



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: SCIENCES
DEPARTEMENT : BIOLOGIE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

Mme AIBOUDI Nesrine & Mlle DJOUBAR Hasna

DOMAINE : Science de la Nature et de la Vie (S.N.V)

FILIERE : Biologie

OPTION : Microbiologie Environnementale et Infectieuse

Thème

**Estimation du risque microbiologique lié à la consommation du
couscous dans la ville de Laghouat : cas des *Enterobacteriaceae*.**

Jury de soutenance :

KRANTAR Kamel
GACEM Mohamed Amine
ZIANE Mohammed
RAHMANI Mokhtar Mohammed

Maître assistant classe A
Maître assistant classe A
Maître de Conférences B
Maître-Assistant classe A

Président
Examineur
Rapporteur
Co-rapporteur

Promotion : Juin – 2015



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثلجي - الأغواط

كلية: العلوم
قسم: البيولوجيا

مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): عيبودي نسرين و جوبر حسناء

ميدان: علوم الطبيعة و الحياة

شعبة : البيولوجيا

تخصص: علم الاحياء الدقيقة البينية والامراض المعدية

موضوع البحث

تقييم مخاطر البكتيريا المعوية المتعلقة باستهلاك الكسكس في
مدينة الاغواط

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
عضو 1		رئيسا
عضو 2		ممتحن أول
زيان محمد	أستاذ محاضر درجة ب	مقررا
رحماني مختار محمد	أستاذ مساعد درجة أ	مقررا مساعدا

الدفعة: جوان- 2015

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage d'arriver là ;*

*En premier lieu, nous exprimons nos profondes reconnaissances et nos sincères remerciements à Monsieur le docteur **ZIANE Mohammed**, Maître des conférences classe B au département de Biologie à l'Université de Amar Téliđji, pour avoir accepté de nous encadrer et également pour ses conseils, son soutien et sa disponibilité ;*

*A **Mr MOKHTAR-RAHMANI Mohammed**, maître assistant classe A au département d'agronomie à l'Université Amar Téliđji, pour avoir accepté de co-encadrer ce travail, pour ses conseils, son soutien et sa disponibilité.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à **Mr KRANTAR Kamel** et M. **GACEM Mohamed Amine** d'accepter d'examiner ce travail.*

A M. le chef de département et tout les enseignants du département de Biologie et du département d'Agronomie à l'Université de Laghouat pour leurs efforts et aides durant tous notre cursus universitaires.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont apporté leur aide ou contribution de près ou de loin afin de mener à bien ce modeste travail.

Nesrine & Hasna

Dédicace

Je dédie ce travail à mon promoteur docteur **ZIANE Mohammed**. Je le remercie de m'avoir encadrer, orienter, aidé et conseiller, sans oublié mon co-promoteur Mr RAHMANI Mokhtar Mohammed

A **mes enseignants** de deux départements de Biologie et d'Agronomie à l'Université de Laghouat pour leurs efforts et aides tout au long de mon cursus universitaires.

Ce travail est le fruit de leurs sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et ma formation.

Je remercie mes **très chers parents, BERAKAA et KARIMA**, qui ont toujours été là pour moi, vous avez tout sacrifié pour vos enfants.

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous.

A **mon marie : Ahmed KECIBA**, compagnon de ma vie. Qui m'a fourni le courage dont j'avais besoins, et qui m'a bien aidé tout le long de mon mémoire, et surtout pour sa patience.

Je remercie mon **frère ZAKARIA** et **ma sœur SABRINA** pour leur soutien morale et leur encouragement.

Je remercie très spécialement ma **deuxième maman** qui m'a encouragé et a prié pour moi, Dieu le tout puissant, te préserve et t'accorde la santé et longue vie toi et mon cher papa.

Je tiens à remercier **MAMA HABIB ma belle-mère**, mes belles sœurs et mon beau-frère.

Enfin, je remercie tous mes **Ami(e)s que j'aime**, du département de biologie et d'agronomie et tous les amies de l'hôpital d'EHS de Laghouat

A tout la famille AIBOUDI, BEN BRIKA ET KECIBA

Nesrine

Dédicace

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant, j'ai pu
achever ce travail que je dédie :
A mes très chers parents en reconnaissance de
leurs divers sacrifices, de leurs précieux
conseils, de leur soutien moral et de leurs
encouragements.
A mes très chers frères
A mes très chères sœurs
A mon cher fiancé
A toute la famille paternelle et maternelle
A tous (tes) mes ami (e) s
A ceux qui ont contribué de près ou de loin à
l'élaboration de ce modeste travail.*

Hasna

Sommaire

Liste des abréviations	i
Liste des figures	iii
Liste des tableaux	iii

INTRODUCTION	01
--------------	----

CHAPITRE I

Enterobacteriaceae

I. 1.	Généralités sur les <i>Enterobacteriaceae</i>	03
I. 2.	Etude des principaux genres	04
I. 2. 1.	<i>Escherichia</i>	04
I. 2. 2.	<i>Salmonella</i>	04
I. 2. 3.	<i>Shigella</i>	04
I. 2. 4.	<i>Klebsiella</i>	05
I. 2. 5.	<i>Enterobacter</i>	05
I. 2. 6.	<i>Proteus</i>	05
I. 2. 7.	<i>Yersinia</i>	06
I. 2. 8.	<i>Serratia</i>	06
I. 2. 9.	<i>Raoultella</i>	06

CHAPITRE II

Préparation industrielle et artisanale de couscous

II. 1.	Définition	09
II. 2.	Transformation du blé dur en semoule	09
II. 3.	Technologie du couscous	11
II. 3. 1.	Procédé industriel de fabrication de la semoule de couscous précuite	12
II. 3. 2.	Préparation artisanale	13

CHAPITRE III

Evaluation du risque microbiologique

III. 1.	Définition d'évaluation du risque	15
III. 2.	Historique d'évaluation du risque microbiologique	15
III. 3.	Objectif de l'évaluation du risque	16
III. 4.	Principes de l'évaluation du risque	16

III. 5.	Les types d'évaluation des risques microbiologiques	17
III. 5. 1.	L'évaluation du risque de type qualitative	17
III. 5. 2.	L'évaluation semi-quantitative du risque	18
III. 5. 3.	L'évaluation quantitative du risque	18
III. 5. 3. 1.	L'approche déterministe	18
III. 5. 3. 2.	L'approche stochastique	18
III. 6.	Les étapes de l'évaluation du risque	19
III. 6. 1.	Formulation de l'objectif de l'évaluation des risques	19
III. 6. 2.	Identification du danger	19
III. 6. 3.	La caractérisation du danger	20
III. 6. 4.	L'évaluation d'exposition	21
III. 6. 5.	La caractérisation du risque	22

IV. MATERIEL ET METHODES

IV. 1.	Prélèvement et transport des échantillons du couscous	24
IV. 2.	Isolement des souches des <i>Enterobacteriaceae</i>	25
IV. 2. 1.	Recherche et dénombrement des <i>Enterobacteriaceae</i>	25
IV. 2. 2.	Isolement des <i>Enterobacteriaceae</i>	26
IV. 3.	Identification des <i>Enterobacteriaceae</i> par la galerie API 20E	26
IV. 3. 1.	Préparation de la galerie API 20E	26
IV. 3. 2.	Inoculation de la galerie API 20E	26
IV. 3. 3.	Lecture des résultats	27
IV. 3. 4.	Interprétation des résultats d'API 20E	27
IV. 4.	Estimation quantitatives du risque d' <i>Enterobacteriaceae</i> lié à la consommation du couscous	28

V. RESULTATS ET DISCUSSION

V. 1.	Dénombrement et isolement des <i>Enterobacteriaceae</i>	29
V. 3.	Identification biochimique des isolats par les galeries API 20E	32
V. 5.	Estimation du risque d' <i>Enterobacteriaceae</i>	36

CONCLUSION	39
------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	40
-----------------------------	----

ANNEXES	A
---------	---

Liste des abréviations

ADH	Arginine Dihydrolase
AFNOR	Association Française de Normalisation
aw	Activité d'eau
CA	Couscous artisanal
CAC	Codex Alimentarius Commission
cf	Confer figure
CIT	Citrate
Cm	Centimètre
Cu	Cuivre
DSP	Directrice de la Santé Publique
FAO	Organisation d'Agriculture et Alimentation
FDA	Food and Drug Administration
Gel	Gélatine
IFT	Institut of food technologistes
INRS	Institut national de la recherche scientifique
LDC	Lysine Décarboxylase
min	Minute
mm	Millimètre
NAS	National academy of science
NSW	New South Wales
ODC	Ornithine Décarboxylase
ONPG	Ortho-nitrophényl- β -galactoside
PHAC	Public Health Agency of Canada
PHE	Public health England
qsp	Quantité suffisante pour
SIFPAF	Syndicat des industriels fabricants de pâtes alimentaires de France
sp	Specie
spp	Pluriel de Specie
ssp	Sous Specie
TDA	Tryptophane-Désaminase
TIAC	Toxi-infections alimentaires collectives
TSA	Trypto- Caséine Soja
TSE	Tryptone sel Eau
UFC	Unité Formant une Colonie
URE	Urée
VP	Voges-Proskauer
VRBGA	Violet Red Bile Glucose Agar
WHO/OMS	Organisation Mondiale de la Santé
®	Marque enregistrée sur le registre officiel du pays

Liste des figures

Figure 01	: Diagramme de la fabrication industrielle de semoules de blé dur.	10
Figure 02	: Modalité de cuisson du couscous dans les pays du Maghreb.	14
Figure 03	: Diagramme de préparation du couscous à partir de la semoule.	14
Figure 04	: Types d'évaluation du risque et la différence entre eux.	17
Figure 05	: Les questions à répondre lors d'identification du risque.	20
Figure 06	: Les principaux composants de caractérisation du danger.	21
Figure 07	: Question principale d'évaluateur du risque lors d'évaluation d'exposition.	22
Figure 08	: Problématique à résoudre lors d'évaluation du risque.	23
Figure 09	: Profile numérique de la galerie API 20E sur apiweb version 5.0.	28
Figure 10	: Résultats de dénombrement des <i>Enterobacteriaceae</i> sur le milieu VRBGA.	29
Figure 11	: Aspect des colonies d' <i>Enterobacteriaceae</i> sur milieu gélosé.	30
Figure 12	: Profile biochimique de la galerie API 20E pour les deux souches d' <i>Enterobacteriaceae</i> E 2 Q et E 26 R.	33
Figure 13	: Répartition des différentes espèces d' <i>Enterobacteriaceae</i> isolées à partir de couscous prêt à la consommation dans la ville de Laghouat.	34

Liste des tableaux

Tableau 01	: Caractères biochimiques de différentes espèces de la famille d' <i>Enterobacteriaceae</i> .	07
Tableau 02	: Caractéristiques écologiques et pathologiques des <i>Enterobacteriaceae</i> .	08
Tableau 03	: Composition chimique mentionnée sur l'étiquetage de la semoule du couscous.	11
Tableau 04	: Origine et caractéristiques des prélèvements du couscous.	24
Tableau 05	: Dénombrement et prévalence des <i>Enterobacteriaceae</i> à partir des échantillons de couscous.	32
Tableau 06	: Identification des isolats et la concentration (UFC/g) de chaque espèce d' <i>Enterobacteriaceae</i> isolées à partir du couscous.	35
Tableau 07	: Caractéristiques de croissance et la dose toxique des espèces identifiées à partir du couscous prêt à la consommation.	37
Tableau 08	: Modèle d'estimation du risque d' <i>Enterobacteriaceae</i> lié à la consommation de couscous prêt à la consommation	38

INTRODUCTION

Introduction

Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) déclarées ont vu une augmentation remarquable, cette dernière décennie. Comme il a été signalé par l'institut national de la santé publique de l'Algérie, cette augmentation ne semble pas liée à la dégradation de l'état sanitaire mais plutôt à la performance et à l'amélioration continue du système de surveillance et/ou des procédures de suivi. Cette amélioration du système de surveillance était aussi signalée par le rapport de la FAO en (2005). Entre outre, malgré les efforts faits par l'Algérie dans ce contexte, le taux réel des TIAC semble supérieur à celui annoncé par les autorités compétentes. Comme indiqué dans ce même rapport, les symptômes gastro-entériques ne sont pas considérés comme un problème sérieux pour la santé publique des pays arabe. D'une part, cette attitude amène à ignorer et à ne pas rechercher plusieurs pathogènes. D'autre part, ces syndromes gastroentériques sont associés à plusieurs pathogènes et/ou leurs toxines ne sont pas répertoriées dans les critères microbiologiques recherchés. Dans la majorité de TIAC, la détermination de l'agent causal généralement est basée sur la suspicion symptomatologique. Cela a probablement créé une confusion entre les agents incriminés et ceux suspectés. En 2011, les agents détectés en Algérie, étaient *Salmonella ssp*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* et *Staphylococcus aureus* (Mouffok, 2011) avec 60% des TIAC dont l'agent causal est inconnu.

Parmi les aliments incriminés dans les toxi-infections le couscous ou K'sksou, qui est un aliment populaire traditionnel largement consommés surtout dans les pays méditerranéens, spécialement en Algérie où il est consommé d'une manière journalière, et surtout durant les festivités. La consommation du couscous a atteint 9,21 kg par habitant et par an dans l'Est Algérien (Derouiche, 2003). Par ailleurs, le couscous est le troisième aliment incriminé dans les toxi-infections alimentaires en Algérie (Mouffok, 2011).

Les *Enterobacteriaceae* comportent certaines espèces qui sont responsables de toxi-infection alimentaire (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Shigella*,...). Leur transmission est généralement par contact direct entre personnes infectées. Elles sont recherchées dans les aliments et dans l'eau comme indicateurs de contamination fécale. Ce sont des indicateurs utiles d'hygiène, de contamination et de contamination post processus des produits ayant subi un traitement à la chaleur. Certaines espèces comme *Escherichia coli* sont considérées comme le témoin d'une contamination fécale récente de l'eau (colimétrie) et la rend impropre à la consommation (Avril et al., 1992).

Introduction

Dans cette étude, nous viserons la recherche et identification des espèces d'*Enterobacteriaceae* présentes dans le couscous cuisiné et prêt à la consommation. Ce travail vise également à estimer le niveau final de contamination par ces espèces au moment de la consommation et le nombre de cas d'intoxication prédit dans la ville de Laghouat.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons partagé ce travail en deux parties. La première partie bibliographique sur les *Enterobacteriaceae*, la préparation industrielle et traditionnelle de couscous et l'évaluation du risque.

Par ailleurs, les autres chapitres, présentant la partie expérimentale de cette étude, visent à illustrer la méthodologie de l'estimation du risque des *Enterobacteriaceae* dans le couscous prêt à la consommation (assiette) et les résultats obtenus.

CHAPITRE I
Enterobacteriaceae

I. 1. Généralités sur les *Enterobacteriaceae*

Les *Enterobacteriaceae* sont des bacilles Gram négatif, le plus souvent mobiles grâce à une ciliature péritriche (Joly et Reynaud, 2003). Elles sont aéro-anaérobies facultatifs, fermentaires, oxydase négative, catalase positive, nitrate réductase positive (Joly et Reynaud, 2003).

L'*enterobacteriaceae* est une famille très hétérogène de point de vue pathogénicité et leur écologie (Carbonnelle et *al.*, 1987). Les espèces qui composent cette famille sont en effet soit parasites (*Shigella*, *Yersinia pestis*), soit commensales (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella sp*), soit encore saprophytes (*Serratia sp*, *Enterobacter sp*) (Carbonnelle et *al.*, 1987).

L'identification des *Enterobacteriaceae* se fait par l'étude des caractères biochimiques. La détermination du sérotype ne peut être entreprise que pour des souches dont l'identification est certaine. Trois antigènes sont recherchés pour l'identification des *Enterobacteriaceae*.

Les antigènes (O) :

Ce sont des antigènes somatiques ; de paroi constituée de Lipo-Polysaccharides (**LPS**) qui sont thermostables et résistent à l'alcool ou à l'acide. La spécificité O est perdue par les colonies de type R qui sont auto-agglutinables en eau distillée.

Les antigènes (H) :

Ce sont des antigènes flagellaires qui ne sont donc présents que chez les souches mobiles. Constitués d'une protéine, la flagelline, ils sont thermolabiles et inactivés par l'alcool.

Les réactions d'agglutination où ils interviennent se produisent rapidement, sont constituées d'agglutinats floconneux, facilement dissociables par agitation.

Les antigènes (K) :

Ces antigènes capsulaires sont généralement constitués d'une couche externe polysaccharidique (Avril et *al.*, 1992).

I. 2. Etude des principaux genres

La famille d'*Enterobacteriaceae* comporte plusieurs espèces différentes. Le tableau 1 montre les principaux caractères de différence entre les différentes espèces.

I. 2. 1. *Escherichia coli*

Cette espèce a été isolée pour la première fois par Escherich en 1885. Elle est la plus étudiée par les fundamentalistes pour des travaux de physiologie et de génétique. Cette bactérie est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif et pathogène pour l'appareil urinaire (Avril et *al.*, 1992). Il représente à lui seul la plus grande partie de la flore bactérienne aérobie de l'intestin (espèce aérobie dominante) à raison de 10^8 par gramme de fèces (flore totale 10^{11} à 10^{12} bactéries par gramme) (Anonyme, 2003).

I. 2. 2. *Salmonella*

Le genre *Salmonella* est défini par le Bergey's Manual of Bacteriology (Tansill, 1984), comme suit : les salmonelles sont des bacilles de $0,5$ à $1,5 \mu\text{m}$ x $2,0$ à $5,0 \mu\text{m}$, à Gram négatif, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à une ciliature péritriche mais des mutants immobiles peuvent exister (Pilet et *al.*, 1987). Les salmonelles possèdent deux caractéristiques qui expliquent probablement leur très large distribution :

- la diversité des animaux susceptibles de les héberger ;
- la capacité de survie des salmonelles dans leur environnement (Bouvet, 1995).

I. 2. 3. *Shigella*

Les *Shigella* sont des *Enterobacteriaceae* immobiles extrêmement proches d'*Escherichia coli* mais qui ne fermentent pas le lactose. Elles n'ont pas d'Urease et ne produisent pas de gaz. Elles sont parasites de l'homme et entraînent une colite infectieuse endémo-épidémique, la dysenterie bacillaire (Shigellose) (Anonymes, 2003).

La mortalité, causée par *S. dysenteriae* peut dépasser 10% des cas, malgré un traitement adapté, est due à différentes complications : cachexie, état pseudo-leucémique, Iléus paralytique, perforation intestinale, prolapsus rectal.

Tableau 01 : Caractères biochimiques de différentes espèces de la famille d'*Enterobacteriaceae* (Hart et Shears, 1997).

	Lac	Gluc	Man	suc	cit	Dulc	Ind	Ur	M o b	H ₂ S	MR(b)	VP(c)	PDA(d)	NO ₃
<i>Escherichia coli</i>	+	+g ^(a)	+	±	-	±	+	-	+	-	+	-	-	+
<i>Klebsiella oxytoca</i>	+	+ g	+	+	+	±	+	+	-	-	-	+	-	+
<i>K .pneumoniae</i>	+	+ g	+	+	+	±	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	+	+ g	+	+	+	-	-	±	+	-	-	+	-	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	+	+ g	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Shigella dysenteriae</i>	-	+	+	-	-	-	±	-	-	-	+	-	-	+
<i>Shigella sonnei</i>	±	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Salmonella typhi</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
<i>Salmonella paratyphi A</i>	-	+ g	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Salmonella paratyphi B</i>	-	/	+	-	/	/	/	-	+	/	+	-	-	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	+ g	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+ g	+	±	+	±	-	±	+	+	+	-	-	+
<i>Edwardsiella tarda</i>	-	+ g	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+
<i>Serratia marcescens</i>	-	± / g	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>H a f n i a a l v e i</i>	-	+ g	+	-	-	-	-	-	+	-	±	+	-	+
<i>Proteus mirabilis</i>	-	+ g	-	±	±	-	-	+	+	+	+	±	+	+
<i>Proteus vulgaris</i>	-	+ g	-	+	±	-	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Providencia stuartii</i>	-	+ g	-	±	+	-	+	±	+	-	+	-	+	+
<i>Morganella morganii</i>	-	+ g	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-	+	+	+	-	-	±	±	-	-	+	-	-	+
<i>Y. pseudotuberculosis</i>	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Y. pestis</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

(a) Production de gaz. (b) Rouge de méthyle. (c) Voges-Proskaver. (d) Phénylalanine désaminase.

Lac : Lactose, Glu : Glucose, Man : Mannitol, Suc : Fermentation des sucres, Cit: citrate, Ind: indole, Ur : recherche de l'Urease, Mob : mobilité, H₂S : Production de soufre, VP : acétoine, NO₃ :Réduction de nitrate.

La maladie est particulièrement grave quand elle se déclare après la rougeole ou quand il existe une malnutrition pré-existante. Les localisations extra-digestives sont peu fréquentes. Les moins rares sont les infections urinaires. On observe parfois des formes septicémiques, des arthrites, des méningites (Avril et *al.*, 1992).

I. 2. 4. *Klebsiella*

Les *Klebsiella* sont des Enterobacteriaceae toujours immobiles, possédant généralement une capsule et fermentant de nombreux glucides. Elles ne possèdent ni ODC, ni ADH, ni tryptophane-désaminase (TDA), ni lipase et ne produisent pas d'H₂S (Avril et *al.*, 1992).

La classification des différentes espèces de *Klebsiella* est discutée. Néanmoins six espèces sont usuellement reconnues et quatre espèces ont un pouvoir pathogène pour l'homme : *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *K. rhinoscleromatis* et *K. ozaenae*. Deux autres espèces sont trouvées dans l'environnement et sont rarement pathogènes, ce sont : *K. terrigena* et *K. planticola* (Avril et *al.*, 1992).

I. 2. 5. *Enterobacter*

Enterobacter est un genre qu'il s'agit d'un bacille à coloration de Gram négatif, anaérobies facultatifs mesurant 0,6 à 1µm de diamètre et 1,2 à 3µm de longueur ; ce déplacement grâce à une flagelle péritriche (Hart, 2006), chimio- hétérotrophe. L'habitat est l'intestin de l'homme et des animaux, *Enterobacter* et aussi trouvé dans les selles, les eaux d'égouts, le sol, les produits laitiers. Certaines souches du genre *Enterobacter* peuvent être responsables d'infections nosocomiales. Le genre *Enterobacter* comprend neuf espèces dont *E. cloacae*, *E. aerogenes*, *E. agglomerans* et *E. gergoviae* sont les plus importants (Pickering et *al.*, 2009).

I. 2. 6. *Proteus*

Les bactéries du genre *Proteus* sont des bacilles (en forme de bâtonnets), Gram négatif, aérobies, mobiles qui font partie de la famille des Enterobacteriaceae (Coker et *al.*, 2000). Mesurent habituellement de 0,3 à 1,0 µm de large par 0,6 à 6,0 µm de long.

Les *Proteus* sont très polymorphes : formes longues et filamenteuses ou petits bacilles droits, il s'agit de bactéries Urease positives capables d'essaimage lorsque cultivées en milieu solide. Elles font partie de la flore gastro-intestinale normale de l'humain (Abbott, 2007).

I. 2. 7. *Yersinia*

Le genre *Yersinia* regroupe des bacilles droits, parfois Cocco-Bacillaires, à Gram négatif, avec une tendance à la coloration bipolaire, de 0,5 - 0,8 µm x 1,3 µm, non capsulés, non sporulés, immobiles à 37°C, mobiles au-dessous de 30°C par une ciliature péritriche. Cependant *Y. pestis* est toujours immobile (Avril et al., 1992). Le genre de *Yersinia* renferme onze espèces dont trois pathogènes pour l'homme :

- *Y. pestis* ou Bacille du Yersin, agent étiologique de la peste ;
- *Y. pseudotuberculosis*, agent d'adénites mes entériques ;
- *Y. enterocolitica*, le plus souvent responsable d'entéocolites, parfois d'adénites mésentérique (Le Minor et al., 1993).

I. 2. 8. *Serratia*

Les *Serratia* sont des Enterobacteriaceae généralement mobiles. Elles donnent parfois des colonies pigmentées en rouge. Elles sont VP (+), ONPG (+) et produisent de nombreux enzymes extracellulaires. Elles ne possèdent pas d'ADH, ni de TDA, ni d'Uréase et ne produisent pas d'H₂S.

Huit espèces sont actuellement reconnues : *S. marcescens*, *S. liquefaciens*, *S. plymuthica*, *S. rubidaea*, *S. odorifera*, *S. ficaria*, *S. fonticola* et *S. entomophila* (Avril et al., 1992).

I. 2. 9. *Raoultella*

Le genre *Raoultella* rassemble *Raoultella ornithinolytica*, *R. terrigena* et *R. planticola*. La validité du genre *Raoultella* a été confirmée en 2005.

Tableau 02 : Caractéristiques écologiques et pathologiques des *Enterobacteriaceae*.

Genre espèces	Habitats	Pouvoir pathogène	Groupe pathogène	Références
<i>Escherichia coli</i>	Tube digestif : Homme et Nombreux animaux	Diarrhées infantiles aiguës	<i>E.coli</i> entéroaggrégatives)	Avril et <i>al.</i> , 1992
		Syndrome entéro- hémorragique et du syndrome hémolytique et urémique (SHU).	<i>E.coli</i> entérohémorragiques)	
		Syndromes dysentériques	<i>E.coli</i> entéroinvasives)	
		Responsables de gastro-entérites infantiles.	<i>E.coli</i> enteropathogène	
		Responsables de diarrhées liquidiennes cholériques	<i>E.coli</i> entérotoxigéniques	
<i>Salmonella</i>	Animaux à sang chaud et à sang froid Terre eau, aliments Contamination fécale ou elles	Fièvres typhoïdes et les fièvres paratyphoïdes	<i>Salmonellaparatyphi</i> A, B et C	Humbert, 1998
		Gastro-entérites infectieuses en pathologie humaine Septicémies chez les immunodéprimés, les jeunes enfants, les vieillards, les malades chroniques et les femmes enceintes	Les salmonelles mineures dites aussi ubiquitaires et plus souvent non typhoïdiques	
<i>Shigella</i>	/	Troubles paralytiques chez les sujets atteints.	Groupe A : <i>S. dysenteriae</i>	Avril et <i>al.</i> , 1992
		Shigelloses	Groupe B : <i>S. flexneri</i>	
			Groupe C : <i>S. boydii</i>	
			Groupe D : <i>S. sonnei</i>	
<i>Klebsiella</i>	Ubiquitaire, tube digestif et appareil respiratoire	Broncho-pneumopathies aiguës ou subaiguës mais aussi d'infections urinaires, hépatobiliaires ou de pus divers.	<i>K. pneumoniae</i>	Le Minor et <i>al.</i> , 1993
	Homme et les animaux, eaux des effluents industriels, sol, végétaux	Infections respiratoires chroniques.	<i>K. oxytoca</i>	
		Rhinosclérome	<i>K. ozaenae</i>	Avril et <i>al.</i> , 1992
			<i>K. rhinoscleromatis</i>	
<i>Enterobacter</i> ,	Ubiquitaire	Epidémies nosocomiales Abscesses cérébraux, pneumonie, méningite	<i>E. aerogenes</i> et <i>E. cloacae</i> ,	Hart, 2006 Farmer et <i>al.</i> , 2007
		Abscesses cérébraux chez les nourrissons	<i>Enterobacter sakazakii</i>	Russo et <i>al.</i> , 2008
<i>Proteus</i>	Urine...	Infections des voies urinaires, urolithiases septicémie et d'infection des plaies	<i>Proteus</i>	Ronald, 2003
<i>Yersinia</i>	Rongeurs sauvages	Peste	<i>Y. pestis</i>	
	/	Manifestations pathologiques variées.	<i>Y. enterocolitica</i> et <i>Y. pseudotuberculosis</i>	Avril et <i>al.</i> , 1992
<i>Serratia</i>	Petits mammifères, Insectes, plantes et environnement.	peu pathogènes pour les sujets sains.	<i>S. marcescens</i>	Le Minor et <i>al.</i> , 1993
<i>Raoultella</i>	Aliment Tube digestif	infections broncho-pulmonaires, infections intra - abdominale, surinfections de plaies, infections urinaires, chocs histamine	<i>Raoultella ornithinolytica</i>	

CHAPITRE II

Préparation industrielle et artisanale de couscous

II. 1. Définition

Le couscous est un produit alimentaire très ancien, inventé il y a environ 3000 ans par les Berbères en Afrique du Nord (Algérie, Egypte, Maroc, Tunisie, Libye). Aujourd'hui, le couscous est consommé en Afrique du Nord et Centrale, en Europe et aux Etats-Unis.

Le terme « couscous », signifie couscous préparé, destiné à la consommation humaine direct, c'est-à-dire le produit composé de semoule de blé dur (Semide, en arabe), (*Triticum durum*) dont les éléments sont agglomérés en ajoutant de l'eau potable et qui a été soumis à des traitements physique tels que la cuisson et le séchage. Le couscous est préparé à partir d'un mélange de semoule grosse et de semoule fine. Il peut aussi être préparé à partir de la semoule dite «grosse-moyenne» (Codex, 1995).

Le blé dur est utilisé principalement pour la fabrication des semoules. Celles-ci sont utilisées dans la fabrication des pâtes alimentaires sèches et du couscous (SIFPAF, 2012).

Les Algériens consomment le blé dur sous différentes formes à savoir notamment les pâtes alimentaires et le couscous. Le blé dur subit des traitements de transformation selon le produit désiré. La semoule de couscous produit qui fait l'objectif de cette étude nécessite d'abord la transformation du blé dur en semoule avant d'être transformé en semoule de couscous.

II. 2. Transformation du blé dur en semoule

Le blé dur, lors de sa transformation dans la semoulerie, va passer de l'état de matière première brute à l'état de produit finis (semoules destinées à la consommation en l'état ou livrées en vue de la fabrication de pâtes alimentaires, couscous...) (Morancho, 2000).

- Le procédé de transformation du blé en semoule consiste à débarrasser d'abord le blé dur de ses impuretés avant de le stocker ;
- Un deuxième nettoyage est recommandé pour éliminer les impuretés fines, puis les grains sont séparés selon leur taille, leur forme et leur poids ;
- La préparation des blés durs ou conditionnement appelés également opérations de « mouillages » pour amener le blé 17 %d'humidité environ ;
- Les grains de blé sont mélangés en fonction de la qualité de semoule désirée. Après la mouture du mélange, la semoule est récupérée puis conditionnée (cf. Figure 1).

Chapitre II : Préparation industrielle et artisanale de couscous

Plusieurs sous-produits sont générés à savoir les "finots" (semoules très fines), les "gruaux" (gros grains) et les "issues" comme le son et les pailles. En outre, le son, les germes et les fourrages sont aussi répartis dans des silos afin de les stocker.

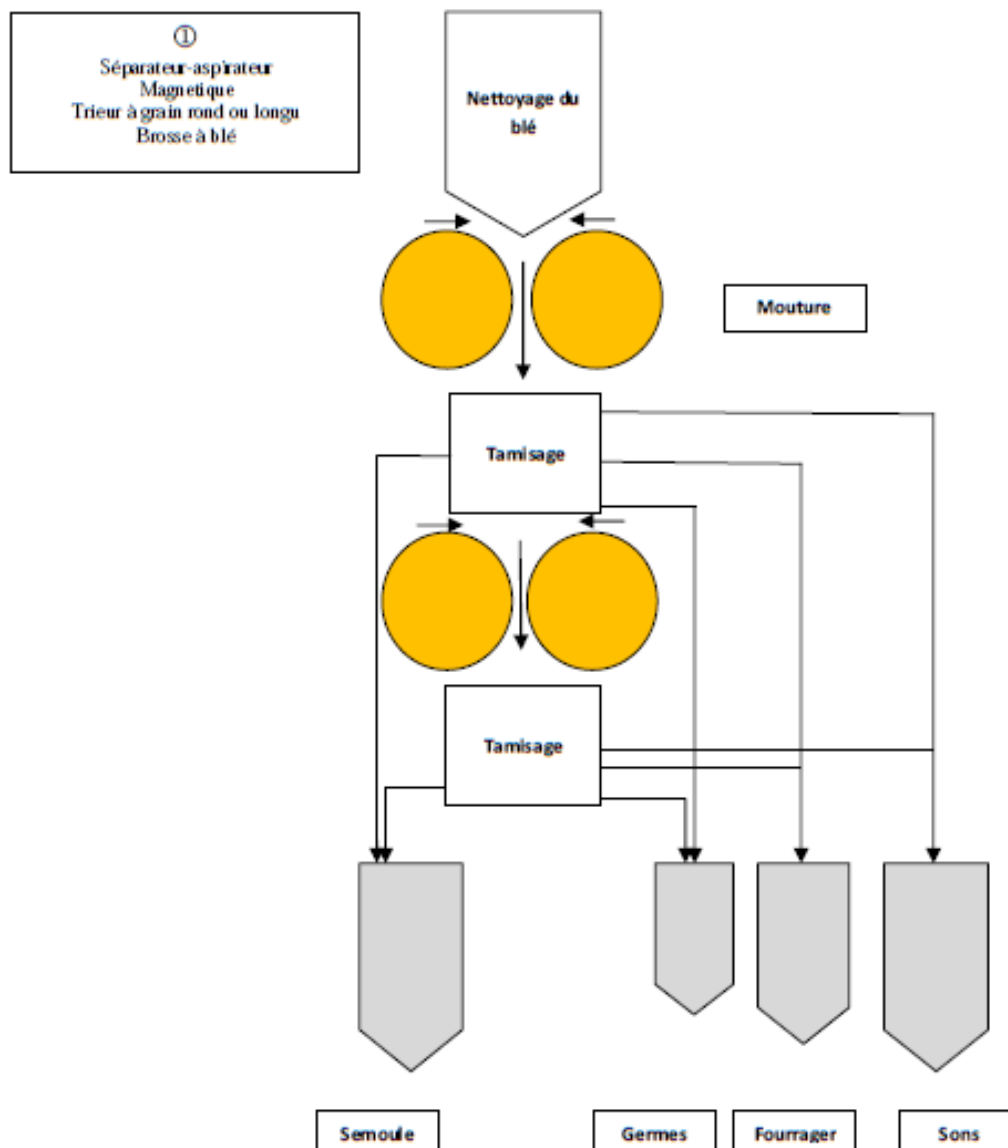


Figure 01 : Diagramme de la fabrication industrielle de semoule de blé dur modifié selon Azudin (1988).

II. 3. Technologie du couscous :

Le couscous ou k'sksou est un plat traditionnel populaire en Afrique du Nord et en Europe du Sud. Il est connu sous plusieurs noms : en Turquie : kuskus, au Maroc : Maftol, au Liban : Moghrabieh, en Berbère : Seksu, en Libye : kusksi, chez les Tuareg : keskesu, en Grèce : kouskousaki (Coskun, 2013). Cependant dans certains pays d'Afrique, on appelle attiéké un couscous à base de manioc (Coulin et *al.*, 2006).

Le couscous est riche en glucide (70%) mais pauvre en protéines (13%) et en lipides (2%). Il présente aussi un large éventail de minéraux (Mg, P, K, Ca, Mn, Fer, Cu, Zn,) et de vitamines (B1, B2, B3, B5, B6, B9) (cf. tableau 3).

Tableau03 : Composition chimique mentionnée sur l'étiquetage de la semoule du couscous.

Valeurs énergétiques et nutritionnelles moyennes	Pour 100g	Pour 1 part (500g)
Valeur énergétique	531kJ 126 Kcal	2654KJ 632 Kcal
Protéines	8.3g	41.3 g
Glucides	13.3 g	66.5 g
dont sucres	2.0 g	9.8 g
Lipides	4.1 g	20.5 g
dont acides gras saturés	1.5 g	7.3 g
Fibres alimentaires	1.6 g	8.0 g
Sodium	0.27 g	1.37 g
équivalent en sel	0.70 g	3.49 g
Vitamines	Mg, P, K, Ca, Mn, Fer, Cu, Zn	
Minéraux	B1, B2, B3, B5, B6, B9	

Les grains de couscous peuvent être obtenus soit par préparation artisanal au niveau des foyers (domestique) soit au niveau industriel.

II. 3. 1. Procédé industriel de fabrication de la semoule de couscous précuite

Le procès de fabrication industrielle du couscous est basé sur le même principe que la préparation artisanale.

Les semoules sont mélangées à l'eau puis roulées. Après une série de calibrage les grains obtenus sont cuits à la vapeur puis séchés par un sécheur rotatif avant d'être refroidi (cf. figure 2).

Les principales étapes sont décrites ci-après :

Le Mélange

Cette étape vise à agglomérer les semoules pour obtenir les grains de couscous, assurer une bonne hydratation des grains pour être facilement chauffés à 100°C (atmosphère) et à fin d'obtenir en suite une bonne gélatinisation. Le mélangeur est équipé de palettes. A cette étape l' a_w atteint le niveau suffisant pour la croissance des bactéries présentes. Dès cette étape des dépôts et des encrassements peuvent être la source de développement de contaminants microbiens.

Le Roulage et le tamisage

C'est l'étape clé du procès. Elle consiste à former les grains de couscous et les sélectionner en fonction de la taille souhaitée. Cette étape peut également être une source de contamination par des dépôts et des accumulations de fines sur les parois et dans les recoins favorisant les développements microbiens.

La cuisson à la vapeur

La cuisson conduit à la gélatinisation de l'amidon de blé et aboutit à un produit digestible avec une grande capacité de gonflement. Le cuiseur vise à mettre en contact direct les grains hydratés et agglomérés avec la vapeur d'eau. L'opération permet d'amener les grains à une température de 100°C, supérieur à la température minimale de la gélatinisation d'amidon.

La cuisson traditionnelle se fait à faible flux de vapeur, en couche épaisse (20-30 cm), sous couvercle, jusqu'à ce que la vapeur s'échappe. Sa durée est de l'ordre de 20 à 30min. Selon la qualité de vapeur utilisé est d'environ 200g de vapeur d'eau par Kg de couscous sec.

Chapitre II : Préparation industrielle et artisanale de couscous

Industriellement, la cuisson est continue et elle se fait dans un cuiseur à tapis, à contre-courant grains/ vapeur, avec une épaisseur de couche de 8 à 12 cm et fort flux de vapeur (500 à 800g de vapeur par kg de couscous) permettent d'obtenir une gélatinisation quasi complète en 12-18 min.

Le séchage et refroidissement

L'objectif de cette étape est de stabiliser la quantité d'eau afin de garantir une longue durée de conservation. Le séchage est réalisé à l'aide de sécheur rotatif en respectant le barème de séchage. Les grains de couscous aussi obtenus sont transportés à un refroidisseur vibrant.

Le conditionnement et le stockage

La semoule de couscous industriel est généralement emballée dans des paquets en plastique. Suite aux amplitudes thermiques durant le stockage. Ce type d'emballage présente l'inconvénient de la concentrer par condensation l'humidité sur les parois des sachets en plastique. Il est recommandé de stocker la semoule de couscous dans des endroits secs à la température ambiante.

II. 3. 2. Préparation artisanal

Suivant la procédure artisanale, le couscous est fabriqué avec une semoule moyenne qui va subir un tamisage afin de la séparer en fine et grosse semoule, la semoule dite «grosse» est une semoule dont le grain a un diamètre compris entre 475 et 700 microns. La semoule dite « fine »est une semoule dont le grain a un diamètre compris entre 130 et 183 microns.

Chapitre II : Préparation industrielle et artisanale de couscous

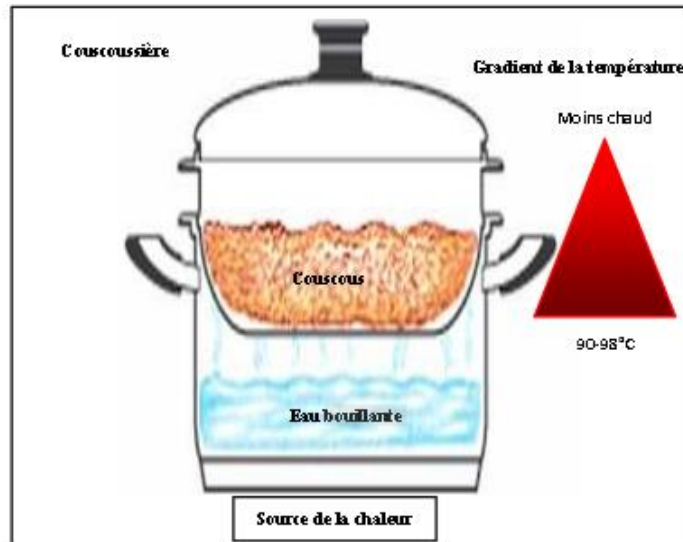


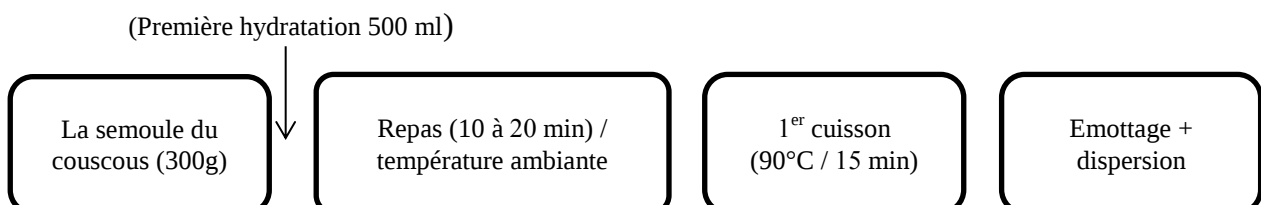
Figure 02 : Modalité de cuisson du couscous dans les pays du Maghreb (Ziane, 2014).

Le tamisage est suivi d'un malaxage qui consiste à mouiller la grosse semoule avec de l'eau salée à la main dans des larges récipients appelé « Gassaâ » jusqu'à ce que la teneur en eau souhaitée soit atteinte afin de pouvoir la rouler tout en additionnant la fine semoule jusqu'à agglomération, cela permettra l'obtention de grains qui vont être tamisés et homogénéisés. Les proportions des semoules dans le mélange destiné à l'obtention du couscous sont de l'ordre de 20 à 30% pour la semoule fine et 70 à 80% pour la semoule grosse.

Le couscous obtenu après tamisage va être précuit à la vapeur pendant 10min, puis sécher à l'air libre jusqu'à ce que la teneur en eau atteigne 13% (base sèche) (Doumandji et *al.*, 2012; Codex, 1995) (cf. figure 2).

Dans les pays du Maghreb, le couscous est cuit à la vapeur dans une couscoussière. Ce traitement est répété plusieurs fois (3fois) en fonction de la qualité du grain (gonflement). La température peut atteindre 98°C au fond en contact avec la vapeur. Cependant au cœur de la couche de couscous, la température est inférieure. De ce fait, le cœur de couscous est un point critique, point froid du point de vue de l'inactivation thermique.

Les cycles de cuisson sont séparés par un délai de repos de 10 à 20 min à la température ambiante (cf. figure 3).



CHAPITRE III

Evaluation du risque microbiologique

III. 1. Définition de l'évaluation du risque

L'évaluation du risque est une approche holistique. Elle représente, en particulier, un outil très important pour l'assurance sécurité (Oscar, 2004).

L'évaluation du risque comme un processus par lequel l'information sur des risques est identifiée, organisé, et analysée d'une manière systématique afin d'obtenir un espace clair pour la présentation conformée de données disponibles pour la prise de décision pratique (NAS, 2001).

INRS (1998), a définis l'évaluation du risque comme étant une méthode de la quantification, incluant l'incertitude afférente, de la survenue d'un danger et de ses effets néfastes dans une population donnée. L'évaluation du risque comprend quatre étapes, l'identification du danger, la caractérisation du danger, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation du risque.

La pratique d'évaluation du risque n'est pas nouvelle, mais l'application de l'évaluation du risque microbiologique a été développée récemment sous le soutien des autorités de la santé publique (IFT, 2000).

III. 2. Historique d'évaluation du risque microbiologique

Le processus formel estimer le risque a été introduit par l'Agence Fédéral Américaine à la fin des années 70, comme un moyen pour standardiser les bases, pour la normalisation de la prise de décision, spécialement dans les secteurs concernant l'exposition potentielle des êtres humaines à des substances chimiques, dont les effets défavorables sont connus à des très élevée, et inconnus à des dosés très fine (Lammerding, 1997).

En 1995, dans une consultation commune entre l'organisation mondiale de la santé (WHO, 1995) et l'organisation de l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies (FAO) sur l'application d'un modèle «standard», ont déclaré que «les modèles techniques de l'évaluation du risque pour la sécurité microbienne de l'aliment ne peuvent être susceptibles d'être disponibles à court terme» (WHO, 1995).

C'est seulement en 1996, qu'a été apparue la première publication sur l'estimation du risque, effectué par Todd, elle concernait l'estimation quantitative de la probabilité d'une maladie (Reij et Van Schothorst, 2000).

Un an plus tard Whiting et Buchanan (1997), ont développé un modèle de simulation de Monte Carlo pour calculer la probabilité de contamination par *Salmonella enteritidis* présente dans l'œuf (Reij et Van Schothorst, 2000).

III. 3. Objectif de l'évaluation du risque

L'approche de l'évaluation du risque microbiologique diffère des autres stratégies de protection environnementale (McKone, 1996). Son objectif principal n'est pas d'éliminer tous les risques mais de les quantifier et d'équilibrer le niveau du risque avec son coût de réduction et les risques de concurrence, et/ou le risque qu'est généralement considéré comme acceptable (McKone, 1996).

Ainsi, l'objectif de l'évaluation du risque peut varier selon l'acteur concerné :

- Pour l'industrie alimentaire : l'objectif est d'évaluer la sûreté des produits et le niveau de sécurité microbiologique au moment de la consommation,
- Quant aux autorités de la santé publique : leur objectif est de quantifier le risque attribué à la consommation de certains produits alimentaires.

III. 4. Principes d'évaluation du risque

Selon Buchanan (2004) l'évaluation du risque est basée sur :

1. L'évaluation des risques microbiologiques devrait être fondée sur des éléments scientifiques.
2. L'évaluation des risques microbiologiques devrait être menée conformément à une approche structurée comprenant l'identification des dangers, la caractérisation des dangers, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation des risques.
3. L'évaluation des risques microbiologiques devrait clairement stipuler l'objectif de l'examen, y compris la forme donnée aux résultats de l'estimation des risques.
4. L'estimation des risques devrait comprendre une description des incertitudes et les situer au cours du processus d'évaluation des risques.
5. Chaque fois que possible, les estimations des risques devraient être réévaluées à l'aide de comparaisons avec des données indépendantes sur les maladies affectant la santé humaine.

III. 5. Les types d'évaluation des risques microbiologiques

Il existe plusieurs types d'évaluation du risque qui sont partagé en trois grandes catégories (cf. figure 4) :

1. Qualitative
2. Semi quantitative
3. Quantitative (Summer et *al.*, 2004).

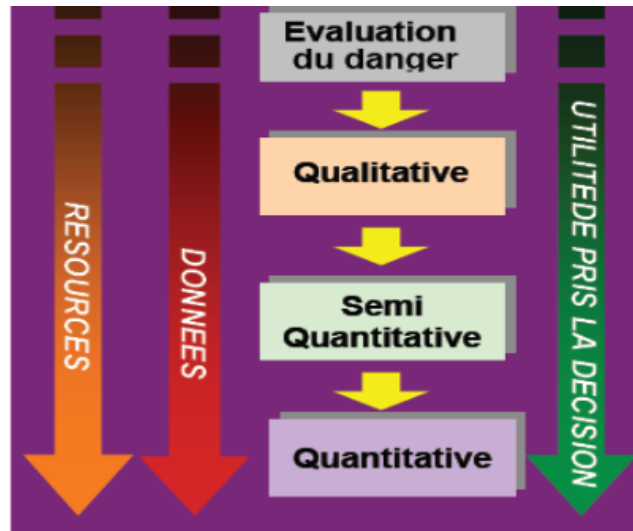


Figure 04 : Types d'évaluation du risque et la différence entre eux (Lammerding, 2004).

III. 5. 1. L'évaluation du risque de type qualitative

L'évaluation qualitative des risques microbiens est utilisée quand l'évaluation dispose d'un ensemble de données constituant une base inadéquate pour des estimations numériques du risque, mais qui permettent toutefois lorsqu'elles sont déterminées par une expertise antérieure, l'identification des incertitudes concomitantes et le classement des risques ou leur répartition en diverses catégories descriptives de ces risques (CAC, 1999).

L'évaluation qualitative peut être entreprise comme une première évaluation d'un problème alimentaire pour déterminer, si le risque est assez significatif pour justifier une analyse plus détaillée (Lammerding, 2000).

Pour chaque danger, une estimation du risque est mise par insertion haute, moyenne ou basse pour répondre à la question de la sévérité du danger et la probabilité de son occurrence (Sumner et *al.*, 2004).

Pour l'évaluation qualitative, des modèles simples qui décrivent des voies d'exposition, doivent être développés, bien que des représentations plus complexes puissent être incorporées pour certains paramètres (Lammerding, 2000).

Les évaluations qualitatives sont utiles quand beaucoup de lacunes dans les données disponibles limitent la précision nécessaire pour une évaluation des risques quantitatifs (IFT, 2000).

III. 5. 2. L'évaluation semi-quantitative du risque

Dans l'évaluation semi-quantitative des risques microbiens, nous obtenons une évaluation numérique des risques, basés sur un mélange de données qualitatives et quantitatives (Sumner et *al.*, 2004).

III. 5. 3. L'évaluation quantitative du risque

Evaluation Quantitative du Risque Microbiologique est une évaluation des risques qui fournit des expressions numérique et des indications des incertitudes propres.

Il existe deux approches d'évaluation quantitative du risque : l'approche déterministe et approche stochastique (Lammerding, 2000).

III. 5. 3. 1. L'approche déterministe

Connue aussi sous le nom de point d'estimation, l'approche déterministe de simple (moyenne, ou si choisi, des pires de cas, etc.) valeur pour l'estimation du risque (Lammerding, 2000).

Dans le modèle du risque déterministe, tout le paramètre est représenté par un simple point d'estimation et le risque estimé par une séries de calculateur (Havelaar et *al.*, 2004).

III. 5. 3. 2. L'approche stochastique

L'approche stochastique est aussi appelée l'approche probabilistique. Elle prend en considération tous les données et utilisé les distributions de probabilité pour décrire les paramètres qui contribuent au risque (Lammerding, 2000).

III. 6. Les étapes de l'évaluation du risque

III. 6. 1. Formulation de l'objectif de l'évaluation des risques

Pour chaque activité de l'estimation du risque, le but doit être clairement indiqué (Notermans et Hoostra, 2000). Les résultats et les solutions de rechange possible devraient être définis (CAC, 1997). Ainsi, la cause du problème, les buts, l'ampleur et le foyer de l'évaluation du risque doivent être définis (Notermans et *al.*, 1997).

III. 6. 2. Identification du danger

Dans le cas d'un danger microbiologique, le but de l'identification du danger est d'identifier les micro-organismes ou les toxines microbiennes d'un problème et de déterminer si les micro-organismes ou les toxines microbiennes constituent un danger potentiel dans l'aliment (Notermans et *al.*, 1998) (cf. figure 5).

Dans cette étape, deux outils principaux peuvent être utilisés : l'étude épidémiologique et le rapport d'analyse de la structure d'activité (Jaykus, 1996).

En ce qui concerne l'étude épidémiologique, elle comporte deux étapes qui sont particulièrement utiles pour l'identification du danger (1) la recherche de manifestation et (2) l'étude de surveillance (Jaykus, 1996).

L'objectif de la recherche épidémiologique consiste à déterminer l'étiologie et les circonstances associées à la manifestation (Jaykus, 1996). Le programme des surveillances épidémiologique est établi systématiquement et surveille continuellement la prévalence/incidence de la maladie dans la population humains (Jaykus, 1996).

Les informations sur le danger peuvent être obtenus à partir de la littérature scientifique, des bases de données concernant ce danger les industries alimentaires, des agences gouvernementales, et des organisations internationales appropriées et par la sollicitation des avis des experts (CAC, 1999), ainsi qu'au cours du projet (Carlin et *al.*, 2000).

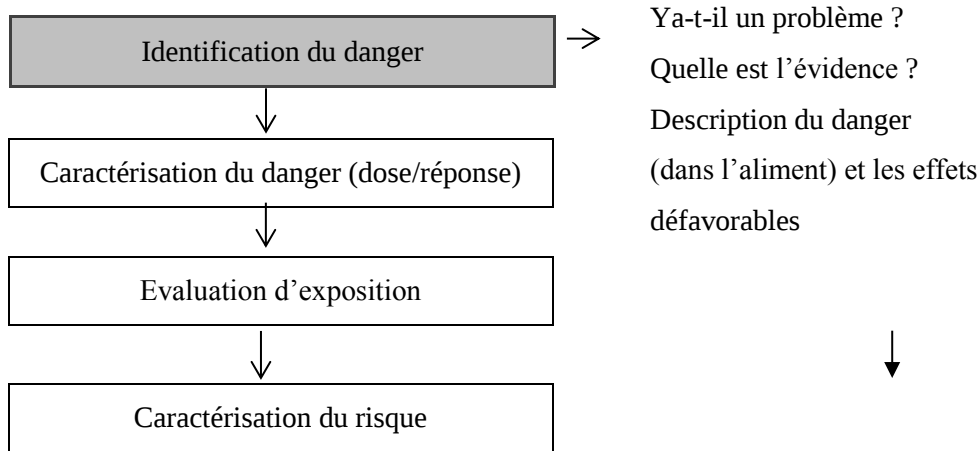


Figure 05 : Les questions à répondre lors d'identification du risque (Lammerding, 2004).

III. 6. 3. La caractérisation du danger

L'objectif de la caractérisation du danger est de fournir des estimations de la nature, de la sévérité et des effets défavorables associées à un agent nocif dans l'aliment (Notermans et *al.*, 1998) (cf. figure 6).

L'évaluation de la dose/réponse doit être exécutée si les données sont disponibles (CAC, 1999). L'évaluation de la dose/ réponse renvoie spécifiquement à la détermination de la relation entre le nombre des micro-organismes ingérés (ou la concentration des toxines microbiennes), et la fréquence et la sévérité du danger pour définir ses effets défavorables sur la santé (Lammerding, 1997).

Pour l'agent biologique, la dose/réponse dépend (1) du nombre des unités contaminées ingérées (dose) dans l'aliment, (2) de l'infection et de la pathogénicité de l'agent infectieux (3) et de la vulnérabilité de l'hôte (Jaykus, 1996).

Dans le cas l'absence de la relation dose/réponse, l'acteur doit prendre en compte l'avis des experts et respecter les règlements existants et les bonnes pratiques de fabrication (Notermans et *al.*, 1998).

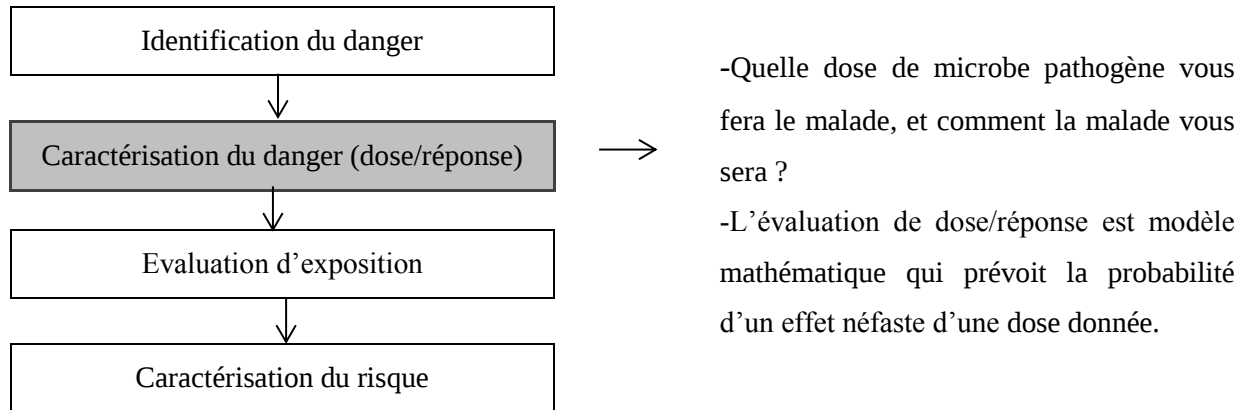


Figure 06 : Les principaux composants de caractérisation du danger (Lammerding, 2004).

III. 6. 4. L'évaluation d'exposition

L'évaluation d'exposition a pour but de répondre aux questions suivantes : quelle est la probabilité de consommer un aliment contaminé ? Et quel est le nombre probable qu'un microbe pathogène soit présent dans un aliment au moment de la consommation ? En d'autre termes, cette étapes permet d'estimer, d'une part, la probabilité qu'un individu ou qu'une population soit exposé ou danger microbien ; et d'autre part, le nombre de micro-organisme susceptible d'être ingéré (Lammerding, 2000).

L'évaluation d'exposition nécessite une grande sélection d'émetteurs d'information et technique qui permettent de récolter des données et des informations de plusieurs directions (Westrell, 2004).

Des enquêtes de consommateur doivent être fournis afin de déterminer les informations sur des modèles de consommation de produit, les conditions de stockage domestique et les indications de groupe de consommation de l'aliment d'intérêt (Notermans et *al.*, 1998).

En plus de la littérature scientifique et les enquêtes de consommateur, cite plusieurs sources d'information (Lammerding, 2000). Ainsi, pour compléter son information, l'évaluateur peut récolter plus de données au près : des microbiologistes, des nutritionnistes, des autorités de la santé publique, des vétérinaires, des services de contrôle alimentaire, des associations de consommateur, des associations de commerce alimentaire...etc.

Toutes les sources d'entrée du risque dans le produit alimentaire devraient être évaluées, et la considération devrait être donnée à la sensibilité, à la spécificité, et la validité des méthodes de prélèvement et d'essais employés pour rassembler les informations empiriques (Lammerding, 1997).

L'utilisation des données non représentatives devrait être clairement reconnue et n'importe quelle influence sur le résultat de l'évaluation d'exposition devrait être rendue explicite (Lammerding, 1997).

L'évaluation d'exposition devrait être rendue aussi simple que possible sans négliger les sources importantes du risque (Lindqvist et *al.*, 2002).

Pour l'estimation d'exposition humaine à un agent pathogène, plusieurs techniques sont disponibles. Elles incluent : les tests de surveillance, les tests de stockage et les modèles prédictives (Notermans et Batt, 1998) (cf. figure 7).

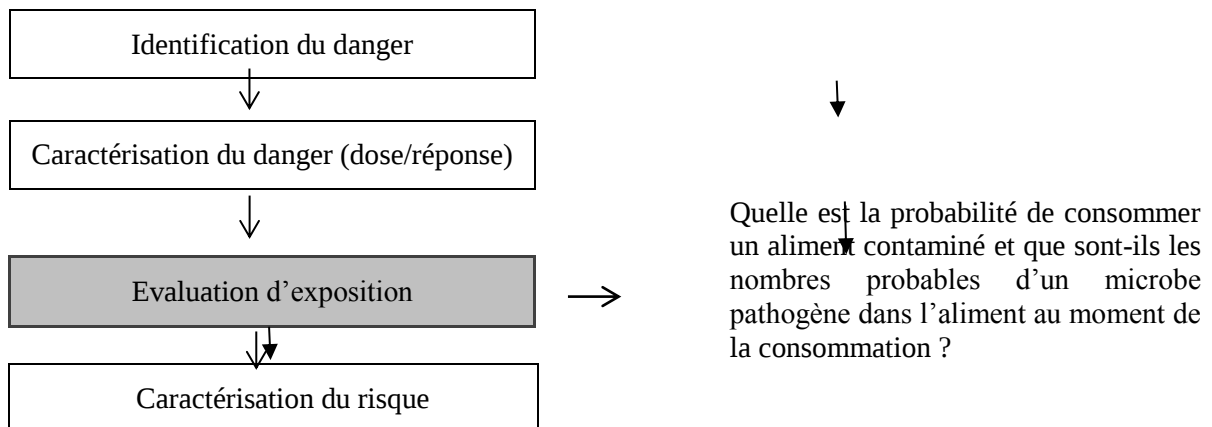


Figure 07 : Question principale d'évaluateur du risque lors d'évaluation d'exposition (Lammerding, 2004).

III. 6. 5. La caractérisation du risque

La caractérisation du risque représente l'intégration de l'identification du danger, de la caractérisation du danger, et de l'évaluation d'exposition pour obtenir l'estimation qualitative ou quantitative du risque (CAC, 1997) (cf. figure 8).

La qualité de caractérisation du risque dépend de la qualité des données et la validité des formes fonctionnelles utilisées comme entrées pour les modèles de l'évaluation d'exposition et la dose/réponse (Marks et *al.*, 1998).

Le degré de confiance à l'estimation finale du risque, dépend de la variabilité, de l'incertitude et des prétentions identifiées à toutes les étapes précédentes (CAC, 1999).

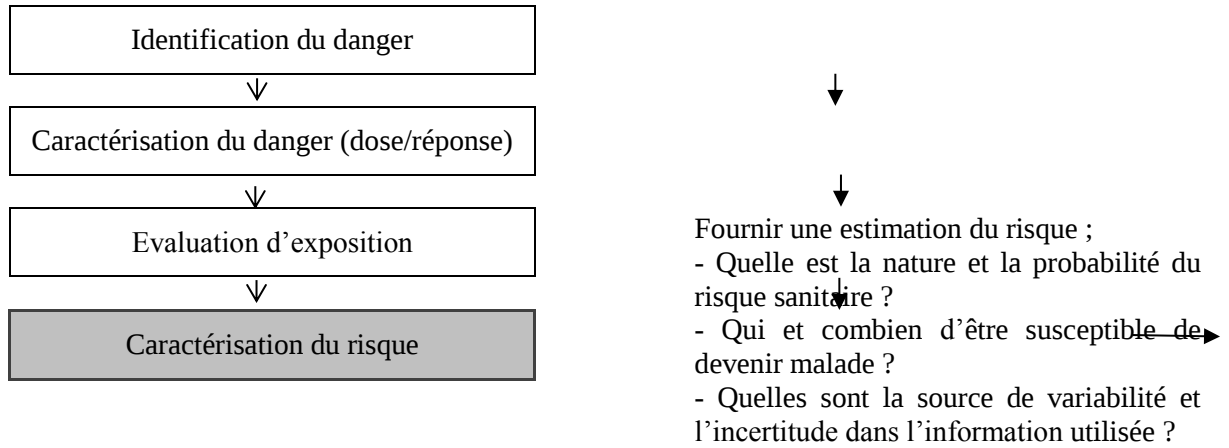


Figure 08 : Problématique à résoudre lors d'évaluation du risque (Lammerding, 2004).

IV. MATERIEL ET METHODES

Chapitre IV : Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au Laboratoire pédagogique de Microbiologie du département de Biologie à l'Université de Laghouat. Par ailleurs, les tests de révélation de certaines réactions (API 20E) ont été effectués au laboratoire vétérinaire régional de la wilaya de Laghouat.

IV. 1. Prélèvement et transport des échantillons du couscous

Cette étude a été réalisée sur le couscous prêt à la consommation (servi à table). Les prélèvements ont été effectués chez les consommateurs de la ville de Laghouat durant le mois de Janvier 2015. Au total, 30 prélèvements ont été effectués à partir de l'assiette du couscous au moment de la consommation. En fait, une quantité de 10g du couscous a été prélevée à l'aide de cuillères stériles puis déposée dans des sacs stériles. Les prélèvements ont été conservés au congélateur (-20°C) avant d'être acheminés au laboratoire pour l'analyse microbiologique (cf. tableau 4). Le lendemain, les échantillons ont été transférés à 4°C au laboratoire.

Tableau 04 : Origine et caractéristiques des prélèvements du couscous.

Code de l'échantillon	Marque de la semoule du couscous	Date de prélèvement	Date d'analyse
E1	CA	23.01.2015	25.01.2015
E2	AB		
E3	CA		
E4	CA		
E5	AB		
E6	AB		
E7	CA		
E8	CA		
E9	CS		
E10	AB		
E11	CS		
E12	CA		
E13	CA		
E14	CA		
E15	CA		
E16	CA		
E17	CS		
E18	CA		
E19	AB		
E20	CA		
E21	CA		
E22	CA		
E23	AB		
E24	CA		
E25	CA		
E26*	CA		
E27	CA		
E28	AB		
E29	CA		
E30	CA	24.01.2015	

***préparé à la veille**

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV. 2. Isolement de souches des *Enterobacteriaceae*

Le protocole d'isolement des *Enterobacteriaceae* à partir du couscous a été inspiré de la procédure de FDA (2002) pour la recherche, le dénombrement, l'isolement et l'identification *Enterobacteriaceae* dans l'aliment.

IV. 2. 1. Recherche et dénombrement des *Enterobacteriaceae*

Les sachets de prélèvements ont été ouverts dans les conditions d'asepsies. Un volume de 90mL d'eau tryptonée (TSE) a été additionné à la masse de couscous prélevée pour atteindre une dilution 10^{-1} puis homogénéisé. Ensuite, des dilutions successives ont été préparées à partir de la dilution 10^{-1} .

Un volume de 0,1 mL de chaque dilution a été étalé en surface de la gélose VRBGA coulée dans des boîtes de Pétrie de 90 mm. Ensuite, les boîtesensemencées ont été laissées sécher pendant 10 minutes puis incubées à 37°C pendant 24 heures. Après l'incubation, le nombre de colonies exprimé en UFC/mL a été estimé suivant la norme AFNOR(1996) :

$$N \text{ (UFC/mL)} = \left(\frac{\sum C}{V (n_1 + 0,1n_2) d} \right)$$

Où :

C : Nombre des colonies comptées sur une boîte retenue des dilutions effectuées ;

V : Volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres ;

n_1 : Nombre des boîtes retenues à la première dilution ;

n_2 : Nombre des boîtes retenues à la seconde dilution ;

d : Taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV. 2. 2. Isolement des *Enterobacteriaceae*

Le milieu VRBGA est un milieu sélectif qui inhibe la croissance des autres bactéries que les *Enterobacteriaceae*.

Une öse de bactéries repérées était prélevée puis étalée par la méthode de cadrant sur le milieu Trypticase Soja gélosé (TSA). Ensuite, les cultures ont été incubées à 37°C pendant 24h. Les colonies produisent un pigment jaune sur le milieu TSA étaient repérées. Une suspension des colonies repérées étaient réalisées dans l'eau physiologique stérile. Puis une öse de cette suspension était étalée sur un milieu nutritif gélosé pour la purification. Ensuite, des ensemencements successifs sur le même milieu nutritif ont été effectués dans l'objectif de purification.

Par ailleurs, la vérification de la pureté des isolats a été basée sur l'observation microscopique des frottis après coloration de Gram.

En fin, la conservation des isolats a été effectuée sur milieu nutritif gélosé en tube inclinée à 4°C.

IV. 3. Identification des *Enterobacteriaceae* par la galerie API 20E

L'identification biochimique des isolats d'*Enterobacteriaceae* a été effectuée à l'aide de la galerie API 20E. L'ensemencement de la galerie API 20E consiste à remplir les puits et/ou les cupules par une suspension bactérienne. Les réactions produites après 18 et/ou 24h d'incubation à 37°C se traduisent par des virages de couleur spontanés, ou bien révéler par addition de réactifs.

IV. 3. 1. Préparation de la galerie API 20E

Une atmosphère humide est créée par répartition de 5 mL d'eau distillée dans les alvéoles au fond de la boîte. Les références des isolats étaient inscrites sur la languette latérale de la boîte.

IV. 3. 2. Inoculation de la galerie API 20E

Une suspension des isolats a été préparée à partir d'une colonie dans l'eau physiologique stérile. Cette suspension extemporanément préparées a été utilisée pour

Chapitre IV : Matériel et méthodes

ensemencer les galeries API 20E. Les micro-tubes sont remplis avec la suspension bactérienne comme suite :

- Les tubes et les cupules des tests CIT, VP et Gel sont remplis avec la suspension bactérienne ;
- Les cupules des tests ADH, LDC, ODC, H₂S, URE sont remplis par l'huile de paraffine stérile pour créer une anaérobiose ;
- Uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests sont remplis.

En fin, les boîtes ont été refermées et incubées à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 18-24h. Si le nombre des tests positifs (avant l'ajout de réactif à la cupule de test GLU) est inférieur à 3, les galeries étaient ré-incubées 24h (ou bien plus ou moins deux heures). De plus sans rajoutait les réactifs.

IV. 3. 3. Lecture des résultats

Après l'incubation, toutes les réactions spontanées sont notées sur la fiche des résultats. La lecture des résultats de différents tests biochimique a été reportée à l'annexe 1. Certains tests nécessitent l'ajout des réactifs :

- Test TDA : une goutte de réactif TDA a été ajoutée à la cupule TDA.
- Test IND : une goutte de réactif JAMES a été ajoutée à la cupule IND.
- Test VP : une goutte des réactifs VP1 et VP2 a été ajoutés à la cupule VP.
- Réduction des nitrates en nitrites (NO_2) et en azote (N_2) : une goutte des réactifs NIT1 et NIT2 dans le tube GLU ont été ajoutés puis attendre 2 à 5 minutes.

IV. 3. 4. Interprétation et identification des résultats des plaques API 20 E

A partir des fiches de lecture un chiffre numérique a été construit. En effet, sur la fiche de résultats, les tests sont séparés par groupes de trois. Chaque test au sein d'un groupe est affecté par un chiffre 1,2 et 4 (cf. figure9). Chaque groupe est caractérisé par un chiffre issu de la somme des chiffres des tests positifs. En fin, un code de 7 chiffres a été obtenu. Ces chiffres ont été entré manuellement au clavier à fin d'identifier l'isolat incriminé. Le logiciel d'identification utilisé est l'apiweb™ Biomerieux.

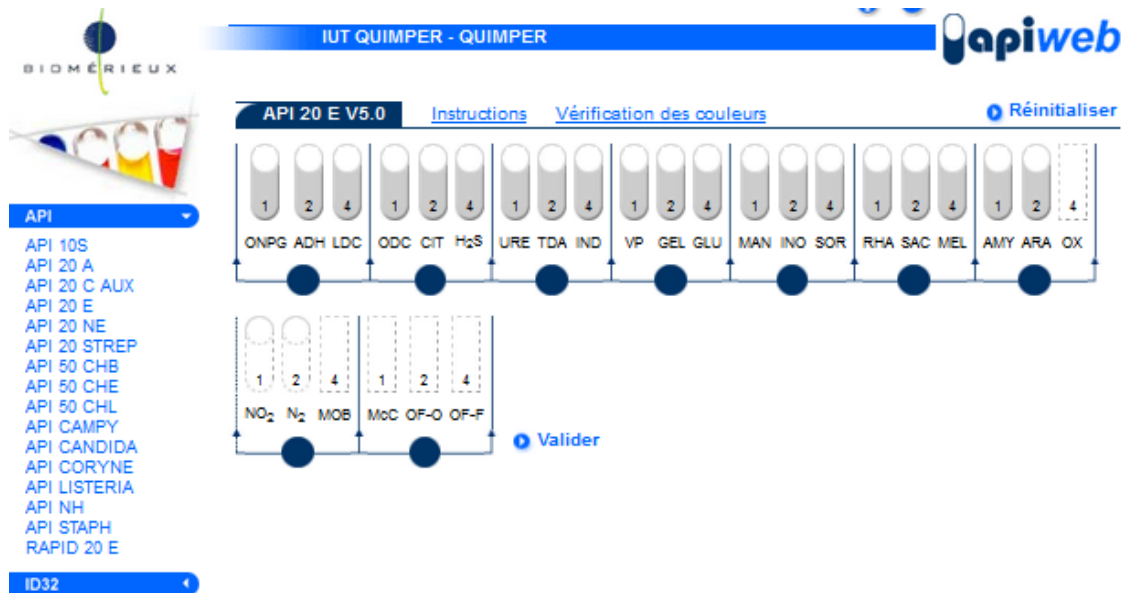


Figure 9 : Profile numérique de la galerie API 20E sur apiweb version 5.0.

IV. 4. Estimation quantitatives du risque d'*Enterobacteriaceae* lié à la consommation du couscous

Le modèle d'estimation du risque a été construit sur Excel compilé avec @risk version 6.3. La construction de ce modèle est basée sur les résultats de l'enquête effectuée chez les consommateurs de la ville de Laghouat.

Un total de 100 familles ont été interrogé à la ville de Laghouat pour récolter les données sur le comportement du consommateur (membres de famille consommateur du couscous, le nombre de prises consommées par semaine, le lieu et le délai de conservation).

En fin ces données ont été simulées à l'aide de @risk version 6.3. Les résultats obtenus seront exprimés en nombre de cas annuel intoxiqué par 100000 habitants.

V. RESULTATS ET DISCUSSION

V.1. Dénombrement et isolement des *Enterobacteriaceae*

Isolement des *Enterobacteriaceae*

Les isolats étudiés ont été obtenus sur le milieu VRBGA, un milieu sélectif pour la recherche et le dénombrement des *Enterobacteriaceae*. La figure 10 illustre les colonies présumées d'*Enterobacteriaceae* à partir des échantillons du couscous au moment de la consommation.

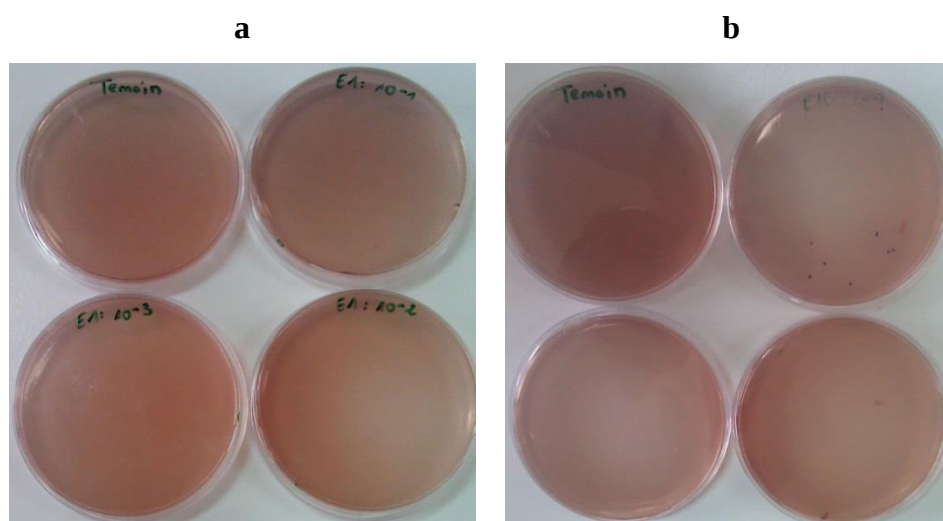


Figure 10 : Résultats de dénombrement des *Enterobacteriaceae* sur le milieu VRBGA. a) échantillons non contaminés ; b)- échantillon (E16) contaminé avec 8 UFC/g.

Sur milieu VRBGA, les colonies typiques d'*Enterobacteriaceae* sont des rondes, de couleur pourpre, de 1 à 2 mm de diamètre, entourées d'un halo pourpre. Ensuite, les colonies étaient étalées sur un milieu TSA. Les colonies typiques de la majorité des *Enterobacteriaceae* présente un aspect jaune (cf. figure 11a). L'ensemble des isolats obtenus étaient purifié sur milieu nutritif gélosé (cf. figure 11b).

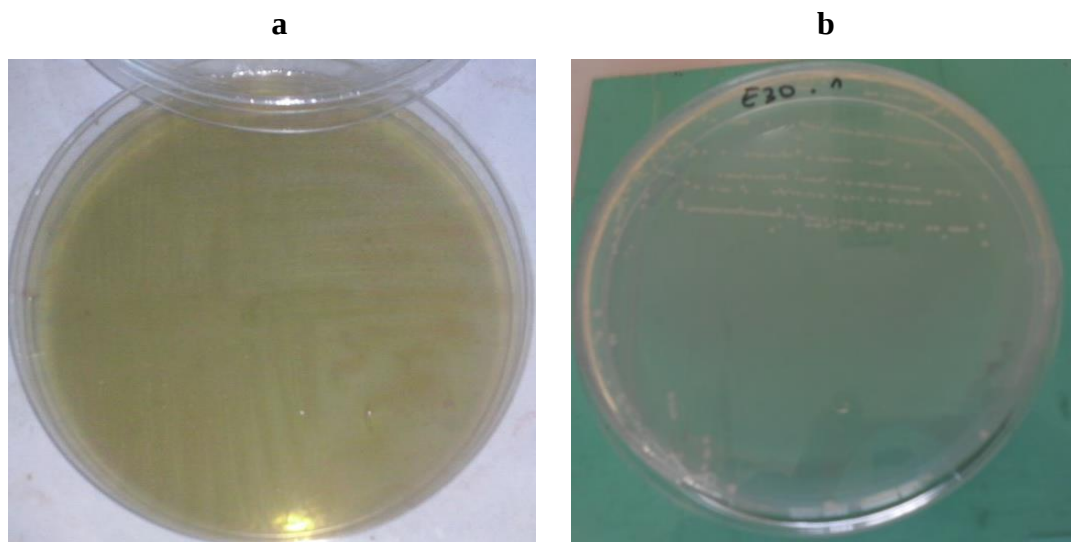


Figure 11 : Aspect des colonies d'*Enterobacteriaceae* sur milieu gélosé. a)- Sur TSA, b)- un milieu nutritif gélosé.

A partir des boîtes de dénombrement, les colonies présumées d'*Enterobacteriaceae* ont été repérées.

Au total 21 isolats ont été obtenus et conservés sur un milieu nutritif gélosé incliné. Ils ont montré une réaction négative avec la coloration de Gram. L'observation microscopique après la coloration du Gram a montré une forme bacillaire.

La recherche de catalase ne présente aucun intérêt dans l'identification des *Enterobacteriaceae* car il est très variable au sein de ce groupe (PHE, 2015).

La recherche et le dénombrement des *Enterobacteriaceae* présentes dans les échantillons du couscous prélevés de l'assiette étaient réalisés comme décrit précédemment. La recherche a été réalisée sur un milieu VRBGA, un milieu sélectif pour les *Enterobacteriaceae*.

Dénombrement des enterobacteriaceae

Les résultats de la recherche des *Enterobacteriaceae* dans le couscous révèlent une prévalence de 40% (le nombre des échantillons contaminés) sur l'ensemble des échantillons analysés. Par ailleurs, 60% des échantillons analysés ne sont pas contaminés par les

Enterobacteriaceae. Ces résultats sont relativement similaires avec les résultats de prévalence (33%) montrés par Shaker et al. (2007) dans la semoule et les produits à bases de céréales.

Par ailleurs, aucune bibliographie sur la flore microbienne du couscous, n'a été retrouvée, dans la base de données scientifique « Pascal ». Cependant plusieurs travaux ont été effectués sur la recherche des *Enterobacteriaceae* dans les produits amylacés comme notamment le riz, le couscous ivoirien « attiéké » et les plats prêts à la consommation (Ready to eat). En effet, les travaux de Coulin et al. (2006) et Assanvo et al. (2006) ont montré la contamination du couscous ivoirien par les *Enterobacteriaceae*. Entre outre, ces bactéries ont été rencontrées également dans le riz (Cottynne et al., 2001) ainsi que les autres produits amylacés comme le pain (Akpe et al., 2010).

Ces bactéries sont considérées comme des indicateurs (indice) de post-contaminations reflétant la qualité hygiénique de denrée alimentaire. Cette contamination peut être à l'origine de non-respect des conditions d'hygiène durant la préparation et/ou apportée par les ingrédients ajouté au couscous comme Smen. Cet indice n'étant pas recherché en Algérie dans les plats cuisinés contrairement à la flore aérobie mésophile (FAMT). Ces indices de qualité hygiénique et technologique sont régis par l'arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires y compris les plats cuisinés.

Les résultats de dénombrement d'*Enterobacteriaceae* à partir du couscous sont illustrés sur le tableau 5. Ils montrent une contamination de 2 à $6,4 \times 10^3$ UFC/g du couscous. Selon la réglementation critère microbiologique ne peut pas juger En fait, NSW (2009) a établi le plan d'échantillonnage à trois classes pour ces bactéries. Le nombre seuil est de 10^2 et 10^4 UFC/g pour les comptes satisfaisants et insatisfaisants respectivement. Les lots analysés, selon la réglementation en vigueur, dont la contamination comprise entre 10^2 et 10^4 UFC/g sont considérés à une qualité acceptable. De ce fait, les résultats cette recherche ont permis de répertorier les échantillons du couscous dans les deux comptes satisfaisant et acceptable. En plus quelques soit le nombre des échantillons analysés, le niveau de contamination au moment de prélèvement n'excède pas la valeur seuil (10^4 UFC/g) pour le compte insatisfaisant. Selon les rapports de PHAC publié sur le site de l'agence de la santé publique du Canada <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/index-eng.php#y>, ces concentrations ne sont pas jugées toxiques pour le consommateur (cf tableau 5). Cependant,

ce niveau de contamination peut être augmenté sous l'influence de conditions de manipulations y compris le temps et la température de stockage.

Par ailleurs, ces résultats montraient une contamination faible par rapport à celle reportée par Coulin et *al.* (2006) et Assanvo et *al.* (2006). Ces auteurs ont montré en moyen une contamination de 10^6 UFC/g. Cependant, Djeni et *al.* (2011) ont montré une contamination de 60 UFC/g qu'elle est plus faible que la concentration moyenne obtenue dans cette étude.

Tableau 05 : Dénombrement et prévalence des *Enterobacteriaceae* à partir des échantillons de couscous.

Nombre d'échantillon total		30
Nombre d'échantillon analysé		20
Echantillons contaminés		8
Prévalence %		40%
Niveau de contamination	Maximum	$6,436 \times 10^3$,
	Moyenne*	$2,315 \times 10^3$.
	Minimum	2
Echantillon non contaminé		11
Prévalence %		60%

* La concentration a plus de chance d'être consommée par les consommateurs sélectionnée à l'aide de l'instruction uniRisk (@risk).

** préparé à la vieille.

V.3. Identification biochimique des isolats par la galerie API 20E

Les isolats purifiés étaient ensuite identifiés à l'aide de la galerie API 20E. Le profil biochimique de certains isolats est illustré sur la figure 12. Ces profils étaient traités par le logiciel apiweb® V 5.0 qui permet d'identifier l'espèce de chaque isolat.



Figure 12 : Profile biochimique de la galerie API 20E pour les deux souches d'*Enterobacteriaceae* E 2 Q et E 26 R. a)- avant l'incubation ; b)- après l'incubation.

Les résultats de l'identification sont illustrés sur le tableau6. Le pourcentage de l'identification (%ID) comprise entre 90% et 99% ce qui montre une bonne identification biochimique.

L'ensemble de 18 isolats ont été identifiées à l'aide de la galerie API 20E. Au total 12 espèces ont été déterminées (cf. figure 13). Elle montre l'abondance de l'espèce *Klebsiella pneumoniae* et *Klebsiella oxytoca* avec une prévalence de 20% et 13% respectivement. L'*Enterobacter cloacae* présentait avec une prévalence de 13% suivi par *Serratia liquefaciens* (6%). Par ailleurs, les espèces *Raouhnella aquatilis*, *Serratia rubidaea*, *Shigella sonnei*, *Citrobacter youngae*, *E. sakazakii*, *Pantoea ssp* et *Citrobacter farmeri* se présente à une prévalence minimale de 6%. Ces espèces présentes à différentes concentrations dans les échantillons analysés (cf. tableau 6).

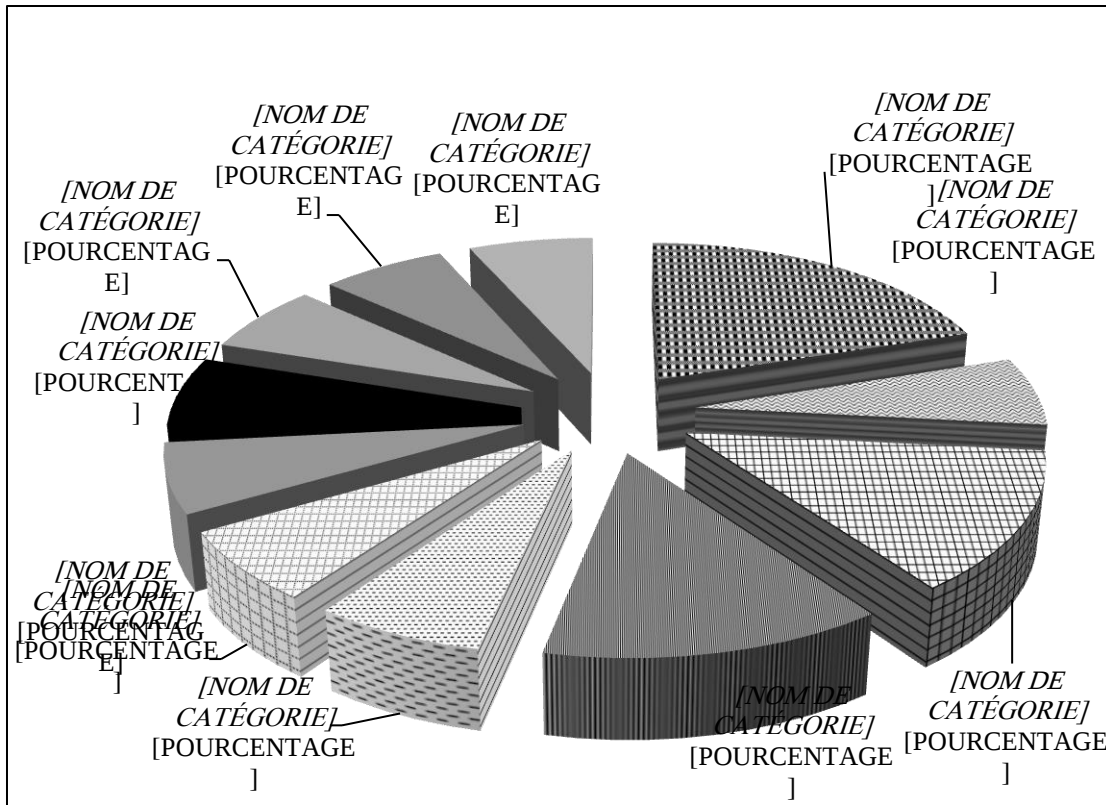


Figure 13 : Répartition des différentes espèces d'*Enterobacteriaceae* isolées à partir de couscous prêt à la consommation dans la ville de Laghouat (résultats année 2015).

Les espèces ont été également identifiées à partir du couscous ivoirien (Djeni et *al.*, 2011, Amenan et *al.*, 2013), riz et les produits amylacés (Dariush et *al.*, 2012). Elles peuvent impliquer dans des cas de détérioration grâce à leur système enzymatique. Elles sont capables de produire des enzymes comme les amylases (Feillet, 2000), les lipases et des protéases (El Marrakchi et *al.*, 1988). En effet, 13% des cas de détérioration ont été constatés chez les consommateurs interrogés (dans cette étude) dans la ville de Laghouat. Cela est probablement dû notamment à la prolifération de ces bactéries.

Tableau 06 : Identification des isolats et la concentration (UFC/g) de chaque espèce d'*Enterobacteriaceae* isolées à partir du couscous.

Echantillons	Souches	N (10 ³ UFC/g)	Identification des isolats par20E	%ID	Proportion de contamination	N (10 ³ UFC/g) espèces
Echantillon 2	E 2 Q	4,06	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	90	0,33	1,35
	E 2 P		<i>Serratia liquefacien</i>	95	0,33	1,35
	E 2 S		<i>Enterobacter cloacae</i>	95	0,33	1,35
Echantillon 5	E 5 A1	2,31	<i>Klebsiella oxytoca</i>	90	0,33	0,77
	E 5 E		<i>Raouhnella aquatilis</i>	95	0,33	0,77
	E 5 A2		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	99	0,33	0,77
Echantillon 12	E 12 O	6,43	<i>Serratia rubidaea</i>	98	0,5	3,21
	E 12 N		<i>Klebsiella pneumoniaessp</i>	99	0,5	3,21
Echantillon 16	E 16 C1	8*	<i>Shigella sonnei</i>	99	0,5	4*
	E 16 C2		<i>Citrobacter youngae</i>	99	0,5	4*
Echantillon 19	E19 I	1,22	<i>Enterobacter sakazakii</i>	99	1,00	1,22
Echantillon 22	E 22 G	1,90	<i>Pantoea ssp</i>	99	1,00	1,90
Echantillon 26	E 26 R	2*	<i>Citrobacter farmeri</i>	90	0,50	1*
	E 26 F		<i>Klebsiella oxytoca</i>	98	0,50	1*
Echantillon 30	E 30 J K	14*	<i>Enterobacter cloacae</i>	95	1,00	14*

*Nombre total des bactéries en UFC/g, %ID : Pourcentage de l'identification

Par ailleurs, ces espèces sont également impliquées dans plusieurs toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) (Davin-Regli et *al.*, 1997 ; Mezzatesta et Stefani, 2012). En Algérie, ces bactéries ne sont pas répertoriées comme un agent incriminé dans les TIAC (Mouffouk, 2011). Cependant, selon la même auteur, le couscous est le troisième plat incriminé dans les TIAC en Algérie en 2011. Dans la ville de Laghouat, ces bactéries n'étaient pas recherchées ou détectée comme agent causal des TIAC (source DSP de Laghouat). Cela est probablement lié notamment à la disparition des plats témoins causant les TIAC ou toxi-infection alimentaire et/ou de l'automédication des intoxiqués. En plus, en Algérie, 61% des cas de TIAC dont l'agent est inconnu qui peut être causé par un éventail des germes y compris les *Enterobacteriaceae*. En plus, la majorité des cas de TIAC notifiées est basé sur des suspicions symptomatologique. Entre outre, dans les pays arabe les troubles gastroentérites ne sont pas considérées comme un problème sérieux de santé publique FAO (2005). Cependant au Maroc, ces bactéries sont incriminé dans de TIAC lié à la consommation du couscous (Aoued et *al.*, 2010; Benkadour, 2002). Il est a noté également au Maroc, le couscous a été responsable de 6 % de TIAC (Belomaria et *al.*, 2007).

V. 5. Estimation du risque d'*Enterobacteriaceae*

Le risque d'*Enterobacteriaceae* était estimé en utilisant le modèle d'estimation du risque construit à l'aide de l'Excel compilé avec le logiciel @risk (version 6.3). Les résultats ont été exprimés en nombre des personnes malades par an par 100 000 habitants.

Le modèle d'évaluation quantitative du risque lié à la consommation du couscous contaminé par les *Enterobacteriaceae* a été bâti en basant sur la simulation des variables liées à trois volets. Le premier volet présente les caractéristiques d'*Enterobacteriaceae* : concentration initiale (N_0), la proportion de chaque espèce identifiée (P), leurs paramètres de croissance (le temps de latence (lag phase) et le taux de croissance ($\mu_{T^\circ C}$), les paramètres de leur thermorésistance (durée de la réduction décimale D et la sensibilité au traitement thermique zT) et les doses toxiques (cf. tableau 7). Le deuxième volet rassemble toutes les variables liées aux conditions de consommation du couscous (après la première prise) (cf. tableau 8). Le troisième volet caractérise le comportement de consommateurs du couscous et sa modalité de consommation à Laghouat (cf. tableau 8).

Tableau 07 : Caractéristiques de croissance et la dose toxique des espèces identifiées à partir du couscous prêt à la consommation.

Espèces	Paramètre de croissance		Références	Dose toxique (UFC/g ou UFC/mL)	Références
	Lag (h)	μ (h ⁻¹)			
<i>Shigella</i> spp	2	1	Zaika et Scullen (1996)	10-200	Kurjak et Chervenak (2006)
<i>Serratia</i> spp	/	/	/	inconnue	/
<i>Klebsiella</i> spp	/	0,19	Cheng et al. (2005)	10 ⁸	Janda et Abboh (2006)
<i>Citrobacter</i> spp	6	1,15	Keevil et al. (1977)	10 ⁷	Tennant et al. (2008)
<i>Enterobacter</i> spp	1,73	2,32	Kandhai et al. (2006)	10 ³	Iversen et Forsythe, (2003).

Lag : le temps de latence, μ : taux de croissance

A partir des résultats de l'enquête effectuée chez les consommateurs de la ville de Laghouat, plusieurs scénarii ont été ressortis (Tableau 8). À chaque scénario la concentration finale des cellules de chaque espèce, c'est-à-dire au moment de la consommation a été estimée (cf. tableau 8). Les résultats montraient que quel que soit le scénario la concentration finale de microorganismes incriminé n'accède pas celle toxique. Alors pas du risque pour le consommateur. Par conséquent, une chance nulle d'avoir une personne intoxiquée par le couscous en mangeant ces bactéries.

Ces résultats ont confirmé les statistiques de DSP de la région de Laghouat qui n'ont pas notifié des cas de TIAC dans la ville de Laghouat.

Tableau 08 : Modèle d'estimation du risque d'*Enterobacteriaceae* lié à la consommation de couscous prêt à la consommation.

Concentration initiale de germes (10^3 UFC/g)	Prévalence de l'espèce (%)	Fréquence de consommation par semaine (%)	Nombre de prise	Scenarii	Temps de conservation de la portion (h)	Température de conservation de portion (°C)	Concentration finale au moment de la consommation (10^3 UFC/g)	Concentration toxique	Nombre de personne malade par an/100000 habitants
1,35	41	78	1 ^{ère} prise	Scenario 1	0	0	1,35	10^8	0
		12	2 ^{ème} prise	Scenario 2	9	7	6,09		0
		2	3 ^{ème} prise	Scenario 3	24	7	12,32		0
		8	Plus de 3	Scenario 4	168	7	10^3		0,1

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude a eu pour objectif l'estimation du niveau de risque des *Enterobacteriaceae* dans le couscous prêt à la consommation dans la ville de Laghouat, qui est l'un des aliments le plus consommé et le troisième plat incriminé dans les TIAC en Algérie. Ces bactéries sont probablement une des principales causes des 60% des TIAC non expliquées et/ou déterminer par constatation symptomatologique.

Alors, il est très important de rechercher l'une des flores indicatrices d'hygiène pour renseigner sur la qualité microbiologique de couscous au moment de la consommation et d'estimer le risque lié à la consommation du couscous contaminé par ces bactéries.

En effet, les *Enterobacteriaceae* ont été mises en évidence dans 45% des échantillons de couscous analysés avec une contamination dans l'ordre de 2 à 610^3 UFC/g. Par conséquent, ces échantillons analysés présentent une qualité satisfaisant selon la réglementation internationale.

En fait, 22 isolats ont été identifiés appartiennent à 12 espèces différentes avec une prédominance de *Klebsiella*. Ces espèces ont été présentées à différentes concentrations. Cette concentration est dépendante de l'espèce incriminée. L'ensemble des concentrations étaient faible à celle causantes les intoxications alimentaires. La compilation des données de consommateurs et celles de bactéries, a estimé un risque relativement nul à la consommation du couscous. Ce risque est estimé pour la ville de Laghouat selon les données récoltées chez les consommateurs.

A l'issue de cette étude, le respect d'hygiène durant la préparation du couscous est primordial. Le risque lié à la consommation du couscous contaminé par ces bactéries peut être amplifié si le couscous est gardé longtemps soit la température ambiante.

Comme perspectives, l'étude de la synergie d'effet de l'ensemble des espèces est envisagée dans les prochains travaux. Il est intéressant aussi d'estimer le risque de ces bactéries dans les régions rurales où les conditions de vie et l'hygiène de vie est très difficile.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. Abbott S.L. (2007). *Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Plesiomonas, and Other Enterobacteriaceae*. In Murray, P.R., Baron, E.J., Jorgensen, J. H., Landry & M.L., Pfaller, M.A (Eds), *Manual Clin. Microbiol.* 9th Edition. Pp 698-711.
2. AFNOR, 1996. NF ISO 7932. Microbiologie directive générales pour le dénombrement de *Bacillus cereus*. Méthode par comptage des colonies à 30°C. Paris la défense : AFNOR, pp. 203-217.
3. Akpe A.R. Usuoge P.O.A., Enabulele O.I., Esumeh F.I., Obiazi H.A., Amhanre I.N. et Omoigberale O.M. (2010). Bacteriological and Physico-Chemical Quality of Wheaten White Bread Flour Made for Nigerian Market. *Pakistan J. Nutrition.* 9 (11), 1078-1083.
4. Amenan A. Soro-Yao, Kouakou Brou, Rose Koffi-Nevry, Marcellin Koffi Djè (2013). Microbiology of Ivorian Fermented Products: A Review. *Asian J. Agric. Food Sci.* 1 (2).
5. Anonyme (2003). Bactériologie DCEM1 Service bactériologie. Université de (2003).
6. Aoued L., Benlarabi S. et Soulaymani-Bencheikh R. (2010). Maladies d'origine alimentaire Définitions, Terminologie, Classifications. *Toxicol. Maroc.* 6, 1-16.
7. Assanvo J.B, Agbo G.N, Behi Y.E.N., Coulin P. et Farah S. (2006). Microflora of traditional starter made from cassava for “attieke” production in Dabou (Cote d'Ivoire). *Food Control.* 17(1), 37-41.
8. Avril J.L., Dabernat H., Denis F. et Monteil H. (1992). Bactériologie clinique. 2^{ème} édition. France. Pp 149-196.
9. Azudin N. (1988).The milling process in Omeranz Y. Wheat Chemistry and Technology. Vol. I and II. AACC, St. Paul, MN, USA
10. Belomaria M., Ahami A.O.T., Aboussaleh Y., Elbouhali B., Cherrah Y. et Soulaymani A. (2007). Origine environnementale des intoxications alimentaires collectives au Maroc : Cas de la région du Gharb Chrarda Bni Hssen. *Antropo.* 14, 83-88.
11. Benkadour K. (2002). Les toxi-infections alimentaires collectives (Situation épidémiologique des TIAC au Maroc, 1992-2001) in Rapport du séminaire

Références bibliographiques

national sur Le système HACCP dans le domaine de l'hygiène alimentaire.
Rabat - du 8 au 10 mai 2002.

12. Bouvet P. 1995. Salmonelles et salmonellosis en France. Dans sécurité alimentaire du consommateur (Collection STAA). Moll, M. et Moll, Editions Lavoisier. 1-20.
13. Buchanan R.L. (2004). Principles of risk analysis as applied to microbial food safety concerns. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 95, 6 -12.
14. CAC (Codex Alimentarius Commission) (1997). Principles and guidelines for the Conduct of a Microbiological risk assessment. FAO, Rome. CAC/GI-21.
15. CAC (Codex Alimentarius Commission) (1999). Principles and guidelines for the Conduct of a Microbiological Risk assessment. FAO, Rome. CAC/GI-30.
16. Carbonnelle B., Denis F., Marmonier A.A., Pinon G. et Vargues R. (1987). Bactériologie médicale. Techniques usuelles. Paris SIMEP. Pp 120-137.
17. Carlin F., Girardin H., Peck M.W., Stringer S.C., Barker G.C., Martinez A., Fernandez A., Fernandez P., Waites W.M., Movahedi S., Van Leusden F., Nauta M.J., Moezelaar R., Del Torre M. et Litman S. (2000). Research on factors allowing a risk assessment of spore-forming pathogenic bacteria in cooked chilled foods containing vegetables: à FAIR collaborative project. *Int. J. Food Microbiol.* 60, 117–135.
18. Cheng K.K., Liu H.J. et Liu D.H. (2005). Multiple growth inhibition of *Klebsiella pneumoniae* in 1,3-propanediol fermentation. *Biotechnol Lett.* 27(1), 19-22.
19. Cheng K.K., Liu H.J. et Liu D.H. (2005). Multiple growth inhibition of *Klebsiella pneumoniae* in 1,3-propanediol fermentation. *Biotechnol. Lett.* 27(1), 19-22.
20. Codex Standard 202-1995 NORME codex pour le couscous. Codex alimentarius 202-1995.
21. Coker C., Poore C.A., Li X. et Mobley H.L. (2000). Pathogenesis of *Proteus Mirabilis* Urinary Tract Infection. *Microbes and Infection/ Institut Pasteur.* Pp 1497-1505.
22. Coskun F. (2013). Production of couscous using the traditional method in Turkey and couscous in the world. *Afr. J. Agric. Res.* 8 (22), 2609-2615.
23. Cottyne B., Regalado E., Lanoot B., Decléene M., Mew T.W. et Swings J. (2001). Bacteria populations associated with rice seed in the tropical environment. *Phytopathol.* 91, 282–292.

Références bibliographiques

24. Coulin P., Farah Z., Assanvo J., Spillmann H. et Puhan Z. (2006). Characterisation of the microflora of attiéke, a fermented cassava product, during traditional small-scale preparation. *Int. J. Food Microbiol.* 106, 131-136.
25. Dariush S., Ebadi A.A., Khoshkdaman M., Rabiei B., Elahinia A. (2012). Characterising the genetic diversity of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* isolated from rice and wheat in Iran. *Plant Protect. Sci.* 48, 162-169.
26. Davin-Regli A., Bosi C., Charrel R., Ageron E., Papazian L., Grimont P.A., Cremieux A. et Bollet C. (1997). A nosocomial outbreak due to *Enterobacter cloacae* strains with the *E. hormaechei* genotype in patients treated with fluoroquinolones. *J Clin Microbiol.* 35(4), 1008–1010.
27. Derouiche M. (2003). Couscous – Enquête de consommation dans l'est algérien, fabrication traditionnelle et qualité. Thèse de Magister. DNATAA. Université de Constantine. 125 p.
28. Djeni N.T., Toka D.M., Kouame K.A. et Dje K.M. (2011). Quality of attiéké (a Fermented Cassava Product) from the Three Main Processing Zones in Cote d'Ivoire. *Food Res. Int.* 44, 410-416.
29. Doumandji A., Boutekrabt L., Saidi N. A., Doumandji S., Hamerouch D et Haouari S., (2012). Etude de l'impact de l'incorporation de la spiruline sur les propriétés nutritionnelles, technologiques et organoleptiques de couscous artisanal. *Revus « Nature & Technologie »*. N° 06/Janvier 2012. 40-50.
30. El Marrakchi A., Tantaoui-Elaraki A., Hamama A. et Grin A. 1988. La flore microbienne du Smen marocain. II. Flores lipolytique et caseolytique. *Le Lait.* 68 (3), 333-34.
31. FAO (2005). FAO/WHO regional meeting on food safety for the Near East, Amman, Jordan. The impact of current food safety systems in the Near East/Eastern Mediterranean region on human health. Available at ftp.fao.org/es/esn/food/meetings/NE_wp2_en.pdf. accessed 22 February 2012.
32. Farmer J.J., Boatwright K.D. et Janda J.M., (2007). *Enterobacteriaceae* : Introduction and Identification. In : Murray, P.R., Baron, E.J., Jorgensen, J. H., Landry & M.L., Pfaller, M.A (Eds), *Manual Clin. Microbiol.* 9th Edition. Pp 649-669.
33. FDA (2002). Bacteriological Analytical Manual Online U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition.

Références bibliographiques

<http://www.911emg.com/Ref%20Library%20ERG/FDA%20Bacteriological%20Analysis.pdf>

34. Feillet P. (2000). Le grain de blé : Composition et utilisation. Edition Quae. INRA. Paris ; 308 P.
35. Hart C.A. (2006). *Klebsiella, Citrobacter, Enterobacter* and *Serratia spp.* In Gillespie, H., Hawkey, P.M., (Eds.), Principales and practice of Clinical Bacteriology. 2nd Edition. Pp 377-386.
36. HART T. et SHEARS P. 1997. Atlas de poche de microbiologie (Coll. Atlas de poche). 314 p.
37. Havelaara A.H., Nauta M.J. et Jansenb J.T. (2004). Fine-Tuning Food Safety Objectives and risk assessment. *Int. Food Microbiol.* 93, 11-29.
38. Humbert F. (1998). Les salmonelloses. In : Manual de bactériologie alimentaire. Sutra, L., Federighi, M., Jouve, J.L. Edition Polytechnica, Paris. Pp 27-52.
39. IFT, 2000. Emerging Microbiological Food Safety Issues: Implications for Control in the 21st Century. IFT Expert Report.
40. INRS (1998). De la fourche à la fourche XXVe symposium national de médecine agricole tours. 19 juin 1998 INRS documents pour le médecin du travail N° 75 3^e trimestre 1998.
41. Iversen C. et Forsythe S. (2003). Risk profile of *Enterobacter sakazakii*, an emergent pathogen associated with infant milk formula. *Trends Food Sc. Technol.* 14 (11), 443-454.
42. Iversen C. et Forsythe S. (2003). Risk profile of *Enterobacter sakazakii*, an emergent pathogen associated with infant milk formula. *Trends Food Sc. Technol.* 14 (11), 443-454.
43. Janda J.M. et Abbott S.L. (2006). The Genera *Klebsiella* and *Raoultella*. *The Enterobacteria* (2nd ed., pp. 115-129). Washington, USA: ASM Press
44. Janda J.M. et Abbott S.L. (2006). The Genera *Klebsiella* and *Raoultella*. *The Enterobacteria* (2nd ed., pp. 115-129). Washington, USA: ASM Press
45. Jaykus L. (1996). The application of quantitative risk assessment to microbial food safety risks. *Critical Rev. Microbiol.* 22, 279 -293.
46. Joly B. et Reynaud A. (2003). *Enterobacteriaceae* : systématique et méthode de diagnostic. TEC & DOC (Ed.), Lavoisier, Paris. Pp 356.
47. Kandhai M.C., Reij M.W., Grogno C., Van Schothorst M., Gorris L.G.M. et Zwietering M.H. (2006). Effects of Preculturing Conditions on Lag Time and

Références bibliographiques

- Specific Growth Rate of *Enterobacter sakazakii* in Reconstituted Powdered Infant Formula. *Appl. Environ. Microbiol.* 72(4), 2721–2729.
48. Kandhai M.C., Reij M.W., Grogno C., Van Schothorst M., Gorris L.G.M. et Zwietering M.H. (2006). Effects of Preculturing Conditions on Lag Time and Specific Growth Rate of *Enterobacter sakazakii* in Reconstituted Powdered Infant Formula. *Appl. Environ. Microbiol.* 72 (4), 2721–2729.
49. Keevil C.W., Hough J.S. et Cole J.A (1977). Prototrophic Growth of *Citrobacter freundii* and the Biochemical. Basis for its Apparent Growth Requirements in Aerated Media. *J. General Microbiol.* 98, 273-276.
50. Keevil C.W., Hough J.S. et Cole J.A (1977). Prototrophic Growth of *Citrobacter freundii* and the Biochemical. Basis for its Apparent Growth Requirements in Aerated Media. *J. General Microbiol.* 98, 273-276.
51. Kurjak A. et Chervenak F.A. (2006). Textbook of Perinatal Medicine (2nd Ed.). United Kingdom: Informa UK Ltd.
52. Kurjak A. et Chervenak F.A. (2006). *Textbook of Perinatal Medicine* (2nd Ed.). United Kingdom: Informa UK Ltd.
53. Lammerding A.M. (1997). An Overview of Microbial Food Safety Risk Assessment. *J. Food Prot.* 60, 1420-1425.
54. Lammerding A.M. (2004). What is risk assesment?. International Conference Laval France.
55. Lammerding A.M. et Fazil A. 2000. Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment. *Int. J. Food Microbiol.* 58, 147-157.
56. Le Minor L. et Richard C. (1993). Méthode de laboratoire pour l'identification des *Enterobacteriaceae*. Institut Pasteur. Pp 18-136.
57. Lindqvista R., Sylvena S. et Vagsholm I. (2002). Quantitative microbial risk assessment exemplified by *Staphylococcus aureus* in unripened cheese made from raw milk. *Int. J. Food Microbiol.* 78, 155–170.
58. Marks H.M., Coleman M.E., Lin J.C.T. et Roberts T. (1998). Topic in microbial risk assessment: dynamic flow tree process. *Risk Analysis.* 18, 309-328.
59. McKone T.E. (1996). Overview of the risk analysis Approach and Terminology: the Merging of Science, Judgment and Values. *Food Control.* 7, 69-76.

Références bibliographiques

60. Mezzatesta M.L., Gona F. et Stefani S. (2012). *Enterobactercloacae* complex: clinical impact and emerging antibiotic resistance. *Future Microbiol.* 7 (7), 887-902.
61. Morancho J. (2000). Production et commercialisation du blé dur dans le monde. In: Araus JL (ed) Durum wheat improvement in the Mediterranean region: new challenges. Zaragoza, 12–14 April 2000, pp 29–34.
62. Mouffok F. (2011). Situation en matière de TIA en Algérie de 2010 à 2011. 2eme congrès Maghrébin sur les TIA, Tunis le 14-15 décembre, 2011.
63. National Academy of Sciences (2001). Food Safety Policy, Science, and Risk Assessment: Strengthening the Connection: Workshop Proceedings Food Forum, Food and Nutrition Board. ISBN: 0-309-56512-X.
64. Notermans S. et Batt C.A. (1998). A risk assessment approach for food borne *Bacillus cereus* and its toxins. *J. Applied Microbiol. Symposium Supplement.* 84, 51-61.
65. Notermans S. et Hoornstra E. (2000). Risk Assessment of *Listeria monocytogenes* in Fish products: Some General Principles, Mechanism of infection and the use of performance standards to control human exposure. *Int. J. Microbiol.* 62, 223-229.
66. Notermans S., Dufrenne J., Teunis P., Beumer R., Giffel M.T. et Weem P.P. (1997). A risk assessment study of *Bacillus cereus* present in pasteurized milk. *Food Microbiol.* 14, 143-151.
67. Notermans S., Nauta M.J., Jansen J., Jouve J.L. et Mead G.C. (1998). A risk assessment approach to evaluating food safety based on product surveillance. *Food Control.* 9, 217-223.
68. NSW (2008). Potentially hazardous foods : Foods that require temperature control for safety. NSW/FA/CP016/0810.
69. Oscar T.P. (2004). A quantitative risk assessment model for salmonella and whole chickens. *Int. J. Food Microbiol.* 93, 231-247.
70. PHE, 2015. UK Standards for Microbiology Investigations: Identification of *Enterobacteriaceae*. Public health England. 4, 1-34.
71. Pickering L., Baker C.J., Kimberlin D.W. et Long S.S. (2009). In RED BOOK: 2009 Report of the Committee on Infectious Diseases. In: Summaries of infections Diseases. 28th Edition.

Références bibliographiques

72. Pilet C., Bourdoi J.L., Toma B., Marchal N., Balbastre C. et Person J.M. (1987). Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne. Paris. Douin. Pp 81-93.
73. Reij M.W. et Van Schothorst M. (2000). Critical notes on Microbiological Risk Assessment of Food. *Brazilian J. Microbiol.* 31, 01-08.
74. Ronald A. (2003). The Etiology of Urinary tract infection: Traditional and Emerging Pathogens. *Disease-a-Month* : DM. Pp 71-82.
75. Russo T.A. et Johnson J.R. (2008). Diseases Caused by Gram-Negative Enteric Bacilli. In A.S. Fauci, & A. Fauci (Eds). 17th Edition.
76. Shaker R., Osaili T., Al-Omary W., Jaradat Z. et Al-Zuby M. (2007). Isolation of *Enterobacter sakazakii* and other *Enterobacter* sp. from food and food production environments. *Food Control.* 18, 1241–1245.
77. SIFPAF (2012). La filière semoule, pate et couscous. Comité française de la semoulerie industrielle.
78. Sumner J., Ross T. et Ababouch L. (2004). Application of Risk Assessment in the Fish Industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. ISBN 92-5-104951-3.
79. Tansill (1989). Bergey's manual of systematic bacteriology.
80. Tennant S.M., Hartland E.L., Phumoonna T., Lyras D., Rood J.I., Robins-Browne R. M. et Van Driel I.R. (2008). Influence of Gastric Acid on Susceptibility to Infection with Ingested Bacterial Pathogens. *Infect. Immun.* 76 (2), 639-645.
81. Westrell T. (2004). Microbial risk assessment and its implications for risk management in urban water systems. Edition 1:1. ISBN 91-85295-98-1. Printed by UniTryck, Linköping.
82. Whiting R.C., Buchanan R.L. (1997). Development of a quantitative risk assessment model for *Salmonella enteritidis* in pasteurized liquid eggs. *Int. J. Food Microbiol.* 36 (2-3), 111-25.
83. WHO (1995). Application of Risk Analysis to Food Standards Issues: Report of the joint FAO/WHO Expert Consultation, WHO/FNU/FOS/95.3.
84. Zaika L.L. et Scullen O.J. 1996. Growth of *Shigella flexneri* in foods : comparison of observed and predicted growth kinetics parameters. *Int. J. food microbiol.* 32 (1-2), 91-102.

Références bibliographiques

85. ZIANE M. (2014). Caractérisation, identification et étude de la thermorésistance de souches de *Bacillus cereus* isolées de semoule de couscous. Thèse de doctorat, université de Tlemcen.

ANNEXES

Annexe 1

Lecture des résultats de différents tests biochimiques (galerie API20 E)

Cupule	Caractère recherché	Enzyme ou voie métabolique	indicateur	Réactif (s) de révélation	Lecture	
					Négatif	Positif
ONPG	2-nitrophényl- β D-galactopyranoside	β -galactosidase		/	incolore	jaune
ADH	L-arginine	Arginine Dihydrolase	Rouge de phénol	/	Jaune	Rouge-orangé
LDH	L-lysine	Lysine Décarboxydase	Rouge de phénol	/	Jaune	Rouge-orangé
ODC	L-ornithine	Ornithine Décarboxydase	Rouge de phénol	/	Jaune	Rouge-orangé
CIT	Trisodium citrate	Utilisation du CITrate	Bleu de bromothymol	/	Vert pâle-Jaune	Bleu-vert
H ₂ S	Sodium thiosulfate	Production d' H ₂ S	Fer III	/	Incolore-grisâtre	Dépôt noir-fin liseré
URE	Urée	Urease	Rouge de phénol	/	Jaune	Rouge-orangé
TDA	L-tryptophane	Tryptophane Désaminase	/	Ajout d'une goutte de réactif de TDA	Jaune	Marron- rougeâtre
IND	L- tryptophane	Production D'indole	/	Ajout d'une goutte de KOVAC	Incolore-Vert pâle- Jaune	Rose
VP	Sodium pyruvate	Production d'acétoïne	/	Ajout d'une goutte de VP1 puis VP2	Incolore- rose pâle	Rose-rouge
GEL	Gélatine (origine bovine)	Gélatinase	/	/	Non diffusion	Diffusion du pigment noir
GLU	D-glucose	Fermentation-oxydation	Bleu de bromothymol	/	Bleu- bleu vert	Jaune, Jaune-gris
NR	Nitre réductase		/	Ajout de NIT 1 et NIT 2	Rouge	Jaune
SUCRE	Reste des sucres	Fermentation	Bleu de bromothymol	/	Jaune	Bleu

Annexe 2

1. TSE (Tryptone Sel Eau) : BioKar diagnostic

Tryptone	1,0g
Chlorure de sodium	8,5g
Eau distillée qsp	1litre
pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7±0,2	

2. TSA (Trypto-Caséine Soja) : BioKar diagnostic

Tryptone	15,0g
Peptone papaïnique de soja	5,0g
Chlorure de sodium	5,0g
Agar-Agar bactériologique	15,0g
Eau distillée qsp	1litre
pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7±0,2	

3. VRBG (Violet Red Bile Glucose) : BioKar diagnostic

Digestat enzymatique des tissus animaux	7,0g
Extrait autolytique de levure	3,0g
Glucose	10,0g
Sels biliaires	1,5g
Chlorure de sodium	5,0g
Rouge neutre	30,0mg
Crital violet	2,0mg
Agar-Agar bactériologique	15,0g
Eau distillée qsp	1litre
pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7±0,2	

عنوان المذكرة : تقييم المخاطر الميكروبيولوجية المتعلقة باستهلاك الكسكس في مدينة الاغواط: حالة البكتيريا المعوية
عبيودي نسرين و جوبر حسناء
الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى بحث وتقييم مستوى خطر البكتيريا المعوية وتركيزها في الكسكس عند الاستهلاك في منطقة الأغواط. ومن خلال ذلك، قد تم تحليل 20 عينة. 45% من العينات التي تم تحليلها، ملوثة من طرف البكتيريا المعوية وتتراوح بين 2 و 6.10^3 جرثومة في الغرام. بينما العينات الغير ملوثة 55%. وقد تم تحديد مجموعه 21 عزلة باستخدام API 20 E. 12 عزلة قد تم تحديدها مع غالبية كبيرة لنوع الكلبسيلا الرئوية (أكثر من 20%) المسببة للأمراض ، يليه البكتيرية المعوية (16%) التي تسبب التهابات مختلفة. تمت معالجة البيانات عن التلوث البكتيري، انتشار كل من انواعها مع اخذ بعين الاعتبار عادات المستهلك المتحصل عليها من خلال التحقيقات، وقد أظهرت هذه التحقيقات مخاطر ضئيلة في المدينة الأغواط. في النهاية، مهما كانت العادات، فإن معدل تلوث لا يصل الى الجرعة السامة. لذلك، فإن الكسكس لا يشكل خطرا كبيرا على الصحة العامة.

الكلمات الرئيسية : الكسكس، البكتيريا المعوية، تلوث، تقييم الخطر.

Memory title : Microbial risk estimation linked with couscous consumption at Laghouat : case of Enterobacteriaceae.

Students : AIBOUDI Nesrine & DJOUBAR Hasna

Directed by : Dr ZIANE Mohammed

Abstract

This study aimed to research and evaluate the risk level of *Enterobacteriaceae* and their concentration in the couscous while consumption in the city of Laghouat. For this 20 samples were analyzed. The 45% dish analyzed are contaminated with *Enterobacteriaceae* contamination ranges between 2 and 6.10^3 CFU / g. However, 55% of the samples were not contaminated with these bacteria. A total 21 isolates were identified using API 20 E. In total 12 species were identified with a predominance of *Klebsiella pneumonia* (over 20%), pathogenic species followed by *Enterobacter spp* (16%) that cause different infections. The compilation of data on contamination and the prevalence of each species on the one hand and all scenarii formed from the survey conducted among consumers, on the other hand. The results showed a non risk in the city of Laghouat. Indeed, whatever the scenario, the infection rate is not achieve the toxic dose. So the couscous is not a major risk to the public health in the city of Laghouat.

Key words: couscous, *Enterobacteria*, contamination, evaluation of risk.

Estimation du risque microbiologique lié à la consommation du couscous dans la ville de Laghouat : cas des Enterobacteriaceae.

Etudiantes : AIBOUDI Nesrine & DJOUBAR Hasna

Encadreur: Dr. ZIANE Mohammed

Cette étude visait à rechercher et évaluer le niveau du risque des Entérobactéries et leur concentration dans le couscous au moment de consommation dans la ville de Laghouat. En effet, 20 échantillons ont été analysés, 45% des assiettes analysées sont contaminées par des Entérobactéries avec une contamination s'échelonne entre 2 et 6.10^3 UFC/g. Cependant, 55% des échantillons n'étaient pas contaminées par ces bactéries. Au total, 21 isolats obtenus ont été identifiés à l'aide d'API 20 E. Au total, 12 espèces étaient identifiées avec prédominance de *Klebsiella pneumoniae*, espèces pathogènes (plus de 20%) suivi par *Enterobacter spp* (16%) qui causent différentes infections. La compilation des données obtenues sur la contamination et la prévalence de chaque espèce, d'une part et l'ensemble de scenarii formés à partir de l'enquête effectuée chez les consommateurs, d'autre part. Les résultats ont montré un risque négligeable dans la ville de Laghouat. En effet, quel que soit le scénario, le taux de contamination n'accède pas la dose toxique. Alors, le couscous ne constitue pas un risque majeur pour la santé publique dans la ville de Laghouat.

Mots clés : couscous, Entérobactéries, contamination, évaluation du risque.