

**UNIVERSITE SULTAN MOULAY SLIMANE**  
**Faculté des Sciences et Techniques**  
**Béni-Mellal**

**Centre d'Etudes Doctorales « Sciences et Techniques »**  
**Formation Doctorale « Ressources Naturelles, Environnement et Santé »**

**THESE**

**Présentée par**

**Hamid MOUMENE**

**Pour l'obtention du**

**Doctorat**

*Spécialité : Qualité et Génie des Procédés Agroalimentaires*

---

**Contribution à l'analyse des risques sanitaires de l'olive  
de table et validation du barème thermique  
d'appertisation**

---

Soutenue le 13/06/2015 devant la commission d'examen :

Pr. K. HABBARI	Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal	Président
Pr. A. MOURADI	Université Ibn Tofail, Kénitra	Rapporteur
Pr. M. MBARKI	Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal	Rapporteur
Pr. M. BOUZAID	Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal	Rapporteur
Pr. H. LATRACHE	Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal	Examineur
Pr. A. ZYAD	Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal	Examineur
Pr. A. JAOUAD	Université Cadi Ayyad, Marrakech	Examineur
Pr. A. HASIB	Université Sultan Moulay Slimane, Béni-Mellal	Directeur de thèse

## Remerciements

Mes plus vifs remerciements vont d'abord à Monsieur le Président de l'Université Sultan Moulay Slimane et Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques de Béni-Mellal. Qu'ils veuillent bien trouver ici mes vifs remerciements et mes profonds respects.

Je saisis cette occasion pour présenter mes vifs remerciements aux lecteurs attentifs de ce manuscrit les Professeurs: *Pr. K. HABBARI, Pr. A.MOURADI, Pr. M. MBARKI, Pr. M. BOUZAID, Pr. H. LATRACH, Pr. A. ZYAD, Pr. A. JAOUAD, Pr. A. HASIB* qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail. Qu'il me soit permis de leur exprimer ma reconnaissance et mon respect.

Mes pensées se dirigent tout d'abord au Professeur *Aziz Hasib*, pour m'avoir accueilli et avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup de patience et de présence. Il est à l'origine de cette étude; il a mis à ma disposition les moyens matériels nécessaires et a assuré l'encadrement technique et scientifique de mes travaux de thèse. Qu'il soit remercié en premier pour sa grande disponibilité, son suivi continu, ses aides utiles, ses discussions fructueuses et ses conseils constructifs et précieux. La qualité de ses idées m'a permis d'atteindre la finalité de ce travail. Qu'il veuille bien trouver ici mes vifs remerciements et mes profonds respects.

Ma profonde gratitude et mes sincères remerciements vont également aux sociétés de et vendeurs traditionnel des olives de tables pour leurs collaboration et efforts considérables m'ont permis d'avancer dans cet axe de recherche pour la réalisation de ce travail..

Je tiens à remercier Mr.*Abdelmajid Zyad*, responsable de cette formation Doctorale, Mr. *Khalid Habbari*, Vice Doyen Chargé de la

Recherche Scientifique et Mr. *Abderrazak El Harti*, Directeur du CED, à qui nous devons beaucoup, pour l'intérêt qu'ils portent au déroulement des activités de recherche au sein de la Faculté.

D'autre part, je transmets mes sincères remerciements au Pr. *Aziza MOURADI* pour le temps qu'il m'a accordé pour la révision du manuscrit et les conseils scientifiques dont elle m'a fait bénéficier pendant la réalisation de ce travail.

Je voudrais exprimer également ma reconnaissance au Pr. *Abderahim Jaouad*, pour ses conseils et ses orientations constructifs.

J'adresse mes chaleureux remerciements au Professeur *Soumia AMIR* qui m'a fait profiter de sa longue expérience en matière de recherche scientifiques, ses discussions fructueuses et ses conseils constructifs et précieux. Qu'elle trouve ici toute ma reconnaissance pour les services déployés.

Mes remerciements vont aussi à tous les *Enseignants* et les *Administrateurs* de la FST de Béni Mellal qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Enfin, j'exprime toute mon affection et ma gratitude à ma famille (mes parents, ma femme et mes filles : Hajar et Laila.) pour leur compréhension, leur patience et leur soutien indéfectible

Je comparerais, de manière assez peu originale, la thèse à un long voyage en mer. Bien que l'image facile et courante du doctorant soit celle d'un marin solitaire, luttant contre vents et marées pour atteindre son but, elle a été pour moi celle d'un marin guidé par les phares et constamment en communication radio avec un entourage encourageant

et disponible. Consacrer ces années à l'étude d'une problématique a été passionnant. Comme tout voyage, il a comporté des moments d'avancée rapide et d'enthousiasme et des moments de détour. Malgré ces moments difficiles et de doute, je pense, l'élément le plus difficile de cette période a contribué à m'inculquer la démarche de recherche et du travail en équipe. Les conditions du voyage ont grandement été facilitées par l'ensemble des personnes qui m'entourent, dans les sphères universitaire, professionnelle et privée.

## AVANT PROPOS

**Nom et prénom du Doctorant :** Hamid Moumene

**Formation doctorale :** Ressources Naturelle, Environnement et Santé

**Date d'inscription en thèse :** Décembre 2010

**Encadrant :** Aziz Hasib

**Entité de recherche :** Équipe Environnement et Valorisation des Agro-Ressources

**Thème de recherche :**

**Contribution à la valorisation de la filière Marocaine d'olive de table en conserve : caractérisation de la qualité hygiénique, maîtrise du risque du procédé et validation du barème thermique d'appertisation.**

### 1. Publications scientifiques

- 1- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, Chahinaz Charraoue, Abderrahim Jaouad, 2012. Modèle d'analyse du risque et maîtrise de la sécurité alimentaire dans la filière olive de table en conserve. *Revue de génie industriel*, 8, 93-107
- 2- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, Soumia Amir, Abderrahim Jaouad, (2013). Qualité Hygiénique des olives de table vendus en vrac dans la région Marrakech-Tensift El Hawz (Hygienic quality of collected table olives outlets in the region of Marrakech-Tensift El Hawz). *Les Technologies de Laboratoire* , Volume 8, N°32, pp 82-89
- 3- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, (2014). Enquête sur le respect des règles d'hygiène dans les lieux de vente des olives de table vendues en vrac. (Soumis au *Journal of Materials and Environmental Sciences*)
- 4- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, (2014). Validation du barème thermique des olives vertes de table lors de l'appertisation (soumis)

## **2. Communications dans les manifestations scientifiques**

### ***Communications orales :***

- 1- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, Souad Amir, Abderrahim Jaouad. Evaluation physico-chimique et microbiologique de la qualité hygiénique des olives de tables vendues en vrac dans la région Marrakech-Tensift El Hawz. *2ème Rencontre Internationale sur la Chimimétrie, Marrakech, 8 & 9 octobre 2012*
- 2- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, Abderrahim Jaouad. Filière Marocaine de conservation des olives de table : utilisation de la traçabilité pour la maîtrise du risque alimentaire. *Colloque International de l'arbre ; Béni Mellal du 21-22 Mars 2012*
- 3- **Hamid Moumene**, HASIB Aziz, Jaouad Abderrahim. Qualité nutritionnelle, organoleptique et hygiénique dans les conserveries d'olives de Marrakech et bonnes pratiques de maîtrise des points critiques. 4th International Meeting on Molecular Chemistry and Development (RICMD4); Marrakech, November 24-26th 2010

### ***Communications affichées***

- 1- **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, Abderrahim Jaouad. Management de la sécurité des aliments selon la norme ISO 22000 dans la filière des olives de table au Maroc. *Colloque International de l'arbre ; Béni Mellal du 21-22 Mars 2012*
- 2- **Hamid Moumene**, HASIB Aziz, Jaouad Abderrahim. Mise au point d'une méthode d'optimisation des barèmes de stérilisation dans l'industrie de conservation des Olives. 4th International Meeting on Molecular Chemistry and Development (RICMD4); Marrakech, November 24-26th 2010
- 3- Chahinaz Charoue, Kaoutar Dimou, **Hamid Moumene**, Aziz Hasib, Abderrahim Jaouad; 2012. Suivi analytique de la stabilité de la chlorophylle et son influence de sur la qualité des olives au cours du processus de conservation. *2ème Rencontre Internationale sur la Chimimétrie, Marrakech, 8 & 9 octobre 2012*
- 4- Souhayla HARIS, **Hamid Moumene**, Abderrahim Jaouad, Aziz Hasib ; 2012. Suivi analytique de l'histamine et évaluation de la qualité hygiénique de la semi conserve d'anchois salés. *2ème Rencontre Internationale sur la Chimimétrie, Marrakech, 8 & 9 octobre 2012*

## Résumé

Les olives vertes de table, prélevées dans le marché traditionnel de la région de Marrakech-Tensift El Hawz au Maroc, sont évaluées pour leur qualité hygiénique. Les examens microbiologiques y révèlent la présence de germes témoins de contamination fécale, de staphylocoques pathogènes et de clostridies. Notre enquête réalisée dans les lieux de vente confirme que la présence de cette flore de contamination est due à un manque d'hygiène dans les lieux de vente à cause du non-respect des règles d'hygiène et d'un manque des bonnes pratiques de fabrication (acidité et salinité) pour assurer la bonne stabilité des olives.

Au niveau de la préparation industrielle, l'une des tâches les plus importantes dans une usine de conserverie d'olive est d'atteindre une qualité stable du produit fini. Des mesures de maîtrise qui agissent de manière réellement préventive devraient être mises en place pour assurer la sécurité sanitaire et atteindre une qualité permanente des conserves d'olive. Notre travail présente un modèle pratique de mise en place du système d'analyse des risques et d'étude des points critiques pour leur maîtrise (HACCP) dans une entreprise marocaine de conservation des olives de table. Les résultats obtenus ont abouti à une diminution du taux de déchets des olives de 34 % à 24%, une suppression ultime de toute contamination bactérienne et une augmentation importante de portefeuille clients d'environ 15%, alors que le chiffre d'affaire a évolué de +5,6%.

Notre étude s'est intéressée aussi au processus de la validation du barème thermique appliqué par l'entreprise pour l'appertisation des olives vertes de table. Le barème conçu présente une soumission du produit à une température  $T^{\circ}$  constante de  $90^{\circ}\text{C}$  pendant au moins 20 min. Les valeurs pasteurisatrices et les paramètres de transferts de chaleur dans le produit sont déterminés. Les données obtenues montrent que la valeur de référence  $F_0=30\text{min}$  est nécessaire pour la pasteurisation des olives vertes de table à une  $T^{\circ}$  de  $90^{\circ}\text{C}$ . Ceci confirme l'atteinte de la stérilité commerciale et la validité du barème.

Des analyses de paramètres organoleptiques sont effectuées pour confirmer en même temps la qualité nutritionnelle et sanitaire des conserves des olives vertes produits par l'entreprise.

**Mots Clés :** Olive de table, analyse physicochimique, analyse microbiologique, qualité hygiénique, enquête, conserveries d'olives, programmes préalables, HACCP, appertisation, barème thermique, qualité nutritionnelle.

## **Abstract:**

Samples of table olives taken from the traditional market in the region of Marrakech in Morocco were evaluated for their hygienic quality. In each area, several samples were analyzed for their microbiological characteristics. Microbiological tests revealed the presence of bacteria indicative of fecal contamination and pathogenic *Staphylococcus* and *clostridia*. Our investigation into the point of sale confirms that the non-respect of hygiene present the main source of contamination of these products. Other norms of good manufacturing practices (acidity and salinity) are also missing to ensure the stability of olives. To overcome these problems, the critical control points are identified in order to improve the manufacturing process. In this context, the principle of the advance has been proposed to ensure continuous and orderly progression in the space of different elementary operations leading to the development of the quality of finished products.

One of the most important tasks in a factory canning olives is to achieve a stable quality of the final product. However the ever-increasing rate of waste that reaches 34 %, raising the number of pathogens and the presence of foreign matter and xenobiotics are signs of a lack of managerial support. Thus, control measures that act in a preventive really should be put in place to ensure safety and achieve consistent quality of canned olive. Also that the enactment of laws, tough competition and interest in improving the image of the company are factors that require more in the path of preventive management for quality control. This work presents the model practical implementation of the system of risk analysis and study of Critical Control Point (HACCP) in a Moroccan company for the conservation of table olives. The results led to a decrease in waste olives 34 % to 24 %, deletion ultimate bacterial contamination and a significant increase in customer base of about 15 %, while turnover has evolved of 5,6 %.

Our study was also interested in the thermal scale validation process applied by the company for green olives canning process. The pasteurizing values and the heat transfer parameters of the product are determined. The obtained data show that the value references  $F_0=30\text{min}$  is necessary for the pasteurization of the green olives of table in a temperature  $T^\circ$  of  $90^\circ\text{C}$ . This confirms the achievement of the commercial infertility and the validity of the scale.

Analyses of organoleptic parameters are made to confirm at the same time the nutritional and sanitary quality of green olives' cans produced by the company.

**Key Word:** Table olive, physicochemical, analysis, microbiological analysis, hygienic Quality, investigation, control measures, Critical Control Point. canning, thermal scale, nutritional quality

## العنوان:

دراسة و تحليل المخاطر الصحية بقطاع زيتون المائدة و تقييم نظام البسترة

## المخلص:

من خلال هذا البحث قمنا بدراسة عينات من زيتون المائدة الأخضر المأخوذ من الأسواق التقليدية لمنطقة مراكش تانسيفت الحوز على مستوى السلامة الصحية و الجودة بالإضافة الى تحاليل مخبريه ميكروبيولوجية و فيزيوكيميائية. و قد أثبتت هذه الدراسة وجود جراثيم من نوع الملوثات البرازية و المكورات العنقودية المسببة للأمراض.

بالإضافة الى ذلك قمنا باستطلاعات للرأى في مراكز البيع تبين من خلالها عدم احترام قواعد النظافة و الحد الأدنى لقواعد التصنيع مما يتسبب فى وجود أخطار بيولوجية فيزيائية و كيميائية فى المنتج .

و تبقى جودة و سلامة المنتج الهاجس الأكبر عند شركات تصبير و تصدير الزيتون مما يحث عليها تطبيق تدابير المراقبة الوقائية لضمان جودة و سلامة المنتج. لهذا السبب قمنا عبر هذه و الدراسة بتطبيق نموذج لمراقبة السلامة الصحية و جودة المنتج المعروف بنظام تحليل المخاطر ودراسة نقاط المراقبة الحرجة – الهاسب- (HACCP) على مستوى شركة مغربية لإنتاج زيتون المائدة الأخضر. مما مكن من تخفيض نسبة الزيتون ذى الجودة الرديئة من 34% الى 24% و ازالة كل الأخطار البيولوجية الفيزيائية و الكيميائية على مستوى المنتج النهائي و زيادة نسبة العملاء بما يقارب 15% بالإضافة الى ارتفاع رقم معاملات الشركة بنسبة 5,6%.

كما تعرضنا في دراستنا هاته الى مراجعة و تحسين نظام البسترة لمراعاة معايير الجودة الغذائية و السلامة الصحية للمنتج. و قد تم تأكيد و اثبات نجاعة هذه العملية عبر تحاليل مخبريه.

زيتون المائدة الأخضر - تصبير الزيتون - السلامة الصحية - تحاليل ميكروبيولوجية و فيزيوكيميائية - استطلاع للرأى - الهاسب - HACCP - نظام البسترة - الجودة الغذائية

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

- ACP : Analyse en Composantes Principales
- AW : Activité de l'eau
- BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication
- BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène
- Bé : Degrés Baume
- CCP : points critiques pour la maîtrise
- CCPb : points critiques pour la maîtrise d'ordre biologique
- CCPp : points critiques pour la maîtrise d'ordre physique
- CDT : Come Down Time
- CFR : Code de la réglementation Fédérale Ministère fédéral de l'agriculture  
« USA »
- COFRAC : Comité Française d'Accréditation
- COI : Conseil Oléicole international
- CUT: Come Up Time
- DCL: Desoxycholate Citrate Lactose
- EMB : Eosine Methylene Blue
- ESB : Encéphalopathie Spongiforme Bovine
- F<sub>0</sub> : valeur stérilisatrice
- FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
- FDA: Food Drug and Administration
- FMAT: Flore Mésophile Aérobie Totale
- GATT: General Agreement on Tariffs and Trade
- GBPH : Guides de Bonnes Pratiques d'Hygiène
- HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point
- ISO: International Standard Organization
- MRS: Man Rogosa et Sharpe
- OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques
- OIE : Office International des Epizooties
- OMC : Organisation Mondiale du Commerce

OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
ONSSA : Office National de la Sécurité Sanitaire des aliments  
OTC : Accord sur les Obstacles Techniques au Commerce  
PCA : Plate Count Agar  
PIB : Produit Interne Brut  
PND : Plan de Nettoyage et Désinfection  
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
PRP : Programmes préalables  
PRPo : programmes préalables opérationnels  
SMSA : Système de Management de la Sécurité des Aliments  
SOP : opération standard d'hygiène  
SPS : accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaire  
SPS : Sulfite de Sodium –Polymixine - Sulfite de Cystéine  
SRC : Clostridium réducteurs de sulfite  
TIAC : Toxi-Infections Alimentaires Collectives  
Tr : Température de régime  
TSA : Tripase Soja Agar  
UE : Union Européenne  
UFC : Unité Formant une Colonie  
VPi : valeur pasteurisatrice  
VSi : Valeur stérilisatrice

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Composition moyenne des olives de table .....	8
Tableau 2 : Composition de différentes parties anatomiques de l'olive .....	9
Tableau 3 : Plan Maroc vert pour 2020 : objectifs du secteur d'olive de table.....	29
Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques & microbiologiques des olives de table de la région de Marrakech-Tansift-El Hawz .....	50
Tableau 5 : Formulaire de l'enquête sur les manipulateurs, sur l'hygiène des locaux et matériaux lors de la transformation et de la commercialisation des olives de table. ....	57
Tableau 6 : Résultats de l'enquête sur les manipulateurs, sur l'hygiène des locaux et matériaux lors de la transformation et de la commercialisation des olives de table. ....	63
Tableau 7 : Ensemble des aménagements réalisés sur le volet bâtiment .....	79
Tableau 8 : Ensemble des aménagements réalisés sur le volet équipement.....	79
Tableau 9 : Ensemble des aménagements réalisés sur les volets personnel, hygiène et procédé.....	80
Tableau 10 : Evaluation de la contamination microbienne à la réception et au niveau du produit fini après l'application du système HACCP.....	84
Tableau 11 : Les étapes identifiées comme CCP selon le questionnaire de l'arbre de décision .....	88
Tableau 12 : Programme HACCP pour le contrôle de la Salubrité des points critiques. ....	90
Tableau 13 : Analyses des paramètres nutritionnels effectués sur les olives vertes de table.....	108

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma représentant les étapes de fabrications des olives de table ....	13
Figure 2 : Structure de l'oleuropeine et des produits de son hydrolyse.....	16
Figure 3 : Évolution de la production des olives de table (1 000 tonnes) sur la période (2009 - 2014) dans les principaux pays producteurs. ....	25
Figure 4 : Évolution des exportations des olives de table (1 000 tonnes) sur la période (2009 - 2014) .....	26
Figure 5 : Évolution de la consommation des olives de table en (1 000 tonnes) sur la période (2009 - 2014).....	26
Figure 6: Production, consommation et exportations d'olives de table au Maroc 1990–2012 .....	27
Figure 7 : Analyse en composante principale des paramètres physico- chimiques et microbiologiques des olives de table de la région de Marrakech-Tansift-El Hawz .....	51
Figure 8 : Diagramme causes-effets d'Ischikawa ou diagramme en arête de poisson .....	60
Figure 9 : Questionnaire de l'arbre de décision pour identifier les dangers qui peuvent être considérés comme CCP .....	75
Figure 10 : Diagramme de fabrication des conserves d'olives vertes conditionnées en boîtes de métal.....	83
Figure 11 : Emplacement des enregistreurs dans l'autoclave au cours du traitement.....	97
Figure 12 a et b : Enregistrements de la température au cours du traitement thermique appliqué pour l'appertisation des olives vertes de table dans 4 paniers. ....	101
Figure 13 : Comparaison graphique des valeurs pasteurisatrices F des paniers avec la valeur F de référence ( $VP_{Réf}$ ).....	105

# **TABLE DES MATIERES**

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>I. PROPRIETES ET VARIETES DES OLIVES VERTES DE TABLE.....</b>	<b>6</b>
<b>I.1. Type et propriétés des olives verte .....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.1. Définition de l'olive de table .....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.2. Les préparations d'olives.....</b>	<b>7</b>
<b>I.2. Composition générale de l'olive.....</b>	<b>8</b>
<b>I.2.1. Composition moyenne des olives de table .....</b>	<b>8</b>
<b>I.2.2. Les biophénols des olives de table .....</b>	<b>9</b>
<b>II. TECHNOLOGIES DE PREPARATION DES OLIVES VERTES CONFITES EN SAUMURE</b>	<b>11</b>
<b>II.1. Les différentes technologies de préparation .....</b>	<b>11</b>
<b>II.1.1. Préparations artisanales.....</b>	<b>11</b>
<b>II.1.2. Préparation industrielle .....</b>	<b>12</b>
<b>II.2. Techniques d'élaboration des olives vertes fermentées en saumure .....</b>	<b>13</b>
<b>II.2.1. Cueillette transport et calibrage des fruits .....</b>	<b>13</b>
<b>II.2.2. Désamérisation.....</b>	<b>14</b>
<b>II.3. Fermentation.....</b>	<b>18</b>
<b>II.3.1. Déroulement de la fermentation naturelle des olives vertes .....</b>	<b>18</b>
<b>II.4. Principales altérations des olives.....</b>	<b>20</b>
<b>II.4.1. Les détériorations gazeuses.....</b>	<b>20</b>
<b>II.4.2. Les ramollissements .....</b>	<b>21</b>
<b>II.4.3. Fermentations anormales .....</b>	<b>21</b>
<b>II.4.4. Les piqûres lactiques .....</b>	<b>22</b>
<b>II.5. Opérations de conditionnement.....</b>	<b>22</b>
<b>II.6. Traitement thermique: Pasteurisation.....</b>	<b>23</b>
<b>III. ÉTAT DES LIEUX DU SECTEUR MAROCAIN D'OLIVE DE TABLE .....</b>	<b>24</b>
<b>III.1. Situation d'olive de table en conserve au niveau International.....</b>	<b>25</b>
<b>III.2. Situation d'olive de table en conserve au niveau national .....</b>	<b>27</b>
<b>III.3. La politique nationale de développement d'olive de table au MAROC .....</b>	<b>29</b>

<b>IV. OUTILS DE MANAGEMENT DE LA SECURITE DES ALIMENTS .....</b>	<b>30</b>
<b>IV.1. La sécurité sanitaire des aliments .....</b>	<b>30</b>
<b>IV.1.1. Sécurité des aliments et commerce mondial.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.1.2. Organisations internationales chargées de la sécurité des aliments.....</b>	<b>32</b>
<b>IV.1.3. Sécurité des aliments au Maroc .....</b>	<b>32</b>
<b>IV.1.4. Les outils de management de la sécurité des aliments.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.2. Le système Qualité: HACCP .....</b>	<b>34</b>
<b>IV.2.1. Mise en œuvre du système HACCP et des programmes préalables .....</b>	<b>34</b>
<b>IV.2.2. HACCP et exigences de la norme ISO 22000 .....</b>	<b>37</b>
<b>V. Problématique et objectifs de l'étude .....</b>	<b>39</b>

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **CHAPITRE I: QUALITE HYGIENIQUE DES OLIVES DE TABLE VENDUS EN VRAC**

<b>DANS LA REGION DE MARRAKECH-TENSIFT-EL HAWZ.....</b>	<b>43</b>
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>44</b>
<b>II. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>46</b>
<b>II.1. La collecte des olives vertes de table .....</b>	<b>46</b>
<b>II.2. Analyses physico-chimiques .....</b>	<b>46</b>
<b>II.2.1. pH.....</b>	<b>46</b>
<b>II.2.2. Acidité.....</b>	<b>46</b>
<b>II.2.3. Teneur en sel .....</b>	<b>46</b>
<b>II.3. Analyse microbiologique .....</b>	<b>46</b>
<b>II.3.1. FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale) .....</b>	<b>47</b>
<b>II.3.2. Coliformes totaux(CT) et coliformes fécaux (CF).....</b>	<b>47</b>
<b>II.3.3. Staphylocoques .....</b>	<b>47</b>
<b>II.3.4. Bactéries sporulées : Clostridium sulfito réducteurs (CSR).....</b>	<b>47</b>
<b>II.3.5. Bactéries lactiques.....</b>	<b>47</b>
<b>II.3.6. Dénombrement.....</b>	<b>48</b>
<b>II.3.7. Analyse des levures et moisissures .....</b>	<b>48</b>
<b>II.4. Analyses statistiques.....</b>	<b>48</b>
<b>III. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>49</b>
<b>IV. CONCLUSION .....</b>	<b>54</b>

## **Chapitre II: ENQUETE SUR LE RESPECT DES REGLES D'HYGIENE DANS LES**

<b>LIEUX DE DE VENTE DES OLIVES DE TABLE VENDUES EN VRAC .....</b>	<b>55</b>
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>56</b>
<b>II. MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>56</b>
<b>III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>58</b>
<b>IV. CONCLUSION .....</b>	<b>66</b>

## **Chapitre III: MODELE D'ANALYSE DU RISQUE ET MAITRISE DE LA SECURITE**

<b>ALIMENTAIRE DANS LA FILIERE OLIVE DE TABLE EN CONSERVE .....</b>	<b>67</b>
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>69</b>
<b>II. METHODOLOGIE .....</b>	<b>71</b>
<b>II.1. Programmes des prealables .....</b>	<b>72</b>
<b>II.2. Création d'un plan HACCP.....</b>	<b>72</b>
<b>II.3. Analyse bacteriologique .....</b>	<b>76</b>
<b>II.3.1. Dénombrement de la FMAT .....</b>	<b>76</b>
<b>II.3.2. Dénombrement d'<i>Escherichia coli</i> .....</b>	<b>76</b>
<b>II.3.3. Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....</b>	<b>76</b>
<b>II.3.4. Dénombrement de <i>Clostridium perferingens</i>.....</b>	<b>77</b>
<b>III. RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>77</b>
<b>III.1. Les programmes préalables .....</b>	<b>77</b>
<b>III.2. Mise en place du système HACCP.....</b>	<b>81</b>
<b>III.2.1. Description du produit .....</b>	<b>81</b>
<b>III.2.2. Diagramme de fabrication.....</b>	<b>82</b>
<b>III.2.3. Identification des risques .....</b>	<b>82</b>
<b>III.2.4. Détermination des CCP.....</b>	<b>85</b>
<b>III.2.5. Mesures à envisager pour maîtriser les dangers .....</b>	<b>86</b>
<b>IV. CONCLUSION .....</b>	<b>92</b>

## **Chapitre IV : VALIDATION DU BAREME THERMIQUE DE L'APPERTISATION**

<b>DES OLIVES VERTES DE TABLE.....</b>	<b>92</b>
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>94</b>

<b>II. MATERIEL ET METHODES</b> .....	96
II.1. Matériel utilisé et test de distribution .....	96
II.2. Principe du test de validation .....	97
II.3. Conduite de test de validation .....	97
II.4. Méthode de calcul.....	99
II.5. Méthodes d'analyse physicochimiques .....	100
<b>III. RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	100
<b>IV. CONCLUSION</b> .....	109
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	108
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	111
<b>ANNEXE</b> .....	127

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'olivier constitue la principale espèce fruitière plantée au Maroc. Elle est présente à travers l'ensemble du territoire national en raison de ses capacités d'adaptation à tous les étages bioclimatiques, allant des zones de montagne aux zones arides et semi-arides. Sa culture occupe environ 680 000 Ha, soit 55% de la superficie arboricole du pays (DPV, 2006 et INRA Marrakech, 2010). Les régions de Marrakech et Fès concentrent plus de la moitié de ces superficies. En fait, cette espèce assure des fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terres agricoles et de fixation des populations dans les zones marginales. L'oléiculture dans notre pays génère plus de 15 millions de journées de travail par an, soit l'équivalent de 60.000 emplois permanents (INRA Marrakech, 2010).

Au cours de la période allant de 2001/02 à 2009/2010, la production moyenne annuelle d'olives est environ 700 000 t, générant une production moyenne annuelle en huiles d'olive de 68.000 tonnes et en olives de table de 100.000 tonnes (INRA Marrakech, 2010). Cette production est destinée à raison de 65 % à la trituration et à 25 % à la conserverie, le reste, soit 10 %, est constitué par des pertes occasionnées par les différentes manipulations et l'autoconsommation.

La filière des conserves d'olive est composée de deux secteurs l'un traditionnel et l'autre moderne. L'activité traditionnelle de conservation d'olives n'est pas structurée et elle est essentiellement intégrée au commerce de détail exploitant des techniques artisanales. La conservation moderne, quant à elle, est assurée par près de 68 unités constituant une capacité globale d'environ 190.000 tonnes par an (Ministère de l'économie et de Finances 2013).

L'Union Européenne est le principal destinataire des exportations marocaines de conserves d'olives (2/3 en volume, et 70% en valeur). Les exportations en vrac représentent une part importante du total des exportations d'olives de table (40% en valeur et 55% en volume), en particulier sur le segment des olives vertes.

Cependant, l'approvisionnement des unités à travers les achats contractuels et les exploitations intégrées représentent, respectivement, à peine 2% et 5% du total des approvisionnements, d'où le faible niveau d'intégration agriculture-industrie. L'enclavement et l'éloignement des zones de production, ainsi que l'absence d'organisations professionnelles sont à l'origine des problèmes rencontrés en matière de collecte des olives, d'approvisionnement des unités de transformation et d'élaboration des olives de table. Les 2/3 des tonnages d'olives approvisionnant les conserveries transitent par des intermédiaires dépendants ou indépendants. Ces derniers procèdent souvent à des mélanges de lots d'olives provenant de différentes régions, ce qui peut se traduire, en cas d'incident, par un rappel de tonnages importants de produits finis, entraînant de lourdes conséquences logistiques et économiques.

Les techniques de préparation des olives de table sont nombreuses et varient suivant la région. Leur maîtrise dépend surtout de l'expérience du préparateur. L'utilisation de ces techniques à l'échelle industrielle donne lieu, parfois, à de grandes pertes ou à l'élaboration de produits finis de caractéristiques organoleptiques et de qualité nutritionnelle inacceptables. Ces caractéristiques doivent normalement répondre à des normes précises imposées par le marché mondial.

Les nombreuses crises qui ont frappé le secteur de l'agroalimentaire au cours de ces dernières années ont fait de la sécurité des aliments une préoccupation majeure des acteurs de la filière alimentaire. En plus, l'évolution des règles du commerce international et les exigences croissantes des consommateurs ont contribué au renforcement des exigences, de transparence et de confiance des consommateurs.

Ainsi, afin de contribuer à la valorisation des produits agro-alimentaires marocains et plus spécifiquement ceux visés par le plan national oléicole, nous souhaitons apporter par ce travail une contribution significative à l'amélioration de la qualité des olives de tables marocaines.

La thèse est composée de deux parties :

La 1ère partie traite les aspects bibliographiques qui sont en relation étroite avec le sujet, commençant par les différentes techniques de préparations des olives de tables, ainsi que les altérations qui touchent le produit pendant les phases de la

fermentation tout en touchant l'aspect microbiologique et les systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires basés sur la démarche HACCP.

La partie pratique se compose de quatre chapitres ; le premier chapitre de cette étude, consiste à l'évaluation de la qualité hygiénique des olives vertes de table vendues en vrac dans 15 localités de la région Marrakech-Tensift-El Haouz. Ceci à travers des analyses des facteurs physicochimiques et microbiologiques qui contrôlent leur qualité.

Le deuxième chapitre concerne la réalisation d'une enquête pour vérifier le respect des règles d'hygiène dans les lieux de vente des olives vertes de table dans les différentes localités étudiées.

Le troisième chapitre avait pour objectif, la mise à niveau d'une conserverie d'olive de table par la mise en place d'un système de management de la sécurité des denrées alimentaires basé sur la démarche HACCP. Nous avons envisagé d'évaluer spécialement dans quelle mesure les manipulations et les transformations, au niveau de cette conserverie, peuvent contribuer à la contamination des olives par les microorganismes indésirables.

Le dernier chapitre de notre travail, consiste à l'optimisation des barèmes de pasteurisation à travers la détermination du traitement thermique minimal à appliquer au produit, sous réserve d'atteindre le taux de sécurité microbiologique souhaité. En effet dans la conserverie d'olive étudiée, le traitement thermique des olives vertes est considéré un point de risque à maîtriser. L'objectif est de décrire le principe de l'appertisation des olives vertes et de discuter la conformité du barème choisis par l'entreprise étudiée.

Ce travail va permettre à cette société, une amélioration de l'efficacité des opérations par plus de responsabilisation du personnel, la réduction des coûts dus aux rejets ou rappels de produits non conformes et l'accroissement de la confiance des consommateurs et des autorités gouvernementales envers la sécurité des produits de la conserverie d'olive.

**1<sup>ère</sup> Partie**  
**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

# I. PROPRIETES ET VARIETES DES OLIVES VERTES DE TABLE

## *I.1. TYPE ET PROPRIETES DES OLIVES VERTES*

### **I.1.1. Définition de l'olive de table**

L'olive de table est le fruit de certaines variétés de l'olivier cultivé (*Olea europaea* L.) particulièrement dans la zone de la Méditerranée. Au point de vue botanique, l'olive est une drupe, un fruit charnu à noyau, tout comme la cerise ou l'abricot, composée d'une pellicule, d'un péricarpe charnu et d'un noyau formé d'une coque dure et d'une amande oléagineuse. Les olives vertes, tournantes ou noires sont le même fruit dont la couleur ne dépend que du moment de la cueillette (Chemonics Internationals, 2007).

Les qualités particulières exigées de ces fruits résident essentiellement dans la bonne proportion de chair par rapport au noyau, dans la finesse de cette chair, sa fermeté, son craquant, sa facilité à se détacher du noyau, la minceur de la peau, la ténuité du noyau et la qualité de sa surface ; enfin, la bonne aptitude du fruit à subir les méthodes de préparation et de conservation (Duriez, 2004).

Aussi, les olives destinées à la confiserie doivent être saines, non altérées, charnues, fermes, résistantes à la pression des doigts, entières, non bosselées ni déformées ou écrasées, de couleur uniforme, sans tâches autres que les pigmentations naturelles, à peau adhérente, exemptes de piqûres, de meurtrissures ou de lésions qu'elle qu'en soit l'origine (F.I.C.F, 2000).

Le fruit a une forme ovoïde, selon l'état de maturité : la couleur est d'abord verte, puis tournante (rose, rose vineux ou brune) et enfin noire, à maturité complète.

L'amertume de l'olive est due à la présence de l'oleuropéine qui est un glucoside amer. Ces fruits sont traités pour éliminer son amertume et conservé par fermentation naturelle ; ou par traitement thermique, avec ou sans l'addition d'agents de conservation ; conditionné avec ou sans liquide de couverture (COI, 2007).

*a) Olives vertes*

Fruits de couleur verte franc à vert - jaune, brillant ou pruiné, récoltés au moment où ils ont atteint leur complet développement mais nettement avant la véraison.

*b) Olives tournantes*

Fruits cueillis à la véraison et avant la complète maturité, encore peu riches en huile, et ayant atteint une teinte légèrement rosée clair à violet.

*c) Olives noires mûres*

Fruits cueillis à maturité, riches en huile, ayant acquis une teinte noire brillante ou mate, ou noir violacé ou brun noir, non seulement sur la peau mais dans l'épaisseur de la chair (Duriez, 2004 ; Code des Bonnes Pratiques Loyales Pour Les olives de table, Tableau 1).

La Picholine marocaine est la principale variété d'olive locale cultivée au Maroc. Il représente environ 96% du verger national, avec 50 millions d'oliviers couvrant près de 580 000 ha à travers le pays, des montagnes aux zones arides (Berrichi, 2006). Pour étendre le verger d'olive marocaine, de nouvelles variétés d'oliviers ont été introduites, principalement Arbequina, Hojiblanca, Languedoc Picholine, Dahbia, Haouzia, Menara, Gordal, Sevillana, Manzanilla et Picual. L'introduction de nouvelles variétés influe sur le contrôle de la qualité de leurs produits finis (olives de table et l'huile d'olive), principalement en raison de leurs profils phénoliques.

### **I.1.2. Les préparations d'olives**

Les caractéristiques de chaque variété, ainsi que l'emploi de certains procédés et la variété de présentation permettent une grande diversité dans la qualité des préparations.

Il existe une grande variété d'olives de table (140 dans le monde). Toutefois, chaque région de production a ses variétés de prédilection, le développement de leur culture étant généralement lié aux conditions climatiques et aux usages culinaires locaux.

Le secteur des olives de table au Maroc est représenté par trois préparations principales :

- ☛ **Les olives vertes confites en saumure** : traitées avec une lessive alcaline, puis conditionnées en saumure dans laquelle elles subissent une fermentation lactique naturelle.
- ☛ **Les olives noircies par oxydation** : obtenues à partir des fruits n'ayant pas atteints leurs pleines maturités, noircies par oxydation et désamérisés moyennant un traitement à la lessive alcaline. Ces olives doivent être conditionnées dans une saumure et préservées par stérilisation thermique.
- ☛ **les olives noires façons grecques** : il s'agit d'olives noires au sel sec confites. Elles sont obtenues à partir de fruits fermes, pratiquement mûrs qui, après un léger traitement alcalin, sont conservés en couches alternées d'olives et de sel.

## ***I.2. COMPOSITION GENERALE DE L'OLIVE***

### **I.2.1. Composition moyenne des olives de table**

La composition des olives de table varie selon la variété et les conditions pédo-culturelles. Les valeurs présentées dans le Tableau 1 sont des statistiques élaborées à partir des valeurs moyennes de 60 variétés (MADRPM, 2007):

**Tableau 1 : Composition moyenne des olives de table**

<b>Composé</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Poids moyen des fruits	2g	6g
Teneur en huile	20%	28%
Teneur en eau	60%	70%
Protéines	1%	2%
Glucides	8%	12%

Les sucres solubles nécessaires pour la bonne marche de la fermentation durant le processus de fabrication d'olive de table sont compris entre 0.5 et 5 %. Une

teneur de plus de 2 % est souhaitable pour une bonne fermentation (Chemonics Internationals, 2007).

La composition moyenne des différentes parties anatomiques de l'olive est donnée dans le Tableau 2.

**Tableau 2. Composition de différentes parties anatomiques de l'olive**

	<b>Eau(%)</b>	<b>Lipides(%)</b>	<b>Protides(%)</b>	<b>Glucides(%)</b>	<b>Cendres(%)</b>
Pulpe	24.2	56.4	6.8	9.9	2.66
Coque du noyau	4.2	5.25	15.6	70.3	4.16
Amandon	6.2	12.26	13.8	65.6	2.16

### **I.2.2. Les biophénols des olives de table**

Le régime méditerranéen, riche en fruits, légumes et céréales ainsi que d'huile d'olive et des olives de table, a été associée à un risque plus faible de maladies coronariennes et le cancer (Keys, 1995, Trichopoulou, et al., 1997). Le rôle positif de l'huile d'olive a été lié à sa composition en acides gras et à la présence de composés phénoliques. Beaucoup d'études ont porté sur les composés phénoliques dans les olives de table et l'huile d'olive vierge et sur les modifications de ces constituants importants au cours du traitement des olives (Va'zquez Roncero et al., 1977, Brenes-Balbuena et al., 1992 ; Brenes et al., 1995 ; Marsilio et al., 2001).

Les principaux biophénols trouvés dans les olives non traitées sont l'hydroxytyrosol et le tyrosol en formes libres et liées (Macheix et al., 1990 ; Ryan et al., 1998 ; Borzillo et al., 2000 ; Uccella, 2001 ; Saija et al., 2001). Le plus abondant de ces biophénols est l'oleuropéine Secoiridoïdes, qui est une combinaison d'ester oleoside-11-méthyle et d'hydroxytyrosol (Panizzi et al., 1960). Ce composé est responsable du goût amer des olives non traitées. Les autres hydroxytyrosol dérivés présents sont l'oleuropéine aglycones (Panizzi et al. 1960), le demethyloleuropein (Ragazzi et al., 1973), et l'hydroxytyrosol glucosides (Bianco et al., 1998). Les teneurs d'hydroxytyrosol et de ses dérivés dans les fruits mûrs d'oliviers des cultivars : italienne, portugaise, espagnole et

grecque, destiné à la production d'olives de table, ont été trouvés variant de 100 à 430 mg/kg et de 3670 à 5610 mg/kg, respectivement (Bastoni et al., 2001).

D'autres composés phénoliques présents dans les olives non transformés sont le 3,4-dihydroxyphenylglycol (Bianchi et al., 1994), les anthocyanes, des flavonoïdes et des acides phénoliques (Macheix et al., 1990). Les anthocyanes les plus abondants sont la cyanidine 3-O-glucoside et cyanidine 3-O-rutinoside (Va'zquez Roncero et al., 1970). Les teneurs trouvées varient de 50 à 880 mg / kg et de 250 à 3200 mg / kg, respectivement (Romani et al., 1999). La quercétine 3-O-glucoside (rutine) et la lutéoline 7-O-glucoside sont les deux principaux flavonoïdes présents dans les fruits d'olive (Amiot et al., 1986 ; Vlahov, 1992). Ils sont présents à des concentrations variant de 110 à 660 mg / kg et de 5 à 600 mg/kg, respectivement (Panizzi et al. 1960 ; Esti et al., 1998). L'hydroxybenzoïque, des acides hydroxycinnamiques, et des hydroxyphénylacétiques, et aussi de l'acide hydrocaféique, ont été trouvés dans la chair d'olive (Bianco et al., 1998). Parmi ces nombreux acides, ceux trouvés à des niveaux considérables sont l'acide caféique et l'acide p-coumarique (Bastoni et al., 2001).

L'oleuropéine et l'hydroxytyrosol sont connus pour posséder plusieurs propriétés biologiques, dont beaucoup sont attribués à leur capacité de piégeage des radicaux libres et antioxydants (Visioli et al., 1998a). Les antioxydants alimentaires présents dans l'olives et l'huile d'olive vierge augmentent la résistance à l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (Aruoma et al., 1998 ; Moon et al., 1998). L'hydroxytyrosol et l'oleuropéine se sont révélés augmenter la production de NO par les macrophages (Visioli et al., 1998 b).

Il a été rapporté également que l'Hydroxytyrosol inhibe la détérioration de l'ADN peroxy-nitrite-dépendante (Deiana et al., 1999), pour protéger les érythrocytes humains contre les altérations oxydatives du peroxyde d'hydrogène (Manna et al., 1999), et pour réduire l'excrétion urinaire de l'F2-isoprostanes 8-iso-PGF2a, un biomarqueur de stress oxydatif (Visioli et al., 2000). L'Oleuropéine est également soupçonné d'avoir de nombreuses propriétés fonctionnelles. Les extraits de feuilles d'olivier, qui sont une source riche de cette Secoiridoïdes

(Soler-Rivas et al., 2000), sont utilisés comme des médicaments traditionnels contre de nombreuses conditions pathogènes.

Les olives sont consommés après le traitement pour l'enlèvement, au moins partiellement, de leur amertume naturelle. Les traitements au cours de la fermentation peuvent provoquer plusieurs modifications dans le profil et le niveau de biophénols et peuvent priver le produit final de sa précieuse fonction biologique.

## **II. TECHNOLOGIES DE PREPARATION DES OLIVES VERTES CONFITES EN SAUMURE**

Les olives de table sont l'un des principaux produits marinés préparés à travers le monde. En général, toute méthode de traitement vise à éliminer l'amertume naturelle de ce fruit, causée par l'oleuropéine glucoside.

Une définition complète de toutes les préparations commerciales peut être trouvée dans la «Norme commerciale applicable aux olives de table" (COI, 2004).

### ***II.1. LES DIFFERENTES TECHNOLOGIES DE PREPARATION***

On distingue deux types de préparation des olives de table : les préparations artisanales et les préparations industrielles. Les préparations artisanales sont lentes, et s'appliquent à de petites quantités, alors que les préparations industrielles sont rapides et s'appliquent à grande échelle.

#### **II.1.1. Préparations artisanales**

Les principales méthodes artisanales reconnus sont : les olives à l'eau et les olives désamérisées à la cendre de bois.

##### ***a) Les olives à l'eau***

Cette méthode consiste à mettre les olives vertes dans de l'eau potable qu'on change tous les 15 jours, jusqu'à l'élimination de l'amertume. Pour accélérer la

période de desamérisation à l'eau, qui dure plusieurs mois, on procède parfois par le concassage ou par le tailladage des fruits.

Les olives ayant perdu l'amertume par cette technique sont mises en saumures dans une solution de NaCl de l'ordre de 3 %. Cette concentration est corrigée par la suite pour atteindre 5%. Les olives sont maintenues en fermentation pendant plusieurs mois. Les olives préparées par cette méthode gardent un goût légèrement amer.

**b) *Les olives vertes traitées à la cendre de bois***

Le filtrat d'une cendre fraîche additionnée d'eau bouillante est placé dans un récipient en bois. Les olives y sont immergées jusqu'à pénétration de la lessive au 2/3 de la pulpe. On procède ensuite aux lavages, puis à un saumurage. Cette méthode est moins utilisée que la première.

### **II.1.2. Préparation industrielle**

Le principal procédé utilisé, à l'échelle industrielle, pour la préparation des olives verte est le procédé espagnol (Fernandez-Diez, 1971 ; Loussert & Brousse, 1978).

Ce procédé consiste en un traitement alcalin des olives après triage et calibrage (Figure 1). Ce traitement se fait dans une solution à 2% de soude caustique (NaOH). Les olives y sont maintenues jusqu'à la pénétration de soude au 1/2 au 3/4 de la pulpe. Les olives sont ensuite soumises à des lavages successifs par un maintien des fruits dans de l'eau pendant une durée variable. Durant cette opération les olives ne doivent pas être exposées à l'air pour éviter leur noircissement. Les olives sont ensuite mises dans des cuves ou tonneaux contenant une saumure entre 5 à 11 % en NaCl dans la saumure en fonction de la préparation.

Les tonneaux ou cuves sont maintenus ouverts en plein air durant la période de la fermentation. On laisse la fermentation se poursuivre pendant une durée variant de 6 à 12 mois, suivant les conditions dans lesquelles se déroule la fermentation.

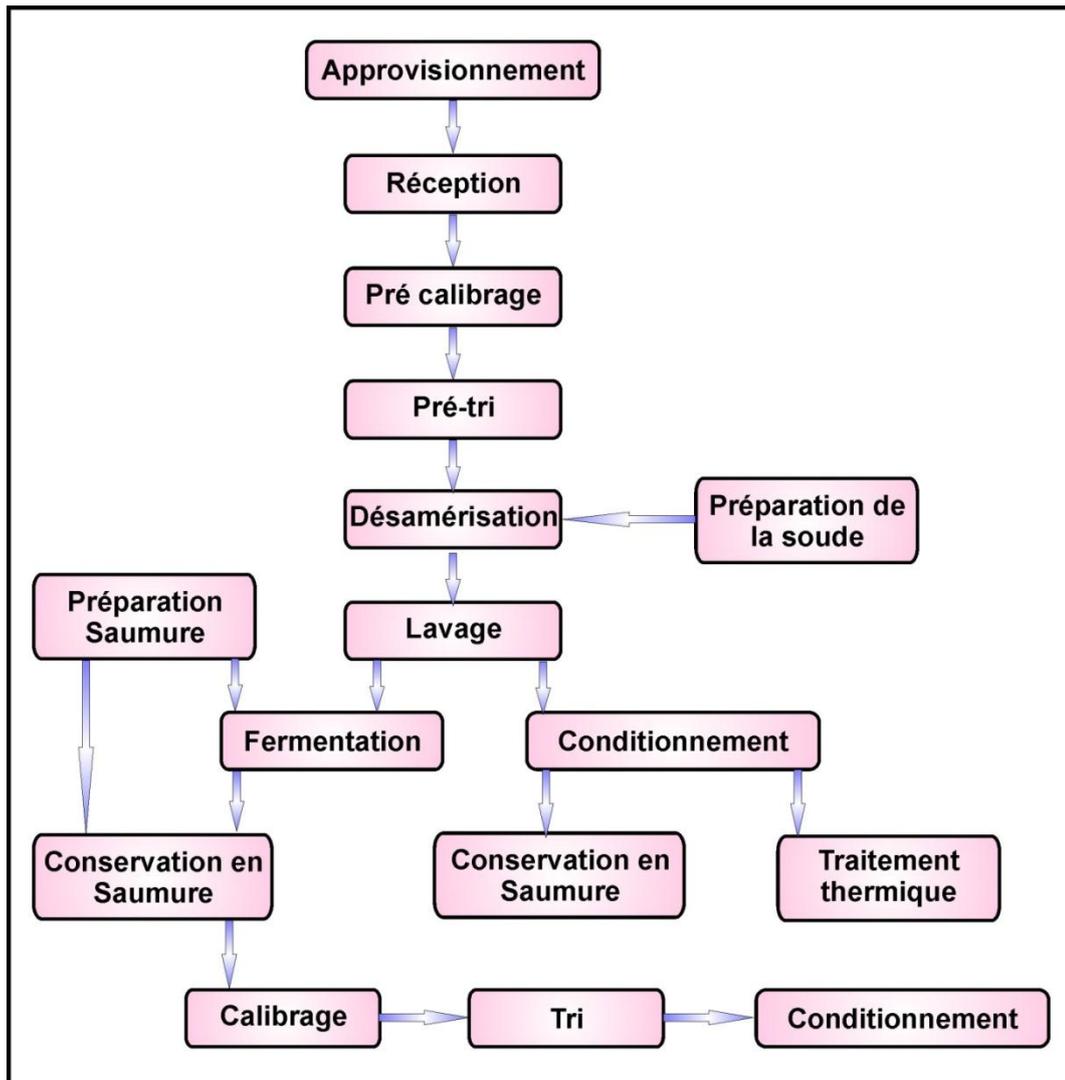


Figure 1 : Schéma représentant les étapes de fabrications des olives de table

## *II.2. TECHNIQUES D'ELABORATION DES OLIVES VERTES FERMENTEES EN SAUMURE*

### **II.2.1. Cueillette transport et calibrage des fruits**

Contrairement aux olives destinées à l'huilerie, celles destinées à la fermentation sont cueillies à la main ou mécaniquement sans endommagement (Agabbio et al., 1986).

Le moment de la cueillette est choisi suivant la variété et la région de culture de l'olivier. Ainsi, la cueillette des fruits verts destinés à la fermentation se fait quand ils acquièrent une taille maximale et une couleur vert pâle. Ce degré de maturité correspondant à une faible teneur en inhibiteurs naturelle est le début de la fermentation qui commence par une dégradation (Amiot et al. 1986) et à une teneur élevée en sucres (Balatsouras et al. 1988).

Les olives cueillies subissent un triage et un calibrage. Ces opérations consistent à éliminer les déchets (feuilles, pédoncules, fruits malades...) et à classer les fruits en fonction de leur taille et couleur.

Selon leur poids, les olives sont classées en trois types : les microcarpiques pesant environ 5g, les mésocarpiques pesant 5 à 10g, et les adrocarpiques de 10 à 15g. Celles destinées à l'élaboration des olives de table ne doivent pas être microcarpiques, les normes internationales excluent cette catégorie d'olives du marché. Le rapport pulpe/noyau doit être important (supérieur à 5).

### **II.2.2. Désamérisation**

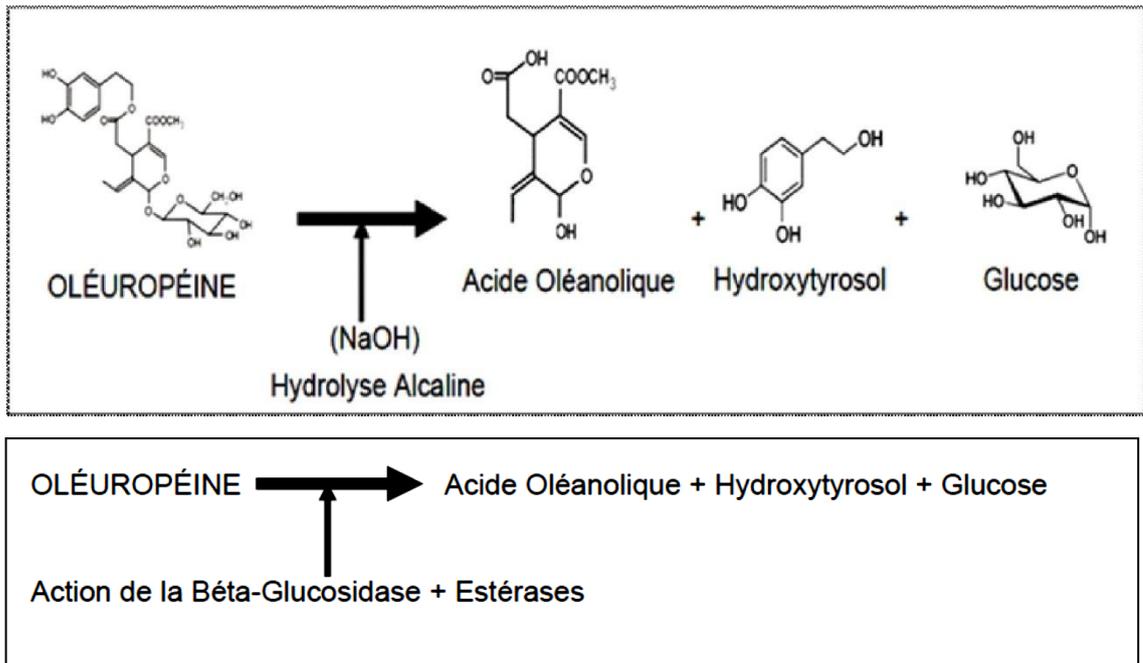
L'olive est le seul fruit qui ne peut être consommé directement après maturité, il contient un composé polyphénolique l'oleuropéine qui lui confère un goût amer. Cette amertume naturelle des fruits peut être éliminée par un traitement. La désamérisation consiste à la transformation de l'oleuropéine amère en glucose et acide caféique, le moins brutal possible, dans une liqueur alcaline (lessive de soude ou de potasse 1 à 6%) ou par un traitement prolongé à la saumure ou à l'eau douce. La concentration de la soude est choisie en fonction de la variété (texture de la pulpe) d'où la nécessité de séparer les variétés avant le traitement (El Khaloui & Nouri 2007). Les lessives utilisées pour la désamérisation ne doivent en aucun cas avoir une densité supérieure à 3,6.

Pendant la désamérisation, la soude agit sur les substances pectino-cellulosiques des membranes cellulaires et améliore la perméabilité cellulaire, elle facilite par la suite le phénomène d'osmose entre les cellules d'olive et le milieu environnant. Ainsi, le traitement alcalin vise en même temps à éliminer l'amertume des olives vertes et favoriser la fermentation lactique postérieure

suite à une augmentation de la perméabilité de l'épiderme et ainsi la facilité de diffusion des matières fermentescibles (El Khaloui & Nouri 2007). Au Maroc, la concentration de la soude caustique administrée varie de 1 à 3,3 degrés Baume (°Bé) en fonction du degré de maturité et de la vitesse désirée pour la pénétration de la soude. Les olives y séjournent pendant une durée variant de 4 à 12 heures jusqu'à ce que la pénétration de la soude atteigne les 2/3 de l'épaisseur de la pulpe. El Khaloui et Nouri (2007) rapportent, dans leur étude, les conditions optimales de désamérisation, lavage et fermentation des variétés d'olives Picholine et Dahbi très populaires au Maroc. Selon ces auteurs, une concentration faible en soude évite une grande perte des constituants de pulpe lors du lavage, mais la durée de cuisson devient très longue. Aussi, ces auteurs ont démontré qu'une grande concentration en soude provoque une augmentation de l'acidité due à l'action de la solution alcaline sur les acides organiques ou phénoliques présents dans la pulpe, ce qui aboutit à un pouvoir tampon. Ce dernier empêche le développement des bactéries lactiques, la baisse de pH et par conséquent entrave la conduite d'une bonne fermentation. Ainsi, en plus de leur goût amer, ces composés organiques ou phénoliques sont des inhibiteurs des bactéries lactiques, responsable de la fermentation des olives.

Ces composés phénoliques sont, principalement, l'oleuropeine et ses produits d'hydrolyse (Fleming et al. 1969). Trois composés d'hydrolyse de l'oleuropeine ont été identifiés par Walter et al. (1976) (**Figure 2**). L'aglycone de l'oleuropeine a le même degré d'amertume que l'oleuropeine. Par contre, l'acide élénolique et l'alcool  $\beta$ -3,4- dihydroxyphenylethanol ne sont pas amers. Nombreux travaux ont rapporté que le glucoside amer des olives (l'oleuropeine) est un inhibiteur des bactéries lactiques, ainsi que ses produits d'hydrolyse tels que l'acide élénolique et l'aglycone. Par contre, l'alcool  $\beta$ -4- dihydroxyphenylethanol n'a pas d'effet inhibiteur.

Certains auteurs, tels qu'El Khaloui & Nouri (2007) ont rapporté que les sucres réducteurs et les polyphénols totaux accusent une perte plus ou moins importante selon le type d'olive, la concentration de la lessive et le mode de lavage.



**Figure 2 : Structure de l'oleuropeine et des produits de son hydrolyse**

La teneur des olives en oleuropeine varie suivant les variétés. La variété Manzanilla est parmi les variétés les plus difficiles à fermenter, à cause de sa teneur élevée en oleuropeine qui est de l'ordre de 50%. En Californie, il a été recommandé pour la variété Manzanilla, l'utilisation d'une solution de soude à froid à une concentration de l'ordre de 0,9-1,25%. Ceci permet d'éviter certains problèmes d'altération ; notamment les ramollissements et les décorations des fruits. En Espagne, la desamérisation par des concentrations faibles de NaOH (1,2 à 1,5 %) donne une fermentation très lente des olives de la variété Manzanilla.

Ainsi, lorsque la desamérisation est insuffisante, à cause d'une faible pénétration de la soude dans la pulpe, les olives fermentent peu ou pas ; par contre dans le cas contraire elles risquent de s'altérer. C'est pourquoi un bon triage et un bon calibrage entraînent une bonne desamérisation et par conséquent une bonne fermentation.

En profitant des capacités de certaines levures à utiliser l'oleuropeine comme source de carbone, Marsilio (1990) a proposé une desamérisation par voie biologique utilisant ces levures.

- **Lavage**

Dès que l'action de la lessive est jugée suffisante, on effectue des lavages successifs et rapides à l'eau pour éliminer la soude des fruits. Ces lavages se font par séjour des olives dans l'eau pendant 2 à 3 jours. L'eau est renouvelée toutes les dix heures. Ce processus est raccourci à une durée de 5 à 6 heures par neutralisation des olives avec l'acide acétique. Cette réduction de la durée des lavages a pour but de réduire les pertes des matières fermentescibles, aussi les problèmes de pollution dus aux déversements des eaux de lavage et les pertes de flaveur des fruits entraînées par les lavages excessifs.

D'autres auteurs rapportent que les lavages abondants des olives peuvent être remplacés par l'acidification des saumures sans affecter l'évolution du processus de fermentation (Navarro et al. 1986).

- **Saumurage**

Après lavage, les olives sont mises dans des saumures dont la concentration varie de 5-15 % de NaCl suivant la variété. Pour les variétés Manzanilla et Mission, la saumure initiale est de 10-15 % de NaCl, qui se stabilise à 7-8% durant la fermentation. Par contre, pour les variétés Sevillana et Ascolana, elle est de l'ordre de 5-6,25% qu'on ajuste à 6-8 % (Pederson, 1971). Cette différence est due au rétrécissement des olives des deux dernières variétés dans les saumures à fortes concentrations de NaCl (Pederson, 1971).

La fermentation est un processus complexe qui consiste à créer dans les cuves d'olives les conditions optimales pour le développement des bactéries lactiques. Celles-ci consomment les sucres qui diffusent dans la saumure et produisent de l'acide lactique.

A la fin de la fermentation les olives perdent totalement leur amertume, acquièrent les caractéristiques organoleptiques désirés et changent de couleur, les vertes deviennent jaune-doré et les noires deviennent roses (El Khaloui & Nouri, 2007).

La fermentation des olives est réalisée dans des cuves surélevées ou souterraines et dans des fûts ou des fosses souterraines de capacité variable. La saumure de fermentation à un titre de 8 à 12°Bé. Durant les trois premiers jours de fermentation, on assiste à une diffusion rapide de la lessive résiduelle dans la saumure. Le pH augmente et devient basique, il baisse ensuite pour atteindre sa valeur minimale.

La plupart des unités procèdent à l'acidification artificielle en début de fermentation pour amener le pH à 6,5 ou en fin de fermentation pour obtenir un pH inférieur ou égal à 4,5. Cette pratique présente l'avantage de rendre le milieu défavorable au développement des bactéries Gram négatif responsables des altérations pendant la première phase de fermentation. Les bactéries lactiques peuvent aussi se multiplier facilement et la fermentation démarre rapidement (El Khaloui & Nouri, 2007).

Les saumures à utiliser pour la conservation des olives de table doivent être exclusivement constituées par des solutions de sel alimentaire dans une eau potable. Des sucres et des additifs alimentaires autorisés peuvent être utilisés pour maîtriser le processus de fermentation.

## ***II.3. FERMENTATION***

### **II.3.1. Déroulement de la fermentation naturelle des olives vertes**

La durée de processus de fermentation naturelle est d'environ 6 à 12 mois (Roig & Hernandez, 1991). Il se divise en 3 phases successives :

- ***Première Phase***

Cette phase est très importante dans l'élaboration des olives vertes de table. Elle est caractérisée par le développement intense d'une flore hétérogène composée de bactéries et de champignons.

Les bactéries sont représentées par des bactéries à Gram négatif, les bactéries lactiques et des espèces sporulantes. Les bactéries à Gram négatif sont représentées par les espèces appartenant aux genres *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Aerobacter* et *Aeromonas* (Loussert et Brousse, 1978).

Les bactéries lactiques sont représentées par les espèces appartenant aux genres *Leuconostos*, *Lactobacillus* et *Pediococcus* (Fleming, 1982). Les sporulées sont représentées par les genres *Bacillus* et *Clostridium* (Loussert et Brousse, 1978).

Les levures appartiennent aux genres *Candida*, *Pichia*, *Debaryomyces* et *Saccharomyces* (Alcala et Cancho, 1975). Les moisissures sont représentées par les genres *Penicillium* et *Aspergillus* (Fleming, 1982).

Au cours du temps et avec le développement des bactéries lactiques produisant les acides organiques, les autres groupes microbiens sont éliminés, sauf les levures et les moisissures qui résistent aux pH acides et aux concentrations élevées en NaCl. En effet, les bactéries Gram négatives, dominées par les coliformes, sont rencontrées en général dans les saumures dont l'acidité est faible; avec un pH compris entre 5,5 et 8,5 (Alcala et Cancho, 1975).

Dans le processus de fermentation des olives vertes, cette phase est très importante, car c'est à partir d'elle que se définit le sens d'évolution du processus. En effet, si les bactéries lactiques dominent, la fermentation évolue dans le bon sens. Dans le cas contraire, ce sont les bactéries à Gram négatif et les sporulés qui dominent et entraînent des altérations des olives.

### ● **2<sup>ème</sup> Phase**

Elle commence quand le pH de la saumure atteint des valeurs inférieures à 6. Les bactéries à Gram négatif diminuent et finissent par disparaître à un pH de l'ordre de 4,5.

Durant cette phase, les bactéries lactiques qui se sont développées durant la 1<sup>ère</sup> phase continuent leur croissance et dominent dans le milieu. On note notamment la prédominance des *Leuconostos*. Par contre, les *Lactobacillus* sont encore en début de croissance. À la fin de cette phase, les *Leuconostos* ne tolérant pas l'acidité diminuent pour être remplacés par les espèces du genre *Lactobacillus* tolérant les fortes acidités.

Les espèces de *Pediococcus* se développent en même temps que les *Leuconostos*, mais elles restent toujours moins importantes que ces dernières (Vaughn et Martin, 1972).

### ● **3ème Phase**

Durant cette phase finale, les *Leuconostos* et certains *Lactobacillus*, tolérant de faibles acidités, sont éliminés. Seule l'espèce *L. plantarum*, tolérant des acidités élevées, se développe bien dans le milieu durant cette phase.

Dans le cas d'une bonne fermentation, l'acidité produite atteint 0,8 à 1,2 % d'acide lactique. Celle-ci entraîne l'abaissement du pH à 3,8. On considère alors que la phase finale de la fermentation est achevée (Vaughn, 1975 ; Salvarredi, 1987).

## **II.4. PRINCIPALES ALTERATIONS DES OLIVES**

L'hétérogénéité de la flore bactérienne d'altération aboutit à une diversification des altérations d'olives. En effet, les principaux défauts rencontrés dans les olives mises en saumure sont les formations de poches de gaz, les ramollissements et les fermentations butyrique et putride.

### **II.4.1. Les détériorations gazeuses**

Elles sont caractérisées par la présence de poches de gaz à l'intérieur des fruits. Ceci les laisse flotter à la surface de l'eau. Cette altération est due aux gaz produits par les microorganismes (Loussert & Brousse, 1978) qui s'accumulent sous la pulpe des olives en provoquant des fissures qui peuvent atteindre le noyau. Cette altération est provoquée, généralement, par les coliformes et par les levures fermentaires (Marsilio, 1990).

L'incidence de cette altération est favorisée par les effets de certains facteurs d'environnement tels que : le pH, la salinité et la température. En effet, des pH supérieurs à 4,5, des températures élevées (>20°C) et des salinités très fortes (supérieures à 10%) ou très faibles (inférieures à 5%) entraînent cette altération (Fleming, 1982).

La prévention de cette altération se fait par maintien de la teneur en NaCl de l'ordre de 6 à 10% et des pH faibles de l'ordre de 4 (Fleming, 1982).

## **II.4.2. Les ramollissements**

Ils s'expriment par une perte de texture au niveau de la pulpe des olives, à cause de la dégradation du matériel pectique cellulaire. Cette dégradation a des origines:

- ☛ physiques : Températures élevées supérieures à 65 °C)
- ☛ chimiques : les concentrations élevées en soude entraînent une dégradation du matériel pectique, les faibles concentrations favorisent le développement de la flore responsable des ramollissements
- ☛ biologiques : certains microorganismes produisent des enzymes pectinolytiques, qui dégradent le matériel pectique des olives.

Les microorganismes responsables de cette altération peuvent être évités par un contrôle de la salinité et de l'acidité de la saumure et par un maintien de l'anaérobiose dans le milieu.

## **II.4.3. Fermentations anormales**

Les fermentations anormales ont lieu quand les conditions de la fermentation lactique désirée sont insuffisantes ( $\text{pH} > 5,4$ ). On distingue :

### ● ***Fermentations butyriques***

Elles sont caractérisées par une odeur butyrique. Elles sont causées par des espèces de *Clostridium* qui produisent de l'acide butyrique en anaérobiose quand le pH est voisin de la neutralité.

Cette altération est généralement rencontrée dans les grandes fermentations où l'homogénéisation des saumures est difficile et surtout lors des deux premières phases de la fermentation, et quand les saumures sont moins acides et riches en sucres fermentescibles (Loussert et Brousse, 1978).

### ● ***Fermentations putrides***

Elles sont caractérisées par un dégagement d'une odeur désagréable des matières organiques en décomposition, qui se transmet aux olives. Cette odeur est due aux  $\text{H}_2\text{S}$  produite dans le milieu. Les principales espèces qui en sont responsables

appartiennent aux genres *Clostridium* et *Pseudomonas* (Loussert & Brousse, 1978).

Les olives attaquées peuvent être récupérées par changement de la saumure plusieurs fois et par aération intense jusqu'à la disparition de l'odeur par oxydation de H<sub>2</sub>S.

- **Altération Zapateria**

Cette altération est également une fermentation mal odorante. Elle est parmi les altérations les plus connues qui attaquent les olives vertes à la façon Espagnole. Elle entraîne de grandes pertes économiques (Cancho et al., 1970). Les principaux microorganismes qui en sont responsables appartiennent aux genres *Clostridium* et *Propionibacterium*. Elle s'installe dans les saumures dont le pH est supérieur à 4,2.

Pour éviter cette altération. Il faut assurer une acidité élevée dans le milieu (pH de l'ordre de 3,8) et la présence de bactéries lactiques et des matières fermentescibles comme le saccharose ou le glucose (Salvarredi, 1987). D'autres auteurs ont rapporté que les microorganismes responsables de cette altération sont sensibles au sel (NaCl) surtout à des pH acides et à un traitement thermique de 60 °C pendant 0,8-2,5 min (Cancho et al., 1970).

#### **II.4.4. Les piqûres lactiques**

Cette altération se manifeste par la présence de points blancs, formés de colonies de *Lactobacillus*, en particulier *L. plantarum*, qui se développe au niveau des stomates des fruits. Elle n'affecte pas en grande partie les caractéristiques organoleptiques du produit fini (Reed, 1980).

### **II.5. OPERATIONS DE CONDITIONNEMENT**

Après fermentation, un ensemble d'opérations complémentaires prend place pour l'élaboration des olives de table :

**Triage et calibrage** : les olives sont acheminées vers des bandes transporteuses où prennent place les opérations de tri visant à éliminer les unités défectueuses et

les pédoncules. Les olives sont ensuite classées par calibre utilisant des calibreurs à câbles divergents.

**Conditionnement** : remplissage des boites ou des bocaux.

**Pesage** : pesage des boites remplis.

**Jutage** : les boites sont jutées avec une saumure.

**Blanchiment** : les boites jutées subissent un traitement thermique de quelques minutes à 80-100°C destiné à détruire les enzymes susceptibles d'altérer les olives, diminuer la charge bactérienne et dégazer le produit de l'oxygène dissout.

**Sertissage** : c'est l'assemblage mécanique du couvercle et de la boite assurant une fermeture étanche afin de diminuer les risques d'altération du produit.

**Pasteurisation** : l'olive verte confite conditionnée en récipients hermétique est un aliment acide nécessitant simplement une pasteurisation pour sa conservation.

## ***II.6. TRAITEMENT THERMIQUE: PASTEURISATION***

Afin d'éviter la flore d'altération, on procède par une pasteurisation des olives selon un barème couple temperature/temps, ce qui rend les olives plus stable pour une longue durée. Ce traitement a des effets bénéfiques sur la couleur des produits finis et sur leur conservabilité après fermentation. Les températures élevées conduisent à des altérations des fruits telles que la formation de cloques (Esquerino et al., 1986). Les cloques sont des poches subépidermiques dues au soulèvement de l'épiderme des fruits. L'amélioration de la fermentation des olives par le traitement thermique est due à l'augmentation de la perméabilité de la pulpe, qui favorise la sortie des sucres fermentescibles et la pénétration de l'acide lactique dans la pulpe et non à la dégradation des inhibiteurs qui sont stables même à 121°C pendant 15 min (Fleming et Eтчells, 1967).

Le traitement de pasteurisation consiste à une destruction de tous les germes pathogènes non-sporulés. La valeur pasteurisatrice correspond au temps en minutes de traitement à 70°C pour détruire de *Streptococcus faecalis*. On parle dans ce cas de semi-conserve.

Les traitements thermiques d'appertisation ou de pasteurisation couramment appliqués, peuvent être décrits comme la succession de quatre phases : une phase

de « Come Up Time » (CUT) consistant d'un délai de montée de la température de l'enceinte, jusqu'à la température de régime (Tr), suivie d'une phase de palier chaud durant laquelle la température de régime est maintenue constante, puis une phase de « Come Down Time » (CDT) consistant d'un délai de descente de la température de l'autoclave jusqu'à la température de l'eau de refroidissement, suivi d'un palier de refroidissement jusqu'à l'obtention de la température à cœur désirée (Abidi et al., 2011).

### **III. ÉTAT DES LIEUX DU SECTEUR MAROCAIN D'OLIVE DE TABLE**

L'olivier constitue au Maroc la principale essence fruitière, tant par le nombre d'arbres existant, que par l'importance sociale de sa culture avec 680.000 ha de terres réservées à l'olivier. Cette superficie, représente plus de 55% de l'ensemble de la surface arboricole du pays et 6,3 % de la superficie destinée à cette culture dans le monde, localisée principalement autour du bassin méditerranéen. Le pays est classé 6<sup>ème</sup> après l'Espagne (2,5 millions d'ha, soit 25 % de la superficie mondiale), l'Italie, la Grèce, la Tunisie (1,6 million d'ha) et la Turquie (DPV, 2006 et INRA Marrakech, 2010).

L'oléiculture nationale joue un rôle socio-économique très important, elle assure une activité agricole intense permettant de générer plus de 15 millions de journées de travail par an, soit l'équivalent de 70.000 emplois permanents (DPV, 2006). Ce secteur, qui intéresse plus de 400.000 exploitations agricoles, contribue dans une forte proportion à la formation du revenu d'une large frange d'agriculteurs. Il contribue également à combler à hauteur de 16% le déficit du pays en matière d'huiles alimentaires. De surcroît, le secteur oléicole participe à hauteur de 5% dans la formation du PIB Agricole (DPV, 2006).

### III.1. SITUATION D'OLIVE DE TABLE EN CONSERVE AU NIVEAU INTERNATIONAL

Une fois par an, le COI actualise des séries de statistiques mondiales sur la production, les importations, les exportations et la consommation. Les figures 3, 4, 5 reprennent les données mondiales, ventilées par pays, durant les cinq dernières campagnes des olives de table 2009-2014 (Figure 3, Figure 4, Figure 5). Par campagne d'olives de table, on entend la période de douze mois allant du 1<sup>er</sup> octobre au 30 septembre de l'année suivante.

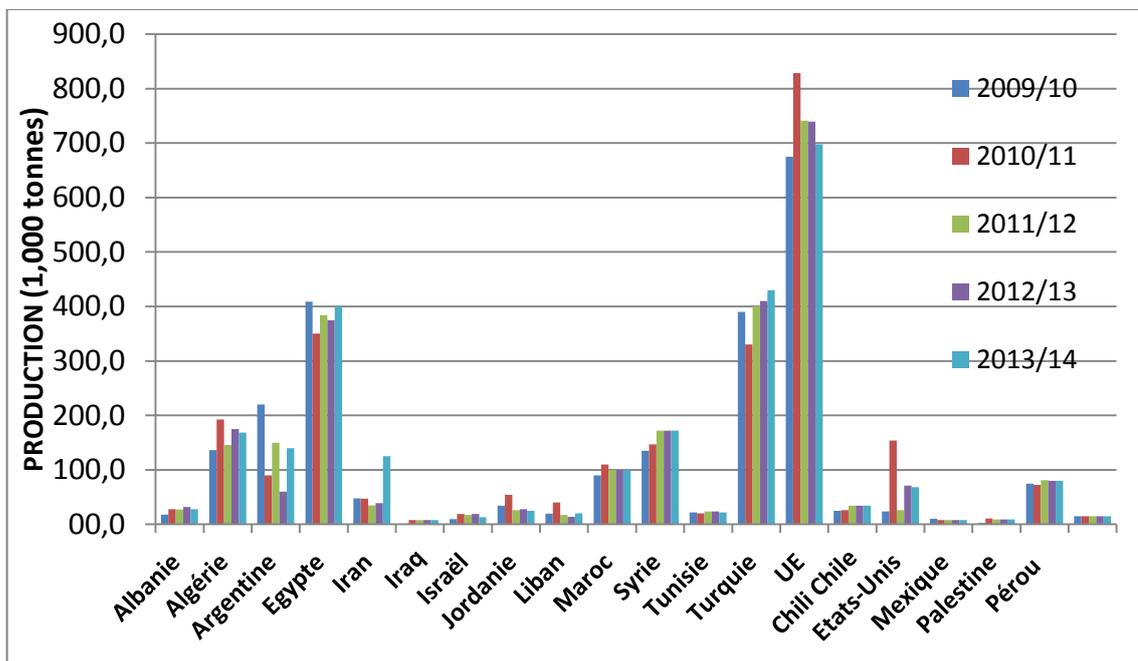


Figure 3 : Évolution de la production des olives de table (1 000 tonnes) sur la période (2009 - 2014) dans les principaux producteurs.

Parmi les freins aux exportations marocaines en olives de table, leur concentration sur un nombre limité de débouchés. En volume, la production moyenne des olives de table industrielles est de l'ordre de 100.000 tonnes (COI, 2014) dont 70% sont destinés à l'exportation (Maroc 4<sup>ème</sup> exportateur mondial) (Figure 6). Les principaux pays importateurs des olives de table marocaines demeurent la France 49%, les USA 23%, l'Italie et l'Allemagne (DPV, 2006). Les quantités commercialisées au niveau du marché national (30% de la

production) proviennent essentiellement des écarts de triage des exportations et sont commercialisées dans leur très grande partie (90%) en vrac.

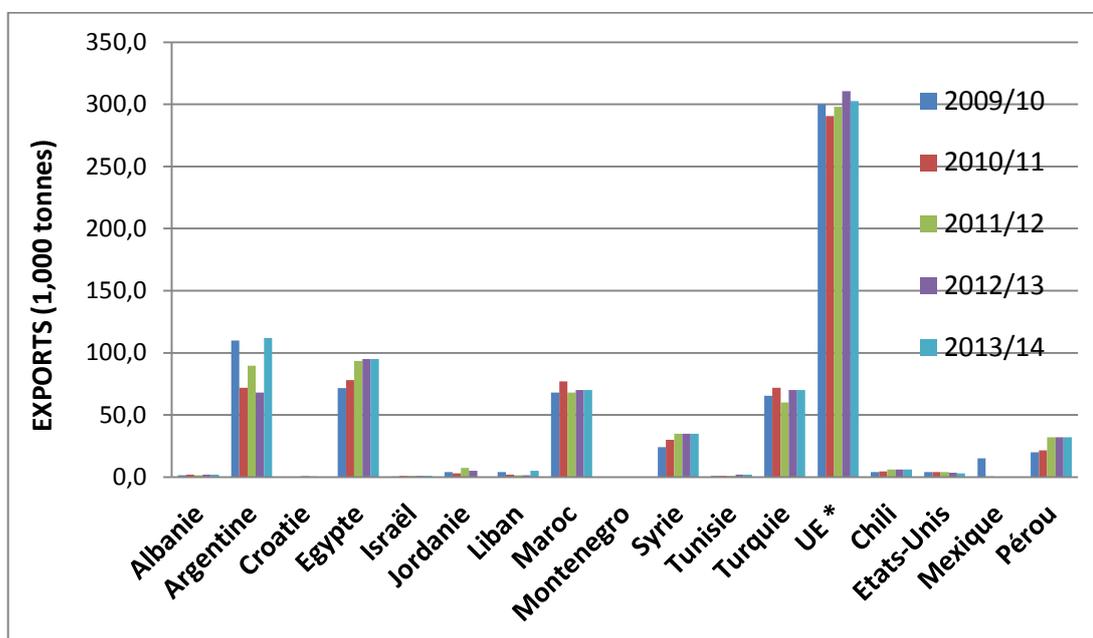


Figure 4 : Évolution des exportations des olives de table (1 000 tonnes) sur la période (2009 - 2014)

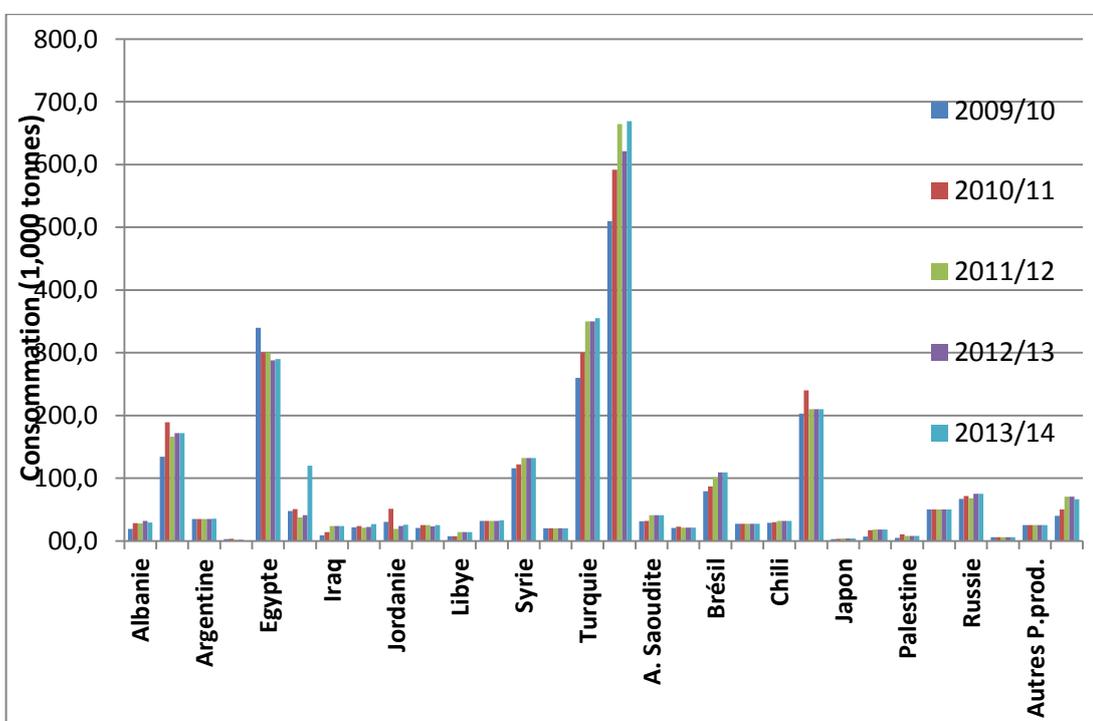


Figure 5 : Évolution de la consommation des olives de table en (1 000 tonnes) sur la période (2009 - 2014)

Il est à signaler que pour le développement des exportations de cette filière, le Maroc est amené à se conformer aux normes de qualité et d'hygiène de l'Union Européenne ou du Food and Drug Administration des Etats-Unis.

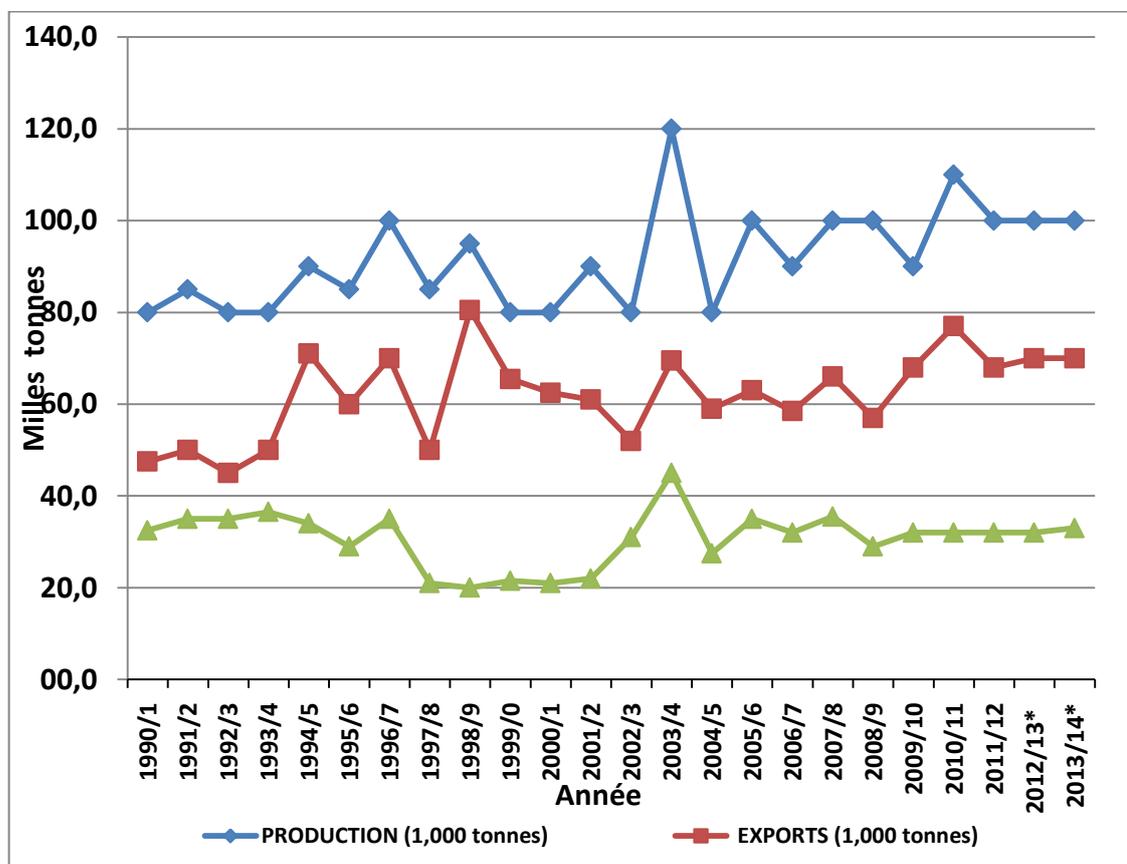


Figure 6: Production, consommation et exportations d'olives de table au Maroc 1990–2012 (1 000 tonnes) (Source : COI, 2014) (\* Estimation)

### III.2. SITUATION D'OLIVE DE TABLE EN CONSERVE AU NIVEAU NATIONAL

Au cours de la période allant de 2001/02 à 2009/2010, la production moyenne annuelle d'olives est environ 700.000 t, générant une production moyenne annuelle en huiles d'olive de 68.000 tonnes et en olives de table de 100.000 tonnes (INRA Marrakech, 2010). Cette production est destinée à raison de 65 % à la trituration et à 25 % à la conserverie, le reste, soit 10 %, est constitué par des pertes occasionnées par les différentes manipulations et l'autoconsommation.

La filière des conserves d'olive est composée de deux secteurs l'un traditionnel et l'autre moderne. L'activité traditionnelle de conservation d'olives n'est pas structurée et elle est essentiellement intégrée au commerce de détail exploitant

des techniques artisanales. La conservation moderne, quant à elle, est assurée par près de 68 unités constituant une capacité globale d'environ 190.000 tonnes par an [Ministère de l'économie et de Finances 2013].

La culture de l'olivier dans la région de Marrakech Tensift Al Haouz représente presque 16% du patrimoine national et contribue avec près de 25% à la production nationale d'olives et plus de 70% des exportations de conserves d'olives, à travers un réseau dense d'infrastructures agro-industrielles (INRA Marrakech, 2010).

L'essentiel de cette infrastructure est localisé à Marrakech et Fès. La production est de plus en plus diversifiée. Les usines offrent une panoplie de préparation d'olives de table portant sur les olives vertes, les olives noires et les olives tournantes. La liste des produits ne fait que s'allonger. Au niveau des olives vertes, on trouve des produits olives entières, olives cassées, olives dénoyautées, olives en rondelles, en tranches, à la sauce, farcie. La diversification concerne non seulement les produits mais aussi l'emballage.

Les quantités commercialisées au niveau local sont présentées en majorité en futs avec seulement près de 3.000 tonnes commercialisées sous forme conditionnée. La consommation intérieure des olives de table au Maroc, qui est évaluée actuellement à 1,5 kg/personne/an, demeure faible et la consommation totale de notre pays en ce produit ne constitue que près de 1,4 à 1,8% de la demande mondiale (Figure 6).

Cette filière est handicapée par de nombreuses faiblesses portant, en particulier, sur la fluctuation de l'offre et la faible qualité de la matière première, les mauvaises conditions de récolte et de collecte des olives ainsi que le circuit d'approvisionnement présentant de nombreux intermédiaires. En outre, cette activité souffre des incidences négatives de l'importance du secteur informel de conserveries d'olives, du niveau technologique inadéquat de l'outil de transformation, ainsi que de l'absence d'autocontrôle et d'assurance-qualité au niveau des unités de transformation. Par ailleurs, il est à noter que les olives en

fûts représentent plus de 50% des quantités exportées engendrant une importante perte en valeur ajoutée (Ministère de l'économie et de Finances 2013).

### ***III.3. LA POLITIQUE NATIONALE DE DEVELOPPEMENT D'OLIVE DE TABLE AU MAROC***

En raison de ses capacités d'adaptation à tous les étages bioclimatiques, les oliviers sont présents dans tout le pays, à l'exception de la bande côtière atlantique.

L'oléiculture connaît actuellement une grande expansion, avec un essor de la surface consacré aux oliviers qui est passée de 600 000 ha en 2005 à 840 000 en 2011. D'après les prévisions ce mouvement ascendant à essor de la ressource, en 2014, la surface oléicole atteint les 900 000 ha (Politiques Maroc Vert, 2012), notamment grâce à la mise en œuvre de programmes nationaux de développement de l'oléiculture.

Le gouvernement marocain et les industriels ont décidé que le secteur oléicole national exigeait d'être restructuré à moyen et long terme pour gagner en compétitivité et que l'ensemble des acteurs économiques et parties prenantes du secteur devaient s'impliquer dans ce processus de modernisation.

En 2009, un accord servant de cadre à la mise en œuvre d'un programme proposant des actions concrètes et ciblées à différents niveaux de la filière.

Cet accord s'inscrit dans le cadre plus ample de l'ambitieux plan de développement agricole du Maroc, connu comme le plan *Maroc vert* (Tableau 3). Conçu pour rendre le secteur oléicole plus compétitif, ce programme a pour objectifs de cultiver des oliviers sur 1 220 000 ha, de produire près de 2,5 millions d'olives brutes, et d'exporter 120 000 t d'huile d'olive et 150 000 t d'olives de table d'ici 2020.

**Tableau 3 : Plan Maroc vert pour 2020 : objectifs du secteur d'olive de table**

<b>Superficie (ha)</b>	<b>1 220 000</b>
Production totale d'olives de table (tonnes)	320 000
Consommation nationale (kg/tête/an) d'olives de table	5
Exportations des olives de table (tonnes)	150 000

Les actions prévues pour optimiser et restructurer le secteur oléicole à l'horizon 2020 comprennent :

- ☛ la création de nouvelles plantations sur plus de 440 000 ha ;
- ☛ la régénération des oliveraies existantes sur 300 000 ha ;
- ☛ l'installation de systèmes de micro-irrigation sur 136 000 ha de nouvelles plantations ou déjà existantes ;
- ☛ l'identification des projets d'agrégation potentiels ;
- ☛ le renforcement de programmes de transfert de technologies, de formation et de support technique pour les producteurs, en accord avec les besoins du secteur ;
- ☛ le renforcement de la recherche sur la culture de l'olivier et l'extraction de l'huile d'olive.

Les principaux axes de l'accord du programme sont (Source : ministère de l'Agriculture du Maroc) :

- ☛ la réalisation des 510 projets associés visant à améliorer la productivité et la qualité
- ☛ un développement stable et durable ;
- ☛ l'installation de deux pôles de recherche en oléiculture à Marrakech et à Meknès pour renforcer les efforts dans ce domaine ;
- ☛ la promotion et la diversification des exportations ;
- ☛ le renforcement des programmes de supervision et de recherche appliquée.

#### **IV. OUTILS DE MANAGEMENT DE LA SECURITE DES ALIMENTS**

##### ***IV.1. LA SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS***

La notion de la sécurité des denrées alimentaires est liée à l'occurrence de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires et n'inclut aucun autre aspect de la santé de l'homme tel que la manipulation (ISO 22000, 2005).

La sécurité sanitaire est, pour les aliments, un terme d'apparition récente, dont l'emploi a été consacré au Maroc par la loi n° 28-07 promulguée par le Dahir n°1-10-08 du 26 Safar 1431 (11 février 2010), cette dernière précise les prescriptions relatives à la sécurité des denrées alimentaires dans les termes suivants (article 4) :

Aucune denrée alimentaire ou produit destiné à l'alimentation animale ne peut être importée, mise sur le marché national ou exportée si elle constitue un danger pour la vie ou la santé humaine et animale.

Une denrée alimentaire est dite dangereuse si elle est considérée comme :

- ☛ Préjudiciable à la santé ;
- ☛ Impropre à la consommation humaine.

Un produit destiné à l'alimentation animale est considéré comme dangereux s'il :

- ☛ a un effet néfaste sur la santé humaine ou animale;
- ☛ rend les denrées alimentaires, obtenues à partir de l'animal qui a absorbé ledit produit, dangereuses pour la vie ou la santé humaine (Loi N° 28-07, 2010).

#### **IV.1.1. Sécurité des aliments et commerce mondial**

La sécurité sanitaire des aliments occupent une place de plus en plus importante dans le commerce international. Cet intérêt s'est manifesté par la création de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) qui s'est substituée au GATT en avril 1994 et par la conclusion de deux accords spécifiques à Marrakech:

L'accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS) qui précise les nouvelles règles qui régissent les pratiques commerciales au niveau international.

L'accord sur les obstacles techniques au commerce (OTC) qui concerne pour sa part, dans le domaine agricole et alimentaire, les règles qui ne relèvent pas de l'accord SPS (FAO/OMS, 2008).

#### **IV.1.2. Organisations internationales chargées de la sécurité des aliments**

Sur le plan international, trois institutions ont reçu des missions complémentaires dans le domaine de la sécurité des aliments, il s'agit de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), de l'organisation mondiale de la santé (OMS) et l'office international des épizooties (OIE).

Les questions de sécurité des aliments sont aussi abordées par d'autres organisations internationales : le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) et l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

#### **IV.1.3. Sécurité des aliments au Maroc**

Profondément préoccupé par les problèmes liés à l'ingestion des aliments non sûrs, le Maroc a entamé ces dernières années une intense activité dans la perspective d'améliorer la capacité et l'efficacité de son système national de sécurité sanitaire des aliments. Cette activité s'est traduite par la création de l'office national de la sécurité des aliments (ONSSA) et la promulgation de la loi sur la sécurité sanitaire des aliments. Placé sous la tutelle du ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, l'ONSSA est un établissement public ayant pour principaux objectifs : le renforcement du contrôle alimentaire au niveau national et à l'exportation, l'assurance de la salubrité des produits mis en vente, la réduction du nombre de maladies transmises par les aliments, notamment les intoxications alimentaires, et la garantie d'un environnement juridique transparent aux investisseurs afin de sécuriser leurs investissements dans le secteur agroalimentaire.

La loi n° 28-07 relative à la sécurité sanitaire des produits alimentaires comporte trente articles définissant son champ d'action, les conditions générales de mise sur le marché, la traçabilité et l'étiquetage des produits alimentaires.

Cette loi a pour objectif :

- ☛ L'établissement des principes généraux de sécurité sanitaire des denrées alimentaires ;
- ☛ La détermination des conditions dans lesquelles les denrées alimentaires et les aliments pour animaux doivent être élaborés, produits et commercialisés pour être qualifiés de produits sûrs ;
- ☛ Indication des règles obligatoires d'information du consommateur, via l'étiquetage des denrées alimentaires et des aliments pour animaux et la détermination des documents d'accompagnement.

#### **IV.1.4. Les outils de management de la sécurité des aliments**

Pour gagner la confiance du consommateur qui est devenu de plus en plus exigeant, les gouvernements et les acteurs privés de la distribution ont mis en place des règles pour les entreprises agroalimentaires. Il s'agit de lois, de normes ou de référentiels applicables dans un but de précaution ou de prévention et dont l'objet est la maîtrise des risques liés à la sécurité des aliments. Les différentes initiatives prises par des pays comme le Danemark, l'Allemagne, la France, l'Angleterre ou les Pays-Bas ont engendré des confusions et des complications pour les producteurs, obligés de se conformer à plusieurs référentiels. Parue en septembre 2005, la norme internationale ISO 22000 entend lever ces inconvénients.

Elle est l'aboutissement d'une longue maturation visant, notamment, à normaliser l'application de la méthode HACCP, définie par le Codex Alimentarius.

**Le système HACCP** : l'HACCP permet à chaque entreprise d'étudier les dangers et de définir des points critiques essentiels pour maîtriser la sécurité alimentaire de ses produits, tout au long de leurs procédés d'élaboration. D'un point de vue réglementaire, cette méthode est devenue obligatoire et incontournable pour toute entreprise agroalimentaire.

**L'ISO 22000** est une norme internationale relative à la sécurité des produits alimentaires. ISO 22000 est d'ailleurs une abréviation de son actuel intitulé,

qui est ISO 22000:2005 «*Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires – Exigences pour les organismes à tous les niveaux de la chaîne alimentaire* ».

**Les Référentiels BRC (1998) et IFS (2003) des distributeurs :** Les distributeurs et les propriétaires de marques ont, selon la "Food Law" européenne, la responsabilité légale de leurs marques. Ils ont donc élaborés des référentiels privés qu'ils imposent à leurs fournisseurs fabricants de produits alimentaires à marques de distributeurs.

**Paquet Hygiène :** Pour simplifier sa politique de sécurité sanitaire des denrées alimentaires, l'Union européenne a mis en application le «Paquet Hygiène » le 1 janvier 2006 , ce paquet qui est composé de 5 règlements et de 2 directives a pour objectif d'améliorer la sécurité sanitaire des aliments en renforçant les conditions d'hygiène de la fourche à la fourchette ainsi que la responsabilité de l'ensemble des professionnels de la filière agro-alimentaire.

## ***IV.2. LE SYSTEME QUALITE: HACCP***

### **IV.2.1. Mise en œuvre du système HACCP et des programmes préalables**

La Commission européenne a reconnu l'importance de la lutte contre les flambées des intoxications alimentaires dues à l'augmentation du nombre de repas consommés hors foyer, en parallèle avec la gamme croissante de plats préparés. Ce changement de mode de vie des consommateurs souligne la nécessité de moyens de contrôle d'hygiène alimentaire (Wilson et al, 1997) plus efficaces.

On sait beaucoup plus maintenant sur l'étendue de maladies d'origine alimentaire et leur gravité, non seulement en termes de maladie aiguë, mais aussi en termes de maladies chroniques à long terme. Ces maladies touchent un segment croissant de la population, à savoir, les femmes enceintes, les personnes âgées, les très jeunes enfants et les personnes immunodéprimées, qui sont particulièrement sensibles aux maladies d'origine alimentaire (Woteki et al., 2001).

Selon la définition du Codex Alimentarius, l'HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point : Analyse des dangers-Points critiques pour leur maîtrise) constitue un système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments. L'étude doit reposer sur des données scientifiques, prenant en compte de larges domaines (santé publique, production, microbiologie, hygiène, environnement, chimie etc.). C'est un système avant tout axé sur la prévention : il permet d'analyser les dangers possibles tout au long du processus et de définir les mesures à prendre pour maîtriser ces dangers afin d'assurer la salubrité de l'aliment.

De ce fait l'HACCP est un système d'assurance de la sécurité des aliments qui donne une méthodologie pour identifier et évaluer les dangers associés aux différentes étapes d'une production et pour définir les moyens nécessaires à leur maîtrise (Jouve, 1991).

D'une manière générale le système HACCP fait partie intégrante d'un système de management qualité et de la sécurité alimentaire en agroalimentaire. Sa mise en place est obligatoire d'un point de vue réglementaire (loi 28/07).

Avant de concevoir un plan HACCP, les services d'alimentation devraient être en mesure de démontrer la conformité continue aux BPF, aux exigences réglementaires d'accès au marché. La confirmation des conditions préalables indispensables signifie que l'équipe HACCP peut se concentrer sur une véritable conception d'un plan HACCP pour le produit particulier et le processus choisi, sans avoir besoin de répondre à plusieurs reprises aux exigences d'hygiène communes à tous les processus, et applicables à la plupart des étapes du processus dans chaque diagramme de flux de l'HACCP. Les conditions préalables seront souvent génériques à tous les processus à un certains lieux (Lee & Hathaway, 1998).

L'Organisation Mondiale de la Santé a également publié une définition pour les conditions préalables (OMS, 1993) "pratiques et conditions nécessaires avant et pendant la mise en œuvre du système HACCP et qui sont essentiels pour la sécurité alimentaire" et a mentionné que ceux-ci sont décrits dans les principes

généraux de la Commission du Codex Alimentarius de l'hygiène alimentaire et autres codes de pratiques.

La FDA a souligné le rôle des programmes préalables (PRP) pour la mise en œuvre du système HACCP (Griffith, 2000). Le concept de programme préalable (PRP) et comment il va bénéficier le système HACCP avaient été signalés par Wallace & Williams (2001). Il a été recommandé que, avant d'utiliser la HACCP, un programme préalable est nécessaire (Seward, 2000). Si les PRP ne sont pas utilisés, il y aura probablement un gaspillage de ressources et d'argent et pourrait causer plus de résistance pour l'utilisation future et la mise en œuvre du système HACCP. PRP, qui soutiennent le plan HACCP, comprend souvent les procédures d'exploitation normalisées également appelés (SOP), incluant les bonnes pratiques d'hygiène personnelle, les programmes de nettoyage et d'assainissement, la pratique de la conception des installations propres et d'entretien du matériel, et la sélection des fournisseurs et les programmes spécifiques de contrôle de la contamination croisée (National Restaurant Association Educational Foundation, 2002).

### **Principes du système HACCP**

La mise en œuvre d'un programme d'assurance qualité utilisant la démarche HACCP repose sur les 7 principes de base :

1. Identification des risques potentiels : Principe -1-
2. Détermination des points critiques pour la maîtrise (CCP) : Principe -2-
3. Établissement des limites critiques : Principe -3-
4. Établissement d'un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP : Principe -4-
5. Détermination des mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisée : Principe -5-
6. Application des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement : Principe -6-
7. Constitution des dossiers et tenir des registres : Principe -7-

#### **IV.2.2. HACCP et exigences de la norme ISO 22000**

Dans un but d'harmonisation des référentiels et des démarches de management de la sécurité des aliments, l'organisation internationale de la normalisation (ISO) a développé le système de management de la sécurité des denrées alimentaires ISO 22000 : 2005. Cette dernière est alignée sur la norme ISO 9001 : 2000, et elle est conçue de façon à apporter de nouvelles approches pour une maîtrise efficace des dangers lors de la mise en place du système HACCP (Hajib, 2006).

En fait, l'introduction de dangers relatifs à la sécurité des denrées alimentaires peut survenir à n'importe quelle étape de la chaîne alimentaire (Jacob et Dorte, 2004). C'est pour cette raison que la norme ISO 22000 concerne tous les acteurs de la chaîne alimentaire « de la fourche à la fourchette » : les organismes qui sont directement impliqués (producteurs, transformateurs et distributeurs), et aussi les autres qui sont indirectement impliqués dans la chaîne (fournisseurs de matériaux d'emballages, produits de nettoyage...).

Le système de management de la sécurité des aliments (SMSA) ISO 22000:2005 est basé sur 4 éléments, considérés comme essentiels par la Norme pour garantir la sécurité des aliments à tous les niveaux de la chaîne alimentaire, jusqu'à l'étape finale de consommation. Il s'agit de :

- ☛ L'interactivité de la communication ;
- ☛ Le management du système ;
- ☛ Les principes HACCP ;
- ☛ Les programmes préalables.

La norme ISO 22000 reprend fidèlement les principes du système HACCP (analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise) ainsi que les étapes d'application mises au point par le Codex Alimentarius (2003). Elle les associe de façon dynamique et intelligente aux programmes préalables (PRP) nécessaires pour maîtriser et ramener à un niveau acceptable les dangers liés à la sécurité des aliments identifiés pour les produits finis lors de leur transmission à l'étape suivante de la chaîne alimentaire.

Les programmes préalables (PRP) sont répartis selon les deux catégories suivantes :

- ☛ Les programmes concernant les infrastructures et la maintenance (PRP) : utilisés pour répondre aux exigences élémentaires en matière d'hygiène alimentaire et de bonnes pratiques (de fabrication, d'agriculture, d'hygiène, etc.), ils sont de caractère relativement constant.
- ☛ Les programmes préalables opérationnels (PRPo) : sont des PRP « spécifiques », applicables aux procédés, identifiés par l'analyse des dangers comme essentiels pour maîtriser la probabilité d'introduction de dangers liés à la sécurité des aliments et la contamination dans le produit ou dans l'environnement de la production, non gérés par le plan HACCP et pas forcément contrôlés et surveillés en continu.
- ☛ Il nous est permis de constater que cette Norme (ISO 22000) constitue un hybride de la norme ISO 9001, du HACCP et des programmes préalables, tout en tenant compte des exigences réglementaires et celles des clients. Cette norme a été élaborée comme une norme pouvant servir de support à un audit afin d'en faciliter l'application. Cependant, chaque organisme est libre de choisir les méthodes et les approches nécessaires à la satisfaction des exigences de la norme.

### **Principaux chapitres de la norme ISO 22000**

La structure de la norme ISO 22000 tient compte des dispositions contenues dans la norme ISO 9001:2000 afin de permettre une parfaite compatibilité et complémentarité avec les différents référentiels de management couramment utilisés par les entreprises. Cette norme est divisée en 8 sections:

- ☛ Domaine d'application (chapitre 1);
- ☛ Références normatives (chapitre 2) ;
- ☛ Termes et définitions (chapitre 3);
- ☛ Système de management de la sécurité des denrées alimentaires (chapitre 4) ;

- ☛ Responsabilité de la direction (chapitre 5) ;
- ☛ Management des ressources (chapitre 6) ;
- ☛ Planification et la réalisation de produits sûrs (chapitre 7) ;
- ☛ Validation, vérification et amélioration du système de management de la sécurité alimentaire (chapitre 8).

## **V. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE**

Dans le domaine industriel des olives de tables, très peu de travaux scientifiques traitent la sécurité alimentaire en se basant sur des normes qualité (HACCP, ISO 22000, BRC, IFS, etc.). Les travaux scientifiques qui existent s'intéressent généralement à l'aspect procédé surtout l'étape de la fermentation ; ni au moins au Maroc aucune étude sur l'optimisation du barème thermique en relation avec la conserve végétale n'a été traitée.

Sur le plan commercial, les olives de tables sont soit vendues en vrac sur le marché local ou en conserve à l'échelle industrielle. Au Maroc, chaque segment connaît des contraintes sanitaires :

- ☛ Au niveau du secteur de la distribution des olives de tables vendue en vrac, on enregistre:
  - L'absence des normes ou guides des bonnes pratiques de fabrication et des règles des bonnes pratiques d'hygiène.
  - L'absence de données en matière de la recherche scientifique en relation avec la sécurité sanitaire et alimentaire des olives de tables vendues en vrac.
  - L'absence d'une vision globale sur les problèmes alimentaires et sanitaires du secteur.
  - L'absence des études faisant le lien entre les signes de manque d'hygiène et leurs causes réelles.
- ☛ Au niveau du secteur industriel des olives de tables en conserves, on enregistre:

- Une diminution significatives des volumes des exportations par l'instauration par l'UE des barrières douanières non tarifaires pour l'instauration des règlements qui obligent les pays exportateurs à l'instauration des démarches de la sécurité alimentaire basé sur des normes qualités (HACCP, Traçabilité...) surtout le règlement 178/2002 (mis en application en janvier 2005).
- Un prix de revient trop élevé par un manque d'organisation du système d'information et du suivi des contrôles qualités etc., ce qui rend le produit peu compétitif sur le marché international.
- Un traitement excessif en matière de traitement thermique, par un souci microbiologique, ce qui peut entraîner une dégradation de la qualité nutritionnelle et organoleptiques.

Afin de contribuer à la résolution de ces problèmes, nous devons, d'une part, comprendre la réalité sanitaire du secteur des olives de tables vendues en vrac sur le marché local, ceci à travers une caractérisation physico-chimique et bactériologique de ce dernier. D'autre part, et en vue de comprendre la relation causes-effets des signes de la non qualité hygiénique, une enquête sur les lieux des ventes sera programmée. L'interprétation des résultats obtenus, permettra de déduire les actions à entreprendre.

Parallèlement à cette étude, nous allons procéder à une autre étude à l'échelle industrielle qui porte sur :

- ☛ La réalisation d'un diagnostic qualité au sein d'une conserverie d'olives de table leader du domaine au niveau export.
- ☛ La mise en place d'une démarche de maîtrise de la sécurité alimentaire basée sur l'HACCP, la traçabilité et la norme ISO 22000.
- ☛ La mise en place d'un système de traçabilité en vue de répondre à certaines exigences normatives et surtout réglementaires (Règlement CE 178/2002 et la loi 28/97) :
  - La traçabilité en amont : par l'instauration des cahiers de charge en vue de maîtriser la chaîne en amont avec tous les risques qui en découlent.

- La traçabilité à l'usine : par l'instauration d'un système de suivi de la transformation depuis la réception jusqu'à l'expédition de la marchandise, en retraçant toutes les étapes de la transformation.
  - La traçabilité en aval : par la mise en place d'une base de données qui va permettre à l'industriel de retracer avec des clients le devenir de la marchandise expédiée pour une meilleure gestion des risques alimentaires, ce qui va faciliter le rappel de ces produits du marché en cas de non-conformité.
- ☛ L'amélioration du procédé des olives de tables à travers :
- L'optimisation des principales étapes qui n'ont pas fait l'objet de recherches ultérieures spécialement l'optimisation du barème thermique de la pasteurisation des olives de tables.

**2ème Partie**  
**ETUDE EXPÉRIMENTALE**

**CHAPITRE I**  
**QUALITE HYGIENIQUE DES OLIVES DE TABLE**  
**VENDUS EN VRAC DANS LA REGION MARRAKECH-**  
**TENSIFT-EL HAOUZ.**

# CHAPITRE I: QUALITE HYGIENIQUE DES OLIVES DE TABLE VENDUS EN VRAC DANS LA REGION MARRAKECH-TENSIFT-EL HAOUZ

---

## I. INTRODUCTION

En pratique, les aliments fermentés ont été considérés comme moins susceptibles de causer une infection d'origine alimentaire ou une intoxication. Ceci grâce à la survenue, lors de leur fermentation, des facteurs antimicrobiens: y compris une activité de l'eau ( $a_w$ ) faible, un pH acide, une teneur élevée en sel et des concentrations élevées en acides gras, ainsi que d'autres composés chimiques tels les polyphénols présents naturellement dans les olives (Tantaoui-Elaraki et al., 1990 ; Asehraou et al., 1992). En général, dans la littérature il a été reporté que les olives vertes de table sont préservés grâce à ces facteurs de l'altération par *Bacillus* et /ou *Clostridium* ou autres micro-organismes indésirables.

Cependant, malgré que la transmission de bactéries pathogènes dans les olives vertes fermentées n'a pas été documentée jusqu'à maintenant, et qu'aucune épidémie n'a été liée à leur consommation, le risque de contamination par *Listeria monocytogenes* et *Escherichia coli* O 157: H7 a été signalé récemment par certains scientifiques (Spyropoulou et al., 2001 ; Rubia-Soria et al., 2006). Ces auteurs ont pu démontrer que les agents pathogènes pourraient survivre plus tard dans les olives vertes fermentées posant donc un plus grand risque en cas de non stabilité du produit.

L'occurrence de *S. aureus* dans les olives vertes salées à sec a été aussi signalée (Asehraou et al., 1992). Floriano et al. (1998) ont aussi isolé des *S. aureus* dans les olives vertes fermentés style espagnol. Pereira et al. (2008) ont également démontré que des coliformes et streptocoques fécaux ou entérocoques sont détectés seulement dans les échantillons d'olives vertes de table qui venaient du marché traditionnel. Ces micro-organismes sont des indicateurs de contamination fécale récente, leur présence dans les échantillons révèlent l'absence de bonnes

pratiques d'hygiène si ce n'est pas au cours de la fabrication, c'est par la suite lors des manipulations ultérieures de l'environnement externe des olives lors de la vente. Pereira et al. (2008) ont détecté des spores de *Clostridium* réducteurs de sulfite (SRC) et ont suggéré que leur présence dans un produit stérilisé indique soit un traitement thermique insuffisant ou une contamination post-stérilisation. Selon les recommandations d'hygiène, les olives vertes conservées par pasteurisation thermique (telles que les olives vertes noircies par oxydation) doivent recevoir un traitement suffisant dans le temps et une température adéquate pour détruire les spores de *Clostridium botulinum* qui peuvent proliférer ultérieurement (COI, 2004).

Dans cette étude, nous envisageons d'évaluer la qualité hygiénique des olives vertes de table vendues en vrac dans la région Marrakech-Tensift El Hawz (15 provenances). L'ensemble des facteurs physico-chimiques qui contrôlent leur qualité (pH, Acidité, teneur en sel) a été déterminé.

Les analyses microbiologiques ont concerné les pathogènes « coliformes totaux, fécaux, streptocoques fécaux, clostridies et staphylocoques », FMAT et les utiles ou moins inoffensives « bactéries lactiques, levures et moisissures ».

## **II. MATERIEL ET METHODES**

### ***II.1. LA COLLECTE DES OLIVES VERTES DE TABLE***

Les échantillons ont été prélevés dans le marché traditionnel. Dans chacune des 15 provenances de la région Marrakech-Tensift El Hawz, 10 échantillons d'olives vertes vendus en vrac ont été prélevés chez différents vendeurs.

### ***II.2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES***

#### **II.2.1. pH**

Les valeurs de pH ont été déterminées par l'utilisation d'un pH-mètre. 20 g de l'échantillon ont été mélangés dans un mixeur avec 50 ml d'eau distillée jusqu'à l'obtention d'une suspension fluide (Asehrou et al., 1992).

#### **II.2.2. Acidité**

Les valeurs d'acidité de la matière grasse extraite à partir d'olives vertes ont été déterminées par un titrage avec NaOH N/100 en utilisant le bleu de thymol comme indicateur de pH. La partie grasse a été extraite par l'hexane (Asehrou & al., 1992]. L'acidité libre est exprimée en % d'acide lactique.

#### **II.2.3. Teneur en sel**

Le niveau de chlorure de sodium dans les échantillons a été déterminé sur la même suspension préparée pour la détermination du pH. 10 ml de la partie aqueuse ont été dilués (1:100) dans l'eau distillée et titrés par une solution de nitrate d'argent N/100 en présence de chromate de potassium (Asehrou et al., 1992).

### ***II.3. ANALYSE MICROBIOLOGIQUE***

Une prise d'essai de 10 g de chaque échantillon a été mélangée avec 90 ml d'eau distillée. Le mélange homogénéisé présente la solution mère utilisée pour la

fabrication d'une série de dilutions pour les autres déterminations microbiologiques.

### **II.3.1. FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale)**

Le dénombrement de la FMAT a été effectué après dilutions appropriées de l'échantillon dans le bouillon eau peptonée tamponnée puis ensemencement sur milieu Plate Count Agar (PCA) et incubation à 30 °C pendant 72 heures (Norme NM ISO 4833, 2008).

### **II.3.2. Coliformes totaux(CT) et coliformes fécaux (CF)**

Le dénombrement des coliformes totaux est effectué sur gélose Desoxycholate Citrate Lactose (DCL) ; ces derniers sont incubés à 30 °C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux, le dénombrement des colonies rouges est effectué après 24h d'incubation (Normes NM 08.0.124, 2006).

### **II.3.3. Staphylocoques**

L'enrichissement a été effectué sur milieu nutritif en utilisant 3 tubes par dilution. Les tubes montrant un trouble après 24 heures d'incubation à 37°C ont été étalés sur Mannitol-sel-Agar. Les colonies jaunes qui apparaissent sur ce milieu sont vérifiées pour les réactions de Gram et de la catalase (Asehraou et al., 1992).

### **II.3.4. Bactéries sporulées : Clostridium sulfite réducteurs (CSR)**

Le dénombrement des CSR a été réalisé sur le milieu SPS (Sulfite de Sodium – Polymixine - Sulfite de Cystéine). La solution mère subie un traitement thermique à 80°C pendant 10 min. Ensuite, l'ensemble est incubé à 30°C pendant 24 à 48 h. Seules les colonies noires seront comptées (Normes NM 08.0.125, 2006).

### **II.3.5. Bactéries lactiques**

L'isolement des bactéries lactiques est effectué sur milieu de Man Rogosa et Sharpe (MRS). L'incubation est effectuée à 30°C pour les espèces mésophiles et

à 45°C pour les espèces thermophiles pendant 48 h. Après incubation, les colonies rondes ou lenticulaires sont dénombrées (Normes NM ISO 15214, 2007).

### **II.3.6. Dénombrement**

Après incubation, à différentes températures, on procède à un dénombrement de chacun des microorganismes et les résultats obtenus sont notés sur un tableau N°4 pour comparaison avec les normes : ils s'expriment en nombre de germes UFC/ ml d'eau.

### **II.3.7. Analyse des levures et moisissures**

La procédure d'application à la surface de l'agar de pomme de terre et dextrose et de l'agar de malt a été appliquée. Les boîtes sont incubées à 27°C. Les colonies de moisissures et de levures sont comptées dans le même milieu respectivement après 4 et 7 jours (Asehrou et al., 1992).

## ***II.4. ANALYSES STATISTIQUES***

L'analyse multidimensionnelle « analyse en composantes principales ACP » a été appliquée pour déterminer les corrélations entre les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques des olives vertes de table à l'aide du logiciel SPSS (2012).

### III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Selon la littérature, les olives vertes de table fermentées qui ont atteint des niveaux appropriés de pH et d'acidité après la procédure de fermentation devraient être salubres. La présence de sel, d'acides lactique et d'acide acétique dans la saumure du produit final sont considérés comme un facteur majeur pour accroître l'hygiène microbienne (Tantaoui-Elaraki et al., 1990 ; Asehrou et al., 1992).

Cependant, les olives vertes sont par la suite exposées à un risque élevé de contamination qui vient de leur environnement soit lors de leur commercialisation en vrac, dans des récipients ouverts, soit apporté par d'autres matières utilisées pour la farce.

D'après les résultats obtenus illustrés dans le Tableau 4, nous constatons bien une contamination bactérienne significative des olives vertes de table et dans presque toutes les zones étudiées.

L'énumération de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) dans les échantillons collectés a montré qu'il y a une charge importante dans toutes les olives de table. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans les échantillons en provenance d'Aït Ourir, Marrakech et Tahannaout.

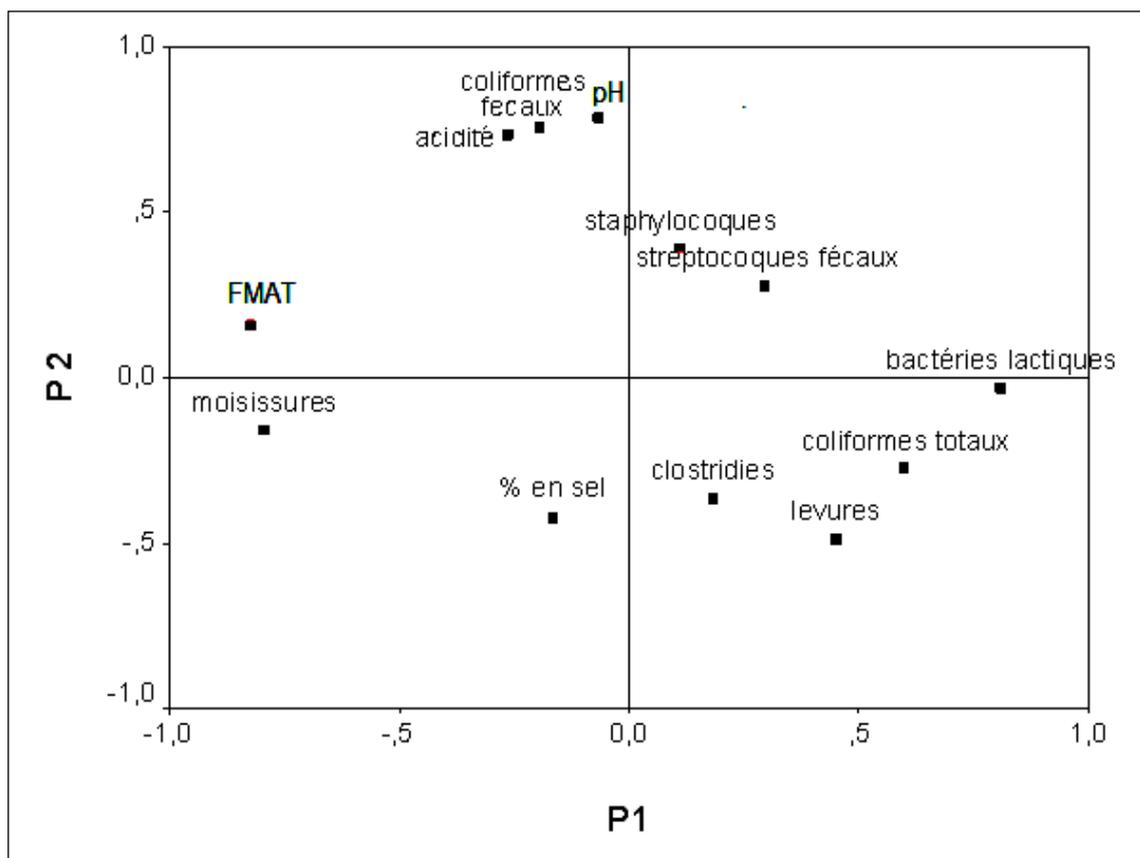
L'analyse réalisée a révélée également la contamination de la moitié des échantillons en coliformes totaux avec une forte contamination dans le cas des échantillons en provenance de Kal'at Sraghna et Laattaouia. Cependant, les coliformes fécaux et les staphylocoques sont absents dans presque la totalité des échantillons sauf ceux prélevés à Sidi Bou Othmane et Chichawa respectivement. Les streptocoques fécaux et les clostridies sont aussi présents dans la majorité des échantillons analysés avec une forte contamination dans le cas des échantillons d'Essaouira et Ourika pour les streptocoques fécaux et Aït Ourir et Skhour Rhamna pour les clostridies.

**Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques & microbiologiques des olives de table de la région de Marrakech-Tansift-El Hawz**

Provenance	Effectif analysé	FMAT (UFC /ml)	Bactéries lactiques (UFC /ml)	Levures (UFC /ml)	Moisissures (UFC /ml)	Coliformes totaux (UFC/ml)	Coliformes fécaux (UFC /ml)	Streptocoques fécaux (UFC /ml)	Clostridies (UFC /ml)	Staphylocoques (UFC /ml)	pH	Acidité %	Sel %
Marrakech	10	456.10 <sup>4</sup>	8.10 <sup>4</sup>	278.10 <sup>5</sup>	22.10 <sup>5</sup>	0	0	2.10 <sup>4</sup>	0	0	4,32	0,39	4,48
Chichawa	10	148.10 <sup>4</sup>	156.10 <sup>4</sup>	322.10 <sup>3</sup>	0	26.10 <sup>3</sup>	0	102.10 <sup>2</sup>	16.10 <sup>4</sup>	2.10 <sup>4</sup>	5,54	0,54	3,04
Skhour Rhamna	10	224.10 <sup>4</sup>	58.10 <sup>4</sup>	22.10 <sup>4</sup>	13.10 <sup>5</sup>	0	0	256.10 <sup>2</sup>	98.10 <sup>4</sup>	0	4,17	0,53	3,04
Kal'at Sraghna	10	62.10 <sup>4</sup>	782.10 <sup>4</sup>	676.10 <sup>5</sup>	0	170.10 <sup>4</sup>	0	0	15.10 <sup>4</sup>	0	4,16	0,17	4,37
Tamlalt	10	302.10 <sup>4</sup>	374.10 <sup>4</sup>	322.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	1.10 <sup>4</sup>	0	5,31	0,10	6,72
Essaouira smimo	10	76.10 <sup>4</sup>	22.10 <sup>4</sup>	164.10 <sup>4</sup>	14.10 <sup>4</sup>	0	0	0	1.10 <sup>4</sup>	0	4,09	0,71	5,17
Essaouira tamanar	10	154.10 <sup>4</sup>	4.10 <sup>4</sup>	18.10 <sup>6</sup>	12.10 <sup>4</sup>	70	0	0	100	0	2,73	0,98	5,5
Essaouira ville	10	132.10 <sup>4</sup>	724.10 <sup>4</sup>	45810 <sup>4</sup>	0	0	0	148.10 <sup>4</sup>	11.10 <sup>4</sup>	0	3,84	0,47	4,04
Ourika	10	232.10 <sup>4</sup>	754.10 <sup>4</sup>	45810 <sup>4</sup>	0	0	0	146.10 <sup>4</sup>	10.10 <sup>4</sup>	0	4,84	0,47	4,04
Sati Fadma	10	180.10 <sup>4</sup>	88.10 <sup>4</sup>	44.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	0	0	3,92	0,30	6,08
Aït Ourir	10	660.10 <sup>4</sup>	702.10 <sup>4</sup>	676.10 <sup>5</sup>	0	170.10 <sup>3</sup>	0	0	15.10 <sup>5</sup>	0	4,16	0,17	4,37
Tahannaout	10	456.10 <sup>4</sup>	8.10 <sup>4</sup>	278.10 <sup>5</sup>	22.10 <sup>5</sup>	0	0	2.10 <sup>4</sup>	0	0	4,32	0,39	4,48
Imintanoute	10	7.10 <sup>4</sup>	52.10 <sup>4</sup>	122.10 <sup>4</sup>	4.10 <sup>4</sup>	128.10 <sup>4</sup>	0	0	1.10 <sup>4</sup>	0	4,86	0,57	4,67
Laattaouia	10	72.10 <sup>4</sup>	752.10 <sup>4</sup>	676.10 <sup>5</sup>	0	170.10 <sup>4</sup>	0	0	15.10 <sup>4</sup>	0	4,16	0,17	4,37
Sidi Bou Othmane	10	350.10 <sup>4</sup>	134.10 <sup>4</sup>	63.10 <sup>4</sup>	54.10 <sup>4</sup>	7.10 <sup>4</sup>	12.10 <sup>4</sup>	12.10 <sup>4</sup>	0	0	5,9	0,29	3,9

Les bactéries lactiques et les levures sont présentes dans toutes les olives de table examinées. Les valeurs les plus importantes sont observées dans les régions de Kal'at Sraghna, Essaouira ville, Ourika et Laattaouia pour les bactéries lactiques et Kalat Sraghna, Aït Ourir et Laattaouia dans le cas des levures. Les moisissures sont aussi présentes dans 50% des échantillons avec des teneurs importantes dans les olives de table de Marrakech et Tahannaout.

Nous avons fait appel à l'analyse multi-dimensionnelle en composante principale pour chercher la corrélation entre l'importance des contaminations bactériennes et les autres paramètres physico-chimiques (Figure 7). Suite à l'analyse des données, la composante P1 présente la tolérance bactérienne et la composante P2 l'action inhibitrice des paramètres physico-chimiques (pH, acidité et teneur en sel).



**Figure 7 : Analyse en composante principale des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des olives de table de la région de Marrakech-Tansift-El Hawz**

En prenant chacun des micro-organismes à part, nous avons remarqué que les staphylocoques sont très sensibles au sel et n'apparaissent qu'à une teneur  $\leq 3\%$ , et surtout quand le pH est supérieur à 4,5). Ainsi, un taux de sel  $> 4\%$  présente un facteur limitant de leur développement. En fait, les staphylocoques se trouvent à l'opposé du paramètre teneur en sel selon la composante P2.

Les coliformes fécaux n'apparaissent qu'à partir de 5,9 de pH, ils sont les plus sensibles aux pH acides, en fait ils n'apparaissent qu'à une acidité élevée (d'environ 2,9). Les coliformes fécaux sont plus proches de l'acidité et du pH selon les deux composantes P1 et P2. Donc ils présentent une grande corrélation par rapport au pH et l'acidité.

Les coliformes totaux et les clostridies sont présents à un pH acide faible =2,73, ils se trouvent plus loin à l'opposé de pH selon la composante P2. En fait, la présence des clostridies à ce bas pH s'explique par leur forme sporulante résistante qui commence à apparaître sous la forme végétative à partir d'un  $\text{pH} < 4,5$  (Jump et al., 2007). Certaines formes de coliformes sont aussi plus résistantes à ces conditions de pH. Quant à leur sensibilité au sel, ces bactéries sont présentes dans presque tous les milieux sauf ceux riches en sel (6%). La limite maximale de la teneur en sel tolérable par ces bactéries est de l'ordre de 5,5%. En fait, ces bactéries sont les plus proches avec les champignons et FMAT au paramètre sel par rapport à toutes les autres bactéries.

Les streptocoques fécaux n'apparaissent qu'à un  $\text{pH} > 4,5$  ou une teneur de sel  $< 4,5\%$ . Ainsi ils se trouvent plus ou moins loin et à l'opposé de ces deux paramètres selon la composante P2.

En fait, nous constatons un grand lien entre les deux paramètres acidité et teneur en sel pour favoriser le développement des microorganismes. Un pH de 4, une acidité de 0,3 et une teneur en sel de 6% est néfaste pour la majorité des micro-organismes (COI, 2004). En fait, pour éviter l'apparition de staphylocoques et coliformes fécaux il faut une teneur en sel  $> 4\%$ . Les Coliformes totaux tolèrent un milieu à  $\text{pH} < 3$ . Les coliformes fécaux sont très sensibles et ne se développent qu'à un  $\text{pH} > 5,9$ . Pour inhiber les streptocoques fécaux, il faut un % en sel supérieur 4,37 ; ils sont moins sensibles au pH. Les clostridies sont moins

sensibles aux deux facteurs mais ils sont très sensibles à une acidité de l'ordre de 0,4 qui semble présenter un facteur limitant.

La grande teneur en moisissures (Tableau 4), explique que le salage appliqué aux olives vertes de table ne peut pas empêcher la croissance de moisissures qui peuvent être une source de mycotoxines (Asehraou et al., 1992 ; Tantaoui-Elaraki et Letutour, 1985 ; Gracián et Arevalo, 1980). La croissance de moisissures pendant le stockage doit être contrôlée ou empêcher à l'avance de ces opérations. D'autre part, les levures sont reconnues pour leur effet bénéfique dans la fermentation des olives, mais dans leur aspect négatif, certaines levures peuvent conduire à la détérioration des olives vertes de table pendant le stockage ou l'emballage (Garrido Fernández & Fernández Díez, 1997). Les levures fermentaires contribuent aux caractéristiques organoleptiques des olives vertes de table, mais les levures oxydatives qui se produisent dans des films superficiels doivent être maintenus bas par l'anaérobiose, car ils oxydent l'acide lactique aboutissant à l'élévation de pH et favorisent ainsi la détérioration malodorante par *Clostridium sp.* « fermentation butyrique » (Nout & Rombouts, 2000).

Ainsi, pour arriver à un produit irréprochable, il faut respecter quelques règles de bases. En fait, les caractéristiques de la saumure doivent être en conformité avec les bonnes pratiques de fabrication pour assurer la stabilité ultérieure des olives. Le COI (2004) recommande une concentration en sel de 5 à 7 % et une acidité libre exprimée en acide lactique de 0,4 à 0,7 %. La norme marocaine ne fixe la concentration en sel de la saumure qu'à 5 % et le pH à 3.

Cependant, les sources de contamination peuvent être d'origine externe. En fait, dans notre pays (Maroc), dans la majorité des cas, les olives vertes de table sont encore principalement commercialisées en vrac, dans des récipients ouverts, et sont par la suite exposées à un risque élevé de contamination qui vient de leur environnement. De plus, dans la plupart des cas, au niveau du consommateur, le produit n'est soumis à aucun traitement supplémentaire avant la consommation (par exemple, la cuisson) et les olives vertes pourraient ainsi devenir un vecteur potentiel d'agents pathogènes d'origine alimentaire. D'autre part, les olives vertes

mêmes fermentées peuvent être contaminées par bien d'autres sources, comme les matières premières utilisées pour la farce.

Maouni et al. (2002) ont rapporté que les olives vertes préparées dans les foyers sont plus contaminées que celles du commerce. Les olives vertes entières sont moins contaminées que celles dénoyautées. Il semble que les traitements préliminaires et le mode de conservation interviennent principalement et que l'ouverture des olives vertes favorise l'accès des bactéries et moisissures aux substances nutritives.

L'HACCP est un système permettant d'épargner ce problème à travers l'évaluation préventive et la maîtrise des dangers importants pour la sécurité sanitaire des aliments dans tout le système de production, du champ à la table. L'analyse du risque est une partie importante de l'élaboration des modèles HACCP (Moumene et al., 2012). En fait, à ce niveau, on a la possibilité d'évaluer les risques d'origine alimentaire à travers les manipulations et les transformations des olives vertes par les microorganismes indésirables.

#### **IV. CONCLUSION**

L'optimisation des procédures d'hygiène dans le processus de production ou de fabrication (BPF) en contrôlant les paramètres physico-chimiques (pH, acidité, teneur en sel) est nécessaire pour améliorer la qualité et la sécurité des olives vertes de table, surtout ceux du marché des producteurs traditionnels. En outre, la transformation et la commercialisation des olives vertes de table nécessite la conception et l'aménagement des locaux de vente en respectant les bonnes pratiques d'hygiène (BPH), y compris la protection contre la contamination croisée entre les opérations. Nous devons aussi veiller à ce que le personnel qui manipule ces olives vertes ne risque pas de contaminer le produit. Les manipulateurs doivent avoir reçu une formation sur l'hygiène personnelle et sur les connaissances techniques nécessaires, ainsi que la compréhension des activités et des procédés dont ils sont responsables.

**CHAPITRE II**  
**ENQUETE SUR LE RESPECT DES REGLES D'HYGIENE**  
**DANS LES LIEUX DE VENTE DES OLIVES DE TABLE**  
**VENDUES EN VRAC.**

## **CHAPITRE II**

# **ENQUETE SUR LE RESPECT DES REGLES D'HYGIENE DANS LES LIEUX DE VENTE DES OLIVES DE TABLE VENDUES EN VRAC.**

---

### **I. INTRODUCTION**

Une Enquête a été réalisée pour vérifier le respect des règles d'hygiène dans les lieux de vente des olives vertes de table dans la région de Marrakech-Tensift El Hawz du Maroc. Notre enquête dans les lieux de vente nous confirme que le non-respect des règles d'hygiène dans ces établissements présente la principale source de contamination de ces produits. D'autres normes en conformité avec les bonnes pratiques de fabrication (acidité et salinité) sont aussi manquantes pour assurer la bonne stabilité des olives.

### **II. MÉTHODOLOGIE**

Un questionnaire a été monté pour interroger les vendeurs sur des informations personnelles (sexe, âge, présence d'une autre activité professionnelle, niveau scolaire, ancienneté dans la profession) ; sur les opérations, les consignes et les dispositions pour assurer une bonne hygiène des lieux de vente, de matériel et de soi même (mains, vêtements etc.), et aussi sur la gestion des stocks et d'entreposage ; les principales questions posées sont regroupés dans le Tableau 5.

**Tableau 5 : Formulaire de l'enquête sur les manipulateurs, sur l'hygiène des locaux et matériaux lors de la transformation et de la commercialisation des olives de table.**

<b>Partie signalétique</b>	
Cette partie vise à identifier les informations sociodémographiques relatives aux répondants :	
Sexe :	
Age :	
Avez-vous d'autre profession ?	
Depuis combien d'années travaillez-vous dans ce secteur ?	
Quel est le niveau scolaire du personnel ?	
<b>Partie évaluative</b>	
<b>1-Description du local :</b>	
Superficie	
L'endroit contient-il une toilette ?	
Fenêtre :	
Etat du comptoir :	
Le magasin est-il équipé d'une source d'eau potable ?	
Connaissance générale sur les contaminations (Physique, Chimique, Biologique)	
Matériel de Contrôle Qualité	
<b>2-Ustensiles de travail, et matériel de stockage :</b>	
La matière première des ustensiles :	
Etat des ustensiles :	
Etat des récipients où on expose la marchandise :	
Quelle est la fréquence du lavage des ustensiles ?	
<b>3-Qualité des olives :</b>	
Quelle est l'origine des olives de table vendues ?	
Si c'est vous qui les prépare, ou faites-vous cette opération ?	
Où stockez-vous la marchandise ?	
Quelles sont les variétés vendues ?	
Laquelle est la plus demandée ?	
Dans le cas de détérioration du produit, l'éliminez-vous, ou apportiez-vous des actions correctives ?	
Quelle est la fréquence de changement d'eau ?	
Quelle est la fréquence d'ajout du sel	
Comment procédez-vous, pour contrôler la salinité des olives ?	
Vendez-vous d'autres produits, ou seulement les olives ?	
Y-a-t-il un contact entre ces produits et les olives ?	
<b>4-le personnel</b>	
Quel est le nombre du personnel qui travaille chez vous ?	
Que porte le personnel pour travailler ?	

### III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Pour arriver à un produit irréprochable, il faut respecter quelques règles de bases. En fait, les caractéristiques de la saumure doivent être en conformité avec les bonnes pratiques de fabrication pour assurer la stabilité ultérieure des olives. Le COI (2004) recommande une concentration en sel de 5 à 7 % et une acidité libre exprimée en acide lactique de 0,4 à 0,7 %. La norme marocaine ne fixe la concentration en sel de la saumure qu'à 5 % et le pH à 3.

Dans notre pays(Maroc), dans la majorité des cas, les olives de tables sont principalement vendue en vrac dans des récipients ouverts, cette manière de présentation du produit dans un environnement publique augmente le risque de contamination

Vu que le produit n'est soumis à aucun traitement supplémentaire avant sa consommation (par exemple, la cuisson) dans la plupart des cas, au niveau du consommateur, le produit pourraient ainsi devenir un vecteur potentiel d'agents pathogènes d'origine alimentaire.

D'une autre part, les olives vertes mêmes fermentées peuvent être contaminées par bien d'autres sources, comme les matières premières utilisées pour la farce.

Maouni et al. (2002) ont rapporté que les olives vertes préparées dans les foyers sont plus contaminées que celles du commerce. Les olives vertes entières sont moins contaminées que celles dénoyautées. Il semble que les traitements préliminaires et le mode de conservation interviennent principalement et que l'ouverture des olives vertes favorise l'accès des bactéries et moisissures aux substances nutritives.

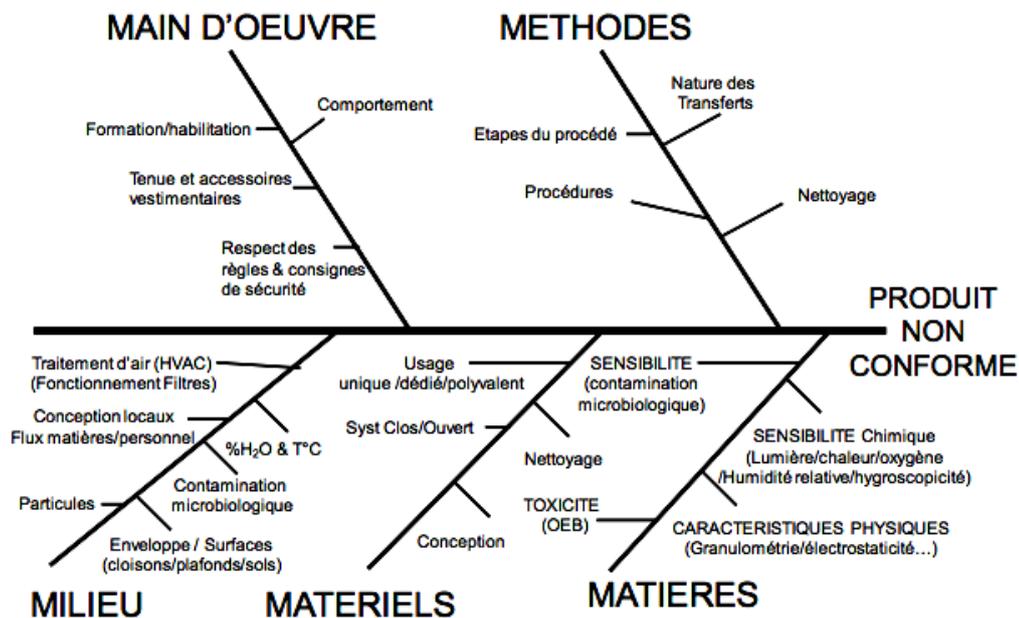
Ainsi, la présence des bactéries est, dans la majorité des cas, due au non respect des règles d'hygiène au sens large et à une mauvaise maîtrise de l'évolution des microorganismes lors du processus de préparation, ou à la contamination initiale des matières premières.

Les impératifs de sécurité des aliments sont aujourd'hui contenus dans l'arrêté européen CEE n° 852 (2004) et autres ; relative à l'hygiène des produits alimentaires. La loi a pour objectif l'amélioration du niveau de sécurité des

denrées alimentaires mises en libre circulation et destinées à l'alimentation humaine. Ce texte fixe des objectifs précis à atteindre, qui signe le passage d'une obligation de l'application d'une réglementation, à une obligation de résultats, en l'occurrence la sécurité des aliments. Ces règlements érigent comme règle la responsabilité des opérateurs/acteurs. Il impose notamment le recours à l'analyse des dangers fondée sur les principes de l'HACCP et aux guides de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH). Selon la loi, chaque établissement produisant des aliments doit vérifier la conformité des aliments qu'il propose et assurer la sécurité sanitaire des aliments qu'il fournit.

La méthode HACCP d'analyse des dangers et les points critiques pour leur maîtrise permet d'épargner à ce problème de contamination microbienne à travers une évaluation préventive et une maîtrise des dangers importants pour une sécurité sanitaire des produits (Nesbakken & Skjerve, 1996). Elle comprend 7 étapes, et l'étape de l'analyse des dangers pour l'évaluation des risques s'avère une partie importante de la mise en oeuvre du modèle HACCP (Borch et al., 1996 ; Wallace & Williams, 2001). Dans cette étape, une approche globale nommée « 5M » permet d'identifier les dangers et les principaux scénarios à risques en examinant le milieu d'installation, les matières utilisées, le mode opératoire ou procédé, la main d'œuvre, le matériel. La démarche des « cinq M » inspirée du diagramme causes-effets d'Ishikawa (Figure 8) dégage ainsi les principaux facteurs de risque pour la transmission des agents infectieux. En effet, la matière première, le matériel, le milieu, la méthode et la main d'œuvre constituent les cinq groupes de facteurs qui peuvent intervenir dans l'apparition ou l'augmentation du risque et aussi générer des dysfonctionnements dans le déroulement d'un processus.

Le diagramme représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet (Figure 8). Il permet de rechercher méthodologiquement, les causes d'un problème ou d'un dysfonctionnement et proposer des mesures préventives. Donc, la méthode 5 M consiste à passer en revue des familles de facteurs qui expliquent un phénomène.



**Figure 8 : Diagramme causes-effets d'Ischikawa ou diagramme en arête de poisson**

Dans cet objectif, des visites ont été effectuées pour évaluer le niveau de propretés du personnel, des locaux de production, matériaux, lieux de stockage et de ventes. Des enquêtes sont réalisées et des inspections sont faites pour lister les dangers possibles et identifier les causes d'introduction de contaminations (Tableau 6).

**Matière :** La matière première ou toute entité alimentaire entrant dans le produit. Chaque entité est une source de contamination possible. Dans notre cas 95 % des olives sont achetées déjà préparées dont 90% provenant des préparateurs non identifiées par les autorités compétentes et 5% sont préparée par leur soin, alors que 5% proviennent des écarts de triage des usines de la région. Ainsi, la source de matière première présente un point critique et il faut maîtriser les achats.

**Milieu:** Il est présenté par les locaux de passage de produit soit lieu de fabrication ou de stockage et aussi par les équipements (conception, ventilation, etc.). Concernant le local, dans 90% des cas, la superficie est assez restreinte pour garantir de bonnes conditions de travail, elle ne dépasse pas 10 m<sup>2</sup>, en plus de l'absence de tout aménagement pour assurer une bonne aération du lieu, son hygiène et sa propreté (exemple : toilette, lavabos). Ainsi, en se basant sur la

démarche des bonnes pratiques de fabrication BPF, les locaux destinés à l'entreposage, stockage et commercialisations des olives vertes doivent être conçus pour épargner toute contamination du produit fini. Les procédures de nettoyage et de désinfection doivent être contrôlées. Aussi, un transport approprié doit être approvisionné pour éviter toute contamination ou détérioration du produit.

**Matériel :** Tous les équipements de travail téléque, les couteaux, les machines, les récipients et les emballages. Le matériel peut être une source de microbes à la suite d'un mauvais entretien, ou en cas de nettoyage/désinfection insuffisant. Lors de notre inspection, on a remarqué que 99 % des opérateurs ne disposent pas de matériel de désinfection de récipients et ustensiles utilisés. Vu leur manque de savoir faire, ils se contentent d'un simple lavage, et ils se contentent à l'œil nu pour justifier la propreté du matériel. D'autre part, ils ne disposent pas de matériel nécessaire pour le contrôle de certains paramètres clé de la qualité et l'hygiène du produit tel un pH-mètre pour le contrôle de l'acidité et un aéromètre pour le contrôle du taux de sel. De même, les récipients et les autres ustensiles utilisés pour la marchandise sont de types plastiques en voie de dégradation puisqu'ils dépassent 6 ans d'ancienneté.

**Méthode:** la méthode concerne en parallèle la mise en production, le fonctionnement et l'organisation. En fait, la méthode peut aboutir à un contact des denrées saines avec des matières ou des matériaux souillés, et aussi favoriser le développement des pathogènes en cas de dysfonctionnement et absence de contrôles. En effet, nos inspections nous confirment une absence quasi-totale de la traçabilité et les contrôles de la qualité sont insuffisants ou manquants. Quand au produit, sans aucun dispositif de protection ou couverture, il est souvent exposé directement à la poussière et au soleil pendant la vente, ce qui renforce et facilite sa détérioration et sa contamination. Pour le contrôle de la qualité, dans la quasi-totalité des cas (99%), les commerçants ne disposent pas de pH-mètres pour contrôler le pH et l'acidité, et 70 % ne contrôlent pas non plus le taux de sel, et les 30 % qui le font, ne le font qu'une fois par an. Ainsi, dans 99% des cas, les seuls critères pour contrôler la détérioration sont l'odorat et l'observation à l'œil

nu. Et en cas où le produit jugé détérioré, chez 70 % le produit est éliminé, alors que les 30% restant utilisent d'autres préparations de camouflage de la détérioration.

Par ailleurs, il n'y a que 5 % des commerçants qui contrôlent eux mêmes toutes les étapes de la préparation des olives vertes de table, la plupart d'eux acquièrent des olives vertes de tables déjà préparées dans des usines non expertisées par les autorités compétentes. Ainsi, ce manque de contrôle et ces conditions expliquent l'opportunité aux contaminations microbiennes et leurs propagations.

**Main-d'œuvre** : Toute personne intervenant dans les opérations lors de la préparation ou la vente. La main d'œuvre peut être porteuse de microbes pathogènes (personnes malades atteintes de troubles digestifs, de lésions cutanées, porteurs sains qui véhiculent salmonelles ou staphylocoques, etc.). La transmission des microbes se fera essentiellement par les mains et les vêtements. En fait, l'homme peut être le principal vecteur de contamination microbienne. Les mains sont des incubateurs : de 100 à 1000 bactéries au  $\text{cm}^2$ , le cuir chevelu : environ 1 million de bactéries au  $\text{cm}^2$ , le front : de 10000 à 100000 bactéries au  $\text{cm}^2$ , les aisselles : de 1 à 10 millions de bactéries au  $\text{cm}^2$ , la salive : environ 10 millions de bactéries au  $\text{cm}^2$ , les sécrétions nasales : environ 10 millions de bactéries au  $\text{cm}^2$ , les matières fécales : environ 100 millions de bactéries au  $\text{cm}^2$  (Livret hygiène restauration collective, 2009). En conséquence, toute personne appelée à travailler dans la zone de manipulation doit respecter un niveau élevé de propreté personnelle et porter des tenues adaptées et propres.

Dans les cas étudiés, la majorité du personnel est malformée à l'hygiène et à la propreté. Le personnel est généralement analphabète avec un minimum de connaissance sur la notion de contaminations : 95 % ne connaissent pas les dangers chimiques et 98,5 % ne connaissent pas les dangers biologiques et la quasi-totalité ignore même les dangers allergéniques.

**Tableau 6 : Résultats de l'enquête sur les manipulateurs, sur l'hygiène des locaux et matériaux lors de la transformation et de la commercialisation des olives de table.**

Partie signalétique	
Cette partie vise à identifier les informations sociodémographiques relatives aux répondants :	
Sexe :	99 % Masculin
Age :	20-40ans
Avez-vous d'autre profession ?	Non
Depuis combien d'années travaillez-vous dans ce secteur ?	80 % plus que 10 ans 15 % Plus que 3 ans 5%
Quel est le niveau scolaire du personnel ?	Analphabète et primaire
Partie évaluative	
<b>1-Description du local :</b>	
Superficie	90 % Moins que 10 m <sup>2</sup>
L'endroit contient-il une toilette ?	99% Pas de toilette
Fenêtre :	99% Pas d'aération
Etat du comptoir :	Produit exposé directement à la poussière et au soleil pendant le jour
Le magasin est-il équipé d'une source d'eau potable ?	Oui
Connaissance générale sur les contaminations (Physique, Chimique, Biologique) 90 % sensibilisé par rapport aux dangers physiques 95% ne connaissent pas les dangers chimiques 98,5% ne connaissent pas les dangers Biologique 100% ne connaissent pas les dangers allergiques	
Matériel de Contrôle Qualité 99% Ne dispose ni de pH-mètre ni aéromètre pour le contrôle du taux du sel	
<b>2-Ustensiles de travail, et matériel de stockage :</b>	
La matière première des ustensiles :	Plastique, qui dépasse 6 ans (problème de dégradation de la matière plastique)
Etat des ustensiles :	Propres à l'œil nu
Etat des récipients ou on expose la marchandise :	Propres à l'œil nu
Quelle est la fréquence du lavage des ustensiles ?	99% Font du lavage mais pas de la désinfection
<b>3-Qualité des olives :</b>	
Quelle est l'origine des olives de table vendues ?	95 % achetée déjà préparée : 90% la source pas des usines identifiées par les autorités compétentes 5% écart de triage des usines de la région 5% Préparée par leur soin
Si c'est vous qui les prépare, ou faites-vous cette opération ?	Garage
Où stockez-vous la marchandise ?	Garage de stockage
Quelles sont les variétés vendues ?	Toutes les variétés
Laquelle est la plus demandée ?	Tout
Dans le cas de détérioration du produit, l'éliminez-vous, ou apportiez-vous des actions correctives ?	Critères de la détérioration : 99% l'odorat et à l'œil nu 70 % le produit est éliminé 30% autres préparation pour camoufler la détérioration
Quelle est la fréquence de changement d'eau ?	1 seule fois
Quelle est la fréquence d'ajout du sel	1 fois
Comment procédez-vous, pour contrôler la salinité des olives ?	30% 1 seule fois par stock 70% Jamais
Vendez-vous d'autres produits, ou seulement les olives ?	Citrons
Y-a-t-il un contact entre ces produits et les olives ?	Non
<b>4-le personnel</b>	
Quel est le nombre du personnel qui travaille chez vous ?	3
Que porte le personnel pour travailler ?	Rien

D'autres données sociologiques sur les manipulateurs sont également importantes : par exemple, la propreté dépendra du sexe du manipulateur femme, ou homme, et aussi de l'âge. De même, si cette fonction est leur profession unique, ceci traduira en fait plus de responsabilité et motivations, d'autre part s'il est nouveau ou anciens au travail et dans la profession.

Ainsi, les cinq facteurs « Matière première, Matériel, Milieu, Méthode de travail, et surtout Main d'œuvre » peuvent être sources de dangers microbiologiques. De plus, ils sont tous imbriqués dans la chaîne de production, la faiblesse de l'un d'entre eux n'est pas compensé par le renforcement d'un autre, d'où la nécessité de la cohérence de l'ensemble afin de garantir une prestation de qualité.

Ainsi, à tous les niveaux de la chaîne, un contrôle doit être effectué pour réduire les risques de contamination et des mesures préventives sont impératives dans le but d'éliminer les dangers, ou les réduire à un niveau acceptable. Les mesures préventives font partie des bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène. Ainsi, en s'appuyant sur le guide des bonnes pratiques d'hygiène déclinant les moyens à mettre en place par les acteurs de la profession, on peut atteindre généralement les objectifs fixés par la réglementation. Dans ce sens, l'International standard organization (ISO) définit l'assurance qualité comme « l'ensemble des actions préalablement établies et systématiques nécessaires pour donner la confiance appropriée pour qu'un produit ou service satisfera aux exigences données, relatives à la qualité». En ISO 22000 les responsables des « pré-requis », ou évidentes (réparer ou changer ce qui fonctionne mal), doivent être parfois créatif (changer le procédé, inverser deux étapes, acheter un équipement nouveau).

Formellement, la démarche qualité a pour but infime de perfectionner le fonctionnement d'une entité ou d'un service par la maîtrise des produits et des processus de fabrication, par la maîtrise de ce qu'on appelle les points critiques.

En fait, dans le cadre des bonnes pratiques d'hygiène BPH, des mesures doivent être prévues pour que les manipulateurs ou vendeurs ne contaminent pas les aliments en suivant les instructions de propreté et d'hygiène personnelle. Ce sont les mains qui sont le plus souvent au contact des olives. A ce titre une attention particulière doit être accordée à leur propreté ainsi qu'aux équipements mis à la

disposition des opérateurs pour les laver. Un système hygiénique de lavage des mains doit être mis en place et constitué d'un lavabo à commande non manuelle (pied, coude, genou, cellule de détection etc.), distributeur de savon liquide bactéricide, poubelle à ouverture non manuelle. Les plaies, les coupures et les pansements doivent être protégés à l'aide de gants. Il est primordial de surveiller la blessure afin d'éviter l'infection et la contamination des équipements et des olives. De préférence aussi une tenue doit être spécifique et réservée au travail. Concernant le comportement, Il est impératif d'interdire de fumer dans les locaux d'entreposage ou de manipulation des olives. Ainsi, le Guide des Bonnes Pratiques de l'Hygiène est un outil indispensable qui permet aux professionnels de mettre en place les bonnes pratiques d'hygiène et les 7 principes de l'HACCP. Ce guide est un pré-requis indispensable, tout établissement qui se doit s'en doter. D'autre part, les locaux doivent être bien entretenus, et faciles à nettoyer, une bonne hygiène des locaux relève d'un plan de nettoyage et désinfection pertinent tenu à jour et qui est appliqué tel que décrit dans le Plan de Maîtrise Sanitaire ou Plan de Nettoyage et Désinfection.

Concernant les matériaux utilisés dans les revêtements de sol, des murs, du plafond et des portes ; ils doivent être étanches, non absorbants, lavables et non toxiques, faciles à nettoyer et à désinfecter. Ils doivent être conçues de manière à empêcher l'encrassement, réduire la condensation, l'apparition de moisissure indésirable et le déversement de particules. Aussi, les fenêtres qui donnent accès sur l'environnement extérieur doivent être équipées d'écrans de protection contre les insectes. Leur ouverture ne doit pas présenter un risque de contamination.

Aussi, la réception des marchandises est une étape importante et primordiale dans la démarche de sécurité alimentaire. En effet, la marchandise que le fournisseur livre peut présenter des dangers potentiels. Il est impératif de contrôler et de veiller à la conformité et à la qualité sanitaire des olives réceptionnées et stockées. Aussi, la maîtrise des températures doit être considérée comme un CCP ; les températures pendant la réception, le traitement et le stockage doivent être maîtrisées afin de lutter contre les micro-organismes pathogènes responsables de Toxi-infections Alimentaires Collectives (TIAC).

La salubrité de l'environnement dans lequel se préparent et se vendent les olives dépend en grande partie de la conception de l'installation des locaux, de leur aménagement et de leur équipement en matériels. Dans ce cadre, le principe de la marche en avant vise à permettre la progression continue et rationnelle dans l'espace des différentes opérations élémentaires conduisant à l'élaboration des produits finis. Deux concepts dominant :

- ☛ **La « Marche en avant dans l'espace »** : Les différentes étapes de la fabrication, de la réception des denrées à leur distribution aux consommateurs, doivent s'enchaîner, des tâches les plus sales vers les tâches les plus propres afin d'éviter toute contamination croisée. Ce fonctionnement demande des installations appropriées afin d'éviter tout croisement de denrées saines, de déchets, de conditionnements ou d'emballages.
- ☛ **La « Marche en avant dans le temps »** : Les différentes étapes de la fabrication doivent s'enchaîner dans le temps ; alors que certaines opérations se font dans un même secteur. Dans ce cas, entre chaque étape, un nettoyage et une désinfection sont indispensables afin d'éviter les contaminations croisées. Ce fonctionnement doit être prévu dans le Plan de Nettoyage et Désinfection (PND).
- ☛ Finalement, un plan d'action doit être établi pour préciser l'organisation et la planification de l'ensemble de ces actions de prévention ainsi que les moyens de leur réalisation.

#### **IV. CONCLUSION**

Dans ce chapitre, nous avons réalisé une enquête dans 15 points de vente. Le but est de déterminer la relation causes-effet entre les indices de manque d'hygiène sur le produit fini vendu en vrac et les dispositions des bonnes pratiques de fabrication, d'entreposage et d'hygiène des lieux, du matériel et du personnel ; ainsi que l'ensemble des obligations dont le vendeur est appelé à mettre en place en vue d'assurer une qualité hygiénique des produits exposés en vente.

Les résultats obtenus ont confirmé que la présence de cette flore de contamination est dûe à un manque d'hygiène dans les lieux de vente à cause du non-respect des règles d'hygiène et d'un manque des bonnes pratiques de fabrication.

Pour palier aux écarts, un plan d'action doit être établi pour mettre à niveau l'organisation des points de ventes, la gestion du stock, le personnel et les moyens de réalisation en vue de corriger les causes générant les symptômes de manque d'hygiène.

D'autant plus, en vue d'éviter tout risque de contamination du produit et pour la pérennisation des efforts mise en œuvre à travers ce plan d'action, les personnes impliquées dans ce secteur d'activité doivent recevoir une formation sur la sécurité hygiénique alimentaire et sur les connaissances techniques nécessaires pour les activités et les procédés dont ils sont responsables.

**CHAPITRE III**  
**MODELE D'ANALYSE DU RISQUE ET MAITRISE DE LA**  
**SECURITE ALIMENTAIRE DANS LA FILIERE OLIVE**  
**DE TABLE EN CONSERVE**

# **CHAPITRE III**

## **MODELE D'ANALYSE DU RISQUE ET MAITRISE DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DANS LA FILIERE OLIVE DE TABLE EN CONSERVE**

---

### **I. INTRODUCTION**

Au cours des années quatre-vingt, plusieurs crises sanitaires sont apparues dans les domaines alimentaires (ESB, listériose, dioxine etc.). Des cas très médiatisés d'intoxication alimentaire ont frappé le secteur agroalimentaire aux Etats-Unis (cas de salmonellose et de *E. Coli* 0157:H7) et en Europe (notamment l'épidémie d'encéphalopathie spongiforme bovine, ESB) (Brugère-Picoux, 1998 ; Berry & Wells, 2010). La fréquence des maladies d'origine alimentaire a atteint environ 30% de la population des pays industrialisés (Schlundt, 2002). Les populations des pays en développement sont autant plus exposées à des produits alimentaires contaminés que les pays industrialisés. L'urbanisation rapide aggrave d'avantage la situation, en modifiant les méthodes traditionnelles de préparation des aliments sans mise en place de mesures de sécurité alimentaire (Ehiri et al., 1995). Selon plusieurs études, une part significative des problèmes de sécurité alimentaire semble être liée aux risques microbiologiques ; il semble que les systèmes de contrôle sanitaire actuels ne sont pas adaptés (Ward et al., 2006 ; FDA, 1998). Les taux de *Salmonella* et de *Campylobacter* ont augmenté de façon significative, d'autre pathogènes nouveaux tels que *Escherichia coli* 0157 : H7 et la *Listéria* causent des problèmes moins nombreux, mais plus sérieux (Berry & Wells, 2010 ; D'Aoust, 1991 ; Bolla & Garnotel, 2008). En fait, le développement non accompagné des activités industrielles sont à l'origine de l'apparition d'événements à impact négatif sur le produit et sur la santé du consommateur (Doménech et al., 2006). Selon l'OMC, entre 1950 et 2003, le volume de la production industrielle mondiale a été multiplié par 7, celui des produits manufacturés par 11, alors que le volume du commerce mondial a lui été

multiplié par 23, et par 46 pour les biens manufacturés (OMC, 2006). Par conséquent, le souci combiné de ces risques d'origine alimentaires et l'évolution du contexte commercial mondial ont placé la sécurité des aliments sur le devant des préoccupations de la politique agricole internationale (Unnevehr et al., 1999). Ces dernières années, la communauté internationale a cherché à définir une approche commune pour maximiser la qualité et la sécurité des produits agroalimentaires (Hulebak et Schlosser, 2002 ; Williams et al., 2003]. Il s'agit de la mise en place d'un système de management de la sécurité alimentaire « HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) : l'analyse des dangers et les points critiques pour leur maîtrise» (Codex Alimentarius, 1997]. Le concept a pris de l'importance depuis son acceptation sur le plan international par le Codex Alimentarius ainsi que par les Etats-Unis et l'Union Européenne, les deux principaux importateurs. L'application du principe HACCP à tous les niveaux de la chaîne alimentaire est devenue obligatoire dans toute l'union européenne depuis la sortie de la directive 93/43/EEC et la réglementation 852/2004/EEC dans les règles générales d'hygiène des denrées alimentaires (93/43/CEE) (Giorgio Campanini et al., 1993 ; EU, 2004]. Aux États-Unis, ces principes ont été repris dans les obligations légales par le Ministère fédéral de l'agriculture (CFR-123) (Bernard, 1998 ; Adams, 1994]. Pour les pays du Sud, ces changements, largement induits par les préoccupations des pays économiquement plus avancés, constituent un embarras important. Nombreux de ces pays dépendent fortement de l'exportation de leurs produits agricoles et pour accroître leurs recettes sur les marchés externes ont mis en place différentes stratégies de transformation agroalimentaire (Schillhorn van Veen, 2005). Alors qu'ils doivent accepter dernièrement les mesures de contrôle de leurs partenaires commerciaux lorsque celles-ci diffèrent de leurs propres mesures (principe d'équivalence). Selon des études statistiques, une hausse des obstacles commerciaux dus à l'application de normes a surgi au cours des années 90 : de 1990 à 1998 et le nombre de notifications techniques adressées à l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), et à son prédécesseur le GATT, a doublé (Henson et Loader, 2001). Ainsi, la réglementation du commerce international et le renforcement des

normes ont poussé tous les acteurs opérant dans le secteur agroalimentaire à user la voie de la gestion préventive pour le contrôle de la qualité. Les tendances récentes sont à la réorientation de l'industrie agroalimentaire vers une gestion préventive pour le contrôle de la qualité par la mise en place de l'HACCP.

Au Maroc, en matière de la sécurité des denrées alimentaires, le secteur de la conserverie végétale est très en retard en comparaison avec son homologue animal (poisson, charcuterie etc.). Le nombre d'intoxications alimentaires d'origine végétale ne cesse d'augmenter et ils sont primordialement d'origine microbienne (Rachidi et al. 2009. Les conserveries végétales doivent en principe respecter les seuils limites quant à la présence de bactéries toxigènes telles *Clostridium* dans les boîtes de conserve (Conter et al., 2007 ; Phoeurng, 2002). L'HACCP est un système permettant d'épargner ce problème à travers l'évaluation préventive et la maîtrise des dangers importants pour la sécurité sanitaire des aliments dans tout le système des produits, du champ à la table. L'analyse du risque est une partie importante de l'élaboration des modèles HACCP (Borch et al., 1996 ; Wallace & Williams, 2001), et à ce niveau le chercheur, à travers l'outil scientifique, a la possibilité d'évaluer les risques d'origine alimentaire.

L'objectif de notre étude est la mise à niveau d'une conserverie d'olive de table par la mise en place de l'outil HACCP. Nous avons envisagé d'évaluer spécialement dans quelle mesure les manipulations et les transformations, au niveau de cette conserverie, peuvent contribuer à la contamination des olives par les microorganismes indésirables.

## **II. METHODOLOGIE**

L'approche consiste à appliquer le système HACCP sur la ligne de production de conserve en boîte de 1 kilogramme d'olives dans une conserverie d'olives à Marrakech. L'HACCP, afin qu'il soit effective et rentable, doit être fondée sur une série de principes scientifiques illustrés en dessous (Codex Alimentarius, 1997). Néanmoins, des étapes préparatoires ou préalables doivent être vérifiées et

sont impératif pour que l'approche HACCP soit efficace (Wallace & Williams, 2001 ; Sperber et al., 1998).

### ***II.1. PROGRAMMES DES PREALABLES***

Des visites ont été effectuées pour évaluer le niveau des locaux, leurs propretés et leurs orientations. Des audits ont été faits pour savoir si le matériel répond aux exigences de l'approche ; si le niveau d'hygiène des manipulateurs est respecté ; s'il y'a eu des ateliers de formation type «Bonnes pratiques d'hygiène BPH » et « Bonnes pratiques de fabrication BPF» programmés au profit du personnel de la conserverie ; s'il y'a eu un programme de lutte contre la vermine, s'il y'a eu une procédure de gestion des retraits ; s'il y'a eu également une procédure de gestion de stock et d'entreposage. Pour répondre à ces six programmes préalables, une check-list a été montée. Cette dernière comporte 126 questions dont 58 pour les locaux, 18 pour le transport et entreposage, 11 pour le matériel, 17 pour le personnel, 10 pour l'assainissement et lutte contre la vermine et 8 pour les retraits.

Ainsi, dans la démarche des bonnes pratiques de fabrication BPF, les locaux destinés à la transformation alimentaire doivent être conçus pour épargner toute contamination du produit de base ou fini. Alors que pour assurer les bonnes pratiques d'hygiène BPH, des mesures sont prévues pour que les opérateurs ne contaminent pas les aliments en suivant les instructions de propreté et d'hygiène personnelle. Aussi, un transport approprié doit être approvisionné pour éviter toute contamination ou détérioration du produit.

### ***II.2. CREATION D'UN PLAN HACCP***

Selon la Directive du Codex alimentarius (1997), il existe sept principes pour établir un plan HACCP. Cependant, pour la création d'un plan HACCP douze tâches sont indispensables pour que les sept principes soient appliqués correctement.

Les cinq premières tâches qui soutiennent le principe 1 devraient être accomplies de manière logique et honnête de sorte que tous les dangers associés au produit puissent être identifiés.

**Tâche 1.** L'équipe HACCP devrait être constituée de personnes de disciplines très diverses pour bien maîtriser le système de production et pouvoir identifier tous les dangers vraisemblables ou les points critiques dans l'objectif de leur maîtrise.

**Tâche 2.** Description du produit et identification de son usage prévu

Le produit final est accompagné d'informations suffisantes pour la vigilance des consommateurs et pour que le personnel intervenant à l'étape suivante de la filière du produit manipule, entrepose le produit et l'expose pour la vente sans risque, tels que : la composition, les propriétés physico-chimiques, la durée et la température de conservation recommandées. La manière dont le produit serait utilisée présente aussi un intérêt pour l'analyse des risques (consommation directe, ou va subir une transformation ultérieure).

**Tâche 3.** Établir le schéma du produit

Un diagramme ou une représentation schématique des liens fonctionnels et organisationnels dans la conserverie devrait être construit et confirmé. La compétence du spécialiste du produit est importante à ce stade.

**Tâche 4.** Vérifier sur place le schéma du produit

Le diagramme est établi sur papier pour constituer une référence plus accessible afin de souligner les zones où il faut introduire des changements. Des membres de l'équipe se rendent sur place (par exemple sur l'exploitation, l'entrepôt ou la zone de fabrication) pour comparer les renseignements indiqués dans le schéma du produit à la situation telle qu'elle se présente effectivement au lieu.

**Tâche 5.** Identifier et analyser les dangers (Principe 1)

Tous les dangers réels ou potentiels susceptibles de se présenter dans chaque ingrédient et à chaque étape du système du produit et qui ont le potentiel de causer des dommages doivent être pris en considération. Ils sont soit des : Dangers biologiques (agents pathogènes) ; dangers chimiques (cyanides ou allergènes ; mycotoxines ou dérivant des fongicides ou les insecticides) ; Dangers physiques (verre, fragments de métal ou de pierres). Une fois le danger est identifié, une analyse est effectuée pour coter le risque relatif qu'il présente pour la santé de l'homme ou de l'animal. Seuls les dangers dont l'équipe HACCP

estime qu'ils comportent un risque inacceptable d'être présents sont soumis à l'étape 7 (principe 2) (Rheault et Sylvain Quessy, 1999 ; Doménech et al., 2006 ; Borch et al., 1996).

**Tâche 6.** Déterminer les points critiques de contrôle CCP (Principe 2)

Un CCP est chaque étape à laquelle le contrôle est essentiel pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la salubrité des aliments ou le ramener à un niveau acceptable. Une étape de risque est considéré point critique si le danger peut survenir à l'étape considérée et, dans l'affirmative, s'il existe des mesures pour le dominer et s'il n'est pas possible de mieux le faire à une autre étape, et qu'il est indispensable de le faire pour la sécurité sanitaire de l'aliment (Hulebak et Schlosser, 2002 ; Cerf et Donnat, 2011). Les CCP sont définis à l'aide d'un arbre de décision (Figure 9) (Damikouka et al., 2007).

**Tâche 7.** Fixer des seuils pour chaque point critique (Principe 3)

Les seuils critiques ont été déterminés pour les mesures de prévention associées à chaque CCP tel la température, la teneur en eau, le pH, etc. En fait, les seuils critiques définissent les paramètres de contrôle acceptables de ceux qui ne le sont pas. Ils sont intégrés dans le mode opératoire et les consignes de travail du plan HACCP (Cerf et Donnat, 2011).

**Tâche 8.** Mettre en place une procédure de surveillance (Principe 4)

La surveillance est une mesure ou une observation programmée à un point critique pour évaluer si l'étape est maîtrisée, et si les seuils critiques sont respectés. Les méthodes de surveillance qu'on a choisie sont les plus sensibles afin de repérer rapidement toute perte de maîtrise à l'étape concernée. La surveillance se fait soit par observation ou par des mesures sur des échantillons prélevés conformément à un plan d'échantillonnage établi selon des critères statistiques.

**Tâche 9.** Mettre en place des mesures correctives (Principe 5)

Des mesures correctives doivent être accessibles immédiatement quand la surveillance indique un écart par rapport à une limite critique établie (Taylor, 2008). Les opérateurs responsables de la surveillance des points critiques

devraient avoir une bonne connaissance des mesures correctives et avoir reçu une formation complète sur la manière de les mettre en œuvre.

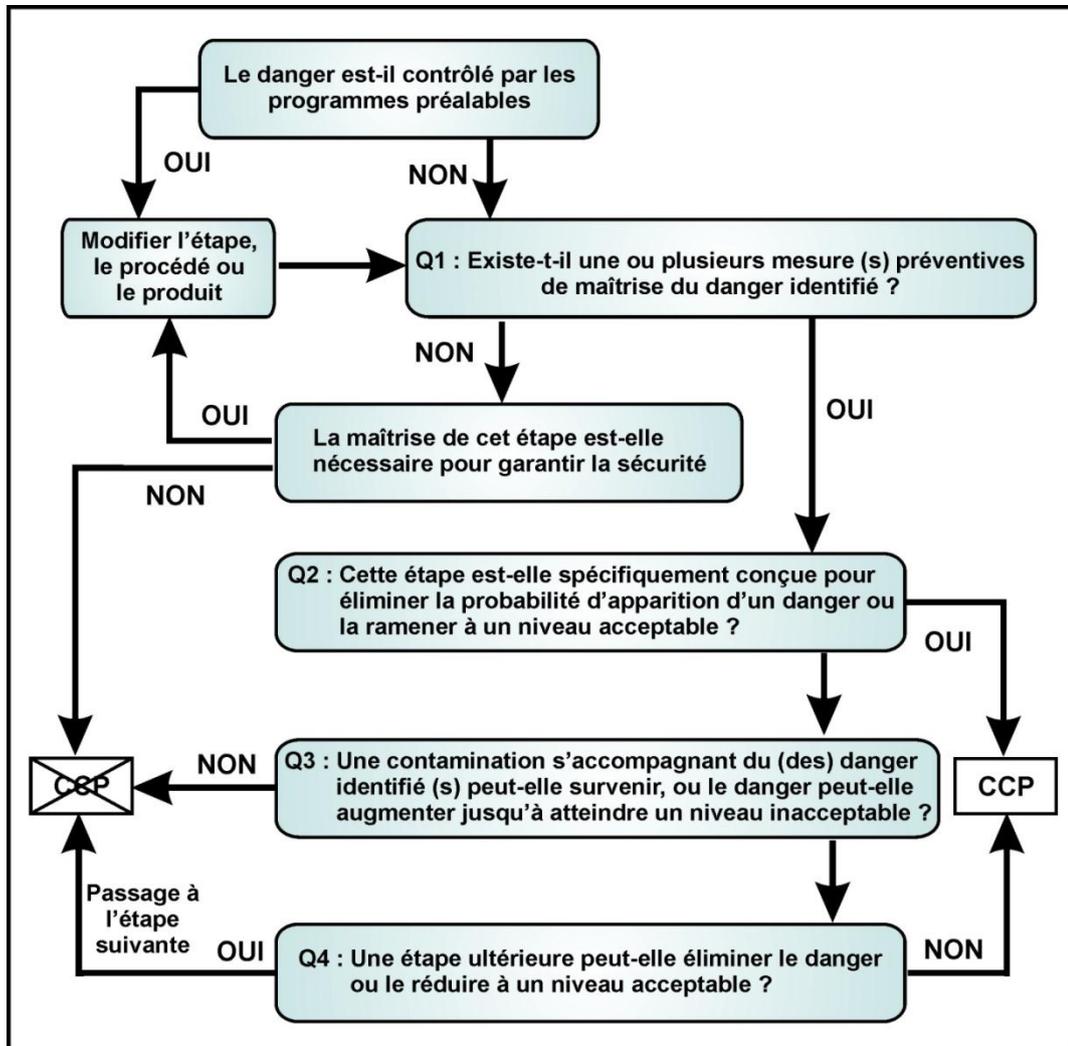


Figure 9 : Questionnaire de l'arbre de décision pour identifier les dangers qui peuvent être considérés comme CCP

**Tâche 10 :** Vérifier si le plan HACCP fonctionne correctement et que le produit correspond aux spécifications décrites (Principe 6).

Lorsque le plan HACCP est établi et que tous les points critiques sont validés, le plan HACCP est vérifié dans sa totalité à intervalles réguliers soit par observation directe des opérations aux points critiques ou affirmation du personnel chargé de leur surveiller. On vérifie si les mesures de maîtrise des CCP et de leur surveillance sont respectées (Taylor, 2008).

Dans cette étape d'autres analyses que ceux décrits dans la procédure de surveillance sont aussi réalisés. Principalement, des contrôles microbiologiques sont effectués vu que le produit est de qualité alimentaire et la majorité des CCP identifiés sont de types biologiques. Ainsi, les échantillons d'olives ont été prélevés avant et après l'application de l'HACCP pour une analyse bactériologique comprenant 4 marqueurs: la flore mésophile aérobie totale (FMAT), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens*, les méthodes d'analyse microbiologique sont décrites en dessous (section 2.3).

**Tâche 11.** Tenir des documents de bord manuels et informatiques (Principe 7)

Un registre a été conçu dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant la mise en application de l'HACCP, les procédures liés aux BPF, aux BPH, aux fiches de surveillance des points critiques, aux écarts et aux mesures correctives (Taylor, 2008).

### ***II.3. ANALYSE BACTERIOLOGIQUE***

Les méthodes d'analyse microbiologique sont les mêmes que celles citées par Bousmaha et al. (2006).

#### **II.3.1. Dénombrement de la FMAT**

Des dilutions successives ont été accomplies allant de la solution mère à la dilution 10<sup>-6</sup>. Cette technique est adoptée de façon similaire pour les autres indicateurs. L'ensemencement de la FMAT est effectué en boîte de pétri contenant la gélose TSA (tripase soja agar). Le dénombrement est effectué après 24 heures d'incubation à 30°C.

#### **II.3.2. Dénombrement d'*Escherichia coli***

L'ensemencement est effectué en boîte de pétri contenant la gélose EMB (Eosine methylene blue). Le dénombrement est effectué après 72 heures d'incubation à 44,5°C.

#### **II.3.3. Dénombrement de *Staphylococcus aureus***

L'ensemencement est effectué en boîte de pétri contenant le milieu Chapman. Le dénombrement est effectué après 24 heures d'incubation à 37°C.

#### **II.3.4. Dénombrement de *Clostridium perferingens***

L'ensemencement est effectué en tube droit contenant le milieu *Clostridium* agar additionnée de 3 gouttes d'alun de fer. Le dénombrement des colonies noir est effectué après 72 heures d'incubation à 30°C.

### **III. RESULTATS ET DISCUSSION**

L'équipe de travail est composé de notre équipe de recherche et le cabinet Quality Control Engineering d'autre part, on a comme objectif dans l'étude de garantir la sécurité sanitaire du produit de conservation des olives.

L'équipe a envisagé l'ensemble des opérations pour évaluer les dangers associés à chaque stade de la manipulation et de la transformation du produit et la façon pour appliquer efficacement les principes de précaution tout au long de la chaîne de fabrication. Cela a nécessité une surveillance non seulement de produit fini, mais surtout des paramètres qui indiquent si les mesures de contrôle clés fonctionnent correctement en dépend des utilisations prévues du produit.

#### **III.1. LES PROGRAMMES PREALABLES**

Les programmes préalables tels que les BPF, BPH constituent une condition nécessaire pour accéder au programme HACCP et ils sont appliqués dès le stade de la réception des matières premières au stockage final avant la distribution du produit fini (Sperber et al., 1998]. Si ces programmes ne fonctionnent pas correctement, la mise en place de l'HACCP sera compliquée et aura pour résultat un système lourd et anarchique (Wallace & Williams, 2001). Au début de notre intervention, nous avons appris que l'entreprise a déjà entrepris un système de Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF). Elle a été aussi en agrément avec les investissements nécessaires en matériels et en moyens logistiques pour assurer une bonne hygiène et sécurité du produit fini.

Dans cette optique, le bâtiment a connu un réaménagement radical, le Tableau 7 regroupe en détails les différents aménagements réalisés et exécutés en 7 mois. L'entreprise a adopté un carrelage au niveau des mûres à deux mètres de hauteur. Les portes sont devenues étanches. Néanmoins, l'accès reste facile aux dispositifs et

locaux de fabrication pour assurer l'entretien, le nettoyage et la désinfection. Une station de lavage des équipements de travail a été aménagée. Aussi, toutes les surfaces de contact avec les aliments devraient être dénuées de toxicité, ce qui demande un approvisionnement suffisant en eau. Les toilettes, douches et vestiaires sont également construits en nombre suffisant et loin du périmètre de travail. D'autres mesures efficaces sont prises pour empêcher l'intrusion de ravageurs.

Pour ce qui est équipement (Tableau 8), la ligne de transformation a été bien redressée vers le sens de la marche en avant. Le laboratoire a été bien équipé en matériel de contrôle et aussi les points sensibles sont dotés de lavabos et d'accessoires dans l'objectif d'une meilleure garantie du respect des BPH.

D'une autre part, du côté ressource humaine, le personnel a bénéficié de séances de sensibilisation et de formation pour qu'ils changent leur façon de travailler.

En effet, selon un organigramme, des fiches de postes et de fonctions bien adaptées sont confiés à chacun (Tableau 9). Les tâches du personnel devraient être effectuées selon des procédures ajustées et formalisées.

Ainsi, avant la mise en place de la démarche HACCP, quatre mesures ont été instituées : organisation du local de préparation conformément aux exigences de l'hygiène du travail, consultations médicales régulières pour les manipulateurs dans le cadre de la médecine de travail, formation initiale du personnel sur la préparation du produit et mise en place d'exigences réglementaires dans le cadre de la conserverie des olives de tables. En outre, nous avons élaboré des fiches de spécification exigeant l'achat des ingrédients à contact obligatoire avec le produit sur la base de spécifications normatifs, légales et réglementaire. Les spécifications clients sont également prises en considération et se sont-elles qui définissent le sens de la production.

**Tableau 7 : Ensemble des aménagements réalisés sur le volet bâtiment**

Rubrique	Avant	Après
Bâtiment	Portes non étanches	Mise en place de portes étanches.
	Mûres non carrelées	Carrelage des mûres sur 2m de hauteur
	Egouts non fermés	Mise en place en place des caches caniveaux avec des siphons anti-retour
	Lampes non protégées Intensité lumineuse insuffisante pour contrôle	Protection généralisée des lampes. Adaptation de l'intensité lumineuse en fonction du besoin (contrôle : 500 lux, lignes de trafic : 250 lux, reste des bâtiments : 150 lux.
	Fenêtres non étanche Moustiquaires absentes	Installation de fenêtres étanches en plexiglas. Installation de moustiquaires démontables et lavables.
	Pas de stations de lavage des équipements de travail	Installation d'une station de lavage des équipements de travail.
	Pas de réfectoire	Mise en place d'un réfectoire
	Vestiaires et blocs sanitaires limités	Toilettes, douches et vestiaires en nombres répondant au besoin des employés. Leurs installations sont loin du périmètre de travail.
	Manque de magasin de stockage des ingrédients, produits chimiques, nettoyage et pièces de rechange.	Mise en place de trois magasins : un pour les produits chimiques, le second pour les produits de nettoyages et le troisième pour les ingrédients.
	Manque de cloisonnement	Séparation de la zone des fermenteurs de celle de la préparation des jus.

**Tableau 8 : Ensemble des aménagements réalisés sur le volet équipement.**

Rubrique	Avant	Après
Equipement	Marche en avant non respectée	Réaménagement de la ligne de transformation vers le sens de marche en avant.
	Lignes de transformations sont à risques sur le produit	Capotage de la ligne, réparation des fuites des huiles minérales des motos réductrices et installation des bacs de rétention.
	Instruments de mesures déréglés	Etalonnage de tous les appareils de mesures.
	Sous équipement en matériel du laboratoire de contrôle	Achat d'étuve, pH-mètres, conductimètres...
	Insuffisance en équipement sanitaire	Installation des lavabos dans tous les points sensibles, de distributeurs de savon et de désécheurs.

**Tableau 9 : Ensemble des aménagements réalisés sur les volets personnel, hygiène et procédé.**

<b>Rubrique</b>	<b>Avant</b>	<b>Après</b>
Personnel	Pas d'organigramme	Elaboration d'un organigramme fonctionnel
	Pas de fiches de postes	Elaboration des fiches pour les postes de responsabilité
	Pas de fiches de fonctions	Elaboration des fiches de fonctions
	Manque de sensibilisation (BPF, BPH)	Organisation des séances de sensibilisation au profit de tout le personnel
	Pas de formation (HACCP)	Organisation des formations sur le système HACCP
	Uniforme de travail non généralisé	Port obligatoire d'un uniforme de travail
Hygiène	Pas de procédure de nettoyage et de désinfection des équipements et ustensiles de travail	Elaboration de procédures de nettoyage et de désinfection des équipements et ustensiles de travail
	Pas de procédures d'hygiène corporelle	Elaboration de procédures d'hygiène corporelle
	Pas de procédures de nettoyage des blocs sanitaires et réfectoires	Elaboration de procédures de nettoyage des blocs sanitaires et réfectoires
	Pas de procédures de lutte contre la vermine	Elaboration de procédures de lutte contre la vermine
Procédé	Pas de procédure de contrôle à la réception des olives fraîches	Elaboration de procédure de contrôle à la réception des olives fraîches
	Pas de procédure de contrôle à la réception de tous les ingrédients	Elaboration de procédure de contrôle à la réception de tous les ingrédients
	Pas de procédure de contrôle à la réception des emballages primaires et secondaires	Elaboration de procédure de contrôle à la réception des emballages primaires et secondaires
	Pas de procédure de maîtrise de la désamérisation	Elaboration de procédure de maîtrise de la désamérisation
	Pas de procédure de maîtrise de la fermentation	Elaboration de procédure de maîtrise de fermentation
	Pas de procédure de maîtrise de sertissage	Elaboration de procédure de maîtrise de sertissage
	Pas de procédure de maîtrise de la pasteurisation	Elaboration de procédure de maîtrise de la pasteurisation
	Pas de procédure de maîtrise de la préparation des jus de couverture	Elaboration de procédure de maîtrise de la préparation des jus de couverture
	Pas de procédure de contrôle de qualité	Elaboration de procédure de contrôle de qualité
	Pas de procédure de contrôle de qualité	Elaboration de procédure de contrôle de qualité
	Pas de procédure de maîtrise d'étiquetage emballage, stockage et expédition	Elaboration de procédure de maîtrise d'étiquetage emballage, stockage et expédition

### ***III.2. MISE EN PLACE DU SYSTEME HACCP***

Suite aux programmes préalables, l'entreprise se trouve en mesure d'appliquer le système HACCP de manière convenable.

L'application proprement dite du système HACCP dans la ligne de production de conserve en boîte d'un kilogramme d'olives stipule l'exécution des 12 tâches décrites en méthodologie qui engendrent les sept principes fondamentaux du système, on cite :

- ☛ principe 1: procéder à une analyse des dangers.
- ☛ principe 2 : déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP).
- ☛ principe 3: fixer le ou les seuil(s) critiques(s).
- ☛ principe 4: mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP.
- ☛ principe 5: déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé.
- ☛ principe 6: appliquer des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.
- ☛ principe 7: constituer un dossier dans lequel figurera toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application.

#### **III.2.1. Description du produit**

La boîte de conserve d'olives doit être accompagnée d'informations suffisantes afin que le personnel intervenant à l'étape suivante de la filière du produit manipule, entrepose et expose le produit pour la vente sans risque. Le produit est décrit selon le guide de bonne pratique de fabrication : Olives vertes conditionnées en boîtes ou en bocaux, stocké et distribué à des températures < 40°C. L'utilisation attendue : Prêt à être consommé.

Tous les lots de produits alimentaires devraient être faciles à identifier par un numéro de lot pour permettre de remonter la filière du produit en cas de

nécessité. D'autres renseignements sont aussi marqués sur l'emballage de la boîte tel la date de fabrication, la date limite d'usage et la composition chimique du produit. Ces informations sont nécessaires pour que le consommateur puisse contrôler le produit avant usage et être vigilant dans la manière d'utilisation du produit.

### **III.2.2. Diagramme de fabrication**

Le diagramme de fabrication est élaboré en concertation avec le directeur de production et peaufiné sur le terrain avec l'accompagnement de personnel compétent (Figure 10).

Ce diagramme de production a été schématisé en précisant le niveau d'incorporation de chaque ingrédient entrant dans la composition de l'aliment. Toutes les étapes successives sont intégrés de manière systématique, dès l'acquisition des matières premières, les pré- traitements, l'emballage, le stockage jusqu'à l'expédition, y compris toutes les mesures pertinentes. Une fois toute l'équipe valide la pertinence du diagramme, il ne doit pas être changé. Si des modifications sont apportées à la composition ou aux procédures de fonctionnement, il faudra réévaluer le plan HACCP en fonction de ces modifications.

### **III.2.3. Identification des risques**

L'identification effective des dangers reconnues comme potentielles et l'analyse des risques relatifs constituent les pivots du plan HACCP. Les dangers contraignants la ligne de production susmentionnée sont de trois types : biologiques, chimiques et physiques. Pour les risques biologiques, le développement de bactéries toxigènes tel le *Clostridium Botulinum* est possible étant donné l'adoption du mécanisme traditionnelle de fermentation et/ou la non maîtrise de la dose minimale létale des acides organiques utilisés. Ce danger incombe essentiellement à l'entreprise. Ainsi, des échantillons d'olives ont été prélevés pour une analyse bactériologique comprenant quatre marqueurs: la flore mésophile aérobie totale (FMAT), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens*.

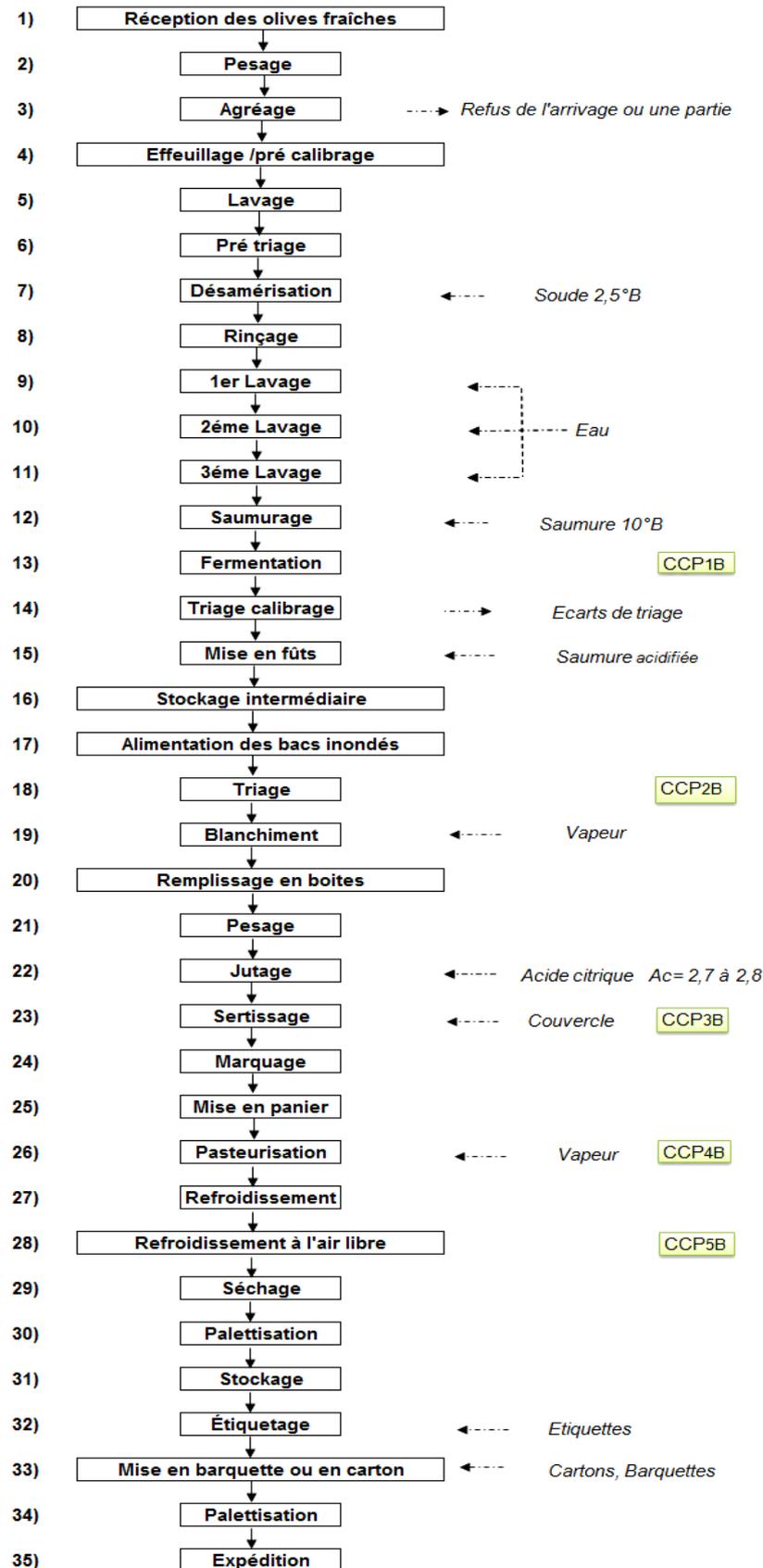


Figure 10 :Diagramme de fabrication des conserves d'olives vertes conditionnées en boîtes de métal

L'appréciation globale sur 53 échantillons prélevés, a montré un dépassement des seuils « non satisfaisant » et « impropre à la consommation » par excès de flore mésophile aérobie totale. Les plus mauvais résultats microbiologiques ont été relevés à la réception (Tableau 10). Les microorganismes potentiellement pathogènes ont été observés surtout pendant la première phase d'exploration : *Clostridium butulinum*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

La constatation d'un degré élevé de contamination bactérienne de l'olive avant la mise en place de la démarche HACCP n'est pas surprenante. Ceci à cause d'une mauvaise application des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication, ainsi que d'une mauvaise organisation du secteur oléicole en amont.

**Tableau 10 : Evaluation de la contamination microbienne à la réception et au niveau du produit fini après l'application du système HACCP.**

Contaminant	FMAT	<i>Cl. butulinum</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Etape	(UFC /ml)	(UFC /ml)	(UFC /ml)	(UFC /ml)
Réception	620.10 <sup>4</sup>	98.10 <sup>3</sup>	170.10 <sup>3</sup>	256.10 <sup>2</sup>
Produit fini	Absent	Absent	Absent	Absent

Concernant les risques chimiques, ce sont ceux liés aux produits chimiques provenant de l'environnement lors des techniques culturales (pesticides) ou au moment des manipulations lors du processus de transformation (graisses de réparation des machines, traces de détergents...). Alors que, les autres dangers chimiques sont liés au non respect de la réglementation en matière des doses utilisées pour les produits phytosanitaires. Ces dangers ne peuvent pas être gérés par l'entreprise vue la complexité du marché (secteur non organisé). Les autres dangers chimiques probables sont le taux anormal de métaux lourds de la soude pour traiter les olives. Leur maîtrise peut se faire à deux niveaux. La soude liquide généralement utilisée doit contenir le taux réglementaire des métaux lourds et cela incombe au fournisseur. Alors que, pour ne pas avoir un taux

anormal de soude dans l'olive, il faut respecter les bonnes pratiques de lavage avec contrôle de pH. Cette opération se fait au niveau de l'entreprise.

Les risques physiques sont tous les corps étrangers pouvant s'infiltrer lors d'une des étapes de la chaîne de fabrication et restant dans le produit fini. Les corps étrangers peuvent être des bijoux, verres, plastiques durs, écrous. Le personnel doit engager une attention responsable à toutes les manipulations qui lui sont associés et doit appliquer formellement les bonnes pratiques d'hygiène.

Sur les 35 étapes du diagramme de fabrication (Figure 10), nous avons énuméré 26 dangers biologiques constituant 41% de l'ensemble des dangers. Les dangers chimiques occupent la deuxième position avec 32%, alors que les dangers physiques constituent à eux seuls 27%. Nous avons même essayé de notifier la possibilité de présence d'allergènes.

La sévérité de chacun des types de dangers est définie et une détermination des causes relatives à chaque danger est établie. Les dangers déclarés plus sévères sont d'ordre biologique. Ils font les 66% de l'ensemble des dangers sévères. A côté, se trouvent les deux autres dangers (chimiques et physiques), ils présentent tous les deux le même degré de sévérité (17 % chacun). Une partie de ces dangers pourrait être éliminé suffisamment à l'opération, mais d'autres ne peuvent pas être éliminés.

#### **III.2.4. Détermination des CCP**

L'identification correcte des CCP est une question clé dans le système HACCP, il est donc important que des efforts particuliers soient fournis lors de cet étape. Ainsi, comprendre la contamination potentielle de la boîte de conserve était essentiel pour déterminer les CCP. Ils sont identifiés en se basant sur l'arbre de décision (Figure 9) dans laquelle l'équipe HACCP a posé les questions spécifiques et logiques pour aider à déterminer les vraies CCP par rapport à un point qui pourrait être manipulé en vertu de la BPF ou des BPH. Le tableau 11 résume les étapes dont le questionnaire de l'arbre de décision a révélé qu'elle présente un CCP, ils sont susmentionnés aussi sur la Figure 10. Ce sont les étapes à lesquelles le contrôle peut être appliqué et un danger pour la sécurité

alimentaire peut être prévenu, éliminé, ou réduit à des niveaux acceptables. Les autres étapes qui ne sont pas identifiées comme CCP ne sont pas apportées dans le tableau 11.

Les CCPb de type biologique correspondent à un développement de micro-organismes pathogènes *Clostridium botulinum* et des coliformes lors des étapes suivantes du diagramme de fabrication : Fermentation (13), sertissage (23), pasteurisation (26) et refroidissement à l'air libre (28)

Les CCPp de type physiques sont ceux liés à un passage d'un corps étrangers (verre, métal, plastiques, papier, tissu, pierre) lors de l'étape de triage (18).

### **III.2.5. Mesures à envisager pour maîtriser les dangers**

Après l'identification des risques des mesures appropriées doivent être envisagées, c'est-à-dire, il faut mettre en œuvre une action ou une activité pour maîtriser le danger repéré afin qu'il soit écarté, supprimé ou ramené à un niveau acceptable. Il peut aussi s'agir d'un projet de formation du personnel à une opération donnée relevant des BPF ou BPH.

Dans le cas du développement des microorganismes à l'étape de fermentation, la contamination peut être surmontée en contrôlant la saumure et le pH qui doivent être supérieur à 8° et inférieur à 4,5, respectivement. Lors de l'étape de tri, un bon contrôle visuel est nécessaire pour éviter le passage de tout corps étranger. Au sertissage, l'application de ces normes de manœuvre épargnent de toute contamination microbienne par la suite. Une pasteurisation efficace suivant les règles et le respect du temps de refroidissement constituent aussi des mesures préventives pour assurer la sécurité sanitaire du produit fini.

Le Tableau 11 souligne en détail les limites critiques pour les mesures de prévention associées à chaque CCP, les exigences de surveillance des CCP et les actions correctives.

Les limites critiques des mesures préventives sont définies pour chaque CCP. La surveillance du système se fait à travers ses limites critiques. On devait toujours vérifier à les respecter et ne pas les dépasser soit opérationnellement ou pendant

un temps bien défini ou précis (combien de fois par jour ou par mois). L'opération de surveillance s'effectue soit à l'aide d'un appareillage approprié: aéromètre dans le cas de la saumure, pH-mètre, thermomètre bien étalonné ou suite à une action bien maîtrisée : contrôle visuelle lors du triage, analyse dimensionnelle et de projection pendant le serti. En général, le système de surveillance se procrée sur quatre questions fondamentales : Surveillez quoi ? Comment le faire ? Quand devrait-on le faire ? Qui devrait le faire?

Alors que pour les mesures correctives qu'on a choisi sont des tâches faciles à réaliser comme le rajout de la saumure, rajout de l'acide lactique pour atteindre un pH inférieur à 4.5, le re-tri en cas de doute sur le premier triage, un réglage de sertisseuse en cas de défaut de sertissage, re-pasteurisation en cas de résultats non satisfaisants.

La pasteurisation des boîtes après la serti devrait entraîner une disparition complète des flores de contamination originelle, et toutes contaminations observées est probablement survenues sur la ligne de préparation, à partir des produits crus ou au contact des manipulateurs.

**Tableau 11 : Les étapes identifiées comme CCP selon le questionnaire de l'arbre de décision**

	Danger recensé	Le danger est-il contrôlé par les programmes préalables? OUI NON → Q N° 1	Q n° 1 Existe-t-il une ou plusieurs mesure (s) préventive (s) de maîtrise? NON → pas CCP OUI → Q N° 2	Q n° 2 L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer la probabilité d'apparition d'un danger ou la ramener à un niveau acceptable? NON → Q N° 3 OUI → CCP	Q n° 3 Une contamination s'accompagnant du (des) danger (s) identifié (s) peut-elle survenir, ou le danger peut-elle augmenter jusqu'à atteindre un niveau inacceptable NON → pas CCP OUI → Q N° 4	Q n° 4 Une étape ultérieure peut-elle éliminer le danger ou le réduire à un niveau acceptable? NON → CCP OUI → pas CCP	Point critique
Fermentation (13)	Biologique	Développement des microorganismes pathogènes	Oui	Non	Oui	Non	CCP B
Triage (18)	Physique	Passage d'un corps étranger dans le produit fini	Oui	Non	Oui	Non	CCP P
Sertissage (23)	Biologique	Contamination post sertissage	Oui	Non	Oui	Non	CCP B
Pasteurisation (26)	Biologique	Suivie des microorganismes	Oui	Non	Oui	Non	CCP B
Refroidissement à l'air libre (28)	Biologique	Contamination post pasteurisation	Oui	Non	Oui	Non	CCP B

Ainsi, d'autres actions de surveillance sont réalisées à travers des analyses microbiologiques des olives dans les boîtes après la mise en œuvre de l'HACCP, les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 10. L'analyse des olives dans les boîtes révélait une réduction de la flore mésophile aérobie totale, et une élimination de la contamination par *Escherichia coli*, (indicateur d'une souillure d'origine fécale, soit par des mains sales, soit par l'utilisation d'eau non potable). Les espèces bactériennes, agents potentiels de toxi-infections alimentaires, ont été absentes : *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens*. Les autres groupes de microorganismes testés sont aussi soit absents ou se trouvent à des niveaux inférieurs au seuil d'acceptabilité. Ces résultats témoignent de l'action positive du traitement thermique appliqué lors de la mise en place des BPH et BPF.

Aussi dans nos démarches HACCP, nous nous sommes intéressés à l'élaboration et l'application de l'ensemble des procédures dédiées aux activités du rappel et de la traçabilité (Tableau 112). Les registres ou fichiers électroniques apportent la preuve que les seuils critiques fixés sont respectés, et ils peuvent être utilisés chaque fois pour rechercher l'origine d'un problème. Ils fournissent une traçabilité du produit et sont des preuves de la sécurité sanitaire du produit en cas de besoin et aussi un indice de la réussite du plan HACCP.

Les efforts de 18 mois de la mise en place de l'HACCP ont abouti à une diminution du taux de déchets des olives qui est passé de 34 % à 24%, un produit fini exempt de toute contamination bactérienne (respectant les normes). Le portefeuille client a enregistré une hausse d'environ 15%, alors que le chiffre d'affaire a augmenté de 5,6%.

Finalement, pour tenir le plan HACCP à jour, un plan officiel d'audit interne du système, et parfois par un expert indépendant est recommandé.

**Tableau 12 : Programme HACCP pour le contrôle de la Salubrité des points critiques.**

Point Critique	Danger	Limite Critique pour Chaque Mesure Préventive	Système de Surveillance				Mesure Corrective	Documentation	Vérification
			Quoi	Comment	Quand	Qui			
Fermentation (13) CCP B	Développement des microorganismes du clostridium botulinum et des coliformes	Saumure > 8°  pH < 4.5	concentration de la saumure  pH	aéromètre étalonné  pH mètre étalonné	- Une fois tous les trois jours pour le 1 <sup>er</sup> mois - ensuite une fois par mois  - Deux fois par semaine jusqu'à stabilisation - ensuite une fois par mois	Technicien de laboratoire  Technicien de laboratoire	Ajouter de la saumure jusqu'à l'obtention de la valeur.  Si le pH > 4.5 ajouter de l'acide lactique jusqu'au pH <4.5	Fiche de suivi de la Fermentation	Vérification de la fiche de suivi de la fermentation dans les 24h par le responsable AQ
Triage (18) CCP P	Présence de corps étrangers	Aucun corps étranger	Triage	Contrôle visuel	Une fois par heure  En continu	Technicien contrôle qualité Ouvrières du poste	Retrié	Fiche de contrôle de triage	Révision de la fiche de contrôle de triage dans les 24h par le responsable AQ

Sertissage (23) CCP B	Contamination post pasteurisation	Respecter les normes du serti selon les formats des boites	Le serti	Analyse dimensionnelle et projection	Avant le démarrage et chaque 4 heure	Contremaître et technicien de laboratoire	Arrêter, régler la sertisseuse et isoler les boites depuis la dernière vérification	Fiche de contrôle de serti	Vérification dans les 24h de la fiche de contrôle de serti par le responsable AQ
Pasteurisation (26) CCP B	Survie des micro organismes	Respecter les barèmes de pasteurisation par produit par format	Surveiller les paramètres (de pasteurisation)	Visuellement	Chaque cycle	Responsable de pasteurisation	Repasteuriser	Fiche de contrôle du traitement thermique ainsi que le thermographe	Vérification de la fiche de contrôle du traitement thermique ainsi que le thermographe dans les 24h par le responsable AQ
Refroidissement à l'air libre (28) CCP B	Contamination par des germes pathogènes	Respecter le temps de refroidissement > 2 h	Temps de refroidissement	Heure de début et heure de fin de refroidissement	Chaque cycle	Responsable de stérilisation	Isoler le lot pour évaluation	Fiche de contrôle du traitement thermique	Vérification de la fiche de contrôle du traitement thermique dans les 24h par le responsable AQ

CCP B : Point de Contrôle Critique Biologique ; CCP P : Point de Contrôle Critique Physique

#### IV. CONCLUSION

Une des causes jugée à l'origine de la contamination du produit fini de la conserverie, sujette à l'étude, est la réception des olives impropres. En fait, les contaminations survenues malgré la pasteurisation des boîtes affirment qu'elles sont survenues sur la ligne de préparation, à partir des produits crus ou au contact des manipulateurs. Ce souci combiné à une augmentation du taux de déchets témoignent d'un manque d'accompagnement managérial. Les gérants de l'établissement contrariés en plus par le respect des normes réglementaires, ont agréé la mise en place d'un système d'actions préventives HACCP. L'aménagement de ce système et la garantie de sa pérennité s'est basé sur quatre facteurs : la participation active des manipulateurs, la formation aux bonnes pratiques de préparation, les moyens mis à disposition et les exigences nécessaires concernant le produit en fonction de sa destination à l'exportation ou à la vente dans les grandes surfaces. Suite à l'application des tâches de l'HACCP en respectant ses 7 principes, on a anticipé les étapes qui peuvent présenter des dangers sur le diagramme de la chaîne de fabrication qui sont de l'ordre de 26 dont 5 présentent des CCP généralement de type biologiques. La mise en place du système a abouti après 18 mois à une diminution du taux de déchets avec une suppression ultime de toute contamination bactérienne des olives grâce à un traitement thermique (valeurs non détectables de FMAT, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* et autres). Ceci a favorisé une augmentation importante du chiffre d'affaire et du portefeuille clients. En perspective, les risques microbiologiques alimentaires mis en lumière dans ce travail doivent inciter les autorités compétentes à instituer une réglementation sanitaire dans ce secteur de l'alimentation, avec la participation des représentants de ces établissements.

**CHAPITRE IV**  
**VALIDATION DU BAREME THERMIQUE DE**  
**L'APPERTISATION DES OLIVES VERTES DE TABLE**

# **CHAPITRE IV**

## **VALIDATION DU BAREME THERMIQUE DE L'APPERTISATION DES OLIVES VERTES DE TABLE**

---

### **I. INTRODUCTION**

Les olives vertes (cueillies jeunes) sont extrêmement amères. Elles subissent des préparations qui les rendent consommables. Ces préparations sont réalisées dans les conserveries d'olives de table. Les nombreuses méthodes utilisées diffèrent en fonction de la variété et de la maturité des olives. La préparation comprend presque toujours trois phases : la désamérisation (pour enlever l'amertume intense et naturelle), la fermentation lactique, ensuite la conservation. Concernant cette dernière étape, il existe trois méthodes de conservation : soit la conservation à froid, ou l'augmentation du taux de sel de la saumure ou l'appertisation des olives. L'appertisation découverte par Nicolas Appert vers 1810 est un procédé qui combine la préparation d'aliments dans des boîtes de conserve étanches et leur stérilisation ou pasteurisation par la chaleur. La chaleur appliquée peut aller à +140°C afin de détruire et d'inactiver tous les micro-organismes, leurs spores et leur toxines dont la présence pourrait rendre la nourriture impropre à la consommation. Cependant, la pasteurisation absolue n'existe pas. Ce qu'on cherche lors de la pasteurisation des aliments, c'est la pasteurisation commerciale. Elle correspond à la pasteurisation où le risque et la contamination sont statistiquement improbables. Dans cet objectif, l'industrie de la conserve n'a cessé de se développer et de chercher à diversifier ses méthodes et à faire évoluer ses produits (Bimbenet et al., 2002). Elle a développé la gamme de produits conservés allant de la mise au point de conserve de fruits et légumes jusqu'au plat prêt à emploi ou ce qu'on appelle produits de quatrième gamme (Larousse, 1991 ; Mafart, 1991 ; 1996). En outre, dans l'industrie agro-alimentaire, nombreux sont les produits qui sont naturellement ou artificiellement acide donc leur traitement sera plus aisé. La double influence des pH acides, sur la

destruction et sur la multiplication des microorganismes, permet d'envisager 3 types de traitements :

- ☛ La stérilisation qui présente un traitement à haute température qui tue toutes les formes sporulées, et à fortiori les formes végétatives des microbes présents quelque soit le pH du milieu. Elle permet la conservation du produit pour une longue durée.
- ☛ La pasteurisation qui présente un traitement moins sévère qui ne supprime que les formes végétatives les plus thermosensibles dans les milieux neutres ou peu acides, cependant ce traitement laisse subsister quelques formes thermorésistantes et toutes les formes sporulées des bactéries, et donc n'assure la conservation du produit que pendant une durée très limitée.
- ☛ Le troisième type est la pasteurisation stabilisatrice : Même traitement que la pasteurisation, mais qui est appliqué à des produits très acides. Elle ne permet pas la multiplication des formes sporulées non détruites, et par conséquent ne présente aucun danger tant pour l'aliment que pour le consommateur. Ce dernier permet la conservation du produit acide pendant une longue durée. En fait, sur les olives vertes de table s'applique ce dernier type de pasteurisation stabilisatrice en milieu acide.

Cependant, le développement de ce procédé de conservation des aliments se trouve confronté à une limite qui est la base même de son existence : le traitement thermique ou la température. Ce traitement physique est appliqué pour allonger la durée de conservation des olives vertes contre la périssabilité. Il est responsable de l'élimination totale des micro-organismes provoquant la périssabilité et affectant l'innocuité du produit. Alors que, la destruction des micro-organismes par la chaleur se fait souvent au détriment de la qualité nutritive et organoleptique de l'aliment (Bourgeois et al., 1996). En fait, nombreuses vitamines et protéines sont peu stables aux fortes températures, ainsi le des goûts de cuit et des modifications de la texture peuvent apparaître. Ces derniers effets secondaires du traitement thermique font de la conserve un produit de moins en moins attrayant pour le consommateur, au bénéfice des produits frais dont la durée de consommation reste limitée. Autrement, le traitement thermique

idéal est celui qui garantit en même temps la qualité sanitaire et nutritionnelle de l'aliment. Ainsi, la volonté actuelle des conserveurs est de se diriger vers une réduction des barèmes de stérilisation ou pasteurisation pour conserver la qualité finale des produits, mais en maintenant la sécurité microbiologique. L'optimisation des barèmes de stérilisation ou pasteurisation revient, dans une première phase, à déterminer le traitement thermique minimal à appliquer au produit, mais sous réserve d'atteindre le taux de sécurité microbiologique souhaitée, tout en préservant la qualité nutritionnelle du produit.

Dans l'entreprise Marocaine, le traitement thermique des olives vertes est considéré comme un point de risque à maîtriser (CCP). Ainsi, l'objectif de cette étude est de décrire le principe de l'appertisation des olives vertes et de discuter la conformité du barème choisi par l'entreprise étudiée.

## **II. MATERIEL ET METHODES**

L'entreprise est une société de la région de Marrakech-Tansift-El Hawz. Parmi les activités de la société est la pasteurisation des olives vertes. La société s'intéresse à la mise en œuvre du système HACCP. A l'aide de ce système, un des points critiques à contrôler et que nous avons identifié, est de valider le barème thermique de pasteurisation pour répondre à la fois à la qualité sanitaire et nutritionnelle du produit. Le traitement conçu par la société correspond à un palier de température de 90°C pendant environ 20 min.

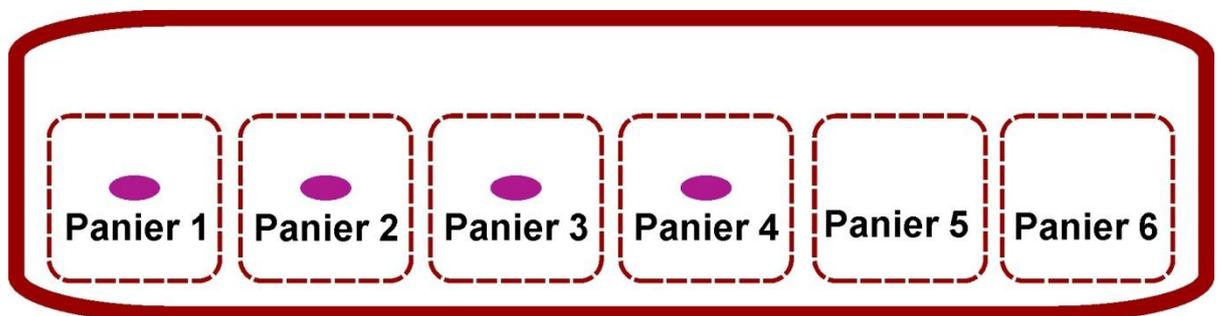
### ***II.1. MATERIEL UTILISE ET TEST DE DISTRIBUTION***

Le matériel utilisé pour la pasteurisation est un autoclave (type : prominox). Les contenants sont disposés dans l'autoclave de manière à ce que tous les éléments reçoivent un même traitement thermique. Toutefois, avant qu'un autoclave, ne soit utilisé pour conditionner des produits alimentaires, des tests de distribution de température sont réalisés afin de vérifier l'efficacité de la conception et de l'installation de l'appareil. Il faut que la température soit uniforme en tous points au-delà d'une minute du début de plateau. La durée de ventilation, qui sert à évacuer l'air de l'autoclave en début de cycle afin de travailler en vapeur seule,

est fixée à 7 min après le début de l'ébullition (chasse de l'air par la vapeur, en ouvrant la soupape). Des procédures de mise en route de l'autoclave sont établies.

## ***II.2. PRINCIPE DU TEST DE VALIDATION***

Le principe du test revient à faire un test de pénétration de la chaleur dans les boîtes de conserves à différents endroits de l'autoclave et surtout dans le point qu'on juge le plus froid ou aussi les points présentant les conditions les plus défavorables à la pénétration de la chaleur. Ainsi, on enregistre l'évolution de la température dans ces boîtes. Dans cet objectif, 4 paniers contenant les boîtes sont disposés selon le plan représenté par la Figure 11. Dans ces derniers on détermine les caractéristiques de transfert de chaleur et on calcule la valeur pasteurisatrice dans chaque boîte, en utilisant des modèles mathématiques : Combinaison des méthodes de Ball et al. (1997) et de Bigelow (1921) selon Couvert et al. (2002).



**Figure 11 : Emplacement des enregistreurs dans l'autoclave au cours du traitement**

## ***II.3. CONDUITE DE TEST DE VALIDATION***

### ***a) Description du produit***

Les tests de pénétration ont été conduits sur des olives entières grosses : 16 à 18 olives par 100 g, de bonne qualité, d'origine des fermes locales, qui sont caractérisées par un pH de 3 à 4.

Ingrédients : Eau, sel, acide citrique.

Emballage Boites: 3 pièces métalliques cylindriques.

La durée de vie ou de conservation est estimée à 3 ans après la date de production. Elles sont distribuées à la température ambiante.

### ***b) Description du système***

Le système utilisé et les conditions de travail sont décrits en annexe 1.

### ***c) Cycle de pasteurisation***

Les programmes utilisés par le système d'autoclave : montée jusqu'à 90°C à partir de 20 à 25 min environ ; pasteurisation : à 90°C sur un palier de 20 min; refroidissement: jusqu'à 34 °C en 30 min.

#### **- La montée**

Le chauffage démarre une fois que l'autoclave est fermé. Lorsque l'eau atteint le point d'ébullition (100°C), la température demeure alors constante, c'est le palier de changement d'état. On doit ouvrir une vanne de dégazage afin d'obtenir une vapeur saturée. En évacuant l'air contenu dans l'autoclave, on peut alors obtenir la relation «pression de vapeur/température »

#### **- Le palier**

Le palier est atteint lorsque la température du produit est égale à celle préalablement déterminée pour pasteuriser. On maintient cette température pendant 20 min parce qu'un temps de pasteurisation plus long peut se traduire par une perte nutritionnelle importante.

#### **- Le refroidissement**

Elle consiste en l'introduction d'eau froide dans l'autoclave. La vapeur se condense immédiatement. Cependant, il se crée un vide dans l'autoclave. La pression à l'intérieur des boîtes de conserve est encore élevée au début du refroidissement. Pour éviter le bris des boîtes (bombage excessif, par exemple), on utilise de l'air comprimé à la place de la vapeur au début du refroidissement.

La température initiale d'autoclave est de 20°C, la température de l'eau de refroidissement est de 15°C et la température à cœur du produit en fin de refroidissement est fixée à 40°C.

#### *d) Enregistreur utilisé*

Le type d'enregistreur est le HITEMP140 : c'est un enregistreur de température solide et précis spécialement étudié pour les environnements difficiles (autoclaves, étuves).

Il est utilisé avec le logiciel Evidencia Transit qui permet de programmer, démarrer, stopper et télécharger les données



Photographie d'un enregistreur

#### *e) Emplacement des enregistreurs dans l'autoclave au cours du traitement*

Les sondes de contrôle et de l'enregistreur sont placées à côté du thermomètre à mercure situé au milieu de l'autoclave, au dessus du niveau des paniers. Les enregistreurs ont été mis dans la boîte située au centre du panier (Figure 11).

### **II.4. METHODE DE CALCUL**

La valeur pasteurisatrice représente le temps théorique de chauffage d'un produit à une température constante de référence ( $T_{\text{réf}} = 90^{\circ}\text{C}$ , avec  $Z=10$ ) et équivalent à la durée des 3 phases (la montée en température, plateau et temps de refroidissement), afin de réduire la charge microbienne dans les proportions voulues.

D'abord, pour des intervalles de temps successifs de durée  $t_i = 1$  min, on mesure dans le produit les températures  $T_i$  :  $T_i = (T_{n-1} + T_n)/2$

Par la suite, on calcule la valeur de létalité à la température  $T_i$  pendant une minute :

$$L = 10^{\frac{T_i - 90}{z}}$$

$z$  : écart de température permettant de réduire la durée du traitement thermique d'un facteur de 10 pour la même efficacité. La valeur de  $z$  est conventionnellement fixée à dix (en référence à la valeur relative au *Clostridium botulinum*).

Ainsi, pour chaque intervalle de temps  $t_i =$  une minute à une température  $T_i$ , la valeur pasteurisatrice, est :

$$VP_i = t_i \times 10^{\frac{T_i - 90}{z}}$$

$VP_i$  : valeur pasteurisatrice obtenue à la température  $T_i$  pendant une minute.

Le calcul de la valeur pasteurisatrice total, pour l'ensemble du traitement thermique, se fait par intégration des rectangles de la courbe de mesures de température à l'aide des couples temps/température (Méthode des rectangles de

Bigelow, 1921), selon la formule suivante :

$$VP = \sum VP_i$$

## **II.5. METHODES D'ANALYSE PHYSICOCHIMIQUES**

Les principes des méthodes d'analyse utilisées pour l'évaluation de la qualité nutritionnelle et organoleptique sont présentés dans l'annexe 3.

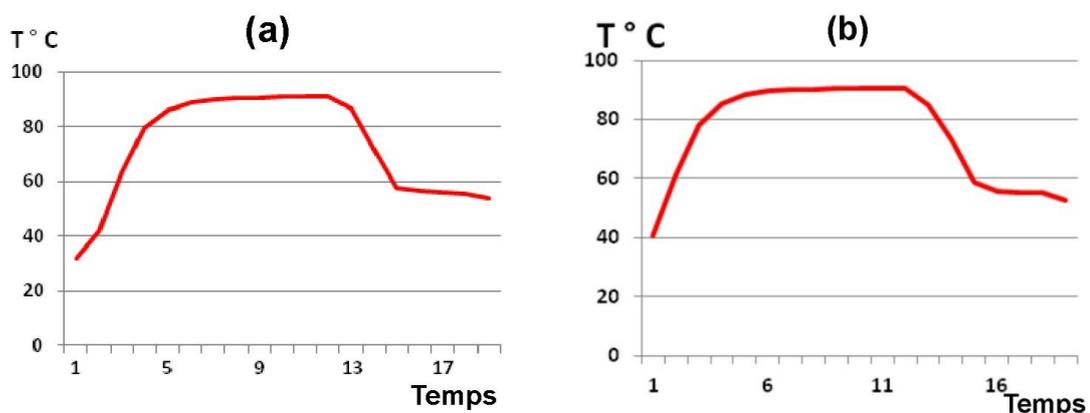
## **III. RESULTATS ET DISCUSSION**

La pasteurisation ou traitement thermique des conserves d'olives verte de table consiste à mettre ce dernier en présence d'un fluide chaud pendant un certain temps puis à le refroidir par la mise en présence d'un fluide froid. Dans ces deux cas, on réalisera un échange de chaleur entre le fluide et le produit à travers la paroi les séparant, du plus chaud vers le plus froid. Cette chaleur devra également migrer au sein du produit. L'évolution thermique dans le produit résulte des deux phénomènes : a) migration de la chaleur à travers une paroi et b) migration de la

chaleur dans le produit soit par convection suite aux mouvements ou déplacements de la matière ou par conduction à travers les échanges entre les parties les plus chaudes et les plus froides.

Ainsi, afin de présenter les différentes phases d'un traitement thermique discontinu classique, et comment celui-ci peut être conçu, contrôlé, validé, il est utile d'en proposer une représentation graphique très usuelle : enregistrement des températures dans l'autoclave au cours du temps de traitement qui sont relevées au point critique du produit dans les 4 paniers. C'est une représentation de barèmes de traitement thermique en coordonnées semi-logarithmiques, avec, en abscisse le temps  $t$ , et en ordonnée la température au point critique du produit au temps  $t$  (Zuber et al. 2008b).

Les graphiques (Figure 12 a et b) décrivent l'évolution des températures pendant le cycle de pasteurisation des olives vertes. C'est la température à l'intérieur des boîtes de conserve. On peut très bien distinguer les étapes principales. Une phase de « Come Up Time » (CUT) consistant à un délai de montée de la température de l'enceinte d'environ 25 min, jusqu'à la température de régime ( $T_r = 90^\circ\text{C}$ ), suivie d'une phase de palier chaud durant laquelle la température de régime est maintenue constante pendant environ 20 minutes, puis une phase de « Come Down Time » (CDT) qui consistant à un refroidissement qui dure environ 30 min.



**Figure 12 : a et b. Enregistrements de la température au cours du traitement thermique appliqué pour l'appertisation des olives vertes de table dans 4 paniers.**

Ainsi, le barème de traitement thermique choisi par la société appliqué en autoclave correspond au palier de température constante élevée 90°C à laquelle sont soumis les produits pendant environ 20 min afin de se retrouver avec une réduction de  $10^{-9}$  bactérie pathogène par boîte, ou plutôt une chance sur un milliard qu'une boîte contienne une bactérie pathogène. C'est le risque maximum accepté par la norme de la pasteurisation pour la commercialisation du produit.

Ce barème a été choisi en fonction de la nature du produit, son pH, l'emballage, le nombre initial de microorganismes, contenus dans le produit avant pasteurisation, du type d'autoclave employé, du fluide chauffant (eau ou vapeur d'eau) et du délai de mise en régime de l'autoclave (Silla Santos et al., 1992, 1993, 1995 ; Lopez et al., 1994, 1996 ; Fernandez et al., 1996).

Ainsi, la conception d'un barème de pasteurisation, combine à la fois :

- ☛ La définition de l'objectif d'intensité thermique/efficacité décontaminante à atteindre ;
- ☛ La définition de la zone du produit où ce traitement minimal doit être appliqué : notion de point critique du produit ;
- ☛ La prise en compte de la vitesse de pénétration de la chaleur dans le produit, influencée elle-même par une éventuelle agitation ;
- ☛ le choix de la température de traitement en palier ;
- ☛ la température initiale du produit ;
- ☛ les caractéristiques du matériel (autoclave) mis en œuvre.

Dès que l'on connaît les caractéristiques thermiques du couple produit/emballage et du barème thermique (température/durée) ; le choix de la température de travail permet de déterminer la durée de barème thermique nécessaire pour atteindre l'objectif de la valeur pasteurisatrice au point critique. Cette durée du barème peut être déterminée par des méthodes de calculs prédictives (méthode de Ball, année 1923), par expérimentations successives (méthode de Bigelow année 1921) ou par l'adaptation d'un barème existant en interne déjà validé pour des conditions de fabrication similaires (Zuber et al., 2008a).

Tenant compte par exemple du paramètre de pH, dans des produits à un pH inférieur à 4,5 (entre 3 et 4) telle la conserve d'olive, les spores des

microorganismes ne se développent pas. Tous les fruits, dont le pH varie entre 2 et 4,5 ne contiennent pas de bactéries capables de générer des spores. A l'opposé des légumes, des viandes et des poissons (leur pH varie entre 5 et 7,5), les spores se développent jusqu'à 120 °C, seulement parce que leur pH est supérieur à 4,5. Sous cette barrière de pH = 4,5 on considère qu'une température variant entre 80 et 90 °C est suffisante pour stériliser et pasteuriser les aliments des microorganismes à l'exception des levures et moisissures qui se développent sur des produits de pH entre 2 et 10.

Cependant, il est constaté un antagonisme entre le traitement thermique « élevé » nécessaire pour garantir la stabilité du produit et le résultat sensoriel des produits (Basset et al., 1997 ; Sobczak & Cordier, 2004). La maîtrise du traitement thermique est donc un paramètre primordial pour garantir les qualités organoleptiques.

Afin de permettre une connaissance de l'effet létal d'un traitement thermique, la notion de Valeur Stérilisatrice (VS) ou pasteurisatrice (VP) a été introduite comme une «échelle d'intensité de traitement thermique». Par définition, la VP est une durée de traitement thermique, exprimée en minutes, à une température de référence (Tref) qui permet la destruction d'une certaine quantité de microorganismes cibles dont les caractéristiques de thermorésistance sont connues.  $F_0=30$  min est la valeur pasteurisatrice sanitaire correspond au traitement thermique minimal pour les conserves acides (pH <4,5) à une température inférieure à 90°C suivant la référence utilisée dans de l'usine. Ainsi, cette valeur pasteurisatrice devrait être parvenue dans les boîtes de conserve situés dans la zone la plus froide et qui correspond au point critique selon le plan HACCP.

En effet, le point clé dans la conception d'un traitement thermique est la connaissance et la quantification des paramètres décrivant la vitesse de pénétration de la chaleur dans la totalité du produit conditionné (au chauffage, puis lors du refroidissement). Dans le procédé d'appertisation, la chaleur du fluide chauffant, permettant la destruction des microorganismes, est transmise au contenu à travers la paroi du récipient et pénètre plus ou moins vite à l'intérieur

du produit jusqu'au point le plus lent à s'échauffer, qui est généralement le centre ou aussi le plus éloigné de la paroi.

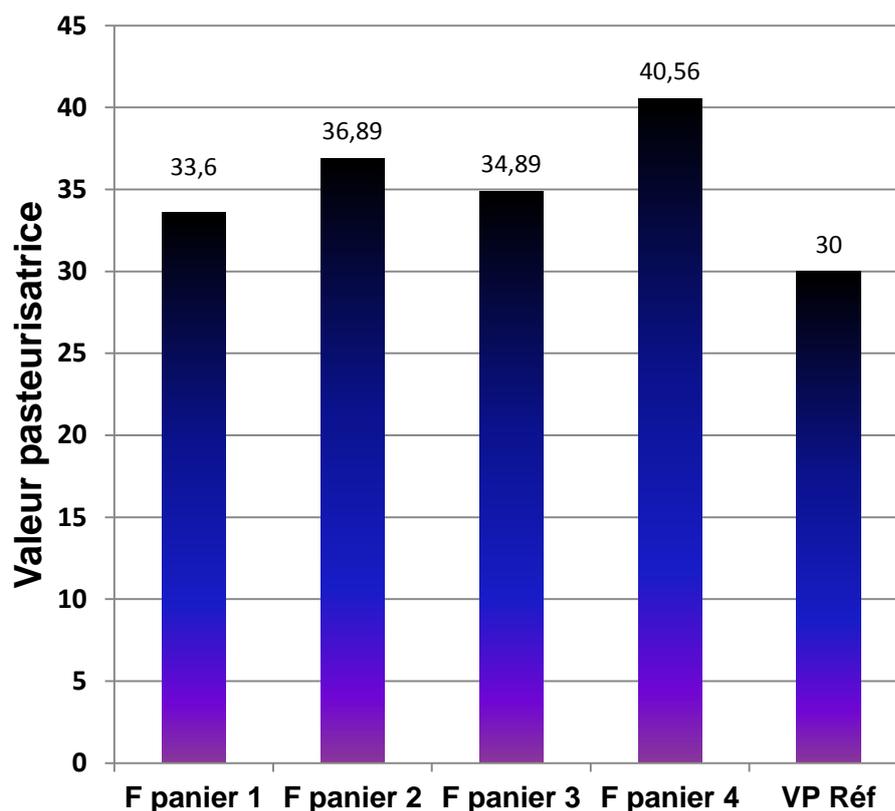
Du mode de pénétration de la chaleur dans le produit découle la notion de « point critique » aussi souvent appelé, à tort, « point froid » : il est défini comme la zone du produit qui va recevoir durant le cycle thermique complet (chauffage, puis refroidissement) l'intensité de traitement la plus faible, autrement dit c'est le point du produit pour lequel la valeur pasteurisatrice acquise est la plus faible après traitement. C'est bien entendu dans cette zone que les mesures thermiques doivent être faites pour le suivi des traitements.

Les tableaux (a, b, c, d) en annexe 2 représentent l'évolution de la température en fonction du temps ainsi que la valeur pasteurisatrice calculée à chaque intervalle du temps  $t_i$ . Les sondes ont été programmées pour qu'elles enregistrent l'évolution toutes les 60 secondes. Grâce à ces données, nous avons pu effectuer les calculs nécessaires pour déterminer la valeur pasteurisatrice et les caractéristiques de transferts de chaleur à travers le produit.

Par la suite, après le calcul de la valeur pasteurisatrice  $F_0$  de la boîte de conserve qui se situe au centre de chaque panier, une comparaison est faite entre les valeurs obtenues dans les différents paniers et la valeur pasteurisatrice de référence qui est  $F_0 = 30$  min (Figure 13).

Cette comparaison, nous a permis d'identifier une valeur VP dans tous les paniers supérieure à la valeur pasteurisatrice de référence VP de 30. Ceci témoigne de la conformité et validité du barème (20 min,  $T^\circ$  max  $90^\circ\text{C}$ ) de traitement thermique des olives vertes à la société et de l'atteinte de la stérilité commerciale (Zuber et al., 2008b).

D'un autre part, le test a montré que la distribution de la chaleur dans la totalité de l'autoclave est plus ou moins homogène sauf dans le panier 4 qui présente la zone où la valeur pasteurisatrice VP atteint 40,56. Donc il faut diagnostiquer l'autoclave pour déterminer et corriger la cause de cette valeur élevée.



**Figure 13 : Comparaison graphique des valeurs pasteurisatrices F des paniers avec la valeur F de référence ( $VP_{Réf}$ ).**

En fait, les traitements thermiques à température constante présentent des désavantages, notamment pour les produits à caractère conducteur où la chaleur se propage de proche en proche, et les méthodes d'optimisation de ces traitements présentent des limites (Huang, 2007 ; Magee, 1995). Les barèmes ainsi calculés sont souvent un peu excessifs et sous-estiment l'inertie thermique des produits au refroidissement.

D'autre part, les barèmes à palier constant induisent toujours une inutile surcuisson périphérique des produits conductifs (Banga, 1991). Ce sont là les inconvénients des barèmes à température constante, particulièrement ceux calculés par la méthode de Ball. Après un traitement thermique à température constante, ces produits présentent une forte hétérogénéité de cuisson entre le centre et la périphérie, affectant ainsi les caractéristiques organoleptiques du produit qui devraient être préservées.

Dans cet objectif, afin de s'assurer de la validité du barème de pasteurisation tout en conservant la qualité nutritionnelle des olives, des paramètres organoleptiques des olives vertes ont été suivis avec d'autres paramètres qui sont susceptibles de révéler une réduction ou un problème sur la qualité nutritionnelle des olives (

Tableau 13). Ces contrôles sont mises en place principalement pour la recherche de la relation barème de pasteurisation et qualité organoleptique du produit. Le tableau 13 montre bien que les principales composantes nutritionnelles ou organoleptiques qu'on devait vérifier témoignent de la bonne qualité nutritionnelle, organoleptique et sanitaire des olives vertes avec le barème de pasteurisation conçue par l'entreprise.

**Tableau 13 : Analyses des paramètres nutritionnels effectués sur les olives vertes de table**

Composition	Quantité	% AJR	Différence moyenne cat.
<b>Energie</b>			
Energie - Calories	136 kcal	7%	-27%
Energie - kilojoules	557 kJ		-28%
Protéines	0,97 g	2%	-58%
<b>Glucides</b>	0,54 g	0%	-92%
dont Sucres	0,54 g	1%	-85%
dont Amidon	0 g		-100%
<b>Lipides</b>	13,2 g	19%	-19%
dont Acide Gras saturés	1,75 g		-51%
dont Acide Gras monoinsaturés	9,74 g		+42%
dont Acide Gras polyinsaturés	1,13 g		-77%
Sodium	1680 mg	70%	+99%
soit équivalence en Sel	4233,6 mg		
Alcool	0 g		-100%
Eau	74,8 g		+8%
<b>Minéraux</b>			
Magnésium	19 mg	5%	+4%
Phosphore	10,6 mg	2%	-79%
Potassium	39,3 mg	2%	-75%
Calcium	61 mg	8%	+31%
Manganèse	0,05 mg	2%	-69%
Fer	0,96 mg	7%	+3%
Cuivre	0,21 mg	21%	+79%
Zinc	0,23 mg	2%	-33%
Sélénium	0,9 µg	2%	-58%
Iode	4,5 µg	3%	-66%
<b>Vitamines</b>			
Vitamine A - Beta-Carotène	206 µg	26%	-9%
Vitamine A - Rétinol	0 µg		-100%
Vitamine D	0 µg	0%	-100%
Vitamine E	1,99 mg	17%	-48%
Vitamine C	0 mg	0%	-100%
Vitamine B1	0,021 mg	2%	-60%
Vitamine B2	0,007 mg	0%	-94%
Vitamine B3	0,237 mg	1%	-50%
Vitamine B5	0,023 mg	0%	-87%
Vitamine B6	0,031 mg	2%	-66%
Vitamine B9	4,7 µg	2%	-68%
Vitamine B12	0 µg	0%	-100%

#### **IV. CONCLUSION**

Dans cette étude, afin de déterminer la validité du barème de pasteurisation (choix du couple temps/température du traitement thermique) dans les conserves des olives vertes de table, il faut connaître les variations de température dans le produit au cours du temps. Dans la pratique, on suit la température au point le plus froid du produit appelé « point critique » ou centre des paniers situé à différents endroits. Les calculs des valeurs pasteurisatrices VP dans les quatre paniers montrent une valeur supérieure à la valeur pasteurisatrice de référence, ce qui témoigne de la conformité et la validité du barème de traitement thermique des olives vertes à la société et de l'atteinte de la stérilité commerciale. A l'exception de la VP du panier 4 qui s'avère excessive et peut affecter les qualités organoleptiques du produit. Des analyses dans ce sens ont été effectués et ont confirmé que de la qualité nutritionnelle et organoleptiques n'est pas atteinte à ce barème de pasteurisation.

## **CONCLUSION GENERALE**

## **CONCLUSION GENERALE**

Notre étude a montré que l'optimisation des procédures d'hygiène dans le processus de production ou de fabrication en contrôlant les paramètres physico-chimiques (pH, acidité, teneur en sel) et microbiologiques est nécessaire pour améliorer la qualité et la sécurité des olives vertes de table, surtout ceux du marché traditionnel. En outre, la transformation et la commercialisation des olives vertes de table nécessitent la conception et l'aménagement des locaux de vente en respectant les bonnes pratiques d'hygiène (BPH), y compris la protection contre la contamination croisée entre les opérations de préparation et de distribution.

Nous avons conclu que les personnes impliquées dans ce secteur d'activité doivent recevoir une formation sur la sécurité hygiénique alimentaire et sur les connaissances techniques nécessaires pour les activités et les procédés dont ils sont responsables en vue d'éviter tout risque de contamination du produit.

Une des causes que nous avons jugées à l'origine de la contamination du produit fini de la conserverie est celle survenue sur la ligne de préparation au contact des manipulateurs. Ce souci combiné à une augmentation du taux de déchets témoigne d'un manque d'accompagnement managérial. Pour remédier à ce problème, les gérants de la conserverie doivent instaurer un système de management de la sécurité des denrées alimentaires basé sur l'HACCP. La mise en place de ce système et la garantie de sa pérennité se basent sur quatre facteurs: la participation active des manipulateurs, la formation aux bonnes pratiques de préparation, la mise à disposition des moyens et le respect des exigences normatives et légales nécessaires aux marchés de destination.

Suite à l'application des tâches de l'HACCP en respectant les 7 principes, nous avons anticipé les étapes qui peuvent présenter des dangers sur la chaîne de fabrication par l'identification de 5 étapes sur 26 qui présentent des CCP généralement de type biologiques, dont une CCP concerne la pasteurisation des olives vertes de table.

Les résultats d'optimisation du barème thermique de pasteurisation, montrent une valeur pasteurisatrice supérieure à la valeur de référence, ce qui témoigne de la conformité et la validité du barème que nous avons optimisé (température  $T^{\circ}=90^{\circ}\text{C}$  pendant 20 min) tout en respectant la stérilité commerciale et en préservant la qualité nutritionnelle et organoleptique du produit.

Le système de management de la sécurité des denrées alimentaires que nous avons mis en place, y compris l'optimisation du barème de traitement thermique, ont abouti à une diminution du taux de déchets de 34 % à 24%, avec une suppression ultime de toute contamination bactérienne des olives. Ceci a favorisé une augmentation importante du chiffre d'affaire qui a évolué de 5,6% et du portefeuille clients de 15% dans l'entreprise.

En perspective, les risques microbiologiques alimentaires mis en lumière dans ce travail doivent inciter les autorités compétentes à instituer une réglementation sanitaire dans ce secteur, avec la participation des représentants de cette filière.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Abidi H., Zuniga R., Lehebel N., Zuber F., Duquenoy A., Courtois F., 2011. Les traitements thermiques à température variable : optimisation par la simulation numérique. Applications aux foies gras. La revue scientifique Viandes & Produits Carnés, 28 Septembre 2011. 1-12. [www.viandesetproduitscarnes.com](http://www.viandesetproduitscarnes.com)
- Adams C.E. HACCP as applied in the USA. Food Control 1994, 5, 187-189.
- Agabbio M. and Mulas M., 1987. Le olive da mensa della Sardegna: recupero e valorizzazione di cultivar locali. Riv. Ortoflor. Frutticoltura. 49 (12). 37-44
- Alcalá B. J-M., Cancho G. F., 1975. Preparación de aceitunas en verde, Agricultura XLIV, N° 522, p 798.
- Amiot M.J., Fleurit A., Macheix J.J., 1986. Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation. J. Agric. Food Chem., 34: 823-826.
- Anon 1972. Proceeding of the 1971 National Conference on Food Protection. US Government Printing Office, Washington D.C., USA.
- Anon, 1972. Review of Microbiology and Food. Food Science and Technology, 4 (2)
- Aruoma O. I., Deiana M., Jenner A., Halliwell B., Kaur H., Banni S., Corongiu F. P., Assunta Dessi M., Aeschbach R., 1998. Effect of hydroxytyrosol found in extra virgin olive oil on oxidative DNA damage and on low-density lipoprotein oxidation. J. Agric. Food Chem., 46, 5181-5187.
- Asehraou A., Faid M., Jana M., 1992. Physico-chemical properties and the microflora of Moroccan black table olives. Grasas y Aceites, 43, 3, Available: [www.grasasyaceites.revistas.csic.es](http://www.grasasyaceites.revistas.csic.es).
- Balatsouras G.D., Papoutsis G., Papamichael-Balatsouras V., 1988. Changes in olive fruit of 'Conservolea' during development viewed from the stand, Olea, 19, 43-55.

- Ball, C. O., Olson, F. C. W., (1957). Sterilization in food technology - Theory, Practice and Calculations. First edition, McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Banga, J.R, Perez-Martin, R.I. Gallardo, J.M and Casares .J.J., 1991. Optimisation of the Thermal Processing on Conduction Heated Foods: Study of Several Objective Functions. *J. Food Eng.*, 14, 25-51.
- Basset V., Le Ba D., Seince J.L., Zuber F., 1997. Information technique du CTCPA N°134 'Valeurs pasteurisatrices et traitements thermiques des foies gras pasteurisés'.
- Bastoni, L.; Bianco, A.; Piccioni, F., Uccella, N. 2001. Biophenolic profile in olives by nuclear magnetic resonance. *Food Chem.* 73, 145-151.
- Benderitter, M., Maupoil, V., Vergely, C., Dalloz, F., Briot, F., & Rochette, L., 1998. Studies by electron paramagnetic resonance of the importance of iron in the hydroxyl scavenging properties of ascorbic acid in plasma: Effects of iron chelators. *Fundamentals of Clinical Pharmacology*, 12, 510–516.
- Bernard D., 1998. Developing and implementing HACCP in the USA. *Food Control*, 9(2-3), 91-95
- Berrichi, 2006. Stratégie de développement du secteur oléicole. Journée olivier ; la Recherche Agronomique et la profession ensemble pour un développement durable de l'oléiculture nationale, Meknès-26 décembre 2006.
- Berry E. D., Wells J. E., 2010. Escherichia coli O157:H7: Recent Advances in Research on Occurrence, Transmission, and Control in Cattle and the Production Environment. *Advances in Food and Nutrition Research*, 60(4), 67-117.
- Bianchi, G.; Pozzi, N., 1994. 3,4-Dihydroxyphenylglycol, a major C6- C2 phenolic in *Olea europaea* fruits. *Phytochemistry*, 35, 1335-1337.
- Bianco, A.; Mazzei, R. A.; Melchioni, C.; Romeo, G.; Scarpati, M. L.; Sorieno, A.; Uccella, N. 1998. Microcomponents of olive oil— III. Glucosides of 2-(3,4-dihydroxyphenyl) ethanol. *Food Chem.*, 63, 461-464.

- Bianco, A.; Uccella, N., 2000. Biophenolic components of olives. *Food Res. Int.*, 33, 475-485.
- Bigelow, W. D., 1921. The logarithmic nature of thermal death time curves. *J. Infect. Diseases* 29, 528-536.
- Bimbenet J.J., Duquenoy A., Trystram G., 2002. Génie des procédés alimentaires, des bases aux applications, Dunod
- Bolla J-M., 2008. Garnotel É. Les infections á Campylobacter. *Revue Francophone des Laboratoires* 400, 27-35.
- Borch E., Kant-Muemansb M.L., Blixt Y., 1996. Bacterial spoilage of meat products and cured meat, *Int. J. Food Microbiol*, 33, pp 103-120.
- Borch E., Nesbakken T., Christensen H., 1996. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. *Int. J. Food. Microbiol.*, 30, 9-25.
- Borzillo A., Iannotta N., Uccella N., 2000. Oinotria table olives: Quality evaluation during ripening and processing by biomolecular components. *Eur. Food Res. Technol.*, 212, 113- 121.
- Bourgeois C.M., Mescle J.-F., Zucca J., 1996. *Microbiologie alimentaire, tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*, Tec&Doc.
- Bousmaha L., El Yachioui M. et Ouhseine M., 2009. Amélioration du procédé de fermentation traditionnelle des olives vertes. *Afrique science*, 05, 114-125.
- BRC (British Retail Consortium). [www.brc.org.uk](http://www.brc.org.uk)
- Brenes M., Rejano L., Garcia P., Sa´nchez A. H., 1995. Garrido, A. Biochemical changes in phenolic compounds during Spanishstyle green olive processing. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 2702-2706.
- Brenes-Balbuena M., Garcia-Garcia P., Garrido-Ferna´ndez A., 1992. Phenolic compounds related to the black color formed during the processing of ripe olives. *J. Agric. Food Chem.*, 40, 1192-1196.
- Browne, C.A.; Zerban, F.W., 1955. Physical and chemical methods of sugar analysis. John Wiley and Sons, New York, USA.

- Brugère-Picoux J., 1998. Les prions chez la vache et le mouton et les risques de leur transmission à l'homme. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 11(8), 490-496.
- Buchrieser C., Rusniok C., Consortium, Kunst F et al., 2003. Comparison of the genome sequences of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua*: clues for evolution and pathogenicity. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 35(3), 207-213.
- Caggia C., Randazzo C.L., Salvo M., Romeo F. Guidici P., 2004. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in green table olives. *Journal of Food Protection* 67: 2189-2194.
- Cancho F.G., Nosti Vega M., Fernandez Diaz M., Buzcu N.J.Y., 1970. Especies de *Propionibacterium* relacionadas con la zapateria : Factors que influyen en su desarrollo. *Microbiol. Esp.* 23 : 233-252.
- CE 178/2002, 2002. Règlement (CE) N° 178/2002 du Parlement Européen et du Conseil, *Journal officiel des Communautés européennes*.
- CEE n° 852/2004, 2004. Règlement (CE) n° 852/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires. *Journal officiel* n° L 139 du 30/04/2004 p. 0001 - 0054
- Cerf, O., Donnat E. and the Farm HACCP Working Group, 2011. Application of Hazard Analysis - Critical Control Point (HACCP) principles to primary production: what is feasible and desirable?. *Food Control*, 22, 1839-1843
- Chemonics Internationals, 2007. Guide de bonnes pratiques de fabrication des olives de tables. [www.agrimaroc.net/guide-olive-table-AAI.pdf](http://www.agrimaroc.net/guide-olive-table-AAI.pdf). 13
- Codex alimentarius CAC/RCP 1-1969, Rév. 4-2003., Système d'analyse des risques - points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et directives concernant son application.
- Codex Alimentarius Commission, 1997. Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application. Annex to CAC/RCP 1-1969, Revision 3, Rome. [www.codex@fao.org](http://www.codex@fao.org)
- Codex Alimentarius sur l'hygiène alimentaire, 1993. Vingt sixième session, Washington, DC, 1-5 mars 1993 - Alineron 93/13A Ouvrage de référence.

- COI (Conseil Oléicole international), 2004. Trade Standard Applying to Table Olives. International Olive Oil Council COI/OT/NC no. 1, Dezembro de 2004.
- COI (Conseil Oléicole international), 2007. Techniques de production en oléiculture Príncipe de Vergara, 154, Madrid-Espagne.
- Conter M., Zanardi E., Ghidini S., Pennisi L. et al. 2007. Survey on typology, PRPs and HACCP plan in dry fermented sausage sector of Northern Italy. *Food Control*, 18, 650–655
- Couvert O., 2002. Prise en compte de l'influence du pH dans l'optimisation des traitements thermiques. Thèse de doctorat. Université de Bretagne occidentale. 180 p.
- Damikouka I, Katsirib, A. Tziac C., 2007. Application of HACCP principles in drinking water treatment. *Desalination*, 210, 138–145.
- D'Aoust J-Y., 1991. Pathogenicity of food borne Salmonella. *International Journal of Food Microbiology*, 12(1), 17-40
- Deiana M.; Aruoma O. I.; Bianchi M.; Spencer J. P. E.; Kaur H.; Halliwell B.; Aeschbach R.; Banni S.; Assunta Dessi M.; Corongiu F. P., 1999. Inhibition of peroxynitrite dependent DNA base modification and tyrosine nitration by extra virgin olive oil-derived antioxidant hydroxytyrosol. *Free Radical Biol. Med.*, 26, 762-769.
- Doménech E., Escriche I., Martorell S., 2006b. Quantification of risks to consumers' health and to company's incomes due to failures in food safety. *Food Control*, doi: 10.1016/j.foodcont.2006.10.005.
- DPV, 2006. Note relative à la campagne oléicole 2006-2007. DPV, Rabat, Maroc.
- Duriez J-M. 2004. Code des Bonnes Pratiques Loyales pour les olives de Table.1
- Ehiri, J.E., Morris, G.P. McEwen, J., 1995. Implementation of HACCP in food businesses: the way ahead. *Food Control*, 6(6), 341-345.
- El Atyqy M., 2011. Sécurité sanitaire des aliments : Un seul but, plusieurs approches [www.azaquar.com](http://www.azaquar.com)

- El Khaloui M., Nouri A., 2007. Procédés d'élaboration des olives de table à base des variétés Picholine marocaine et Dahbia, Bulletin Mensuel de Liaison et d'Information du PNTTA, Transfert de technologie en agriculture, Mai, 2007. n°152.
- Esti, M.; Cinquanta, L.; La Notte, E., 1998. Phenolic compounds in different olive varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 32- 35.
- EU (European Union), 2004. Corrigendum to Regulation (EC) No. 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs (OJ L 139, 30.4.2004). Official Journal, L226, 3 – 21.
- EU (European Union), Giorgio Campanini G., Adriana Ianieri A., 1993. Council Directive 93/43/EEC of 14 June 1993 on the hygiene of foodstuffs. Official Journal, L175, 1–11.
- FDA (Food and Drug Administration), 1998. Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables. 200 C. Street SW, Washington, DC 20204, [www.vf.cfsan.fda.gov/~dms/prodguid.html](http://www.vf.cfsan.fda.gov/~dms/prodguid.html)
- Fernandez, P. S., Ocio, M. J., Rodrigo, F., Rodrigo, M. & Martinez, A., 1996. Mathematical model for the combined effect of temperature and pH on thermal resistance of *Bacillus stearothermophilus* and *Clostridium sporogenes* spores. *Int. J. Food Microbiol.* 32, 225-233.
- Fernandez-Diez, M.J., 1971. The olive, in *The Biochemistry of fruits and their products*, Vol 2, (ed. A.C. Hulme), Academic press, London, pp. 225-79.
- FICF (Fédération des Industries Condimentaire de France), 2000. Avenant n° 45 du 21 décembre 2000 relatif à la participation aux instances paritaires - In : Bulletin Officiel des Conventions Collectives, n°2001/3 du 16/02/2001, pp. 23-26.
- Fleming H.P. and Etchells, J.L., 1967. Occurrence of an inhibitor of lactic acid bacteria in green olives. *App. Microbiol.*, 15, 1178-1184.
- Fleming H.P., 1982. *Vegetables Fermentations*. In: Rose AH (editor), *Economic Microbiology*. Vol 7, Academic Press, London, England.
- Fleming H.P., Walter W.M., Etchells, J.L., 1969. Isolation of a bacterial inhibitor from green olive. *Appl. Microbiol.*, *App. Microbiol.*, 18, 856-860.

- Floriano B., Ruiz-Barba, J.L., Jiménez-Díaz, R., 1998. Purification and genetic characterization of enterocin I from *Enterococcus faecium* 6T1a, a novel antilisterial plasmid-encoded bacteriocin which does not belong to the pediocin family of bacteriocins. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 4883–4890.
- Garrido Fernández A, Fernández Díez M.J., 1997. In Adams RM, eds. *Table olives: Production and processing*. Chaptam & Hall, London, UK.
- Gracián J.Y. et Arevalo G., 1980. Presencia de aflatoxinas en los productos del olivar. *Grasas y Aceites* 31: 167-171.
- Griffith C., 2000. Food safety in catering establishments. In J. M. Farber & E. C. D. Todd (Eds.), *Safe handling of foods* (pp. 235–256). Marcel Dekker: New York.
- Hajib A., 2006. Mise en conformité du système HACCP de l'entreprise MARCILLAT avec la norme ISO 22000. Mémoire de 3ème cycle. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.
- Henson S., Loader R., 2001. Barriers to Agricultural Exports from Developing Countries: The Role of Sanitary and Phytosanitary Requirements. *World Development*, 29(1), 85-102.
- Horwitz, W., 2002. Spices and Other Condiments, Color Extractable in Spices. In Horwitz, W. (Ed.) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International (AOAC) v. II*. 17th ed., Gaithrsburg, Maryland.
- Huang, L., 2007. Determination of effective heat transfer coefficients for can headspace during thermal sterilization process, *J. Food Eng.*, 79, 1166-1171.
- Hudak-Roos M. and Garrett E.S., 1992. The US model seafood surveillance project. In “quality assurance in the fish industry” Elsevier Sciences Publishers BV, Amsterdam, Pays-Bas, 501-508.
- Hulebak K. L., Schlosser W., 2002. Hazard analysis and critical control point (HACCP) history and conceptual overview. *Risk analysis*, 22(3), 547–552.
- ICMSF (International Commission on Microbial Specifications for Foods), 1988. *Micro-organisms in Foods. 4 Application of the Hazard Analysis Critical*

- Control Point (HACCP) to ensure microbiological safety and quality. Blackwell Scientific Publications. London, UK.
- IFS (International Food Standard) [www.ifs-certification.com](http://www.ifs-certification.com)
- ILSI (International Life Science Institute). 'A Simple Guide to Understanding and Applying the Hazard Analysis Critical Control Point Concept'. By M. van Schoothorst (3rd edition) ILSI Press, Washington.
- INRA Marrakech, 2010. INRA Marrakech Echos, spécial participation INRA-Marrakech à Olea, Marrakech 22-25 Septembre 2010.
- ISO22000, 2005. Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires. Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. [www.iso.org/iso/fr/home/standards/management-standards/iso22000.htm](http://www.iso.org/iso/fr/home/standards/management-standards/iso22000.htm)
- Jackson, M.L. 1985. Nanadomolybdophosphoric yellow color method in nitric acid system, In Soil Chemical Analysis. University of Wisconsin, Madison, US.
- Jouve J. L., 1991. Le HACCP et l'assurance de la sécurité des denrées alimentaires – Option Qualité, n°90-11, 25
- Jump R.L., Pultz M.J., Donskey C.J., 2007. Vegetative Clostridium difficile survives in room air on moist surfaces and in gastric contents with reduced acidity: A potential mechanism to explain the association between proton pump inhibitors and C. Difficile-associated diarrhea. Antimicrob Agents Chemother. 51: 2883-2887.
- Keys A., 1995. Mediterranean diet and public health: Personal reflections. Am. J. Clin. Nutr., 61, 1321S-1323S.
- Konecka-Matyjek, E., Turlejska, H., Pelzner, U., & Szponar L., 2005. Actual situation in the area of implementing quality assurance systems GMP, GHP and HACCP in Polish food production and processing plants. Food Control, 16, 1–9.
- Larousse J., 1991. La conserve appertisée, aspects scientifiques, techniques et économiques Lavoisier Tec&Doc.
- Lee J. A. & Hathaway S. C., 1998. The challenge of designing valid HACCP plans for raw food commodities. Food Control, 9(2–3), 111–117.

- Leifert C., Ball K., Volakakis N., Cooper J. M., 2008. Control of enteric pathogens in ready-to-eat vegetable crops in organic and 'low input' production systems: a HACCP-based approach. *Journal of Applied Microbiology*, 105 (4), 931-950.
- Livret hygiène restauration collective, Collectivité Territoriale de Corse, Edition 2009
- Loi n°28-07, 2010. Loi relative à la sécurité sanitaire des produits alimentaires, promulguée par le dahir n°1-10-08 du 26 safar 1431. (BO 5822 du 18/03/2010, page 214)
- Lopez, M., Mazas, M., Gonzalez, I., Bernardo, A. & Gonzalez J., 1994. Effect of pH and sodium chloride on the thermal resistance of *Bacillus stearothermophilus* spores. *Microbiologie-Aliments-Nutrition* 12, 317-322.
- Loussert R., Brousse G., 1978. L'olivier, techniques agricoles et production méditerranéennes. G.P. Maisonneuve and larose, Paris, France, 465 p.
- MAAF (Ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire et de la forêt), 2006. Paquet d'hygiène. [www.agriculture.gouv.fr/le-paquet-hygiene](http://www.agriculture.gouv.fr/le-paquet-hygiene)
- Macheix, J.-J.; Fleuriot, A.; Billot J., 1990. Fruit Phenolics; CRC Press: Boca Raton, FL, Vol. 92, 111-112.
- MADRPM (Ministère de l'Agriculture de développement Rural et de Pêches Maritimes), 2007. Guide de bonnes pratiques de fabrication des olives de table, Rabat, Maroc.
- Mafart P., 1991 et 1996. Génie Industriel Alimentaire : les procédés physiques de conservation, 2ème édition, Tome 1 et Tome 2, Tec&Doc,
- Magee, T.R.A., 1995. Measurement of thermal diffusivity of Potato, Malt Bread and Wheat Flour, *J. Food Eng.*, 25, 223-232.
- Manna, C.; Galletti, P.; Cucciolla, V.; Montedoro, G.; Zappia, V., 1999. Olive oil hydroxytyrosol protects human erythrocytes against oxidative damages. *J. Nutr. Biochem.*, 10, 159- 165.
- Maouni A., Khaddor M., Lamarti A., Badoc A., 2002. Recherche des penicilliums toxigènes contaminant les olives de table. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* 141 : 53-60.

- Marsilio V., Di Giovacchino L., Lombardo N., Briccoli-Bati C., 1990. First observations on the disposal effects of olive mills vegetation waters on cultivated soil. *Acta Hort.* 286:493-498.
- Marsilio, V.; Campestre, C.; Lanza, B., 2001. Phenolic compounds change during California-style ripe olive processing. *Food Chem.*, 74, 55-60.
- Mayes T., 1992. Simple users' guide to the Hazard Analysis Critical Control Point Concept for the control of microbiological safety. *Food Control* 3, 14-19.
- Ministère de l'économie et de Finances, 2013. Valorisation des avantages comparatifs à l'export du secteur agroalimentaire marocain, 4
- Moon J.-H., Terao J., 1998. Antioxidant activity of caffeic acid and dihydrocaffeic acid in lard and human low-density lipoprotein. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 5062-5065.
- Mortimore S., 2001. How to make HACCP really work in practice. *Food Control*, 12(4), 209–215.
- Moumene H., Hasib A., Charraoue C., Jaouad A., 2012. Modèle d'analyse du risque et maîtrise de la sécurité alimentaire dans la filière olive de table en conserve. *Revue de génie industriel*, 8, 93-107
- NACMCF (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food), 1992. Hazard analysis and critical control point system. *Int. J. Food Microbiol.* 16, 1-23.
- National Restaurant Association Educational Foundation, 2002. *ServSafe essentials* (2nd ed.). Chicago, IL: National Restaurant Association Educational Foundation.
- Navarro Rejano L., Castro Gómez-Millán, A. de, González Cancho, F, Duran Quintana, M. C, Sánchez Gómez, A. H., Montano Asquerino, A., García García, R, Sánchez Roldan, F y Garrido Fernández, A., 1986. Repercusión de diversas formas de tratamiento con HCl en la elaboración de aceitunas verdes estilo sevillano. *Grasas Aceites* 37, 16-24.
- Nesbakken T. and Skjerve E, 1996. Interruption of microbial cycles in farm animals from farm to table. *Meat Sciences*, 43, 47- 57.

- Norme NM ISO 4833, 2008. Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes – Technique de comptage des colonies à 30°C; Rev (IC08.4.102) : 13p
- Normes NM 08.0.124, 2006. Microbiologie des aliments - Dénombrement des Coliformes thermotolérants par comptage des colonies à 44 °C - Méthode de routine: 8p
- Normes NM 08.0.125, 2006. Microbiologie des aliments -Dénombrement en anaérobiose des bactéries sulfito-réducteurs par comptage des colonies - Méthode de routine : 7 p.
- Normes NM ISO 15214, 2007. Microbiologie des aliments -Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles — Technique par comptage des colonies à 30°C ; (IC 08.0.160) : 11p.
- Nout, M.J.R., Rombouts, F.M., 2000. Fermented and acidified plant foods. In: Lund, B.M., Baird-Parker, T.C., Gould, G.W. (Eds.). The Microbiological Safety and Quality of Food, vol. I. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland.
- OMC (Organisation Mondiale du Commerce), 2006. Statistiques du commerce international. [www.wto.org/french/res\\_f/statis\\_f/](http://www.wto.org/french/res_f/statis_f/)
- OMC (Organisation mondiale du commerce), et le Codex Alimentarius FAO/OMS 2014. Accord sur l'Application des Mesures Sanitaires et Phytosanitaires, Accord de Marrakech: Annexe 1a. <http://www.wto.org/>
- ONSSA (Office national de la sécurité sanitaire des aliments). [www.onssa.gov.ma](http://www.onssa.gov.ma)
- Osborne, D.; Voogt, P. 1978. Official Methods 6.2, 6.3, In The analysis of nutrients in foods. Academic Press Inc., London.
- Panizzi, L.; Scarpati, M. L.; Oriente, G., 1960. The constitution of oleuropein, a bitter glucoside of the olive with hypotensive action. Gazz. Chim. Ital., 90, 1449-1485.
- Pederson C.S., 1971. Microbiology of food fermentations, AVI, Westport, CT.

- Pereira A.P., Pereira J.A., Bento A., M. Estevinho L., 2008. Microbiological characterization of table olives commercialized in Portugal in respect to safety aspect. *Food and Chemical Toxicology* 46: 2895–2902.
- Phoeurng S., 2002. Mise en évidence de *Listeria* spp. dans le contexte alimentaire du Cambodge et étude du comportement de *L. monocytogenes* en biofilm sous l'influence de *Pseudomonas fluorescens* et de désinfectants, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne - France.
- Politiques\_Maroc vert, 2012. Description générale de l'oléiculture au Maroc, 1
- Pomeranz, Y.; Clifton, M.E., 1987. *Food Analysis: Theory and Practice*. Van Nostrand Reinold, New-York, USA.
- Rachidi H., 2011. Contribution à l'analyse des risques sanitaires liés aux intoxications alimentaires au Maroc et élaboration et application d'une démarche intégrée HACCP-OPERA, pour la maîtrise du risque chimique lié à l'opérateur, dans une sucrerie. Thèse de doctorat présentée à la Faculté des Sciences et Techniques de Béni-Mellal, Université Sultan Moulay Slimane, Maroc
- Ragazzi, E.; Veronese, G.; Guiotto, A., 1973. The demethyloleuropein, a new glucoside extracted from ripe olives. *Ann. Chim.*, 63, 13-20.
- Reed W.M., Keller F.A., Kite F.E., Bogdan M.E., Ganoung J.S., 1987. Development of increased acetic acid tolerance in anaerobic homoacetogens through induced mutagenesis and continuous selection. *Enzyme and Microbial Technology*, 9, 2, 117–120.
- Rheault N., Sylvain Quessy S., 1999. Evaluation de la contamination microbienne des plaies de saignée lors du processus d'abattage des porcs. *Can Vet J.*, 40, 261 – 264.
- Roig J. M., Hernández J. M., 1991. El uso de microorganismos iniciadores, "starters", en la fermentación de aceitunas. *Olivae* 37, 20-28.
- Romani A., Mulinacci N., Pinelli P., Vincieri F., Cimato, A., 1999. Polyphenolic content in five Tuscany cultivars of *Olea europaea* L. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 964-967.

- Rubia-Soria A., Abiouel H., Lucas R., Omar N.B., Martinez-Canamero M. Galrez A., 2006. Production of anti-microbial substances by bacteria isolated from fermented olives tables. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 22: 205-234.
- Ryan D., Robards K., 1998. Phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123, 31-44
- Sadasivam S., A. Manickham. 1992. *Biochemical Methods for Agricultural sciences*. Wiely Estern Ltd., Madras.
- Saija A., Ucella N., 2001. Olive biophenols; functional effects on human wellbeing. *Trends Food Sci. Technol.*, 11, 357- 363.
- Salvarredi E.M., 1987. L'olivicultura nella repubblica argentina. *Olivae*, 18, 20-27.
- Santos, M. H. S., Kalasic, H. N., Goti, A. C. & Enguidanos, M. R., 1992. The effect of pH on the thermal resistance of *Clostridium sporogenes* (PA 3679) in asparagus puree acidified with citric acid and glucono-delta-lactone. *Int. J. food microbiol.* 16, 275-281.
- Schillhorn van Veen T. W., 2005. International trade and food safety in developing countries. *Food Control*, 16(6), 491-496.
- Schlundt J., 2002. L'évaluation du risque comme outil de gestion de risque : Le cas des contaminants microbiens. Actes de l'atelier international, éd. CIRAD-FAO, Montpellier, France, 11-13.
- Seward S., 2000. Application of HACCP in food service. *Irish Journal of Agriculture and Food Research*, 39, 221–227
- Skandamis P.N., Nychas G.J.E., 2003. Modelling the microbial interaction and the death of *Escherichia coli* O157:H7 during the fermentation of Spanish-style green table olives. *Journal of Food protection*, 66, 1166-1175.
- Sobczak E., Cordier G., 2004. Information Technique du CTCPA N° 218 'Étude du mode de quantification de la valeur cuisatrice pour le pilotage de la qualité organoleptique du bloc de foie gras appertisé'. (12) Ball O., Olson W., 1957. *Sterilization in food technology*. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

- Soler-Rivas C., Espin, J. C., Wichers H. J., 2000. Oleuropein and related compounds. *J. Sci. Food Agric.*, 80, 1013-1023.
- Sperber W. H., Stevenson K. E., Bernard D. T., Deibel K. E. et al 1998. The role of prerequisite programs in managing a HACCP system. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 18, 418–423.
- Spyropoulou K.E., Chorianopoulos N.G., Skandamis P.N., Nychas G.J.E., 2001. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during the fermentation of Spanish-style green table olives (*Conservolea* variety) supplemented with different carbon sources. *International journal of Food Microbiology*, 66, 3-11.
- Tantaoui-Elaraki A., et Letutour B., 1985. Contamination éventuelle des olives et dérivés par les mycotoxines: le point. *Oleagineux* 40: 451-454.
- Tantaoui-Elaraki, A., Samane, S. and Roquebert, M.F., 1990. Mycoflora of Moroccan greek style black olives. *Microbiol. Alim. Nut.*, 8, 257-264.
- Taylor E., 2008. A new method of HACCP for the catering and food service industry. *Food Control*, 19, 126–134
- Tompkin R.B., 1992. Corrective action procedures for deviation from critical control point critical limit in HACCP, *Principles and Applications*. Eds : M.D. Pierson, D.A. Corlett Jr Van Nostrand Reinhold., 72-82.
- Trichopoulou A., Lagiou P., 1997. Healthy traditional Mediterranean diet: An expression of culture, history and lifestyle. *Nutr. Rev.*, 55, 383-389.
- Uccella N., 2001. Olive biophenols: novel ethnic and technological approach. *Trends Food Sci. Technol.*, 11, 328-339.
- Unnevehr L. J., Jensen H. H., 1999. The economic implications of using HACCP as a food safety regulatory standard. *Food Policy*, 24(6), 625-635
- Vázquez Roncero A., Janer del Valle M. L., 1977. Evolución de los polifenoles durante el aderezo de aceitunas verdes. I. Estudio cualitativo. *Grasas Aceites*, 28, 421-426.
- Vázquez Roncero A., Maestro Durán R., 1970. Los colorantes antocianicos de la aceituna madura. I. Estudio cualitativo. *Grasas Aceites*, 21, 208-214.

- Vaughn R.H., 1975. Lactic acid fermentations of olives with special references to California conditions. In lactic acid bacteria in beverages and food .J.G. Carr. C.V. Cutting and G.C. Whiting (Editors), Academic Press, New York.
- Vaughn R.H., Stevenson K.E., Dave B.A., Park H.C., 1972. Fermenting yeasts associated with softening and gas-pocket formation in olives. *Appl. Microbiol.*, 23, 316-320.
- Visioli F., Bellomo G., Galli C., 1998a. Free radical-scavenging properties of olive oil polyphenols. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 247, 60-64.
- Visioli F., Bellosta S., Galli C., 1998b. Oleuropein, the bitter principle of olives, enhances nitric oxide production by mouse macrophages. *Life Sci.*, 62, 541-546.
- Visioli F., Caruso D., Galli C., Viappiani S., Galli G., Sala A., 2000. Olive oils rich in catecholic phenols decrease isoprostane excretion in humans. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 278, 797-799.
- Vlahov G., 1992. Flavonoids in three olive (*Olea europaea*) fruit varieties during maturation. *J. Sci. Food Agric.*, 58, 157- 159.
- Wallace C., & Williams T., 2001. Pre-requisites: A help or a hindrance to HACCP. *Food Control*, 12, 235–240.
- Walter W.M., Fleming H.P., Etchells, J.L., 1973. Preparation of anti-microbial compounds by hydrolysis of oleuropein from green olive. *Appl. Microbiol.*, 26, 773-6.
- Ward P. J., Fasenko G. M., Gibson S. & McMullen L. M., 2006. A microbiological assessment of on-farm food safety cleaning methods in broiler barns. *Journal of Applied Poultry Research*, 15 (2), 326-332.
- Williams, Smith A. P., Gaze R. A., Mortimore R., Motarjemi S. E., Y. Wallace, C. A., 1999 2003. An international future for standards of HACCP training. *Food Control*, 14(2), 111-121.
- Wilson, M., Murray, A. E., Black, M. A., & McDowell, D. A., 1997. The implementation of Hazard analysis and critical control points in hospital catering. *Managing Service Quality*, 7(3), 150–156.

- Woteki C. E., Facinoli S. L., & Schor D., 2001. Keep food safe to eat healthful food must be safe as well as nutritious. *The Journal of Nutrition*, 131, 502–509.
- Zuber, F., Biton, M., and Cazier A., 2008b. Conception et validation des barèmes d'appertisation. *Techniques de l'Ingénieur*, F 2032.

# **ANNEXES**

## ANNEXE 1

La conduite du test de validation

Description du système:

Nom de l'autoclave : prominox

Type : prominox

Volumes : 6 m \* 1.41

N° : 38573-1/1989

Nombre d'autoclaves : 1

Diamètre / 1440 cm

Nombre de portes : 1

Nombre de paniers : 6

Taille des paniers : 810 × 760 × 660

Séparateurs : non

Thermomètre à mercure : au milieu de l'autoclave, au dessus du niveau des paniers.

Sonde de contrôle : à coté du thermomètre à mercure

Sonde de l'enregistreur : à coté du thermomètre à mercure.

Pression de la vapeur : 6 bars.

Pression de l'eau : 3 bars.

Pression d'air : 6 bars

Chaudières à vapeur:

Nom : CEVAL

No : 282

Année : 1987

Capacité : 7000 litre

Pression : 7 bars

Nom : CEVAL

Remplissage de l'autoclave:

Matériel d'emballage: fer blanc

Type de boîte : 3 pièces

Non commercial : 5/1

Dimensions 600 × 910      600×701

Orientation des boîtes pendant la pasteurisation : Vertical

Confirmation de remplissage : par couches

Test de pénétration de la chaleur sur les olives vertes:

Les tests de pénétration ont été conduits sur les olives vertes entières.

Les réceptions utilisées sont des boîtes : 5/1 : de dimensions 600 × 910

Les enregistreurs de la température ont été mis dans la boîte située au centre du panier avant le sertissage.

Les tests ont été faits sur des grosses olives : 16-18 olives par 100 g

Des olives fermes de bonne qualité ont été utilisées pour les tests.

Les boîtes ont été remplies manuellement et pesées sur la ligne de fabrication.

L'enregistreur utilisé :

Le type d'enregistreur est le HITEMP140 :c'est un enregistreur de température solide et précis spécialement étudié pour les environnements difficiles (autoclaves, étuves).

Il est utilisé avec le logiciel Evidencia Transit qui permet de programmer, démarrer, stopper et télécharger les données

Données techniques :

Précision : +/-0.1°C de -20 à +140°C

Étanche, peut être immergé IP68

Calibration NIST (équivalent COFRAC Français).

Solide en acier inoxydable ou sonde à piquer

Démarrage et arrêt programmable par le logiciel

Indicateur de durée de vie de la pile.

Schéma de l'Autoclave:



Mise en panier :

Les boîtes métalliques sont mises dans des chariots.



Schéma des chariots

## ANNEXE 2

**Tableau 10 :** Valeurs de la température relevées par les sondes S1, S2, S3, S4 dans 4 paniers et les valeurs pasteurisatrices calculées à différents temps de traitement selon Ball (1997).

(a) S1 Temps (min)	T ° C	$T = \frac{T_{n-1} + T_n}{2}$	$L = 10^{\frac{T_i - 90}{Z}}$	$\Delta t * L$	VS (min) $= \sum VS_i$
1	32,03				
2	34,22	33,12	$2,05 \cdot 10^{-6}$	$2,05 \cdot 10^{-6}$	$2,05 \cdot 10^{-6}$
3	37,74	35,98	$3,96 \cdot 10^{-6}$	$3,96 \cdot 10^{-6}$	$3,96 \cdot 10^{-6}$
4	41,62	39,68	$9,28 \cdot 10^{-6}$	$9,28 \cdot 10^{-6}$	$9,28 \cdot 10^{-6}$
5	46,35	43,98	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
6	51,6	48,97	$7,88 \cdot 10^{-5}$	$7,88 \cdot 10^{-5}$	$7,88 \cdot 10^{-5}$
7	57,58	54,59	$2,87 \cdot 10^{-4}$	$2,87 \cdot 10^{-4}$	$2,87 \cdot 10^{-4}$
8	63,17	60,37	$1,088 \cdot 10^{-3}$	$1,088 \cdot 10^{-3}$	$1,088 \cdot 10^{-3}$
9	68,41	65,79	$3,79 \cdot 10^{-3}$	$3,79 \cdot 10^{-3}$	$3,79 \cdot 10^{-3}$
10	72,98	70,69	0,011	0,011	0,011
11	76,52	74,75	0,0298	0,0298	0,04
12	79,36	77,94	0,062	0,062	0,10
13	81,64	80,5	0,112	0,112	0,21
14	83,44	82,54	0,179	0,179	0,39
15	84,88	84,16	0,26	0,26	0,65
16	86,03	85,45	0,35	0,35	1,00
17	86,95	86,49	0,445	0,445	1,45
18	87,69	87,32	0,54	0,54	1,99
19	88,26	87,97	0,626	0,626	2,61
20	88,74	88,5	0,70	0,70	3,31
21	89,12	88,93	0,78	0,78	4,09
22	89,43	89,27	0,84	0,84	4,93
23	89,68	89,55	0,9	0,9	5,83
24	89,9	89,79	0,953	0,953	6,79
25	90,21	90,05	1,011	1,011	7,80
26	90,33	90,27	1,064	1,064	8,86
27	90,42	90,37	1,089	1,089	9,95
28	90,5	90,46	1,112	1,112	11,06
29	90,57	90,53	1,129	1,129	12,19
30	90,62	90,59	1,145	1,145	13,34
31	90,66	90,64	1,158	1,158	14,50
32	90,7	90,68	1,17	1,17	15,67
33	90,73	90,71	1,17	1,17	16,84
34	90,76	90,74	1,186	1,186	18,02

35	90,77	90,765	1,19	1,19	19,21
36	90,79	90,78	1,19	1,19	20,40
37	90,80	90,795	1,20	1,20	21,60
38	90,81	90,805	1,20	1,20	22,80
39	90,82	90,815	1,20	1,20	24,00
40	90,82	90,82	1,20	1,20	25,20
41	90,83	90,825	1,20	1,20	26,40
42	90,83	90,83	1,21	1,21	27,61
43	90,83	90,83	1,21	1,21	28,82
44	90,83	90,83	1,21	1,21	30,03
45	90,83	90,83	1,21	1,21	31,24
46	90,76	90,795	1,20	1,20	32,44
47	89,29	90,025	1,005	1,005	33,45
48	86,49	87,89	0,61	0,61	34,06
49	83,17	84,83	0,304	0,304	34,36
50	79,59	81,38	0,137	0,137	34,50
51	75,52	77,55	0,057	0,057	34,55
52	71,75	73,63	0,023	0,023	34,58
53	68,11	69,93	$9,8 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$	34,58
55	60,82	62,615	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,58
66	55,79	55,86	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,58
73	53,4	53,475	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,58
74	40,46	46,93	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,58
75	35,66	38,06	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,58
77	31,53	32,56	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,58

(b) S2 Temps (min)	T ° C	$T = \frac{T_{n-1} + T_n}{2}$	$L = 10^{\frac{T_i - 90}{Z}}$	$\Delta t * L$	VS (min) = $\sum VS_i$
0	40,37				
1	44,74	42,56	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
2	49,71	47,23	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
3	55,18	52,45	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
4	61,16	58,17	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
5	66,41	63,79	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
6	70,95	68,68	$7,38 \cdot 10^{-3}$	$7,38 \cdot 10^{-3}$	$7,38 \cdot 10^{-3}$
7	74,83	72,89	0,019	0,019	0,026
8	77,91	76,37	0,043	0,043	0,069
9	80,31	79,11	0,08	0,08	0,149
10	82,28	81,3	0,135	0,135	0,284
11	83,86	83,07	0,2	0,2	0,48
12	85,15	84,5	0,28	0,28	0,76
13	86,17	85,66	0,37	0,37	1,13

14	86,98	86,57	0,45	0,45	1,58
15	87,63	87,3	0,537	0,537	2,12
16	88,16	87,89	0,61	0,61	2,73
17	88,6	88,38	0,688	0,688	3,42
18	88,95	88,77	0,75	0,75	4,17
19	89,24	89,09	0,81	0,81	4,98
20	89,47	89,35	0,86	0,86	5,84
21	89,67	89,57	0,90	0,90	6,74
22	89,84	89,75	0,94	0,94	7,78
23	89,97	89,90	0,97	0,97	8,65
24	90,09	90,03	1,007	1,007	9,65
25	90,18	90,135	1,03	1,03	10,68
26	90,21	90,19	1,045	1,045	11,73
27	90,25	90,23	1,05	1,05	12,78
28	90,31	90,28	1,066	1,066	13,85
29	90,36	90,33	1,079	1,079	14,92
30	90,38	90,37	1,089	1,089	16,015
31	90,42	90,4	1,09	1,09	17,10
32	90,46	90,44	1,106	1,106	18,21
33	90,48	90,47	1,11	1,11	19,32
34	90,51	90,49	1,12	1,12	20,44
35	90,53	90,52	1,127	1,127	21,56
36	90,51	90,52	1,127	1,127	22,69
37	90,55	90,53	1,13	1,13	23,82
38	90,56	90,55	1,13	1,13	24,95
39	90,57	90,565	1,14	1,14	26,09
40	90,57	90,57	1,14	1,14	27,23
41	90,58	90,575	1,14	1,14	28,37
42	90,58	90,58	1,43	1,43	29,8
43	90,58	90,58	1,43	1,43	31,23
44	90,58	90,58	1,43	1,43	32,66
45	90,58	90,58	1,43	1,43	34,09
46	90,28	90,43	1,10	1,10	35,19
47	87,87	89,07	0,8	0,8	35,99
48	84,91	86,39	0,43	0,43	36,42
49	83,21	84,06	0,25	0,25	36,67
50	79,44	81,32	0,13	0,13	36,8
51	75,37	77,4	0,055	0,055	36,85
52	73,45	74,41	0,027	0,027	36,88
53	69,64	71,54	0,014	0,014	36,89
54	65,94	67,79	$6.01 \cdot 10^{-3}$	$6.01 \cdot 10^{-3}$	36,89
55	62,3	64,12	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	36,89
56	58,7	60,5	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	36,89

63	55,43	55,46	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	36,89
71	52,79	52,87	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	36,89
75	34,74	38,45	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	36,89

(c) S3					
Temps (min)	T ° C	$T = \frac{T_{n-1} + T_n}{2}$	$L = 10^{\frac{T_i - 90}{Z}}$	$\Delta t * L$	VS (min) = $\sum VS_i$
0	32,39				
1	35,99	34,19	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
2	40,54	38,62	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
3	45,73	43,135	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
4	51,33	48,53	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
5	57,23	54,28	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
6	60,25	58,74	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
7	66,55	63,4	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
8	71,83	69,19	$8,29 \cdot 10^{-3}$	$8,29 \cdot 10^{-3}$	$8,29 \cdot 10^{-3}$
9	73,97	72,9	0,019	0,019	0,0273
10	77,77	75,87	0,038	0,038	0,0653
11	80,86	79,31	0,085	0,085	0,15
12	82,88	81,87	0,154	0,154	0,30
13	84,58	83,73	0,236	0,236	0,54
14	85,89	85,23	0,333	0,333	0,87
15	86,92	86,4	0,436	0,436	1,030
16	87,61	87,26	0,53	0,53	1,83
17	88,16	87,88	0,61	0,61	2,44
18	88,61	88,38	0,68	0,68	3,129
19	88,96	88,78	0,755	0,755	3,88
20	89,22	89,09	0,81	0,81	4,69
21	89,45	89,33	0,85	0,85	5,54

22	89,6	89,52	0,89	0,89	6,43
23	89,74	89,67	0,92	0,92	7,35
24	89,86	89,8	0,955	0,955	8,30
25	89,94	89,9	0,977	0,977	9,28
26	90	89,97	0,99	0,99	10,27
27	90,03	90,015	1,003	1,003	11,27
28	90,07	90,05	1,01	1,01	12,28
29	90,11	90,09	1,02	1,02	1,133
30	90,14	90,125	1,029	1,029	14,329
31	90,16	90,15	1,035	1,035	15,364
32	90,18	90,17	1,039	1,039	16,403
33	90,19	90,185	1,04	1,04	17,44
34	90,2	90,195	1,046	1,046	18,488
35	90,21	90,205	1,048	1,048	19,536
36	90,21	90,21	1,049	1,049	20,58
37	90,22	90,215	1,05	1,05	21,635
38	90,22	90,22	1,05	1,05	22,68
39	90,22	90,22	1,05	1,05	23,735
40	90,21	90,215	1,05	1,05	24,78
41	90,21	90,21	1,049	1,049	25,83
42	90,2	90,205	1,048	1,048	26,88
43	90,21	90,205	1,048	1,048	27,93
44	90,2	90,205	1,048	1,048	28,97
45	90,19	90,195	1,029	1,029	30,007
46	90,18	90,185	1,04	1,04	31,047
47	90,18	90,18	1,042	1,042	32,089
48	90,15	90,165	1,038	1,038	33,127
49	88,75	89,45	0,88	0,88	34,007
50	85,65	87,2	0,52	0,52	34,52

51	81,77	83,71	0,23	0,23	34,757
52	77,67	79,72	0,09	0,09	34,847
53	73,23	75,45	0,035	0,035	34,882
54	68,97	71,1	0,0128	0,0128	34,89
55	64,96	66,96	$4,97 \cdot 10^{-3}$	$4,97 \cdot 10^{-3}$	34,9
56	61,07	63,015	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,9
58	53,7	55,46	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,9
65	52,53	52,28	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,9
73	49,92	49,99	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,9
76	39,37	44,5	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,9
78	30,44	30,96	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	34,9
(d) S4					
Temps (min)	T ° C	$T = \frac{T_{n-1} + T_n}{2}$	$L = 10^{\frac{T_i - 90}{Z}}$	$\Delta t * L$	VS (min) = $\sum VS_i$
0	33,28				
1	36,85	35,065	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
2	41,25	39,055	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
3	46,45	43,85	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
4	52,12	49,28	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
5	58,03	55,075	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$
6	64,25	61,14	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
7	69,71	66,98	$4,98 \cdot 10^{-3}$	$4,98 \cdot 10^{-3}$	$6,28 \cdot 10^{-3}$
8	74,32	72,015	0,016	0,016	0,0222
9	77,32	75,82	0,038	0,038	0,060
10	80,54	78,93	0,078	0,078	0,138
11	82,86	81,7	0,117	0,117	0,255
12	84,59	83,725	0,236	0,236	0,49
13	85,86	85,225	0,333	0,333	0,82
14	86,86	86,36	0,43	0,43	1,25

15	87,68	87,27	0,53	0,53	1,78
16	88,31	87,99	0,63	0,63	2,41
17	88,81	88,56	0,71	0,71	3,12
18	89,22	89,015	0,79	0,79	3,91
19	89,54	89,38	0,86	0,86	4,77
20	89,79	89,66	0,92	0,92	5,69
21	89,99	89,89	0,97	0,97	6,66
22	90,14	90,06	1,014	1,014	7,68
23	90,27	90,20	1,047	1,047	8,727
24	90,37	90,32	1,07	1,07	9,79
25	90,46	90,41	1,099	1,099	10,89
26	90,53	90,49	1,12	1,12	12,06
27	90,58	90,55	1,135	1,135	13,15
28	90,63	90,6	1,15	1,15	14,30
29	90,67	90,65	1,16	1,16	15,46
30	90,69	90,68	1,17	1,17	16,62
31	90,71	90,7	1,175	1,175	17,79
32	90,73	90,72	1,18	1,18	18,97
33	90,74	90,735	1,185	1,185	20,16
34	90,75	90,745	1,187	1,187	21,35
35	90,76	90,755	1,189	1,189	22,53
36	90,77	90,765	1,192	1,192	23,73
37	90,77	90,77	1,194	1,194	24,92
38	90,77	90,77	1,194	1,194	26,11
39	90,77	90,77	1,194	1,194	27,31
40	90,77	90,77	1,194	1,194	28,50
41	90,77	90,77	1,194	1,194	29,699
42	90,77	90,77	1,194	1,194	30,89
43	90,77	90,77	1,194	1,194	32,087

44	90,76	90,765	1,192	1,192	33,28
45	90,76	90,76	1,19	1,19	34,47
46	90,76	90,76	1,19	1,19	35,66
47	90,75	90,755	1,189	1,189	36,85
48	90,75	90,75	1,188	1,188	38,037
49	90,63	90,69	1,172	1,172	39,209
50	87,85	89,24	0,84	0,84	40,05
51	84,19	86,02	0,262	0,262	40,31
52	80	82,09	0,16	0,16	40,47
53	75,84	77,92	0,062	0,062	40,53
54	70,81	73,32	0,02	0,02	40,55
55	66,65	68,73	$7,46 \cdot 10^{-3}$	$7,46 \cdot 10^{-3}$	40,56
58	54,93	56,83	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	40,56
66	51,48	51,50	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	40,56
70	50,97	50,925	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	40,56
75	49,58	49,67	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	40,56
77	38,73	44,075	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	40,56
78	34,07	36,4	$<10^{-3}$	$<10^{-3}$	40,56

## ANNEXE 3

### **Méthodes d'analyse nutritionnelle :**

Teneurs en Protéines :

L'azote total a été déterminé par la méthode de Kjeldahl en utilisant un facteur protéique de 6,25 ([Pomeranz et Clifton, 1987](#)).

Teneurs en sucres :

La teneur en sucre a été établie en utilisant la méthode de Bertrand ([Browne et Zerban, 1955](#)).

Teneurs en lipides et acides gras :

La méthode au Soxhlet est la méthode de référence utilisée pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés ([Horwitz, 2002](#)).

La composition en acide gras des échantillons a été déterminée suite à la méthode européenne standard [ISO 12966:2011](#) à l'aide d'un chromatographe Varian 5890 équipé d'un CP-Sil 88 colonne capillaire (100 m de long, 0,25 mm d'épaisseur de couche de 0,2 mm; Varian Deutschland, Darmstadt, Allemagne).

Eau

La teneur en eau a été analysée par étuvage selon la méthode AOAC officielle 925,05 ([Horwitz, 2002](#)).

Teneurs en Minéraux

Le contenu des échantillons en minéraux a été déterminé selon la méthode d'[Osborne et Voogt \(1978\)](#). Les oligoéléments : Zinc, Cuivre, Cadmium, Plomb, Fer et Magnésium ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique (UNICAM 929 AA Spectrometer "ATIUNICAM") sur les filtrats préparés à partir des cendres totales.

Le phosphore a été déterminé par la méthode vanadomolybdophosphoric ([Jackson, 1958](#)).

Teneur en vitamine C.

La teneur en acide ascorbique a été estimée à l'aide de 2,4-Dinitrophénylhydrazine ([Sadasivam et Manickham, 1992](#), [Benderitter et al. 1998](#), [Obob et al., \(2007\)](#)). La densité optique a été mesurée à 520 nm et la teneur en vitamine C de l'échantillon a ensuite été calculée à l'aide d'une courbe standard de la vitamine C.