

# EVALUATION DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE ET CHIMIQUE DU PAIN ET DE LA FARINE SERVANT A FAIRE LE PAIN DANS LES BOULANGERIES DE BAMAKO

SALIMATA KONE<sup>1</sup>, MAMADOU SAMAKE<sup>2</sup>, MAHMOUD ABDOUL CAMARA<sup>1</sup>, OUMOU SOUMANA MAIGA<sup>1</sup>, ABDOULAYE ZIE KONE<sup>1, 3\*</sup>, ALASSANE MAHAMANE MAIGA<sup>1</sup>, SAFIATOU SANGARE<sup>1</sup>, MADOU COULIBALY<sup>1</sup>; CHEICK TIDIANE OUMAR SANGARE<sup>4</sup>; FATOUMATA MAIGA<sup>5</sup>, OUSMANE TOURE<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA)

<sup>2</sup>Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)

<sup>3</sup>Laboratoire National de la Santé (LNS)

<sup>4</sup>Malaria Research Training Center (MRTC)

<sup>5</sup>Faculté d'Histoire et Géographie (FHG)

<sup>6</sup>Institut National de Formation en Science de la Santé (INFSS)

**\*Auteur de correspondance** : Dr Abdoulaye Zié Koné, Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA), Centre Commercial Rue 305 Quartier du Fleuve BPE : 2362 Bamako, Tél. : 66 60 02 20 / 76 60 02 20 ; E-mail : [azkone@hotmail.com](mailto:azkone@hotmail.com)

## Résumé

Le pain est un aliment couramment consommé. Tout au long de sa chaîne de production et de distribution, il fait l'objet de multiples manipulations. Pour cerner les risques potentiels liés à sa consommation, une étude transversale a été menée. Elle visait à évaluer sa qualité microbiologique et chimique. Différentes techniques et méthodes ont été utilisées après un choix aléatoire de 186 échantillons. Le dénombrement des germes microbiens a été effectué pour la détermination de sa qualité microbiologique. La méthode QuEChERS a été utilisée pour déterminer la présence de résidus de pesticide ; quant au test ELISA, il a été utilisé pour la recherche de l'aflatoxine. Enfin, la teneur en métaux lourds a été déterminée par absorption atomique. Les résultats ont montré un taux de germes aérobies mésophiles non-conforme de 77,4% dans les boulangeries, 96,8% chez les distributeurs et 98,9% au niveau des points de vente. Quant aux levures/moisissures, nous avons trouvé un taux de non-conformité de 22,6% dans les boulangeries, 30,6% chez les distributeurs et 27,9% au niveau des points de vente. Des résidus de pesticides ont été retrouvés dans 34,5% des farines et l'aflatoxine dans 88% des échantillons. Au total, l'étude a révélé une qualité sanitaire non-conforme du pain consommé à Bamako.

**Mots clés** : Evaluation, qualité microbiologique, qualité chimique, farine, pain

## Abstract:

Bread is a commonly consumed food. Throughout its production and distribution chain, it is subject to multiple manipulations. To identify the potential risks associated with its consumption, a cross-sectional study was conducted. It aimed to assess its microbiological and chemical quality. Different techniques and methods were used after a random choice of 186 samples. The count of microbial germs was carried out to determine its microbiological quality. The QuEChERS method was used to determine the presence of pesticide residues; the ELISA test was used to find aflatoxin. Finally, the heavy metal content was determined by atomic absorption. The results have shown that mesophilic aerobic germs were not matching the standard level in 77.4% in sample taken from bakeries, 96.6% with the bread distributors and 98.9% in the points of sale. As for yeast/mould, we have found that 22.6% were not conforming in the bakeries, 30.6% with the distributors of breads and 27.9% at the points of sale. Pesticide residues were found in 34.5% of the flour samples and aflatoxin in 88%. In total, this study has revealed that the sanitary quality of the bread consumed in Bamako did not match the standard requirement.

**Key words**: Evaluation, microbiological quality, chemical quality, flour, bread

## **1. Introduction**

Le pain occupe une place fondamentale dans l'alimentation humaine. Il est l'aliment traditionnel de base de nombreuses cultures. En Afrique, les populations du Maghreb en sont les plus grands consommateurs. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Algérie occupe le premier rang des consommateurs de pain dans le monde avec près de 49 millions de baguettes par jour. En Afrique de l'Ouest, les habitudes alimentaires se sont fortement modifiées depuis quelques années. Cette évolution s'explique par une forte croissance urbaine et des difficultés économiques persistantes. Elle va contribuer à faire du pain un des principaux produits alimentaires.

A Bamako le pain sert d'aliment de base pour environ 98% de la population. Le nombre de baguettes de pain produites à Bamako variait entre 400 et 4900 par jour selon les boulangeries, soit une production moyenne journalière de 1936 baguettes (ANSSA, 2015).

Aujourd'hui, sa consommation est devenue un sujet très sensible à cause de la place qu'il occupe dans le régime alimentaire quotidien des Bamakois. En dépit de ce rôle majeur, le pain peut être source de risques sanitaires. En effet, d'après Volatier, il est très souvent un des premiers aliments vecteurs de substances chimiques et biologiques (Volatier JL,). Au regard des manipulations dont il fait l'objet à travers ses conditions de fabrication, de transport et de conservation, il s'avère nécessaire d'évaluer la qualité microbiologique et chimique du pain et de la farine servant à faire le pain dans les boulangeries de Bamako.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1 Cadre de l'étude**

Cette étude s'est déroulée à Bamako, capitale du Mali. C'est une ville située dans la zone Nord soudanienne. Cette zone géographique caractérisée principalement par l'alternance de deux saisons : Une saison sèche et une saison pluvieuse. La pluviométrie est comprise entre 750 et 1100 mm selon les années. Sur le plan administratif, Bamako est subdivisée en six communes dirigées chacune par un conseil communal avec en sa tête un maire.

L'étude a concerné le pain et la farine utilisée pour la fabrication du pain dans les boulangeries, les distributeurs de pain et les points de vente de pain. Elle était transversale. Un sondage aléatoire simple a été réalisé du 12 au 24 août 2014 pour le prélèvement des échantillons de pain.

### **2.2 Echantillonnage**

Le choix des boulangeries a été effectué de façon aléatoire à partir de la liste nominative des différentes boulangeries et selon leur nombre par commune. Au niveau de chaque boulangerie 3 points de vente de pain et 2 distributeurs de pain ont été enquêtés. Ainsi, 30 boulangeries (Tableau I), 90 distributeurs de pain et 150 points de vente de pain ont été retenus pour l'enquête.

Au cours de l'enquête, des échantillons de pains sortis du four au-delà de trois heures et de pains conservés, ont été prélevés dans les boulangeries, au niveau des points de vente et chez les distributeurs. Les échantillons de farine ont été prélevés uniquement dans les boulangeries.

L'étude a porté sur 186 échantillons de pain et 29 échantillons<sup>1</sup> de farine. Les échantillons de pain étaient repartis comme suit : 31 pour les boulangeries, 62 pour les distributeurs et 93 pour les points de vente.

Ces échantillons ont été prélevés de manière aseptique conditionnés et envoyés au laboratoire pour analyse.

**Tableau 1** : Nombre de boulangeries enquêtées par commune

Commune	Nombre	Pourcentage
I	3	11
II	6	18,5
III	2	6,2
IV	4	13
V	6	21,2
VI	9	30,1
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

## 2.3 Analyses de laboratoire

### 2.3.1 Analyse microbiologique

La qualité microbiologique des échantillons a été déterminée par culture bactérienne sur gélose PCA et sur les milieux Sabouraud et Chapman au Laboratoire National de la Santé (LNS). Les paramètres suivants ont été recherchés : les Aérobie Mésophile par la méthode NF EN ISO 4833 – 1 ; les Aérobie sulfite réducteurs par NF V08 – 061 ; les salmonelles par NF EN ISO 65 79 ; la Flore totale par NF V08 – 050 ; les Coliformes thermo tolérants par NF V08 – 060 ; les Staphylocoques par NF V08 – 0571 ; les Levures Moisissures par NF V08 – 059.

Les métaux lourds ont été analysés par absorption atomique suivant la méthode AFNOR. Quant à l'Aflatoxine qui concerne à la fois l'aspect microbiologique et toxicologique, elle a été recherchée par la méthode ELISA à l'ICRISAT.

### 2.3.2 Analyses chimiques

La recherche de résidus de pesticides a été réalisée au niveau du Laboratoire Central Vétérinaire (LCV) par la Méthode polyvalente de détermination des résidus des pesticides par CG-SM et SL /SM/SM avec extraction/partition avec l'acétonitrile et nettoyage par SPE dispersé-Méthode **QuEChERS** NF EN15662 de Janvier 2009. La détermination de la présence des métaux lourds (Plomb, Cadmium) a été réalisée par absorption atomique au niveau de l'Institut des Sciences Appliquées/Faculté des Sciences et Techniques (ISA/FST).

### 2.3.3 Analyse des données

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel Epi-Info version 7. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux de fréquences ou de graphiques.

<sup>1</sup> NB : Il est à noter que dans une boulangerie, le prélèvement d'échantillon de farine n'a pas pu être effectué.

### 3. Résultats

Les différentes analyses microbiologiques et chimiques ont donné les résultats suivants :

**3.1 Analyse microbiologique :** elle a concerné la recherche de microorganismes pathogènes et de l'aflatoxine.

**Au niveau des boulangeries :** les résultats obtenus sont consignés dans le tableau II.

**Tableau 2 :** Résultats des analyses microbiologiques du pain des boulangeries

Paramètres microbiologiques du pain des boulangeries	Non-conforme	Conforme	Pourcentage de non-conformité
Germes aérobies mésophiles	24	7	77,4
Staphylocoques	0	31	0
Salmonelles	0	31	0
Coliformes totaux	0	31	0
Coliformes thermo tolérants	0	31	0
Anaérobies sulfito- réducteurs	0	31	0
Levures/moisissures	7	24	22,6

Sur les 31 échantillons analysés, 24 étaient non-conformes aux normes autorisées par rapport aux germes aérobies mésophiles, soit un taux de non-conformité de 77,4%. La présence de levures/moisissures a été détectée dans 7 échantillons sur 31 soit, un taux de non-conformité de 22,6%. Aucune non-conformité n'a été observée par rapport aux autres paramètres.

**Au niveau des distributeurs :** les résultats des échantillons de pain prélevés auprès des distributeurs figurent dans le tableau 3.

**Tableau 3 :** Résultats des analyses microbiologiques du pain au niveau des distributeurs

Paramètres microbiologiques du pain au niveau des distributeurs	Non-conformes	Conforme	Pourcentage de non-conformité
Germes aérobies mésophiles	61	1	96,8
Staphylocoques	0	62	0
Coliformes totaux	0	62	0
Coliformes thermo tolérants	2	60	3,33
Anaérobies sulfito- réducteurs	0	62	0
Levures/moisissures	19	43	30,64

Les Germes Aérobie mésophiles ont été retrouvés dans 96,8% des échantillons de pain prélevés au niveau des distributeurs enquêtés. Les Coliformes thermo tolérants étaient présents dans 3,33%. Les Levures/moisissures ont été détectées à des taux supérieurs à la norme dans 30,64%. Les Staphylocoques, les Coliformes totaux, les anaérobies sulfito-réducteurs n'ont pas été retrouvés dans les échantillons de pain au niveau des distributeurs.

**Au niveau des points de vente :** les résultats des échantillons de pain prélevés au niveau des points de vente sont donnés dans le tableau IV.

**Tableau IV:** Résultats des analyses microbiologiques du pain au niveau des points de vente

Paramètres microbiologiques du pain au niveau des points de vente	Non-conforme	Conforme	Pourcentage
Germes aérobies mésophiles	92	1	98,9%
Staphylocoques	0	0	0
Coliformes totaux	0	0	0
Coliformes thermo tolérants	3	90	3,2%
Anaérobies sulfito- réducteurs	0	0	0
Levures/moisissures	26	67	27,9

Les germes Aérobie mésophiles ont été retrouvés sur 98,9% des échantillons prélevés dans les points de vente. Les Levures/Moisissures ont été détectées à des taux supérieurs à la norme avec un taux de contamination de 27,9%. Les Coliformes thermo tolérants ont été aussi détectés dans 3,2% des échantillons. Les Staphylocoques, les Coliformes totaux les Anaérobies sulfito- réducteurs n'ont pas été retrouvés sur les échantillons de pains prélevés dans les points de vente.

**3.2 Recherche d'aflatoxine dans la farine des boulangeries :** les résultats consignés dans le tableau VI révèlent un taux de contamination de 86,20% des échantillons analysés.

**Tableau VI :** Recherche d'aflatoxine dans les échantillons de farine au niveau des boulangeries

R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T	0	2,6	2,1	3,6	2,1	3,6	8,1	16,7	2,6	3,4	2,1	0	4
R	14	15	16	17	18	12	20	21	22	23	24	25	
T	7,1	8,9	1,3	0,3	1,9	2	4,7	1,8	6,6	8,3	21,2	2,3	

R. référence échantillon - T. teneur aflatoxine totale

NB : Norme du Codex alimentarius pour l'aflatoxine est 20 PPb

Dans l'ensemble tous les échantillons contenaient de l'aflatoxine excepté 2. Parmi les échantillons un seul avait dépassé la norme requise (21,2). L'aflatoxine étant cancérigène, il serait souhaitable de respecter le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

**3.3 Analyses chimique :** Détermination de la teneur en pesticides dans la farine utilisée dans les boulangeries

**3.3.1 Recherche de résidus de pesticides dans la farine des boulangeries :** Parmi la gamme des insecticides organo-phosphorés et organochlorés recherchés, les résultats des analyses au Laboratoire Central Vétérinaire (LCV) ont prouvé la présence de résidus de pesticides dans 34,5% des échantillons de farines prélevés dans les boulangeries enquêtées (tableau V).

Parmi les dix échantillons contaminés, les résidus d'Aldrin ont été retrouvés dans 40% avec une moyenne de contamination de 0,064. La Dieldrin a été retrouvée dans 80% des échantillons avec une contamination moyenne de 0,0755, la norme étant de 0,003µg/ kg.

Le Lindane a été retrouvé dans 20% des échantillons avec une moyenne de contamination de 0,055. Le PP, DDT aussi a été retrouvé dans 20% des échantillons avec une moyenne de contamination de 0,1635.

**Tableau V** : Détermination de la teneur en pesticides dans la farine prélevée dans les boulangeries enquêtées

Farine	Aldrin	Dieldrin	Lindane	PP DDT
349/2014	0,064	0,075	0	0
353/2014	0,064	0,079	0	0
354/2014	0,064	0	0	0
I355/2014	0,064	0,076	0	0
359/2014	0	0	0,051	0
361/2014	0	0,077	0,059	0
366/2014	0	0,073	0	0
367/2014	0	0,077	0	0,165
368/2014	0	0,073	0	0,162
369/2014	0	0,074	0	0
<b>Total</b>	10			

Limite de quantification en mg/Kg. Aldrin = 0,04 ; Dieldrin = 0,003 ; Lindane = 0,02 ; PP, DDT = 0,08

### 3.3.2 Recherche de plomb et de Cadmium dans la farine et dans le pain produit et vendu dans les boulangeries et points de vente de Bamako :

#### Dosage du Plomb et du Cadmium dans la farine

Les teneurs du Plomb et du Cadmium étaient conformes à la norme fixée par le Codex alimentarius (respectivement 0,2 mg/ kg et 0,4 mg/ kg) dans les échantillons de farines prélevés dans les boulangeries.

#### Dosage du Plomb et du Cadmium dans le pain chez les distributeurs

Les teneurs du Plomb et du Cadmium étaient conformes à la norme fixée par le Codex alimentarius dans les échantillons de pain prélevés chez les distributeurs.

## 4. Discussion

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de pains prélevés dans les boulangeries, chez les distributeurs et dans les points de vente du District de Bamako ont montré une contamination par des germes aérobies mésophiles. Ceci pourrait s'expliquer par l'exposition prolongée du pain à l'air libre, les aérobies mésophiles étant présents dans ce milieu.

En comparaison des résultats d'Abellana et al. (1997) [1] et de Vagelas et al. (2011) [6] les taux de contamination de pain par les moisissures obtenus dans l'étude sont très élevés avec respectivement 22,6 % dans les boulangeries, 30,6 % chez les distributeurs et 27,9 % dans les points de vente. Vagelas et al. (2011) [6] ont montré que les moisissures poussent sur 1 à 5% des pains produits avec comme conséquence, le changement de couleur, de goût et une perte de qualité généralement liée à de forte production de mycotoxines. En plus, les mêmes auteurs

ont indiqué que la contamination du pain peut avoir lieu : au refroidissement, au cours du transport et à la conservation.

La présence de l'aflatoxine dans la quasi-totalité des échantillons prélevés peut s'expliquer par les mauvaises conditions de conservation et de stockage. Par ailleurs le climat tropical peut aussi favoriser la formation des moisissures qui secrètent l'aflatoxine

Les résultats d'analyses des échantillons ont permis de constater que le pourcentage de contamination des résidus de pesticides dans les farines prélevées dans les boulangeries était de 34,5%. Les résidus de pesticides retrouvés étaient l'Aldrin, la Dieldrin, le Lindane et le PP DDT. Toutes ces molécules étaient des insecticides de la famille des organochlorées. La technologie de production de pain ne permettant pas d'éliminer les résidus de pesticides, leur présence dans le pain également est possible. Cela corrobore les études menées par Medrzycki et al. (2013) qui ont obtenu des taux de contamination de 40,9% (2011) et 76% (2012) en Italie et 60% (2011) aux Royaumes unis.

Leur présence peut s'expliquer par l'usage des insecticides dans la production, le transport ou le stockage de la farine ou des grains de blé. A l'exception des teneurs en plomb et cadmium qui étaient conformes à la norme du Codex Alimentarius, tous les autres paramètres de notre étude indiquaient une contamination anormale des échantillons de pain et de farine qui ont fait l'objet de prélèvement dans le District de Bamako. L'étude a démontré que la qualité sanitaire du pain consommé à Bamako n'est pas satisfaisante.

## 5. Conclusion

La qualité microbiologique et chimique du pain consommé à Bamako était non satisfaisante au regard des résultats de l'étude qui a concerné les boulangeries, les distributeurs et les points de vente dans les six communes du District.

## Remerciement

Nous remercions la Direction de l'Agence Nationale de la Sécurité des Aliments pour le financement de l'étude et tous les partenaires et les personnes ressources qui ont bien voulu participer à l'exécution de cette étude.

## Références

Abellana, M., L. Torres, V. Sanchis and A.J. Ramos. (1997). *Caracterización de diferentes productos de bollería industrial*. II. Estudio de la micoflora. *Alimentaria*, 287: 51–56.

Anonyme 1 : Consommation du pain en France, Service de presse de l'Observatoire du pain, <http://www.observatoiredupain.fr/>, [observatoiredupain@opinionvalley.com](mailto:observatoiredupain@opinionvalley.com)\_2009

Anonyme 2 : La Tunisie le plus gros consommateur de blé au monde, Avril 2009  
<http://www.tunisieaffaire.com/index....1606&Itemid=883>

Anonyme 3 : Algérie politique (2010) : *Consommation du pain*,  
<http://ffs1963.unblog.fr/2010/08/07/consommation-du-pain-les-algeriens-occupent-le-premier-rang-dans-le-monde/>

Anonyme 4 : Consommation du pain au Mali : [www.santediabetemali.org/](http://www.santediabetemali.org/) Novembre 11, 2010

ANSSA (2014) Rapport sur Evaluation de la qualité sanitaire du pain consommé à Bamako, 48 pages

Coulibaly, A et Cisse H (2013) : *Projet pain d'or Jeune Chambre Internationale*, Bamako.

Jean-Luc Volatier : *La prise en compte du pain dans l'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires* Direction de l'Evaluation des Risques Nutritionnels et Sanitaires, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

Medrzycki P, Tosi S, Gallina A, Serra G, Sgolastra F, Renzi M, Bortolotti L, Lodesani M, Mutinelli F, Porrini C. (2013). *Protein content and pesticide contamination of bee bread in the Italian monitoring project (BEENET)*, Food Quality International Congress, Bologna 12-20, Italy.

Vagelas J., Gougoulis N., Dumitrita Nedeska E. Liviu G. (2011): *Bread contamination with Fungus*, *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 3 (2) 1-6.