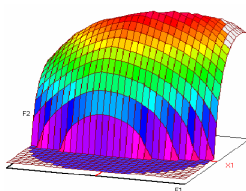




Année Universitaire : 2009-2010



Master Sciences et Techniques CAC Agiq
Chimiométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion industrielle de la qualité

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Titre

Mise en place de la maîtrise statistique des procédés pour la remplisseuse d'olive noire rondelles

Présenté par :

EL GUENDOZ KOUTAR

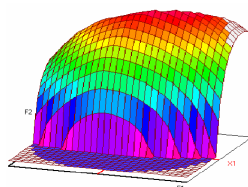
Encadré par :

- M^r Y. KANDRI RODI (FST Fès)
- Md JANATI LATIFA (SAIMACO)

Soutenu Le 21 Juin 2010 devant le jury composé de :

- M^r. Y. KANDRI RODI
- M^r. E. M. EL HADRAMI
- M^r. H.BALI
- M^r. E. H.LAMCHARFI

Stage effectué à : SAIMACO Fès.



Master ST CAC Agiq

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

Nom et prénom : EL GUENDOUIZ KOUTAR

Année Universitaire : 2009/2010

Titre : Mise en place de la maîtrise statistique des procédés pour la remplisseuse d'olive noire rondelles.

Résumé

L'objectif du présent travail était de mettre en place la maîtrise statistique des procédés(MSP) afin de maîtriser l'ensemble des facteurs composants le procédé de fabrication des Olives Noires Rondelles afin d'améliorer la performance globale puis le suivi et le pilotage des procédés en faisant appel aux cartes de contrôle afin de servir de base pour une application future de la méthode MSP dans la société.

Les données trouvées ayant montré qu'elles suivent une loi normale, Ce qui implique que le procédé est sous contrôle c.à.d. il n'y a pas des causes spéciales dans le processus. Et de ce fait nous pouvons construire les cartes de contrôle, car ces dernières sont basées sur la normalité des données. L'analyse du diagramme d'ISHIKAWA nous a permis de proposer certaines solutions qui permettront à la société d'éliminer les causes spéciales si elles sont mises en œuvre.

- **Mots clés : MSP, Cp, Cm, cartes de contrôle, Diagramme d'ISHIKAWA.**



Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Première partie : Présentation de la société SAIMACO.....	3
---	---

I. Description générale de l'entreprise d'accueil.....	4
--	---

1. Présentation de SAIMACO.....	4
2. Historique de la société	4
3. La fiche signalétique.....	5
4. Organigramme de la société.....	6
5. Description des services de la société.....	7
6. Les produits de la société.....	8

Deuxième partie : Processus de fabrication des Olives Noires Rondelles.....	9
--	----------

Introduction.....	10
--------------------------	-----------

1. Définition.....	10
2. Oxydation des Olives.....	11
3. Désamérisation des Olives.....	11
4. Les cuves d'oxydation.....	11
5. Etapes de processus d'élaboration des Olives vertes tournantes en Olives noires.....	13

Troisième partie : La Maîtrise Statistique des Procédés (MSP).....	15
---	-----------

1. Définition.....	16
2. Objectifs et Intérêt.....	16
3. Principe.....	16
4. Franchir les 4 étapes clés de la méthode.....	17
5. Notion de capabilité.....	18
6. Notion des cartes de contrôle.....	20
7. Causes communes.....	21
8. Causes spéciales.....	22
9. Etapes de mise en place d'une carte de contrôle.....	22



Quatrième partie : Mise en place de la

MSP.....	24
I. Organisation du projet.....	25
II. Performance du processus.....	25
1. Description de l'étape objet de la mise en place de la MSP.....	25
2. Présentation des résultats.....	26
3. Recueil des données.....	26
4. Etude de la normalité.....	26
5. Etude de la capabilité.....	30
6. Interprétation des résultats.....	34
7. Mise en place des cartes de contrôles.....	35
8. Règles de pilotage.....	38
9. Situations hors contrôle et causes spéciales.....	39
III. Mise en place du système de pilotage.....	39
1. Procédé hors contrôle : description.....	39
2. Diagramme d'ISHIKAWA.....	40
3. Actions à mettre en œuvre.....	41
Conclusion générale.....	43
Bibliographie et webgraphie.....	44

Dédicace
Dédicace



Remerciement

Au terme de ce projet de fin d'étude effectué au sein du SAIMACO, je tiens à remercier Mrs BENNOUNA KHALID, Directeurs de SAIMACO d'avoir accepté ma présence au sein de leur société.

J'exprime ma reconnaissance à l'égard du Mlle L.JANATI, responsable de contrôle qualité et mon encadrante au sein de SAIMACO pour son encouragement, leur aides et patience dont elle a fait preuve et les précieux conseils qu'elle m'a prodigué le long de ce travail.

Je remercie vivement Mr AROUSSI, responsable de l'atelier d'oxydation pour l'aide qu'il m'a apporté, ainsi que pour ses conseils judicieux et sa disponibilité avec une grande sympathie durant mon stage.

Mes chaleureux remerciements vont également à l'ensemble du personnel de la SAIMACO qui était toujours prêt à répondre positivement à mes demandes, et à me rendre service.

J'adresse une profonde gratitude et un grand remerciement à mon encadrant à la FST Mr Y.KANDRI RODI pour l'encadrement efficient qu'il m'a réservé.

Et bien sûre sans oublier Mr E.M.EL HADRAMI, responsable de la formation : Chimométrie et Analyse Chimique (CAC AGIQ), et à tous mes enseignants de la FST de Fès.

Je remercie également Messieurs les membres de Jury : Mr **E.M.EL HADRAMI**, Mr **E.H.LAMCHARFI** et Mr **EL GHADRAOUI** d'avoir accepté de juger ce travail.

Remerciements pour toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail dans les meilleures conditions.

Merci à tous.

Merci à tous.



PAGE D'ABRÉVIATION

MSP : maitrise statistique des procédés

ONR : olives noires rondelles

C_p : capabilité de procédé

C_{pk} : capabilité procédé centré

C_m : capabilité machine

C_{mk} : capabilité machine centré



Introduction

Le Maroc est un pays agricole, dont la principale espèce fruitière cultivée est l'olivier, ce dernier occupe une surface très importante arrive à 560.000ha, divisée selon les régions :

- 220.000 ha en zone irriguée (Haouz, Tadla, Souss-Massa, Moulouya, Nador, Boulemane, Oujda, El Kelaâ, Marrakech, Chichaoua, Bénimellal Ouarzazate, Tafilalet. Figuig, Essaouira),
- 200.000 ha en zone de montagne (Chefchaouen, Taounate, Taza, Tanger, Tétouan, Azilal, Khénifra, Al Hoceima),
- 100.000 ha en zone bour favorable (Sefrou, El Hajeb, Fès, Meknès, Sidi Kacem, Gharb, Loukkos, Benslimane),
- 40.000 ha dispersés entre Safi, Settat, Khémisset et Khouribga.

L'olivier exige 11 millions de journées de travail annuellement en milieu rural. La production de ce fruit se situe autour de 560.000 T et permet de générer 50.000 tonnes d'huiles d'olives et 90.000 T d'olives de table industrielle.

La culture d'olivier joue un rôle socio-économique très considérable, grâce à son rendement qui se place au sommet des revenus agricoles. La variété la plus répandue au Maroc est la **Picholine** marocaine appelée « Beldi ».

L'olivier passe par diverses phases, au cours de son cycle annuel de développement :

- Janvier, Février : induction, initiation et différenciation florale ;
- Courant Mars : croissance et développement des inflorescences à l'aisselle des feuilles que portent les rameaux de l'année précédente ;
- Avril : pleine floraison ;
- Fin Avril-début Mai : fécondation et nouaison des fruits ;
- Juin : début de développement et grossissement des fruits ;
- Septembre : véraison ;
- Octobre : maturation du fruit et son enrichissement en huile
- Mi-Novembre et Janvier : récolte des fruits.



Nous remarquons que la période la plus intense du cycle annuel se déroule de Mai à Juin, par conséquent, les besoins en eau et en nutriment de l'arbre atteignent leur maximum au cours de cette phase. La durée de vie des oliviers s'étale sur plusieurs dizaines d'années à des siècles.

Plusieurs facteurs influencent sur la production d'olivier, parmi eux l'âge, l'arbre, les densités de plantation et les traitements culturaux.

Au Maroc, le secteur oléicole est très prospère ce qui explique la multiplication des entreprises de conserve d'olives, aussi le marché National et les exportations sont très dynamiques.

Actuellement, les entreprises sont appelées donner plus de garantie sur la qualité des produits ou de services, aussi elles sont amenées à fabriquer des produits conformes, comme elles doivent veiller à la continuité de cette conformité. Pour cela les entreprises ont besoin de mettre en place le système qualité qui leur permet de garantir l'obtention de la qualité requise à moindre coût, suivant les exigences du marché.

Le consommateur devient de plus en plus inquiet à propos de sécurité, et d'hygiène alimentaire, à cause des toxi-infections alimentaires apparues dans certains pays, chose qui oblige les Industries Agro-alimentaire(IAA), à prendre ces précautions afin de savoir si le système qualité adopté par leurs fournisseurs donne la garantie nécessaire sur la qualité des produits.

La Maîtrise Statistique des Procédés (MSP), est un outil qui permet de maximiser la qualité d'un produit. Cette démarche s'insère dans une stratégie globale où elle donne de très bons résultats et son application s'étend de plus en plus à tous les secteurs d'activité.

C'est dans cette optique que nous avons essayé d'instaurer la Maîtrise Statistique des Procédés pour la remplisseuse afin d'optimiser sa fonction en enregistrant tout écart avant qu'il n'entraîne des pertes.

Au premier abord une brève présentation de la société SAIMACO, ensuite, nous allons expliquer ce qu'est le remplissage des boîtes par la Remplisseuse, puis un rappel de la méthode MSP sera abordé avec ses principes, ses intérêts et ses objectifs. Et enfin, il sera question d'appliquer cette méthode à travers l'élaboration d'une carte de contrôle pour la Remplisseuse.



Première partie :

Présentation de la société

I. Description générale de l'entreprise d'accueil

1. Présentation de SAIMACO

La SAIMACO (Société Agro-industriel Marocaine des Conservations des Olives) est une industrie agro-alimentaire spécialisée dans la production et la commercialisation des olives de toutes variétés et des câpres.

Ces produits en conserves métalliques sont destinés, principalement, à l'exploitation sur les marchés Européens à 80% sous cette marque et 20% sous les marques des clients.

Les importations de matières premières essentiellement l'emballage, s'acheminent de l'Espagne et parfois du Maroc.

Il est à signaler que cette entreprise dispose de deux unités industrielles :



La 1^{ère} est située à route de Séfrou «CAPROLIVE», unité annexe assurant le triage, le calibrage, le saumurage et le stockage de la matière première.



La 2^{ème} est située à la zone industrielle Sidi Brahim. Cette unité principale «S.A.I.M.A.CO» occupe une superficie de 30000 m² et abrite les locaux administratifs et de traitement (désamérisation, oxydation, stérilisation et conditionnement).

2. Historique de la SAIMACO

La S.A.I.M.A.CO, depuis sa création en 1984 de 7 millions de DH et compte un effectif total de 135 personnes permanentes dont 10 cadres et jusqu'à 100 occasionnels en haute saison, elle dispose d'une usine et des bureaux d'une superficie de 30000 m² couverte à la zone industrielle Sidi Brahim de Fès. Le chiffre d'affaire est de 55 à 60 million de DH par an.

SAIMACO n'a cessé de s'agrandir et de gagner des parts de marché grâce à la diversité de ses produits à la flexibilité de ses structures aux services qu'elle offre à ses clients, et surtout à la bonne maîtrise de son métier.

3. Fiche signalétique :

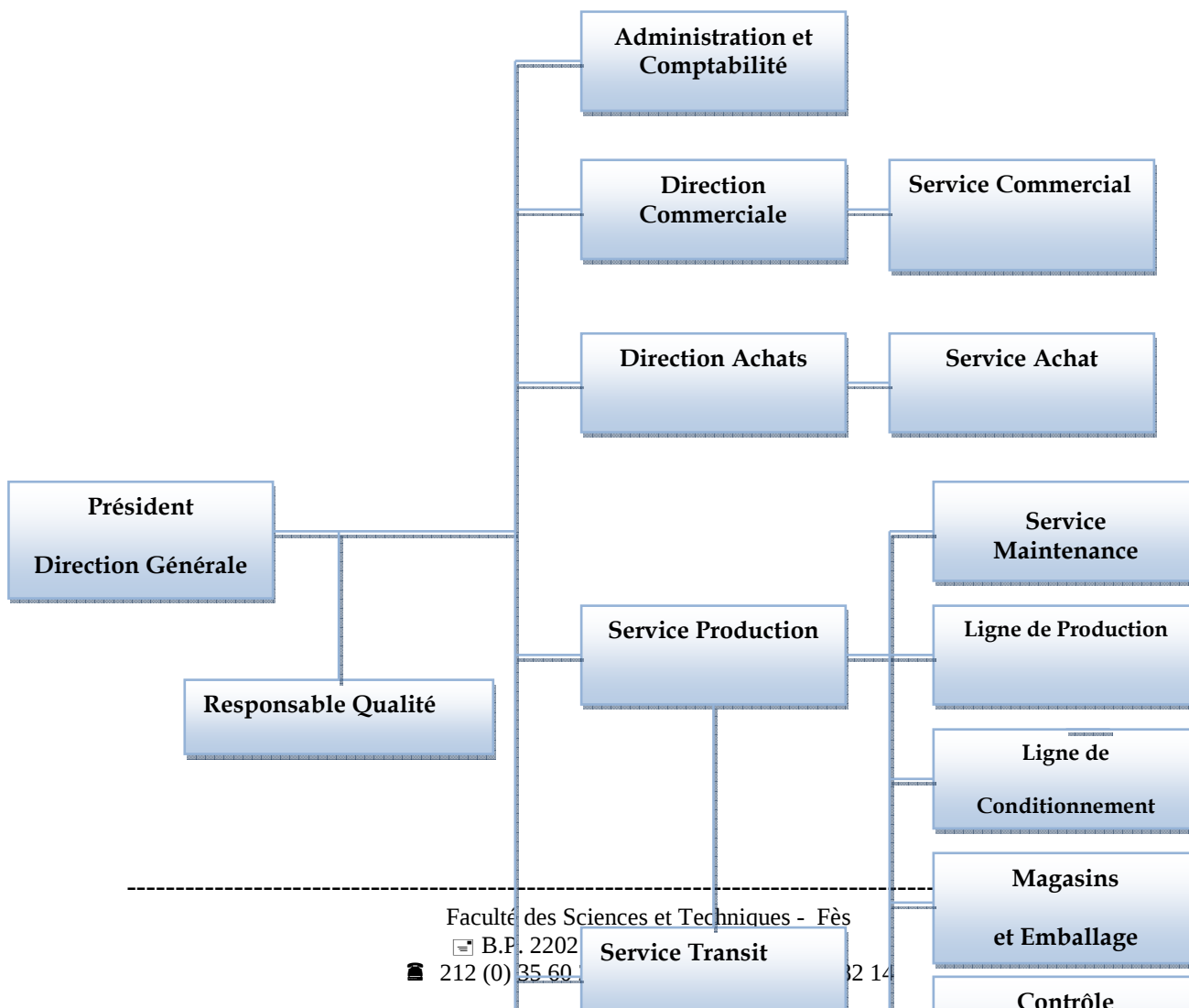
- ☎ Sièges sociaux : Quartier Industriel Sidi Brahim 2 Lot 7 Fès-Maroc.
- ☎ Site web: www.saimaco.ma.
- ☎ E-mail : saimaco@iam.net.ma.
- ☎ Téléphone : (+212) 635 64 17 15 / 635 65 93 01
- ☎ Fax : (+212) 635 65 92 99
- ☎ Activité : Conserves agro-alimentaire; Export / Import
- ☎ Dénomination sociale : SAIMACO

Désignation	données
Forme juridique	Société à responsabilité limitée



Capital	10.000.000.00 DHs
Date de création	1984
Registre de commerce	15811
Identification fiscale	04500816
CNSS	1152793
Patente	14202380

4. Organigramme de la société





5. Description des services de la société

❖ Direction générale :

Instance supérieure, chargé de la coordination générale de toutes les activités de l'entreprise. Elle est en travail permanent avec tous les services.

❖ Secrétariat de direction :

interface entre la direction générale, les services, les clients et les fournisseurs, en matière d'informations et de communication, il est chargé de la réception, l'accueil et le contact avec les clients, l'élaboration du planning de commande, la réclamation des erreurs et la gestion de planning de livraison.

❖ Service commercial :

Le service commercial est compté parmi les plus importants des services de la société, il est chargé de la commercialisation des produits ainsi que du contact avec les clients, en établissant les prévisions de vente et en déterminant les quantités nécessaires ainsi que la qualité désirée par le marché.

❖ Service comptabilité :



La mission principale de ce service est la comptabilisation de chaque opération réalisée par la société concernant le client, le fournisseur, la trésorerie et les opérations diverses.

❖ **Service achat :** C'est le service qui gère les commandes de l'ensemble des services de la société.

❖ **Service personnel :**

Chargé de la gestion des ressources humaines, il assure comme tâches :

- Le contrôle de présence du personnel ;
- La déclaration des salaires et les paies ;
- La gestion des heures supplémentaires ;
- Les assurances, les allocations familiales, les lignes de crédits ;
- Le calcul des congés annuels et de maternité, etc....

❖ **Service production :**

L'activité de production peut, en effet, être définie comme le processus dans lequel les trois facteurs élémentaires : main d'œuvres, moyens d'exploitation (usine, exploitation..), et matière qui sont combinés dans une suite de production selon des règles de production optimale. Ce service oriente la production sur les plans quantitatifs et qualitatifs.

❖ **Service entretien et maintenance :**

Une demande d'entretien est remplie par le responsable de production, lorsqu'il s'agit d'un problème ou arrêt d'une machine, il assure le suivi des mouvements de stocks, des pièces de rechange en contrôlant les entrées et les sorties de ces pièces.

Le responsable de ce service dispose des fiches concernant les machines utilisées au niveau de la production et les moyens de transport ; dans lesquels il y a les détails de chaque machine (puissance, réparation effectuée...) et une fiche stock pour chaque produit mentionnant la date d'entrée, le service d'affectation et la date de sortie.

❖ **Service qualité :**

Rattaché directement à la direction, il est chargé de :

- Suivre le contrôle de qualité depuis la réception de la matière première jusqu'à l'expédition des produits finis ;
- Traiter les réclamations.



❖ **Service transit :**

Chargé d'assurer l'import-export, la déclaration douanière et le service des dossiers des clients et de la banque. Ce service est en collaboration de travail permanent avec les services : commercial, comptabilité, qualité et production.

6. Les produits de la société

La SAIMACO a diversifié ses produits au rythme des récoltes et de demande sur le marché International. Les caractéristiques des produits sont :

- ✦ Olives, produit fini en boîte ou en vrac, le principal produit de SAIMACO.
- ✦ Câpres.
- ✦ Poivrons rouges et truffes blanches en boîte.
- ✦ Les abricots et artichauts sont des produits saisonniers.

deuxième partie :

Processus de

fabrication des Olives Noires Rondelles



Introduction

Le processus d'oxydation des olives vertes tournantes a commencé à être préparé aux États-Unis au début du siècle et actuellement il a acquis une importance considérable au Maroc.

Les olives noircies par oxydation sont des Olives obtenues à partir des fruits n'ayant pas atteint leur pleine maturité (olives vertes tournantes), elles deviennent noires et désamérisées par l'enchaînement des étapes de procédé d'oxydation avec un traitement par la lessive alcaline, ces olives doivent être conditionnées dans une saumure et préservées par stérilisation thermique.

1. Définition :

On appelle olive le fruit de variétés appropriées de l'olivier cultivé sain, cueilli à un stade de maturité approprié, faisant l'objet des préparations déterminées, il donne un produit consommable et de bonne conservation, ces préparations pouvant éventuellement comporter l'adjonction de divers ingrédients ou aromates de bonne qualité alimentaire.

L'olive est un fruit complexe qui contient un nombre très important d'éléments différents :

- Quelques éléments minéraux(en dose très variable) : Manganèse, Cuivre, Fer, Calcium, Magnésium, Chlore, Iode, soufre et le phosphate ;
- Des vitamines A, B1, B2, C, D et F (en doses très faibles) ;
- Des sucres (fructose, glucose) ;
- Des protéines parmi lesquelles deux acides dont la teneur est très importante pour les oléiculteurs :
 - L'acide oléique : dont la proportion détermine le classement de l'huile en huile vierge extra ou pas.
 - L'acide oléopicroine : également appelé oléuropéine ou encore oléuropéoside, qui par son amerture extrême, rend l'olive à l'état frais impropre à la consommation.

Toutes ces compositions donnent à l'olive sa haute valeur énergétique et nutritive, que l'on retrouve dans différentes préparations, de conservation qui varie d'une région à l'autre, d'un pays à l'autre et bien entendu d'une variété à l'autre.



2. Oxydation des Olives :

C'est l'opération la plus importante dans le cycle de production des Olives, permettant d'élaborer des Olives noircies par oxydation.

Ce noircissement est obtenu en appliquant un traitement par la lessive alcaline de soude (NaOH) et l'aération (insufflation de l'air ou barbotage) dans les bassins d'oxydation.

Par définition **l'oxydation des olives** : c'est l'ensemble des opérations qu'ont pour objet la désamérisation des olives claires et transformation de coloration du verte au noire par barbotage mécanique.

3. Désamérisation des olives :

La désamérisation a pour objet d'enlever l'amertume (gout amer des olives vertes tournantes reçues du fournisseur), due à la présence de **l'oléuropéine** qui est le principe amer présent dans les olives, en l'hydrolysant et le rendre soluble par traitement basique.

L'élimination de l'amertume se fait à l'aide de la lessive alcaline de soude en concentration variable, entre 1,5 et 3,5 °Be selon la température du milieu, la variété des olives de l'état de maturation des drupes (les olives les plus mures demandent de concentrations plus basses).

Remarque : 1°Be = 110g

4. Les cuves d'oxydation :

Elles sont de forme parallélépipédique, dont le fond est constitué par deux plans inclinés, à leur intersection, on trouve un tube perforé par lequel on fait barboter l'air insufflé de l'extérieur sous pression, ce qui favorise une meilleure oxydation des olives tournantes réceptionnées.

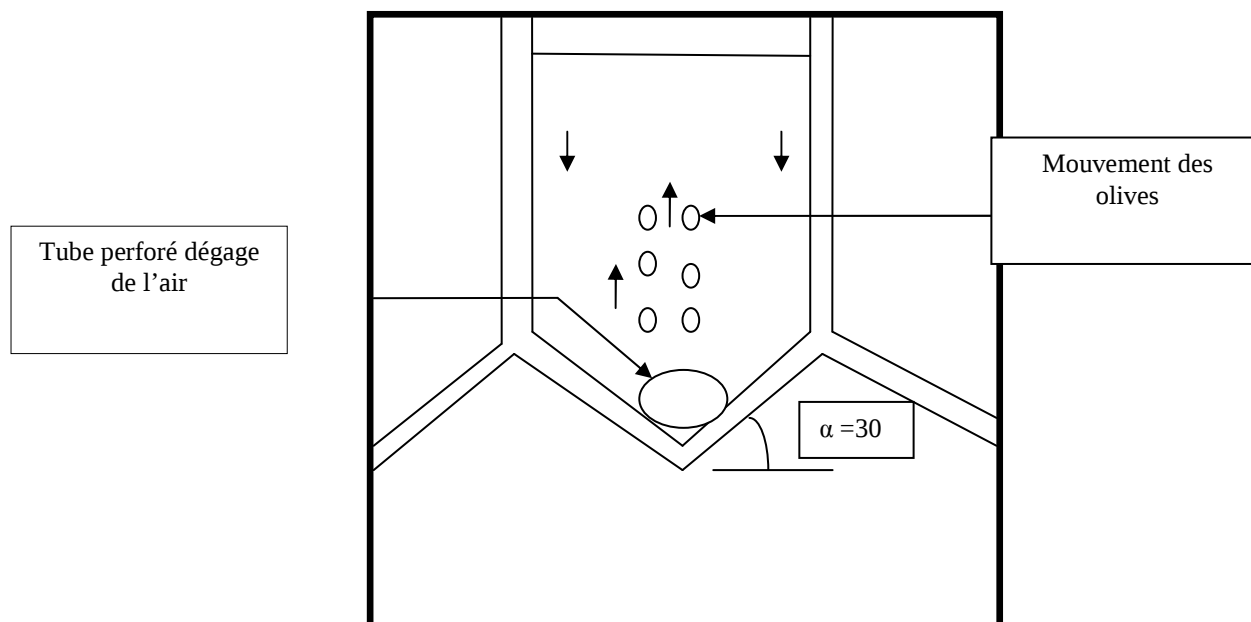


Figure1 : coupe longitudinale de cuve d'oxydation des olives tournantes

L'identification de la tuyauterie dans cette zone se fait par coloration de chaque canalisation avec une couleur bien identifiée en fonction de la contenance :

- o **Canaux de couleur blanc** : pour alimentation de NAOH à 3,5°Be vierge de recyclée.
- o **Canaux de couleur bleu** : pour activation de l'aération (barbotage).
- o **Canaux de couleur vert** : pour alimentation en eau.
- o **Canaux de couleur rouge** : pour alimentation en saumure de 3°Be
- o **Canaux de couleur noir** : pour le retour de la saumure.
- o **Canaux de couleur gris** : pour alimentation des cuves en matières premières.

5. Etapes de processus d'élaboration des Olives vertes tournantes en Olives noires :

La fabrication des olives noires rondelles se déroule, successivement, dans les deux unités de transformation de la société. La 1^{ère} phase se déroule dans l'unité CAPROLIVE avant le transfert des olives, la 2^{ème} phase se déroule dans l'unité SAIMACO.

a) Préparation par CAPROLIVE :

ETAPES	DESCRIPTION
Triage	Consiste l'élimination des déchets et des corps étrangers.
Calibrage	Le passage des olives à travers des tamis de dimension (19, 22, 26, 30, 34, 40,50)
Saumurage	Se fait dans des fûts pendant 15-20 jours avec une concentration de 3°B.

b) Préparation par la SAIMACO :

Etapes	Descriptions
Oxydation	Lavages des olives avec l'eau pendant 24h puis elles subissent : • Une oxydation par la soude à 3°B (3à4h). • Un lavage pendant 24h. • Un 1^{er} Saumurage pendant 2h. • Un lavage • Une oxydation par la soude à 2,5°B • Lavage • 2^{ème} Saumurage • Un dernier lavage pendant 2 jours. Ajout de 1.5l d'acide acétique et 2kg de gluconate de fer pendant 24h par bassin. Tous les processus s'effectuent en présence d'O₂ injecté dans le bassin à l'aide d'un gonfleur.
Dénoyautage/coupe rondelle	• Enfin Soutirage des olives avant leur dénoyautage
Triage	Permet l'enlèvement du noyau par la dénoyauteuse et la coupe des olives en rondelle.
Mise en boîtes	L'enlèvement des olives non-conformes.
Serrissage	



Stérilisation ↓ Etiquetage et mise en carton	Triage manuel pour les Olives dénoyautées
	Triage par tamisage pour les Olives rondelles
	Remplissages des boîtes automatiquement.
	Saumurages par alimentation à partir d'une citerne de saumure à 3°B. Sertissage des boîtes par une sertisseuse.
	La stérilisation se fait dans un autoclave à 120°C pendant 20min.
	Selon la demande du client, réalisé manuellement.

Troisième Partie :

Maitrise Statistique des Procédés (MSP)

1. Définition

C'est une démarche qui vise à maîtriser le processus en ayant recours aux tests et contrôles des procédés en passant par des enregistrements relatifs à la qualité. Des techniques statistiques sont aussi appliquées pour la vérification de l'aptitude des procédés et des caractéristiques du produit à fabriquer.



2. Objectifs et Intérêt

La Maîtrise Statistique des Procédés est une technique de pilotage des procédés associant des outils statistiques et la manière de les mettre en œuvre. Elle a pour but :

- ❖ De maîtriser l'ensemble des facteurs composant un procédé de fabrication pour en améliorer la performance globale ;
- ❖ D'améliorer la qualité du produit par la suppression de toutes les causes assignables puis par la réduction des causes aléatoires ;
- ❖ De s'assurer que la qualité du produit est conforme aux spécifications techniques et que cette qualité est reproductible dans le temps.

L'intérêt de cette pratique est de permettre à l'entreprise d'être capable d'utiliser des outils statistiques pour piloter et contrôler le maintien dans les limites fixées par les spécifications, des dispersions d'une machine ou d'un procédé.

Maîtriser un processus suppose que les produits fabriqués répondent à certaines exigences. Sinon le défi de toute entreprise a toujours été de satisfaire au maximum le client. En appliquant les concepts de l'amélioration continue, autrement dit la Maîtrise Statistique des Procédés, l'entreprise s'assure de la maîtrise et du contrôle de son procédé et répond ainsi aux exigences fixées.

3. Principe

Comme on vient de le préciser, la Maîtrise Statistique des Procédés apporte une grande efficacité dans l'amélioration de la qualité des produits au sein du système de production. Cette pratique est fondée, essentiellement, sur deux approches fondamentales :

- ❖ La mesure des capacités des machines ;
- ❖ Le suivi et le pilotage des procédés industriels en faisant appel aux cartes de contrôle.

4. Franchir les 4 étapes clés de la méthode

► 1re étape : Organiser son projet Maîtrise Statistique des Procédés

- ☎ Choisir le processus, le procédé, le produit et les paramètres à suivre.
- ☎ Identifier les phases de la démarche, les conditions de réussite, et créer son équipe projet.

► 2e étape : Mesurer la performance de son processus

- ☎ Vérifier la normalité de la production.



☞ Calculer les capacités machine et procédé. Calcul des C_p , C_{pk} , C_m , C_{mk} .

► **3e étape : Mettre en place un système de pilotage**

- ☞ Construire ses cartes de contrôle.
- ☞ Calculer les limites de contrôle et de surveillance : cartes de contrôle (moyenne-écart type...).
- ☞ Définir les fréquences et taille des prélèvements pour assurer une efficacité maximale.
- ☞ Le pilotage par les cartes de contrôle :
 - lire les cartes, repérer les tendances, identifier les causes aléatoires et assignables.
 - définir les règles de pilotage, utiliser un journal de bord, déclencher des actions d'amélioration.
- ☞ Élaborer des cartes de contrôle spécifiques : cas des petites séries, des processus continus...
- ☞ Place de l'autocontrôle dans la démarche.

► **4e étape : Améliorer le système Maîtrise Statistique des Procédés**

- ☞ Auditer le système, choisir ses indicateurs clés.
- ☞ Faire des bilans, suivre l'amélioration du processus.
- ☞ Animer et communiquer.
- ☞ Recalculer si besoin les limites de contrôle.

5. Notion de capacité

Bien souvent les industriels parlent de la qualité de leur produit de façon bien trop subjective et approximative. Une démarche d'amélioration de qualité exige une grande précision, qui nécessite la comparaison de données chiffrées à des valeurs définies comme limites. Les capacités (aptitudes en Français) ont été créées pour caractériser de façon numérique toute production.

La capacité se mesure par le rapport entre la performance demandée et la performance réelle d'un procédé. Elle permet de mesurer la capacité d'une machine ou d'un procédé à réaliser des pièces dans l'intervalle de tolérance fixé par le cahier des charges. **Une capacité s'exprime par un chiffre**

Il existe différents types de capabilité :

a) Capabilité procédé

Elle permet de savoir si un procédé est capable ou non, c'est-à-dire s'il ne produit pas de pièce hors tolérance ou s'il entraîne des pertes. Pour cela on compare l'intervalle de tolérance à la performance du procédé en calculant le C_p (*capabilité intrinsèque du procédé*).

La dispersion utilisée pour le calcul de la capabilité C_p est la dispersion globale. La capabilité procédée traduit la capabilité à fabriquer des pièces sur le long terme. La dispersion globale tient compte de l'ensemble des influences qui peuvent perturber le procédé pendant le temps de production. Cette dispersion est constituée des dispersions à court-terme (dispersions dues à la machine) plus des dispersions consécutives aux variations de consignes (déréglage) incontournables sur le long terme

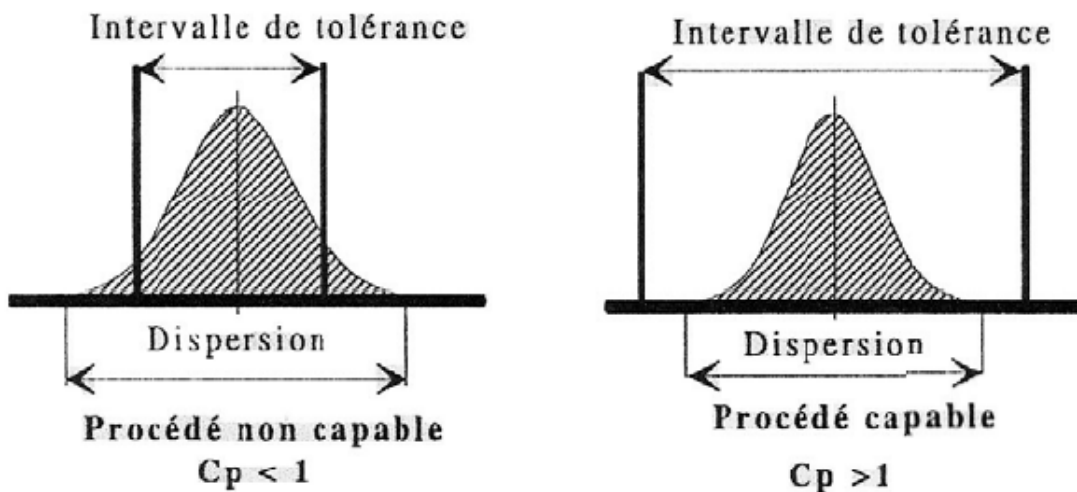


Fig.2 : Indicateur de Capabilité C_p

Mais les mesures peuvent subir un décentrage par rapport aux valeurs attendues, le C_{pk} (capabilité centrée du procédé) permet de le quantifier.

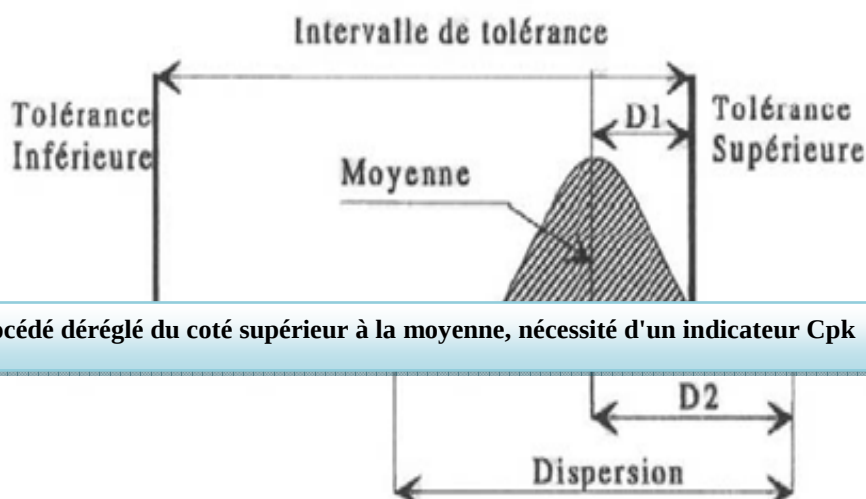


Fig.3 : Procédé dérégulé du coté supérieur à la moyenne, nécessité d'un indicateur C_{pk}



Le Cp et le Cpk permettent donc de caractériser la capacité de procédé.

b) Capabilité machine

Cette capacité représente la valeur optimale qu'elle peut obtenir sur une machine donnée. Elle permet donc de savoir ce que l'entreprise peut espérer d'obtenir de mieux avec les outils dont elle dispose. Pour cela elle dispose de deux indicateurs le C_m (*capabilité intrinsèque*) et C_{mk} (*capabilité centrée machine*).

Si on peut éliminer les influences des 4 M non Machine, et ne laisser subsister que les dispersions aléatoires dues à la machine, on trouve alors une capacité qui apparaît comme étant le maximum de ce que l'on peut obtenir sur une machine donnée.

6. Notion des cartes de contrôle

L'objectif primordial, pour une entreprise, est de minimiser le nombre des non conformes au sein du lot de produits fabriqués. En effet, le contrôle à 100% qui paraît comme une solution idéale ne permet pas d'éviter ce problème : il faut cependant faire appel à des outils pour essayer de prévoir les dérèglages des procédés afin de les maintenir sous contrôle. On utilise alors la deuxième approche de la Maîtrise Statistique des Procédés en instaurant des cartes de contrôle.

a. Définition

C'est un document qui permet de fournir un enregistrement dynamique du processus pour agir efficacement sur le procédé. Il permet aussi de contrôler la constance du procédé en temps réel.

Naturellement une machine est incapable de fabriquer les mêmes produits. Le procédé est soumis à un certain nombre de facteurs qu'on regroupe usuellement sous la dénomination des **5M** : Matières, Matériel, Méthodes, Milieu, Main-d'œuvre.

On distingue deux catégories de variation. La terminologie MSP utilise les termes :

- ✓ **Causes communes** : pour les facteurs internes aux procédés : ceux qui représentent la variabilité imputable au hasard.



- ✓ **Causes spéciales** : pour les facteurs ayant une origine externes et qui représentent les causes de variabilité importante qu'il faut corriger.

b. Principe des cartes de contrôle

Le principe des cartes de contrôle est de détecter, par un outil graphique simple, le procédé qui a subi une variation due aux causes spéciales. Le procédé n'est plus sous contrôle et il faut alors agir.

Il est basé ainsi sur des prélèvements d'un échantillon à des instants bien définis pour assurer la détection immédiate d'un quelconque dérivé. Cette détection est faite après le tracé et l'interprétation de la carte. Ce qui permet alors d'éviter les fausses alertes.

c. Caractéristiques des cartes de contrôle

Une carte de contrôle est caractérisée essentiellement par :

- ✚ Les limites de contrôles : ce sont des valeurs calculées à partir des prélèvements effectués lors de l'étape de mise en place de la carte et représentent des limites au delà desquelles le procédé sera considéré comme en voie de dérapage.
- ✚ La taille de l'échantillon : la taille du prélèvement effectué.
- ✚ La fréquence de l'échantillon : l'intervalle de temps qui sépare deux prélèvements consécutifs ; elle est fixe et ne peut être changée que si le procédé a subi des modifications. Il en est de même pour la taille de l'échantillon.

d. Différents type de cartes

Le type de cartes varie en fonction de la caractéristique qu'on désire contrôler.

On distingue alors deux types de cartes selon la nature de la caractéristique :

- ✓ **Cartes de contrôle aux mesures** : elles sont utilisées pour les caractéristiques qui peuvent être quantifiées. Elles permettent de suivre une caractéristique à partir de l'évolution de la moyenne et de l'étendue d'une grandeur mesurable.
- ✓ **Cartes de contrôle aux attributs** : si le critère à suivre n'est pas mesurable et donne lieu à une appréciation, on fait appel aux cartes de contrôle pour attribut. Ces cartes s'occupent du suivie de la performance du procédé par le dénombrement soit du nombre ou du pourcentage des produits défectueux, soit du pourcentage ou du nombre des défauts.



7. Causes communes

Ce sont des nombreuses sources de variations attribuables au hasard elles sont toujours à des degrés divers dans différents procédés. Or en statistique, on sait modéliser le comportement des causes aléatoires, par conséquent, prévoir la performance d'un procédé qui n'est soumis qu'à des causes communes de dispersion. L'ensemble de ces causes communes forme la variabilité intrinsèque du procédé.

Si toutes ces causes agissent d'un ordre de grandeur équivalent, alors la caractéristique doit suivre une répartition en forme de cloche. Le but de la Maîtrise Statistique des Procédés sera de ne laisser subsister que les dispersions dues aux causes communes. On parlera alors du procédé sous contrôle.

8. Causes spéciales

Ce sont des causes de dispersion identifiables, souvent irrégulières et instables, et par conséquent difficiles à prévoir. L'apparition d'une cause spéciale nécessite une intervention sur le procédé. Contrairement aux causes communes, les causes spéciales sont généralement peu nombreuses.

L'objectif recherché est de maintenir le procédé sous contrôle en prévenant les variations futures permettant ainsi à l'opérateur d'agir avant que le procédé ne dérape des limites spécifiées : la maîtrise du procédé.

9. Etapes de mise en place d'une carte de contrôle

La mise en place d'une carte de contrôle doit se faire en respectant ces différents points :

- ✚ Choix des caractéristiques à suivre
- ✚ Choix du type de contrôle (par mesures ou par attributs)
- ✚ Choix du type de carte (en fonction de la rapidité du dérèglement)
- ✚ Choix de l'échantillonnage (détermination de l'effectif et de la fréquence d'échantillonnage)
- ✚ Étude préliminaire du processus (détermination des paramètres de la caractéristique suivie)
- ✚ Etablissement des règles de décision
- ✚ Amélioration continue (améliorer la capacité du procédé).



Remarque

Comme nous l'avons spécifié, un procédé industriel est toujours soumis à des perturbations dues aux causes spéciales. Ces perturbations sont de différentes natures et influent négativement sur le système à contrôler.

L'analyse de production sur une machine montre que, en l'absence de déréglage, la répartition des produits suit une loi en forme de cloche selon une loi : **la loi normale**.

Le théorème statistique, à l'origine de cette loi normale, se résume comme suit : tout système soumis à de nombreux facteurs, indépendants les uns des autres, et d'un ordre de grandeur équivalent, génère une loi normale.

Pour pouvoir mettre en place une carte de contrôle il est primordial d'éliminer ces causes spéciales. Ce qui revient à appliquer des techniques statistiques afin de s'assurer de la normalité de la distribution. La recherche de la loi normale peut alors se faire en appliquant des techniques comme l'histogramme, **la droite de HENRY**, le test de **CHI2**.

Une fois qu'on s'est assuré de la normalité de la distribution, on est sûr que les causes externes sont éliminées ; on calcule alors les limites de contrôles.



quatrième Partie :

Mise en place de la MSP

I. Organisation du projet

Le processus sur lequel sera basé notre travail est celui du remplissage des boîtes. Afin d'appliquer la Maîtrise Statistique des Procédés, nous avons adopté le plan de travail suivant :

- 1- Recueil des données ;
- 2- Etudes de normalité et calcul des indicateurs de performances C_p , C_{pk} et C_m ;
- 3- Si le procédé est sous contrôle mise en place de la carte de contrôle et analyse des 5M à l'aide du diagramme d'ISHIKAWA dans le cas échéant ;
- 4- Règles de pilotage des cartes ;
- 5- Amélioration continue.

II. Performance du processus

1. Description de l'étape objet de la mise en place de la MSP



La mise en place de la MSP, l'objet de notre étude a concerné l'étape de remplissage des boîtes.

Le remplissage des boîtes d'olives dans la société SAIMACO est piloté de manière automatique par un appareil muni de plusieurs boutons de commande.

Les olives noires rondelles, une fois elles quittent le tapis de triage, elles rentrent dans la Remplisseuse qui est de forme cylindrique horizontale munie d'une double enveloppe poreuse avec deux entrées : une pour les olives, l'autre pour les boîtes et une sortie pour les boîtes. Les boîtes remplies sortantes sont envoyées dans l'appareil de jutage par l'intermédiaire d'un petit tapis roulant.

Les boutons de commandes de la Remplisseuse effectuent successivement plusieurs tâches :

- Ouverture de l'entrée pour les boîtes.
- Homogénéisation des olives dans la remplisseuse.
- Remplissage des boîtes selon les poids prédéfinis et dans une marge de tolérance donnée.
- Tapis roulant pour la sortie des boîtes de la remplisseuse.
- Autre tapis roulant pour l'envoi des boîtes à la machine de jutage.

2. Présentation des résultats

C'est la première étape dans l'établissement des cartes de contrôle. Comme précisé plus haut dans le titre, le paramètre suivi est le Poids Net Egoutté (PNE).

Ce choix est fait pour plusieurs raisons :

- ❖ Détermine le format des boîtes d'olives noires rondelles vendues.
- ❖ Ce paramètre permet de contrôler le fonctionnement de la remplisseuse.
- ❖ S'assurer que le poids des olives dans la boîte reste bien dans la zone de tolérance prédéfinie.

3. Recueil des données

Le protocole de recueil est donné selon les étapes suivantes :

- Une fois sorties les boîtes de la remplisseuse, on prélève un lot de 5 boîtes pour lesquelles on mesure le poids net égoutté.
- La fréquence de prélèvement se fait chaque heure dans la matinée.

La détermination du poids net égoutté se fait selon la procédure suivante :

- Tarer un tamis sur une balance.

- Transvaser le contenu des boîtes recueillies à la sortie de la remplisseuse dans le tamis.
- Laisser égoutter au moins deux minutes puis repeser l'ensemble tamis+olives.
- Enfin lire le poids net égoutté sur le quadrant de la balance.

4. Etude de la normalité

Une variable aléatoire quantitative (le poids net égoutté dans notre cas) est dite « normale » si ses variations résultent de causes :

- Nombreuses
- Indépendantes
- Aucune prépondérante par rapport à l'ensemble
- Additives

La loi normale est :

- Symétrique par rapport à la moyenne
- Unimodale : une seule valeur pour laquelle la fréquence est maximum
- Entièrement déterminée par deux paramètres : la moyenne et l'écart-type

L'étude de la normalité de nos données est la seule façon de prouver que les grandeurs d'influence (cause de variation du résultat) sont suffisamment « maîtrisées ».

a) Présentation des résultats

heures	Poids (gramme)									
9h30	1550	1525	1560	1595	1530	1540	1565	1490	1575	1595
10h00	1555	1580	1550	1580	1535	1520	1540	1505	1505	1580
10h30	1570	1580	1555	1585	1525	1540	1520	1545	1510	1555
11h00	1595	1590	1530	1525	1485	1565	1580	1555	1560	1555
11h30	1585	1595	1565	1570	1545	1560	1555	1550	1550	1590
14h00	1560	1560	1585	1550	1565	1595	1555	1550	1510	1545
14h30	1540	1530	1550	1575	1520	1595	1555	1550	1510	1545
15h00	1545	1495	1540	1535	1545	1585	1550	1580	1545	1565
15h30	1580	1585	1575	1565	1570	1555	1560	1545	1570	1540
16h00	1500	1560	1565	1565	1570	1555	1560	1545	1570	1540

Tableau 1 : étude de la normalité

b) histogramme de la distribution

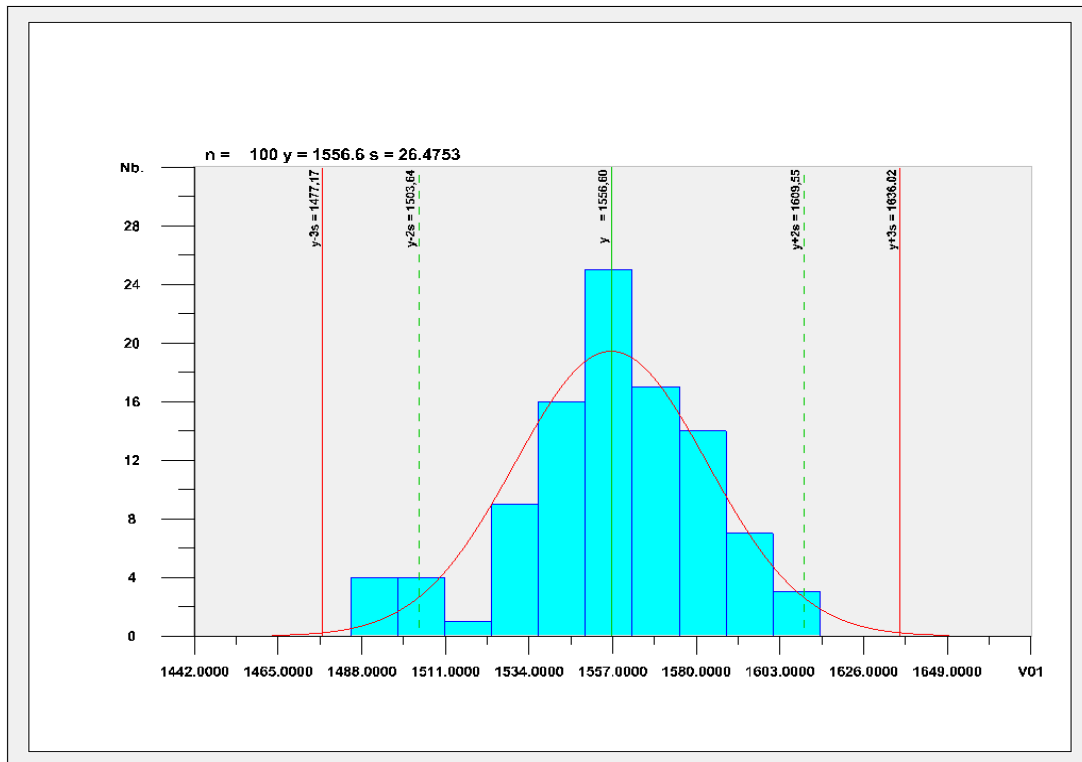


Fig.4 : histogramme de la distribution

L'histogramme obtenu par le logiciel LUMIERE version Beta 5.40 montre que la courbe a une forme en cloche, ce qui suggère une normalité de la distribution des données.

Pour confirmer cette observation, nous faisons un test statistique de normalité.

c) Test de Normalité : CHI2

Lorsqu'on a choisi une loi statistique, effectué le regroupement des valeurs expérimentales en classes et calculé correctement les effectifs théoriques on passe au calcul du χ^2 .

Soit k le nombre de classes (ou de valeurs individuelles).

Soit k le nombre de classes (ou de valeurs individuelles)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i^2}{np_i} - n$$

np_i représente les effectifs théoriques donc, soit $np(x_i)$ soit une des relations ci-dessus.



La grandeur χ^2 suit une loi du Khi-deux à v degrés de liberté avec

$$v = k - 1 - r$$

k : le nombre de classes

1 pour le calcul de n

r : nombre de paramètres pour le calcul des effectifs théoriques.

$r = 1$ (loi de Poisson) $r = 2$ (loi binomiale et loi Normale)

➤ Conditions d'application et interprétation du test

Pour chaque classe il faut que : $n p_i \geq 5$ et $n_i \geq 4$ parce que le terme $n p_i$ apparaît au dénominateur et une valeur trop faible fausse le calcul du χ^2 .

Si cette condition n'est pas réalisée il faut augmenter la largeur des classes.

Pour un bon ajustement le nombre de classes doit être > 5 .

Une valeur faible du χ^2_c indique que la loi choisie convient ($\chi^2 = 0$ si tous les $n_i = n p_i$).

On cherche dans la table du χ^2 la valeur critique χ^2_c correspondant à $P = 1 - \alpha$, si α est le seuil de risque du test.

Si $\chi^2 < \chi^2_c$ la loi est non significativement différente de la loi testée.

Cela ne signifie pas que la loi testée est la seule qui conviendrait. D'autres lois, bien que conduisant à un χ^2 plus élevé peuvent être non rejetées.

Les résultats obtenus avec le logiciel LUMIERE version Beta 5.40 indiquent que La distribution n'est pas significativement différente d'une loi normale.

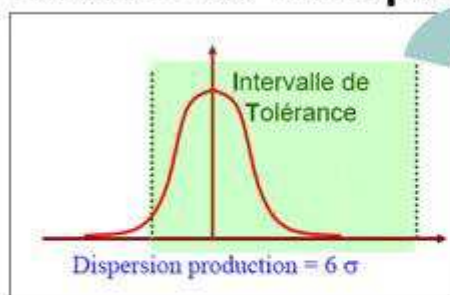
Statistique calculée	Loi	Confiance %	Risque (alpha) %
12,9540	CHI ²	92,6762	7,3238
La distribution n'est pas significativement différente d'une loi normale.			

Tableau 2 : résultats d'étude de la normalité

5. Etude de la capacité :

Les figures ci-dessous montrent les formules de calcul de capacités du procédé Cp et Cpk ; ces valeurs sont directement données par le logiciel utilisé STATGRAPHICS Plus

Calculs de la capacité : Cp



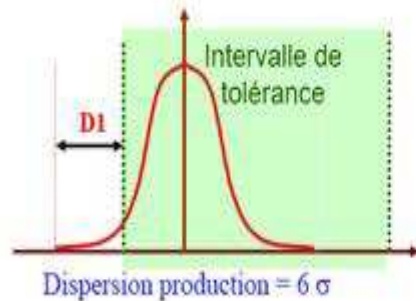
Formules

- $C_p = IT / 6 \sigma$

Valeurs standards

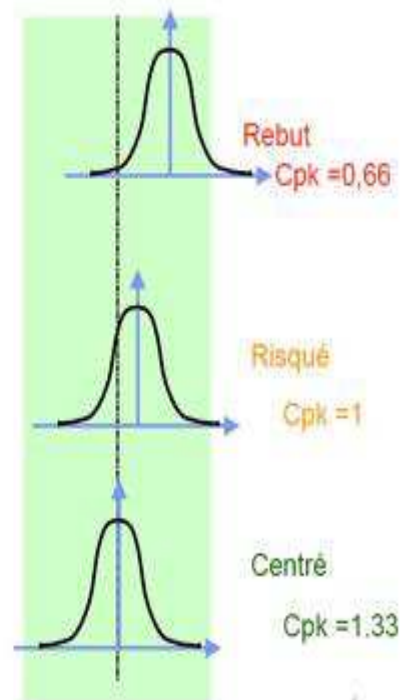
- $C_p < 1$ non capable
- $C_p = 1$ juste capable
- $C_p = 1,33$ acceptable
- $C_p = 1,66$ performant

Calculs du Centrage : CPk



Formules

- $CPk = D1 / 3\sigma$



a- Calcul de la capacité procédé (Cp) :

Dans la pratique, on prélève de petits échantillons (5 dans notre cas) à intervalle de temps régulier (chaque heure) et consécutif mais, sans action sur le procédé pendant la production. Par contre, il peut y avoir des réglages entre 2 échantillons.

i. Table des mesures :

N°	X1	X2	X3	X4	X5	R	X	Sx
1	1556	1550	1535	1547	1575	40	1552,6	14,67
2	1546	1565	1558	1565	1543	22	1555,4	10,40
3	1595	1570	1618	1576	1593	48	1590,4	18,79
4	1555	1570	1596	1570	1565	41	1571,2	15,15
5	1595	1570	1565	1582	1577	30	1577,8	11,60
6	1580	1575	1560	1541	1555	39	1562,2	15,70
7	1565	1556	1552	1576	1560	24	1561,8	9,28
8	1574	1563	1560	1550	1590	40	1567,4	15,25
9	1580	1575	1610	1577	1565	45	1581,4	16,94
10	1570	1598	1565	1610	1583	45	1585,2	18,86
11	1570	1570	1582	1580	1571	12	1574,6	5,89
12	1510	1486	1471	1515	1526	55	1501,6	22,50
13	1570	1486	1563	1575	1540	89	1546,8	36,53
14	1500	1546	1553	1505	1512	53	1523,2	24,50



15	1560	1588	1556	1563	1610	54	1575,4	23,03
16	1500	1571	1540	1535	1590	90	1547,2	34,73
17	1558	1545	1593	1578	1565	48	1567,8	18,45
18	1580	1554	1546	1632	1565	86	1575,4	34,11
19	1590	1587	1560	1555	1540	50	1566,4	21,50
20	1553	1580	1532	1578	1593	61	1567,2	24,42

Tableau 3 : résultats d'étude des capacités

Toutes les valeurs sont en Gramme

X : moyenne des poids de chaque lot $X = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5) / 5$

R : étendue des mesures sur chaque lot $R = X_{\max} - X_{\min}$

S_x : écart-type des mesures de chaque lot

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

ii. Résultats :

Après l'étude statistique on a trouvé les valeurs suivantes :

	IT	Cible	Dispersion	Cp	Cpk
PNE (grammes)	1540-1580	1560	28,0999	0,32	0,28

Tableau 4 : valeurs des capacités

b- Calcul de la capacité machine (Cm) :

Les capacités machines quant à elle se calculent par les formules suivantes :

$$C_m = \text{Intervalle de Tolérance} / \text{Dispersion Instantanée}$$

$$C_{mk} = (T_s - \text{Moy}) / 3S \quad \text{et} \quad C_{mk} = (\text{Moy} - T_i) / 3S$$



Dans ce cas, la dispersion instantanée sera la moyenne des dispersions observées sur chaque échantillon. C.à.d. $S = (S_1 + \dots + S_k)/k$ avec $1 \leq k \leq 20$.

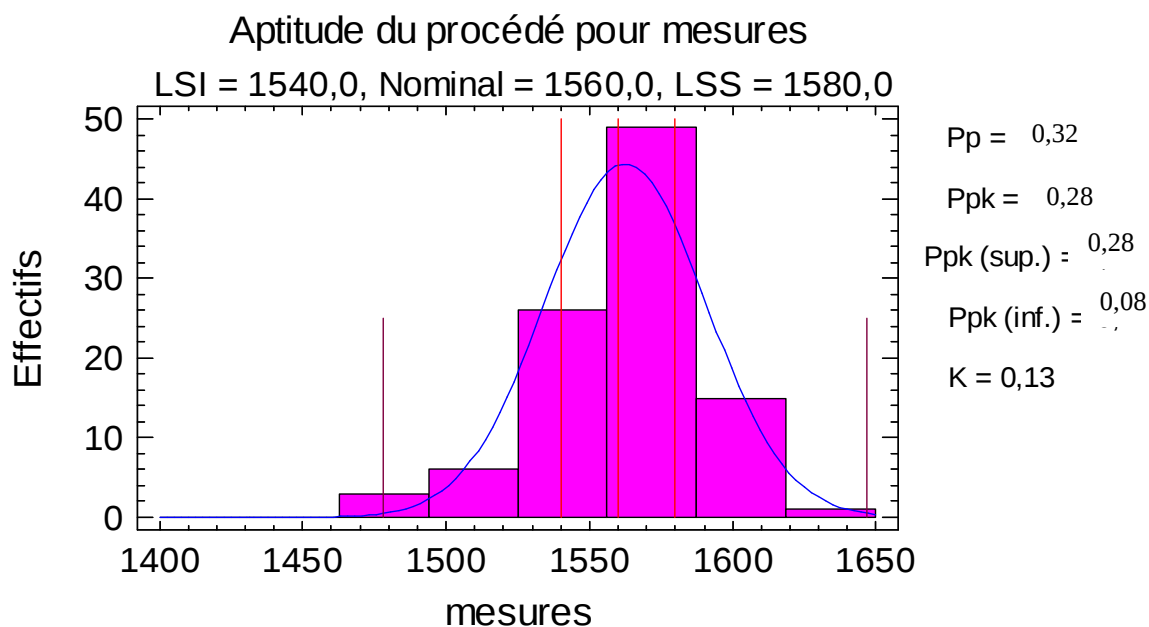
D'après les calculs, on aura :

La dispersion instantané = 19,62

Donc :

$C_m = (1580 - 1540)/19,62 = 2,04$

Le logiciel STATGRAPHICS donne l'histogramme ci-dessous avec les différentes capacités



f

figure5 : histogramme des capacités

6. Interprétation des résultats : (1)

Nous constatons que la distribution du poids net égoutté suit une loi normale. Ce qui implique que le procédé est sous contrôle c.à.d. il n'y a pas des causes spéciales dans le processus. Néanmoins les valeurs de C_m , C_p et C_{pk} nous donnent d'autres informations utiles :

- ✚ La valeur de C_p égale à 0,32 n'est pas bonne ; ce qui signifie que la remplisseuse est non capable, à la sortie de la remplisseuse, il existe des boîtes dont le poids net égoutté est hors tolérances.
- ✚ La valeur de C_{pk} est de 0,28. La petite différence entre le C_p et le C_{pk} indique que la distribution n'est pas correctement centrée entre les limites de tolérance. Le dérèglement de la remplisseuse n'est donc nécessaire.
- ✚ La capacité machine est bonne ($C_m = 2,04$), mais la capacité du procédé ne l'est pas. Il se produit des fluctuations au cours du mois de production qu'il faut éliminer. Une surveillance

	IT	Cible	Dispersion	Dispersion instantanée	C_m	C_p	C_{pk}
PNE (gramme)	1540-1580	1560	28,0999	19,62	2,04	0,32	0,28

Tableau 5 : la valeur des capacités



du procédé par carte de contrôle s'impose.

- La chute de capabilité entre C_m et C_p qui traduit la maîtrise du procédé est dans notre cas elle est très élevée ; ce qui signifie que le procédé de remplissage n'est pas bien maîtrisé. Les variations de consignes ne sont pas bien limitées et la dispersion globale se trouve éloignée de la dispersion instantanée.

La normalité de ces données permet la réalisation de carte de contrôle pour le suivi et le pilotage du processus de production, car les cartes de contrôle exigent une normalité des données.

La normalité suppose que les grandeurs d'influence sont suffisamment maîtrisées.

7. Mise en place des cartes de contrôle :

a. Calcul de la carte de contrôle

Les dimensions de la carte de contrôle sont données par les formules suivantes :

$$\text{Moyenne} \quad LSCx = \text{Cible} + A2.Rm$$

$$LICx = \text{Cible} - A2.Rm$$

$$\text{Etendue} \quad LSCr = D4.Rm$$

$$LICr = D3.Rm$$

Avec :

$LSCx$: Limite supérieure pour la moyenne

$LICx$: Limite inférieure pour la moyenne

$LSCr$: Limite supérieure pour l'étendue

$LICr$: Limite inférieure pour l'étendue

$Rm = 1/k \sum Ri$ ($i = 1 \dots k$) avec Ri étendue du sous-groupe i



Donc

$$R_m = 48,6$$

A2, D3 et D4 dépendent de la taille de l'échantillon qui est 5 dans notre cas. (2)

Ainsi $A2 = 0,58$

$D3 = 0$

$D4 = 2,11$

i. Calculs des limites

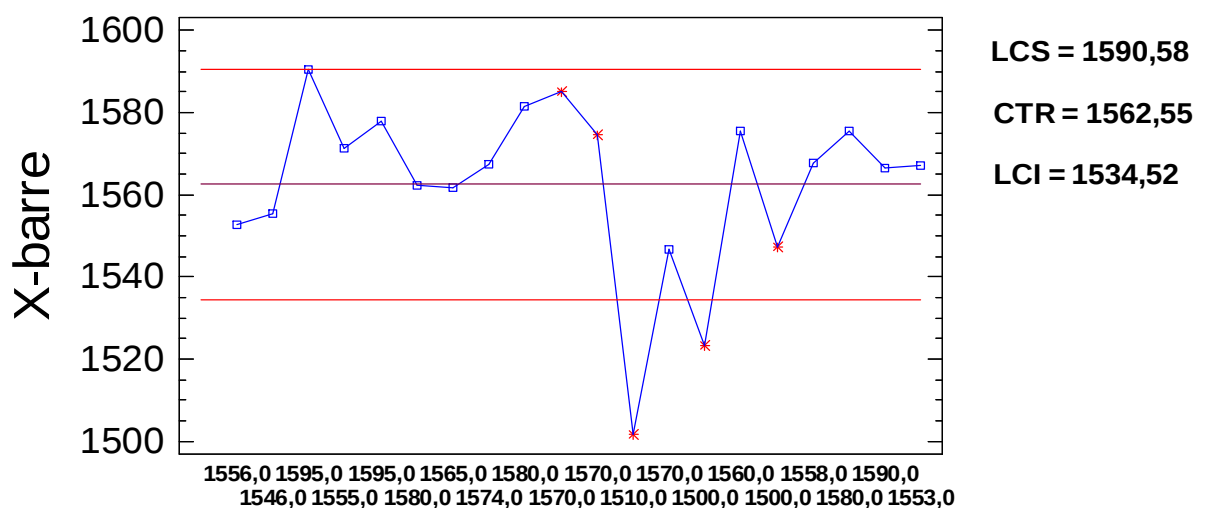
LICx	LSCx	LICr	LSCr
1531,812	1588,188	0	102,546

Tableau 6 : les limites des cartes de contrôle

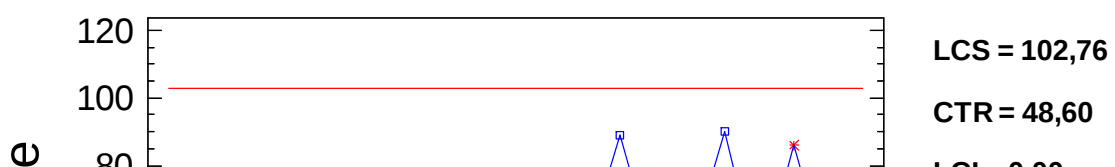
b. Présentation des cartes de contrôle

D'après le logiciel STATGRAPHIC on a trouvé les cartes suivantes :

Carte X-barre pour mesures



Carte aux étendues pour mesures





c. **Interprétations des cartes de contrôle : (3)**

- ☉ Parmi les 20 points non exclus affichés dans les cartes, 2 sont au-delà des limites de contrôle pour la première carte. alors que 0 sont au-delà des limites pour la deuxième carte.
- ☉ Comme la probabilité d'avoir 2 point(s) ou plus au-delà des limites et si les données suivent la loi supposée, on peut déclarer le procédé hors contrôle au niveau de confiance de 99%.

➤ **Pour la Carte X-barre on a :**

- 2 points sont à l'extérieur des limites de contrôle, une caractéristique n'est pas maîtrisée statistiquement, ce qui implique la présence d'une cause spéciale. Il faut donc intervenir pour en préciser la cause et apporter les corrections obligatoires.

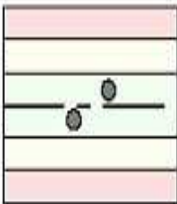
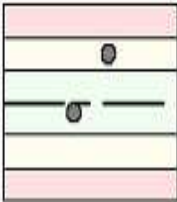
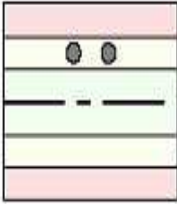
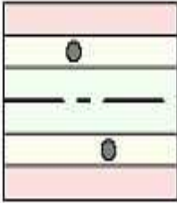
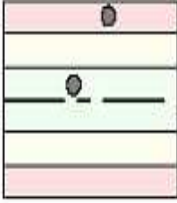
➤ **Pour la Carte aux étendues :**



- o Cette carte présente un changement brusque dans les données du haut vers le bas. Il peut être dû à un changement brusque dans le système de mesure ou dans l'échantillon à analyser.
- o Les points alternent, vers le haut, vers le bas, indiquant un effet systématique attribuable éventuellement deux sources de variation (deux fournisseurs, deux opérateurs).

8. Règles de pilotage

Afin de piloter la production, nous proposons la grille ci-dessous qui résume les décisions à prendre selon l'évolution des points de la carte de contrôle.

	Schéma	Description	Action
1		Les deux observations sont dans la zone verte.	Continuer la production
2		Une observation dans la zone verte, une autre dans la zone jaune.	Continuer la production
3		Deux observations dans la même zone jaune.	Régler le procédé
4		Une observations dans chaque zone jaune	Arrêter le procédé et rechercher les causes de dispersion.
5		Une observation dans la zone rouge	Arrêter le procédé et trouver la cause du critère défectueux

9. Situations hors contrôle et causes spéciales : (4)

Divers causes peuvent influencer le comportement des points sur les cartes de contrôles X-barres et étendues ; certaines causes s'appliquent aussi bien à la carte R qu'à la carte X-barre.



➤ **Un point en dehors des limites de contrôle :**

- Nouvel agent(e) de contrôle
- Nouvel opérateur
- Ajustement inapproprié du procédé
- Mauvaise calibration de l'instrumentation
- Nouvelle instrumentation
- Matière première inappropriée.

➤ **Fluctuations :**

- Matières premières provenant de deux fournisseurs
- Deux opérateurs
- Deux agents de contrôle

III. Mise en place du système de pilotage

1. Procédé hors contrôle : description

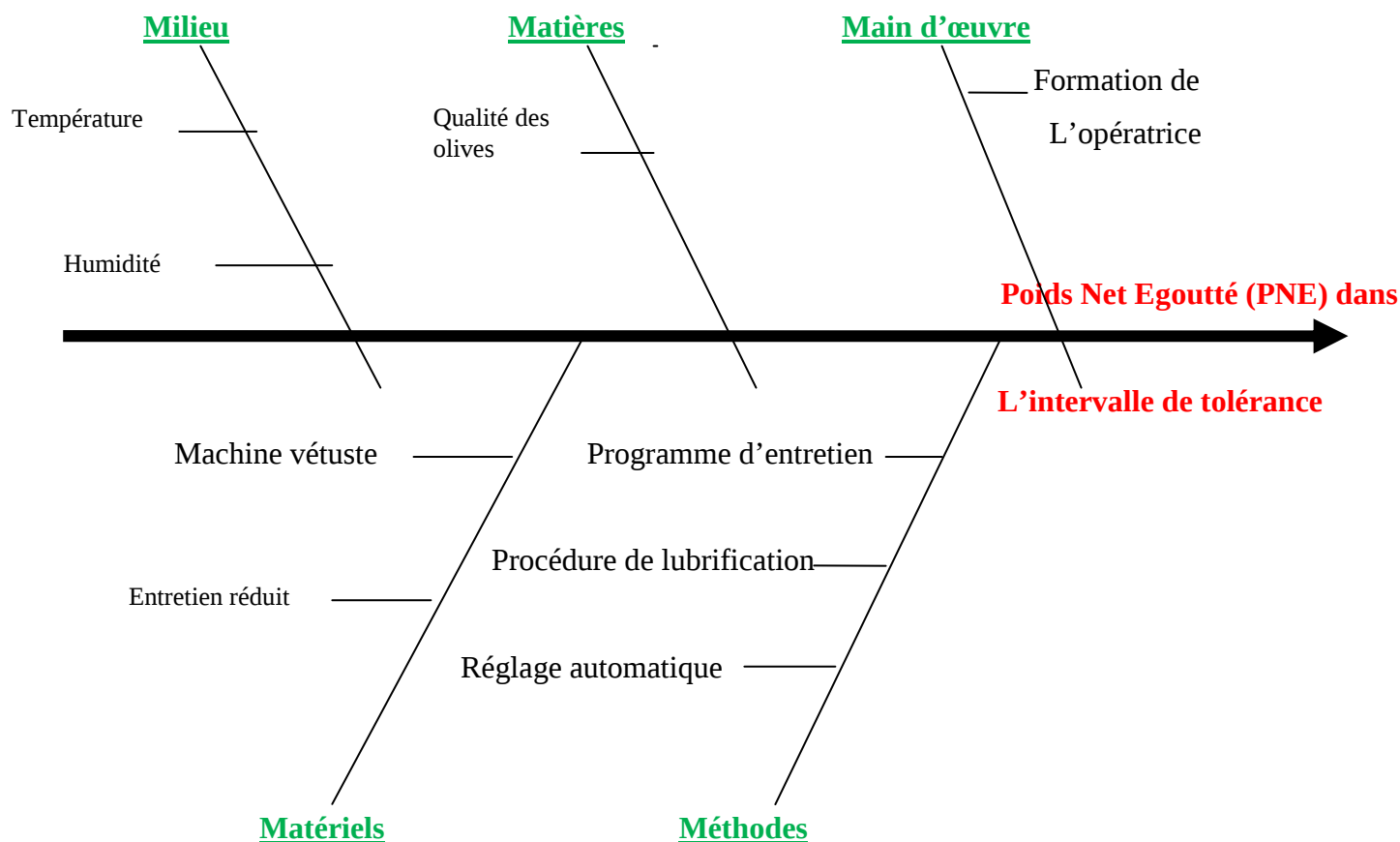
Les boîtes de PNE inférieur à 1540g et celles de PNE supérieur à 1580g sont hors de l'intervalle de tolérance et constituent donc des produits non conformes. Cette non-conformité n'implique, en rien, que la qualité du produit fini n'est pas bonne.

2. Diagramme d'ISHIKAWA

Le diagramme d'ISHIKAWA ou diagramme de causes-effets est un outil qui permet d'identifier, dans une situation donnée, les causes possibles d'un effet constaté et donc de déterminer les moyens d'y remédier.

Cet outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5 M (**M**ilieu, **M**atières, **M**ain d'œuvre, **M**atériels et **M**éthodes.)

Nous avons appliqué la méthode des 5 M afin de trouver les causes des imperfections observées en ce qui concerne le Poids Net Egoutté (PNE) des boîtes d'olives.



3. Actions à mettre en œuvre

a. L'opératrice du remplissage

❖ Listes des tâches principales

- S'assurer que les boîtes sont suffisantes pour le remplissage.
- Piloter la Remplisseuse en réglant l'entrée des boîtes, l'homogénéisation des olives à l'intérieur de la machine et le remplissage automatique des boîtes.
- Contrôler le poids des boîtes remplies pour s'assurer qu'elles sont à l'intérieur de la zone de tolérance.
- Piloter l'étape de jutage des boîtes en saumure avant leur sertissage.



❖ **Exigences**

- Rapidité d'exécution dans le contrôle du poids des boîtes.
- Former l'opératrice de remplissage à l'utilisation des outils de la qualité.
- Inciter l'opératrice à communiquer avec le service de maintenance lorsqu'elle marque un dérèglement du procédé.
- Encourager l'opératrice à avoir un esprit d'initiative et d'organisation.
- Respecter les règles d'hygiène.

b. Au niveau des Méthodes

- Etablir une procédure bien détaillée et régulièrement mise à jour du programme d'entretien et dont l'efficacité doit être prouvée.
- La lubrification de la Remplisseuse doit être assurée régulièrement.
- Le service maintenance en collaboration avec l'opératrice de la Remplisseuse se doit d'assurer un bon réglage automatique de la machine afin de garder le poids net égoutté dans les limites de tolérances.

c. Au niveau de la Machine

- Si la situation financière de la société le permet, renouveler la machine.
- Dans le cas contraire, le service maintenance doit proposer une liste de pièces à remplacer pour améliorer le rendement et l'efficacité de la machine.

d. Au niveau des Matières

Nous n'avons trouvé aucune cause susceptible d'expliquer la production de boîtes dont le PNE est hors-tolérance.

e. Au niveau du Milieu



Nous n'avons trouvé aucune cause susceptible d'expliquer la production de boîtes dont le PNE est hors-tolérance.

CONCLUSION GENERALE

La disponibilité des moyens de production ou de service est leur aptitude à être en état d'accomplir une mission déterminée dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné. Dès lors qu'il y a arrêt de cette aptitude, les solutions adéquates et efficaces s'imposent aux responsables chargés de veiller au bon fonctionnement de ces moyens de production ou de service.

C'est dans ce contexte que la Maitrise Statistique de Procédés (MSP) se présente comme une méthode idéale, puisqu'elle conjugue à la fois des outils statistiques et la manière de les mettre en œuvre pour la vérification de l'aptitude des procédés et des caractéristiques du produit à fabriquer.

L'objectif du présent travail était de mettre en place la MSP afin de maîtriser l'ensemble des facteurs composants le procédé de fabrication des Olives Noires Rondelles afin d'améliorer la performance globale puis le suivi et le pilotage des procédés en faisant appel aux cartes de contrôle afin de servir de base pour une application future de la méthode MSP dans la société.

Les données trouvées ayant montré qu'elles suivent une loi normale, Ce qui implique que le procédé est sous contrôle c.à.d. il n'ya pas des causes spéciales dans le processus. Et de ce fait nous pouvons construire les cartes de contrôle, car ces dernières sont basées sur la normalité des données.



L'analyse du diagramme d'ISHIKAWA nous a permis de proposer certaines solutions qui permettront à la société d'éliminer les causes spéciales si elles sont mises en œuvre.

A la lumière de l'analyse faite, le bilan de ce stage s'avère extrêmement positif puisque nous avons pu acquérir de nombreuses connaissances pratiques dans de nombreux domaines de la fabrication des olives noires rondelles et, plus généralement, dans le domaine des produits en conserve. Tous ces domaines viennent s'ajouter aux connaissances acquises durant la formation en Master Chimiométrie et analyse chimique application à la gestion industrielle de la qualité de la FST de Fès.

Bibliographie et webgraphie

- ▶ http://infochimie.u-strasbg.fr/master/Cours_stat_pdf/test_adeq.pdf
- ▶ <http://www.qualite.org>
- ▶ **Gérald Baillargeon, Maitrise Statistique des procédés (4^e édition)**
 - ⊕ Référence (limites) pour les capacités ($C_p=1$, $C_p=1,33$, $C_p>1,33$).
 - ⊕ Règles de décision des cartes de contrôles.
- (1) : Gérald Baillargeon, MSP, page 146.
- (2) : Gérald Baillargeon, MSP, valeurs des coefficients A_2 , D_3 , D_4 en fonction de n , page 88.
- (3) : Gérald Baillargeon, MSP, pages 95, 96, 97, 98, 99, 100 et 101.
- (4) : Gérald Baillargeon, MSP, page 102 et 103.
- ▶ Logiciel : Statgraphic 5.1fr.
- ▶ Logiciel : LUMIERE version Beta 5.40.