

Dédicace

A mes parents :

Naima Faiz et Driss Sadrati vous m'avez toujours entourée et apportée votre soutien et votre tendresse, je vous en remercie infiniment. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux.

A mes deux chères sœurs Botayna et Amal, merci de m'avoir assisté dans mes moments difficiles et pour votre énorme support pendant la rédaction de mon rapport.

A mon frère Zakaria, je te souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.

A toute ma promotion, Master Chimiométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion de la qualité, 2020/2022 je vous souhaite beaucoup de réussite dans vos vie, que dieu éclaire vos chemins et vous aide à réaliser vos rêves.

Remerciements

Les premières personnes que je tiens à remercier sont le directeur général de la société oléique de Fès **M^r.Khalil Lahbabi** et **M^r. Lazrak Abdelmalek** directeur de l'usine, de m'avoir permis d'effectuer ce stage, d'accomplir mes connaissances acquises pendant mes Cinq années de formation au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Je remercie vivement **M^r. Mohammed Hicham Berrada**, mon encadrant pour ses conseils et ses aides durant la période de stage.

Mes remerciements sont également destinés à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage au **M^r.Mohamed Remah** responsable d'oxydation, à **M^{me}. Fatiha Annahli** responsable de la production et du conditionnement. À **M^{me}. Bouchra el katrani** chef de la production et d'élaboration.

Je remercie aussi mon encadrante **Pr. Haoudi Amal** pour l'orientation et la patience, sans elle ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port, qu'elle trouve ici un grand hommage.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux membres de jury **Pr. Saffaj Taoufiq**,
Pr. Kandri Youssef et **Pr. Khalil Fouad** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

A **Pr.El Mestafa El Hadrami** directeur du pôle des études doctorales, USMBA Fès et à **Pr.Taoufiq Seffaj** chef de la filière « Master Sciences et Techniques CAC-Ageq Chimiométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion de la qualité » et à tous les professeurs qui m'a enseigné et qui par leurs compétences j'ai pu réaliser ce travail.

De même, je remercie tous les membres de la société « SIOF » pour l'aide et le soutien qu'ils m'ont apporté tout au long de ce stage, mais également pour leur convivialité et leur bonne humeur.

Liste des tableaux

Tableau 1 : les gammes des produits au niveau du site industriel Dokkarat.....	4
Tableau 2:la fiche technique du site industriel sidi Brahim	6
Tableau 3: les produits de « SIOF »	7
Tableau 4:la composition chimique d'olive	14
Tableau 5: les différents calibres au niveau de la société « SIOF » Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 6: les valeurs de d_2	37
Tableau 7: les valeurs de d_2'	38
Tableau 8:Classification des capacités C_p et C_{pK}	41
Tableau 9:les informations collectées pendant l'oxydation	43
Tableau 10: les résultats d'étude de la capacité pour le pH-mètre	48
Tableau 11: les résultats d'étude de la capacité pour la burette	488
Tableau 12:les résultats obtenus pour mesure du pH.....	49
Tableau 13:les résultats obtenus pour mesure de la salinité.....	51

Liste des figures

Figure 1:les pays importateurs des produits de « SIOF »	5
Figure 2:la structure cristalline du sel	9
Figure 3:la structure du NaOH	10
Figure 4:coupe transversale et longitudinale de la drupe	13
Figure 5:la structure de la drupe d'olive	13
Figure 6:l'effeuilleuse	15
Figure 7: la blancheur.....	17
Figure 8:l'air des fermenteurs	23
Figure 9:l'autoclave.....	25
Figure 10: la citerne de préparation de la saumure	29
Figure 11:des olives à différentes étapes d'oxydation.....	30
Figure 12: olives dénoyautées et olives découpées	30
Figure 13: la remplisseuse.....	31
Figure 14:les différents paramètres calculables de la MSP	36
Figure 15:Le diagramme des « 5M »	40
Figure 16:verification de la normalité des données du pH.....	50
Figure 17:Rapport de capacité du procédé pour pH	50
Figure 18:verification de la normalité des données de la salinité	51
Figure 19:rapport de capacité du procédé pour salinité	52

Liste des abréviations

symbole	Signification
SIOF	Société Industrielle Oléicole de Fès
H	taux d'humidité
D	taux de non-conformité
O.N.F.G	olive noire à la façon grecque
C_{msel}	concentration massique de sel
M_{sel}	masse molaire du sel
V_{eq}	volume à l'équivalence
O.T	olive tournante
O.V	olive verte confite
O.V.D	olive verte dénoyautée
O.V.S	olive verte slice
O .N	olive noire oxydée
O.N.D	olive noire oxydée dénoyautée
O.N.S	olive noire oxydée slice
MSP	Maîtrise Statistique des Procédés
Cmc	Capabilité de moyenne de mesure
IT	intervalle de tolérance
P	nombres d'opérateurs
n	le nombre de pièces mesurées
r	le nombre de mesures effectuées sur une pièce par un opérateur
R1	l'étendue pour chaque operateur dans chaque mesure
R_G	l'étendue générale
X_G	la moyenne General pour chaque operateur
C_p	Capabilité « intrinsèque »
C_{pK}	Capabilité « vraie »

Sommaire

Introduction générale

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

1	Historique de l'entreprise	3
2	Les sites industriels	4
3	Le site industriel sidi Brahim	6
3.1	La fiche technique du site industriel sidi Brahim	6
3.2	Les produits au niveau du site industriel sidi Brahim	7
3.3	L'organigramme du site industriel sidi Brahim.....	8

Chapitre 2 : Elaboration des olives de table

1	Les contrôles à la réception	9
1.1	Le sel	9
1.2	La soude caustique	10
1.3	L'emballage en carton	11
1.4	Les boîtes métalliques	11
1.5	Les sachets sous vide.....	11
1.6	Les autres ingrédients.....	12
1.7	L'olive	12
1.7.1	La structure d'olive	12
1.7.2	La composition chimique d'olive.....	14
2	Les processus d'élaboration des olives de table	16
2.1	Les olives noires à la façon grecque (O.N.F.G).....	16
2.1.1	Le diagramme d'élaboration des olives noires à la façon grecque.....	16
2.1.2	La description du processus d'élaboration des olives noires à la façon grecque.....	17
2.2	Les olives tournantes (O.T)	19
2.2.1	Le diagramme d'élaboration des olives tournantes	19
2.2.2	La description du processus d'élaboration des olives tournantes	20
2.3	Les olives vertes confites (O.V)	21
2.3.1	Le diagramme d'élaboration des olives vertes confites.....	21
2.3.2	La description du processus d'élaboration des olives vertes confites	22
2.4	Les olives noires oxydées (O.N)	26
2.4.1	Le diagramme d'élaboration des olives noires oxydées	26
2.4.2	La description du processus d'élaboration des olives noires oxydées.....	27

Chapitre 3 : Mise en place de la MSP pour suivre le procédé d'oxydation des olives vertes

3	Généralités et méthodologie.....	32
3.1	Définition générale de la maîtrise statistique des procédés (MSP)	32
3.1.1	La maitrise.....	32
3.1.2	La statistique.....	32
3.1.3	Le processus	32
3.1.4	La maitrise statistique des procédés	32
3.2	Développement de la MSP	32
3.3	MSP et qualité	33
3.4	Les étapes d'application de la MSP.....	34
3.4.1	Conviction et volonté de la direction du site	34
3.4.2	Sensibilisation aux objectifs et aux outils de la MSP	34
3.4.3	Identification du domaine d'application de la MSP	34
3.4.4	Information et formation des personnels	34
3.4.5	Analyse des éléments du problème	35
3.4.6	Contrôle du procédé et identification des causes.....	35
3.4.7	Suivi et ajustement	35
3.5	La capabilité d'un procédé	35
3.5.1	Définitions	35
3.5.2	La capabilité des moyennes de mesures Cmc	36
3.5.3	La capabilité intrinsèque Cp	38
3.5.4	La vraie capabilité « centrage » CpK	41

Chapitre 4 : Application pratique de la MSP au procédé d'oxydation des olives vertes

1	Implantation de la MSP au niveau de société « SIOF »	42
1.1	Elimination des causes aléatoires et des causes assignables	42
1.2	Etude de la capabilité du procédé d'oxydation des olives vertes non désamérisées	46
1.2.1	La capabilité des moyennes de mesures Cmc	46
1.2.2	La capabilité intrinsèque Cp et Cpk	49
	Conclusion.....	53
	Bibliographie.....	54
	Webographie.....	55

Introduction générale

Depuis l'Antiquité, l'olivier est considéré comme un symbole de paix et de sagesse, il donne une huile de nombreuses utilisations, on s'en sèvre pour lutter contre certaines maladies en raison de sa richesse en oméga-9, et des acides gras mono-insaturés qui diminuent le risque de maladies cardiovasculaires et baissent le taux de cholestérol. Pour enduire le corps pour chauffer les muscles. Produire des crèmes, des masques, des parfums, même pour fabriquer du savon et d'autres produits cosmétiques. Brûler dans des petites lampes il devient source d'éclairage.

Le fruit est aussi très apprécié pour son goût délicieux, seul dans des salades, ou avec des sandwichs personne ne peut nier que l'olive ait une touche artisanale dans nos plats.

Sa culture commence à l'Asie Mineure, des chercheuses en paléontologie ont trouvé des traces d'olivier datent de 37000 ans avant Jésus-Christ dans les îles de Santorin, en Grèce.

Le pays d'origine n'est connu exactement, mais des scientifiques pensent que ce sont les Syrien, Palestinien, Grecque et Roman qui ont cultivé et exporté les olives vers le bassin méditerranéen, qui présent des conditions parfaites permettent l'adaptation de cet arbre

Ces conditions sont principalement :

- géologiques ; la présence du sol riche en silice et en calcaire.
- climatiques surtout ceux qui sont en relation avec la température ,puisque l'arbre ne peut pas supporter une température très basse il a besoin de 8°C à 9°C pendant l'hiver ,22°C et une quantité de pluie suffisante pendant la période de floraison au printemps [1].

Ces similitudes entre les pays du Méditerranéen, ont permis un développement rapide et une majoration mondiale dans la production des olives, des statistiques en 2010 ont montré que 64% de la production mondiale vienne de l'Italie, l'Espagne Grèce Syrie et Maroc [2].

Année après l'autre et avec l'avancement des sciences, l'extension de la surface dédiée à l'olivier, ces pays ont pu augmenter encore ce pourcentage.

Au Maroc il y a 62 unités de conservation qui traite annuellement 172 000 T d'olive de table dont 42% est exportée pour une valeur de 1,1 Milliard DH. Le ministère marocain de l'agriculture et de la pêche maritime annonce une hausse de 21% de la production d'olives en 2021 par rapport à la précédente campagne oléicole [3].

Cette augmentation génère une forte concurrence entre les industries qui cherchent toujours à se placer dans le marché national comme l'international. Elles cherchent à augmenter la quantité produite des huiles et des olives de table, mais aussi de présenter un produit de qualité.

Ces industries souhaitent alors diversifier les types de produits (olive noire, olive vert, entier ou découper en rondelles ...), ainsi de garder certaines caractéristiques physico-chimiques spécifique pour chaque type d'olive et surtout de répondre conformément aux exigences du client.

Pour cela les sociétés ont mis en place un système de contrôle de la qualité qui surveille la qualité d'olive tous le long de la chaine de production, de la réception jusqu'à commercialisation.

La société Industrielle oléique de Fès est l'une des sociétés qui ont appliqué plusieurs méthodes pour satisfaire les besoins des consommateurs.

Cependant et même avec les contrôles effectués, la non-conformité de certaines valeurs du pH et de la salinité pour les olives qui ont subi une oxydation a posé un grand problème pour la société. Dans ce cadre la société cherche à savoir si le procédé de l'oxydation des olives noires est capable de répondre conformément aux exigences spécifiques des clients, en ce qui concerne les valeurs du pH et de la salinité.

L'objectif de mon travail est destiné en :

un suivi du procédé d'oxydation des olives dès la réception au niveau des cuves, de faire des analyses pour déterminer le pH et la teneur en sel des olives, de détecter les facteurs responsables de la non-conformité pour améliorer ce procédé et enfin d'étudier la capacité du procédé par la MSP.

Ce travail est subdivisé en trois parties :

- En premier lieu, nous aborderons une étude bibliographique d'écrivant la société «SIOF »
- En second lieu, il serait intéressant d'écrire la démarche de production des olives de table, surtout les olives oxydées.
- En définitive il serait judicieux de parler des analyses qu'on a effectuées, de traiter les résultats trouvés expérimentalement en utilisant la MSP.

Chapitre 1

Présentation de l'entreprise

1 Historique de l'entreprise

C'était en **1961** que la famille Lahbabi a décidé de créer « SIOF » (la Société Industrielle Oléicole de Fès). C'est une société à responsabilité limitée (SARL), pour triturer l'olive, extraire l'huile de grignon et conserver l'olive. Une société qui a développé rapidement grâce au travail sérieux des membres de la famille [4].

En **1966** la société a pu commencer le raffinage d'huile de table (tournesol, soja, colza, coton...), en **1972** « SIOF » a commencé la fabrication des emballages en plastique et les matériaux nécessaires au conditionnement des huiles. Pour développer encore les techniques de production le groupe industriel a construit un autre atelier dédié à la mise en bouteilles, le capsulage et l'étiquetage du produit en **1977**.

C'est en **1978** que la société a pu étendu ses activités dans tout le royaume, avec l'ouverture du premier dépôt à Nador, un autre dépôt à Marrakech en**1981**.

En **1985** et grâce à la croissance importante de son activité, le groupe a transformé la structure juridique en une société anonyme (**SA**), avec un capital de 30.000.000 DH, dont les actions sont réparties entre la famille Lahbabi.

En **1991** un dépôt a été ouvert à Casablanca .L'année **1993** était marquée par la mise en place d'une raffinerie de l'huile brute à base de soja, aussi par l'ouverture du dépôt à Oued-Zem.

Et c'est en **2002-2003** que la société a installé deux chaînes de production pour la fabrication de PET (polyéthylène téréphtalate) [5].

En **2007** la société a créé la filiale Domaine El Hamd, elle a planté 220 hectares d'Olivier et Ouvrit une unité d'extraction d'huile [6].

En **2019** « SIOF » été classé parmi les 100 premiers entreprise au Maroc dans le secteur (alimentation et boissons) avec un chiffre d'affaires de 381 689 028 DH [7].

2 Les sites industriels

La société oléique de Fès produit un nombre important des gammes qui lui permet d'être un fort concurrent pour la première société sur le marché des huileries au Maroc «Lesieur cristal »

Elle dispose trois sites industriels :

Site industriel Dokkarat avec une surface de 12000 m², dont les missions principales sont raffinage et conditionnement des huiles alimentaire. Le site a produit plusieurs gammes dans le marché, leur nom diffère selon le type de la matière première et selon l'année de lancement dans le marché national :

Tableau 1 : les gammes des produits au niveau du site industriel Dokkarat

Matière exploité	Le nom du produit	Date du lancement sur le marché
Huile de soja raffiné	SIOF	1978
Huile de tournesol raffiné	FRIOR	1992
Huile d'olive vierge	MLY DRISS	1993
Huile de grignon d'olive	ANDALOUSSIA	1996

- site Ain taoujdate dont La mission principale est l'extraction de l'huile de grignon.
- Sidi-Brahim avec presque 200 employées, dont les missions principales sont
 - Production de conserve d'olives
 - Extraction d'huile de grignon
 - Trituration des olives

En plus de ces sites et pour élargir la zone de distribution au niveau du Maroc, la société a ouvert plusieurs dépôts dans différentes villes :

- Oujda
- Casablanca
- Marrakech
- Oued-Zem [8].

Au niveau international en s'appuyant sur plus de 50 ans d'expérience et sur son capital humain. « SIOF » a adopté une stratégie d'export qui se base principalement sur le

développement des autres gammes pour répondre aux besoins des consommateurs à travers le monde, aujourd'hui SIOF envoie ses produits à nombreux pays (Europe, en Amérique du Nord, en Afrique et au Moyen-Orient)



Figure 1: les pays importateurs des produits de « SIOF » [5]

3 Le site industriel sidi Brahim

3.1 La fiche technique du site industriel sidi Brahim

Tableau 2: la fiche technique du site industriel sidi Brahim [9]

Logo	
Dénomination	« SIOF » Société Industrielle Oléicole de Fès
Directeur générale	khalil Lahbabi
Téléphone	05 35 64 20 17
Fax	05 35 73 14 23
Superficie	20000m ²
Adresse	Rue Ibn Banaa Addadi, quartier industriel Sidi Brahim, Fès
Site web	siof.fes@menara.ma

3.2 Les produits au niveau du site industriel sidi Brahim

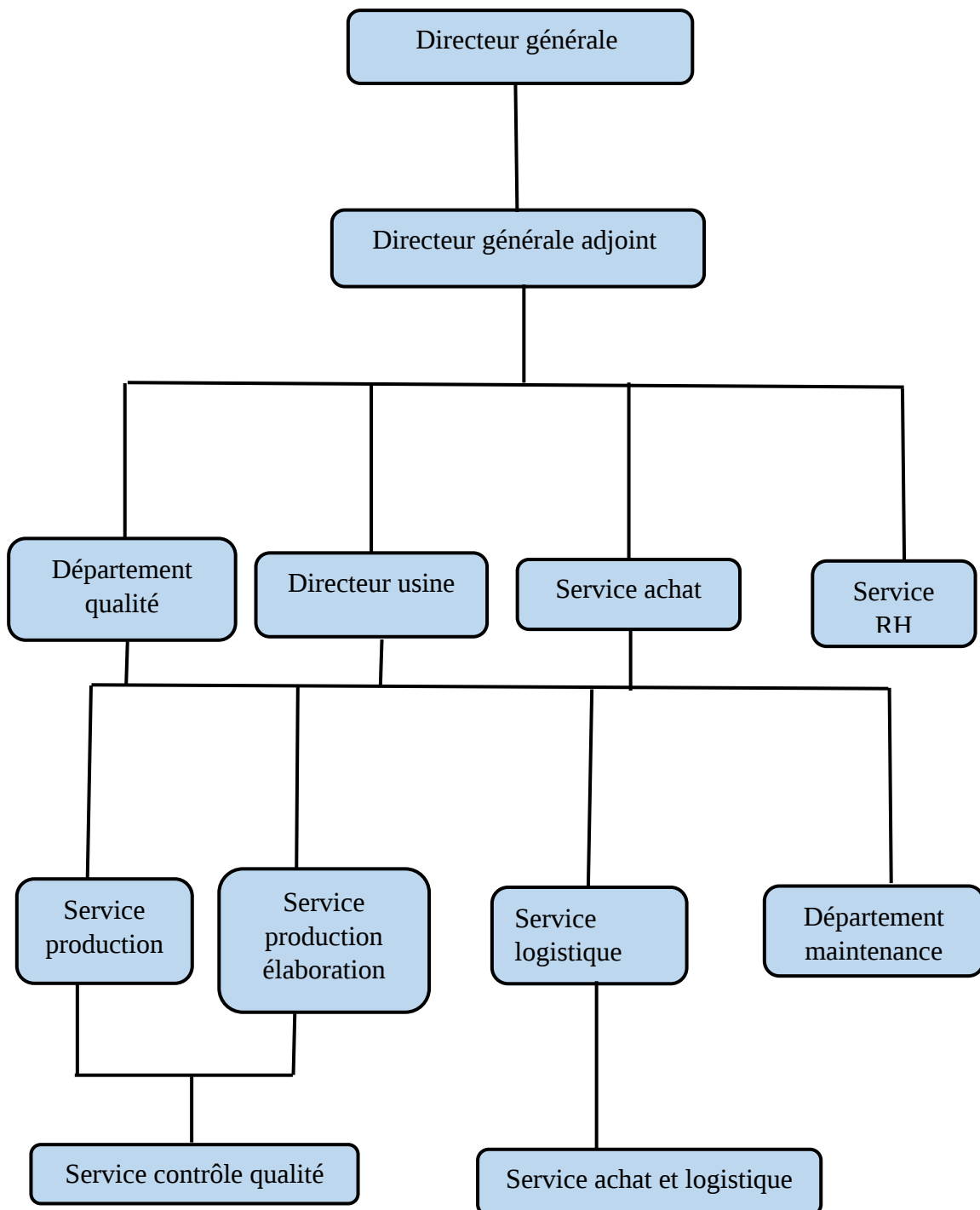
Les produits sont diversifiés et ils sont classés en trois catégories :

Tableau 3: les produits de « SIOF » [6]

Les conserves	Les seaux
Olives vertes dénoyautées	Olives vertes dénoyautées
Olives noires dénoyautées	Olives dénoyautées piquantes
Olives noires slices	Olives vertes slices
Olives vertes	Mixed piquante
Olives tournantes	Olives tournantes
Olives vertes slices	Olives vertes entiers au citron
Olives noires	Olives noires à la façon grecques

3.3 L'organigramme du site industriel sidi Brahim

Le plan organisationnel de la société est proche des autres établissements [6].



Chapitre 2

Élaboration des olives de table

1 Les contrôles à la réception

Pour assurer un produit de qualité il ne suffit pas de contrôler ou analyser que le produit final mais une surveillance de la production dès les premiers stades et plus exactement à l'étape de la réception des ingrédients et de la matière première aussi bien que les matières d'emballage, est obligatoire

1.1 Le sel

Le chlorure de sodium (**sel**) est une poudre blanche ou transparente, elle est constituée d'ions sodium Na^+ et chlore Cl^- , ces deux éléments chimiques s'organisent dans une structure périodique et symétrique et formant un cristal cubique à face centré, dont Chaque atome de sodium est entouré par 6 atomes de chlore.

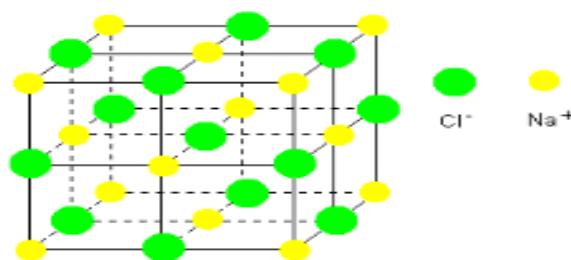


Figure 2: la structure cristalline du sel [10]

Pour savoir le taux d'humidité dans le sel et lutter contre les fraudes on effectue une vérification rapide à la réception du sel. On utilise :

- une balance de précision
- une étuve
- un dessiccateur
- un cristallisateur

On procède comme suit :

A l'aide de la balance on pèse la tare d'un cristallisateur sec et froid. On pèse ensuite une masse de (10 à 20 g) de sel granulé dans le cristallisateur c'est la masse initiale.

On Met après le cristallisateur dans l'étuve pour 2h à une température de 121°C.

On fait Sortir le cristallisateur de l'étuve et on attend leur refroidissement dans un dessiccateur (5min). On pèse l'ensemble (sel et cristallisateur) pour la deuxième fois

Pour trouver la masse finale du sel appliquer la relation suivante pour conclure le taux d'humidité :

$$H = [(MI - MF) / MI] * 100$$

MI= masse initiale du sel

MF=masse du sel après séchage

Remarque : H doit être inférieure à 6%

1.2 La soude caustique

NaOH ou L'hydroxyde de sodium est l'une des bases les plus fortes. A température ambiante elle se présente sous forme solide cristalline, la réaction de ce cristal avec l'eau est fortement exothermique et très dangereuse, elle peut provoquer une forte irritation ou corrosion de la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives.

À la société la soude réceptionner est préalablement solubilisée dans l'eau, elle est nommée soude ou soude caustique.

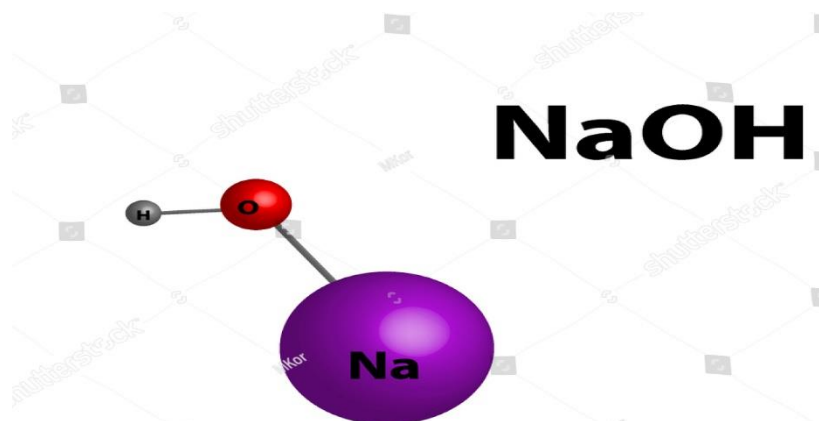


Figure 3: la structure du NaOH [11]

Pour s'assurer de la conformité de la concentration de la soude à la réception, on effectue un contrôle à la réception où on utilise :

- un aéromètre 0-70°Be
- une éprouvette 250ml
- un bécher 250ml

Pour effectuer cette vérification il faut :

Prélever un volume de la soude et le mettre dans le bécher, puis remplir l'éprouvette complètement avec la solution de la soude. Ensuite plonger l'aéromètre doucement dans l'éprouvette et attendre la stabilisation de l'aéromètre puis lire la valeur trouvée.

1.3 L'emballage en carton

Le but de ce contrôle est de vérifier si les dimensions, le poids et les ondulations du carton correspondant à ce qui est demandé.

Le matériel utilisé dans cette étape est :

- Une balance

Pour s'assurer de la qualité de l'emballage il faut prendre tout d'abord un échantillon de la livraison, puis peser cet emballage à l'aide d'une balance et comparer avec l'emballage référence.

Il faut aussi vérifier les ondulations et les dimensions avec l'emballage référence.

1.4 Les boîtes métalliques

Pour vérifier les dimensions de la boîte, et couvercle.

Nous sommes besoin :

- d'un micromètre à touche bombée
- d'une pince
- d'un ciseau
- d'une règle
- d'une balance

Il faut prendre un échantillon des boîtes et des couvercles, puis peser ces deux derniers à l'aide d'une balance.

Couper un morceau de la zone interne plat du couvercle, à l'aide du micromètre à touche bombée mesurer l'épaisseur du couvercle et du corps de la boîte métallique.

Il faut vérifier aussi la soudure de la boîte, l'absence de petits trous et la conformité des couleurs des boîtes illustrées.

1.5 Les sachets sous vide

Pour garantir l'étanchéité du sachet et le vide nécessaire à la conservation du produit

On utilise :

- une balance
- une règle graduée

Il faut prendre un sachet, et vérifier sa longueur et sa largeur à l'aide de la règle. Ensuite il est nécessaire de Peser le sachet.

Finalement il faut vérifier soigneusement la soudure, et faire un essai pour s'assurer de la conformité des sachets.

1.6 Les autres ingrédients

Il y a d'autres ingrédients utilisés dans la production comme :

Acide ascorbique, acide chlorhydrique, gluconate de fer, acide acétique et acide lactique, la conformité de ces produits est assuré par comparaison de leurs caractéristiques avec les exigences indiquées dans le cahier des charges, notamment :

-On doit vérifier l'étiquetage, et la présence de certificats d'analyse.

-On vérifie aussi le moyen de transport : état hygiénique, présence de produits contaminants.

Toute non-conformité est une raison suffisante pour refuser l'ingrédient.

1.7 L'olive

1.7.1 La structure d'olive

L'olive est un fruit charnu, indéhiscence (ne s'ouvrant pas) à noyau, généralement sous forme d'une ovoïde.

Les dimensions de la drupe se diffèrent selon les variétés d'Olive, mais les constituant de ce fruit sont les mêmes de l'extérieur vers l'intérieur on peut distinguer entre trois niveaux :

- un épicarpe (peau) solidement attaché à la pulpe. La maturité est atteinte entre octobre et décembre dans l'hémisphère du nord la coloration du fruit change du vert tendre ; on parle de l'olive verte, au violet les olives sont alors appelées olives tournantes, puis l'épicarpe se noircit on obtient l'olive noire.
- du mésocarpe (pulpe), charnu, riche en huile.
- de l'endocarpe, un noyau fusiforme, très dur. A l'intérieur de ce noyau se trouve une seule graine contenant embryon et albumen [1].

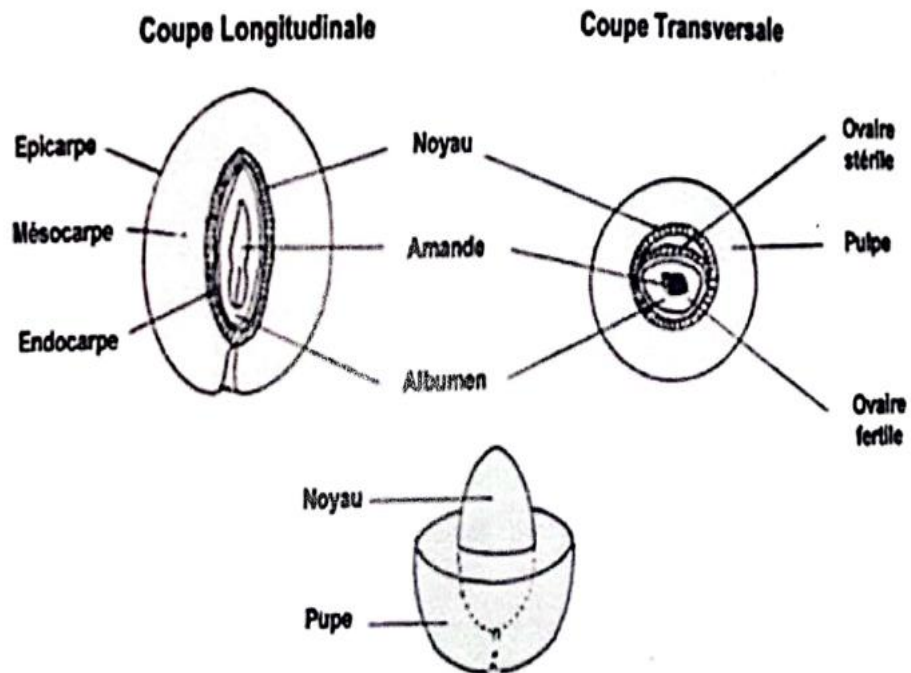


Figure 4: coupe transversale et longitudinale de la drupe [12]

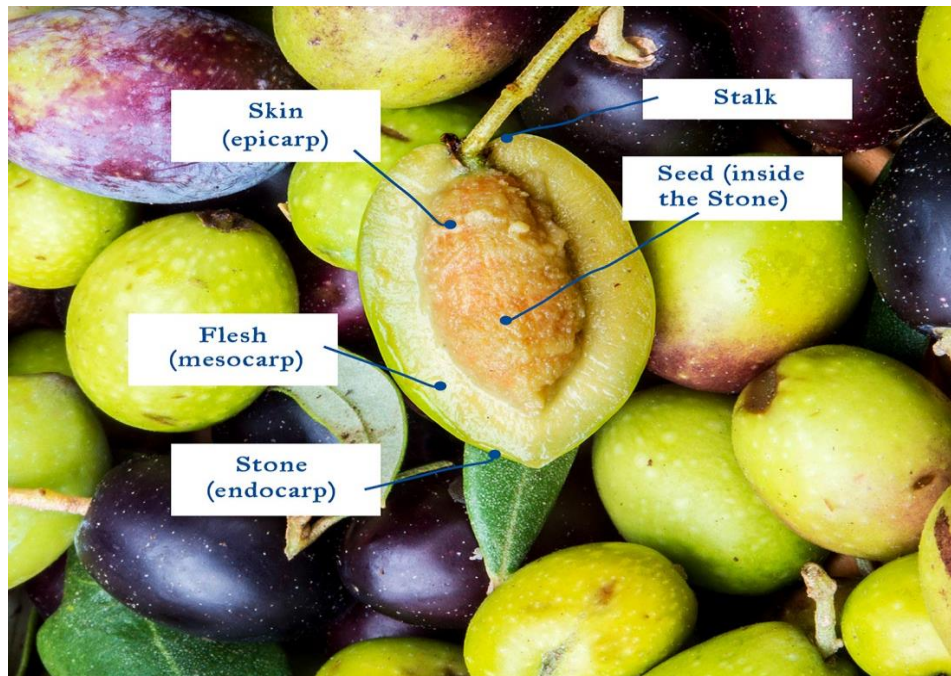


Figure 5: la structure de la drupe d'olive

1.7.2 La composition chimique d'olive

Comme tout autre fruit l'olive a une composition chimique spécifique répartie entre les différents niveaux de la drupe. Les constituants chimiques majoritaires de l'olive sont :

Tableau 4: la composition chimique d'olive [13]

Le Constituant	La quantité du constituant en (%)
l'eau	50
Cellulose	5,5
Huiles	22
mono et disaccharides	3
Polyphénols	1,5
sucres	18
minéraux (cendres)	1,5

Les olives utilisées dans la société « SIOF » sont généralement de type « Picholine » ou « Longuedoc » d'origine Guerssif ou du domaine Alhamd, où les conditions culturelles pratiquées dans les fermes donnent une idée sur les propriétés physicochimiques d'olive recueillie. Un contrôle à la réception est nécessaire pour accepter ou refuser la livraison, le lot doit présenter un pourcentage d'olive tournante inférieur à 10% [14] et un faible taux de défaut, des dimensions de fruit bien déterminées, et une faible teneur des corps étrangers, pour qu'il soit accepté par la société.

Il faut prendre 5 échantillons chacun est de 1kg, peser 100g et compter le nombre d'unités d'olive pour déterminer le calibre moyen.

Remarque : le calibre est le nombre des fruits d'olive dans une quantité de 100g d'olive

Il faut faire aussi un triage des olives et un calcul du taux de non-conformité par la relation :

$$D = (PD / PE) * 100$$

PD : poids des olives non conformes

PE : poids de l'échantillon



Figure 6:l'effeuilleuse

Après acceptation de la livraison, elle doit être pesée et versée dans des citernes bien aérées, puis il faut laver la quantité accepter et passer par un effeuillage pour éliminer toutes les feuilles et corps étrangers .

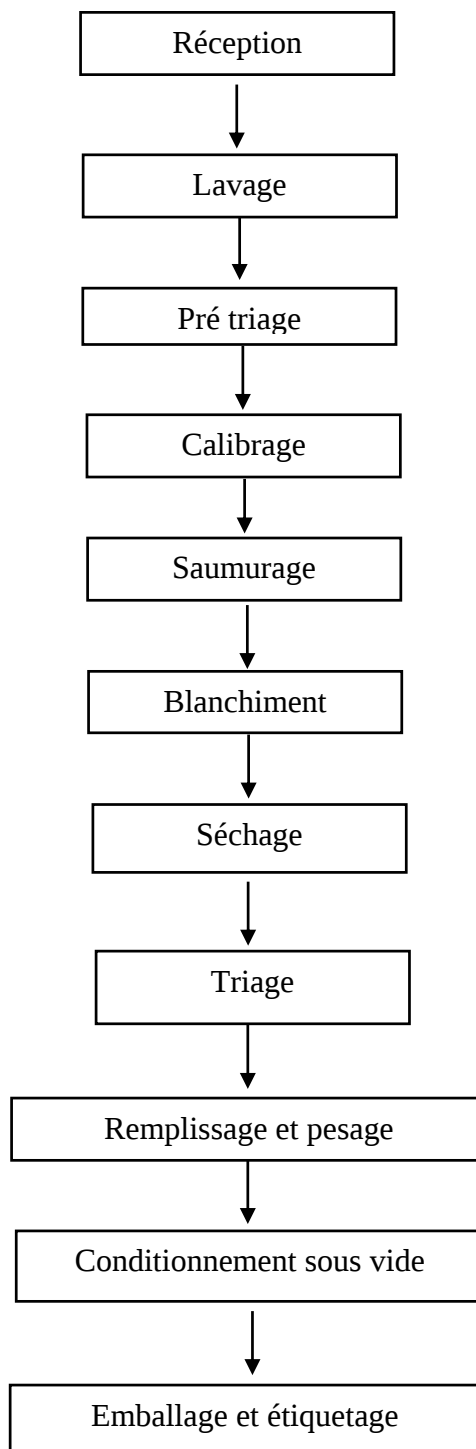
L'olive passe ensuite travers une sélectionneuse pour séparer les différents types d'olives (olive verte, olive tournante, olive noire).

Remarque : Les autres étapes d'élaboration des olives de table diffèrent selon le type d'olive qu'on veut élaborer ils sont détaillés dans les paragraphes qui suivent.

2 Les processus d'élaboration des olives de table

2.1 Les olives noire à la façon grecque (O.N.F.G)

2.1.1 Le diagramme d'élaboration des olives noires à la façon grecque



2.1.2 La description du processus d'élaboration des olives noires à la façon grecque

a- La réception

Pendant cette étape on effectue une évaluation de la taille, la forme du fruit et on détermine la teneur des olives endommagées.

b- Le lavage

L'opération est effectuée dans des citernes remplies de l'eau pour se débarrasser des salissures.

c- Le pré triage

L'intérêt de cette étape est d'éliminer les corps étrangers et les olives endommagées,

d- Le calibrage

Les olives de coloration noires passent dans un premier temps à travers un calibre pour séparer les olives selon leurs dimensions.

e- Le saumurage

Les olives calibrées préalablement sont stockées dans des fûts où on ajoute du sel en poudre le rôle de cette dernière est la désamérisation.

f- Le blanchiment

Le blanchiment c'est traitement thermique à travers laquelle l'olive est exposée à des températures élevées pendant quelques minutes, dans une blancheur rote à vapeur

Ce traitement permet :

- élimination d'un pourcentage important des micro-organismes responsable de l'altération des vitamines et des qualités sensorielles [6].
- Réduction de la quantité du sel à l'intérieur des olives.



Figure 7: la blancheur

À la fin de cette opération on ajoute presque 1% d'huile de soja aux olives noires, cette faible quantité donne un aspect brillant et elle aide à la conservation des produits. On ajoute aussi le sorbate de potassium(E202) (0,5g/kg) pour garder les olives pour une longue période avec une bonne qualité [15].

g- Le séchage

Séchage l'air libre pour éliminer toutes les traces de l'eau.

h- Le triage

Triage manuel sur un tapis pour s'assurer de l'absence des olives non conformes.

i- Le remplissage, le pesage et le conditionnement sous vide

A la sortie de la blancheur les olives sont transférées soit vers dans des seaux pesés à l'aide d'une balance. Soit elles sont conservées d'une des sachets de 1kg 1,5 kg ou de 2kg et fermés sous vide, à l'aide d'une résistance de soudage, pour évacuer entièrement l'air hors de l'emballage, ce qui va empêcher le développement des micro-organismes aérobies et conserver la qualité des olives.

Avant d'envoyer la commande il est obligatoire de vérifier si les exigences de clients en ce qui concerne la salinité sont bien respectées, pour cela on effectue un dosage par la méthode de Mohr, on pèse 10g d'olive puis on effectue un broyage de cette quantité dans un mortier avec de l'eau chaude quatre fois pour s'assurer que la totalité du sel est récupérée. Ensuite on filtre l'ensemble et on garde le filtrat de volume V . On prend un volume V_1 de cette solution pour faire un dosage par nitrate de concentration (0,1M) selon la méthode de Mohr jusqu'à l'équivalence, on note le volume d'équivalence V_{eq} .

La concentration massique du sel est calculée par la relation :

$$C_{msel} = V_{eq} * 0,1 * M_{sel} * V * 10^{-3} \text{ (g/L)} \quad \text{avec } M_{sel} = 58,5 \text{ g/mol}$$

Pour trouver la quantité du sel en pourcentage il suffit d'appliquer la relation :

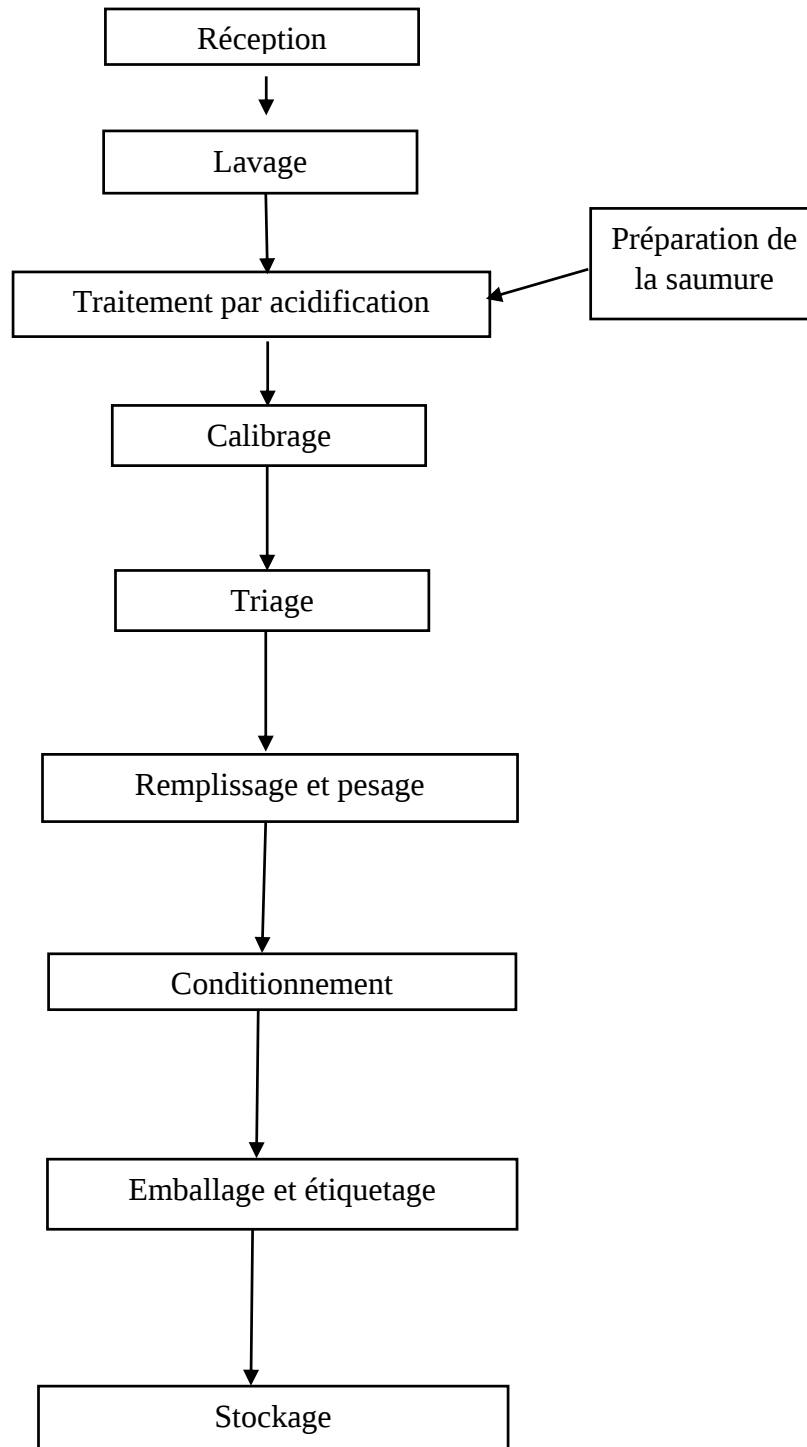
$$[NaCl] = (100 * C_{msel}) / 10$$

j- l'emballage et l'étiquetage

Les produits conformes sont emballés manuellement, identifié par une étiquette contient les informations complètes sur le contenu et la composition du produit, ce dernier est envoyé à la fin vers l'unité du stockage

2.2 Les olives tournantes (O.T)

2.2.1 Le diagramme d'élaboration des olives tournantes



2.2.2 La description du processus d'élaboration des olives tournantes

Après la réception et le lavage d'une quantité des olives tournantes on commence la préparation de cette quantité à l'aide d'un traitement par acidification.

a- Le traitement par acidification

Ce traitement se passe dans des fûts, l'olive de coloration violette est immergée dans une solution constituée de l'eau et de 5L de saumure de 10°Be, la valeur de salinité est vérifiée à l'aide de l'aéromètre.

On prélève chaque jour 0,5L de l'eau et l'en remplace par 0,5L de l'acide citrique,

Une surveillance quotidienne du pH est obligatoire jusqu'à la stabilisation du pH à 7.

Le test de vérification de l'acidité consiste à prélever une quantité de la saumure et à verser la solution à analyser dans un bécher de 25ml. Rincer l'électrode avec l'eau puis avec la solution, ensuite plonger l'électrode dans le bécher .Attendre la stabilisation de la lecture et noter la valeur trouv e.

b- Le calibrage

Les olives trait es vont être achemin es vers le calibreur pour classer les fruits selon leurs tailles.

c- Le triage

Il se fait manuellement, pour éliminer le maximum possible les fruits non conformes.

d- Le remplissage et le pesage

Ce type d'olive est souvent rempli dans des seaux dont le poids change selon la demande du client.

e- Le conditionnement

Après calibration l'olive est vers e dans des seaux à des conditions de conservation bien d termin es (pH=7 et 8 °Be en salinité) .le poids des seaux change selon la demande du client.

f- L'emballage et l'étiquetage

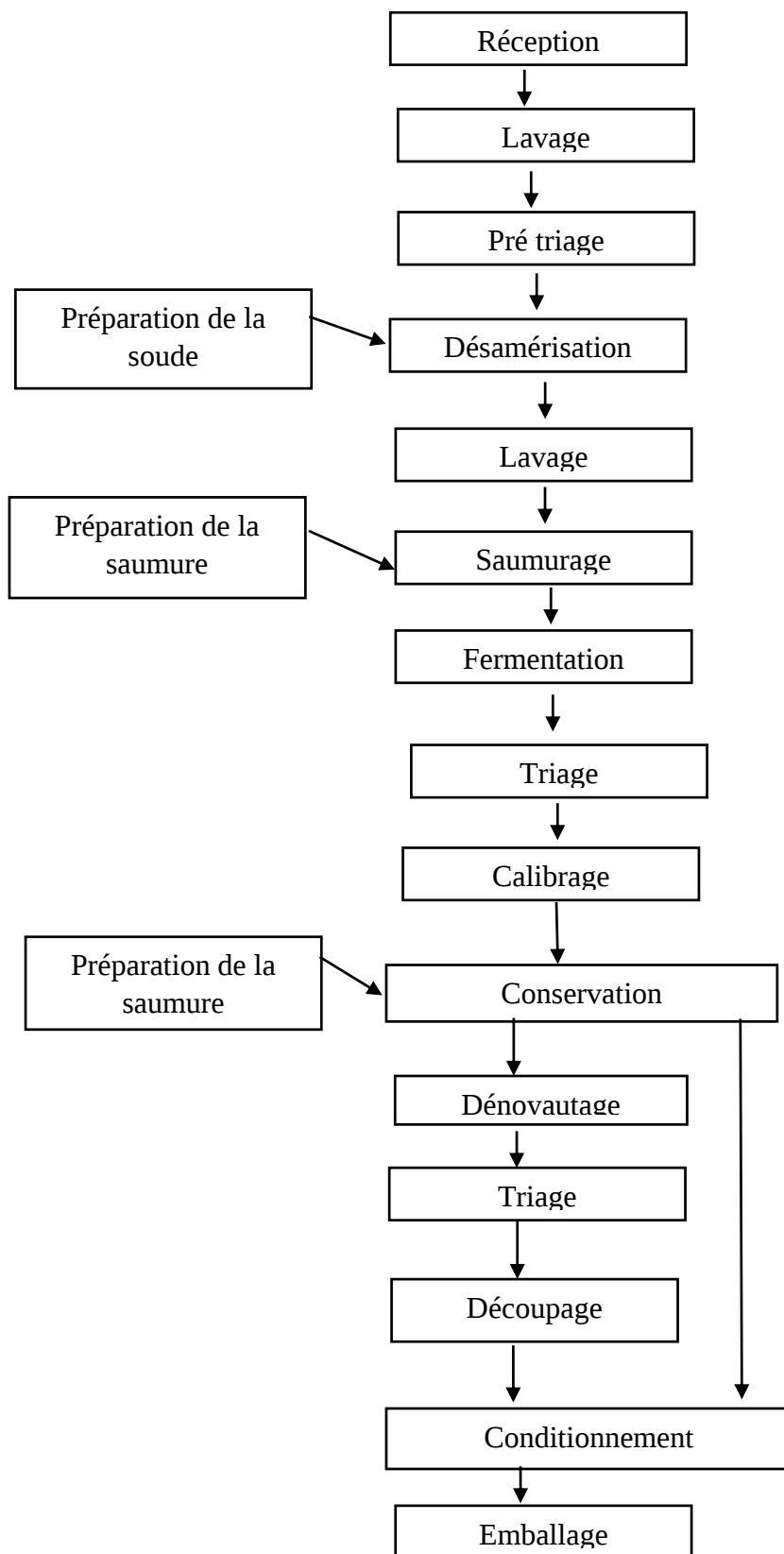
Il se fait manuellement aussi, l'étiquette contient les informations de la composition du produit

g- Le stockage

Le produit final est stocké jusqu'à la livraison de la commande.

2.3 Les olives vertes confites (O.V)

2.3.1 Le diagramme d'élaboration des olives vertes confites

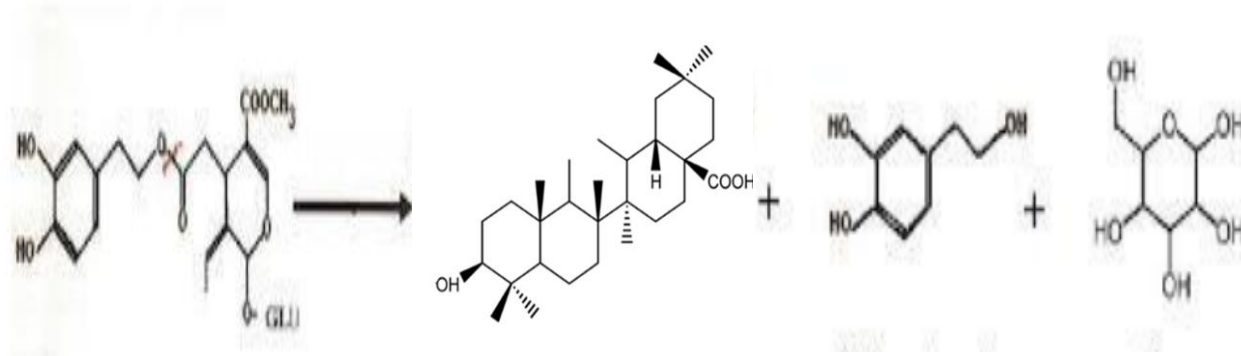


2.3.2 La description du processus d'élaboration des olives vertes confites

Les trois premières étapes sont identiques à ceux d'élaboration des olives noires à la façon grecque.

a- La désamérisation

La désamérisation consiste à l'hydrolyser de la molécule de l'oléuropéine, un constituant chimique de l'olive, responsable de goût amer du fruit. Ce traitement nécessite l'immersion complète des olives dans une base forte (NaOH). La réaction qui se passe est la suivante :



Oléuropéine → Acide Oléanolique + Hydroxytyrosol + Glucose (hydrolyse alcaline)

La soude utilisée est à l'ordre de [2,5°Be - 3,1°Be] en fonction du degré de maturité du fruit et en fonction de la température; plus l'olive est mature et la température élevée plus le degré de la soude utilisé est faible.

Pendant cette étape il faut une surveillance de taux de la pénétration de la soude, cette surveillance consiste à faire une coupe longitudinale sur le fruit. La partie du fruit touchée par la lessive de soude prend rapidement une coloration brunâtre, lorsque le front de pénétration atteint 2/3 de la pulpe, il faut arrêter l'opération [16].

La soude diffusée dans la pulpe contribue aussi à un :

- Ramollissement relatif du fruit à cause de L'hydrolyse des pectines responsables de la rigidité du fruit,
- Une perte d'une quantité importante des protéines, des sels minéraux, et des acides gras.

b- Le lavage

Pour éliminer la soude entraînée par l'olive et faire sortir les éléments qui résultent de la désamérisation il faut obligatoirement passer par un lavage long et efficace à la fin du traitement des olives par la soude.

c- La fermentation

La fermentation est le processus qui aide au développement des bactéries lactiques ont créant des conditions optimales pour que celles-ci puissent consommer les sucres qui diffusent dans la saumure et produisent l'acide lactique.

Cette opération se passe dans des fermenteurs de capacité 13,5T, elle confère aux olives des caractéristiques organoleptiques meilleures, elle change aussi la couleur des olives les vertes devient jaunes-dorées.

Pour conduire la fermentation dans de bonnes conditions, il faut porter la concentration en sel de la saumure à un niveau compris entre 7°Be et 8 °Be.

Remarque : °Be degré baumé, est une unité de mesure indirecte de concentration via la densité, découverte par Antoine Baumé. On note °Be, l'outil de mesure est à l'aéromètre. A 20°C, la correspondance entre la densité et le degré Baumé est la suivante : Pour les liquides plus lourds que l'eau (densité > 1) : $d = 145 / (145 - °Be)$



Figure 8: l'air des fermenteurs

La fermentation est un phénomène naturel qui dure aux minimums trois mois, durant cette période et si le milieu est devenu alcalin, il se peut qu'une fermentation secondaire commence, cette dernière peut engendrer une mauvaise odeur et une altération des olives, pour éviter ce danger on ajoute dans chaque fermenteur 30 kg de l'acide chlorhydrique, 8kg de l'acide lactique et 2kg de CaCl_2 ce dernier joue un rôle essentiel dans à durcissement des olives.

Chaque mois on effectue un:

- contrôle du sel : on mesure le degré de sel par l'aréomètre les concentrations en sel de la saumure doivent être comprises entre 7°Be et 8 °Be.
- Contrôle du pH : il faut garder un milieu acide
- dosage d'acidité libre : c'est la quantité en grammes d'acide lactique par 100ml de saumure. On titre un volume connu de la saumure par NaOH de concentration connue tout en agitant et en mesurant le pH jusqu'à atteindre la valeur de 7.
- dosage de l'acidité combiné : c'est la concentration de NaOH dans 1L de la saumure, on titre un volume connu de la saumure par l'acide chlorhydrique de concentration connue tout en agitant et en mesurant le pH jusqu'à atteindre une valeur de 2 [17].

d- Le calibrage et le triage

Le calibrage est fait dans un calibre à câbles divergents capable de donner des lots d'olives dont les dimensions sont homogènes. L'écart type caractérisant la distribution des calibres est très réduit. L'opération de triage se fait toujours manuellement, pour éliminer toute olive défectueuse qui ne répond pas au critère de qualité consigné dans la procédure du triage.

e- Le dénoyautage

Comme son nom l'indique c'est l'opération qui consiste à séparer le noyau de la pulpe. On obtient « Olive Verte Dénoyautée » (O.V.D).

Durant cette étape on prélève des échantillons et on calcule le nombre d'olives défectueuses sortant de la machine, il doit être inférieur à la limite fixée par le constructeur.

f- Le découpage

L'olive dénoyautée est acheminée vers une découpeuse où elle est découpée en rondelles à l'aide d'un trancheur à lame multiple, les olives sont dites « Olives Vertes Slices » (O.V.S).

g- Le conditionnement

Elle doit être conduite dans des conditions d'hygiène requises. Les olives remplies dans les boîtes qui contiennent de l'eau et 1 kg de l'acide citrique monohydrate (agent conservatif), elles doivent subir une pasteurisation dans des chariots à l'intérieur d'un autoclave, la température est inférieure à 98 °C pendant une heure.



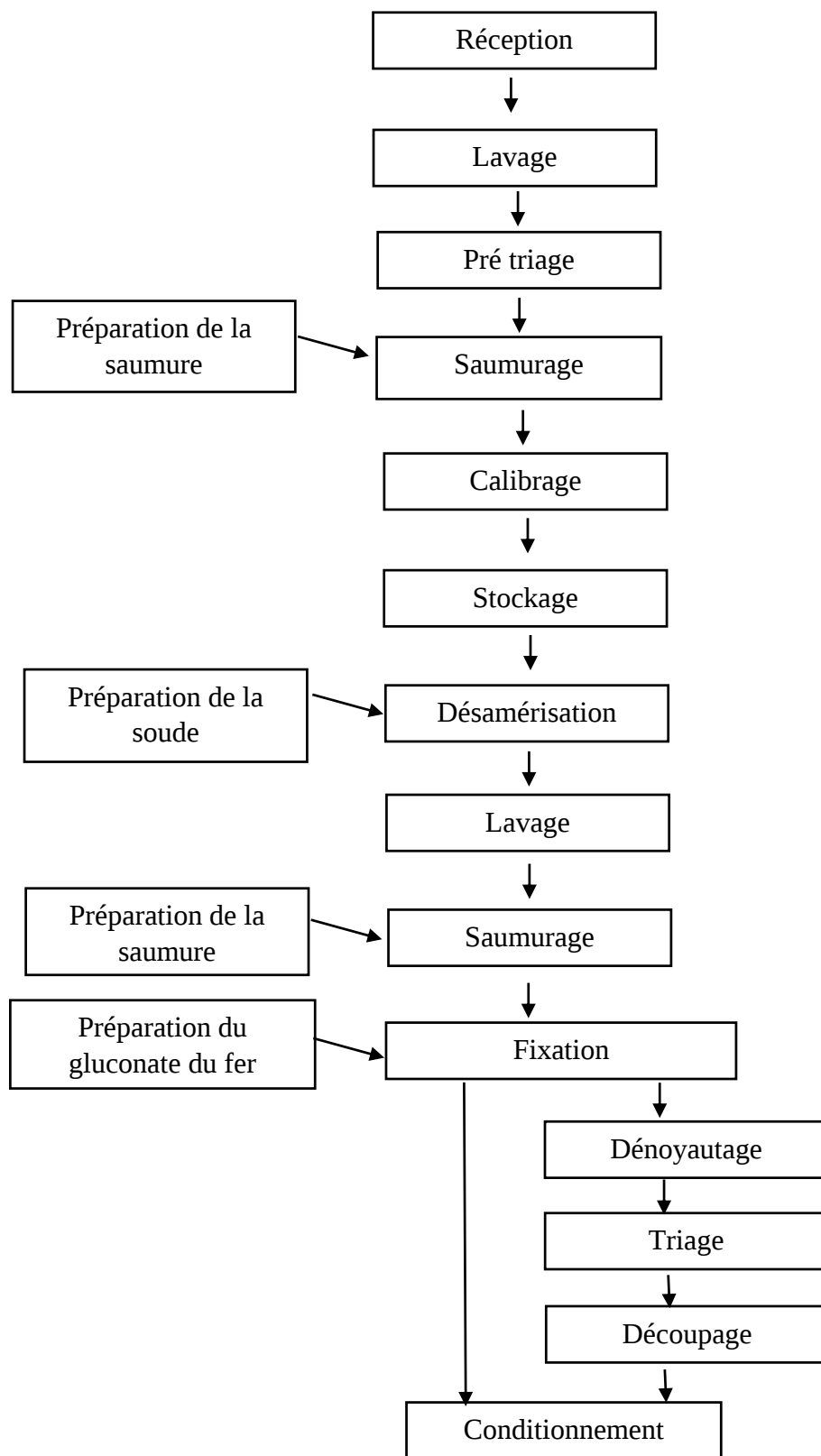
Figure 9:l'autoclave

h- L'emballage

C'est une opération qui clôt le processus de conservation des olives vertes. Les boîtes pasteurisées, emballées et marquées par les étiquettes sont stockées dans des conditions qui permettent de garder les caractères organoleptiques et évitent leur altération des olives.

2.4 Les olives noires oxydées (O.N)

2.4.1 Le diagramme d'élaboration des olives noires oxydées



2.4.2 La description du processus d'élaboration des olives noires oxydées

Après l'examen des olives réceptionnées, lavage des fruits et l'élimination des unités non conformes à l'étape de pré triage, les olives sont envoyées vers les fermenteurs pour subir un premier saumurage.

a- Le saumurage

L'objectif principal de cette étape est la conservation des olives jusqu'au besoin. Une faible fermentation peut se passer elle a pour but de diminuer un peu l'amertume des olives. Les bactéries transforment les sucres en acides lactiques ce qui va augmenter l'acidité dans le fermenteur, mais cette acidité naturelle est non suffisante pour éviter la fermentation secondaire responsable de l'altération des olives et dégagement des mauvaises odeurs, pour cela on ajoute 10 kg de l'acide lactique. Les olives restent immerger dans une saumure de 10°Be.

b- Le calibrage

Pour que le produit soit bien présenté et pour répondre conformément aux exigences des clients, il faut produire des olives ayant des tailles similaires et que le diamètre des olives dans la même boîte soit homogène.

La taille du fruit est aussi un facteur très intéressant dans l'étape de désamérisation par la soude lors de l'oxydation ; une drupe épaisse a besoin de plus de temps pour être traité qu'une petite drupe.

Pour cela un calibrage avant l'oxydation est nécessaire, cette opération est effectuée à l'aide d'un calibreur dont le diamètre des trous de la trémie augmente de l'amont à l'aval, on peut distinguer huit calibres.

Tableau 5: les différents calibres au niveau de la société « SIOF »

16/18	30/33
19/21	34/37
22/25	38/45
26/29	40/50

c- Le stockage

Les olives calibrées sont envoyées encore une fois aux fermenteurs, elles sont conservées dans une saumure de 8 °Be.

d- La désamérisation

C'est la première étape dans le procédé de l'oxydation. Comme son nom l'indique la désamérisation est l'opération qui permet d'éliminer l'amertume du fruit due à la présence de l'oléuropéine, on utilise dans cette opération la soude diluée préalablement à [2°Be - 3°Be] dans des grandes citernes

Les olives vertes sont recueillies avec leurs saumures dans les cuves, puis on ajoute la soude jusqu'à l'immersion de la quantité réceptionnée au niveau des cuves, une surveillance de degré de pénétration est obligatoire tout le long de l'opération, lorsque le front de pénétration de la soude atteint 2/3 on arrête le traitement.

Pendant cette étape on observe la formation d'une mousse, cette dernière est le résultat d'une réaction secondaire (réaction de saponification), la soude réagit avec les acides gras essentiellement triglycéride présent dans les olives selon la réaction :

**Remarque :**

- Il existe six cuves d'oxydation leurs capacités successivement sont :

5,5T ; 5,5T ; 4,5T ; 4,5T ; 6,5T ; 6,5T

e- Le lavage

Le rôle du lavage est de faire sortir la soude et tous les autres constituants solubiliser pendant l'étape de traitement par la soude, on utilise de l'eau et il peut prendre une heure ou plus de 10heures .

f- Le saumurage

Avant de commencer cette étape on prépare le saumure ; on solubilise tout d'abord le sel poudre dans l'eau dans des grandes citernes, ensuite il est envoyé vers les cuves où il va être dilué et ajusté manuellement jusqu'à une concentration en sel de 2,5°Be à 2,8°Be.



Figure 10: la citerne de préparation de la saumure

L'ajout de la saumure permet de créer un gradient de concentration du part et d'autres de l'épiderme, les traces du NaOH passent de l'intérieur de l'olive vers le milieu extérieur alors que les molécules du sel migrent dans le sens inverse.

Le saumurage est effectué deux fois, pour se débarrasser de la quasi-totalité de la soude pénétrée pendant la désamérisation

g- La fixation de la coloration

Plus on avance dans les étapes d'oxydation plus les olives prennent la coloration noire, à cause de traitement par la soude et le contact avec l'aire, mais cette coloration doit être fixée.

L'étape de la fixation de la coloration est subdivisée en deux parties :

- Neutralisation du milieu : après les premières opérations dans le procédé d'oxydation les deux milieux ; l'extérieur et l'intérieur des olives, deviennent basiques, pour rendre les milieux neutres on ajoute de l'acide chlorhydrique. la quantité de l'acide ajouté se diffère selon la quantité des olives. La neutralisation prend un jour au minimum.
- Fixation : elle est possible de fixer la coloration à l'aide de gluconates ferreux un sel poudre qui réagit qu'au pH proche de 5 et il doit être solubilisé dans de l'eau chaud avant qu'il soit versé dans les cuves. on plonge les olives avec le gluconate de fer pendant un jour au minimum pour avoir une coloration favorable.



Figure 11: des olives à différentes étapes d'oxydation

Les olives peuvent être conditionnées directement à ce niveau ou elles passer par d'autres opérations (dénoyautage et découpage)

h- Le dénoyautage

Après la fixation de la coloration les olives passent avec leurs saumures dans un densimètre, à l'aide de quatre dénoyauteuses on sépare le grignon de la drupe.

i- Le triage

Il est effectué manuellement on élimine les olives non dénoyautées ou endommagées.

j-- Le découpage

Il y a deux coupeuses au niveau de la société .Les olives dénoyautées passe à travers des lames qui coupent le fruit en rondelles.



Figure 12: olives dénoyautées et olives découpées

k- Le conditionnement

Les olives noires sont remplies dans des boîtes métalliques à l'aide d'une remplisseuse, puis elles sont pesées manuellement.



Figure 13: la remplisseuse

Ensuite elles passent à travers une juteuse pour être remplie par une solution constituée de :

- 600g du gluconate de fer
- 2kg d'acide lactique
- Sel
- Eau

Remarque : la solution est préparée dans des grandes citernes et il doit présenter certaines caractéristiques :

- **pH : 5,8 à 6,8**
- **concentration en sel entre 1°Be et 1,5°Be.**

Les boîtes remplies par olives et saumure sont fermées et envoyées vers l'autoclave pour subir une stérilisation à une température de 121°C pendant 12min pour garder les critères organoleptiques des olives et éliminer les micro-organismes responsables d'altération du produit.

Chapitre 3

Mise en place de la MSP pour suivre le procédé d'oxydation des olives vertes

3 Généralités et méthodologie

3.1 Définition générale de la maîtrise statistique des procédés (MSP)

3.1.1 La maitrise

C'est la capacité à contrôler et à commander.

3.1.2 La statistique

C'est la science et techniques d'interprétation mathématique de données complexes et nombreuses, permettant de faire des analyses et des prévisions.

3.1.3 Le processus

Un processus est une combinaison de plusieurs éléments 8M (main-d'œuvre, matériels, méthodes, milieu, matière première, management, monnaie, mesures) agissant en même temps pour obtenir un bon service ou un bon produit.

Selon ISO 9000 un processus est en ensemble d'activités corrélés ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en élément de sortie.

3.1.4 La maitrise statistique des procédés

La MSP «maitrise statistique des procédés » est un ensemble d'outils statistiques au service de la qualité, utilisées pour contrôler un processus et pour obtenir un bon service ou un bon produit et répondre conformément aux spécifications des clients

3.2 Développement de la MSP

En 1929 Shewhart a développé sa célèbre « control chart » pour contrôler et améliorer l'homogénéité des productions, cet outil était très intéressant car elle a permis d'ouvrir ainsi la voie à une nouvelle discipline qu'est la MSP, cette discipline est oubliée dans années qui suivent.

Ce n'est que dans les années 60 que Deming a sus insuffler un regain d'intérêt à cette technique, il a essayé de persuader les firmes américaines de considérer la MSP comme outil sous adjacente à tout processus de production, mais sans succès.

C'est le passage d'une économie de production durant les 30 glorieuses à une économie de marché après la crise de 73 poussa l'industrie européenne à subir de changement et c'est avec les années 80 que la qualité s'imposa comme une évidence en Europe ,tout d'abord les producteurs commencent à faire un contrôle systématique en fin de production tout en acceptant un pourcentage de défectuosité limite ,puis ils sont pensés à une intervention

préventive pour arriver à une diminution importante du taux des défauts .Ensuite ils sont mis en accord pour implanter la stratégie de « total quality control » qui remet en cause l'ensemble du fonctionnement des entreprises de l'analyse du besoin jusqu'à l'établissement de nouvelles relations clients fournisseurs .

Aujourd'hui la MSP n'est pas à elle seule synonyme de la qualité, on la conjugue avec d'autres outils tels que l'AMDEC « analyse mode de défaillance », les plans d'expériences et les techniques de régression [18].

3.3 MSP et qualité

Pour avoir un produit ou un service de qualité il faut que tous les procédés de production qui ont une incidence sur la qualité du produit soient sous contrôle, il faut alors effectuer des essais aux différentes étapes de la chaîne de production pour s'assurer de leurs conformités.

Ces contrôles doivent être effectués par des techniques statistiques appropriées, on peut penser à trois techniques pour vérifier les conformités de toutes les pièces

- inspection à 100% : perte de temps et d'énergie pour les petites quantités fabriquées, et impossible de l'appliquer dans les usines à cause des grandes quantités produites.

- plan d'échantillonnage : la décision pour la totalité de production est basée sur les mesures effectuées sur un échantillon représentatif, mais il faut accepter l'existence d'un certain nombre de produits non conformes.

Ces deux techniques s'intéressent à la détection des produits non conformes plutôt qu'à prévenir le problème. La MSP par contre s'intéresse à la prévention des problèmes et réagit sur la totalité de la chaîne de production pour éliminer les causes d'obtention d'un produit défectueux.

La MSP est une technique de pilotage des processus qui a pour but de maîtriser l'ensemble des facteurs composant un procédé de fabrication, pour s'assurer la stabilité et la conformité de la qualité et reproductibilité dans le temps et pour améliorer la qualité du produit.

Il apparaît donc que la MSP est essentielle pour pouvoir arriver à un niveau supérieur de la qualité, ce binôme est indispensable.

3.4 Les étapes d'application de la MSP

Pour appliquer cette stratégie il faut suivre plusieurs étapes consécutivement

3.4.1 Conviction et volonté de la direction du site

Avant de commencer la démarche d'application de la MSP il faut que la direction soit déjà impliquée dans la politique qualité, cette implication se manifeste par la désignation d'une équipe chargée de la MSP constituée d'un :

- groupe d'échange et de coordination chargé d'échange des expériences des différents sites et de contribution à l'harmonisation et homogénéisation de la démarche qualité
- groupe chargé des expériences qui travaille sur le développement et l'amélioration du plan expérimentale, en utilisant le traitement statistique des données.
- groupe de travail des chefs de laboratoire responsables de la direction, l'évaluation et le contrôle des unités de production.

3.4.2 Sensibilisation aux objectifs et aux outils de la MSP

Cette étape est très intéressante dans le but de bien expliquer la méthode et bien former le personnel surtout les ingénieurs et les agents de maîtrise dans tous les services (fabrication, recherche, maintenance, contrôle...), qui vont proposer les points d'application de cette méthode.

3.4.3 Identification du domaine d'application de la MSP

Pour appliquer la MSP il faut tout d'abord identifier le domaine de l'application c'est-à-dire le problème sur lequel on va travailler, le but de cette étape est de focaliser sur le problème pour éviter le gaspillage du temps et de l'énergie, aussi pour déterminer les moyennes nécessaires pour implanter la MSP (l'équipe, matériel) [19].

3.4.4 Information et formation des personnels

Pour arriver à résoudre un problème à l'aide de la MSP, il faut utiliser des outils spécifiques au cours du projet notamment :

- les outils prévision et de pilotage (carte de contrôle, capacité de procédé ...)
- les outils de modélisation (régression, plan d'expérience...)
- les outils statistiques de traitements des données (histogramme, courbe ...)

La formation des personnels (les chefs d'équipes et les opérateurs) de façon formelle sur ces outils et les objectifs de la MSP à une grande importance dans l'application de la MSP.

3.4.5 Analyse des éléments du problème

Pour identifier les variables importantes, et évaluer les systèmes capables de les décrire [19].

3.4.6 Contrôle du procédé et identification des causes

Pour mieux maîtriser le processus une identification et une compréhension des risques est essentiel. Cette identification est assurée par des outils de suivi de la chaîne de production, les cartes de contrôle et la rédaction des actions correctives.

Il est important aussi d'apporter les modifications validées par le chef du projet.

3.4.7 Suivi et ajustement

Il faut examiner de façon régulière l'application des solutions proposées, afin d'adapter les moyennes à la résolution du problème si nécessaire

3.5 La capacité d'un procédé

3.5.1 Définitions

a- La capacité

Un outil pour examiner la conformité, et s'assurer que les résultats obtenus sont inclus dans l'intervalle de tolérance prédéfinie.

b- Le procédé

L'ensemble des méthodes employées pour parvenir à certains résultats.

c- La capacité d'un procédé

C'est une quantification de la performance réelle du procédé par rapport à la performance souhaitée c'est-à-dire un moyen qui permet de vérifier si les résultats d'un procédé appartiennent à l'intervalle de tolérance spécifié, en faisant appel à des outils mathématiques et statistiques.

Cet outil nous permet de :

- Vérifier la performance d'un procédé
- Optimiser la qualité lors de la production
- Évaluer le degré de conformité des résultats obtenus
- S'assurer que le procédé est centré
- Connaître la variabilité d'un procédé

Pour étudier la capabilité du procédé trois paramètres sont utilisés en MSP (C_p , C_{pk} , intervalle de tolérance)

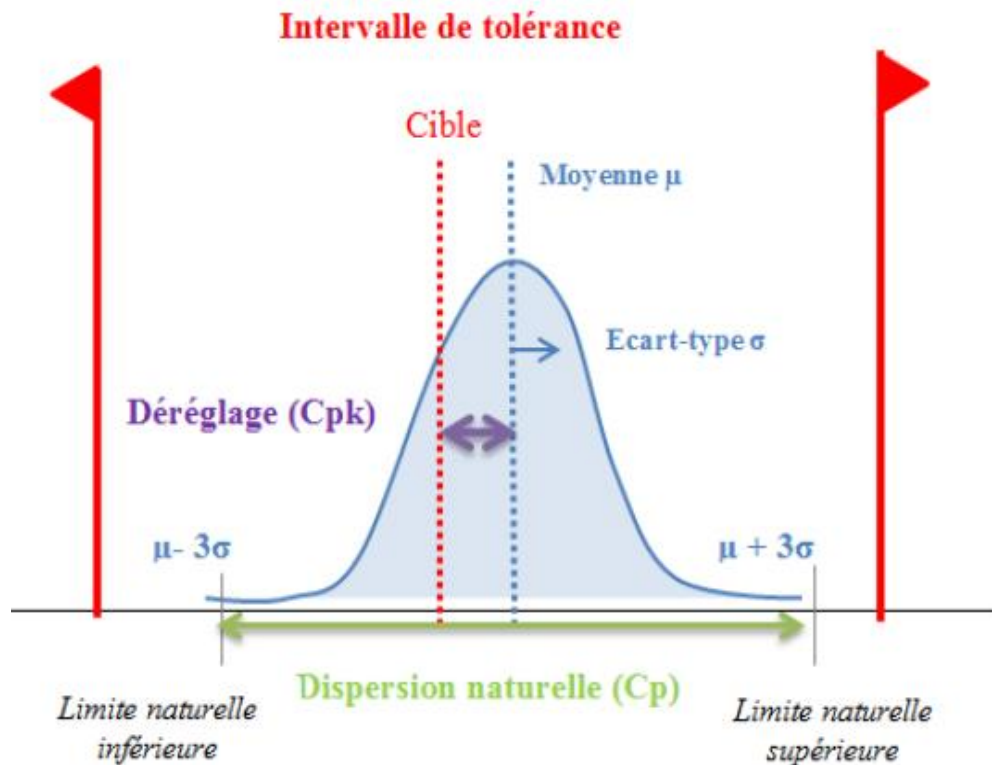


Figure 14: les différents paramètres calculables de la MSP [19]

3.5.2 La capabilité des moyennes de mesures C_{mc}

Pour arriver à faire des mesures correctement et prendre les bonnes décisions, il faut tout d'abord s'assurer de l'ajustement des instruments de mesures utilisées et de la capacité de l'analyste à effectuer ces mesures, on peut distinguer entre deux facteurs responsables aux erreurs lors d'une analyse ; l'instrument et l'analyste.

Ces erreurs sont exprimées par deux notions :

- La répétabilité : l'erreur liée à la dispersion des mesures lors d'une analyse répétée dans les mêmes conditions, par la même personne, sur une courte durée (σ_{EV})
- La reproductibilité : l'erreur liée à la dispersion des mesures lorsque celle-ci est effectuée par plusieurs personnes, dans les mêmes conditions (σ_{AV})

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour mesurer la capacité de l'instrument de mesure, dans tous les cas, les mesures doivent être faites par plusieurs opérateurs au moins deux, sur au moins dix échantillons, chaque mesure et répéter deux fois par chaque opérateur [19].

Parmi les méthodes les plus utilisés, on trouve la méthode R&R (répétabilité et reproductibilité) est utilisée pour mesurer la capacité des instruments de mesure en tenant compte des deux facteurs.

$$C_{mc} = IT / R\&R$$

Avec IT : Intervalle de tolérance, $R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$

Et

$$\begin{cases} EV = 5,15 * \sigma_E \\ AV = 5,15 * \sigma_{AV} \end{cases}$$

Selon la norme QS9000 il faut prendre 5,15 comme écart-types qui correspondent à 99% des observations.

L'instrument est dit capable si $C_{mc} > 5$

σ_{EV} et σ_{AV} sont calculés par la méthode de Charbonneau :

Après le choix de nombre des opérateurs (**p**), le nombre de pièces mesurées (**n**) et le nombre de mesures effectuées sur une pièce par un opérateur (**r**), on calcule pour chaque opérateur dans chaque mesure l'étendue (**R1**) puis on calcule l'étendue moyenne (**R_G**) des deux étendues générales pour tous les opérateurs et la moyenne Générale (**X_G**) pour chaque opérateur [19].

$$\sigma_{EV} = R_G / d_2$$

Tableau 6: les valeurs de d_2

r	2	3	4
d_2	1,128	1,693	2,059

$$\sigma_{AV} = (X_{Gmax} - X_{Gmin}) / d_2'$$

Avec X_{Gmax} et la plus grande moyenne générale et X_{Gmin} la plus petite moyenne générale.

Tableau 7: les valeurs de d_2'

P	2	3	4
d_2'	1,414	1,912	2,239

Remarque :

L'instrument de mesure doit avoir une résolution au moins égale à la dixième de l'intervalle de tolérance de la spécification contrôlée.

La résolution c'est le plus petit différentiel de mesure que l'instrument est capable de détecter.

3.5.3 La capacité intrinsèque C_p

C'est un indice qui reflète le fonctionnement de l'ensemble des facteurs de production.

Avant de calculer ce paramètre il faut s'assurer de la normalité des données, cela indique l'absence de facteur important de dérèglement, que la répartition est caractérisée par la moyenne et l'écart –type et pour appliquer les lois nécessaires pour établir des prévisions.

Les données sont normales cela indique qu'elles suivent une loi de notation $N(\mu, \sigma)$ avec μ c'est l'espérance et σ c'est la variance. On peut vérifier cette loi par l'application d'un test très puissant le test de shapiro-wilk, tout en basant sur une évaluation d'hypothèse statistique, ce dernier consiste tout simplement en un outil d'aide à la décision pour valider une assertion H_1 (hypothèse alternative) et contraire de H_0 ('hypothèse nul)

Les tests d'hypothèses sont toujours liées la probabilité que l'on a de se tromper.

Soit on rejette H_0 à tort (lorsqu'elle est vraie) on parle d'une erreur de première espèce, ou bien on accepte H_0 à tort (lorsqu'elle est fausse).

Le seuil de signification α du test qui garantit un risque maximal de première espèce est toujours fixé à l'avance (5% en général) p-valeur est le risque maximal à en courir pour accepter H_1 .

Il faut tout d'abord définir les deux hypothèses H_0 et H_1

On pose :

H_0 : les données suivent la loi normale

H1 : les données ne suivent pas la loi normale

Si p-valeur $>0,05$ alors les données suivent la loi normale [21].

Pour arriver à normaliser les résultats issus d'un procédé il faut préciser les facteurs qui ont une influence sur le traitement des données et éliminer ceux qui peuvent fausser les résultats.

Statistiquement, il n'y a pas deux choses identiques à cause des 5M (Milieu, Moyen, Main-d'œuvre, Matière, Méthode) et leurs effets combinés, ceci est vrai pour chaque étape du procédé. L'ensemble de ces influences est appelé variations.

On peut distinguer entre deux variations, la première est normale due à des causes « communes », la deuxième est causée par un dérèglement des paramètres opératoires dus à des causes « spéciales ».

a- Les causes spéciales

Les causes « spéciales » ou « assignables » sont des causes de dispersion identifiables, instables et difficiles à prévoir. Généralement sont peu nombreuses (dérèglement d'un outil, usure d'un outil, mauvaise lubrification...) mais elles peuvent causer des problèmes de nature diverse:

- Erreur de mesure
- Dérive de processus
- Erreur de calcul
- Erreur de lecture

b- Les causes communes

Les causes « communes », ou causes « aléatoires » ont la particularité de provenir d'un grand nombre de petites sources, ils sont relativement stables, on peut les prévoir et elles existent dans toute l'entreprise.

Ces causes sont intrinsèques au procédé de production et expliquent la distribution en forme de « cloche ».

c- Diagramme d'Ishikawa

Parmi les méthodes les plus utilisées dans la détermination des causes ; diagramme d'Ishikawa (5M), ce diagramme permet une analyse complète des causes en les regroupant de façon méthodique en 5 catégories :

- **Main d'œuvre** : en lien direct avec le personnel impliqué dans le processus.

- **Matière**: toutes les causes possibles relatives aux produits eux-mêmes ou aux matières utilisées dans le processus.
- **Matériel** : toute cause éventuelle due aux machines, équipements ou moyens matériels utilisés dans le procédé.
- **Méthodes** : toute cause possible liée aux procédures, aux instructions ou aux procédures d'exploitation pour mener à bien les actions du processus.
- **Milieu** : en se liant à l'environnement physique dans lequel les opérations du processus se sont déroulées [22].

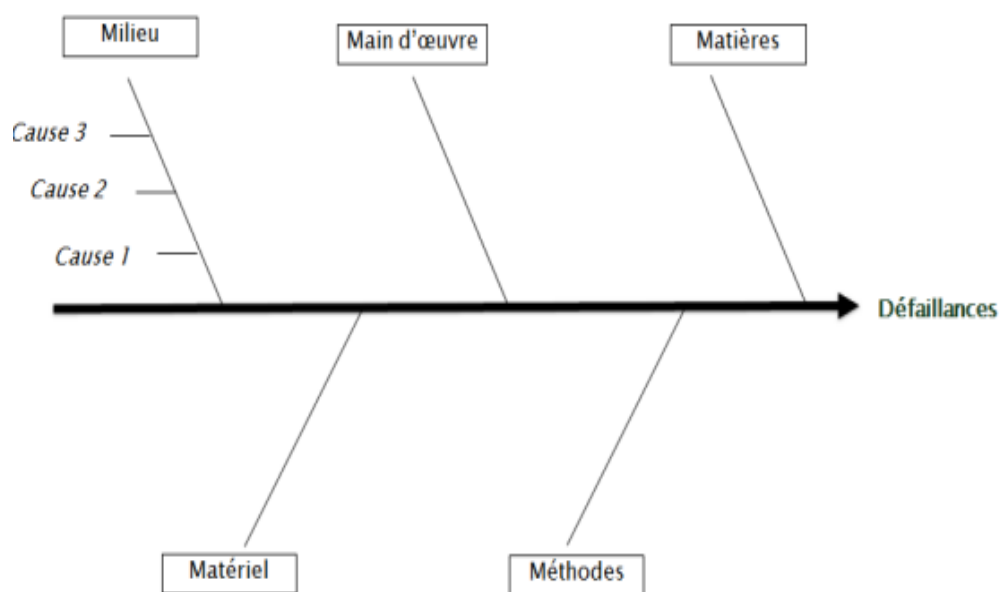


Figure 15: Le diagramme des « 5M » [22]

Après l'élimination des causes spéciales et la détection des causes communes on peut analyser la dispersion par le calcul l'indice C_p selon la relation :

$$C_p = \frac{T_s - T_i}{6\sigma}$$

$T_s - T_i$: intervalle de tolérance

T_s : tolérance supérieure

T_i : tolérance inférieure

σ : écart-type de la distribution du processus, il est calculé par la formule :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.5.4 La vraie capacité « centrage » CpK

L'analyse de la dispersion seule n'est pas suffisante pour conclure que le procédé soit capable.

En effet, il arrive souvent que le procédé soit peu dispersé mais décentré par rapport à la valeur cible ce qui donne des produits non conformes avec le temps.

D'où l'importance de calculer C_{pk} ce dernier est un indicateur complémentaire qui permet de prendre des décisions correctes en ce qui concerne la capacité du procédé

C_{pk} est un indicateur de centrage par rapport à la cible il est calculer par la formule :

$$C_{pk} = \frac{\text{Min}(T_s - \bar{x} ; \bar{x} - T_i)}{3\sigma}$$

$\bar{x}$: Moyenne de l'échantillon (estimateur de μ)

σ : Estimateur de l'écart-type du procédé

Min : minimum

Tableau 8:Classification des capacités Cp et CpK

Indice de capacité Cp et CpK (regroupé sous le terme « C »)	classification sur le processus
$C \leq 0,67$	Très mauvaise
$0,67 < C \leq 1,0$	Mauvaise
$1,00 < C \leq 1,33$	Très moyenne
$1,33 < C \leq 1,67$	Moyenne
$1,67 < C \leq 2,00$	Bonne
$C > 2,0$	Très bonne

Chapitre 4

Application pratique de la MSP au procédé d'oxydation des olives vertes

1 Implantation de la MSP au niveau de société « SIOF »

L'olive noire oxydée est parmi les produits les plus demandées au niveau de la société « SIOF ». Ce dernier doit être élaboré dans certaines conditions spécifiques pour répondre conformément aux exigences des consommateurs.

Le responsable de la production ainsi que le responsable de la qualité ont remarqué la présence de certains produits non conformes aux exigences des clients en ce qui concerne la salinité et le pH.

Ils ont eu des doutes sur la capabilité du procédé et ils veulent savoir les causes responsables de cette non-conformité pour les éliminer et avoir une production stable et conforme.

Pour résoudre ce problème, on a proposé d'appliquer la méthode MSP.

C'est un nouvel outil pour les personnels, pour cela on a essayé dans un premier temps d'expliquer la méthode aux personnels, surtout aux :

- responsables de la qualité
- responsable de l'oxydation
- opérateurs au niveau du laboratoire

On a eu l'occasion aussi de montrer l'intérêt de cette méthode dans la qualité et le but de combinaison des analyses et le traitement statistiques des résultats issus de ces derniers.

Après la conviction des personnels, on a déterminé les facteurs les plus intéressants dans la production des olives oxydées et qui sont les causes de cette étude.

Ces deux facteurs sont :

- la salinité des olives cette dernière doit être comprise entre 1,5°Be et 3°Be
- le pH les valeurs de ce dernier doit être entre 4 à 8.

1.1 Elimination des causes aléatoires et des causes assignables

La première étape qu'on a décidé de faire c'est de suivre quotidiennement les cuves d'oxydations et d'essayer de détecter les sources du problème. Pour cela on a effectué des analyses à différentes étapes d'oxydation et on a collecté toutes les informations susceptibles d'être utile pour notre étude.

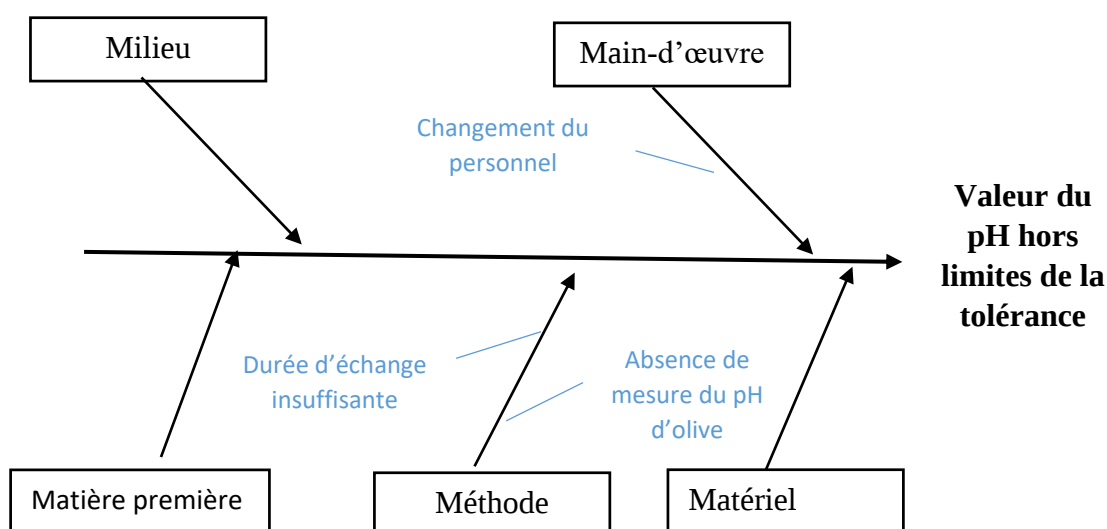
Tableau 9: les informations collectées pendant l'oxydation

Etape	Informations Collectées							
Remplissage	salinité saumure	quantité olive (kg)	pH saumure	calibre				
Traitement par la soude	degré de la Soude (°Be)	pH eau	pH olive	durée				
lavage	pH eau	pH olive	durée					
Premier et Deuxième Saumurage	salinité saumure (aeromètre)	salinité saumure (dosage)	pH saumure	pH olive	Salinité Olive	durée		
Fixation de la coloration	salinité saumure (aeromètre)	salinité saumure (dosage)	pH saumure	pH olive	quantité gluconate(Kg)	quantité acide(L)	Salinité Olive	durée
Sortie	salinité saumure (dosage)	salinité saumure (aeromètre)	pH	pH olive	Salinité Olive			

-D'après ces analyses on a pu remarquer que quel que soit le calibre et la quantité des olives, ce sont les étapes de deuxième saumurage et de fixation de la coloration qui ont plus d'influence sur la salinité et le pH des olives à la fin de production.

Après la collecte des autres données et pour arriver à classer les causes et détecter correctement ceux qui sont responsables du problème, on a utilisé le diagramme d'Ishikawa.

- Pour danger : valeur du pH hors limites de la tolérance



-Durée d'échange insuffisante : les deux opérations l'ajout de l'acide et du gluconate ferreux s'effectuent en même temps et juste pour un seul jour, une durée qui ne permet pas un bon échange entre les deux milieux (saumure et olive) ce qui explique l'obtention des valeurs du pH supérieure à 8 pour les olives et des valeurs inférieures à 4 pour le milieu, à la fin de l'oxydation.

Solution : on a décidé de séparer les deux étapes l'ajout de l'acide et l'ajout du gluconate, les deux opérations sont effectuées pendant deux jours au lieu d'un seul jour, et donc on a consacré plus de temps aux échanges entre les deux milieux.

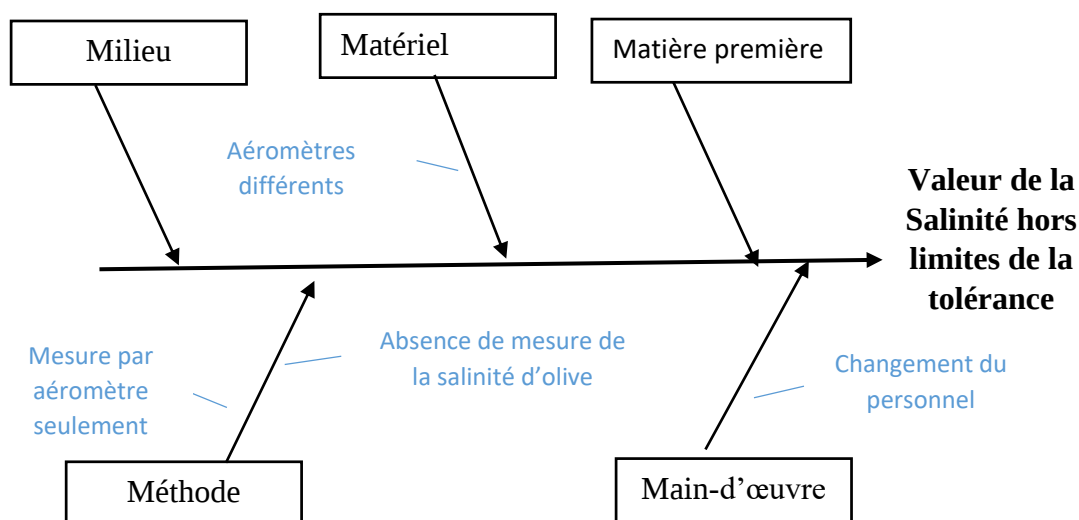
- Absence de mesure du pH d'olive : ni avant l'ajout de l'acide pour savoir le pH des olives et la bonne quantité d'acide à utiliser, ni après l'ajout de l'acide pour savoir si on a arrivé au pH souhaitable, ou il faut faire des corrections avant de faire sortir les olives de la cuve.

Solution : durant la période du stage on a surveillé le pH des olives dans chaque étape, et on a mené des actions correctives lorsqu'une anomalie persiste.

-Changement du personnel : dans certains cas, le responsable d'oxydation peut être remplacé par d'autres personnels, qu'ils ne sont pas obligatoirement bien formé et informé par les exigences des clients en ce qui concerne le pH.

Solution : on a essayé d'informer le personnel par les exigences des clients, on a surveillé le procédé tous le long de la période du remplacement et on est intervenu lorsque des problèmes sont survenus.

- Pour danger : salinité des olives hors limites de la tolérance



- **Mesure par aéromètre seulement** : l'aéromètre est l'outil le plus utilisé pour mesurer la salinité au niveau de la société, cette dernière mesure la densité de la solution, mais la saumure au niveau de l'oxydation, après la désamérisation ne contient pas que des particules de sel seulement, d'autres particules peuvent exister essentiellement les traces de NaOH.

Solution : on a utilisé le dosage par la méthode de Mohr pour déterminer seulement la concentration en sel.

- **Aéromètres différents** : l'aéromètre utilisé au niveau des cuves d'oxydation est différent par rapport à celui utilisé au niveau du laboratoire. Celui utilisé au niveau de l'oxydation donne des valeurs inférieures par 0,3 à celui du laboratoire, une différence énorme peut engendrer un grand effet sur la salinité surtout pour un petit intervalle de tolérance comme celui qui est exigé.

Solution : le responsable d'oxydation a pris en considération cette différence au moment de mesure.

- **Absence de mesure de la salinité d'olive** : la plupart des analyses sont effectuées sur la saumure, tandis que l'analyse de la salinité à l'intérieur des olives l'élément le plus important dans le procédé, n'est faite que lorsqu'on obtient des valeurs anormales de la salinité pour le milieu extérieur, ou à la fin de procédé d'oxydation à la sortie de la cuve.

Solution : on a commencé à faire des analyses de salinité par dosage pour les olives dans chaque étape d'oxydation.

1.2 Etude de la capacité du procédé d'oxydation des olives vertes non désamérisées

Après la détermination des causes du problème, on a essayé d'éliminer ceux qui sont assignables et on a travaillé sur la réduction d'effet des autres causes communes pour commencer l'étude de la capacité.

On cherche à étudier la capacité des moyennes de mesures pour deux facteurs :

- pH pour un intervalle de [4 - 8]
- salinité des olives pour un intervalle de tolérance de [1,5°Be - 3°Be]

1.2.1 La capacité des moyennes de mesures Cmc

On a prélevé 10 échantillons consécutivement dans le même jour et un court intervalle de temps, avec une fréquence d'un prélèvement chaque 15 min à la sortie de la cuve d'oxydation, chaque échantillon pèse 200 g.

a- Mode opératoire

Avant de commencer les analyses il faut vérifier la résolution des moyennes de mesures ; le pH-mètre peut détecter la dixième de l'intervalle de tolérance de la spécification contrôlée (0,4), la burette permet de mesurer la dixième de l'intervalle de tolérance de la spécification contrôlée(0,06).

Après cette vérification il faut étalonner le pH-mètre et la burette (la burette est de classe As elle ne nécessite pas d'étalonnage).

Etalonnage du pH-mètre :

-Matériels utilisés

- pH-mètre
- deux centenaires
- Eau distille
- solution étalon « phosphate » (pH=7)
- solution étalon « citrate /hydrochloric acid » (pH=4)
- Becher

On allume le pH-mètre, puis on rince les électrodes avec l'eau distillée. On verse les solutions étalons dans les centenaires et on immerge les électrodes dans la solution (pH=7), ensuite on clique sur le bouton **CAL**, après stabilisation (pH=7), on clique sur le bouton **CFM** et on note le résultat.

On rince les électrodes avec l'eau distillée pour la deuxième fois et on immerge les électrodes dans la solution (pH=4), après stabilisation (pH=4), on clique sur le bouton **CFM** et on note le résultat.

Pour chaque échantillon pesé on extrait le jus d'olive dans un bécher.

La quantité du jus extraite de chaque échantillon va être servie à faire deux analyses par chaque opérateur.

Deux opératrices font cette démarche ; moi et une opératrice expérimentée au niveau du laboratoire, chacune de nous a refait l'analyse deux fois.

- **Mesure du pH**

Chaque opératrice a allumé le pH-mètre, puis elle a rincé les électrodes avec l'eau distillée. Ensuite elle a versé le jus dans un bécher, immergé les électrodes dans la solution, après stabilisation, elle a noté le résultat.

Elle a rincé l'électrode et répété la mesure une deuxième fois.

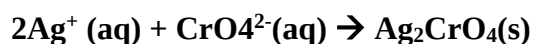
- **Mesure de la salinité (dosage par méthode de Mohr)**

Chaque opératrice a pris un volume **V1** de la solution (jus) pour faire un dosage par nitrate de concentration **(0,1M)** selon la méthode de Mohr jusqu'à l'équivalence, elle a dilué 1ml de jus dans 9ml de l'eau distillée.

Ensuite elle a ajouté trois gouttes de dichromate de potassium (indicateur coloré), dans un premier temps il y a formation d'un précipité blanc (AgCl) qui se forme selon l'équation :



Elle a continué le dosage jusqu'à l'apparition de la coloration rouge brique à un volume d'équivalence **V_{eq}** cette coloration résulte de la réaction :



La concentration du sel est calculée en °Be par la relation :

$$C_{\text{sel}} = (V_{\text{eq}} * 0,1 * M_{\text{sel}} * 1,8) / 20,25 \quad \text{avec } M_{\text{sel}} = 58,5 \text{g/mol}$$

b- Résultats

- L'opération est répétée deux fois par chaque opératrice. Après l'application de la méthode R&R on obtient les valeurs suivantes :
- Pour pH

Tableau 10: les résultats d'étude de la capacité pour le pH-mètre

N°prélèvement	Opératrice1			Opératrice2		
	pH1	pH2	Etendue R1	pH1	pH2	Etendue R2
1	6,87	6,85	0,02	6,76	6,80	0,04
2	6,63	6,62	0,01	6,62	6,60	0,02
3	6,84	6,79	0,05	6,79	6,79	0,00
4	6,69	6,61	0,08	6,64	6,67	0,03
5	6,77	6,73	0,04	6,72	6,70	0,02
6	6,58	6,61	0,03	6,60	6,61	0,01
7	6,66	6,61	0,05	6,62	6,63	0,01
8	6,62	6,60	0,02	6,60	6,59	0,01
9	6,67	6,65	0,02	6,64	6,63	0,01
10	6,78	6,76	0,02	6,76	6,74	0,02
Moyenne Générale	6,70		////////////////	6,68		////////////////
Moyenne des Etendues	////////////////		0,034	////////////////		0,017
////////////////						
Moyenne Générale des Etendues	σAV	σEV	σR&R	EV	AV	R&R
0,026	0,015	0,023	0,027	0,116	0,078	0,140
		Cmc (IT=4)	28,51			

- Pour salinité

Tableau 11: les résultats d'étude de la capacité pour la burette

N°prélèvement	Opératrice1			Opératrice2		
	SEL1	SEL2	Etendue R1	SEL1	SEL2	Etendue R2
1	2,18	2,18	0,00	2,16	2,16	0,00
2	2,16	2,18	0,02	2,16	2,18	0,02
3	2,18	2,18	0,00	2,18	2,18	0,00
4	2,11	2,16	0,05	2,18	2,18	0,00
5	2,16	2,16	0,00	2,16	2,16	0,00
6	2,16	2,18	0,02	2,11	2,18	0,07
7	2,11	2,11	0,00	2,18	2,18	0,00
8	2,16	2,16	0,00	2,16	2,16	0,00
9	2,16	2,13	0,03	2,18	2,19	0,01
10	2,16	2,18	0,02	2,11	2,16	0,05
Moyenne Générale	2,16		////////////////	2,17		////////////////
Moyenne des Etendues	////////////////		0,014	////////////////		0,015
////////////////						
Moyenne Générale des Etendues	σAV	σEV	σR&R	EV	AV	R&R
0,015	0,005	0,013	0,014	0,066	0,027	0,072
		Cmc (IT=1.5)	20,95			

-D'après les tableaux, on peut conclure que les deux moyennes de mesure sont capables, car $Cmc > 5$, on peut utiliser ces moyennes pour étudier la capabilité du procédé.

On peut aussi faire la différence entre l'erreur liée à la reproductibilité et l'erreur liée à la répétabilité, et on observe que les deux erreurs dans les deux cas sont trop faibles.

1.2.2 La capabilité intrinsèque Cp et Cpk

a- Mode opératoire

On a prélevé 100 échantillons consécutivement dans deux jours pour les mêmes lots, avec une fréquence de 10 échantillons/H à la sortie de la cuve d'oxydation, chaque échantillon pèse 200g.

On a préparé la solution sur laquelle on va faire les analyses par la même méthode décrite au-dessus. On a effectué les mesures du pH et de la salinité une fois pour chaque échantillon, par les mêmes modes opératoires utilisés en mesure de la capabilité de la moyenne de mesure.

b- Résultats

- Pour pH

Tableau 12: les résultats obtenus pour mesure du pH

prélèvement	pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10
1	8,01	8,02	8,04	8,04	8,04	8,07	8,07	8,08	8,09	8,1
2	7,39	7,42	7,44	7,44	7,44	7,45	7,45	7,46	7,46	7,46
3	7,78	7,79	7,79	7,79	7,8	7,81	7,82	7,82	7,82	7,82
4	7,51	7,52	7,52	7,53	7,53	7,54	7,54	7,55	7,56	7,6
5	7,6	7,6	7,62	7,66	7,68	7,7	7,71	7,72	7,73	7,73
6	7,73	7,74	7,75	7,75	7,76	7,76	7,76	7,76	7,77	7,78
7	7,64	7,1	7,11	7,11	7,12	7,27	7,27	7,28	7,37	7,37
8	7,84	7,88	7,88	7,91	7,91	7,96	7,97	7,97	7,98	8
9	7,47	7,48	7,49	7,49	7,49	7,49	7,5	7,51	7,51	7,51
10	8,16	8,17	7,55	7,56	7,56	7,5	7,61	7,66	7,58	7,63

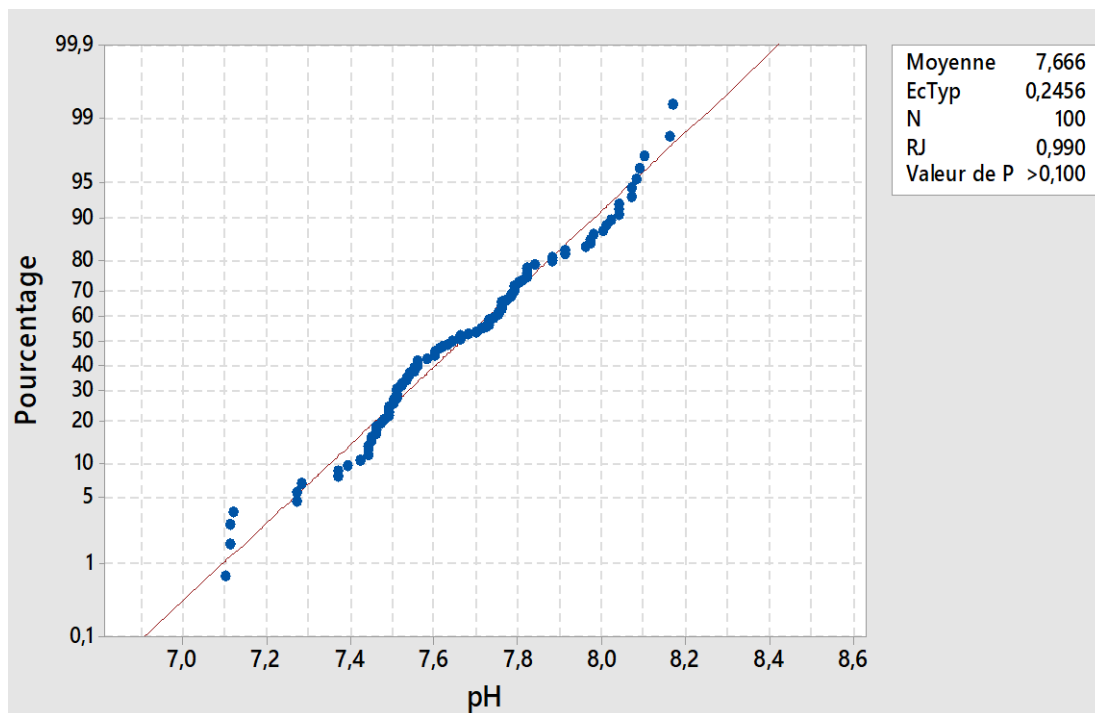


Figure 16:verification de la normalité des données du pH

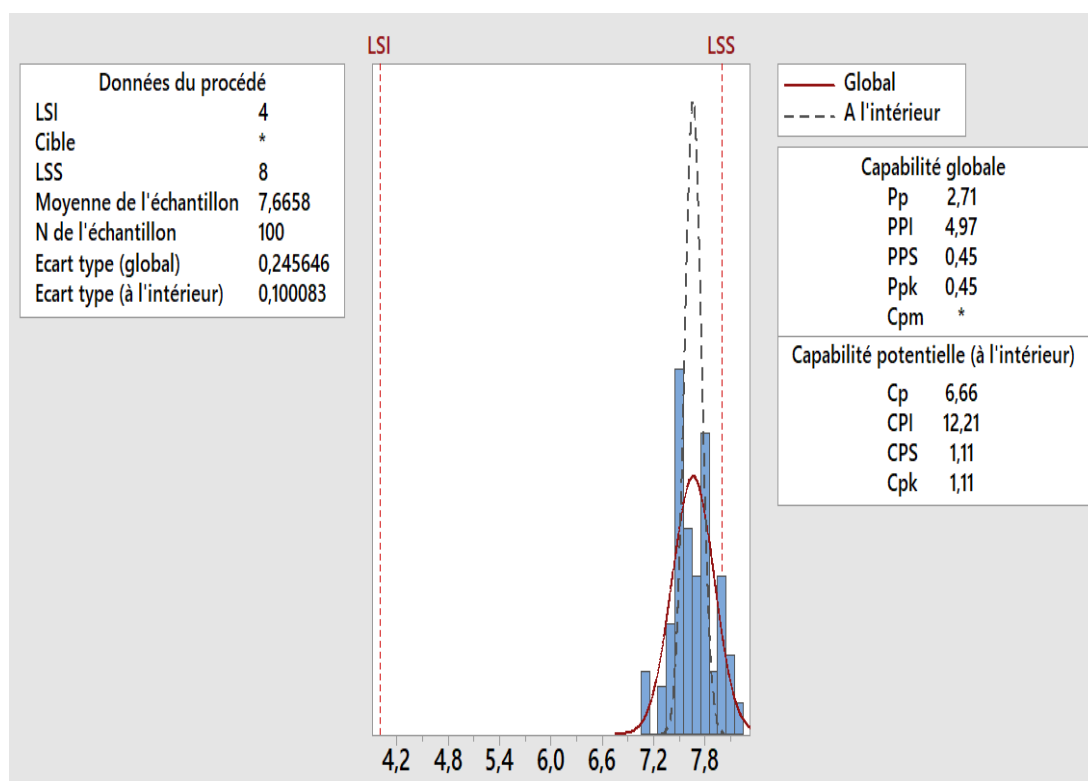


Figure 17:Rapport de capacité du procédé pour pH

- Pour salinité

Tableau 13: les résultats obtenus pour mesure de la salinité

prélèvement	salinité1	salinité2	salinité3	salinité4	salinité5	salinité6	salinité7	salinité8	salinité9	salinité10
1	2,18	2,22	2,39	2,30	2,13	2,36	2,13	2,23	2,18	2,15
2	2,10	2,34	2,18	2,36	2,23	2,15	2,34	2,18	1,89	2,26
3	2,10	2,34	2,41	2,39	2,28	2,18	2,36	1,76	2,23	2,28
4	2,22	2,42	2,34	2,36	2,18	2,44	2,15	2,08	2,13	2,26
5	2,21	2,36	2,44	2,21	2,13	2,31	2,08	1,87	2,02	2,28
6	1,82	2,28	1,97	1,74	2,00	2,02	2,02	2,23	1,96	2,01
7	2,15	2,08	1,74	1,84	1,82	1,85	2,21	2,02	2,02	1,76
8	1,89	2,10	1,74	2,02	1,95	1,87	1,84	2,05	2,02	2,00
9	2,10	2,26	1,92	1,95	1,76	1,95	2,02	2,13	2,02	1,97
10	2,10	2,23	1,95	1,71	1,84	1,83	1,87	2,05	2,18	2,13

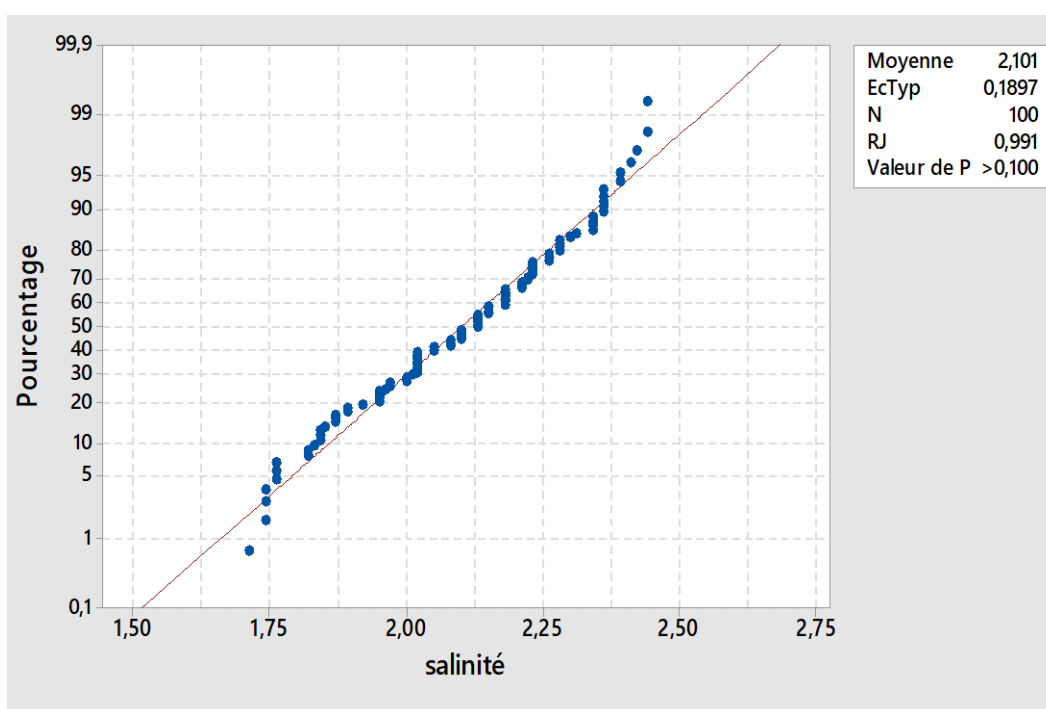


Figure 18: vérification de la normalité des données de la salinité

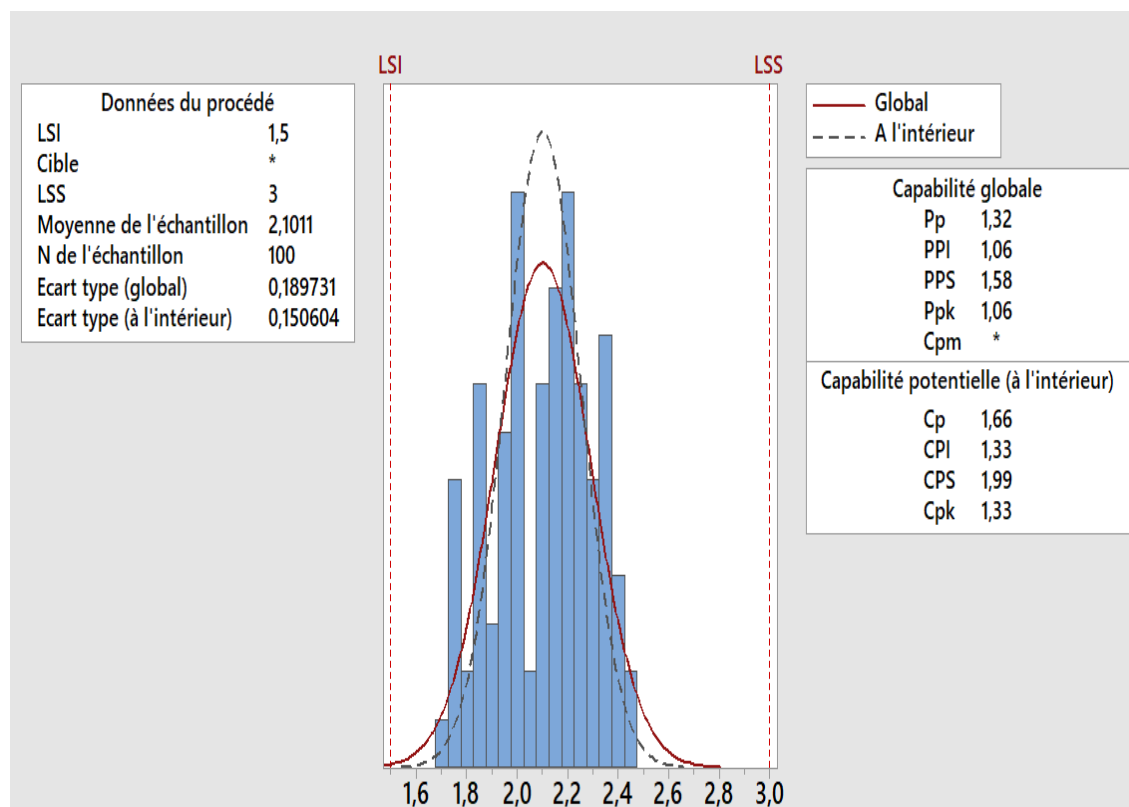


Figure 19: rapport de capacité du procédé pour salinité

D'après ces résultats on peut conclure que :

- Le test de normalité de shapiro-wilk pour les deux paramètres est vérifié ($p\text{-value} > 0,05$), ce qui indique l'absence des causes spéciales et qui peuvent avoir une influence sur le processus.
- L'analyse des paramètres de capacité, nous permet de déduire que la capacité du procédé est très bonne ($C_p > 2$) pour le pH et moyenne pour la salinité ($1,33 < C_p < 1,67$),
- la dispersion de l'ensemble des valeurs par rapport au centre pour les deux paramètres est Très moyenne ($1 < C_{pK} < 1,33$).

Conclusion

Au cours de la période de stage au sein de la société « SIOF », j'ai pu améliorer mes connaissances sur le domaine industriel au niveau de la structuration et l'organisation des fonctions de la production.

Mon sujet «Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) : application à la production des olives noires oxydées » était une occasion pour mieux comprendre le service de la qualité et de la production et d'utiliser les connaissances théoriques acquises durant ma formation à la faculté des sciences et techniques pour répondre au problème soulevé en introduction de ce travail.

A la fin de ce stage, j'ai pu atteindre plusieurs objectifs :

- Déterminer les causes majeures responsables de la non-conformité de certaines unités des olives noires oxydées
- Surveiller l'ensemble du procédé d'oxydation pour déterminer les causes de non-conformité
- Proposer des solutions pour chaque cause et d'éliminer ceux qui sont éliminables
- Surveiller le procédé après l'application des solutions pour vérifier l'absence des causes de non-conformité avant l'application de la MSP
- Etudier la capacité de la moyenne de mesure et la capacité du procédé en utilisant la maîtrise statistique du procédé.
- Montrer l'intérêt d'application de la statistique pour traiter les résultats obtenus par des analyses physico-chimiques.

Toutefois, la stabilisation de la production et l'élimination des causes de la non-conformité définitivement nécessitent l'approbation et l'engagement des responsables au sein de l'entreprise pour éviter le retour au point de départ et pour mesurer les impacts réels des solutions proposées sur la productivité.

La surveillance de la stabilité du procédé pour les deux paramètres peut être faite par l'implantation d'un autre outil de surveillance et de prévision qui est la carte de contrôle, en effet cet outil n'a pas pu être utilisé dans l'entreprise à cause de la durée limitée de stage, mais ces recommandations ont été reçues par un écho favorable de la part de l'encadrant.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] HAL open science: l'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Présentée et soutenue publiquement, le 26 septembre 2003, par Stéphanie Henry. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie.
- [3] Centre de commerce international, feuille de route – secteur agroalimentaire
- [6] inhibition du développement bactérien sur les olives noires (façon grecque) soutenu le 9 juin 2016, par Ibrahim Kamara, licence sciences et techniques (lst)
- [8] rapport-gratuite.com : mise en place la démarche HACCP à l'unité de raffinage de l'huile de SOJA.
- [9] Contribution à la mise à jour de la méthode HACCP au sein de la société SIOF. Présenté par Afkar Lamyae et Mohammady Ghizlan, le 12 juillet 2021. Mémoire de fin d'études, pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques en génie industriel
- [12] Etude des propriétés physico-chimiques et de la de la stabilité oxydative d'une huile d'olive additionnée de quelques extraits naturels. Présenté par elle Guessoum et Benbekhma Fatma, Année Universitaire 2018 – 2019. Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Biologie, Option Contrôle de Qualité et Agro-alimentaire, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie .République Algérienne Démocratique et Populaire.
- [13] Contribution à l'étude du pH et la qualité bactériologique d'olive verte fermentée (aliments de rue d'origine végétale) dans la ville de BISKRA. Présenté par : Latifa HAMMOUDI Le 9 juillet 2019. Mémoire de master. Université Mohamed Khider de Biskra.
- [14] memoirepfe.fst-usmba.ac.ma : amélioration de la productivité dans le processus conditionnement au sein de la société « SIOF », Présentée et soutenue le 14 juin 2014 par : Zainana hanae et Sossey Alaoui intissar .Diplôme Licence Sciences et Techniques (LST) en génie chimique, faculté des sciences et techniques, Fès.
- [15] gestion des déchets de dénoyautage : réduction le taux des pertes .présenté par: Chouayb Elbie, soutenu le 03-07-2021. Diplôme Universitaire de Technologie(DUT).
- [16] procédés d'élaboration des olives de table, à la base des variétés Picholine marocaine et Dahbia. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Transfert de technologie agricole. Mai 2007.

[17]Norme Marocaine pour les olives de table NM 08.2.001.

[18] HAL open science: Les concepts de la maîtrise statistique des procédés. LLP/CESALP France. Le 03 octobre 1999.

[19] HAL open science: Maîtrise statistique des procédés (MSP) : application à la fabrication semi-automatisée en lots de préparations injectables stériles à l'Hôpital. Présentée et soutenue publiquement Par Lucie estrade, Le 26 septembre 2018. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de BORDEAUX. U.F.R des Sciences Pharmaceutiques

[20] Pillet M. Appliquer la maîtrise statistique des processus MSP/SPC. 4th ed. 2015.

[21] Le progiciel PoweR : un outil de recherche reproductible pour faciliter les calculs de puissance de certains tests d'hypothèses au moyen de simulations de Monte Carlo, par Viet Anh Tran le juin 2013. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Statistiques. Université de Montréal.

[22] Optimisation de l'espace de stockage et de la valeur de stock des articles de fournisseur TYCO de la société FUJIKURA. Présenté par: TAHIRI NAJOUA Soutenu Le 16 Juin 2016. Mémoire de fin d'études Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences Techniques en Génie. Faculté des sciences et techniques, Fès.

Webographie

^[2]<https://www.planetoscope.com/fruits-legumes/1354-production-mondiale-d-olives.html>

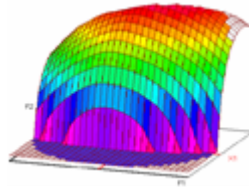
^[4]<https://www.etudier.com/dissertations/Presentation-De-La-Societe-Industrielle-Oleicole/401415.html>

^[5]<https://www.siofgroup.com/ar/historique.php>

^[7]http://www.maroc1000.net/Secteurd'activit%C3%A9_ALIMENTATION_ET_BOISSONS_-_TABAC

^[10]http://physique.chimie.pagespersoorange.fr/1S_Chimie/1_S_Chimie_3_SOLUTIONS_ELECTROLYTIQUES_CONCENTRATIONS.htm

^[11]<https://www.shutterstock.com/fr/image-vector/sodium-hydroxide-3d-structure-naoh-molecule-1056226595>



Master ST CAC Ageq

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

Nom et prénom: Sadrati Somaya

Année Universitaire : 2021/2022

Titre:

Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) : application à la production des olives noires oxydées

Résumé

Devant l'augmentation de la demande sur les olives noires obtenue par oxydation, et la modification d'ancien procédé d'oxydation la maîtrise statistique du procédé semble être un outil de choix pour étudier la capacité de procédé d'oxydation.

Notre étude porte d'une part sur l'analyse des paramètres physico-chimiques à savoir pH et salinité des olives oxydées, d'autre part sur l'application de la MSP pour étudier la capacité du procédé d'oxydation des olives vertes non désamérisées et savoir s'il est capable de donner des produits qui répondent conformément aux exigences notamment le pH et la salinité.

Les résultats obtenus sont traités en utilisant la maîtrise statistique du procédé, cette méthode à une place importante dans le suivi et le contrôle des conditions d'élaboration des olives noires oxydées, comme elle peut également être étendue à d'autres activités au niveau de la société.

Mots clés: Olives de table, noires, saumure, oxydation, MSP.