



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES - FES



## *Thèse de Doctorat*

Présentée par

**Mr : Boujema EL MARNISSI**

Discipline : Biologie

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Sujet de la thèse :

**Qualité de certains produits laitiers traditionnels marocains :  
Etude physicochimique, microbiologique, toxicologique  
et détermination de l'effet des bactéries lactiques sur l'aflatoxine M1  
et sur certains germes pathogènes**

Thèse présentée et soutenue publiquement

Le 23 Janvier 2014

devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Ahmed Lebrihi	Professeur de l'Enseignement Supérieur	Université Moulay Ismaïl - Meknès	Président
Abdeslam Asahraou	Professeur de l'Enseignement Supérieur	Faculté des Sciences - Oujda	Rapporteur
Abdellatif Haggoud	Professeur de l'Enseignement Supérieur	Faculté des Sciences et Techniques-Fès	Rapporteur
Amal Benzakri	Professeur de l'Enseignement Supérieur	Faculté des sciences Dhar Mehrez-Fès	Examineur
Rajae BELKHOU	Professeur de l'Enseignement Supérieur	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	Directrice de thèse
Laïla Bennani	Professeur assistant	Institut Supérieur des Professions Infirmières et des Technioques de Santé-Fès	Invité

Etablissements d'accueil:



Laboratoire Régional de Diagnostic  
Epidémiologique et d'Hygiène du  
Milieu, Fès



Ecole Supérieure de Technologie  
Fès

## Résumé

Le présent travail a porté sur l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique de certains produits laitiers traditionnels marocains, l'occurrence de l'aflatoxine M1 (AFM1) dans le lait cru et l'effet des bactéries lactiques sur cette mycotoxine et sur certains germes pathogènes. Dans une première approche, une étude rétrospective a été réalisée sur 1577 échantillons de denrées alimentaires commercialisées dans la région de Fès-Boulemane et qui a révélé un taux de non-conformité très élevé dans la classe du lait et des produits laitiers (68,5%). Ainsi, 288 échantillons dont 96 du lait cru, 96 du Lben (lait fermenté écrémé traditionnel) et 96 du Jben (fromage frais traditionnel) ont été prélevés dans différents points de vente de la ville de Fès avec un suivi mensuel pendant une année. Pour ces échantillons nous avons déterminé les paramètres physicochimiques, pH et acidité titrable. Pour le lait cru, nous avons analysé l'AFM1 par HPLC. Dans un deuxième temps, une étude bactériologique a été réalisée sur ces mêmes échantillons. Les résultats physicochimiques ont montré un pH et une acidité titrable moyens respectivement de 6,6 et 16°D pour le lait cru, 4,5 et 80°D pour le Lben et 4,3 et 95°D pour le Jben. L'acidité élevée du Lben et du Jben par rapport au lait cru est liée à l'importante fermentation de ces produits. La recherche de l'AFM1 a montré que 27,08% des échantillons de lait cru contiennent l'AFM1 et que 8,33% ont dépassé le niveau maximal fixé par la réglementation européenne. La contamination du lait par l'AFM1 a été variable, probablement en rapport avec la nature et la qualité des aliments donnés au bétail. Les résultats bactériologiques ont montré que le lait cru, le Lben et le Jben ont été fortement contaminés par la flore mésophile aérobie totale, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les entérocoques intestinaux, les *Staphylococcus aureus*, les levures, les moisissures et *Listeria monocytogenes*. Les anaérobies sulfite-réducteurs n'ont été présents que dans le Lben et le Jben alors que les Salmonelles ont été absentes dans les trois produits. Selon la réglementation marocaine, les taux de non-conformité ont été de 89%, 69% et 50% respectivement pour le Lben, le lait cru et le Jben. Les charges bactériennes élevées enregistrées dans les échantillons du lait cru révèlent la déficience d'hygiène au niveau de la traite, de la collecte, du transport et/ou du stockage de ce produit. De même, la mauvaise qualité hygiénique du Lben et du Jben témoignent des manipulations inappropriées lors de la préparation de ces produits, de l'utilisation d'une matière première contaminée et/ou du manque d'hygiène dans les laiteries traditionnelles. Un effet saisonnier a été observé, montrant une élévation de population pour la majorité des germes pendant la période estivale, probablement liée à l'augmentation de la température. Enfin, l'étude de l'effet des bactéries lactiques sur l'AFM1 ainsi que sur les germes pathogènes a montré que toutes les souches de bactéries lactiques testées n'avaient eu d'effet, ni sur l'AFM1 ni sur les germes pathogènes ciblés, d'où l'intérêt d'élargir cette étude à d'autres souches de bactéries lactiques.

**Mots-Clés:** aliments, qualité hygiénique, lait cru, produits laitiers traditionnels, Lben, Jben bactériologie, acidité, AFM1.

# Table des matières

<i>Dédicaces</i> .....	ii
<i>Remerciements</i> .....	iii
<i>Avant-propos</i> .....	v
<i>Résumé</i> .....	vii
<i>Summary</i> .....	viii
<i>Liste des illustrations</i> .....	ix
<i>Liste des annexes</i> .....	xi
<i>Liste des abreviations</i> .....	xii
<i>Table des matières</i> .....	xiv
<i>Introduction générale</i> .....	1
<i>Chapitre I : Synthèse Bibliographique</i> .....	5
<b>I. Lait et produits laitiers traditionnels marocains</b> .....	6
I-1. Production du lait cru et des produits laitiers traditionnels au Maroc .....	6
I-2. Collecte et commercialisation du lait au Maroc .....	7
I-4. Procédés de fabrication de certains produits laitiers traditionnels marocains.....	11
I-4.1. Procédés de fabrication du Lben traditionnel.....	12
I-4.2. Procédés de fabrication du Jben traditionnel .....	13
I-5. Composition et valeur nutritionnelles du lait cru et de certains produits laitiers traditionnels marocains.....	14
I-5.1. Composition et valeur nutritionnelles du lait cru .....	14
I-5.2. Composition et valeur nutritionnelles du Lben (Lait fermenté) .....	15
I-5.3. Composition et valeur nutritionnelles du Jben (fromage frais).....	15
I-6. Consommation du lait et produits laitiers traditionnels au Maroc.....	16
I-7. Problèmes liés à la consommation du lait et produits laitiers contaminés .....	18
<b>II. Etude physicochimique du lait cru et des produits laitiers traditionnels     marocains</b> .....	21
II-1. pH .....	21
II-2. Acidité titrable.....	23

II-3	Activité de l'eau ( $a_w$ ) .....	23
<b>III.</b>	<b>Etude microbiologique du lait cru, du Lben et du Jben .....</b>	<b>24</b>
III-1.	Les bactéries .....	24
III-1-1.	Bactéries d'intérêt hygiénique.....	25
III-1-2.	Bactéries de contamination fécale.....	26
III-1-3.	Bactéries pathogènes et toxinogènes .....	28
III-1-4.	Flore d'intérêt technologique et d'altération .....	35
III-2.	Normes microbiologiques applicables au lait cru et aux produits laitiers .....	40
<b>VI.</b>	<b>Mycotoxines .....</b>	<b>42</b>
VI-1.	Découverte et historique des mycotoxines.....	42
VI-2.	Différents types de mycotoxines et conditions de leur production.....	43
VI-3.	Les aflatoxines .....	44
VI-4.	Propriétés physico-chimiques des aflatoxines .....	44
VI-5.	Contamination du lait et des produits laitiers par l'aflatoxine M1.....	45
VI-6.	Toxicité des aflatoxines.....	46
VI-7.	Réglementation des aflatoxines dans le lait et les produits laitiers .....	47
<i>Chapitre II :</i>	<i>Matériel et Méthodes .....</i>	<i>50</i>
<b>I.</b>	<b>Etude rétrospective de la qualité hygiénique de denrées alimentaires commercialisées dans la région de Fès-Boulemane .....</b>	<b>51</b>
I-1.	Lieu et période d'étude.....	51
I-2.	Collecte de données et analyse statistique .....	51
<b>II.</b>	<b>Etude prospective sur la caractérisation microbiologique et physicochimique des produits laitiers traditionnels commercialisés dans la ville de Fès .....</b>	<b>52</b>
II-1.	Lieu et période d'étude .....	52
II-2.	Echantillonnage .....	52
II-3.	Origine du lait étudié .....	52
II-4.	Caractéristiques des exploitations agricoles productrices du lait étudié.....	53
II-5.	Analyses physicochimiques et toxicologiques des échantillons de lait cru, de Lben et de Jben.....	53
II-5-1.	pH .....	53
II-5-2.	Acidité titrable.....	54

II-5-3. Recherche de l'aflatoxine M1 dans le lait cru par HPLC .....	54
II-6. Analyse microbiologique des échantillons de lait cru, de Lben et de Jben.....	56
II-6-1. Préparation des dilutions.....	57
II-6-2. Flore d'intérêt hygiénique et de contamination fécale .....	57
II-6-3. Flore pathogène et toxigène .....	58
II-6-4. Flore d'intérêt technologique et d'altération.....	66
II-7. Corrélation entre les paramètres bactériologiques et physicochimiques dans les trois produits laitiers étudiés .....	67
<b>III. Effet des bactéries lactiques sur certains germes pathogènes et sur     l'AFM1.....</b>	<b>67</b>
III-1. Effet antagoniste des bactéries lactiques sur certains germes pathogènes.....	67
III-2. Effet de certaines bactéries lactiques sur l'AFM1 .....	69
<i>Chapitre III : Résultats et Discussions .....</i>	<i>73</i>
<b>I- Etude rétrospective de la qualité hygiénique de denrées alimentaires     commercialisées à Fès-boulemane.....</b>	<b>74</b>
I-1. Etude de la non-conformité des échantillons analysés par catégorie d'aliment d'aliments .....	74
I-2. Etude saisonnière de la qualité hygiénique de différentes catégories d'aliments.	75
I-3. Discussion et conclusion .....	75
<b>II- Etude physico-chimique du lait cru, du Lben et du Jben commercialisés     dans la ville de Fès .....</b>	<b>77</b>
II-1. pH du lait cru, du Lben et du Jben .....	77
II-1-1. Lait cru.....	77
II-1-2. Lben.....	77
II-1-3. Jben .....	78
II-1-4. Variation sectorielle et saisonnière du pH des échantillons de lait cru, de Lben et de Jben .....	79
II-2. Acidité titrable du lait cru, du Lben et du Jben .....	80
II-2-1. Lait cru.....	80
II-2-2. Lben.....	80
II-2-3. Jben .....	81
II-2-4. Variation sectorielle et saisonnière de l'acidité titrable des échantillons de lait cru, de Lben et de Jben .....	82

II-3. Discussion et conclusion.....	83
<b>III- Etude toxicologique: recherche de l'AFM1 dans le lait cru commercialisé dans la ville de Fès durant une année .....</b>	<b>85</b>
III-1. Caractéristiques des exploitations agricoles productrices du lait étudié.....	85
III-2. Performance de la méthode de détermination de l'AFM1 dans le lait cru .....	87
III-3. Recherche de l'AFM1 dans le lait cru .....	88
III-4. Discussion et conclusion .....	89
<b>IV- Etude microbiologique du lait cru, du Lben et du Jben traditionnels commercialisés dans la ville de Fès .....</b>	<b>93</b>
IV-1. Etude microbiologique du lait cru.....	93
IV-1-1. Etude de la variation mensuelle de la contamination microbiologique du lait cru .....	93
IV-1-2. Etude de la variation sectorielle de la contamination microbiologique du lait cru .....	96
IV-2. Etude microbiologique des échantillons de Lben .....	98
IV-2-1. Etude de la variation mensuelle de la contamination microbiologique du Lben.....	98
IV-2-2. Etude de la variation sectorielle de la contamination microbiologique du Lben.....	101
IV-3. Etude microbiologique des échantillons de Jben .....	103
IV-3-1. Etude de la variation mensuelle de la contamination microbiologique du Jben .....	103
IV-3-2. Etude de la variation sectorielle de la contamination microbiologique du Jben .....	105
IV-4. Recherche de <i>L. monocytogenes</i> dans le lait cru, le Lben et le Jben et étude de leur sensibilité aux antibiotiques.....	108
IV-5. Etude de la non-conformité des échantillons du lait cru, du Lben et du Jben selon la réglementation marocaine.....	110
IV-6. Estimation de l'effet des caractéristiques microbiologiques et physicochimiques du lait cru sur la qualité du Lben et du Jben par le calcul du coefficient de corrélation .....	112
IV-7. Discussion et conclusion .....	113
IV-7-1. Flore d'intérêt hygiénique et de contamination fécale .....	113
IV-7-2. Flore pathogène et toxigène .....	117

IV-7-3. Flore d'intérêt technologique et d'altération .....	123
IV-7-4. Problématique d'interprétation de la non-conformité des produits laitiers traditionnels marocains .....	125
IV-7-5. Variation saisonnière et sectorielle de la qualité hygiénique des trois produits laitiers étudiés .....	127
IV-7-6. Corrélation entre les différents paramètres bactériologiques et physicochimiques calculés dans les trois produits étudiés .....	127
<b>V- Essais d'inhibition des bactéries pathogènes et de destruction de l'AFM1 par certaines bactéries lactiques .....</b>	<b>128</b>
V-1. Effet des bactéries lactiques sur l'AFM1 .....	128
V-1-1. Validation des méthodes .....	129
V-1-2. Résultats de l'effet des bactéries lactiques sur l'AFM1 en milieu MRS et dans le lait .....	129
V-2. Effet antagoniste des bactéries lactiques sur certains germes pathogènes.....	129
V-3. Discussion et conclusion.....	130
<i>Conclusion générale, recommandations et perspectives.....</i>	<i>131</i>
<i>Références bibliographiques .....</i>	<i>131</i>
<i>Annexes .....</i>	<i>131</i>