyenne.

Voir les tableaux des prélèvements de chips (longueur et largeur) à l'annexe 4.

##### 3.1.1. Longueur :



Le tableau suivant présente un résumé des prélèvements de la longueur de chips avec les moyennes  $\bar{X}$  et les étendues  $R$  de chaque prélèvement ainsi que la moyenne de  $\bar{X}$  et de  $R$  ( $\bar{\bar{X}}$  et  $\bar{R}$ ). Les valeurs sont en mm.

| Prélèv                    | x1    | x2    | x3    | x4    | x5    | $\bar{X}$ | R    |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
| 1                         | 22,91 | 23,11 | 19,95 | 17,47 | 23,73 | 21,43     | 6,26 |
| 2                         | 19,61 | 19,57 | 20,69 | 21,66 | 20,10 | 20,33     | 2,09 |
| 3                         | 21,58 | 20,78 | 24,01 | 26,41 | 25,65 | 23,69     | 5,63 |
| 4                         | 25,16 | 20,24 | 20,87 | 17,41 | 22,62 | 21,26     | 7,75 |
| 5                         | 24,49 | 25,10 | 22,81 | 23,63 | 25,03 | 24,21     | 2,29 |
| 6                         | 23,00 | 24,57 | 22,51 | 26,62 | 24,80 | 24,30     | 4,11 |
| 7                         | 27,25 | 22,03 | 27,47 | 22,66 | 27,55 | 25,39     | 5,52 |
| 8                         | 23,23 | 25,74 | 25,67 | 27,91 | 26,50 | 25,81     | 4,68 |
| 9                         | 26,86 | 24,02 | 23,22 | 25,24 | 22,87 | 24,44     | 3,99 |
| 10                        | 26,49 | 23,94 | 32,20 | 24,30 | 24,50 | 26,29     | 7,70 |
| 11                        | 23,03 | 30,00 | 24,07 | 31,50 | 23,50 | 26,42     | 8,47 |
| 12                        | 26,40 | 23,98 | 24,95 | 27,41 | 23,61 | 25,27     | 3,79 |
| 13                        | 29,47 | 26,00 | 25,88 | 21,85 | 25,10 | 25,66     | 7,62 |
| 14                        | 24,56 | 23,10 | 25,12 | 22,42 | 23,56 | 23,75     | 2,70 |
| 15                        | 21,28 | 20,40 | 21,19 | 24,70 | 23,52 | 22,22     | 4,30 |
| 16                        | 23,03 | 22,31 | 22,23 | 23,95 | 21,73 | 22,65     | 2,22 |
| 17                        | 26,17 | 24,37 | 23,79 | 21,12 | 22,60 | 23,61     | 5,04 |
| 18                        | 20,85 | 23,32 | 19,97 | 22,82 | 17,54 | 20,90     | 5,78 |
| 19                        | 21,32 | 21,53 | 24,20 | 24,31 | 23,29 | 22,93     | 2,99 |
| 20                        | 26,16 | 23,33 | 23,03 | 25,17 | 24,09 | 24,35     | 3,13 |
| Moyenne de $\bar{X}$ et R |       |       |       |       |       | 23,75     | 4,80 |

**Tableau1:** Moyennes et étendues pour la longueur

Après le calcul de  $\bar{X}$  et de  $\bar{R}$ , nous passons au calcul des limites de contrôle et de surveillance pour la longueur.

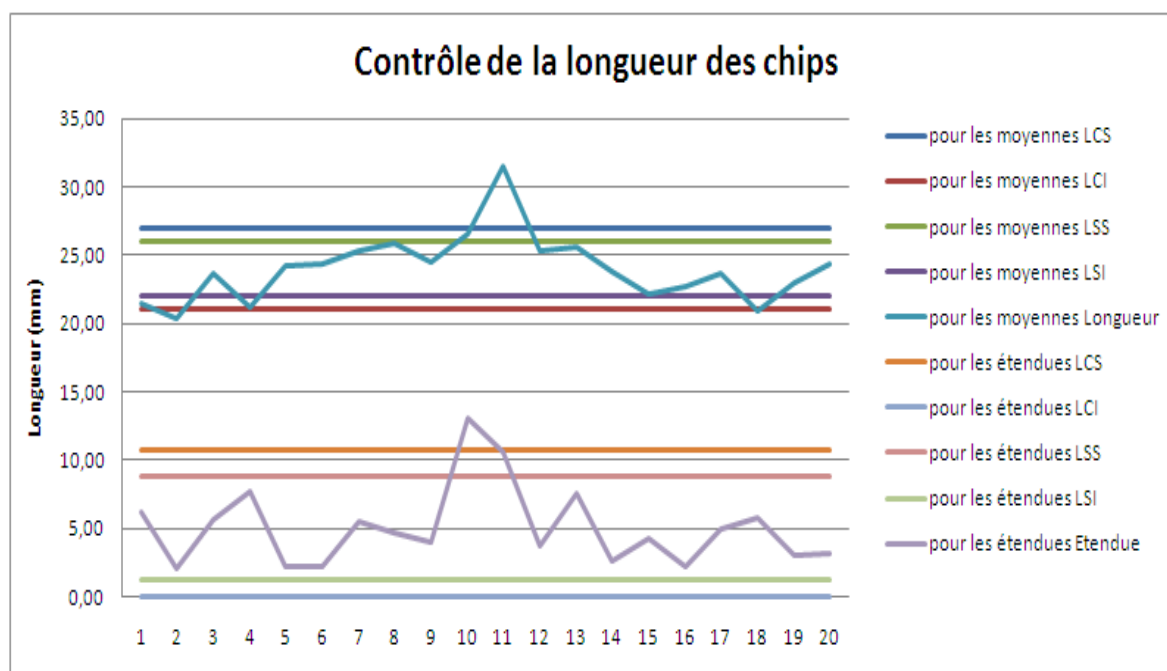
Le tableau ci-dessous désigne les limites de contrôle et de surveillance pour les moyennes et les étendues :

|                      | Limites de contrôle                   |       | Limites de surveillance                  |       |
|----------------------|---------------------------------------|-------|------------------------------------------|-------|
| Limites de $\bar{X}$ | $LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$ | 26,52 | $LSS = \bar{\bar{X}} + A_{2b} * \bar{R}$ | 25,59 |
|                      | $LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$ | 20,97 | $LSI = \bar{\bar{X}} - A_{2b} * \bar{R}$ | 21,90 |
| Limites de R         | $LCS = D_4 * \bar{R}$                 | 10,15 | $LSS = D_{4b} * \bar{R}$                 | 8,37  |
|                      | $LCI = D_3 * \bar{R}$                 | 0,00  | $LSI = D_{3b} * \bar{R}$                 | 1,23  |

**Tableau2:** Limites de contrôle LCS/LCI et Limites de surveillance LSS/LSI de la longueur

Les facteurs  $A_2, D_3, D_4, \dots$  se trouvent à la table des facteurs de contrôle (voir annexe 3).

L'étape suivante est de placer les points  $\bar{X}$  et R prélevés au début dans les carte de contrôle et vérifier s'ils respectent les limites établies.



**Figure10:** Carte de contrôle provisoire pour la longueur

La carte de contrôle des moyennes indique que les échantillons 2, 11 et 18 sont hors limites. L'analyse de la carte de contrôle des étendues indique que l'échantillon 10 est inacceptable.

Dans ce cas, nous allons refaire ces quatre échantillons, et nous reprendrons la procédure. Les moyennes et les étendues changent ainsi que leur moyenne. Le tableau suivant présente les nouvelles valeurs :

| Prélèv                                      | X     | R    | Prélèv | X            | R           |
|---------------------------------------------|-------|------|--------|--------------|-------------|
| 1                                           | 21,43 | 6,26 | 11     | 26,42        | 8,47        |
| 2                                           | 21,64 | 3,35 | 12     | 25,27        | 3,79        |
| 3                                           | 23,69 | 5,63 | 13     | 25,66        | 7,62        |
| 4                                           | 21,26 | 7,75 | 14     | 23,75        | 2,70        |
| 5                                           | 24,21 | 2,29 | 15     | 22,22        | 4,30        |
| 6                                           | 24,30 | 4,11 | 16     | 22,65        | 2,22        |
| 7                                           | 25,39 | 5,52 | 17     | 23,61        | 5,04        |
| 8                                           | 25,81 | 4,68 | 18     | 22,24        | 8,47        |
| 9                                           | 24,44 | 3,99 | 19     | 22,93        | 2,99        |
| 10                                          | 26,29 | 7,70 | 20     | 24,35        | 3,13        |
| <b>Moyenne de <math>\bar{X}</math> et R</b> |       |      |        | <b>23,88</b> | <b>5,00</b> |

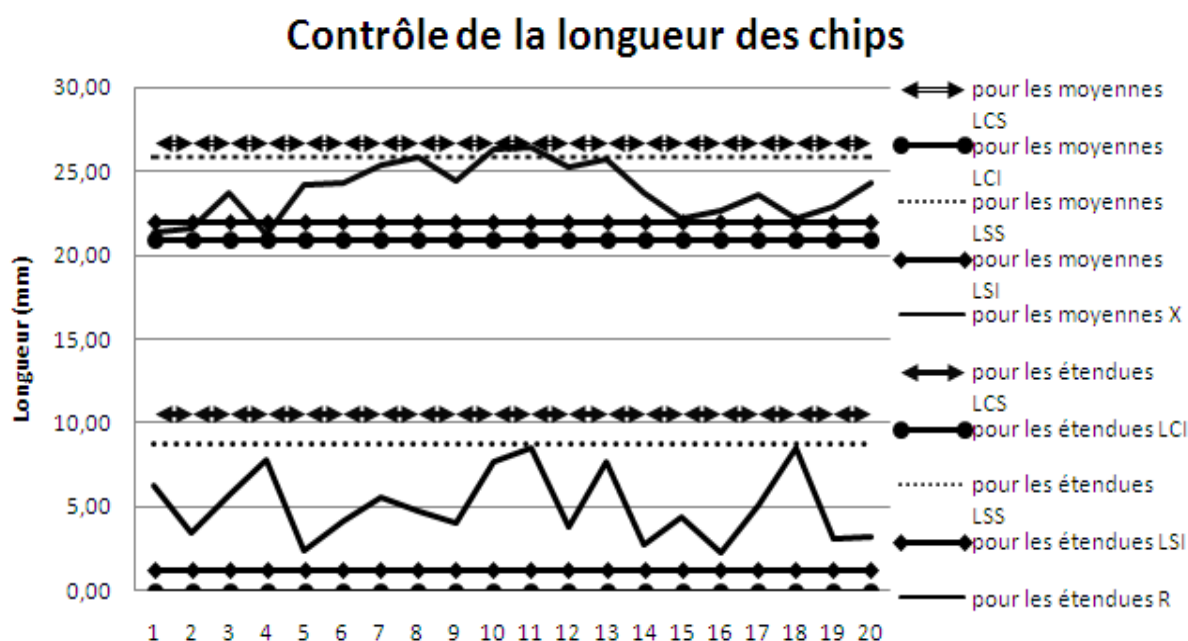
**Tableau 3 :** Les moyennes et les étendues après la reprise des échantillons

Les moyennes de  $\bar{X}$  et R changent, alors les limites changent. Le tableau suivant présente les limites officielles pour contrôler la longueur de chips.

|                      | Limites de contrôle                   |       | Limites de surveillance                  |       |
|----------------------|---------------------------------------|-------|------------------------------------------|-------|
| Limites de $\bar{X}$ | $LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$ | 26,76 | $LSS = \bar{\bar{X}} + A_{2b} * \bar{R}$ | 25,80 |
|                      | $LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$ | 20,99 | $LSI = \bar{\bar{X}} - A_{2b} * \bar{R}$ | 21,95 |
| Limites de $R$       | $LCS = D_4 * \bar{R}$                 | 10,57 | $LSS = D_{4b} * \bar{R}$                 | 8,72  |
|                      | $LCI = D_3 * \bar{R}$                 | 0,00  | $LSI = D_{3b} * \bar{R}$                 | 1,29  |

**Tableau 4** : Limites de contrôle et de surveillance officielles pour la longueur

La carte de contrôle officielle de la longueur est établie, nous avons vérifié que tous les points sont à l'intérieur.



**Figure11** : Carte de contrôle officielle pour la longueur

### 3.1.2. Largeur :

Le tableau suivant présente un résumé des prélèvements de la largeur de chips avec les moyennes  $\bar{X}$  et les étendues  $R$  de chaque prélèvement ainsi que la moyenne de  $\bar{X}$  et de  $R$  ( $\bar{\bar{X}}$  et  $\bar{R}$ ). Les valeurs sont en mm.



| Prélèvements              | X1    | X2    | X3    | X4    | X5    | $\bar{X}$ | R    |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
| 1                         | 14,24 | 11,33 | 12,86 | 10,60 | 17,39 | 13,28     | 6,79 |
| 2                         | 13,36 | 13,72 | 12,60 | 12,39 | 13,40 | 13,09     | 1,34 |
| 3                         | 12,44 | 12,67 | 14,76 | 15,75 | 18,18 | 14,76     | 5,52 |
| 4                         | 16,94 | 12,79 | 13,01 | 11,45 | 15,67 | 13,97     | 5,49 |
| 5                         | 16,41 | 14,83 | 13,86 | 12,93 | 15,50 | 14,71     | 3,48 |
| 6                         | 13,09 | 13,49 | 13,22 | 15,90 | 14,96 | 14,13     | 2,82 |
| 7                         | 15,70 | 14,28 | 15,25 | 13,91 | 14,60 | 14,75     | 1,79 |
| 8                         | 12,34 | 13,35 | 14,47 | 17,47 | 15,96 | 14,72     | 5,14 |
| 9                         | 13,34 | 13,42 | 12,41 | 13,41 | 13,18 | 13,15     | 1,01 |
| 10                        | 14,63 | 14,49 | 15,48 | 12,75 | 12,32 | 13,93     | 3,15 |
| 11                        | 17,02 | 17,24 | 14,94 | 22,97 | 19,38 | 18,31     | 8,03 |
| 12                        | 14,82 | 14,36 | 12,90 | 13,09 | 12,65 | 13,56     | 2,17 |
| 13                        | 13,42 | 13,17 | 13,30 | 12,34 | 13,86 | 13,22     | 1,08 |
| 14                        | 13,10 | 12,83 | 13,73 | 13,88 | 13,05 | 13,32     | 1,05 |
| 15                        | 10,67 | 11,13 | 11,29 | 12,68 | 12,41 | 11,63     | 2,00 |
| 16                        | 11,07 | 12,64 | 11,48 | 10,48 | 9,52  | 11,04     | 3,12 |
| 17                        | 14,20 | 15,99 | 14,66 | 12,71 | 14,74 | 14,46     | 3,28 |
| 18                        | 14,15 | 15,41 | 12,61 | 15,09 | 8,61  | 13,17     | 6,79 |
| 19                        | 12,75 | 13,40 | 14,11 | 15,41 | 15,81 | 14,29     | 3,06 |
| 20                        | 14,97 | 14,19 | 13,84 | 13,43 | 15,48 | 14,38     | 2,06 |
| Moyenne de $\bar{X}$ et R |       |       |       |       |       | 13,89     | 3,46 |

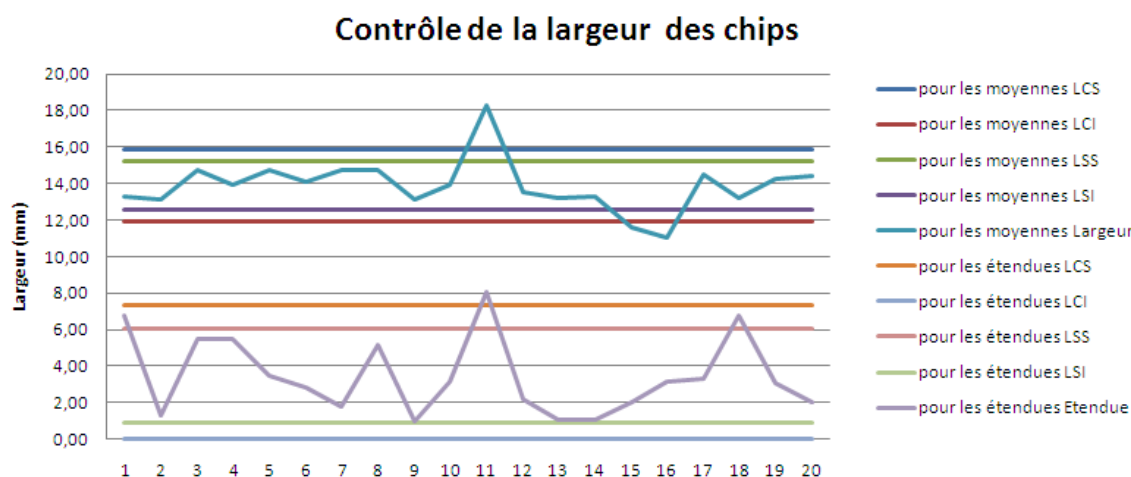
**Tableau 5 :** Moyennes et étendues de largeur

Après le calcul de  $\bar{X}$  et de  $\bar{R}$ , nous passons au calcul des limites de contrôle et de surveillance pour la largeur.  
Le tableau ci-dessous désigne les limites de contrôle et de surveillance pour les moyennes et les étendues :

|                      | Limites de contrôle             |       | Limites de surveillance            |       |
|----------------------|---------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| Limites de $\bar{X}$ | $LCS = \bar{X} + A_2 * \bar{R}$ | 15,89 | $LSS = \bar{X} + A_{2b} * \bar{R}$ | 15,23 |
|                      | $LCL = \bar{X} - A_2 * \bar{R}$ | 11,90 | $LSI = \bar{X} - A_{2b} * \bar{R}$ | 12,56 |
| Limites de R         | $LCS = D_4 * \bar{R}$           | 7,31  | $LSS = D_{4b} * \bar{R}$           | 6,03  |
|                      | $LCL = D_3 * \bar{R}$           | 0,00  | $LSI = D_{3b} * \bar{R}$           | 0,89  |

**Tableau 6 :** Limites de contrôle et de surveillance provisoires pour la largeur

Après le calcul des limites, nous passons à construire la carte provisoire de largeur.



**Figure12:** Carte de contrôle provisoire de largeur

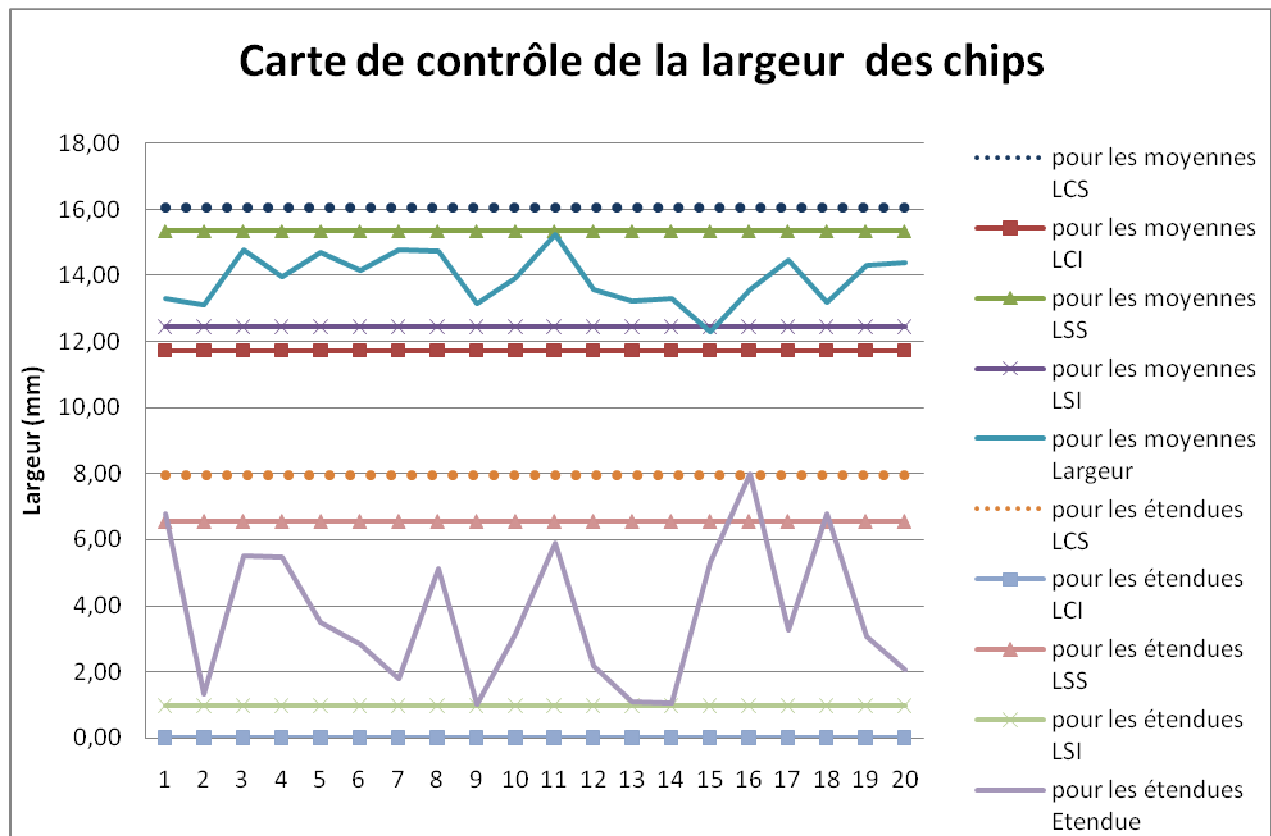
L'analyse de la carte des moyennes indique que les échantillons 11 et 16 sont hors limites par contre celle des étendues que l'échantillon 11 est inacceptable. Alors nous allons refaire deux échantillons ensuite recalculer les moyennes et les étendues. Le tableau suivant présente les nouvelles moyennes :

| Prélèvements                                | X     | R    | Prélèvements | X            | R           |
|---------------------------------------------|-------|------|--------------|--------------|-------------|
| 1                                           | 13,28 | 6,79 | 11           | 15,67        | 6,59        |
| 2                                           | 13,09 | 1,34 | 12           | 13,56        | 2,17        |
| 3                                           | 14,76 | 5,52 | 13           | 13,22        | 1,08        |
| 4                                           | 13,97 | 5,49 | 14           | 13,32        | 1,05        |
| 5                                           | 14,71 | 3,48 | 15           | 12,13        | 2,92        |
| 6                                           | 14,13 | 2,82 | 16           | 11,92        | 2,72        |
| 7                                           | 14,75 | 1,79 | 17           | 14,46        | 3,28        |
| 8                                           | 14,72 | 5,14 | 18           | 13,17        | 6,79        |
| 9                                           | 13,15 | 1,01 | 19           | 14,29        | 3,06        |
| 10                                          | 13,93 | 3,15 | 20           | 14,38        | 2,06        |
| <b>Moyenne de <math>\bar{X}</math> et R</b> |       |      |              | <b>13,83</b> | <b>3,41</b> |

**Tableau7 :** Les moyenne et les étendues de largeur après la reprise des échantillons. Puisque la moyenne de  $\bar{X}$  et R a changé donc Les limites vont changées et deviennent :

|                      | Limites de contrôle             |       | Limites de surveillance            |       |
|----------------------|---------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| Limites de $\bar{X}$ | $LCS = \bar{X} + A_2 * \bar{R}$ | 15,80 | $LSS = \bar{X} + A_{2b} * \bar{R}$ | 15,14 |
|                      | $LCI = \bar{X} - A_2 * \bar{R}$ | 11,86 | $LSI = \bar{X} - A_{2b} * \bar{R}$ | 12,52 |
| Limites de R         | $LCS = D_4 * \bar{R}$           | 7,21  | $LSS = D_{4b} * \bar{R}$           | 5,95  |
|                      | $LCI = D_3 * \bar{R}$           | 0,00  | $LSI = D_{3b} * \bar{R}$           | 0,88  |

**Tableau 8 :** Les limites de contrôle et de surveillance officielles pour largeur. Après le calcul des limites officielles nous passons à construire la carte de contrôle officielle de la largeur pour les moyennes et les étendues.



**Figure13** : Carte de contrôle officielle de la largeur

L'analyse de la carte indique que tous les points se situent à l'intérieur des limites de contrôle.

### 3.1.3. Taux de non laminé :

Nous avons choisi comme type de carte de contrôle celle par attributs et précisément  $\bar{p}$  parce que nous allons calculer le pourcentage des mauvaises pièces par prélèvement. Nous avons prélevé 20 prélèvements de taille 5 (5 échantillons) (Voir annexe 4). Pour chaque échantillon, nous calculons  $p$ , le pourcentage des chips non laminés par échantillon. Ensuite, nous calculons le pourcentage moyen des non laminés  $\bar{p}$ . Le tableau suivant présente ces pourcentages :

| Prélèvements                 | $p$   | Prélèvements | $p$   |
|------------------------------|-------|--------------|-------|
| 1                            | 5,37% | 11           | 3,97% |
| 2                            | 5,31% | 12           | 6,31% |
| 3                            | 5,11% | 13           | 4,95% |
| 4                            | 4,50% | 14           | 5,41% |
| 5                            | 5,48% | 15           | 5,54% |
| 6                            | 5,98% | 16           | 6,14% |
| 7                            | 4,56% | 17           | 4,48% |
| 8                            | 3,68% | 18           | 5,84% |
| 9                            | 4,45% | 19           | 6,50% |
| 10                           | 4,11% | 20           | 7,90% |
| Moyenne de $p$ ( $\bar{p}$ ) |       | 5,28%        |       |

**Tableau 9** : Pourcentage  $p$  et  $\bar{p}$  des split non laminés

Après le calcul du pourcentage moyen des split non laminés, nous passons à calculer les limites de contrôle et de surveillance provisoires selon le principe  $LC = \mu \pm 3\sigma$  et  $LS = \mu \pm 2\sigma$ .

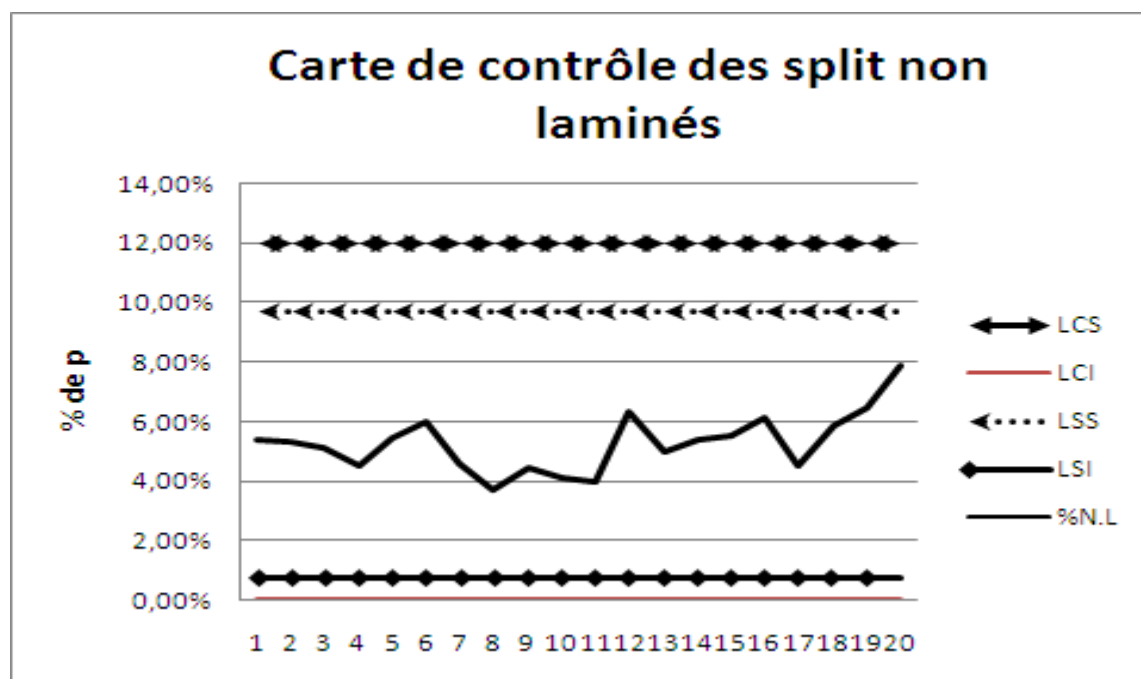
Avec  $\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 2,24\%$

Le tableau suivant présente les limites de contrôle et de surveillance pour les non laminé :

| Limites de contrôle   |        | Limites de surveillance |       |
|-----------------------|--------|-------------------------|-------|
| LCS = $p^- + 3\sigma$ | 11,99% | LSS = $p^- + 2\sigma$   | 9,75% |
| LCI = $p^- - 3\sigma$ | -1,43% | LSI = $p^- - 2\sigma$   | 0,81% |

**Tableau 10** : Limites de contrôle et de surveillance des chips non laminés  
La limite LCI que nous avons trouvée négative, nous l'attribuons à la valeur 0%.

Après le calcul des limites, nous plaçons le pourcentage des non laminés calculé au tableau 9 sur les cartes de contrôle et vérifiant s'il respecte les limites provisoires établies au tableau 10.



**Figure 14** : Carte de contrôle des split non laminés

N.L = Non Laminé

### 3.2. Contrôle bleuterie :

Pour ce paramètre, on va contrôler la granulométrie du produit à la sortie des bleuteries 1 et 2. Ces paramètres ont une limite de tolérance spécifiée par le processus ce qui nous a poussé à choisir les cartes de type spécifique.

On a la limite de tolérance supérieure pour les deux bleuterie est  $LTS = 0,5\%$ .

La première chose à faire est de calculer la moyenne visée  $\mu_0$  et l'écart type visé  $\sigma_0$ .

$$\mu_0 = \frac{LTS + LTI}{2} ; \sigma_0 = \frac{LTS - LTI}{8} \quad \text{avec } LTI = 0 \%$$



$\mu_0 = 0,25\%$  et  $\sigma_0 = 0,06\%$

D'après la moyenne et l'écart type visés, on calcule les limites de contrôle et de surveillance.

| Limites de contrôle            |       | Limites de surveillance         |       |
|--------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| $LCS = \mu_0 + A'2 * \sigma_0$ | 0,33% | $LSS = \mu_0 + A'2b * \sigma_0$ | 0,31% |
| $LCI = \mu_0 - A'2 * \sigma_0$ | 0,17% | $LSI = \mu_0 - A'2b * \sigma_0$ | 0,19% |

**Tableau 11 :** Les limites de contrôle et de surveillance de bleuterie1&2

Tant que le refus est près de 0%, les bleuterie sont en bonne état.

Donc nous allons mettre les limites inférieurs à 0%.

Les facteurs de contrôle  $A'2$ ,  $A'2b$ .... Voir annexe 3.

Pour contrôler le processus, nous avons pris des prélèvements à la sorties de chaque bleuterie.

### 3.2.1. Bleuterie 1 :

Nous avons effectué 20 prélèvements de taille 5 à la sortie du bleuterie1 de maille  $200\mu$  et nous avons contrôlé ces échantillons par un tamis de  $180\mu$ .

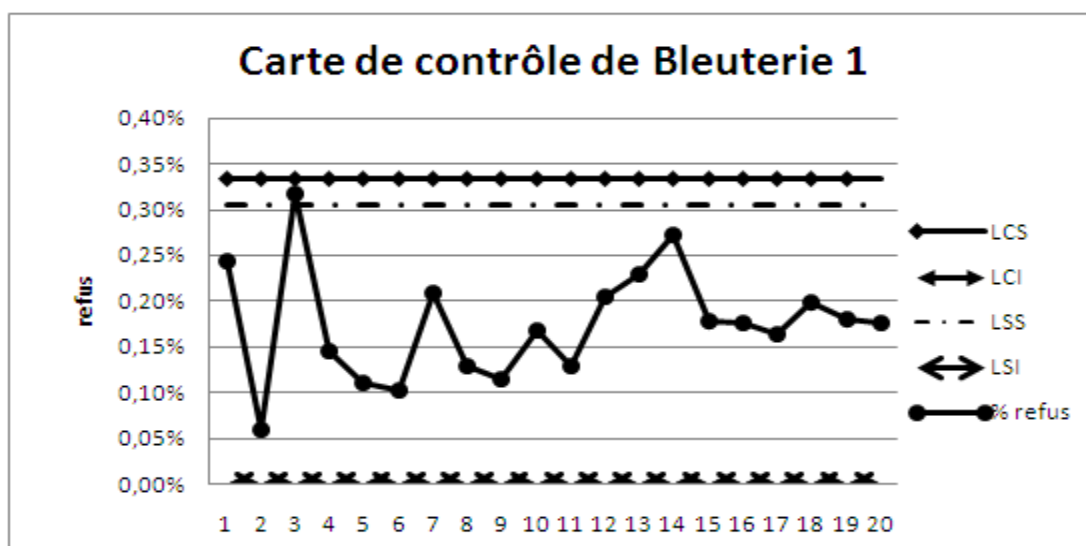
Les résultats des prélèvement en détails (voie annexe 5).

Le tableau suivant indique les pourcentages des refus trouvés pour les 20 prélèvements :

| Prélèv | % refus | Prélèv | % refus |
|--------|---------|--------|---------|
| 1      | 0,24%   | 11     | 0,13%   |
| 2      | 0,06%   | 12     | 0,20%   |
| 3      | 0,32%   | 13     | 0,23%   |
| 4      | 0,14%   | 14     | 0,27%   |
| 5      | 0,11%   | 15     | 0,18%   |
| 6      | 0,10%   | 16     | 0,18%   |
| 7      | 0,21%   | 17     | 0,16%   |
| 8      | 0,13%   | 18     | 0,20%   |
| 9      | 0,11%   | 19     | 0,18%   |
| 10     | 0,17%   | 20     | 0,18%   |

**Tableau 12 :** Moyenne des refus de bleuterie1

Après la prise des prélèvements, nous plaçons les moyennes (tableau 12) sur la carte de contrôle et vérifiant s'ils respectent les limites.



**Figure15** : Carte de contrôle de bleuterie 1

### 3.2.2. Bleuterie 2 :

Nous avons effectué 20 prélèvements de taille 5 à la sortie du bleuterie2 de maille 160 $\mu$  et nous avons contrôlé ces échantillons par un tamis de 150 $\mu$ .

Nous avons trouvé des refus très grands, ce qui nous a poussé à arrêter le contrôle des échantillons et chercher la cause du problème dans le processus de la mouture.

Le tableau suivant indique les pourcentage des refus trouvés :

| Prélèvements | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | moy   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1            | 1,30% | 1,70% | 1,70% | 4,44% | 1,06% | 2,04% |
| 2            | 3,00% | 4,00% | 6,24% | 4,00% | 3,00% | 4,05% |
| 3            | 1,40% | 9,23% | 4,11% | 1,80% | 1,90% | 3,69% |
| 4            | 3,00% | 4,00% | 6,24% | 4,00% | 3,00% | 4,05% |
| 5            | 8,00% | 5,00% | 2,00% | 3,00% | 4,00% | 4,40% |
| 6            | 7,00% | 5,00% | 5,80% | 3,04% | 3,01% | 4,77% |
| 7            | 6,00% | 9,00% | 1,80% | 7,50% | 7,00% | 6,26% |
| 8            | 5,00% | 1,06% | 2,00% | 2,00% | 1,00% | 2,21% |
| 9            | 1,00% | 2,00% | 2,00% | 3,00% | 3,50% | 2,30% |
| 10           | 5,00% | 5,80% | 6,50% | 7,20% | 5,70% | 6,04% |
| 11           | 1,30% | 5,50% | 4,30% | 2,70% | 5,40% | 3,84% |
| 12           | 7,00% | 8,00% | 8,00% |       |       | 7,67% |

**Tableau 13** : La moyenne des refus trouvés à la sortie de bleuterie2

D'après une étude détaillée de ce problème, nous avons constaté que la cause principale est le planchiste ; voici un tableau représentatif des différentes mesures de granulométrie qu'on a fait avant et après l'entretien.

Avant entretien du planchiste

Après entretien du planchiste



| 15/05/2010        |        |        | 17/05/2010        |        |        |
|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
|                   | 100μ   | 150μ   |                   | 100μ   | 150μ   |
| <b>B1</b>         | 1,50%  | 6,85%  | <b>B1</b>         | ---    | ---    |
| <b>R1</b>         | 11,90% | 21,80% | <b>R1</b>         | ---    | ---    |
| <b>R2</b>         | 3,33%  | 25,85% | <b>R2</b>         | ---    | ---    |
| <b>R3</b>         | 23,84% | 43,47% | <b>R3</b>         | ---    | ---    |
| <b>R4</b>         | 4,13%  | 29,90% | <b>R4</b>         | ---    | ---    |
| <b>R5</b>         | 13,68% | 49,86% | <b>R5</b>         | ---    | ---    |
| <b>R6</b>         | 38,14% | 60,95% | <b>R6</b>         | 25,30% | 43,70% |
| <b>ROB</b>        | 34,70% | 32,51% | <b>ROB</b>        | 6,20%  | 9,11%  |
| <b>Ultra fine</b> |        | 0%     | <b>Ultra fine</b> |        | 0%     |

**Tableau 14** : Les % des refus des différentes parties du plancher avant et après l'entretien.

Comme le tableau ci-dessus montre les refus sont très supérieurs aux limites exigées, et par la suite le processus n'est pas stable ce qui nous a empêché de construire la carte. L'entretien du plancher demande l'arrêt de la production pendant beaucoup de temps, ce qui est impossible pour l'instant à cause des demandes. Alors que le responsable production se limite par la maintenance corrective de deux compartiments et laisse les autres jusqu'à la période des congés ou il y a l'arrêt de production.

### 3.3. Contrôle de l'humidité du PSO au mélangeur :

L'humidité est spécifiée par le processus de production selon les qualités. Chaque qualité a ses limites de tolérance.

Le tableau suivant indique les limites de tolérance posées par le processus selon la qualité du produit :

| Qualité traitée | Humidité |
|-----------------|----------|
| FA              | 10<H<11  |
| FA 150          | 8<H<12   |
| BE              | 10<H<11  |
| BE GG           | 10<H<11  |
| BJ              | 10<H<11  |
| AMP 300         | 6<H<8    |
| AO 25           | 12<H<13  |

**Tableau 15** : Les limites tolérance selon la qualité traitée



Nous avons pris les échantillons de la qualité FA150, ses limites de tolérance sont  $LTS=12\%$  et  $LTI=8\%$ .

A partir des limites de tolérance supérieure et inférieure spécifiées par le service production, nous calculons la moyenne visée  $\mu_0$  et l'écart type visé  $\sigma_0$ .

$$\mu_0 = \frac{LTS + LTI}{2} = \frac{(12+8)}{2} = 10\% ; \quad \sigma_0 = \frac{LTS - LTI}{8} = (12 - 8)/8 = 0,5\%$$

D'après la moyenne et l'écart type visés, on calcule les limites de contrôle et de surveillance.

|              | Limites de contrôle de $\pm 3\sigma$ |        | Limites de surveillance de $\pm 2\sigma$ |        |
|--------------|--------------------------------------|--------|------------------------------------------|--------|
| Moyenne<br>X | $LCS = \mu_0 + A'2 * \sigma_0$       | 10,67% | $LSS = \mu_0 + A'2b * \sigma_0$          | 10,45% |
|              | $LCI = \mu_0 - A'2 * \sigma_0$       | 9,33%  | $LSI = \mu_0 - A'2b * \sigma_0$          | 9,55%  |
| Etendue<br>R | $LCS = D'4 * \sigma_0$               | 2,46%  | $LSS = D'4b * \sigma_0$                  | 2,03%  |
|              | $LCI = D'3 * \sigma_0$               | 0,00%  | $LSI = D'3b * \sigma_0$                  | 0,30%  |

**Tableau 16** : limites de contrôle et de surveillance pour l'humidité

Les facteurs de contrôle  $A'2$ ,  $D'4$ ,  $D'3$ ,... voir annexe 3.

Pour contrôler l'humidité du PSO durant le remplissage du mélangeur, nous avons pris 20 prélèvements de taille 5.

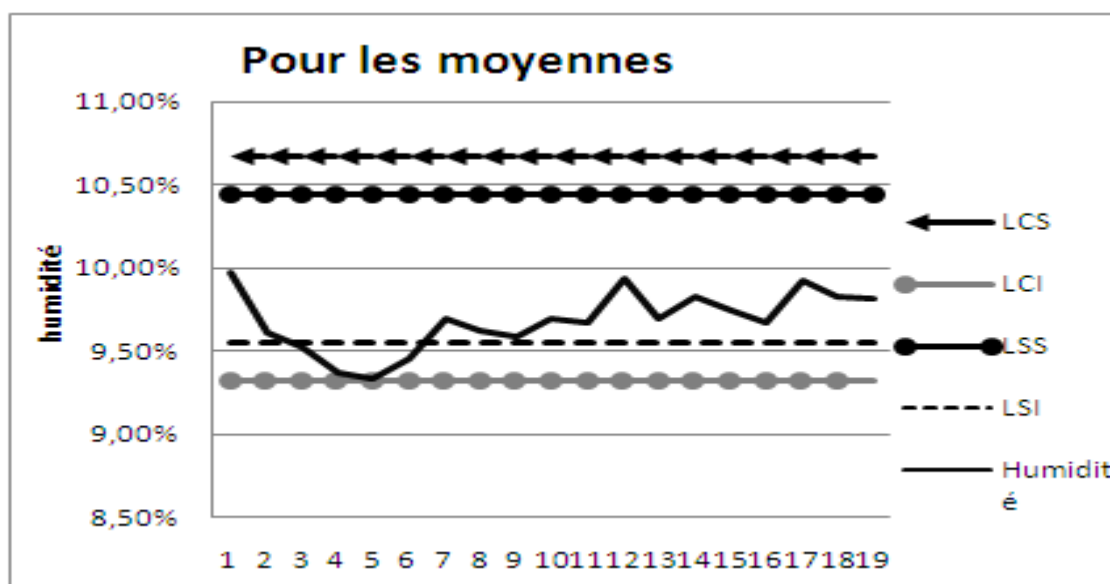
Les détails des prélèvements voir annexe 6.

Le tableau suivant indique les moyennes et les étendues pour l'humidité :

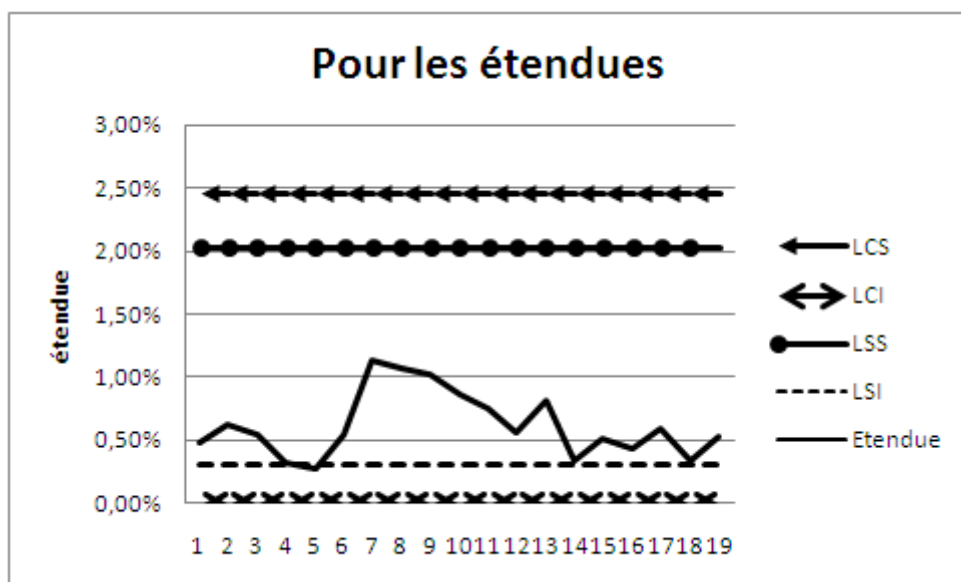
| Prélèv | Moyenne | étendue | Prélèv | Moyenne | étendue |
|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1      | 9,97%   | 0,49%   | 11     | 9,67%   | 0,76%   |
| 2      | 9,61%   | 0,63%   | 12     | 9,94%   | 0,56%   |
| 3      | 9,52%   | 0,55%   | 13     | 9,69%   | 0,82%   |
| 4      | 9,36%   | 0,33%   | 14     | 9,82%   | 0,34%   |
| 5      | 9,33%   | 0,28%   | 15     | 9,74%   | 0,52%   |
| 6      | 9,45%   | 0,55%   | 16     | 9,66%   | 0,43%   |
| 7      | 9,69%   | 1,13%   | 17     | 9,92%   | 0,59%   |
| 8      | 9,62%   | 1,06%   | 18     | 9,82%   | 0,34%   |
| 9      | 9,59%   | 1,02%   | 19     | 9,82%   | 0,53%   |
| 10     | 9,69%   | 0,86%   | 20     | 9,71%   | 0,56%   |

**Tableau 17** : Les moyennes et les étendues pour l'humidité

Après la prise des prélèvements et le calcul des moyennes et des étendues, nous passons à construire les cartes de contrôle.



**Figure16 :** Carte de contrôle de l'humidité concernant les moyenne



**Figure17 :** Carte de contrôle de l'humidité concernant les étendues

La décision à prendre dépend des valeurs trouvées au cours des prélèvements observés sur les cartes de contrôle :

Le tableau suivant résume les décisions à prendre à partir des prélèvements observés sur les cartes :



| Paramètres à contrôler | Le procédé « sous-contrôle » | Le procédé « hors-contrôle »                                      |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Taux de chips          | stable                       | - Correction au niveau lamineur.                                  |
| Humidité               | stable                       | - Correction au niveau d'eau.                                     |
| Non laminé             | stable                       | - Correction au niveau de la quantité d'eau, du réglage lamineur. |
| Granulométrie          | stable                       | - Changement des tissus de bleuterie.                             |

**Tableau 18 :** les décisions à prendre pour stabiliser le processus.

# Partie 3 :



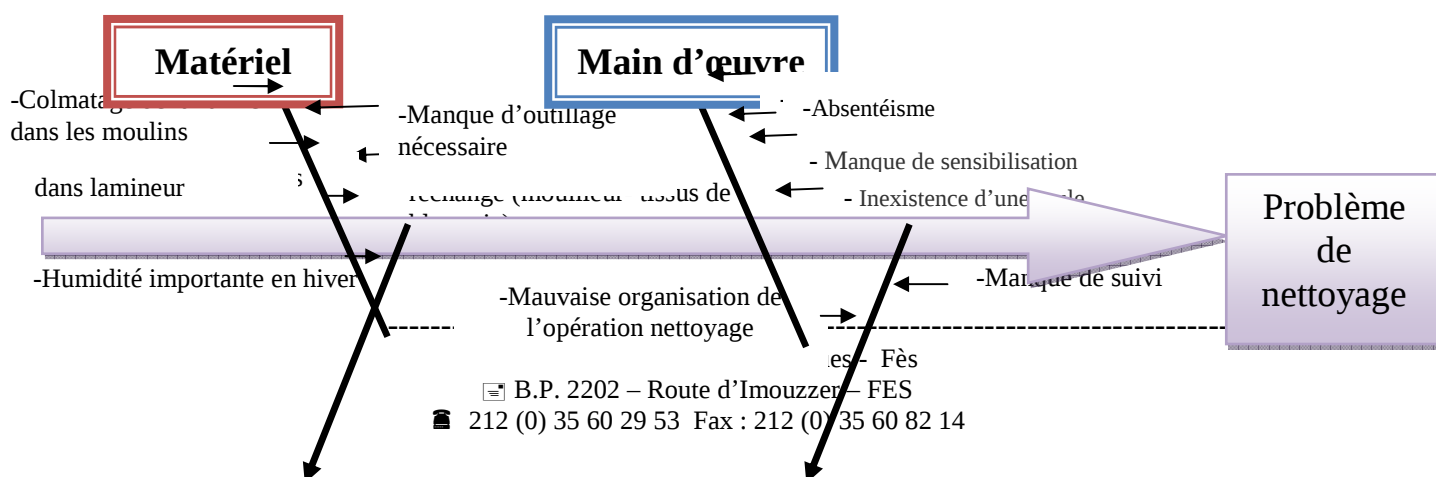
# La minimisation du temps de nettoyage

## 1. Définitions du problème :

Le nettoyage est l'opération qui consiste à éliminer les salissures afin d'assurer la propreté, l'hygiène, l'esthétique et la maintenance préventive des machines, selon des procédés mécaniques et / ou chimiques.

Qui dit performance dit meilleure gestion et meilleure organisation et par la suite la minimisation du temps non utile. Pour être plus performant il faut bien maîtriser le temps de cette opération.

D'après les premières semaines de notre stage nous avons constaté pas mal de problème dans l'opération de nettoyage, pour les représenter nous avons utilisé le diagramme Ishikawa :





## 2. Les solutions proposées :

Nous avons proposé les solutions suivantes :

- 1/ Changez l'emplacement de l'outillage nécessaire, proposition d'un nouvel emplacement près des machines et bien organisé de manière à trouver rapidement le moindre tournevis.
- 2/ Acheter l'outillage nécessaire pour éliminer les attentes, et là on peut faire une étude du coût de l'investissement nécessaire et de ce qu'ils peuvent gagner en l'achetant.
- 3/ Faire une analyse des temps de nettoyage et estimez le MTTR de chaque opération, et pour cela il faut analyser en détail chaque opération et il faut faire des prélèvements de temps faits par les opérateurs,

Nous avons choisi de travailler avec la méthode analytique et pour cela nous avons calculé l'indicateur **MTTR** :

**MTTR** : le temps moyen nécessaire pour mettre un composant défectueux ou d'un système en état de marche. Il s'agit d'une mesure de la maintenance d'un système et prédit le temps moyen nécessaire pour que le système fonctionne à nouveau en cas de défaillance de celui-ci.

$$MTTR = (To + 4Tr + Tp) / 6$$

**Tr** : temps réaliste faits par les opérateurs (vous faites 5 prélèvements et vous calculez la moyenne)

**To** : temps optimiste le temps min espéré dans le cas où il tout se passe au mieux (pas de retard...)

**Tp** : temps pessimiste: temps max dans le cas où tout se passe mal

## 3. Etude Réalisée:

### 3.1. Le coût de nettoyage :

Dans un premier lieu nous avons essayé de calculer le coût de nettoyage et de sensibiliser les personnels à l'importance du temps de cette opération.

$$\text{Le coût globale de nettoyage} = \sum \text{les coûts directs} + \sum \text{les coûts indirectes}$$

Les coûts directs (Cd) concernent : le coût de main d'œuvre, les frais généraux et le coût de consommable.

Les coûts indirectes (Cid) concernent : la perte de production, le coût d'amortissement du matériel arrêté et le coût induits par les délais non tenus (pénalité de retard, perte de la clientèle)



Le tableau suivant résume le calcul des coûts directe et indirecte en dh/heure :

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| <b>Coût directes / heure :</b>       |        |
| <b>Coût de Main d'œuvre /heure :</b> |        |
| Chef d'équipe                        | 24,25  |
| 3 techniciens                        | 73     |
| 3 opérateurs                         | 53,875 |
| Responsable Mouture                  | 18,75  |
| 1 agent de filtre presse             | 17,375 |
| Coût de Main d'œuvre en dh/heure :   | 187,25 |
| <b>Frais Généraux :</b>              |        |
| Laborantin                           | 6,75   |
| Responsable Production               | 62,5   |
| Responsable Maintenance              | 25     |
| Total des frais généraux :           | 94,25  |
| Coût de consommable :                | 30     |
| Total du coût direct en dh/heure     | 311,5  |

|                                                                               |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Coût Indirectes / heure :</b>                                              |                                                           |
| <b>La perte production en dh/heure :</b>                                      |                                                           |
| La perte production :                                                         | $300 \text{ kg /h} * 100 \text{ DH} = 30000 \text{ DH/h}$ |
| Coût induits par les délais non tenus(pénalité de retard, perte de clientèle) | retard de livraison                                       |

**Tableau 19:** Le Coût direct et indirect de l'opération nettoyage

**Remarque :** On peut produire 300 kg/heure, le prix unitaire de la farine c'est 100DH/kg alors pendant une heure d'arrêt de production il y'a une perte de :  
 $300 \text{ kg} * 100 \text{ DH} = 30000 \text{ DH/heure}$



Donc pendant 8 heure de nettoyage, le coût s'élève à :

$$Cd_8 = (187,25 \text{ DH} * 8h) + (94,25 \text{ DH}) + (30 \text{ DH})$$

$$= 1498 + 94,95 + 30 = 1622,95 \text{ DH}$$

$$Cid_8 = 30000 * 8 = 240000 \text{ DH}$$

Alors que pendant 4 heures de nettoyage le coût est :

$$Cd_4 = (187,25 \text{ DH} * 4h) + (94,25 \text{ DH}) + (30 \text{ DH})$$

$$= 749 + 94,95 + 30 = 873,95 \text{ DH}$$

$$Cid_4 = 30000 * 4 = 120000 \text{ DH}$$

$$Cg_8 = Cd_8 + Cid_8$$

$$Cg_8 = 241622,95 \text{ DH}$$

$$Cg_4 = Cd_4 + Cid_4$$

$$Cg_4 = 120873,95 \text{ DH}$$

Notre objectif est de réduire le MTTR de 8h à 4h et par la suite pendant un mois la société peut gagner un budget important qui dépasse : **482996 DH**

Le budget gagné c'est :  $Cg_8 - Cg_4 = 120794 \text{ DH}$

Alors pendant un mois :  $4 * (Cg_8 - Cg_4) = 482996 \text{ DH}$

**MTTR** : le temps moyen nécessaire pour mettre un composant défectueux ou d'un système en état de marche.

$$\text{MTTR} = (To + 4Tr + Tp) / 6$$

**Tr** : temps réaliste faits par les opérateurs (On a fait 10 prélèvements et on a calculé la moyenne)

**To** : temps optimiste le temps minimal espéré dans le cas où il tout se passe au mieux (pas de retard...)

**Tp** : temps pessimiste: temps maximal dans le cas où tout se passe mal

### 3.1. L'organisation proposée :

D'après les suivis et les réunions que nous avons faits, nous avons remarqué que pour atteindre l'objectif de 4 heures de nettoyage il faut suivre l'organisation proposée :

| Machines              | Opérateur                                               | Opération                      | Durée de l'opération                         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| Tambours + Elévateurs | opérateur 1                                             | D + N<br>Labo + M<br>Démarrage | 6H -> 8H30<br>8h30 -> 8H50<br>9H00           |
| Ecluses               | opérateur 2                                             | D + N<br>Labo + M              | 6H00 -> 8H00<br>8h45 -> 9H30                 |
| B1 & B2               | Agent Maintenance1<br>Opérateur 3<br>Agent Maintenance1 | D<br>N<br>Labo+ M              | 6h00 -> 6h45<br>6H45 -> 8H30<br>8h40 -> 9h30 |



|                                                            |                                          |                                        |                                                               |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Lamineur + T.V                                             | Opérateur 4<br>Agent Maintenance1        | D + N<br>N .TV<br>N.L + M<br>Labo+M.TV | 6H00 -> 7H30<br>7H30 -> 8H30<br>8H30-> 10H00<br>9H30 -> 10H00 |
| Filtre & Planchister &<br>Silo tampon avant UF<br>Bleutrie | Meunier                                  | D + N<br>e R.Bleutri<br>Labo+M         | 6H00 -> 8H 00<br>8H00 -> 8H45<br>8H45 -> 9H00                 |
| Mouilleur                                                  | Agent Maintenance1<br>Agent Maintenance2 | D<br>N<br>Labo+ M                      | 7H15 -> 7H45<br>7H45 -> 8H45<br>8H45 -> 9H15                  |
| R5 &R6                                                     | Agent Maintenance2                       | D + N + M                              | 8H00 -> 8H45                                                  |
| Démarrage des Tambours                                     |                                          |                                        | 9H00                                                          |
| <b>Démarrage des machines</b>                              |                                          |                                        | <b>10H00</b>                                                  |

**D** : Démontage des machines

**M** : Montage des machines

**N** : Nettoyage des machines

**Labo** : Contrôle laboratoire

Pour atteindre cet objectif, on pousse les responsables à former une seule équipe pour cette opération et d'acheter les outils nécessaires.

### **3.2. Le coût des outils nécessaires :**

Voici un tableau qui résume les outils nécessaires avec leurs coûts :

| Total des outils             | Coût unitaire              | Coût Total |
|------------------------------|----------------------------|------------|
| <b>3</b> clés 17             | 100                        | 300        |
| <b>1</b> Clé 24 AP           | Type1 : 125<br>type2 : 175 | 300        |
| <b>3</b> clés 19             | 122                        | 366        |
| <b>3</b> clés 13             | Type1 : 50<br>Type2: 85    | 135        |
| <b>1</b> Jeu de siphon       | 83                         | 83         |
| <b>1</b> Clés 10             | 65                         | 65         |
| <b>2</b> brosses métalliques | 67                         | 134        |
| <b>7</b> pulvérisateurs      | 20                         | 140        |
| <b>5</b> Housses             | 200                        | 1000       |



|              |      |
|--------------|------|
| Budget Total | 2523 |
|--------------|------|

**Tableau20:** Les outils nécessaires pour l'opération de nettoyage et le budget total de ces outils.

### 3.3. Le Suivi réalisé :

Voici les suivies qu'on a fait pour calculer l'indicateur MTTR :

|                                           | Date de Nettoyage | Démarrage | Durée             | Farine déclassée | Split à recycler | Coût de nettoyage en DH |
|-------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| Après l'optimisation Avant l'optimisation | 08/02/10          | 13h45     | 7H45 min<br>7,75H | 41 kg            | 30 kg            | 234075,43               |
|                                           | 15/02/10          | 13h00     | 7H00              | 42 kg            | 34 kg            | 211435                  |
|                                           | 22/02/10          | 12H30     | 6H30min<br>6,5H   | 40 kg            | 36 kg            | 196341,37               |
|                                           | 01/03/10          | 12H00     | 5H00              | 53,35 kg         | 27 kg            | 151060,5                |
|                                           | 08/03/10          | 11H30     | 5H00              | 53,3 kg          | 32 kg            | 151060,5                |
|                                           | 15/03/10          | 11H00     | 4H40min<br>4,66H  | 20 kg            | 30 kg            | 140796,83               |
|                                           | 22/03/10          | 11H10     | 4H20min<br>4,33H  | 50 kg            | 39 kg            | 130835,04               |
|                                           | 19/04/10          | 11H45     | 4H45min<br>4,75H  | 70 kg            | 35 kg            | 143513,68               |
|                                           | 26/04/10          | 10H30     | 4H30min<br>4,5h   | 58kg             | 30 kg            | 135966,875              |
|                                           | 03/05/10          | 11H00     | 5H00              | 40kg             | 26 kg            | 151060,50               |

**au 21 :** Le suivi de 10 semaines de l'opération nettoyage

### 3.4. Le Calcul de l'indicateur MTTR :

$$MTTR: MTTR = (To + 4Tr + Tp) / 6$$

Avant l'optimisation:

- $Tr = \sum Ti / n$   
 $= (7,75 + 7 + 6,5) / 3$   
 $Tr = 7,08h = 7h05min$
- $To = Tmin$   
 $To = 6,5h.$



- $T_p = T_{max}$   
 $T_p = 7,75h.$
- $MTTR = (6,5 + (4 * 7,08) + 7,75) / 6 = 7,095h.$

**MTTR = 7h06min**

- **Après l'optimisation:**

- Les premières semaines les gens ne sont pas bien sensibilisés à l'importance de ce travail.
- Le manque des outils nécessaires (On a reçu les outils nécessaires la 4<sup>ème</sup> semaine du suivie)
- L'existence d'un seul mouilleur pendant trois semaines (il en existe deux et l'un d'eux tombe en panne ce qui retarde le temps de nettoyage).
- Le suivi de la nouvelle organisation proposée.
- $Tr = \sum T_i / n$   
 $= (5h+5h+4,66h+4,33h+4,75h+5h+4,5h) / 7$   
 $Tr = 4,74h = 4h45min.$
- $To = T_{min}$   
 $To = 4,33h.$
- $T_p = T_{max}$   
 $T_p = 5h.$
- $MTTR = (5 + (4 * 4,74) + 4,33) / 6 = 4,715h.$

**MTTR = 4h43min**

**3.5.L'application informatique (Voir CD)**

Nous avons fait une application pour faire le suivi de cette opération, le chef d'équipe doit remplir cette fiche par le temps de chaque tâche, le nom de l'opérateur qui fait cette tâche et le laborantin doit remplir la partie du résultat de l'efficacité du nettoyage (levure à



mezussure et la flore totale). Cette application contient une représentation graphique de l'évolution des résultats de l'opération de nettoyage dans les semaines.

## *Conclusion*

Sans revenir sur l'aspect vital qu'est l'amélioration permanente et le management de l'évolution, on rappelle simplement l'objectif premier du service qualité : améliorer la qualité des produits et réduire les coûts de non-qualité de manière efficace.

C'est dans cette optique, que s'inscrit ce projet intitulé : mise en place des indicateurs de performance et des cartes de contrôle et la minimisation du temps de nettoyage au sein de service production de SBIM.

Sachant que les actions efficaces et rentables ne devant être guidées que par des analyses approfondies permettant de dégager les axes d'améliorations. Nous avons mis en œuvre une description méthodique des différentes sections du processus en utilisant le logigramme. D'autre part nous avons utilisé le diagramme Ishikawa pour représenter la problématique de différentes parties étudiées et rédigées un plan d'actions pertinent pour chaque partie.

D'autre part, l'analyse des paramètres générés au niveau de la mouture nous a permis de détecter pas mal de problèmes techniques ce qui entraîne la non-conformité du produit



et par la suite les retards de livraison, et vue la grande cadence de production, la correction de ces problèmes est difficile actuellement. Pour cela, nous avons estimé qu'une étude de la maintenance préventive est très importante et par la suite fixé la cadence maximale des machines et faire une application informatique qui gère l'ordonnancement.

Cependant, l'étude réalisée dans la section mouture pourra très bien se voir compléter par une généralisation sur toutes les unités de productions du site. Aussi, il va sans dire qu'un système de prévention est envisageable, permettant ainsi de détecter les différents problèmes de non-conformité de chaque zone de production et par la suite avoir un processus stable.



# ANNEXES :

- **Annexe 1** : Fiche de contrôle de processus de la mouture
- **Annexe 2** : Type de cartes de contrôle et leur méthode de travail
- **Annexe 3** : Fiche des facteurs de contrôle
- **Annexe 4** : Prélèvement de chips (longueur, largeur, non laminé)
- **Annexe 5** : Prélèvement de bleuterie 1
- **Annexe 6** : Prélèvement de l'humidité



### Annexe1:

|                                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------|--------------------------|-----|---|--------------------|----------|---------------------|---|
|                                                                                    |      | <b>FICHE DE CONTRÔLE PROCESS 'MOUTURE'</b> |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| Date:                                                                              |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| Service:                                                                           |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| Opérateur:                                                                         |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    |      | <b>Contrôle mélangeur</b>                  |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    |      | 1/4                                        | 1/2                      | 3/4 | 1 | jugement           | Réaction |                     |   |
| <i>Qualité traitée</i>                                                             |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Heure</i>                                                                       |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Humidité</i>                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Granulométrie</i>                                                               | 180μ |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    | 150μ |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    | 75μ  |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Aspect</i>                                                                      |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <b>CONTROLE QUALITE / GRANULOMETRIE &amp; Humidité / ETAT DES TAMIS DE CONTROL</b> |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Heure</i>                                                                       |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Résultat<br/>Granulométrie</i>                                                  | 100μ | Maille Bleutrie:                           |                          |     |   | Tamis de Contrôle: |          |                     |   |
|                                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    | 150μ | Maille Bleutrie:                           |                          |     |   | Tamis de Contrôle: |          |                     |   |
|                                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    | U.F  | Maille Bleutrie:                           |                          |     |   | Tamis de Contrôle: |          |                     |   |
|                                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Etat de Tamis</i>                                                               |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Cause NC</i>                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <b>TAUX DE CHIPS</b>                                                               |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
|                                                                                    | 1    | 2                                          | 3                        | 4   | 5 | 6                  | 7        | 8                   | 9 |
| <i>Longueur</i>                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Largueur</i>                                                                    |      |                                            |                          |     |   |                    |          |                     |   |
| <i>Masse totale</i>                                                                |      |                                            | <i>Masse non laminée</i> |     |   |                    |          | <i>% non laminé</i> |   |



## **Annexe2 : Type de cartes et leur méthode de travail**

### **Les cartes de contrôle par mesure ou variable :**

Ces cartes suivent l'évolution des caractéristiques mesurables du produit : sa longueur, son poids, sa résistance ohmique, son voltage, etc.

Un système de cartes de contrôle par mesure est constitué :

- a) D'un contrôle des moyennes  $\bar{X}$ ;
- b) D'un contrôle des étendues R, identifié par  $R = X_{\max} - X_{\min}$ ;
- c) De limites de contrôles à  $\pm 3\sigma$  que les  $\bar{X}$  doivent respecter ;
- d) Un échantillon est considéré bon et la production dont on provient est acceptée si, et seulement si, les deux paramètres de l'échantillon ( $\bar{X}$  et R) sont à l'intérieur des limites de contrôle  $\bar{X}$  et R.

Pour établir les limites de contrôle par variables ou mesure. On présente deux façons de faire :

- a) En fonction des fabrications ;
- b) En fonction des spécifications.

#### **3.1.1. Les cartes de contrôle en fonction des fabrications :**

En Amérique du nord, les cartes de contrôle en fonction des fabrications ( $\bar{X}$  et R) sont les plus utilisées et souvent les seules connues. Si les cartes de contrôle appropriées existent déjà pour un procédé s'y conforme. Par contre, si l'on a pas de limites établies ni cartes de contrôle pour suivre l'évolution du procédé, et si on désire mettre en place un contrôle statistique par mesure en fonction des fabrications, il faut respecter les étapes suivantes :

1. Faire un minimum de 20 prélèvements de taille  $n=5$  chacun (ou 25 de taille 4).
2. Calculer  $\bar{X}$  et R de chaque prélèvement.
3. Calculer  $\bar{\bar{X}}$  et  $\bar{R}$ .

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{k} ; \text{moyenne des moyennes } \bar{X}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k} ; \text{moyenne des étendues R avec } k = \text{nombre de prélèvement.}$$

4. Calculer les limites de contrôle provisoires par :

• Limites pour les  $\bar{X}$  :

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$$



$$LCI = \bar{X} - A_2 * \bar{R}$$

- Limites pour les R :

$$LCS = D_4 * \bar{R}$$

$$LCI = D_3 * \bar{R} \text{ (très peu utilisé et souvent proche de 0)}$$

5. Placer les points  $\bar{X}$  et R prélevés au début dans les cartes de contrôle et vérifier s'ils respectent les limites provisoires établies à l'étape 4.

Si tous les points sont à l'intérieur et distribués aléatoirement autour de la moyenne, ces limites seront déclarées officielles et toutes les productions futures devront s'y conformer. Sinon, le procédé est considéré comme instable et on reprendra la procédure en rejetant les prélèvements hors limites.

### 2.1.2. Les cartes de contrôle en fonction des spécifications :

Les limites de contrôle sont établies à priori en partant des spécifications demandées, soit par le client, soit par le service de conception, de design ou d'ingénierie. Cela rend plus facile le calcul des limites, mais il est plus difficile de faire respecter cette approche par les services de production. Elle exige en effet un effort de la part de tous les intervenants pour changer les façons de faire habituelles et pour répondre aux exigences du client, qu'il soit externe ou interne, c'est-à-dire d'un autre service de la même entreprise. Si on se rend compte que les facteurs actuels de production ne permettent pas de satisfaire le client, on devra travailler sur les 5M pour contenter les clients, de plus en plus éveillés et sensibilisés à la qualité. L'entreprise moderne ne peut plus se reposer sur ses lauriers ; elle doit s'améliorer continuellement.

Décrivons maintenant les étapes de la construction des cartes de contrôle en fonction des spécifications.

1. A partir des limites de tolérance supérieure et inférieure spécifiées (LTS et LTI) par le requérant, calculer la moyenne visée  $\mu_0$  et l'écart type visé  $\sigma_0$ .

$$\mu_0 = \frac{LTS + LTI}{2} ; \sigma_0 = \frac{LTS - LTI}{2}$$

2. Calculer les limites de contrôle de  $\pm 3\sigma$  pour les échantillons prélevés :

- Pour les moyennes  $\bar{X}$  :

$$LCS = \mu_0 + A'2 * \sigma_0$$

$$LCI = \mu_0 - A'2 * \sigma_0$$



- Pour les étendues R :

$$LCS = D'4 * \sigma_0$$

$$LCI = D'3 * \sigma_0$$

Les facteurs de contrôle sont en fonction de la taille des échantillons prélevés (Voir Annexe3).

## 2.2. Les cartes de contrôle par calibre ou attributs:

Le contrôle par attributs, appelé aussi par calibre, est le plus ancien système de contrôle des spécifications. Son principe de base est fort simple. Le contrôle par attributs s'applique très bien dans le domaine des services.

Il existe plusieurs types de cartes de contrôle par attributs . les plus connues sont :

$n\bar{p}$  : carte en fonction du nombre de mauvais unités.

$\bar{p}$  : carte en fonction du pourcentage de mauvaises unités.

$\bar{c}$  : carte en fonction du nombre de défauts par unité.

### 2.2.1. La construction des Cartes de contrôle par attributs : $n\bar{p}$ et $\bar{p}$

Le principe des cartes de contrôles par attributs ou calibre est le même que par variable, à savoir :

- Les limites de contrôle (LC) sont établies selon le principe suivant :  $LC = \mu \pm 3\sigma$
- Des limites de surveillance (LS) de  $\pm 2\sigma$  peuvent être utilisées au besoin :  $LS = \mu \pm 2\sigma$

Contrairement aux cartes par variables, qui sont basées sur la loi normale, les cartes  $\bar{p}$  et  $n\bar{p}$  obéissent à une distribution statistique binomiale. Si les limites sont déjà établies, les gestionnaires n'auront qu'à s'assurer que le procédé à suivre pour la construction des cartes de contrôle est semblable à celle qui suivie pour les cartes par mesure ou variables.

#### a. Carte de contrôle $n\bar{p}$ (nombre de mauvaises unités)

1-Faire un minimum de  $k= 20$  prélèvements de taille  $n$  chacun.

2-Etablir le nombre de défauts par prélèvement.

3-Calculer le pourcentage moyen de défauts  $\bar{p}$

$$\bar{p} = \sum \text{de défauts} / \text{nbre total d'observations} = \sum D / k*n$$

4-Calculer les limites de contrôle provisoires par :

$$LCS = n\bar{p} + 3 \sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} ; LCI = n\bar{p} - 3 \sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

5-Placer les défauts observés à l'étape 2 sur les cartes de contrôles et vérifier s'ils respectent les limites provisoires établies à l'étape 4.



### b. Carte de contrôle $\bar{p}$ (pourcentage de mauvaises pièces par prélèvement)

1-Prélever un minimum de  $k=20$  prélèvements de taille  $n$ .

2-Pour chaque prélèvement, calculer  $p$ , le pourcentage de mauvaises pièces par prélèvement.

$$P = d / n$$

Avec :  $d$ = défauts observés lors du prélèvement

$n$ = taille de l'échantillon prélevé

3-Calculer le pourcentage moyen de défauts  $\bar{p} = \sum \bar{p}/k$ .

4-Calculer les limites de contrôle provisoires selon le principe de  $LC = \mu \pm 3\sigma$  :

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}; \quad LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

5-Placer le pourcentage de défauts calculé à l'étape 2 sur les cartes de contrôle et vérifier s'il respecte les limites provisoires établies à l'étape 4.

Si tous les points sont à l'intérieur des limites provisoires et distribués aléatoirement autour de la moyenne, ces limites seront déclarées officielles et toutes les productions futures devront s'y conformer. Sinon, le procédé est considéré comme instable et on devra reprendre la procédure en rejetant les prélèvements hors limites.

#### 2.2.2. La construction des Cartes de contrôle par attributs : $\bar{c}$

La carte de contrôle par attributs ou calibre  $\bar{c}$  sert à contrôler un procédé par lequel on veut calculer le nombre de défauts par unité. Comme toutes les cartes de contrôle par attributs, elle s'applique facilement dans le domaine des services.

En statistique, on utilise la loi de Poisson pour la carte  $\bar{c}$  et les limites de contrôle se calculent par :

$$LCS = \bar{c} + 3 \sqrt{\bar{c}}$$

$$LCI = \bar{c} - 3 \sqrt{\bar{c}} \quad \text{Où} \quad \bar{c} = \sum c / n$$

Avec :  $n$  = nombre d'unités observées

$c$  = nombre de défauts par unité

Des limites de surveillance de  $\pm 2\sigma$  peuvent être utilisées au besoin.

Si les limites sont déjà établies, les gestionnaires n'auront qu'à s'assurer qu'elles sont respectées : sinon, ils devront les établir en suivant la même procédure que pour les cartes  $\bar{p}$  et,  $n\bar{p}$  à savoir : observer un certain nombre d'échantillons, déterminer les défauts par échantillon  $c$ , calculer le  $\bar{c}$  et les limites provisoires, reporter les points  $c$  sur les cartes provisoires et s'assurer qu'on les respecte avant de les adopter officiellement.



### Annexe3 : Fiche des facteurs de contrôle

760

TABLE C

**TABLE C** Facteurs des cartes de contrôle

| EN FONCTION des FABRICATIONS |       |                           |                       |                       |                           |                       |                       |                       |                       |                      |
|------------------------------|-------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Échantillon                  |       | Limites pour les moyennes |                       |                       | Limites pour les étendues |                       |                       |                       |                       |                      |
| n                            | d2    | A <sub>2</sub><br>3σ      | A <sub>2b</sub><br>2σ | A <sub>2c</sub><br>1σ | D <sub>4</sub><br>3σ      | D <sub>4b</sub><br>2σ | D <sub>4c</sub><br>1σ | D <sub>3c</sub><br>1σ | D <sub>3b</sub><br>2σ | D <sub>3</sub><br>3σ |
| 2                            | 1,128 | 1,881                     | 1,254                 | 0,627                 | 3,269                     | 2,512                 | 1,756                 | 0,244                 |                       |                      |
| 3                            | 1,693 | 1,023                     | 0,682                 | 0,341                 | 2,574                     | 2,049                 | 1,525                 | 0,475                 |                       |                      |
| 4                            | 2,059 | 0,729                     | 0,486                 | 0,243                 | 2,282                     | 1,855                 | 1,427                 | 0,573                 | 0,145                 |                      |
| 5                            | 2,326 | 0,577                     | 0,385                 | 0,192                 | 2,114                     | 1,743                 | 1,371                 | 0,629                 | 0,257                 |                      |
| 6                            | 2,534 | 0,483                     | 0,322                 | 0,161                 | 2,004                     | 1,669                 | 1,335                 | 0,665                 | 0,331                 |                      |
| 7                            | 2,704 | 0,419                     | 0,280                 | 0,140                 | 1,924                     | 1,616                 | 1,308                 | 0,692                 | 0,384                 | 0,076                |
| 8                            | 2,847 | 0,373                     | 0,248                 | 0,124                 | 1,864                     | 1,576                 | 1,288                 | 0,712                 | 0,424                 | 0,136                |
| 9                            | 2,970 | 0,337                     | 0,224                 | 0,112                 | 1,816                     | 1,544                 | 1,272                 | 0,728                 | 0,456                 | 0,184                |
| 10                           | 3,078 | 0,308                     | 0,205                 | 0,103                 | 1,777                     | 1,518                 | 1,259                 | 0,741                 | 0,482                 | 0,223                |

| EN FONCTION des SPÉCIFICATIONS |       |                           |                       |                       |                           |                       |                       |                       |                       |                      |
|--------------------------------|-------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Échantillon                    |       | Limites pour les moyennes |                       |                       | Limites pour les étendues |                       |                       |                       |                       |                      |
| n                              | d2    | A <sub>2</sub><br>3σ      | A <sub>2b</sub><br>2σ | A <sub>2c</sub><br>1σ | D <sub>4</sub><br>3σ      | D <sub>4b</sub><br>2σ | D <sub>4c</sub><br>1σ | D <sub>3c</sub><br>1σ | D <sub>3b</sub><br>2σ | D <sub>3</sub><br>3σ |
| 2                              | 1,128 | 2,121                     | 1,414                 | 0,707                 | 3,687                     | 2,834                 | 1,981                 | 0,275                 |                       |                      |
| 3                              | 1,693 | 1,732                     | 1,155                 | 0,577                 | 4,357                     | 3,469                 | 2,581                 | 0,805                 |                       |                      |
| 4                              | 2,059 | 1,500                     | 1,000                 | 0,500                 | 4,699                     | 3,819                 | 2,939                 | 1,179                 | 0,299                 |                      |
| 5                              | 2,326 | 1,342                     | 0,894                 | 0,447                 | 4,918                     | 4,054                 | 3,190                 | 1,462                 | 0,598                 |                      |
| 6                              | 2,534 | 1,225                     | 0,816                 | 0,408                 | 5,078                     | 4,230                 | 3,382                 | 1,686                 | 0,838                 |                      |
| 7                              | 2,704 | 1,134                     | 0,756                 | 0,378                 | 5,203                     | 4,370                 | 3,537                 | 1,871                 | 1,038                 | 0,205                |
| 8                              | 2,847 | 1,061                     | 0,707                 | 0,354                 | 5,307                     | 4,487                 | 3,667                 | 2,027                 | 1,207                 | 0,387                |
| 9                              | 2,970 | 1,000                     | 0,667                 | 0,333                 | 5,394                     | 4,586                 | 3,778                 | 2,162                 | 1,354                 | 0,546                |
| 10                             | 3,078 | 0,949                     | 0,632                 | 0,316                 | 5,469                     | 4,672                 | 3,875                 | 2,281                 | 1,484                 | 0,687                |

\* Tables établies par C. Benedetti, M. ing.

### Annexe 4 : Prélèvements de chips (Longueur, Largeur, non Laminé)



| Prélèvement 1 |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
| échant 1      | Longueur1 | 24,71  | 30,37 | 22,08 | 15,4  | 19,69 | 36,31  | 20,45 | 15,05  | 26,23  | 18,8  | 22,909  | 13,2    | 0,8           | 6,06%        |
|               | largeur1  | 21,51  | 15,67 | 11,89 | 13,68 | 14,66 | 23,72  | 10,43 | 10,22  | 9,73   | 10,92 | 14,243  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 21,4   | 32,55 | 10,62 | 34,14 | 35,69 | 14,95  | 16,28 | 26,71  | 21,17  | 17,62 | 23,113  | 11,2    | 0,7           | 6,25%        |
|               | largeur2  | 11,73  | 9,7   | 9,36  | 9,83  | 12,17 | 9,86   | 9,55  | 10,41  | 17,33  | 13,4  | 11,334  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 18,39  | 26,35 | 20,41 | 15,6  | 25,67 | 12     | 22,78 | 21,31  | 18,52  | 18,44 | 19,947  | 17,1    | 1             | 5,85%        |
|               | largeur3  | 15     | 16,16 | 16,15 | 12,33 | 15    | 10,84  | 14,41 | 12,53  | 8,36   | 7,81  | 12,859  |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 26     | 26,33 | 15,8  | 18,14 | 21,61 | 15,13  | 13,08 | 11,22  | 10,01  | 17,35 | 17,467  | 15,4    | 0,5           | 3,25%        |
|               | largeur4  | 10,39  | 12,76 | 13,87 | 10,42 | 10,06 | 12,12  | 10,58 | 9,88   | 8,72   | 7,15  | 10,595  |         |               |              |
| échant 5      | longueur5 | 41,56  | 18,79 | 16,43 | 21,52 | 24,82 | 12,96  | 41,26 | 19,97  | 21,49  | 18,47 | 23,727  | 16,5    | 0,9           | 5,45%        |
|               | largeur5  | 22,75  | 16,51 | 10,59 | 21,28 | 19,9  | 11,5   | 27,33 | 17,32  | 13,29  | 13,39 | 17,386  |         |               |              |
| Moyenne       | Moy-Long  | 26,412 | 26,88 | 17,07 | 20,96 | 25,5  | 18,27  | 22,77 | 18,852 | 19,484 | 18,14 | 21,4326 | 14,68   | 0,78          | 5,37%        |
|               | Moy-large | 16,276 | 14,16 | 12,37 | 13,51 | 14,36 | 13,608 | 14,46 | 12,072 | 11,486 | 10,53 | 13,2834 |         |               |              |

| Prélèvement 2 |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne  | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|----------|---------|---------------|--------------|
| échant 1      | Longueur1 | 16,63  | 19,92 | 15,3  | 26,66 | 15    | 16,02  | 20,54 | 17,05  | 16,58  | 32,39 | 19,609   | 10,7    | 0,5           | 4,67%        |
|               | largeur1  | 7,35   | 17,7  | 11,75 | 21,34 | 9,37  | 10,6   | 15,6  | 11,78  | 12,76  | 15,3  | 13,355   |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 24,61  | 20,43 | 21,08 | 17,28 | 23,19 | 20,68  | 17,28 | 23,2   | 14,82  | 13,15 | 19,572   | 11,5    | 0,5           | 4,35%        |
|               | largeur2  | 23,83  | 12,67 | 10,23 | 18,03 | 17,45 | 11,23  | 13,78 | 8,61   | 10,82  | 10,59 | 13,724   |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 15     | 26,48 | 18,58 | 24,43 | 22,86 | 15,43  | 16,43 | 22,66  | 17,3   | 27,7  | 20,687   | 10,2    | 0,4           | 3,92%        |
|               | largeur3  | 9,73   | 14,06 | 11,3  | 11,58 | 15,31 | 10,95  | 9,15  | 12,54  | 10,61  | 20,79 | 12,602   |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 38,74  | 22,61 | 19,95 | 25,57 | 17,38 | 18,09  | 23,3  | 16,1   | 17,95  | 16,92 | 21,661   | 6,2     | 0,5           | 8,06%        |
|               | largeur4  | 18,76  | 13,85 | 12,3  | 13,47 | 10,12 | 12,65  | 10,3  | 10,17  | 10,49  | 11,77 | 12,388   |         |               |              |
| Moyenne       | Moy-Long  | 23,745 | 22,36 | 18,73 | 23,49 | 19,61 | 17,555 | 19,39 | 19,753 | 16,663 | 22,54 | 20,38225 | 9,65    | 0,475         | 5,25%        |
|               | Moy-large | 14,918 | 14,57 | 11,4  | 16,11 | 13,06 | 11,358 | 12,21 | 10,775 | 11,17  | 14,61 | 13,01725 |         |               |              |

| Prélèvement 3 |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9     | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
| échant 1      | Longueur1 | 22,03  | 18,07 | 35,6  | 23,09 | 23    | 31,2   | 20,57 | 11,59  | 15,5  | 15,13 | 21,578  | 9,8     | 0,5           | 5,10%        |
|               | largeur1  | 13,82  | 10,4  | 27,43 | 12,21 | 8,91  | 12,88  | 11,3  | 7,25   | 9,82  | 10,35 | 12,437  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 28,98  | 20    | 21,13 | 22,8  | 19,87 | 17,65  | 24,32 | 17,27  | 16,29 | 19,52 | 20,783  | 11      | 0,5           | 4,55%        |
|               | largeur2  | 15,3   | 14,38 | 19,9  | 20,38 | 15,45 | 13,11  | 13,63 | 10,21  | 10,97 | 13,33 | 14,666  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 27,28  | 34,28 | 20,25 | 23,74 | 34,82 | 28,77  | 26,44 | 19,89  | 12,1  | 12,54 | 24,011  | 6,3     | 0,2           | 3,17%        |
|               | largeur3  | 15,15  | 26,83 | 14,25 | 12,34 | 17,3  | 13,28  | 17,31 | 12,62  | 9,62  | 8,87  | 14,757  |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 33,19  | 20,15 | 23,91 | 18,06 | 21,15 | 30,05  | 21,7  | 36,76  | 30,57 | 28,56 | 26,41   | 19,9    | 0,8           | 4,02%        |
|               | largeur4  | 17,15  | 18,49 | 14,83 | 13,62 | 15,09 | 16,9   | 14,29 | 15,47  | 14,14 | 17,47 | 15,745  |         |               |              |
| échant 5      | longueur5 | 23,28  | 33,05 | 44,24 | 28,35 | 29,28 | 26,24  | 19,9  | 17,06  | 19,39 | 15,66 | 25,645  | 9,2     | 0,8           | 8,70%        |
|               | largeur5  | 18,29  | 23,08 | 15,6  | 19,6  | 22,96 | 22,7   | 11,84 | 13,16  | 15,4  | 19,21 | 18,184  |         |               |              |
| Moyenne       | Moy-Long  | 26,952 | 25,11 | 29,03 | 23,21 | 25,62 | 26,782 | 22,59 | 20,514 | 18,77 | 18,28 | 23,6854 | 11,24   | 0,56          | 5,11%        |
|               | Moy-large | 15,942 | 18,64 | 18,4  | 15,63 | 15,94 | 15,774 | 13,67 | 11,742 | 11,99 | 13,85 | 15,1578 |         |               |              |

| Prélèvement 4 |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
| échant 1      | Longueur1 | 32,44  | 22,41 | 24,28 | 34,75 | 13,82 | 29     | 15,91 | 40,98  | 15,88  | 22,11 | 25,158  | 18,01   | 0,4           | 2,22%        |
|               | largeur1  | 23,84  | 21,45 | 14,81 | 22,95 | 11,05 | 16,62  | 11,94 | 24,25  | 10,93  | 11,51 | 16,935  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 32,85  | 13,89 | 23,42 | 26,38 | 21,62 | 19,44  | 17,6  | 13,57  | 17,58  | 16,04 | 20,239  | 6       | 0,3           | 5,00%        |
|               | largeur2  | 13,16  | 8,15  | 21,52 | 13,05 | 10,71 | 14,78  | 16,3  | 9,72   | 10,93  | 9,57  | 12,789  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 19,63  | 31,66 | 16,11 | 16,04 | 22,39 | 20,56  | 23,84 | 22,58  | 14,99  | 20,91 | 20,871  | 8,3     | 0,4           | 4,82%        |
|               | largeur3  | 12,3   | 16,74 | 10,45 | 11,28 | 14,46 | 11,92  | 15,31 | 8,45   | 11,42  | 17,78 | 13,011  |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 16,58  | 17,63 | 22    | 15,93 | 23,92 | 13,43  | 12,42 | 17,02  | 15,17  | 19,98 | 17,408  | 5,8     | 0,2           | 3,45%        |
|               | largeur4  | 9,84   | 11,81 | 10,18 | 9,94  | 10,61 | 10,88  | 9,46  | 15,91  | 10,63  | 15,2  | 11,446  |         |               |              |
| échant 5      | longueur5 | 19,44  | 28,52 | 20,71 | 21,62 | 21,97 | 18,94  | 24,62 | 19,35  | 24,89  | 26,18 | 22,624  | 18,5    | 1,3           | 7,03%        |
|               | largeur5  | 21,99  | 15,84 | 13,22 | 15,38 | 12,32 | 14,42  | 18,32 | 18,04  | 12,71  | 14,44 | 15,668  |         |               |              |
| Moyenne       | Moy-Long  | 24,188 | 22,82 | 21,3  | 22,94 | 20,74 | 20,274 | 18,88 | 22,7   | 17,702 | 21,04 | 21,26   | 11,322  | 0,52          | 4,50%        |
|               | Moy-large | 16,226 | 14,8  | 14,04 | 14,52 | 11,83 | 13,724 | 14,27 | 15,274 | 11,324 | 13,7  | 13,9698 |         |               |              |



|          |           | Prélèvement 5 |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|----------|-----------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|          |           | 1             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1 | Longueur1 | 25,84         | 18,26 | 18,65 | 34,73 | 33,58 | 27,96  | 25,32 | 25,5   | 18,33  | 16,7  | 24,487  | 25,1    | 1,1           | 4,38%        |
|          | largeur1  | 15,04         | 12,79 | 11,54 | 29,85 | 20,18 | 18,23  | 11,72 | 19,45  | 12,79  | 12,54 | 16,413  |         |               |              |
| échant 2 | longueur2 | 34,76         | 27,38 | 26,14 | 18,95 | 30,92 | 34,35  | 20,64 | 19,11  | 14,89  | 23,89 | 25,103  | 13,4    | 1,2           | 8,96%        |
|          | largeur2  | 22,44         | 14,15 | 16,32 | 18,29 | 10,11 | 15,23  | 17,09 | 13,97  | 8,97   | 11,69 | 14,826  |         |               |              |
| échant 3 | longueur3 | 18,51         | 23,12 | 25,73 | 16,54 | 24,3  | 29,81  | 17,17 | 31,69  | 20,68  | 20,58 | 22,813  | 11,7    | 0,7           | 5,98%        |
|          | largeur3  | 12,58         | 12,54 | 9,09  | 11,3  | 17,8  | 20,32  | 10,93 | 18,52  | 13,8   | 11,76 | 13,864  |         |               |              |
| échant 4 | longueur4 | 29,22         | 20,87 | 21,78 | 24,07 | 24,79 | 35,5   | 18,81 | 17,84  | 25,19  | 18,27 | 23,634  | 10,7    | 0,4           | 3,74%        |
|          | largeur4  | 13,45         | 12,17 | 9,68  | 18,2  | 12,17 | 14,64  | 9,57  | 11,9   | 15,66  | 11,9  | 12,934  |         |               |              |
| échant5  | longueur5 | 33,75         | 31,67 | 29,38 | 31,07 | 24,12 | 26,31  | 18,3  | 18,64  | 23,86  | 13,16 | 25,026  | 9,2     | 0,4           | 4,35%        |
|          | largeur5  | 23,47         | 18,8  | 16,71 | 14,17 | 22,32 | 15,36  | 8,97  | 9,16   | 15,85  | 10,14 | 15,495  |         |               |              |
| Moyenne  | Moy-Long  | 28,416        | 24,26 | 24,34 | 25,07 | 27,54 | 30,786 | 20,05 | 22,556 | 20,59  | 18,52 | 24,2126 | 14,02   | 0,76          | 5,48%        |
|          | Moy-larg  | 17,396        | 14,09 | 12,67 | 18,36 | 16,52 | 16,756 | 11,66 | 14,6   | 13,414 | 11,61 | 14,7064 |         |               |              |

| Prélèvement 6 |           |        |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|               |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1      | Longueur1 | 29,98  | 24,78 | 21,15 | 23,93 | 24,53 | 37,82  | 14,28 | 26,72  | 15,34  | 11,44 | 22,997  | 24,1    | 1,5           | 6,22%        |
|               | largeur1  | 15,1   | 11,72 | 9,57  | 13,6  | 16,5  | 19,95  | 10,67 | 17,1   | 8,77   | 7,88  | 13,086  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 30,27  | 30,27 | 21,18 | 25,52 | 30,55 | 12,57  | 22,76 | 18,39  | 30,79  | 23,41 | 24,571  | 10,3    | 0,3           | 2,91%        |
|               | largeur2  | 16,75  | 11,11 | 15,73 | 15,9  | 14,65 | 9,85   | 14,55 | 11,89  | 11,12  | 13,39 | 13,494  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 25,83  | 20,11 | 25,6  | 16,5  | 34,69 | 26,39  | 13    | 25,3   | 20,58  | 17,08 | 22,508  | 9       | 0,8           | 8,89%        |
|               | largeur3  | 17,84  | 11,23 | 11,35 | 11,5  | 12,4  | 19,93  | 12,04 | 14,58  | 10,17  | 11,13 | 13,217  |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 33,97  | 25,97 | 31,18 | 20,51 | 25,37 | 17,7   | 17,82 | 29,78  | 26,7   | 37,16 | 26,616  | 14,9    | 0,7           | 4,70%        |
|               | largeur4  | 19,99  | 14,18 | 17,12 | 11,91 | 19,42 | 12,2   | 12,56 | 13,25  | 21,03  | 17,36 | 15,902  |         |               |              |
| échant5       | longueur5 | 16,54  | 27,31 | 31,75 | 25,5  | 42,4  | 18,28  | 25,9  | 15,04  | 29,8   | 15,5  | 24,802  | 13,9    | 1             | 7,19%        |
|               | largeur5  | 9,91   | 16,51 | 16,6  | 14,5  | 27,67 | 10,3   | 14,28 | 8,07   | 12,1   | 11,02 | 14,096  |         |               |              |
| Moyenne       | Moy-Long  | 27,318 | 25,69 | 26,17 | 22,39 | 31,51 | 22,552 | 18,75 | 23,046 | 24,642 | 20,92 | 24,2988 | 14,44   | 0,86          | 5,98%        |
|               | Moy-larg  | 15,918 | 12,95 | 14,07 | 13,48 | 18,13 | 14,446 | 12,82 | 12,978 | 12,638 | 12,16 | 13,959  |         |               |              |

| Prélèvement 7 |           | pr7    |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|               |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1      | Longueur1 | 28,08  | 34,86 | 30,54 | 26,15 | 22,12 | 26,12  | 31,72 | 20,18  | 31,84  | 20,85 | 27,246  | 7,5     | 0,2           | 2,67%        |
|               | largeur1  | 16,3   | 19,17 | 23,57 | 10,69 | 8,38  | 13,33  | 23,81 | 13,53  | 12,66  | 15,54 | 15,698  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 19,8   | 16,26 | 19,86 | 27,82 | 32,15 | 24,92  | 21,29 | 19,77  | 20,74  | 17,69 | 22,03   | 12,2    | 0,6           | 4,92%        |
|               | largeur2  | 11,09  | 9,81  | 12,32 | 18,19 | 20,89 | 18,47  | 16,54 | 10,22  | 14,7   | 10,55 | 14,278  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 28,09  | 36,07 | 41,45 | 40,31 | 22,95 | 21,84  | 17,19 | 22,46  | 21,84  | 22,45 | 27,465  | 11,5    | 0,5           | 4,35%        |
|               | largeur3  | 15,44  | 14,89 | 23,87 | 12,17 | 18,15 | 13,12  | 13,21 | 15,15  | 13,99  | 12,51 | 15,25   |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 25,92  | 20,28 | 23,59 | 28,78 | 20,6  | 16,03  | 16,27 | 22,86  | 28,94  | 23,3  | 22,657  | 9,9     | 0,6           | 6,06%        |
|               | largeur4  | 23,39  | 11,33 | 11,63 | 11,96 | 15,12 | 11,06  | 11,23 | 13     | 17,05  | 13,3  | 13,907  |         |               |              |
| échant5       | longueur5 | 48,44  | 33,1  | 23,33 | 30,1  | 15,16 | 49,99  | 16,07 | 20,3   | 17,07  | 21,92 | 27,548  | 8,3     | 0,4           | 4,82%        |
|               | largeur5  | 16,8   | 15,11 | 14,53 | 21,08 | 11,1  | 16,98  | 8,3   | 17,98  | 12,46  | 11,7  | 14,604  |         |               |              |
| Moyenne       | Moy-Long  | 30,066 | 28,11 | 27,75 | 30,63 | 22,6  | 27,78  | 20,51 | 21,114 | 24,086 | 21,24 | 25,3892 | 9,88    | 0,46          | 4,56%        |
|               | Moy-larg  | 16,604 | 14,06 | 17,18 | 14,82 | 14,73 | 14,592 | 14,62 | 13,976 | 14,172 | 12,72 | 14,7474 |         |               |              |



| Prélèvement 8 |           | pr8    |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|               |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1      | Longueur1 | 33,51  | 18,84 | 21,81 | 21,63 | 21,26 | 13,44  | 17,29 | 21,68  | 26,17  | 36,62 | 23,225  | 4,6     | 0,1           | 2,17%        |
|               | largeur1  | 19,64  | 9,63  | 11,17 | 12,29 | 10,89 | 9,08   | 15,9  | 10,36  | 13,2   | 11,19 | 12,335  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 46,37  | 47,62 | 22,24 | 20,27 | 21,06 | 17,88  | 14,67 | 28,95  | 23,96  | 14,37 | 25,739  | 9,8     | 0,4           | 4,08%        |
|               | largeur2  | 24,41  | 11,6  | 12,7  | 11,77 | 10,98 | 13,59  | 12,54 | 14,48  | 10,7   | 10,68 | 13,345  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 26,5   | 29,08 | 27,25 | 34,7  | 23,14 | 14,41  | 28,63 | 28,59  | 20,23  | 24,13 | 25,666  | 10,1    | 0,3           | 2,97%        |
|               | largeur3  | 19     | 14,33 | 15,5  | 17,59 | 13,34 | 9,2    | 15,29 | 17     | 11,08  | 12,34 | 14,467  |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 36,49  | 33,42 | 24,04 | 20,18 | 30,61 | 27,93  | 30,04 | 26,01  | 24,41  | 25,96 | 27,909  | 14      | 0,7           | 5,00%        |
|               | largeur4  | 19,42  | 19,26 | 19,96 | 14,12 | 17,77 | 14,93  | 20,87 | 19,94  | 12,89  | 15,57 | 17,473  |         |               |              |
| échant5       | longueur5 | 32,04  | 19,19 | 33,24 | 22,36 | 39,96 | 28,65  | 15,96 | 35,3   | 18,07  | 20,2  | 26,497  | 7,2     | 0,3           | 4,17%        |
|               | largeur5  | 13,18  | 12,38 | 21,99 | 14,11 | 33,32 | 14,71  | 11,03 | 19,33  | 11,11  | 8,46  | 15,962  |         |               |              |
|               | Moy-Long  | 34,982 | 29,63 | 25,72 | 23,83 | 27,21 | 20,462 | 21,32 | 28,106 | 22,568 | 24,26 | 25,8072 | 9,14    | 0,36          | 3,68%        |
| Moyenne       | Moy-larg  | 19,13  | 13,44 | 16,26 | 13,98 | 17,26 | 12,302 | 15,13 | 16,222 | 11,796 | 11,65 | 14,7164 |         |               |              |

| Prélèvement 9 |           | pr9    |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|---------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|               |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1      | Longueur1 | 35,89  | 25,26 | 37,05 | 27,57 | 25,91 | 23,9   | 33,12 | 18,06  | 20,6   | 21,22 | 26,858  | 10,4    | 0,7           | 6,73%        |
|               | largeur1  | 14,36  | 17,34 | 15,1  | 11,44 | 14,67 | 11,14  | 16,92 | 10,61  | 10,47  | 11,36 | 13,341  |         |               |              |
| échant 2      | longueur2 | 29,46  | 33,97 | 23,67 | 19,49 | 17,75 | 19,54  | 25,09 | 24,2   | 24,57  | 22,41 | 24,015  | 6,4     | 0,3           | 4,69%        |
|               | largeur2  | 13,16  | 12,63 | 17,37 | 11,95 | 11,27 | 11,1   | 14,19 | 18,75  | 12,68  | 11,11 | 13,421  |         |               |              |
| échant 3      | longueur3 | 26,55  | 26,6  | 24,9  | 31,71 | 25,03 | 16,07  | 20,6  | 24,2   | 20,23  | 16,33 | 23,222  | 10,6    | 0,1           | 0,94%        |
|               | largeur3  | 11,68  | 13,77 | 16,13 | 14,15 | 10,67 | 10,17  | 11,73 | 14,2   | 10,86  | 10,77 | 12,413  |         |               |              |
| échant 4      | longueur4 | 29,39  | 28,98 | 34,13 | 24,08 | 18,2  | 20,5   | 33,8  | 16,68  | 27,64  | 19    | 25,24   | 7,8     | 0,4           | 5,13%        |
|               | largeur4  | 17,7   | 14,6  | 17,44 | 12,31 | 7,72  | 12,14  | 18,13 | 10,94  | 13,63  | 9,41  | 13,402  |         |               |              |
| échant5       | longueur5 | 30     | 26,73 | 26,28 | 16,82 | 21,75 | 26,13  | 16,31 | 24,19  | 16,94  | 23,54 | 22,869  | 6,3     | 0,3           | 4,76%        |
|               | largeur5  | 10,76  | 21,74 | 15,95 | 9,25  | 10,42 | 13,59  | 9,8   | 14     | 10,3   | 16    | 13,181  |         |               |              |
|               | Moy-Long  | 30,258 | 28,31 | 29,21 | 23,93 | 21,73 | 21,228 | 25,78 | 21,466 | 21,996 | 20,5  | 24,4408 | 8,3     | 0,36          | 4,45%        |
| Moyenne       | Moy-larg  | 13,532 | 16,02 | 16,4  | 11,82 | 10,95 | 11,628 | 14,15 | 13,7   | 11,588 | 11,73 | 13,1516 |         |               |              |

| Prélèvement 10 |           |        |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1       | Longueur1 | 22,45  | 27,14 | 31,33 | 20,65 | 13,35 | 41,42  | 24,92 | 24,82  | 28,36  | 30,5  | 26,494  | 6,9     | 0,2           | 2,90%        |
|                | largeur1  | 13,38  | 14,43 | 15,03 | 12,78 | 9,58  | 24,38  | 13,66 | 12,42  | 12,29  | 18,31 | 14,626  |         |               |              |
| échant 2       | longueur2 | 20,25  | 18,4  | 30,48 | 29,19 | 17,88 | 23,75  | 21,01 | 27,58  | 18,77  | 32,05 | 23,936  | 8,8     | 0,4           | 4,55%        |
|                | largeur2  | 11,96  | 10,36 | 19,24 | 15,08 | 10,69 | 16,86  | 12,56 | 15,13  | 15,26  | 17,72 | 14,486  |         |               |              |
| échant 3       | longueur3 | 26,82  | 45,46 | 26,98 | 36,38 | 36,91 | 33,01  | 20,94 | 17,04  | 81,8   | 29,32 | 35,466  | 4,3     | 0,3           | 6,98%        |
|                | largeur3  | 19,81  | 16,53 | 12,17 | 17,23 | 19,38 | 18,46  | 11,88 | 12,1   | 15,23  | 11,97 | 15,476  |         |               |              |
| échant 4       | longueur4 | 38,41  | 19,8  | 26,02 | 22,96 | 17,89 | 18,96  | 23,96 | 19,9   | 37,08  | 17,99 | 24,297  | 8,2     | 0,2           | 2,44%        |
|                | largeur4  | 14,4   | 12,13 | 13,11 | 13,85 | 10,5  | 12,24  | 10,63 | 12,44  | 16,7   | 11,51 | 12,751  |         |               |              |
| échant5        | longueur5 | 29,36  | 25,83 | 13,89 | 23,19 | 20,73 | 25,51  | 24    | 23,3   | 14,35  | 24,22 | 22,438  | 5,4     | 0,2           | 3,70%        |
|                | largeur5  | 9,82   | 16,82 | 9,32  | 11,22 | 10,58 | 12,33  | 13,09 | 18,57  | 11,9   | 9,57  | 12,322  |         |               |              |
|                | Moy-Long  | 27,458 | 27,33 | 25,74 | 26,47 | 21,35 | 28,53  | 22,97 | 22,528 | 36,072 | 26,82 | 26,5262 | 6,72    | 0,26          | 4,11%        |
| Moyenne        | Moy-larg  | 13,874 | 14,05 | 13,77 | 14,03 | 12,15 | 16,854 | 12,36 | 14,132 | 14,276 | 13,82 | 13,9322 |         |               |              |

| Prélèvement 11 |           | pr11   |       |       |       |       |        |       |        |        |       |         |         |               |              |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|--------------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
| échant 1       | Longueur1 | 29,22  | 23,94 | 36,72 | 44,19 | 17,29 | 51,33  | 15,2  | 20,36  | 13,96  | 30,86 | 28,307  | 10      | 0,4           | 4,00%        |
|                | largeur1  | 19,68  | 16,88 | 17,64 | 34,12 | 11,96 | 16,01  | 10,05 | 12,93  | 12,26  | 18,71 | 17,024  |         |               |              |
| échant 2       | longueur2 | 19,47  | 30,99 | 44    | 48,2  | 25    | 17,9   | 46,98 | 32,2   | 24,4   | 23,85 | 31,299  | 8,7     | 0,4           | 4,60%        |
|                | largeur2  | 10,87  | 16,78 | 24,13 | 30    | 19,6  | 9,45   | 17,8  | 17     | 12,2   | 14,57 | 17,24   |         |               |              |
| échant 3       | longueur3 | 28     | 23,06 | 26,76 | 40,56 | 20,83 | 27,8   | 16,3  | 36,97  | 20,55  | 24,52 | 26,535  | 11,7    | 0,7           | 5,98%        |
|                | largeur3  | 16,08  | 11,45 | 18,26 | 18,68 | 9,36  | 14,68  | 10,18 | 24,54  | 11,43  | 14,74 | 14,94   |         |               |              |
| échant 4       | longueur4 | 36,13  | 48,22 | 28,69 | 23,02 | 38,18 | 43,03  | 40,29 | 35,64  | 30,73  | 47,46 | 37,139  | 7,2     | 0,2           | 2,78%        |
|                | largeur4  | 28,2   | 37,21 | 24,19 | 11,2  | 20,47 | 20,42  | 26,87 | 18,02  | 23,1   | 20,05 | 22,973  |         |               |              |
| échant5        | longueur5 | 55,49  | 30,06 | 36,02 | 40,28 | 22,64 | 20,55  | 28,17 | 30,07  | 38,85  | 38,74 | 34,087  | 8       | 0,2           | 2,50%        |
|                | largeur5  | 42,74  | 15,94 | 25,46 | 17,25 | 14,63 | 10,3   | 14,9  | 17,58  | 17,32  | 17,71 | 19,383  |         |               |              |
|                | Moy-Long  | 33,662 | 31,25 | 34,44 | 39,25 | 24,79 | 32,122 | 29,39 | 31,048 | 25,698 | 33,09 | 31,4734 | 9,12    | 0,38          | 3,97%        |
| Moyenne        | Moy-larg  | 23,514 | 19,65 | 21,94 | 22,25 | 15,2  | 14,172 | 15,96 | 18,014 | 15,262 | 17,16 | 18,312  |         |               |              |



| Prélèvement 12 |           | pr12   |       |       |       |       |        |       |       |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8     | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1       | Longueur1 | 25,92  | 16,07 | 26,61 | 28,79 | 35,71 | 28,28  | 20,57 | 38,4  | 21,9   | 21,76 | 26,401  | 5,6           | 0,4          |
|                | largeur1  | 12,24  | 11,6  | 17,24 | 13,34 | 16,5  | 10,5   | 13,5  | 30    | 11,84  | 11,43 | 14,819  |               |              |
| échant 2       | longueur2 | 15,11  | 37,72 | 28,2  | 25,42 | 27,11 | 26,16  | 19,78 | 23    | 29,06  | 8,24  | 23,98   | 7,5           | 0,3          |
|                | largeur2  | 8,53   | 21,42 | 14,5  | 20    | 13,25 | 16,27  | 11,8  | 12,16 | 16,84  | 8,82  | 14,359  |               |              |
| échant 3       | longueur3 | 32,4   | 32,7  | 20,5  | 21,2  | 21,88 | 36,39  | 21,29 | 25,87 | 21,16  | 16,1  | 24,949  | 6,8           | 0,7          |
|                | largeur3  | 16,75  | 9,12  | 8,71  | 12,85 | 12,22 | 21,72  | 12,87 | 15,5  | 9,32   | 9,92  | 12,898  |               |              |
| échant 4       | longueur4 | 14,61  | 23,4  | 48    | 32,88 | 29,66 | 23,69  | 18,68 | 19,9  | 31,59  | 31,66 | 27,407  | 8,6           | 0,4          |
|                | largeur4  | 10,03  | 12,5  | 15,06 | 13,03 | 14,62 | 11,74  | 8,9   | 11,24 | 10     | 23,82 | 13,094  |               |              |
| échant5        | longueur5 | 23,94  | 34,91 | 29,98 | 12,5  | 24,26 | 26,68  | 16,47 | 25,93 | 21,5   | 19,97 | 23,614  | 5,5           | 0,3          |
|                | largeur5  | 13,34  | 15,9  | 15,77 | 8,86  | 13,48 | 14     | 10,38 | 10    | 13,17  | 11,63 | 12,653  |               |              |
| Moyenne        | Moy-Long  | 22,396 | 28,96 | 30,66 | 24,16 | 27,72 | 28,24  | 19,36 | 26,62 | 25,042 | 19,55 | 25,2702 | 6,8           | 0,42         |
|                | Moy-large | 12,178 | 14,11 | 14,26 | 13,62 | 14,01 | 14,846 | 11,49 | 15,78 | 12,234 | 13,12 | 13,5646 |               |              |

| Prélèvement 13 |           | pr13   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1       | Longueur1 | 27,87  | 36,58 | 47    | 15,6  | 45,6  | 34,8   | 16,42 | 24,65  | 14,48  | 31,7  | 29,47   | 10,5          | 0,5          |
|                | largeur1  | 12,15  | 13,02 | 19,8  | 9,07  | 18,12 | 15,82  | 12,14 | 13     | 6,71   | 14,4  | 13,423  |               |              |
| échant 2       | longueur2 | 32,28  | 28,75 | 19    | 23,12 | 22,13 | 25,38  | 22,54 | 34,26  | 34     | 18,5  | 25,996  | 10,7          | 0,4          |
|                | largeur2  | 17,4   | 14,75 | 10,85 | 14,29 | 10    | 12,45  | 11,38 | 11,54  | 20,76  | 8,23  | 13,165  |               |              |
| échant 3       | longueur3 | 39     | 20,44 | 19,05 | 22,92 | 27,17 | 33,05  | 31    | 19     | 26,5   | 20,67 | 25,88   | 7,2           | 0,5          |
|                | largeur3  | 18,3   | 13,76 | 8,8   | 12,01 | 13,07 | 14     | 13,59 | 12,15  | 15,7   | 11,5  | 13,288  |               |              |
| échant 4       | longueur4 | 36,3   | 23,28 | 18,78 | 21,53 | 19,47 | 23,28  | 26,18 | 15,24  | 16,54  | 17,92 | 21,852  | 9,6           | 0,2          |
|                | largeur4  | 15,2   | 15,88 | 11,69 | 13,85 | 12,45 | 8,6    | 17,3  | 11,98  | 10,12  | 6,36  | 12,343  |               |              |
| échant5        | longueur5 | 27,49  | 25,21 | 23,61 | 13,9  | 38    | 30,8   | 30    | 31,91  | 14,75  | 15,32 | 25,099  | 15,5          | 1,12         |
|                | largeur5  | 20     | 13,11 | 12,45 | 10,13 | 16,28 | 15,64  | 14,8  | 17,8   | 9,43   | 9     | 13,864  |               |              |
| Moyenne        | Moy-Long  | 32,588 | 26,85 | 25,49 | 19,41 | 30,47 | 29,462 | 25,23 | 25,012 | 21,254 | 20,82 | 25,6594 | 10,7          | 0,544        |
|                | Moy-large | 16,61  | 14,1  | 12,72 | 11,87 | 13,98 | 13,302 | 13,84 | 13,294 | 12,544 | 9,898 | 13,2166 |               |              |

| Prélèvement 14 |           | pr14   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1       | Longueur1 | 30,77  | 20,52 | 26,52 | 14,62 | 22,77 | 30,7   | 20    | 34,46  | 17     | 28,28 | 24,564  | 6,6           | 0,5          |
|                | largeur1  | 14,14  | 14,35 | 12,73 | 10,86 | 13,08 | 20,37  | 8,43  | 15,8   | 10     | 11,19 | 13,095  |               |              |
| échant 2       | longueur2 | 33,8   | 17,4  | 32    | 17,58 | 19,92 | 23,36  | 29,58 | 14,17  | 21,6   | 21,6  | 23,101  | 8,3           | 0,3          |
|                | largeur2  | 14,37  | 9,5   | 16,82 | 9,2   | 11,64 | 11,49  | 17,06 | 12,24  | 10,85  | 15,09 | 12,826  |               |              |
| échant 3       | longueur3 | 30,62  | 42    | 14,67 | 28,35 | 20,56 | 19,89  | 20,56 | 24,33  | 27,15  | 23,07 | 25,12   | 7             | 0,4          |
|                | largeur3  | 28     | 16,74 | 8,39  | 13,52 | 9,7   | 11,45  | 10,97 | 14,57  | 12,46  | 11,52 | 13,732  |               |              |
| échant 4       | longueur4 | 32,16  | 30,55 | 29,27 | 14,87 | 19,93 | 26,57  | 19    | 18     | 10,41  | 23,4  | 22,416  | 8,7           | 0,4          |
|                | largeur4  | 16,18  | 18,2  | 21,6  | 9,22  | 13,74 | 13,55  | 14,54 | 10,64  | 11,25  | 9,86  | 13,878  |               |              |
| échant5        | longueur5 | 13     | 29,6  | 29,86 | 18,5  | 27,26 | 22,67  | 16,07 | 27,27  | 24,92  | 26,48 | 23,563  | 7,2           | 0,4          |
|                | largeur5  | 8,27   | 16,51 | 15,16 | 10,58 | 17,07 | 15,67  | 10,73 | 13,02  | 13,52  | 9,95  | 13,048  |               |              |
| Moyenne        | Moy-Long  | 28,07  | 28,01 | 26,46 | 18,78 | 22,09 | 24,638 | 21,04 | 23,646 | 20,216 | 24,57 | 23,7528 | 7,56          | 0,4          |
|                | Moy-large | 16,192 | 15,06 | 14,94 | 10,68 | 13,05 | 14,506 | 12,35 | 13,254 | 11,616 | 11,52 | 13,3158 |               |              |

| Prélèvement 15 |           | pr15   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1       | Longueur1 | 31,61  | 21,48 | 21,7  | 15,76 | 16,95 | 23,26  | 19,26 | 20,83  | 20,4   | 21,58 | 21,283  | 8,9           | 0,6          |
|                | largeur1  | 10,52  | 9,43  | 10,92 | 10,18 | 9,22  | 10,25  | 11,97 | 11,64  | 10,46  | 12,15 | 10,674  |               |              |
| échant 2       | longueur2 | 26,89  | 18,01 | 19,19 | 22,68 | 22,07 | 20,62  | 18,13 | 21,84  | 16,19  | 18,36 | 20,398  | 8,6           | 0,6          |
|                | largeur2  | 10,6   | 10,24 | 11,95 | 9,39  | 15,86 | 10,95  | 9,51  | 14,5   | 10,16  | 8,09  | 11,125  |               |              |
| échant 3       | longueur3 | 25,36  | 18,6  | 25,36 | 15,23 | 22,24 | 17,43  | 18,95 | 33,28  | 16,16  | 19,27 | 21,188  | 7,7           | 0,4          |
|                | largeur3  | 12,88  | 10,75 | 14,92 | 8,14  | 10,4  | 10,65  | 12,3  | 13,88  | 9,49   | 9,46  | 11,287  |               |              |
| échant 4       | longueur4 | 33,83  | 28,48 | 24,72 | 21,03 | 36,62 | 21,28  | 16,79 | 22,69  | 24,39  | 17,18 | 24,701  | 13,5          | 0,7          |
|                | largeur4  | 12,78  | 13,76 | 17,77 | 12,3  | 14,65 | 11,22  | 9,03  | 11,14  | 14,3   | 9,81  | 12,676  |               |              |
| échant5        | longueur5 | 24,37  | 23,45 | 27,54 | 21,97 | 23,71 | 29,82  | 16,98 | 28,42  | 20,52  | 18,41 | 23,519  | 8,3           | 0,3          |
|                | largeur5  | 15,36  | 12,46 | 15,46 | 14,84 | 10,57 | 9,28   | 11,25 | 12,11  | 9,97   | 12,75 | 12,405  |               |              |
| Moyenne        | Moy-Long  | 28,412 | 22    | 23,7  | 19,33 | 24,32 | 22,482 | 18,02 | 25,412 | 19,532 | 18,96 | 22,2178 | 9,4           | 0,52         |
|                | Moy-large | 12,428 | 11,33 | 14,2  | 10,97 | 12,14 | 10,47  | 10,81 | 12,654 | 10,876 | 10,45 | 11,6334 |               |              |



| Prélèvement 16    |           | pr16   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|-------------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                   |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1          | Longueur1 | 28,2   | 26,01 | 27,14 | 21,17 | 19,47 | 35,07  | 29,79 | 15,89  | 16,1   | 11,41 | 23,025  | 8,8           | 0,5          |
|                   | largeur1  | 12,51  | 13,44 | 11,02 | 9,82  | 11,12 | 14,13  | 11,74 | 8,09   | 11,41  | 7,39  | 11,067  |               |              |
| échant 2          | longueur2 | 21,54  | 31,71 | 29,83 | 20,53 | 15,11 | 18,16  | 28,97 | 13,24  | 27,06  | 16,95 | 22,31   | 10,5          | 0,4          |
|                   | largeur2  | 21,12  | 15,7  | 9,71  | 15,4  | 8,94  | 10,98  | 13,6  | 9,96   | 11,24  | 9,75  | 12,64   |               |              |
| échant 3          | longueur3 | 33,42  | 23,77 | 16,06 | 17,6  | 25,94 | 17,15  | 30,64 | 19,02  | 20,11  | 18,57 | 22,228  | 9,3           | 0,2          |
|                   | largeur3  | 14,18  | 13,26 | 8,95  | 8,7   | 11,98 | 11,79  | 11,84 | 10,3   | 12,65  | 11,14 | 11,479  |               |              |
| échant 4          | longueur4 | 17,32  | 28,71 | 27,9  | 12,8  | 27,56 | 35,15  | 22,79 | 26,26  | 28,07  | 12,96 | 23,952  | 7,9           | 1,1          |
|                   | largeur4  | 8,67   | 12,24 | 11,66 | 8,14  | 9,85  | 14,29  | 10,11 | 8,66   | 13,25  | 7,9   | 10,477  |               |              |
| échant5           | longueur5 | 28,39  | 22,34 | 23,65 | 23,32 | 18,24 | 19,1   | 24,92 | 21,7   | 22,54  | 13,14 | 21,734  | 9,7           | 0,5          |
|                   | largeur5  | 10,03  | 10,07 | 10,21 | 12,15 | 9,92  | 10,83  | 10,62 | 1,4    | 11,17  | 8,82  | 9,522   |               |              |
| Moy-Long          |           | 25,774 | 26,51 | 24,92 | 19,08 | 21,26 | 24,926 | 27,42 | 19,222 | 22,776 | 14,61 | 22,6498 | 9,24          | 0,54         |
| Moyenne Moy-large |           | 13,302 | 12,94 | 10,31 | 10,84 | 10,36 | 12,404 | 11,58 | 7,682  | 11,944 | 9     | 11,037  |               |              |

| Prélèvement 17    |           | pr17   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|-------------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                   |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1          | Longueur1 | 32,25  | 26,91 | 31,72 | 19,31 | 22,33 | 20,36  | 32,36 | 25,41  | 30,3   | 20,7  | 26,165  | 12,6          | 0,1          |
|                   | largeur1  | 17,36  | 11,26 | 23,69 | 11,46 | 12,26 | 13,2   | 14,22 | 12,27  | 14,57  | 11,72 | 14,201  |               |              |
| échant 2          | longueur2 | 23,87  | 36,98 | 19,4  | 27,49 | 24,98 | 22,21  | 19,22 | 17,89  | 27,05  | 24,57 | 24,366  | 8,8           | 0,8          |
|                   | largeur2  | 15,87  | 19,76 | 18,11 | 19,57 | 12,39 | 18,68  | 12,26 | 10,27  | 16,5   | 16,45 | 15,986  |               |              |
| échant 3          | longueur3 | 39,93  | 20,01 | 21,27 | 26,4  | 22,57 | 23,14  | 26,89 | 17,51  | 20,78  | 19,42 | 23,792  | 6             | 0,1          |
|                   | largeur3  | 20,03  | 12,2  | 13,11 | 15,32 | 17,1  | 11,36  | 20,45 | 11,84  | 12,94  | 12,2  | 14,655  |               |              |
| échant 4          | longueur4 | 15,91  | 23,04 | 25,44 | 27,81 | 19,72 | 20,8   | 17,82 | 22,56  | 17,41  | 20,73 | 21,124  | 6,8           | 0,3          |
|                   | largeur4  | 11,29  | 15,43 | 14,4  | 16,75 | 11,35 | 10,34  | 10,82 | 15,28  | 10,62  | 10,8  | 12,708  |               |              |
| échant5           | longueur5 | 33,11  | 27,72 | 18,36 | 30,64 | 20,11 | 25,19  | 10,8  | 30,1   | 15,53  | 14,45 | 22,601  | 6,2           | 0,4          |
|                   | largeur5  | 17,13  | 18,23 | 14,37 | 16,87 | 9,05  | 14,06  | 16,6  | 14,04  | 12,28  | 14,72 | 14,735  |               |              |
| Moy-Long          |           | 29,014 | 26,93 | 23,24 | 26,33 | 21,94 | 22,34  | 21,42 | 22,694 | 22,214 | 19,97 | 23,6096 | 8,08          | 0,34         |
| Moyenne Moy-large |           | 16,336 | 15,38 | 16,74 | 15,99 | 12,43 | 13,528 | 14,87 | 12,74  | 13,382 | 13,18 | 14,457  |               |              |

| Prélèvement 18    |           | pr18   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|-------------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                   |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1          | Longueur1 | 26,89  | 26,68 | 21,26 | 19,08 | 14,81 | 20,31  | 20,39 | 17,89  | 21,47  | 19,68 | 20,846  | 8,3           | 0,3          |
|                   | largeur1  | 15,32  | 17,58 | 18,15 | 13,62 | 10,47 | 10,27  | 11,17 | 17,19  | 17,58  | 10,15 | 14,15   |               |              |
| échant 2          | longueur2 | 26,73  | 14,8  | 19,03 | 23,07 | 20,66 | 20,27  | 17,15 | 29,54  | 26,59  | 35,4  | 23,324  | 10,6          | 1            |
|                   | largeur2  | 19,59  | 10,3  | 10,38 | 14,81 | 9,37  | 11,01  | 11,58 | 21,94  | 20,94  | 24,13 | 15,405  |               |              |
| échant 3          | longueur3 | 30,48  | 15,88 | 31,57 | 18,08 | 23,3  | 21,82  | 12,21 | 21,48  | 13,53  | 11,32 | 19,967  | 9,4           | 0,7          |
|                   | largeur3  | 13,49  | 11,37 | 18,19 | 19,2  | 13,15 | 12     | 8,39  | 11,25  | 10,66  | 8,35  | 12,605  |               |              |
| échant 4          | longueur4 | 38,54  | 18,24 | 31,01 | 19,76 | 31,22 | 12,58  | 13,73 | 27,23  | 20,19  | 15,7  | 22,82   | 8,7           | 0,3          |
|                   | largeur4  | 17,37  | 11,7  | 24,25 | 11,87 | 24,59 | 10,62  | 8,35  | 16,35  | 15,84  | 9,94  | 15,088  |               |              |
| échant5           | longueur5 | 32,11  | 20,92 | 18,84 | 13,87 | 18,21 | 12,56  | 12,05 | 10,76  | 16,59  | 19,49 | 17,54   | 7,6           | 0,4          |
|                   | largeur5  | 13,16  | 9,03  | 6,97  | 5,41  | 6,71  | 6,79   | 8,22  | 5,01   | 13,36  | 11,46 | 8,612   |               |              |
| Moy-Long          |           | 30,95  | 19,3  | 24,34 | 18,77 | 21,64 | 17,508 | 15,11 | 21,38  | 19,674 | 20,32 | 20,8994 | 8,92          | 0,54         |
| Moyenne Moy-large |           | 15,786 | 12    | 15,59 | 12,98 | 12,86 | 10,138 | 9,542 | 14,348 | 15,676 | 12,81 | 13,172  |               |              |

| Prélèvement 19    |           | pr19   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |
|-------------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|
|                   |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    | moyenne |               |              |
| échant 1          | Longueur1 | 17,12  | 16,52 | 15,98 | 14,38 | 23,09 | 26,42  | 22,53 | 24,32  | 25,81  | 27,03 | 21,32   | 15,3          | 0,9          |
|                   | largeur1  | 13,44  | 10,14 | 10,43 | 9,74  | 14,07 | 15,06  | 9,63  | 14,43  | 16,59  | 13,97 | 12,75   |               |              |
| échant 2          | longueur2 | 27,05  | 22,91 | 26,08 | 22,55 | 23,6  | 16,64  | 22,88 | 17,6   | 21,45  | 14,57 | 21,533  | 7,9           | 0,3          |
|                   | largeur2  | 22,03  | 10,66 | 16,89 | 14,73 | 18,58 | 11,19  | 9,36  | 10,99  | 9      | 10,54 | 13,397  |               |              |
| échant 3          | longueur3 | 20,7   | 20,34 | 27,89 | 25,37 | 18,44 | 39,86  | 27,77 | 25,85  | 15,97  | 19,77 | 24,196  | 13,1          | 1            |
|                   | largeur3  | 11,62  | 12,64 | 11,54 | 18,41 | 10,06 | 18,24  | 13,12 | 19,16  | 11,89  | 14,44 | 14,112  |               |              |
| échant 4          | longueur4 | 23,16  | 23,1  | 25,07 | 38,98 | 26,39 | 17,37  | 23,42 | 19,2   | 23,19  | 23,18 | 24,306  | 8,9           | 0,6          |
|                   | largeur4  | 13,74  | 12,8  | 17,76 | 26,67 | 14,61 | 10,58  | 16,12 | 11,33  | 15,04  | 15,41 | 15,406  |               |              |
| échant5           | longueur5 | 32,58  | 24,65 | 28,65 | 17,47 | 29,06 | 12,82  | 26,96 | 14,82  | 27,15  | 18,77 | 23,293  | 8,3           | 0,7          |
|                   | largeur5  | 23,02  | 15,73 | 20,71 | 13,67 | 19,43 | 8,84   | 18,98 | 10,26  | 14,25  | 13,17 | 15,806  |               |              |
| Moy-Long          |           | 24,122 | 21,5  | 24,73 | 23,75 | 24,12 | 22,622 | 24,71 | 20,358 | 22,714 | 20,66 | 22,9296 | 10,7          | 0,7          |
| Moyenne Moy-large |           | 16,77  | 12,39 | 15,47 | 16,64 | 15,35 | 12,782 | 13,44 | 13,234 | 13,354 | 13,51 | 14,2942 |               |              |



| Prélèvement 20 |           | pr20   |       |       |       |       |        |       |        |        |       | M.T (g) | M. non laminé | % non laminé |         |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|---------------|--------------|---------|
|                |           | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9      | 10    |         |               |              | moyenne |
| échant 1       | Longueur1 | 38,78  | 28,18 | 25,02 | 18,58 | 20,39 | 26,47  | 22,68 | 37,34  | 20,9   | 23,23 | 26,157  | 8,3           | 0,8          | 9,64%   |
|                | largeur1  | 13,86  | 15,31 | 14,1  | 11,02 | 14,8  | 16,32  | 18,15 | 22,17  | 12,14  | 11,86 | 14,973  |               |              |         |
| échant 2       | longueur2 | 34,39  | 35,66 | 22,11 | 22,87 | 24,06 | 13,22  | 14,41 | 13,95  | 24,06  | 28,61 | 23,334  | 9,9           | 0,7          | 7,07%   |
|                | largeur2  | 17,64  | 22,64 | 12,31 | 13,76 | 11,76 | 9,53   | 9,84  | 8,71   | 15,67  | 20,01 | 14,187  |               |              |         |
| échant 3       | longueur3 | 17,78  | 20,08 | 27,83 | 30,04 | 19,94 | 17,79  | 20,7  | 18,26  | 27,51  | 30,34 | 23,027  | 9,8           | 0,8          | 8,16%   |
|                | largeur3  | 13,7   | 10,98 | 16,76 | 16,07 | 13,93 | 12,77  | 9,77  | 9,54   | 14,87  | 19,96 | 13,835  |               |              |         |
| échant 4       | longueur4 | 29,48  | 39,47 | 17,01 | 30,5  | 33,7  | 28,77  | 27,52 | 15,79  | 11,12  | 18,31 | 25,167  | 7,6           | 0,6          | 7,89%   |
|                | largeur4  | 16,87  | 14,11 | 13,3  | 14,24 | 16,51 | 23,06  | 10,35 | 9,68   | 8,66   | 7,5   | 13,428  |               |              |         |
| échant 5       | longueur5 | 41,79  | 29,62 | 17,36 | 25,03 | 25,01 | 19,77  | 23,87 | 17,18  | 13,86  | 27,36 | 24,085  | 11,9          | 0,8          | 6,72%   |
|                | largeur5  | 26,13  | 14,2  | 10,4  | 16,36 | 23,13 | 11,43  | 16,53 | 11,12  | 10,57  | 14,97 | 15,484  |               |              |         |
| Moyenne        | Moy-Long  | 32,444 | 30,6  | 21,87 | 25,4  | 24,62 | 21,204 | 21,84 | 20,504 | 19,49  | 25,57 | 24,354  | 9,5           | 0,74         | 7,90%   |
|                | Moy-larg  | 17,64  | 15,45 | 13,37 | 14,29 | 16,03 | 14,622 | 12,93 | 12,244 | 12,382 | 14,86 | 14,3814 |               |              |         |

## Annexe 5 : Prélèvements du bleuterie1



| Prélèv       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | p     |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1            | 0,50% | 0,14% | 0,24% | 0,15% | 0,19% | 0,24% |
| 2            | 0,14% | 0,04% | 0,03% | 0,03% | 0,06% | 0,06% |
| 3            | 0,24% | 0,50% | 0,48% | 0,11% | 0,26% | 0,32% |
| 4            | 0,23% | 0,13% | 0,13% | 0,08% | 0,15% | 0,14% |
| 5            | 0,04% | 0,18% | 0,10% | 0,10% | 0,13% | 0,11% |
| 6            | 0,11% | 0,09% | 0,14% | 0,08% | 0,09% | 0,10% |
| 7            | 0,26% | 0,09% | 0,20% | 0,25% | 0,24% | 0,21% |
| 8            | 0,24% | 0,10% | 0,13% | 0,09% | 0,08% | 0,13% |
| 9            | 0,10% | 0,06% | 0,19% | 0,15% | 0,07% | 0,11% |
| 10           | 0,33% | 0,13% | 0,16% | 0,10% | 0,12% | 0,17% |
| 11           | 0,10% | 0,06% | 0,19% | 0,14% | 0,15% | 0,13% |
| 12           | 0,07% | 0,37% | 0,19% | 0,11% | 0,28% | 0,20% |
| 13           | 0,22% | 0,33% | 0,25% | 0,14% | 0,20% | 0,23% |
| 14           | 0,09% | 0,11% | 0,07% | 1,00% | 0,09% | 0,27% |
| 15           | 0,12% | 0,23% | 0,09% | 0,11% | 0,34% | 0,18% |
| 16           | 0,03% | 0,18% | 0,37% | 0,25% | 0,05% | 0,18% |
| 17           | 0,18% | 0,22% | 0,23% | 0,05% | 0,14% | 0,16% |
| 18           | 0,15% | 0,07% | 0,12% | 0,40% | 0,25% | 0,20% |
| 19           | 0,17% | 0,09% | 0,24% | 0,14% | 0,26% | 0,18% |
| 20           | 0,22% | 0,14% | 0,09% | 0,11% | 0,32% | 0,18% |
| Moyenne de p |       |       |       |       |       | 0,18% |

## Annexe 6 : Prélèvement de l'humidité



| Prélèv | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | moy   | étendue |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| 1      | 10,28% | 9,99%  | 9,87%  | 9,79%  | 9,91%  | 9,97% | 0,49%   |
| 2      | 9,91%  | 9,87%  | 9,28%  | 9,29%  | 9,68%  | 9,61% | 0,63%   |
| 3      | 9,82%  | 9,53%  | 9,40%  | 9,27%  | 9,57%  | 9,52% | 0,55%   |
| 4      | 9,42%  | 9,52%  | 9,41%  | 9,27%  | 9,19%  | 9,36% | 0,33%   |
| 5      | 9,47%  | 9,19%  | 9,31%  | 9,29%  | 9,38%  | 9,33% | 0,28%   |
| 6      | 9,67%  | 9,12%  | 9,48%  | 9,53%  | 9,45%  | 9,45% | 0,55%   |
| 7      | 10,22% | 10,00% | 10,00% | 9,09%  | 9,12%  | 9,69% | 1,13%   |
| 8      | 10,00% | 10,18% | 9,12%  | 9,34%  | 9,45%  | 9,62% | 1,06%   |
| 9      | 10,00% | 10,09% | 9,07%  | 9,23%  | 9,54%  | 9,59% | 1,02%   |
| 10     | 10,00% | 10,00% | 9,76%  | 9,56%  | 9,14%  | 9,69% | 0,86%   |
| 11     | 9,45%  | 9,24%  | 10,00% | 9,76%  | 9,89%  | 9,67% | 0,76%   |
| 12     | 10,18% | 9,70%  | 10,08% | 10,10% | 9,62%  | 9,94% | 0,56%   |
| 13     | 10,11% | 10,09% | 9,29%  | 9,38%  | 9,60%  | 9,69% | 0,82%   |
| 14     | 9,90%  | 9,58%  | 9,92%  | 9,91%  | 9,78%  | 9,82% | 0,34%   |
| 15     | 9,90%  | 9,38%  | 9,82%  | 9,79%  | 9,79%  | 9,74% | 0,52%   |
| 16     | 9,82%  | 9,60%  | 9,82%  | 9,69%  | 9,39%  | 9,66% | 0,43%   |
| 17     | 10,02% | 9,69%  | 9,90%  | 9,69%  | 10,28% | 9,92% | 0,59%   |
| 18     | 9,70%  | 9,91%  | 9,82%  | 9,67%  | 10,01% | 9,82% | 0,34%   |
| 19     | 10,11% | 9,58%  | 9,90%  | 9,70%  | 9,79%  | 9,82% | 0,53%   |
| 20     | 9,45%  | 9,76%  | 9,57%  | 10,01% | 9,78%  | 9,71% | 0,56%   |