

N°d'ordre :  
BURKINA FASO  
Unité Progrès Justice

Ministère des Enseignements Secondaire et  
Supérieur (M.E.S.S)

Université Polytechnique de  
Bobo-Dioulasso (U.P.B)



Unité de Formation et Recherche Sciences  
et Techniques (UFR-ST)

Génie Biologique

Ministère de la Santé

Laboratoire National de Santé  
Publique (L.N.S.P)



Direction du Contrôle des Aliments et  
de la Nutrition Appliquée (DCANA)

# MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

Pour l'obtention de la  
LICENCE PROFESSIONNELLE EN GENIE BIOLOGIQUE  
OPTION : AGRO-ALIMENTAIRE  
THÈME :

**Evaluation de quelques paramètres physico-  
chimiques et des mycotoxines des farines boulangères  
vendues dans la ville de Ouagadougou.**

Présenté et soutenu par : SEMPORE N.Judith

Maitre de stage  
Al Ibrahim TRAORE

Directeur de mémoire  
Dr Lassina OUATTARA

Année académique 2012-2013

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	i
DEDICACES.....	iii
REMERCIEMENTS .....	iv
AVANT PROPOS.....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	vi
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	vii
RESUME.....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCTION.....	1
OBJECTIFS .....	2
I.1. PRESENTATION DU LABORATOIRE NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (L.N.S.P) .....	3
I.1.1. Organisation du L.N.S.P. ....	3
I.2. GENERALITE SUR LA FARINE BOULANGERE .....	4
I.2.1. Le blé.....	4
I.2.2. La farine boulangère .....	5
I.2.3. La transformation de la farine boulangère au Burkina Faso .....	10
I.3. GENERALITES SUR LES MYCOTOXINES.....	10
I.3.1. Définition des mycotoxines.....	10
I.3.2. Quelques mycotoxines en alimentation humaine.....	11
I.3.3. Toxicités des mycotoxines .....	13
II.1. MATERIELS UTILISES.....	15
II.1.1. Farine boulangère .....	15
II.1.2. Réactifs chimiques .....	15
II.1.3. Appareillages .....	15
II.2. METHODOLOGIE .....	16
II.2.1. Site d'étude et échantillonnage .....	16
II.2.2. Analyses au laboratoire : Paramètres analysés .....	17
II.2.3. Traitement et analyse des données.....	25
III.1. RESULTATS .....	26

## Mémoire de fin de cycle

---

III.1.1. Paramètres physico-chimiques des farines boulangères.....	26
III.1.2. Paramètres toxicologiques.....	27
III.2. DISCUSSION .....	27
III.2.1. Paramètres physico- chimiques .....	27
III.2.2. Paramètres toxicologiques.....	28
CONCLUSION .....	31
PERSPECTIVES.....	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	33
SITES INTERNETS.....	35
ANNEXES .....	36

## DEDICACES

*Je dédie ce document à :*

- *Mon père SEMPORÉ Dassabgwendé et ma mère SEMPORÉ/NANA Pauline*
- *Mon frère et mes sœurs*
- *Mon oncle pasteur SIMPORÉ Sibiri et épouse*
- *Mr KAGAMBEGA Bernard et épouse*
- *Mon pasteur OUEDRAOGO Michel et épouse*
- *Mon oncle pasteur ZOUBGA Daniel et épouse*

*Toute la famille SEMPORÉ et NANA*



*Pour m'avoir soutenue et accompagnée dans tout ce que je fais. Puissiez-vous trouver dans ce présent travail, entière satisfaction et l'expression de ma profonde gratitude.*

## REMERCIEMENTS

C'est le lieu ici de témoigner notre gratitude à un ensemble de personnes qui de près ou de loin ont œuvré à ce que ce mémoire puisse voir le jour. Nos remerciements vont:

- Au **Dr Lassina OUATTARA**, notre Directeur de mémoire Maître assistant en Biochimie à l'UPB, Coordinateur de la filière Génie- Biologique qui s'est montré toujours à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire qui n'aurait jamais vu le jour sans le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.
- Au **Dr Maxime K. DRABO**, Directeur Général du LNSP, pour son accord à notre inscription et pour la réalisation de cette étude. Nous vous témoignons notre profonde gratitude ;
- **A M. Karim KOUDOUGOU**, ex Directeur Technique de la Direction de Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée (DCANA) du LNSP ;
- **A M. Fulbert NIKIEMA**, Directeur Technique de la Direction de Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée (DCANA) du LNSP, pour son encouragement ;
- **A M. Barthélémy KABORE** (à titre posthume) ;
- **A M. Ibrahim SANOU**, pour son encadrement tout au long de notre séjour. Grand merci pour ce qu'il nous a transmis le savoir, nous lui sommes infiniment reconnaissant ;
- **A M<sup>me</sup> OUEDRAOGO Mariam**, Ingénieur Chimiste, Chef de la section Service de Toxicologie Alimentaire (STA) du LNSP, pour ses sages conseils, pour ses enseignements ;
- **A M. Eloi SANOU**, Ingénieur Chimiste, Chef de la section Service de Toxicologie Alimentaire (STA) du LNSP, pour ses sages conseils, pour ses enseignements ;
- L'ensemble du personnel enseignant de l'UFR/ST pour leur soutien et la transmission du savoir à notre endroit ;
- L'ensemble du personnel Administratif Technique Ouvrière et de Soutien (ATOS) de l'UFR/ST ;
- L'ensemble du personnel Administratif Technique Ouvrière et de Soutien (ATOS) du LNSP.

Nous tenons enfin à remercier tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à la l'élaboration de ce mémoire et dont les noms n'ont pu être cités ici.

## AVANT PROPOS

L'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) est un établissement public de l'Etat à caractère scientifique, culturel et technique (EPSCT) créé par décret n°2002-288/PRES/PM/ MESSRS/MFB du 29 juillet 2002. Elle est située dans la région Ouest du Burkina Faso, plus précisément dans le village de Nasso à une quinzaine de kilomètres de Bobo-Dioulasso, seconde ville du pays.

Elle a pour mission de :

- Former des étudiants dans tous les domaines techniques et scientifiques ;
- Contribuer au développement économique, social et culturel du pays.

Elle est constituée d'une école, de cinq (04) instituts et de (02) UFR que sont :

- L'Ecole Supérieur d'Informatique (ESI),
- L'Institut du Développement Rural (IDR),
- L'Institut Universitaire de Technologie (IUT),
- L'Institut Supérieur des Sciences de la Santé (INSSA),
- L'Unité de Formation et de Recherche/ Sciences et Techniques (UFR/ST),
- L'Unité de Formation et de Recherche/ Sciences Juridiques Politiques Economiques et de Gestions (UFR/SJPEG).

L'Unité de Formation et de Recherche/ Sciences et Techniques (UFR/ST) offre des axes de formation tel que le Génie-Biologique qui propose trois options :

- Analyse biologique,
- Nutrition et Diététique,
- Industrie Agro-alimentaire.

Seule la dernière option est opérationnelle pour le moment et cette formation est sanctionnée par une Licence professionnelle en 3ème année.

L'obtention de cette licence est conditionnée par un stage de six (6) mois. C'est dans cette optique que s'inscrit mon stage au Laboratoire National de Santé Publique (LNSP).

## SIGLES ET ABREVIATIONS

AF:	Aflatoxine
AFB1:	Aflatoxine B1
AFB2:	Aflatoxine B2
AFG1:	Aflatoxine G1
AFG2:	Aflatoxine G2
<i>A. flavus:</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
<i>A. parasiticus:</i>	<i>Aspergillus parasiticus</i>
CERCI:	Centre d'Expérimentation du Riz et des Cultures Irriguées
EPS:	Etablissement Public de Santé
HPLC:	Chromatographie Liquide à Haute Performance
IA:	Immunoaffinité
Ild:	Inférieur à la limite de détection
IRAT :	Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières
ISO :	Organisation Internationale de la Standardisation
LNSP :	Laboratoire National de Santé Publique
OTA:	Ochratoxine A
PBS:	Phosphate Buffer Saline
FAO:	Food and Agriculture Organization
<i>P. verrucosum :</i>	<i>Penicillium verrucosum</i>

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

<b>Figure 1</b> : Diagramme de production de la farine de blé.....	6
<b>Figure 2</b> : Structures chimiques des aflatoxines B1, B2, G1 et G2.....	12
<b>Figure 3</b> : Structure chimique de l'OTA.....	13
<b>Figure 4</b> : Chromatogramme de la solution test de l'OTA.....	37
<b>Figure 5</b> : Chromatogramme ne montrant pas la présence d'OTA.....	37
<b>Figure 6</b> : Chromatogramme de la solution test des aflatoxines B1, B2, G1 et G2.....	38
<b>Figure 7</b> : Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine B2 dans l'échantillon du marché de <i>Goughin</i> .....	38
<b>Figure 8</b> : Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine G2 dans l'échantillon du marché de <i>Goughin</i> .....	39
<b>Figure 9</b> : Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine G1 dans l'échantillon du marché de <i>Cissin</i> .....	39
<b>Figure 10</b> : Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine B1 dans l'échantillon de <i>Larlé yaare</i> .....	40
<b>Tableau 1</b> : Composition de la farine de blé.....	7
<b>Tableau 2</b> : Valeurs cibles pour la qualité d'une farine boulangère.....	8
<b>Tableau 3</b> : Différents types de farines et Utilisation.....	9
<b>Tableau 4</b> : Effets probables des principales mycotoxines sur l'homme.....	14
<b>Tableau 5</b> : Echantillonnage.....	16
<b>Tableau 6</b> : Paramètres physico- chimiques des échantillons de farines boulangères analysées.....	26
<b>Tableau 7</b> : Paramètres toxicologique.....	27
<b>Tableau 8</b> : Résultats des analyses physico- chimiques.....	36

## RESUME

Dans ce travail nous avons déterminé les paramètres physico-chimiques (humidité, acidité grasse, taux en cendre) et toxicologiques (OTA et AF B1, B2, G1 et G2) des farines boulangères vendues dans la ville de Ouagadougou.

Notre étude a porté sur seize (16) échantillons de farines boulangères prélevées dans sept (07) marchés (*Pyssi, Goughin, Wayalghin, Cissin, Larlé yaare, Katre yaare et Nabi yaare*) de Ouagadougou.

L'évaluation du taux d'humidité a donné des moyennes qui varient entre 11,58% et 12,57%, celle de l'acidité grasse a donné des moyennes variant de 980,22mg de KOH/100g à 2104,06mg de KOH/100g et enfin celle du taux en cendre a donné des moyennes variant de 0,51% à 0,73%. L'OTA n'a été trouvé dans aucuns des échantillons, cependant sur les marchés de *Goughin, Cissin* et de *Larlé yaare* il ressort respectivement une présence inférieure à la limite de détection de AFB2 et de AFG2 ; de AFG1 ; de AFB1.

Le temps étant un facteur influençant sur la production des mycotoxines, il serait souhaitable de faire un usage rapide de ces farines.

De plus, vue la non-conformité de l'acidité grasse, il est possible d'avoir une altération organoleptique (odeur de rance) suite à une conservation à long terme.

**Mot clés :** Farine- boulangère, physico- chimique, toxicologique, Ouagadougou.

## ABSTRACT

In our work we determined physico- chemical parameter (moisture, fatty acid, ash rate) and toxicological (OTA and aflatoxine B1, B2, G1 and G2) of baker flour selled in Ouagadougou. Our research concern sixteen (16) samples of baker flour taked in seven (07) markets (*Pissy, Goughin, Wayalghin, Cissin, Larlé yaare, Katre yaare* and *Nabi yaare*) of Ouagadougou.

Moisture rate evaluation gave overage which fluctuates between 11,58% and 12,57%. fatty acid evaluation gave average which fluctuate between 980,22 mg of KOH/100g to 2104,06 mg of KOH/100g and finally, ash rate evaluation gave average which fluctuate from 0,51% to 0,73%.

We didn't found no OTA in any sample, in the market of *Goughin, Cissin* and *Larlé yaare* there is presence low then detection limit of AFB2 and AFG2; AFG1; AFB1.

Time is factor which can influence mycotoxine production it will be desirable to do a quick use of flours.

More, the non-conformity of grease acidity we can have organoleptic deterioration (rancid smell) further long term.

**Key words:** baker flour, physico- chemical, toxicological, Ouagadougou.



# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Les céréales sont des plantes cultivées principalement pour leurs grains. Elles sont utilisées dans l'alimentation de l'Homme et des animaux domestiques, souvent moulus ou sous forme de farine raffinées plus ou moins complètes. L'une des céréales les plus utilisées est le blé (*Triticum aestivum*). Deux espèces de blé sont actuellement cultivées à savoir le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Le Blanc., 2008). La culture du blé est plus développée en Europe et dans d'autres contrées qui sont favorable à sa culture. La farine du blé dur est utilisée dans la fabrication des pâtes alimentaires telles que les macaronis, les spaghettis, et la farine du blé tendre est utilisée dans la panification, la pâtisserie...

Au Burkina Faso la farine boulangère la plus utilisée est celle provenant de la mouture du blé tendre. Ainsi la technologie alimentaire appliquée à cette farine se concentre plus autour de la panification, la pâtisserie...

En 2009, près de 50000 tonnes de blé ont été importé par le Burkina Faso (Planète-Burkina). Cependant le blé offre aux champignons de très bonnes conditions de développement, vu sa richesse en glucides. Ces champignons peuvent produire des métabolites secondaires tels que les mycotoxines qui sont toxiques pour l'Homme et les animaux (Zinedine., 2004).

Aussi plusieurs facteurs tels que les conditions de stockage, de mouture peuvent altérer la qualité des farines et entraîner par la suite des troubles de santé (cancérogène) chez les personnes qui consomment leurs produits dérivés (Belkacem., 2008). Ainsi, il est important de connaître leur qualité et de savoir dans quelles conditions on peut les conserver. D'une façon particulière, les mauvaises conditions d'hygiène, de stockage et de vente des farines boulangères dues en générale à une mauvaise habitude peuvent altérer leur qualité.

Le présent rapport s'articule autour de trois chapitres ; le premier chapitre est consacré aux généralités, le deuxième chapitre présente la méthodologie de l'étude et le dernier est relatif aux résultats obtenus.

## **OBJECTIFS**

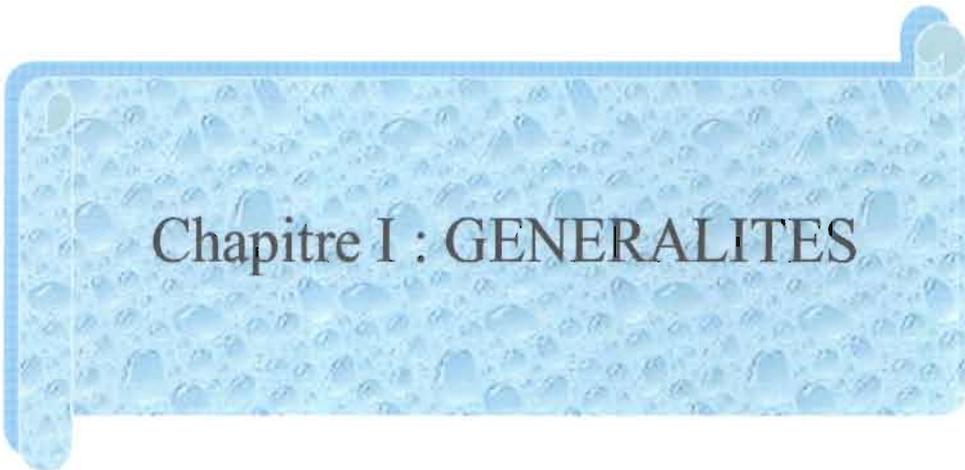
### **➤ Objectif général**

Il s'agit d'évaluer quelques paramètres physico-chimiques et toxicologiques des farines boulangères de la ville de Ouagadougou.

### **➤ Objectifs spécifiques**

Il s'agit de déterminer :

- le taux d'humidité,
- le taux en cendres et l'acidité grasse
- d'évaluer les aflatoxines (B1, B2, G1 et G2) et l'ochratoxine A.



# Chapitre I : GENERALITES

## **I.1. PRESENTATION DU LABORATOIRE NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (L.N.S.P)**

Le Laboratoire National de Santé Publique (L.N.S.P.) situé au secteur 30 de la ville de Ouagadougou, a été créé par le décret n°99/PRES/PM/MS du 1999 comme un Etablissement Public de Santé (EPS) doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière. Il est placé sous la tutelle technique du ministère de la santé et de la tutelle financière du ministère chargé des finances. Il a pour objectif principal d'être une référence, pour les analyses biomédicales, toxicologiques, physico-chimiques et microbiologiques, les contrôles de qualité sanitaire et les expertises relatives à la biologie médicale, à l'alimentation, la nutrition, la pharmacie, l'eau, l'environnement et tout domaine en rapport avec la santé publique et la sécurité sanitaire.

### **I.1.1. Organisation du L.N.S.P.**

Le L.N.S.P. est administré par un conseil d'administration constitué de neuf (09) membres. Il est dirigé par un Directeur Général. Il comprend cinq (05) Directions Techniques, trois (03) directions administratives et des services centraux. Les différentes directions composantes sont :

- La Direction Générale ;
- La Direction de l'Administration et des Finances (DAF) ;
- La Direction de la Coordination Technique et de l'Assurance Qualité (DCTAQ) ;
- La Direction des Ressources Humaines (DRH) ;
- La Direction du Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée (DCANA) ;
- La Direction de la Toxicologie, du Contrôle de l'Environnement et d'Hygiène Publique (DTCE/HP) ;
- La Direction du Contrôle de Médicaments et des Produits Non Alimentaires (DCM-PNA) ;
- La Direction de la Biologie Médicale (DBM) ;
- La Direction des Services Généraux (DSG) ;
- La Direction de la Recherche et de la Formation (DRF) ;
- L'Agence Comptable ;
- Les Directions Régionales.

## **I.2. GENERALITE SUR LA FARINE BOULANGERE**

### **I.2.1. Le blé**

#### ***I.2.1.1. Introduction du blé au Burkina Faso***

Les premières introductions de la culture du blé en Haute-Volta remontent à 1928 et leurs expérimentations ont été entreprises par l'IRAT (l'Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières) en 1963. Les objectifs visés par cette introduction, consistaient à pallier à la crise économique, à limiter les importations et réduire ainsi les devises à l'importation. L'option fut confiée à CERC (Centre d'Expérimentation du Riz et des Cultures Irriguées), créé en 1973, qui dès la campagne 1975-1976 travaillera à isoler les facteurs de production et intensifiera son action sur d'autres aspects agronomiques (Kam., 1981).

#### ***I.2.1.2. Quelques espèces de blé***

Le blé est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Plusieurs espèces de blé sont utilisées :

- Le blé tendre qui est transformé en farine.
- Le blé dur qui donne des semoules et qui sert à la fabrication des pâtes alimentaires et des couscous (Adeux, Boumahrou et Perrot., 2003).

Le grain provenant de toute espèce de blé est constitué de trois parties : L'enveloppe, le germe et l'amande (Brochoire, Del Frate et Stephan., 2005).

## **I.2.2. La farine boulangère**

### ***I.2.2.1. Caractéristiques d'une farine boulangère***

La farine boulangère se différencie des autres farines par la qualité des protéines qu'elle contient. En effet l'agglutination de protéines donne un produit doué de propriétés visqueuses et élastiques, susceptibles de s'étendre pour former une membrane capable de retenir les gaz de fermentation pendant la panification. Cette spécificité des protéines du blé donne au blé le qualificatif de panifiable.

Le gluten est cette masse souple, élastique et extensible que l'on obtient après le mouillage d'une pâte sous un filet d'eau. On le perçoit quand on mastique des grains de blé. Il donne après élimination des parties solubles et des enveloppes, une apparence de chewing gum. Il contribue fortement à assurer la stabilité d'une pâte ainsi que la formation d'un réseau suffisamment bien tissé après pétrissage, pour retenir le gaz carbonique formé en cours de la fermentation et permettre le développement du pain (le site internet de la meunerie Milanaise).

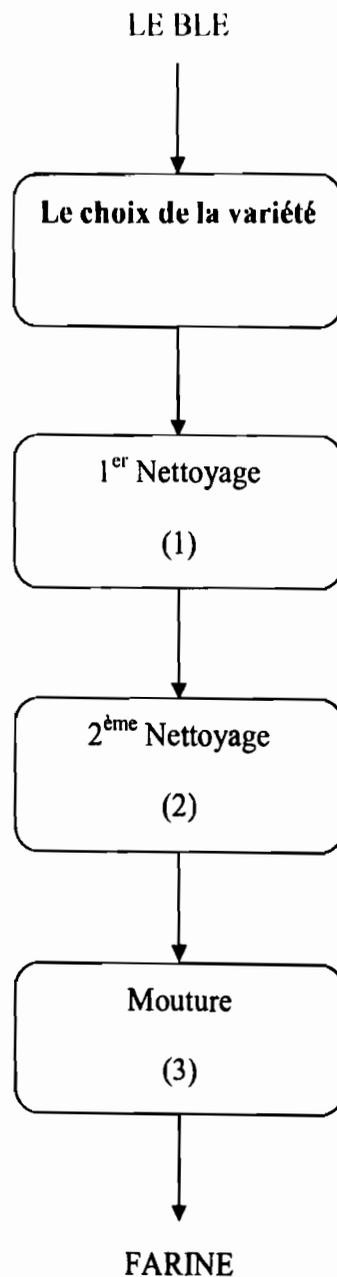
### ***I.2.2.2. Production de la farine de blé***

Pour obtenir la farine souhaitée, chaque meunier met au point un diagramme de mouture. Pour bien comprendre le processus de fabrication de farine ou de transformation du grain de blé en farine, ou plus précisément du principe d'extraction de farine, il faut comprendre le parcours que le grain de blé effectue dès son arrivée au moulin.

- **Nettoyage (1, 2) :** Dès son arrivée au moulin, le blé est stocké dans de grands silos puis transporté par des élévateurs ou des bandes transporteuses jusqu'à des réservoirs. Ensuite, il est déversé dans les nettoyeurs séparateurs lesquels éliminent les impuretés (terre, pierres, pailles, grains vides, poussières, autres graines...). Après l'avoir nettoyé, des trieurs permettent de ne conserver que les grains de blé purs. Les grains de blé sains sont humidifiés pour faciliter la séparation de l'amande de ses enveloppes et reposent de 24 à 48 heures dans des boisseaux à blé propre avant d'être moulus.

• **Mouture (3)** : Après le nettoyage, la transformation du grain de blé s'opère en trois étapes : le broyage, le claquage, le convertissage. Chacune de ces étapes représente plusieurs passages de blé dans les machines. Le produit de chaque passage successif est tamisé selon sa taille. Chaque opération complémentaire permet d'extraire un peu plus de farine. Environ quatorze (14) opérations sont nécessaires pour obtenir la farine qu'attend le boulanger (le site internet de la meunerie française). Le processus de mouture peut être décrit comme suit (figure 1) :

**Figure 1** : Diagramme de production de la farine de blé



**I.2.2.3. Composition de la farine de blé**

La farine de blé est composée de 08 éléments qui sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Composition de la farine de blé

L'amidon	65 à 70%	L'amidon est l'élément principal de la farine. Présent dans toutes les céréales, c'est un glucide complexe qui va pour partie être métabolisé par les levures boulangères, qui rejettent du dioxyde de carbone.
Le gluten	08 à 12%	Classé dans le groupe des protides, il est responsable de la valeur boulangère et permet de retenir le gaz dans une pâte.
L'eau	13 à 16%	Sa quantité ne doit pas dépasser 16 %. Trop de présence d'humidité dans la farine nuit à sa conservation.
Les sucres	01 à 02 %	Ils jouent un rôle très important lors de la fermentation. Ils influencent les qualités fermentescibles d'une pâte.
Les matières grasses	01,2 à 01,4 %	Classé dans le groupe des lipides, elles sont surtout présentes dans le germe et les enveloppes.
Les matières minérales	0,5 à 0,6 %	Elles déterminent la pureté d'une farine grâce au taux en cendres.
Les vitamines (B, PP et E)	Traces	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vitamine B1 : participation au bon équilibre nerveux de notre corps et participation à la transformation des glucides ;</li> <li>- Vitamines B2 : favorisent la croissance.</li> <li>- Vitamines PP : participation à la production d'énergie indispensable aux cellules.</li> <li>- Vitamines E : aident au bon fonctionnement des muscles et du système nerveux.</li> </ul>
Les divers	Traces	Dans la farine, on retrouve aussi des traces de matières cellulosiques (parties d'enveloppes) et de l'acidité

Source : (Brochoire, Del Frate et Stephan., 2005)

#### ***1.2.2.4. Critères de qualité de la farine boulangère***

La farine de blé est considérée propre à la consommation humaine lorsqu'elle est :

- exempt d'odeur, d'insectes vivants, de goûts anormaux, de souillures (impuretés d'origine animale, y compris les insectes morts) en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé,
- exempt de métaux lourds,
- conforme aux limites maximales de résidus et de mycotoxines fixées par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit,
- de teneur en eau ; 15,5% maximum,
- exempt de matières indésirables, de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine.
- exempt de parasites susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine.
- exempt de substances provenant de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine (CODEX STAN, 1985).

#### ***1.2.2.5. Normes***

**Tableau 2 : Valeurs cibles pour la qualité d'une farine boulangère**

<b>Paramètres</b>	<b>Normes</b>
Humidité	≤ 15,5% (ISO 712, juin 1989)
Acidité grasse	≤ 50 mg de KOH/100g (ISO 7305, 1998(F))
Cendre	≤ 1,1%(NF V 03-720, Décembre 1981).
Aflatoxines	≤2,0µg/kg pour B1 et ≤4,0µg/kg pour la somme de B1, B2, G1 et G2 (Règlement (UE) n° 165/2010 de la Commission du 26 février 2010)
OTA	≤3,0µg/kg (Règlement (CE) n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006)

#### ***1.2.2.6. Utilisation de la farine boulangère***

Le mode d'utilisation de la farine boulangère dépend de plusieurs éléments :

- le type de blé : tendre, dur variant de forme, de teneur en gluten...

- l'espèce de blé
- le taux en cendre : on obtient un éventail partant de la farine blanche à la farine intégrale, en fonction de la contenance de son présent. C'est le taux en cendres ou de matières minérales qui déterminent la classification des farines. Ainsi, une farine appelée T55 est due à son taux en cendres qui correspond au maximum de farine que le meunier peut tirer de son blé avec son moulin.

Le type (T) de farine de blé correspond au poids des cendres issues de 100g de matières sèches. Le tableau 3 donne le type de farine et l'usage pour lequel elle est destinée.

**Tableau 3 : Différents types de farines et Utilisation**

Type de farine	Taux cendres	Quantité de farine pour 100 kg de blé	Nom commun	Utilisation culinaire
45	Moyen : 0,50	65 kg	Farine pour pâtisserie	Pâtisserie, viennoiserie, pour lier les sauces, pâte à crêpes
55	De 0,50 à 0,60	75 kg	Farine blanche	Pain, pâtisserie, pâte à tarte, pizza
65	De 0,62 à 0,75	78 kg	Farine bise	Pain et pizza
80	De 0,75 à 0,90	80-85 kg	farine bise ou semi-complète	Pain spécial
110	De 1,00 à 1,20	85-90 kg	Farine complète	Pain complet
150	Plus de 1,40	90-98 kg	Farine intégrale	Pain au son

**Taux en cendre :** les matières minérales contenues dans les sons (débris ou impuretés des grains de blé)

Source : (Brochoire, Del Frate et Stephan., 2005)

### **I.2.3. La transformation de la farine boulangère au Burkina Faso**

Les transformateurs sont regroupés en trois catégories à savoir les petits transformateurs, les transformateurs semi-industriels et les industriels. Les petits transformateurs sont les vendeuses de gâteaux et des mets « fait maison ». Dans une certaine mesure, ce dernier type d'agents peut être considéré comme consommateur final dans la filière. Les agro-alimentaires sont les entreprises fabriquant des produits beaucoup plus élaborés tels les farines infantiles, les biscuits, les pâtisseries, le pain. Les industriels sont les transformateurs les plus évolués. Dans cette catégorie sont classées les usines transformant de la farine boulangère sous différentes formes (spaghettis, macaronis, coquillettes, etc.).

## **I.3. GENERALITES SUR LES MYCOTOXINES**

### **I.3.1. Définition des mycotoxines**

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires toxiques (Ochratoxine A, aflatoxines, fumonisines, trichothécènes, etc.) produits par de nombreux champignons microscopiques (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, etc.) sur une large variété de denrées alimentaire avant, pendant et après récolte (Belkacem., 2008). Le terme mycotoxine vient du mot grec « mycos » qui signifie champignon et du latin « toxicum » qui signifie poison. Il désigne des métabolites secondaires élaborés par des moisissures appartenant principalement au genre *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium*. Naturellement présentes dans l'air ambiant, le sol et sur les cultures (Yiannikouris et Jouany., 2002), les mycotoxines font partie des contaminants alimentaires les plus significatifs en termes d'impact sur la santé publique, la sécurité alimentaire et l'économie de certains pays (Steyn., 1995).

### **I.3.2. Quelques mycotoxines en alimentation humaine**

Les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux ubiquitaires (Pitt., 2000) qui peuvent élaborer des composés naturels : les mycotoxines, qui exercent un pouvoir toxique réel pour le consommateur (l'Homme ou l'animal). Les mycotoxines sont produits par de nombreuses espèces de moisissures et n'ont pas de rôle évident pour la biologie du microorganisme. Leurs structures chimiques est très diversifiée, ce qui explique leurs effets biologiques différents : cancérigène, mutagène, tératogène, oestrogénique, neurotoxique, ou immunosuppresseur. Les mycotoxines sont des métabolites de champignons qui, quand ils sont ingérés, inhalés ou absorbés par la peau altèrent les capacités de réaction et provoquent des maladies ou la mort chez l'homme ou l'animal, y compris les oiseaux (Pitt., 1996).

#### ***I.3.2.1. Les aflatoxines***

L'investigation menée lors de la « maladie X du dindon », qui a sévi en 1960 en Angleterre, a permis de mettre en évidence la présence d'une toxine dans la nourriture de ces volailles, comportant des tourteaux d'arachide. Des études conduites sur la matière première qui avait été contaminée par une moisissure du genre *Aspergillus* aboutirent à la caractérisation des aflatoxines (Asao et al, 1963).

Les aflatoxines B1 et B2 sont produites par les souches toxigéniques d'*Aspergillus flavus*. Les aflatoxines G1 et G2 sont produites par les souches toxigéniques d'*Aspergillus parasiticus*, qui en outre, produisent des aflatoxines B1 et B2 (Nikiema., 1993).

Les principaux facteurs intervenant dans la croissance des champignons de stockage sont: l'humidité relative, la température, le temps de stockage et la composition gazeuse de l'environnement de stockage (Belkacem., 2008).

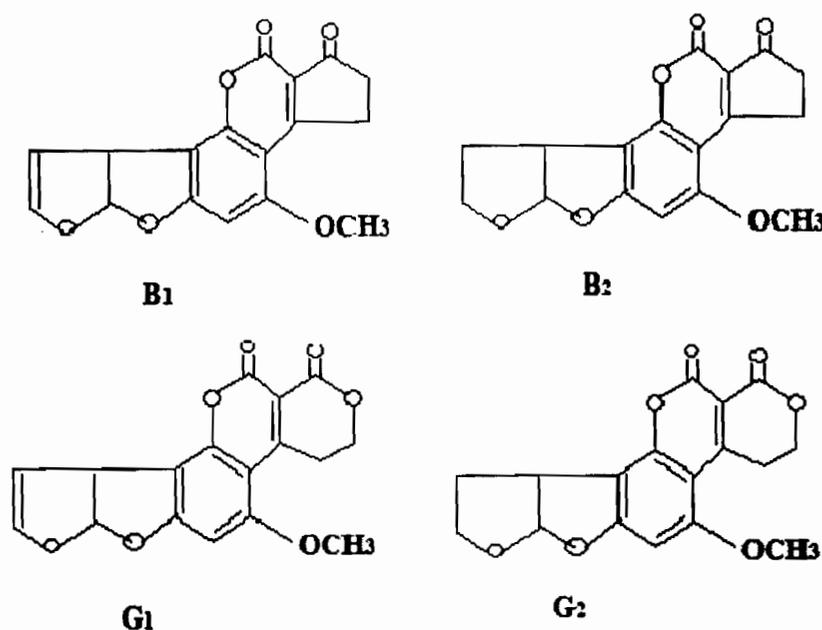
#### ***Les aflatoxines les plus redoutables***

Parmi une vingtaine des aflatoxines découvertes (AF), seules quatre (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2) sont des contaminants les plus viriles et les plus redoutés en alimentation humaine et animale. *Aspergillus flavus* produit principalement l'AFB1 et l'AFB2 alors

qu'*Aspergillus parasiticus* et *nomius* produisent les quatre aflatoxines (Bourais et Amine., 2006).

### Toxicité des aflatoxines

La structure des différentes aflatoxines est diversifiée ce qui explique leur différence de toxicité. Ainsi l'aflatoxine B1 est la forme la plus toxique de toutes les autres aflatoxines. La toxicité des aflatoxines G1, B2 et G2 est respectivement 50, 80 et 90 % moindre que celle de l'AFB1 (Bourais et Amine., 2006).



**Figure 2 :** Structures chimiques des aflatoxines B1, B2, G1 et G2

Source : (Schmidt et Esser., 1985).

### 1.3.2.2. L'Ochratoxine A

L'OTA est une mycotoxine découverte par Van der Merve et *al* en 1965. Elle est produite par *Penicillium verrucosum*, par *Aspergillus ochraceus* et *Aspergillus niger* et est la principale toxine dangereuse dans son groupe. Ces trois espèces diffèrent dans leurs niches

écologiques, dans les denrées affectées ainsi que dans la fréquence de leurs effets dans différentes régions géographiques (Creppy, 2002). En effet *P.verrucosum* croit seulement à des températures au-dessous de 30°C et à une Aw de 0,8 et contamine de ce fait les céréales et leurs dérivés dans les régions froides en particulier en Europe et au Canada (Creppy et al., 1993). L'OTA est une mycotoxine principalement produite par les moisissures au cours des périodes de stockage (Scudamore et al., 1999).

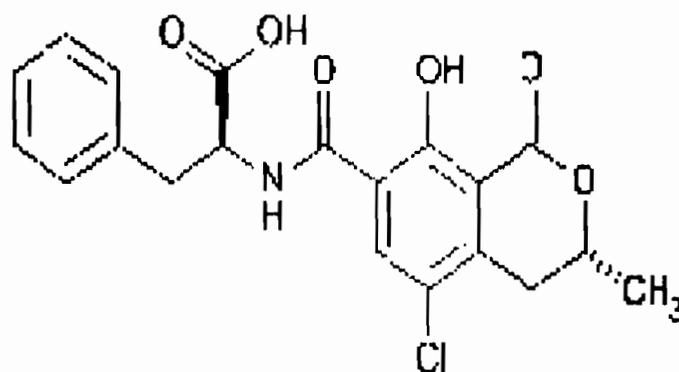


Figure 3 : Structure chimique de l'OTA

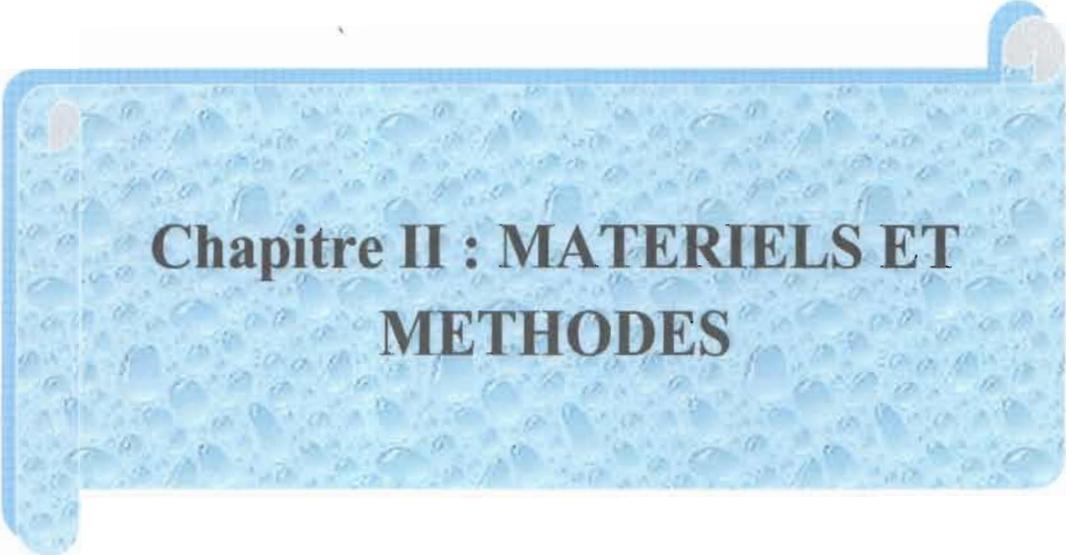
### I.3.3. Toxicités des mycotoxines

Les mycotoxines sont présentes dans toute une série de produits de l'alimentation humaine et animale et provoquent de nombreuses maladies chez l'Homme et l'animal (Mayer., 1953; Coker., 1997). Plusieurs milliers de molécules toxiques ont été identifiées chez les champignons mais seule une vingtaine de familles posséderait des caractéristiques toxiques préoccupants pour l'humain (tableau 4) ou l'animale (Cahagnier., 1998).

**Tableau 4:** Effets probables des principales mycotoxines sur l'homme

Aflatoxines	Cancérogène: Cancer du foie et des voies biliaires, cancer broncho-pulmonaire et bronchique (B1) Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (B1)
Ochratoxine A	Cancérogène: Cancer du rein Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN immunosuppresseur Néphrotoxique : Néphropathie endémique (Balkans), néphropathie interstitielle chronique (Maghreb)
Patuline	Immunosuppresseur : Diminution du nombre de lymphocytes du sang (lymphopénie) si intoxication chronique Neurotoxique : Troubles nerveux (action anti acétylcholinestérase)
Fumonisine	Cancérogène : Association avec des cancers de l'œsophage, notamment chez les femmes (Afrique du Sud), et du foie (Chine)
Trichotécène	Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (toxine T2) Immunodépresseur : Altération de la phagocytose, inhibition de la synthèse protéique (Toxine T2 et Désoxynivalénole) Respiratoire : Pneumopathie interstitielle desquamative Aleucic (Union Soviétique, Europe Centrale, Etats-Unis, Finlande Chine)
Zéaralénone	Oestrogénique : Puberté précoce et gynécomastie (Porto-Rico)
Trémorgène	Respiratoires : Alvéolites allergiques
Citréoviridine	Neurotoxiques : Paralysie des extrémités, convulsion, mort par arrêt respiratoire
Acide Aspergillique	Respiratoires : Alvéolites allergiques Fusarine C Mutagène : Anomalie de la synthèse
Fusarine C	Mutagène : Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN
Gliotoxine	Immunosuppresseur : Mortalité des lymphocytes
Fusarochromanone	Malformations osseuses chez les adolescents (Chine)

Source : (Belkacem., 2008)



## **Chapitre II : MATERIELS ET METHODES**

## **II.1. MATERIELS UTILISES**

### **II.1.1. Farine boulangère**

Notre travail a porté sur l'analyse des farines boulangère vendues sur quelques marchés de Ouagadougou. Ainsi nous avons porté nos analyses sur 16 échantillons.

### **II.1.2. Réactifs chimiques**

Les réactifs utilisés sont les suivants :

- Alcool éthylique à 95% pour la détermination de l'acidité grasse,
- La soude NaOH pour le titrage de l'acidité grasse,
- Colonne d'immunoaffinité,
- Méthanol utilisé pour extraire la substance,
- PBS utilisé pour filtrer l'extrait d'échantillon,
- Acétonitrile utilisé pour extraire l'échantillon.

### **II.1.3. Appareillages**

Les appareils que nous avons utilisés au LNSP sont les suivants :

- HPLC utilisé pour la détermination la substance,
- Etuve utilisé pour la détermination de l'humidité,
- Incinérateur utilisé pour la détermination du taux en cendre,
- Evaporateur sous flux d'azote à bain marie,
- Balance analytique,
- Centrifugeuse.

## II.2. METHODOLOGIE

### II.2.1. Site d'étude et échantillonnage

#### II.2.1.1. Laboratoire National de Santé Publique

Cette étude a été conduite dans la ville de Ouagadougou, capitale du Burkina Faso qui comporte 52 secteurs regroupés en 12 communes. Il s'agit d'une étude prospective réalisée de Juin à Décembre 2013 au Laboratoire National de Santé Publique (L.N.S.P.). Les analyses physico-chimiques et toxicologiques ont été conduites au sein de la Direction du Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée, du L.N.S.P.

#### II.2.1.2. Echantillonnage

Seize (16) échantillons de farine boulangère en quantité de 500g chacun ont été prélevés de façon aléatoire sur sept (07) marchés de la ville de Ouagadougou à savoir le marché de *Pissy*, de *Cissin*, de *Gounghin*, de *Wayalghin*, *Larlé yaare*, *Katre yaare* et de *Nabi yaare*) illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau 5 : Echantillonnage**

Sites d'échantillonnage	Nombre d'échantillon	Quantité prélevée
<i>Pyssi</i>	3	500g chacun
<i>Goughin</i>	3	500g chacun
<i>Wayalghin</i>	3	500g chacun
<i>Cissin</i>	2	500g chacun
<i>Larlé yaare</i>	2	500g chacun
<i>Katre yaare</i>	2	500g chacun
<i>Nabi yaare</i>	1	500g

## II.2.2. Analyses au laboratoire : Paramètres analysés

Pour cette étude les variables étudiées ont été l'humidité, le taux en cendres, l'acidité grasse, les aflatoxines B1, B2, G1, G2 et l'OTA.

### A. Analyses physico-chimiques

#### II.2.2.1. Détermination du taux d'humidité

- **Principe**

Le principe de détermination du taux d'humidité repose sur une prise d'essai à une température comprise entre 130 et 133°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante (NF ISO 712, Juin 1989).

- **Mode opératoire**

Nous avons pesé à 0,001 g près, 5g de l'échantillon pour essai dans la capsule, préalablement séchée et tarée, couvercle compris, à 0,001 g près. Puis nous avons introduit la capsule ouverte contenant la prise d'essai et son couvercle dans l'étuve pour un temps de 90 min, temps compté à partir du moment où la température de l'étuve est à nouveau comprise entre 130°C et 133°C.

La capsule a été ensuite retirée de l'étuve, couverte et placée dans le dessiccateur. Dès que la capsule est refroidie à la température du laboratoire (en général entre 30 min et 45 min après la mise en place dans le dessiccateur), nous avons procédé à la peser à 0,001 g près.

- **Expression des résultats**

La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, de produit tel quel, est donnée par la formule suivante :

$$(m_0 - m_1) \times \frac{100}{m_0}$$

Où

$m_0$  est la masse, en gramme, de la prise d'essai

$m_1$  est la masse, en gramme, de la prise d'essai après séchage

### ***II.2.2.2. Détermination du taux en cendre***

- **Principe**

Le principe de la détermination du taux en cendre repose sur l'incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de  $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à combustion complète de la matière organique, et pesée du résidu obtenu (NF V 03-720, Décembre 1981).

- **Mode opératoire**

Dans la nacelle à incinération préparée, on pèse 5g de l'échantillon pour essai, selon le taux de cendres présumés. On répartit la matière en une couche d'épaisseur uniforme, sans la tasser.

On effectue immédiatement la détermination de la teneur en eau.

La porte du four étant ouverte, on place la nacelle et son contenu à l'entrée du four, préalablement chauffé à  $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à ce que la matière s'enflamme.

L'incinération se poursuit jusqu'à disparition des particules charbonneuses qui peuvent être incluses dans le résidu. Le temps d'incinération est de 1 h.

Quand l'incinération est terminée, on retire la nacelle du four, et on la met à refroidir sur la plaque unie thermorésistante pendant une minute, puis dans l'appareil de refroidissement jusqu'à la température ambiante.

On la pèse alors rapidement à 0,1 mg près, à cause du caractère hygroscopique des cendres.

- **Expression des résultats**

Le taux de cendres, exprimé en pourcentage en masse rapporté à la matière sèche, est égal à :

$$\frac{m_1 \times 100}{m_0} \times \frac{100}{100 - H}$$

Où :

$m_0$  est la masse, en gramme, prise d'essai ;

$m_1$  est la masse, en gramme, du résidu ;

$H$  est la teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations.

### ***II.2.2.3. Détermination de l'acidité grasse***

- **Principe**

Le principe de la détermination de l'acidité grasse repose sur la mise en solution des acides dans l'éthanol à la température du laboratoire, suivie de centrifugation et titrage d'une partie aliquote du surnageant par l'hydroxyde de sodium (ISO 7305,1998).

- **Mode opératoire**

Nous avons introduit dans un tube de centrifugeuse, 5g de farine, pesée à 0,01g près sur une feuille de papier glacé. Puis on a Ajouté 30ml d'alcool éthylique à 95%.Boucher le tube hermétiquement et l'agiter pendant 1h à l'aide de l'agitateur rotatif à  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ . Enlever le bouchon et centrifuger ensuite pendant 5mn à 2000g.

Pour le titrage, Nous avons introduit 20 ml du liquide surnageant dans une fiole conique de 250ml, puis on a Ajouté 5 gouttes de phénolphtaléine.

On a ensuite titré cette solution à l'aide d'une microburette avec de la soude 0,05 jusqu'au virage au rose pâle persistant pendant environ 3s, en utilisant un filtre orange pour éliminer la coloration jaune lors du virage de l'indicateur.

**NB** : l'utilisation du filtre orange, placé près de l'œil de l'opérateur permet une plus grande précision de l'observation du virage en éliminant la coloration jaune de l'extrait éthanolique.

Nous avons effectué deux déterminations successives afin de prendre la moyenne.

Cependant nous avons effectué un essai de blanc parallèlement à la détermination en remplaçant les 20ml de liquide surnageant par 20ml d'éthanol 95% exempt de carbonates.

- **Expression des résultats**

Calcul de l'acidité grasse en hydroxyde de sodium

L'acidité grasse,  $A_k$ , exprimée en milligrammes d'hydroxyde de potassium par 100 g de matière sèche, est obtenue à l'aide de l'équation suivante :

$$A_k = \frac{8415 (V_1 - V_0)c}{m} \times \frac{100}{100 - w}$$

Où

$C$  est la concentration exacte, exprimée en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de sodium utilisée ;

$m$  est la masse, en gramme, de la prise d'essai ;

$V_1$  est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination ;

$V_0$  est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc ;

$W$  est la teneur en eau, en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai ;

**8415** est la constante applicable pour l'hydroxyde de sodium, soit  $(56,1 \times 1,5 \times 100)$ .

Le résultat est exprimé au milligramme près.

## **B. Analyses toxicologiques**

### ***II.2.2.4. Détermination des aflatoxines B1, B2, G1 et G2***

- **Principe**

L'échantillon pour essai est extrait avec un mélange d'eau et de méthanol. L'extrait d'échantillon est filtré, dilué avec de l'eau ou de PBS et déposé sur une colonne d'immunoaffinité contenant des anticorps spécifiques des aflatoxines B1, B2, G1 et G2. Les aflatoxines sont isolées, purifiées et concentrées sur la colonne, puis libérées des anticorps avec du méthanol. Les aflatoxines sont quantifiées par chromatographie liquide à haute performance (CLHP) en phase inversée avec détection par fluorescence après une dérivation post-colonne. Les solutions échantillons et les solutions étalons doivent contenir le même solvant ou le même mélange de solvant.

- **Extraction**

On pèse à 0,1g près, 25g de farine boulangère dans un flacon ambré de 500ml. On ajoute 5g de chlorure de sodium et 125ml de solution d'extraction, puis on homogénéise au moyen d'un agitateur rotatif pendant 20min à moyenne vitesse. Vérifier que la vitesse et le temps de mélange n'affectent pas de manière négative l'efficacité de l'extraction. Enfin on filtre le mélange avec un papier filtre.

- **Purification**

La colonne d'immunoaffinité et le filtrat doivent être à température ambiante. A l'aide d'un adaptateur, la colonne d'IA est fixée au dispositif muni d'un réservoir. A l'aide d'une pipette, prélever 15 ml ( $V_4$ ) du diluât ( $V_3$ ) dans le réservoir et le faire passer dans la colonne d'IA à un débit de 1 à 2 gouttes par seconde, puis laver cette dernière conformément aux instructions du fabricant et éliminer les éluâts.

En général le lavage de la colonne se fait soit avec de l'eau distillée soit avec du PBS suivant les recommandations du fabricant de la colonne IA utilisée.

On commence l'élution des aflatoxines avec du méthanol (le volume est indiqué par les instructions du fabricant de la colonne).

On recueille l'éluât dans une fiole jaugée de 2ml ou tout autre volume spécifié par le fabricant. On le dilue jusqu'au trait avec de l'eau distillée (V5), puis on le mélange et on le verse dans un vial ambré pour l'injection sur HPLC.

- **Conditionnement de HPLC**

Raccorder l'orifice de sortie de la colonne de séparation à l'entrée du système de dérivation post colonne Kobracell puis fixer les paramètres suivants :

- Débit de la phase mobile : 1.0 ml/min
- Volume d'injection : 50 µl (V6)
- Excitation / Emission : 365 / 435 nm

Laisser le système fonctionner pendant 10min à 20 min afin de le stabiliser.

Puis injecter les extraits.

- **Expression des résultats**

Calculer la masse  $m_i$ , en grammes, de l'échantillon pour essai présent dans la fraction du second filtrat prélevé pour la colonne d'immunoaffinité (V4) en utilisant l'équation (1) :

$$m_i = m_0 \times \frac{V_2 \cdot V_4}{V_1 \cdot V_3}$$

Où

$m_0$  est la masse de la prise d'essai en grammes (25 g) ;

$V_1$  est le volume total du premier filtrat, en millilitres ( $V_1 = 125$  ml) ;

$V_2$  est Le volume de la fraction du premier filtrat prélevé pour dilution, en millilitres ( $V_2 = 15$  ml) ;

$V_3$  est volume total du second filtrat, en millilitres ( $V_3 = 45$  ml) ;

$V_4$  est Le fraction du volume du second filtrat, en millilitres ( $V_4 = 15$  ml).

Calculer la fraction massique de chaque aflatoxine  $w_i$ , en microgrammes par kilogramme d'échantillon à l'aide de l'équation(2) (Méthode de l'étalon externe) :

$$W_i = \frac{V_5 \times m_i}{V_6 \times m_i}$$

Où

$V_5$  est le volume de l'éluât, en microlitres, ( $V_5 = 2000 \mu\text{l}$ ) ;

$V_6$  est le volume de l'extrait d'échantillon purifié et injecté en microlitres ( $V_6 = 50 \mu\text{l}$ ) ;

$m_i$  est la masse de chaque aflatoxine  $i$  présente dans le volume d'injection, correspondant à la mesure de pic mesuré ou à la hauteur du pic relevée sur la courbe d'étalonnage, en nanogrammes ;

$m_i$  est la masse de l'échantillon pour essai présent dans la fraction du deuxième filtrat prélevé pour la colonne d'IA ( $V_4$ ) selon l'équation (1), en grammes.

Ajouter les fractions massiques des quatre aflatoxines pour obtenir la fraction massique des aflatoxines totales.

#### **II.2.2.5. Détermination de l'Ochratoxine A**

- **Principe**

L'échantillon pour essai est extrait avec un mélange d'eau et d'acétonitrile. L'extrait d'échantillon est filtré, dilué avec de l'eau ou du PBS et déposé sur une colonne d'immunoaffinité contenant des anticorps spécifiques à l'Ochratoxine A. L'Ochratoxine A est isolée, purifiée et concentrée sur la colonne, puis libérée des anticorps avec du méthanol. L'Ochratoxine A est quantifiée par chromatographie liquide à haute performance (CLPH) en phase inversée avec détection par fluorescence.

Les solutions échantillons et les solutions étalons doivent contenir le même solvant ou le même mélange de solvants.

- **Extraction**

On pèse à 0.1 g près, 50g d'échantillon pour essai broyé et homogénéisé dans un flacon ambré de 500ml. On ajoute 100ml de solution d'extraction, puis on homogénéise au moyen d'un agitateur rotatif pendant 3min à moyenne vitesse. Vérifier que la vitesse et le temps de mélange n'affectent pas de manière négative l'efficacité de l'extraction. On filtre le mélange avec un papier filtre.

On prélève au moyen d'une pipette 10 ml (V2) du filtrat dans une fiole de 50ml, puis on ajoute 40 ml de PBS et on bouche la fiole puis on mélange. Le diluât (V3) doit être clair et limpide, sinon on le filtre à nouveau à l'aide d'un filtre seringue de 0.45µm ou centrifuger.

- **Purification**

La colonne d'immunoaffinité et le filtrat doivent être à température ambiante. A l'aide d'un adaptateur, la colonne d'IA est fixée au dispositif muni d'un réservoir. A l'aide d'une pipette, déposer 10 ml ( 10ml = 1g de l' échantillon ) dans le réservoir et le faire passer dans la colonne d'IA à un débit de 1 à 2 gouttes par seconde, puis laver cette dernière conformément aux instructions du fabricant et éliminer les éluât.

En général le lavage de la colonne se fait soit avec 10ml d'eau distillée soit avec 10ml de PBS suivant les recommandations du fabricant de la colonne IA utilisée.

On commence l'éluât de l'Ochratoxine A avec du méthanol (le volume est indiqué par les instructions du fabricant de la colonne).

On recueille l'éluât dans une fiole jaugée de 2ml ou tout autre volume spécifié par le fabricant. Diluer jusqu'au trait avec de l'eau distillée, puis on le mélange et on le verse dans un vial ambré pour l'injection sur HPLC.

- **Conditionnement HPLC**

- Débit de la phase mobile : 1.0 ml/min
- Volume d'injection : 50 µl (V6)
- Excitation / Emission : 333/ 477 nm

Laisser le système fonctionner pendant 10min à 20 min afin de le stabiliser, puis injecter les extraits.

- **Expression des résultats**

Calculer la masse  $m_t$ , en grammes, de l'échantillon pour essai présent dans la fraction du second filtrat prélevé pour la colonne d'immunoaffinité (V4) en utilisant l'équation :

$$W_{OTA} = \frac{R_S \cdot V_T}{R_A \cdot V_i \cdot m}$$

Où

$m$  est la masse de la prise d'essai contenue dans l'extrait final en grammes ;

$R_t$  est la réponse de l'échantillon injecté, en aire ou hauteur de pic

$R_A$  est la réponse normalisée moyenne calculée (réponse pour 1mg d'Ochratoxine A des cinq solutions différentes d'étalonnages)

$V_T$  est le volume final de l'extrait d'échantillon

$V_i$  est Le volume de la solution de dosage de l'échantillon injecté.

### II.2.3. Traitement et analyse des données

Les données ont été collectées à la suite des analyses effectuées à la D.C.A.N.A. du L.N.S.P. Elles ont été saisies et traitées à l'aide du tableur Microsoft Excel.



**Chapitre III : RESULTATS ET  
DISCUSSION**

### III.1. RESULTATS

#### III.1.1. Paramètres physico-chimiques des farines boulangères

Les résultats après analyse des échantillons se présentent sont les suivants :

En ce qui concerne le taux d'humidité des farines boulangères, on note une variation de  $11,58\% \pm 0$  à  $12,57\% \pm 0,28$  suivant les différents marchés.

Le dosage de l'acidité grasse des différentes farines donne des résultats variant entre  $980,22\text{mg} \pm 0$  de KOH/100g à  $2104,06\text{mg} \pm 1381,27$  de KOH/100g.

Le taux en cendre sur les sept (07) marchés varie de  $0,51\% \pm 0,014$  à  $0,73\% \pm 0,142$ .

**Tableau 6 :** Paramètres physico- chimiques des échantillons de farines boulangères analysées

Sites de prélèvement	Humidité (en %)	Acidité grasse (en mg de KOH/100g)	Taux en cendre (en %)
<i>Pyssi</i>	$11,90 \pm 0,69$	$2104,06 \pm 1381,27$	$0,7 \pm 0,191$
<i>Gounghin</i>	$12,08 \pm 0,60$	$1553,25 \pm 893,66$	$0,67 \pm 0,194$
<i>Wayalghin</i>	$12,57 \pm 0,28$	$1280,16 \pm 129,91$	$0,73 \pm 0,142$
<i>Cissin</i>	$12,33 \pm 0,68$	$1365,02 \pm 74,14$	$0,55 \pm 0,014$
<i>Larléyaare</i>	$11,69 \pm 0,43$	$1258,01 \pm 54,61$	$0,61 \pm 0,057$
<i>Katreyaare</i>	$11,64 \pm 0,59$	$1015,25 \pm 153,46$	$0,51 \pm 0,014$
<i>Nabi yaare</i>	$11,58 \pm 0$	$980,22 \pm 0$	$0,63 \pm 0$
<i>Moyenne générale</i>	$11,97 \pm 0,38$	$1365,14 \pm 380,94$	$0,63 \pm 0,08$

### III.1.2. Paramètres toxicologiques

Le dosage de l'OTA dans les différents échantillons révèle l'inexistence de cette toxine dans ces derniers.

Les résultats des analyses toxicologiques sont présentés dans le tableau 6.

**Tableau 7 : Paramètres toxicologique**

Echantillon	OTA (en $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Aflatoxines (en $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
		B1	B2	G1	G2
<i>Pissy</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Goughin</i>	0,00	0,00	lld	0,00	lld
<i>Wayalghin</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cissin</i>	0,00	0,00	0,00	lld	0,00
<i>Larlé yaare</i>	0,00	lld	0,00	0,00	0,00
<i>Katre yaare</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nabi yaare</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

lld : Inférieur à la limite de détection.

## III.2. DISCUSSION

### III.2.1. Paramètres physico- chimiques

La teneur en eau des farines est un paramètre important qui doit être  $\leq 15,5\%$  (ISO 712, juin 1989) pour que la farine se conserve convenablement. Les échantillons prélevés sur les différents sites d'étude présentent une humidité acceptable ( $\leq 15,5\%$ ). Aucun échantillon ne possède une valeur en dehors des normes données. Selon Boughazi en 1990, la détermination de la teneur en eau est importante, puisqu'elle conditionne la mise en œuvre des tests technologiques, tels que la panification.

La teneur la plus faible est retrouvée dans le marché de *Nabi yaare* alors que la plus forte a été retrouvée à *Wayalghin*. Cette faible teneur peut s'expliquer soit par l'évaporation importante de l'eau lors de la mouture.

On désigne par acidité grasse, l'expression conventionnelle utilisée pour désigner la quantité d'acide gras, et notamment les acides gras non estérifiés extraits. Il est un bon indicateur de l'état de conservation des blés et des farines et aussi de l'efficacité dégermage lors de la mouture.

L'analyse des échantillons sur l'acidité grasse donne des résultats non acceptables. Tous les échantillons présentent une valeur supérieure à celle de la norme ( $\leq 50$  mg de KOH/100g (ISO 7305, 1998(F))

Les valeurs très élevées de l'acidité grasse s'expliqueraient par la mauvaise maîtrise de la mouture. Elles peuvent aussi être la conséquence de la présence de particules de germes particulièrement riche en lipases et catalyseurs des triglycérides présents dans la farine, libérant ainsi les acides gras. La faible valeur est retrouvée dans le marché de *Nabi yaare* alors que la plus forte a été trouvée à *Pysyi*. La différence pourrait s'expliquer par la durée de conservation. Si les lipases seraient à l'origine de la forte teneur en acidité grasse, alors le temps de conservation serait un facteur très influençant sur la catalyse des triglycérides.

Le taux en cendre est le moyen officiel utilisé pour caractériser la pureté des farines (ABECASSIS, 1993). Selon GODON (1978), la détermination des cendres offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale globale de blé et de ses dérivés.

Les résultats des l'analyses de la teneur en cendre sur les échantillons sont tous conforme à la norme ( $\square 1,1\%$ ). Ces résultats révèlent que les échantillons sont minéralisés et témoignent aussi de la pureté des farines. En nous référant sur le tableau 3 faisant mention de l'utilisation de la farine boulangère, nos résultats nous donnent principalement des farines de types 55 et 65 dont le taux en cendre est compris respectivement de 0,50% à 0,60% et de 0,62% à 0,75%. A chaque type de farine correspond une utilisation donnée (tableau 3).

La différence des valeurs trouvées après l'analyse des échantillons s'explique par le taux d'extraction. En effet le taux en cendre permet d'estimer la quantité de son de blé qui est restée présente lors de la mouture. Ainsi la plus faible valeur trouvée sur *katre yaare* (0,51%) se justifie par la pureté de l'échantillon et le quasi inexistence de son de blé dans la farine.

### III.2.2. Paramètres toxicologiques

L'analyse de l'OTA nous donne des résultats conformes à la norme (113,0 µg/kg (Règlement (CE) n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006)).

Sur tous les échantillons nous avons l'inexistence de l'OTA. Ces résultats témoignent l'absence de *Penicillium verrucosum*, d'*Aspergillus ochraceus* et d'*Aspergillus niger* qui sont les principaux sécréteurs de l'OTA. L'OTA étant une mycotoxine principalement produite par les moisissures au cours des périodes de stockage (Scudamore et al., 1999), nous pouvons admettre que la durée de conservation des farines n'a pas été longue pour qu'on ait la production de cette dernière si les moisissures étaient présentes, ou que les conditions physico-chimiques n'ont pas été favorables au développement de ces trois espèces.

Les résultats du dosage des aflatoxines sont conformes à la norme (2,0 µg/kg pour AFB1 et 4,0 µg/kg pour la somme de B1, B2, G1 et G2 (Règlement (UE) n° 165/2010 de la Commission du 26 février 2010)).

L'absence d'aflatoxines dans les échantillons de *Pyssi*, de *Wayalghin*, de *Katre yaare* et *Nabi yaare* peut s'expliquer par l'absence d'*A. flavus* et d'*A. parasiticus* dont les conditions de température et d'humidité n'ont pas favorisé le développement.

Nous pouvons aussi envisager la possibilité que le blé à l'origine pourrait contenir les toxines recherchées en faible quantité et après les différents traitements avant mouture ces toxines ont été éliminées.

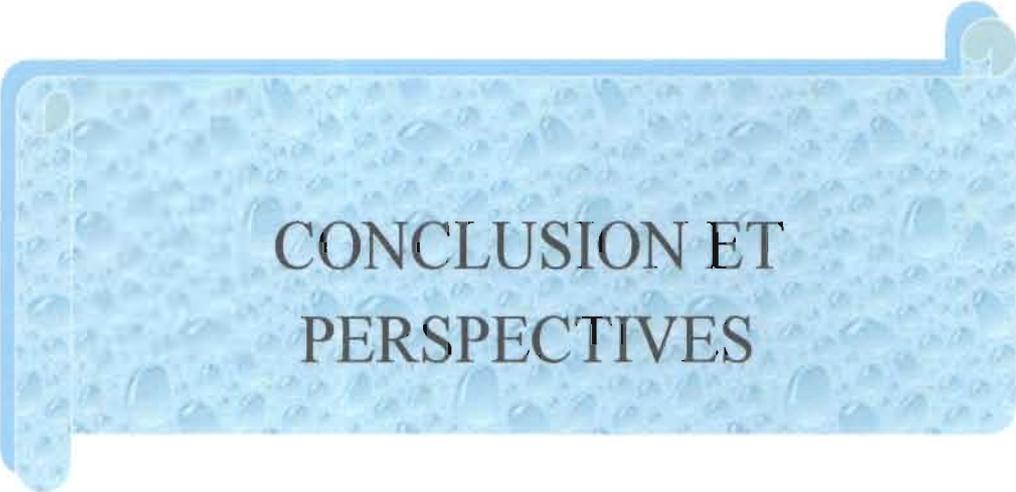
La quantité infime d'AFB1 et d'AFG1 retrouvée respectivement dans les échantillons de *Cissin* et de *Larlé yaare* met en évidence la présence d'*A. flavus* ou d'*A. parasiticus* dans l'échantillon de *Cissin* et de la présence d'*A. parasiticus* dans celui de *Larlé yaare* car *A. parasiticus* a la capacité de produire les quatre aflatoxines. La quantité infime d'AFB2 et d'AFG2 retrouvée dans l'échantillon de *Goughin* pourrait s'expliquer par la présence de l'unique moisissure à savoir *A. parasiticus* ou avec la complicité d'*A. flavus*.

La faible proportion des mycotoxines retrouvée sur ces échantillons pourrait s'expliquer par la durée de conservation. En effet les moisissures ont besoin d'une certaine durée pour se multiplier. Il y'a aussi la possibilité que les conditions de température et d'humidité n'aient pas été favorables à leur développement.

Aussi la très faible proportion d'aflatoxines retrouvée peut s'expliquer par la présence de plusieurs espèces fongiques. En effet selon Nguyen (2007), la présence de plusieurs

espèces fongiques sur la même denrée a, généralement, un effet inhibiteur sur la production des toxines. Cela s'expliquera, d'une part, par la compétition pour substrat, et d'autre part, par le fait que certaines souches peuvent dégrader la toxine.

De façon générale en ce qui concerne les paramètres toxicologiques, selon Gwaldy., et Tap., 2004 ; dans les denrées peu hydratées telles que le blé tendre, la disponibilité en eau a une influence considérable car, pour la plupart des moisissures, la toxinogénèse est proportionnelle à l'activité de l'eau. Cependant les résultats des analyses sur l'humidité des farines nous ont donné une moyenne de 11,97% qui témoigne d'une faible activité de l'eau. Ainsi le facteur  $A_w$  pourrait être considéré comme un inhibiteur du développement des espèces fongiques.



CONCLUSION ET  
PERSPECTIVES

## CONCLUSION

Cette étude a permis l'estimation de certains paramètres physico- chimiques et mycotoxines des farines boulangères vendues dans la ville de Ouagadougou. Ainsi pour évaluer la qualité des farines, nous avons eu à faire un échantillonnage dans sept (07) marchés de Ouagadougou et à procéder à des analyses sur les paramètres physico- chimiques (humidité, acidité grasse, teneur en cendre) et mycotoxines (l'OTA et les aflatoxines B1, B2, G1 et G2). Les résultats obtenus pour les analyses des mycotoxines sont tous conformes aux normes préétablies. Pour ce qui concerne les analyses physico-chimiques, nous avons noté une conformité avec les normes des résultats sur l'humidité et de la teneur en cendre. Cependant l'analyse de l'acidité grasse de tous les échantillons a révélé une non-conformité à la norme préétablie ( $\leq 50\text{mg}$  de KOH/100g).

L'intérêt de cette étude était de savoir si les paramètres physico- chimiques et toxicologiques des farines boulangères permettaient une bonne conservation de ces dernières et d'apporter une sensibilisation dans le cas contraire.

Au regard des résultats obtenus, nous notons que les paramètres physico- chimiques et toxicologiques à savoir l'humidité et l'OTA ne posent aucune entrave pour la conservation des farines. Cependant les valeurs élevées de l'acidité grasse dans les farines est un facteur d'altération des propriétés organoleptiques à savoir les odeurs de rance. De plus les échantillons dans lesquels les aflatoxines ont été trouvées en très faible quantité poseraient un problème de conservation vu la présence des espèces fongiques.

## **PERSPECTIVES**

Pour une bonne conservation de la farine boulangère nous préconisons :

- Une bonne maîtrise de la mouture du blé qui permettrait de remédier au problème de l'acidité grasse.
- Le stockage des farines boulangères dans un endroit aéré et non humide qui permettrait une bonne conservation.
- D'éviter l'entreposage des sacs de farines en tas car cela entraîne un dégagement de chaleur humide qui peut détériorer la qualité organoleptique, nutritive et un développement fongique incontrôlé.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adeux S, Boumahrou N et Perrot R, 2003. Quels sont les freins et motivations des consommateurs vis à vis du pain P.Q.S ? (Pain Qualité Santé). DESS Qualimapa Année Universitaire, 5 pp.
- Annick Le Blanc, 2008. Introduction au Cours d'Alimentation Humaine – Condensé de cours 2008-2009- ENSMIC/ BTS IC, 17 pp.
- Asao, T., Büchi, G., Abdel-kader, M.M., Chang, S.B., Wick, E.L., Wogan, G.N. 1963. Aflatoxins B and G. Journal of American Chemical Society. 85, 1706.
- Belkacem N, 2008. Les mycotoxines : production et voie de biosynthèse. Master 2 Recherche « Elaboration de la Qualité et Sécurité Alimentaire ». Institut National Polytechnique de Toulouse. 25: 7, 8, 9, 23.
- Bourais I et Amine A, 2006. Aflatoxines toxiques redoutables dans nos aliments. Laboratoire des analyses Chimiques et Biocapteurs, Faculté des Sciences et Techniques de Mohammedia. [a.amine@univh2m.ac.ma](mailto:a.amine@univh2m.ac.ma), [ilhame\\_b@yahoo.com](mailto:ilhame_b@yahoo.com). 8 : 5
- Brochoire G, Del Frate R et Stephan C., Janvier 2005. ANALYSES DE FARINE. Supplément technique INBP n°85.
- Cahagnier, B., Dragaci, S., Frayssinet, C., Frémy, J.M., Hennebert, G.L., Lesage - meessen, L., Multon, J.L., Richard-Molard, D., Roquebert, 1998. M.F. Moisissures des aliments peu hydratés. Lavoisier Tec&Doc. France.
- Creppy EE, 2002. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. Toxicol Lett, 127: 19-28.
- Creppy EE, Castegnaro M, Grosse Y, Meriaux J, Manier C, Moncahrmont P et Waller C, 1993. Etude de l'ochratoxicose humaine dans trois régions de France: Alsace, Aquitaine et Région Rhône-Alpes. In "Creppy EE, Castegnaro M, Dirheimer G (Eds)" Human ochratoxicosis and its pathologies. Vol (231). Colloque INSERM / John Libbey Eurotext, : 148 -158.
- CODEX STAN, 1985. Norme codex pour la farine de blé, 4pp.
- FAO, 2013. Archives des documents de la FAO, Étude de Cas sur les Pratiques d'Approvisionnement Alimentaire des ..., Les produits consommés.
- Gwaldy R., Tap J., 2004. Les mycotoxines. Université Paris XII.
- KAM Sié Maurice, Mai 1981. Projet Blé : La Culture du Blé en Haute-Volta Etude de densité de semis à la Vallée du SOUROU. MEMOIRE DE FIN D'ETUDES Présenté

- en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural Option: Agronomie. Université de Ouagadougou Institut Supérieur Polytechnique. 81 : 14.
- Nguyen M.M., 2007, Identification des espèces de moisissures potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Vietnam: étude de condition pouvant réduire la production de mycotoxines. Thèse de doctorat. INS polytechnique de Toulouse. 147p.
  - Nikiema P. A., 1993. Etude des aflatoxines au Burkina Faso : Détermination quantitative et qualitative des aflatoxines de L'arachide par des tests biochimiques et immunologiques. Thèse de Doctorat de spécialité Sciences Biologiques Appliquées. Université de Ouagadougou. 58, 59-60p.
  - Pitt, J.I. Toxigenic fungi: which are important? *Medical Mycology*, 2000, 38, 17-22.
  - Planète faso.com. Agriculture au Burkina Faso.
  - Pitt, J I (1996) What are mycotoxins? *Australian Mycotoxin Newsletter*. 7(4), page 1.
  - Règlement (CE) n°1881/2006 de la commission du 19 décembre 2006 portant fixation de teneur maximale pour certains contaminants dans les denrées alimentaires. *Journal Officiel de l'Union Européenne*. L364/15.
  - Règlement (UE) n° 165/2010 DE LA COMMISSION du 26 février 2010 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, en ce qui concerne les aflatoxines.
  - Scudamore KA, Patel S et Breeze V (1999) Surveillance of stored grain from the 1997 harvest in the United Kingdom for ochratoxin A. *Food Add Contam*, 16: 281-290.
  - Steyn, P. S, 1995. Mycotoxins, general view, chemistry and structure.
  - Van der Merwe KJ, Steyn PS, et Fourie L (1965) Mycotoxins, Part II. The Constitution of ochratoxins A, B and C, metabolites of *Aspergillus ochraceus* wilh. *J Chemical Society*, 5:7083-7088.
  - Yiannikouris, A., Jouany, J.P, 2002. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. *Anim. Res*, 51, 81-99.
  - Zinedine A, 2004. Thèse de doctorat-Détermination des mycotoxines dans les aliments et étude de la réduction des aflatoxines par les bactéries lactiques isolées des ferments panaires traditionnels, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté Des Sciences Dhar El Mahrez (FES). 162pp.

## SITES INTERNETS

- le site internet de la meunerie française : La fabrication de la farine  
<http://www.meuneriefrancaise.com/content.asp?IDD:33591>
- le site internet de la meunerie Milanaise : Analyse des farines  
<http://lamilanaise.com/wp-content/uploads/2012/04/Lanalyse-des-farines.pdf>
- Boughazi en 1990, ABECASSIS en 1993 et GODON en 1978 :  
<http://fr.slideshare.net/guest6769a3/rsultats-et-discution11>

## ANNEXES

**Tableau 8 : Résultats des analyses physico- chimiques**

Sites de prélèvement		Taux d'humidité	Moyenne du taux d'humidité	Acidité grasse	Moyenne d'acidité grasse	Taux en cendre	Moyenne du Taux en cendre
<i>Pyssi</i>	1	11,25	11,90	3699	2104,06	0,6	0,7
	2	12,62		1299,58		0,58	
	3	11,84		1313,61		0,92	
<i>Gounghin</i>	1	12,31	12,08	2572,87	1553,25	0,57	0,67
	2	12,53		905,94		0,54	
	3	11,39		1180,95		0,89	
<i>Wayalghin</i>	1	12,83	12,57	1343,3	1280,16	0,86	0,73
	2	12,61		1366,42		0,76	
	3	12,27		1130,75		0,58	
<i>Cissin</i>	1	11,85	12,33	1417,44	1365,02	0,54	0,55
	2	12,81		1312,59		0,56	
<i>Larlé yaare</i>	1	11,99	11,69	1296,62	1258,01	0,65	0,61
	2	11,38		1219,39		0,57	
<i>Katre yaare</i>	1	11,22	11,63	1123,76	1015,25	0,52	0,51
	2	12,05		906,74		0,5	
<i>Nabi yaare</i>	1	11,58	11,58	980,22	980,22	0,63	0,63

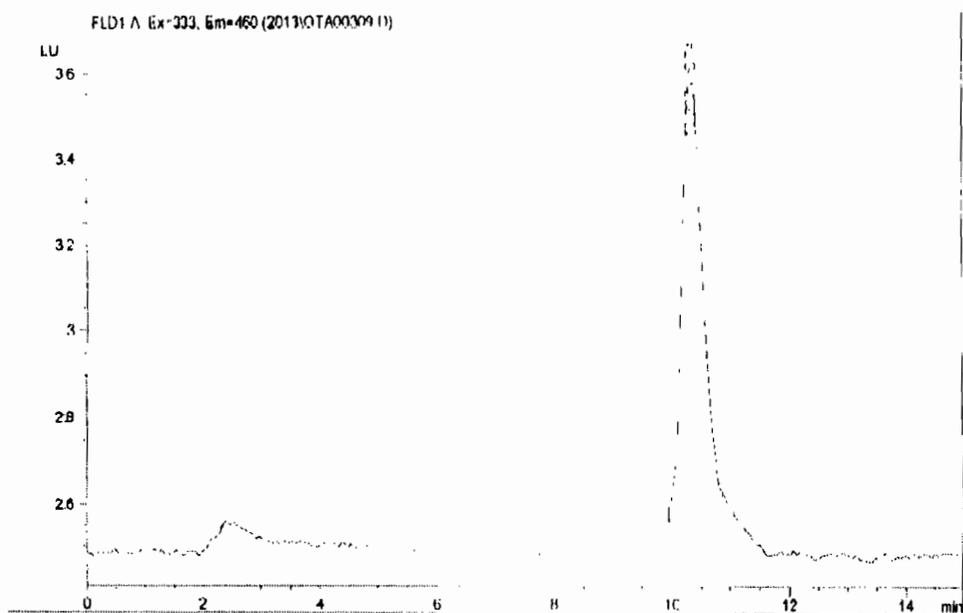


Figure 4 : Chromatogramme de la solution test de l'OTA

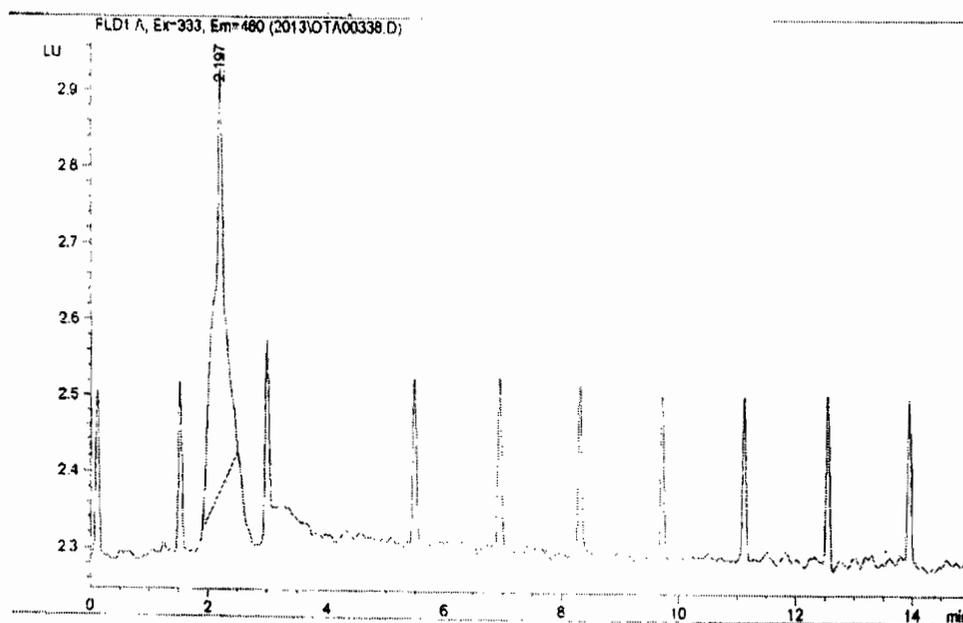
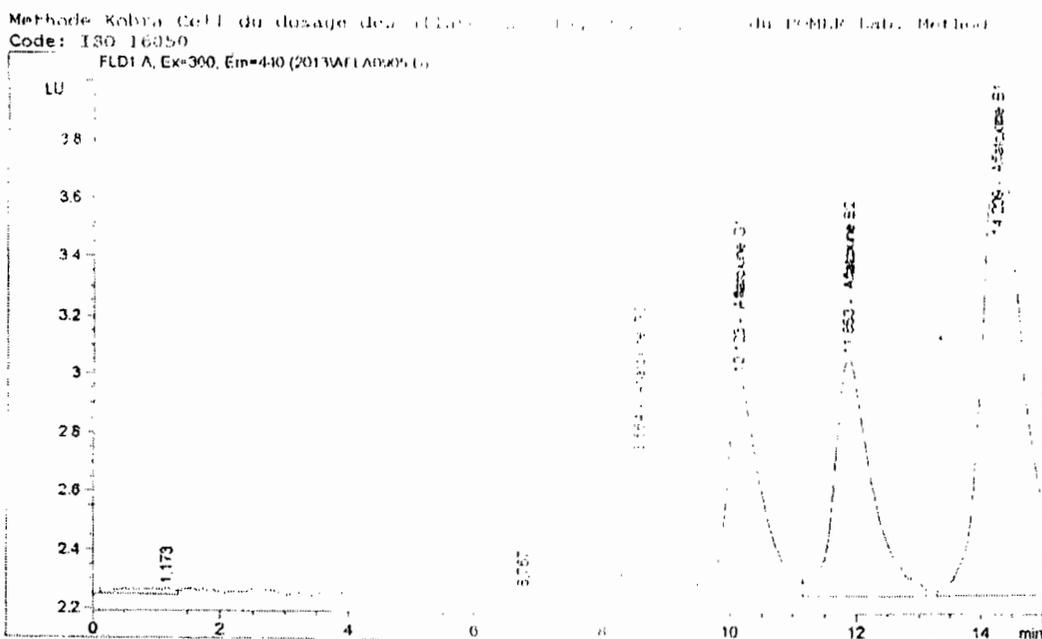
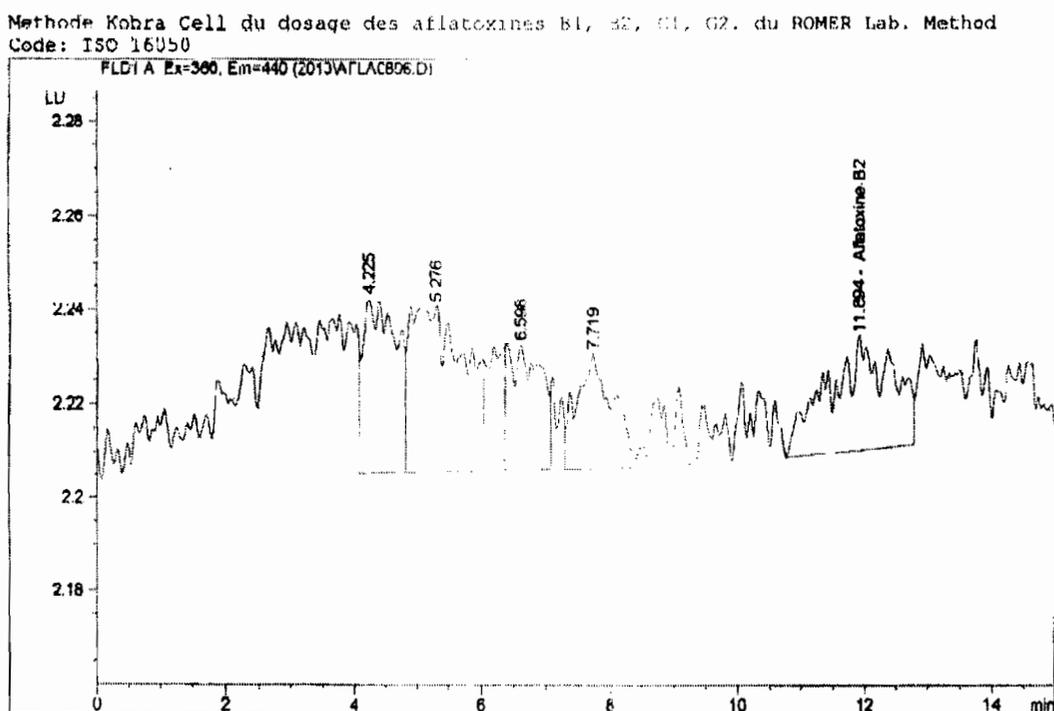


Figure 5 : Chromatogramme ne montrant pas la présence d'OTA

## Mémoire de fin de cycle



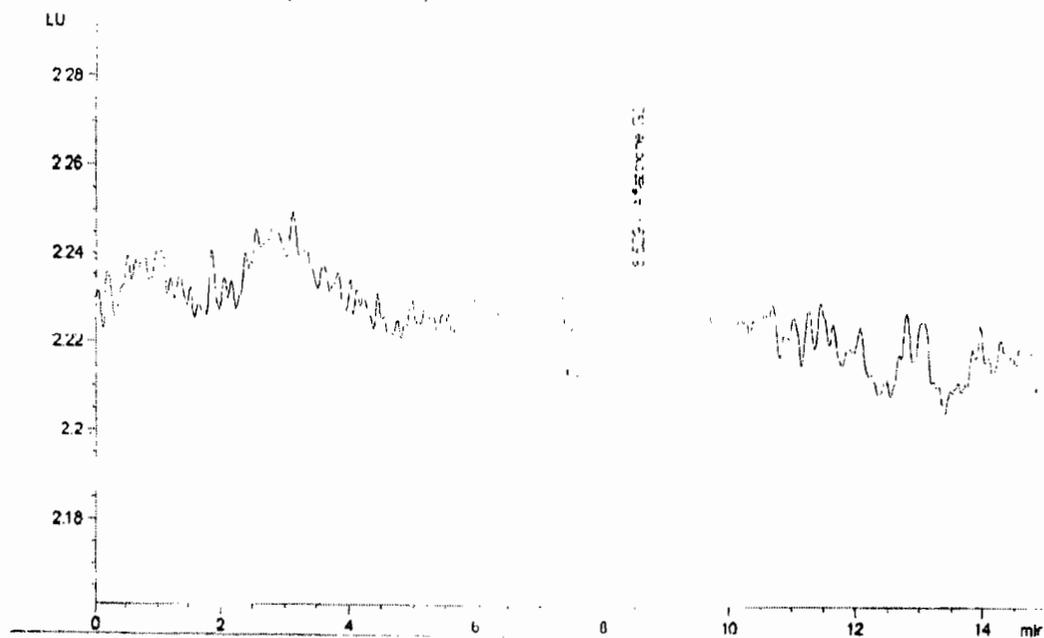
**Figure 6 :** Chromatogramme de la solution test des aflatoxines B1, B2, G1 et G2



**Figure 7 :** Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine B2 dans l'échantillon du marché de Goughin

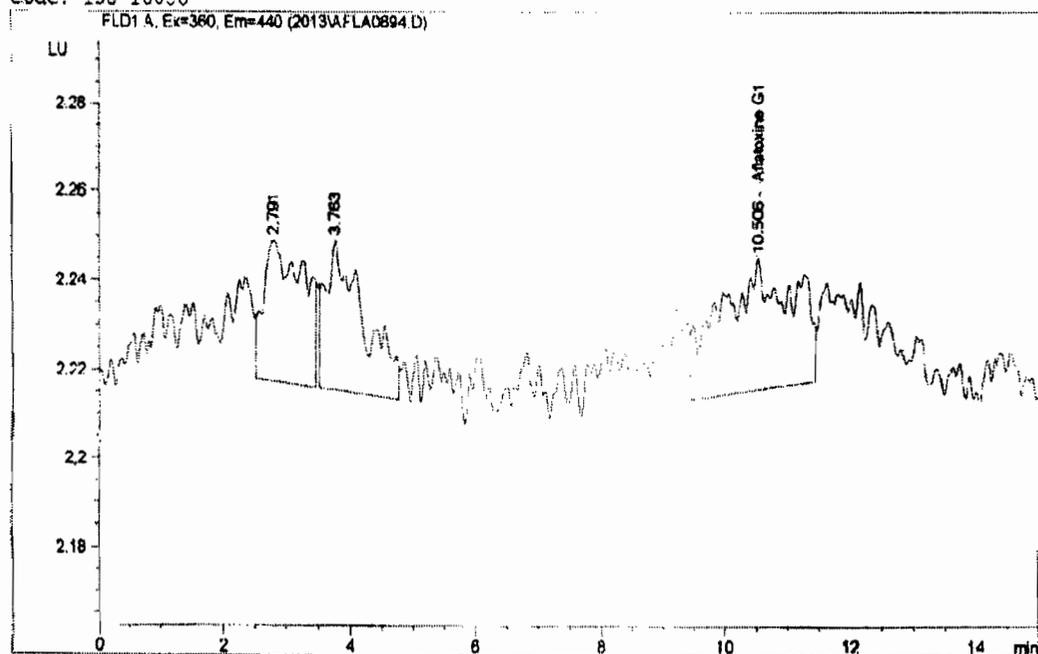
## Mémoire de fin de cycle

Methode Kobra Cell du dosage des aflatoxines B1, B2, G1, G2. du ROMER Lab. Method  
Code: ISO 16050  
FLD1 A, Ex=360, Em=440 (2013/AFLA0894 D)



**Figure 8 :** Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine G2 dans l'échantillon du marché de Goughin

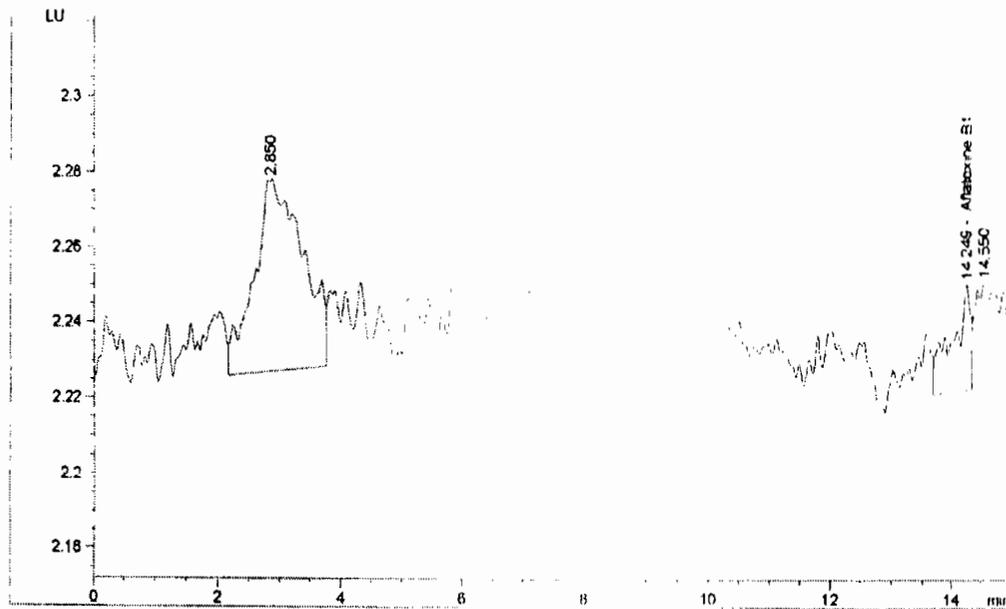
Methode Kobra Cell du dosage des aflatoxines B1, B2, G1, G2. du ROMER Lab. Method  
Code: ISO 16050



**Figure 9 :** Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine G1 dans l'échantillon du marché de Cissin

## Mémoire de fin de cycle

Methode Kobra Cell du dosage des aflatoxines B1, B2, G1, G2, M1, M2, M1+M2, M1+M2+G1+G2  
Code: ISO 16050  
FLO1 A, Ex=360, Em=440 (2013AFLA0898 D)



**Figure 10 :** Chromatogramme montrant un pic de l'aflatoxine B1 dans l'échantillon de *Larlé yaare*