

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biochimie-Microbiologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Biochimie Appliquée

Thème

**Evaluation des risques de toxi-infection en restauration
rapide et de l'effet antibactérien de quelques plantes
médicinales**

Réalisé par :

Organisme d'accueil : Institut pasteur d'Algérie

M^{elle} : AIT MOHAND Cylia

M^{elle} : KHRIS Lila

Devant le jury :

Président : M^r TAZDAIT D.

Maître de conférences à l'UMMTO

Promoteur : M^{me} TAZDAIT R.

Maître de conférences à l'UMMTO

Co-Promoteur : M^{me} ALAMIR H.

Maître de recherche à IPA

Examinatrice : M^{me} BEDOUHENE-

Maître assistante à L'UMMTO

FENANE S.

Examinatrice : M^{lle} ASMANI K.

Maître assistante à L'UMMTO

Année universitaire : 2016-2017

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le bon DIEU de nous avoir donné la santé, la volonté, la foi et le courage pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier également toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenus en particulier :

*Notre promotrice : **Madame TAZDAIT. R, Maître de conférences à L'UMMTO** et notre Co-promotrice **Madame ALAMIR. H, Maître de Recherche à l'institut pasteur d'Alger**. Pour avoir accepté de diriger notre travail par leurs conseils, leurs disponibilités et leurs orientations.*

Nous remercions les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, nous vous en sommes très reconnaissantes et en espérant être à l' hauteur de votre confiance en particulier :

***Monsieur TAZDAIT. D, Maître de conférences à L'UMMTO** pour avoir accepté de présider le jury.*

***Madame BEDOUHENE-FENANE. S, Maître de conférences à L'UMMTO** pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

***Mademoiselle ASMANI. K, Maître assistante à L'UMMTO** pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Un grand merci pour **Madame BOUDIAF. M** pour son aide au choix des plantes médicinales.*

*Nous remercions également l'ensemble du personnel du service de bactériologie alimentaire des eaux et de l'environnement de l'institut pasteur d'Alger, également le personnel de laboratoire commun II d'analyses physico-chimiques et **Mademoiselle BOUADJELA. L** technicienne de laboratoire de biochimie à L'UMMTO*

Enfin toute ma sympathie et mes remerciements vont également à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.



Cylia & Lila



Dédicaces

Avant tout, mes remerciements infinis sont adressés à « DIEU le Tout puissant » de m'avoir donné le courage et la santé pour achever ce travail.

Je dédie le fruit de mon travail

À celle qui ma donner naissance et tout l'amour et l'affection dont j'ai besoin Ma rayonnante mère à qui je souhaite une longue vie plein de santé et mon très cher papa

À mon fiancé « REDOUANE » pour sa patience, son aide précieuse et ces encouragements

Ma très chère sœur : tina

À mon très chère frère « Abdeslem », et sa femme « fazia » et surtout leurs filles adorées « Emma et Lina »

À mes très chères frères : Hakim, Bassis, Ghilas.

À la mémoire de ma grande mère KOUKOU

À mes amies : lila ,ounissa , kahina , lydia, sonia





Dédicaces

Je commence par rendre grâce à DIEU et à sa bonté, pour la patience, la compétence et le courage qu'il m'a donné pour arriver à ce stade.

Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions.

Je dédie ce modeste travail à

Mon cher père, ma chère mère qui ont veillé à ce que je suis arrivé maintenant. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Que dieu vous protège et vous offre une vie pleine de joie, et bonheur.

Mes sœurs : celia et maya

Toute ma famille : Oncles, tantes, cousins et cousine

Mes amies : Celia, Lamia, Leticia, Ouardia et Siham

Enfin, à tous ceux qui m'aiment



Sommaire

Abréviation

Liste des figures

Liste des tableaux

Chapitre I : la restauration rapide

Introduction	1
1. Historique	2
2. Définition de la restauration rapide	2
3. Classification de la restauration commerciale	2
4. Le succès de la restauration rapide	3
5. l'image et la politique de la restauration rapide	4
6. le secteur de la restauration rapide en Algérie	5
7. le nombre de fast-food estime en Algérie	5
8. les toxi-infections alimentaires collectives en restauration rapide	6
9. les causes des maladies alimentaires en restauration rapide	7
10. Diagnostic des TIAC	7
11. Déclaration des TIAC	8
12. Procédure à suivre pour mener l'enquête	8

Chapitre II : Facteurs de développement des microorganismes

1. Origine des micro-organismes présents dans les aliments	10
2. Facteurs de développement des microorganismes dans les aliments	14
3. Conséquence de la contamination des aliments	21
4. Hygiène et sécurité des aliments	24

Chapitre III : Infections alimentaires d'origine microbiennes

1. Définition	29
2. Les principales maladies d'origine alimentaires	29
3. Mécanismes d'infections	30
4. Les principaux agents infectieux responsables des maladies d'origine alimentaire	31
4.1. <i>Salmonelles</i>	32
4.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	34
4.3. <i>Escherichia Coli</i>	35

Chapitre IV : les plantes médicinales

Introduction	40
1. Définition	40
2. Principe actif	40
3. Les métabolites secondaires des plantes médicinales	41
4. Les huiles essentielles extraites à partir des plantes médicinale	44
5. Présentation des plantes médicinales étudiées	45
5.1 <i>L'urtica dioica</i> (ortie)	45
5.2. <i>Cinnamomum cassia</i> (cannelle)	50

Matériel et méthodes

1. Matériel	53
2. Méthodes	54
2.1. Echantillonnage et prélèvement des aliments	54

2.2. Analyses microbiologiques des aliments -----	54
2.2.1. Préparation de solution mère (SM) -----	55
2.2.3. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> -----	56
2.2.4. Recherche et dénombrement des <i>Salmonelles</i> -----	57
2.2.5. Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> -----	66
2.2.6. Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs -----	67
2.2.7. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale -----	68
2.2.8. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux -----	68
2.2.9. Expression et interprétation des résultats des analyses microbiologiques des aliments -----	70
2.3. Préparation des extraits végétaux -----	71
2.4. Etude de l'activité anti bactérienne des extraits -----	72
2.4.2. Antibiogramme -----	73
2.4.3. Aromatogramme -----	74
Résultats et discussion	
1. Résultats des analyses microbiologiques des échantillons alimentaires --	75
1.1. Présentation des résultats globaux -----	75
1.2. Présentation des résultats relatifs à la contamination par <i>Escherichia coli</i> -----	77
1.3. Niveau et qualité microbiologique de contamination globaux en fonction des germes recherches -----	78
1.4. Qualité microbiologique globale au fonction des germes -----	79
2. Aspect macroscopique des germes identifiant -----	80
2.1. <i>Staphylococcus aureus</i> -----	80
2.2. <i>Escherichia coli</i> -----	81
2.3. Coliformes totaux et fécaux -----	82
2.4. Flore mésophile aérobie totale (FMAT)-----	83
2.5. Bactéries anaérobies sulfito-reductrices-----	84
2.6. Germes non pathogènes identifiées -----	84
3. Résultats de l'antibiogramme de la souche de référence -----	85
3.1. Résultats des antibiogrammes des souches étudiant-----	85
3.2 Résultats des aromatogrammes -----	88
3.2.1 Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles -----	88
3.2.2. Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait brut d'ortie -----	90
3.3 Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait de la cannelle -----	95
Conclusion -----	97
Référence bibliographique	
Annexe	



Liste des abréviations

AW : Activity of water (L'activité de l'eau)

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

CC: colonies caractéristiques

CF : Coliformes fécaux

CNC : colonies non caractéristiques

CNRC : Centre National du Registre de Commerce

CT : Coliformes totaux

FAMT : Flore aérobie mésophile total

GBPH : Guide de bonnes pratiques d'hygiène

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point

HE : Huiles essentielles

JOA : journal officiel algérienne

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PASA: Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments

TIAC: Toxi-infections alimentaires collectives



Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau I: Critères microbiologiques des eaux de contamination humaine	13
Tableau II: pH optimum et limite de croissance de microorganismes des aliments	16
Tableau III: AW minimum permettant la croissance de microorganismes à une température proche de leur optimum	18
Tableau IV: Placement des aliments du quotidien dans le réfrigérateur	21
Tableau V: Principales maladies infectieuses d'origine alimentaire	31
Tableau VI: Principaux caractères permettant la différenciation des espèces du genre <i>Escherichia</i>	36
Tableau VII: La composition chimique des différentes parties de l'ortie	47
Tableau VIII: Liste des milieux de culture et des réactifs utilisés	54
Tableau IX: Lecture de la galerie miniaturisée	66
Tableau X: Critère microbiologiques des plats cuisinés	70
Tableau XI: Listes des antibiotiques utilisés pour chaque bactérie	73
Tableau XII: Résultats de l'analyse microbiologique pour les 34 échantillons alimentaires	75
Tableau XIII : Les résultats relatifs à la contamination par <i>Escherichia coli</i>	78
Tableau XIV: Les différents germes non pathogènes identifiés	84
Tableau XV: Résultats de l'antibiogramme de la souche de référence	85
Tableau XVI: Résultats de l'antibiogramme des quatre bactéries étudiées	86
Tableau XVII: Résultats de l'activité antibactérienne des huiles essentielles	88
Tableau XVIII: Activité antibactérienne de l'extrait d'ortie à différentes concentrations	90
Tableau XIX: Activité antibactérienne de l'extrait d'ortie à différentes dilutions	91
Tableau XX : Résultats de la recherche de la CMI pour <i>staphylococcus aureus</i>	93
Tableau XXI: Résultats de la recherche de la CMI pour <i>salmonella</i>	94
Tableau XXII : Résultats de l'utilisation de l'extrait de la cannelle sur les 4 bactéries pathogènes	95



Liste des figures

Figure	page
Figure 1: Interaction sol/organismes vivants	12
Figure 2: Représentation schématique des différentes étapes de l'infection orale par <i>Salmonella</i>	33
Figure 3 : Squelette de base des flavonoïdes	42
Figure 4: Hydroxylation d'acide benzoïque	42
Figure 5: L'image correspondant à l'ortie	45
Figure 6: Image de la tige et la poudre de la cannelle	50
Figure 7: Préparation du prélèvement	55 56
Figure 8: Protocole d'isolement de <i>staphylococcus aureus</i>	57
Figure 9: Recherche de <i>staphylococcus aureus</i> sur milieu Chapman	57
Figure 10: Le pré-enrichissement et enrichissement de <i>salmonella</i> en liquide	58
Figure 11: Isolement de <i>salmonella</i> sur milieu solide	58
Figure 12: Clé d'identification des Entérobactéries	59
Figure 13 : Recherche de l'uréase	61
Figure 14 : La recherche de TDA et l'indole par test urée indole	62
Figure 15 : La recherche de LDC	63
Figure 16 : Recherche d'enzyme α - galactosidase	64
Figure 17 : Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	66 67
Figure 18 : Recherche des anaérobies-sulfuro-réducteurs	68
Figure 19: Dénombrement de la flore aérobie mésophile total	68
Figure 20 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	69
Figure 21: Les étapes de l'extraction de l'extrait brut	72
Figure 22 : Présentation des niveaux de contamination globale en fonction des germes recherchés	79
Figure 23 : Synthèse de niveau de contamination des repas par types de germes (en %).	79
Figure 24 : Aspect macroscopique de <i>S. aureus</i> sur milieux Baird Parker (a) et Chapman (b)	81

Figure 25 : Aspect macroscopique d' <i>E. coli</i> sur milieu TBX (a) et Hektoen (b)	82
Figure 26 : Aspect macroscopique des coliformes totaux et fécaux sur milieu VRBL	82
Figure 27 : Aspect macroscopique des germes aérobies mésophiles totaux sur milieu PCA	83
Figure 28 : Resultats de l'antibiogramme pour les quatre souches testées	86
Figure 29 : Activité antibactérienne d'huiles essentielles d'ortie (a) et de menthe sauvage (b) sur <i>S. aureus</i>	89
Figure 30 : Résultats de la dilution de l'extrait brute d'ortie sur <i>staphylococcus aureus</i>	91
Figure 31 : Profile de la CMI pour <i>staphylococcus aureus</i>	93
Figure32 : Profile de CMB pour <i>staphylococcus aureus</i>	94
Figure 33 : Profile de CMB pour <i>salmonella</i>	95

Résumé

Les travaux présentés dans ce mémoire à pour objectif de déterminer d'une part la charge bactérienne globale des repas au niveau des fast-foods et d'autre part l'étude de l'activité antibactérienne des plantes médicinales, l'extrait brut de l'ortie, l'extrait brut de la cannelle et l'effet des huiles essentielles commercialisées de l'ortie, de la cannelle et de la menthe sauvage sur les quatre souches bactériennes (*staphylococcus aureus*, *salmonelle*, *E. coli* et *pseudomonas*).

Concernant :

L'extrait brut de l'ortie: l'étude montre bel et bien que cette plante présente un effet inhibiteur sur quelque souche bactérienne (*staphylococcus aureus* et *salmonella*). Par contre l'extrait brut de la cannelle n'a aucun effet sur les quatre souches étudiées.

Les huiles essentielles commercialisées :

L'huile d'ortie : présente une activité antibactérienne faible vis-à-vis de *staphylococcus aureus* et aucun effet sur *E. coli*, *salmonella* et *pseudomonas*.

L'huile de la cannelle : n'a aucune activité antibactérienne vis-à-vis des quatre souches bactériennes.

L'huile de la menthe sauvage: présente une activité antibactérienne la plus importante vis-à-vis de *staphylococcus aureus* et aucun effet sur *E. coli*, *salmonella* et *pseudomonas*.

Abstract

The work presented in this memorandum aims at determining the global bacterial load of meals at the fast-food level and on the other hand the study of the antibacterial activity of medicinal plants, the crude extract of Cinnamon and wild mint on the four bacterial strains (staphylococcus aureus, salmonella, E. coli and pseudomonas).

Concerning:

The net extract of nettle: the study shows that this plant has an inhibitory effect on some bacterial strain (staphylococcus aureus and salmonella). On the other hand, the crude extract of cinnamon has no effect on the four strains studied.

The essential oils sold:

Nettle oil: exhibits low antibacterial activity against staphylococcus aureus and no effect on E. coli, salmonella and pseudomonas.

The oil of cinnamon: has no antibacterial activity with respect to the four bacterial strains.

Wild mint oil: Have the most important antibacterial activity against staphylococcus aureus and no effect on E. coli, salmonella and pseudomonas.

Introduction

La veille sanitaire par investigation des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) contribue à une identification précoce des aliments responsables et la prise de mesures de protection des consommateurs.

De nos jours; l'application rigoureuse des mesures d'hygiène décrites dans les «Bonnes pratiques de fabrication», permet, de gérer de façon préventive la salubrité des aliments. Parallèlement l'application du système HACCP s'est imposée en raison de la concurrence internationale et des réglementations devenues plus rigoureuses.

L'hygiène en restauration rapide correspond en réalité à l'ensemble des mesures et précautions qui doivent être prises pour éviter la prolifération des microorganismes et leurs actions néfastes. Dès lors la qualité microbiologique des repas constitue un enjeu d'une importance capitale.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dont l'objectif général est l'appréciation de la qualité microbiologique des repas cuisinés au niveau des fast-foods. Il s'agit de façon spécifique de déterminer la charge bactérienne globale des repas chauds, d'apprécier le niveau de contamination et de proposer l'utilisation de certaines plantes médicinales lors de l'élaboration des repas. Ainsi, la présente étude a été réalisée dans le but de :

- Détecter les sources potentielles de contamination bactérienne des aliments servis au niveau des fast-foods.
- Etudier l'activité antibactérienne de certaines plantes médicinales pouvant être employées comme épice ou autre additif alimentaire. L'extrait brut d'ortie et l'extrait brut de cannelle, les huiles essentielles d'ortie, de cannelle et de menthe sauvage ont fait l'objet de cette étude.

Chapitre I

La restauration rapide

1. Historique

Des changements sociaux et des modes de vie ont permis l'apparition du marché de la restauration rapide. Sa naissance remonte à 1976, date à laquelle une entreprise française dénommée « PAUL » fût la première à marquer le pas. Elle fût suivie de près par l'enseigne américaine « Mc Donald's » (**DUPREZ, 2013**). Puis, jusqu'à la fin des années 90, des crises alimentaires et des mouvements de lutte apparaissent fragilisant le marché. La restauration rapide n'a pu être relancée qu'à partir des années large 1996-2000, avec l'arrivée d'une offre plus diversifiée. La restauration ne se compose plus essentiellement de produit de type sandwich, mais on y trouve, désormais, des pâtes et même une offre de type alimentation biologique dite « BIO ». Depuis, il y a augmentation du nombre d'établissements et du chiffre d'affaire (**RAOUL, 2006**).

2. Définition de la restauration rapide

Selon le ministère de l'agriculture et de la pêche (**MAP, 2005**) la restauration hors foyer comprend deux types de restaurations : la restauration commerciale et la restauration collective. Définie par sa fonction sociale, la restauration collective vise à assurer les besoins alimentaires au sein d'une collectivité. Elle est une réponse au besoin d'une clientèle « captive », c'est-à-dire obligée de manger hors foyer, et n'a pas de but lucratif. Elle représente la grande majorité des repas hors foyer avec 85 % des repas servis. La restauration commerciale regroupe les entreprises de restauration à but lucratif. Ce mode de restauration comprend la restauration traditionnelle, la restauration rapide et les cafétérias et représente 15 % des repas servis.

La restauration rapide se situe dans le marché de la restauration commerciale. Elle est définie comme étant la fourniture au comptoir d'aliments et de boissons à consommer sur place ou à emporter, présentés dans des conditionnements jetables (**INSEE, 2003**).

3. Classification de la restauration commerciale

La restauration commerciale regroupe les structures de restauration à but lucratif, que l'on peut classer en différents secteurs ;

- le type informel (gargotes) ou traditionnel.

- le type occidental ou formel. C'est le cas des restaurants et des cafétérias.
- le type rapide qui comprend les Fast-foods, Pizzerias et Schawarmas (**JORF, 1997**).

Dans cette répartition le segment le plus important est celui des restaurants traditionnels qui représentent 62 % du nombre total d'entreprises. La restauration rapide est en seconde position avec 22% des établissements. Les restaurants d'hôtels représentent 13 % du nombre total d'entreprises (**Agence Pour la Création, 2010**).

4. Le succès de la restauration rapide

Selon le **SNARR(2006)**, le principal facteur de succès de la restauration rapide est d'avoir su répondre « aux attentes cachées du consommateur ». La restauration rapide se développe parce qu'elle est en phase avec certaines tendances de fond.

- **La proximité**

Etre utile aux consommateurs, c'est être proche d'eux, répondre à leurs demandes et leur faciliter la vie. La restauration rapide est donc implantée dans les centres villes, dans les centres commerciaux, au cœur des quartiers de bureaux.

- **La rapidité et la facilité**

De moins en moins de temps est accordé au repas : 17 minutes par jour en moyenne pour le petit déjeuner, 33 minutes pour le déjeuner et 38 minutes pour le dîner. La généralisation du travail des femmes a participé à ce mouvement en réduisant le temps accordé à la préparation des repas.

- **Le rapport qualité/prix**

La restauration rapide offre le repas le moins cher de toute la restauration commerciale. La restauration hors foyer devient « captive » c'est-à-dire obligatoire pour le travailleur, le lieu de travail étant de plus en plus éloigné du lieu d'habitation. Dans ce contexte, la maîtrise des dépenses devient essentielle.

- **Une clientèle spécifique**

La restauration rapide touche une clientèle majoritairement jeune : plus de 50% de ses clients ont moins de 30 ans, tant pour les chaînes que pour les indépendants. Les

grandes chaînes réalisent également une part importante de leurs chiffres d'affaire avec la clientèle familiale. Enfin, la restauration rapide séduit les clientèles touristiques confrontées à un problème de lisibilité de l'offre du pays d'accueil. Sans habitudes, sans repères, éventuellement méfiants envers la nourriture locale, les touristes retrouvent avec la restauration rapide des enseignes familières. Cette cible est pourtant beaucoup trop restrictive. La clientèle de la restauration rapide est diverse selon les lieux et le moment de consommation.

5. L'image et la politique de la restauration rapide

D'après **LENDREVIE et al., (2003)** La restauration rapide compte de nombreuses chaînes de restauration. Cette activité a pour condition une satisfaction et une séduction sur le long terme d'une clientèle dont les besoins évoluent.

5.1. L'image, atout des chaînes de restauration

Pendant longtemps, les entreprises n'attachaient qu'une importance secondaire à la communication, reposant leur succès sur la qualité de leur production et de leur réseau de distribution. Cette attitude vis-à-vis de la communication a changé pour des raisons communes aux entreprises :

* Une bonne image peut constituer une protection efficace contre une attaque, cette image dépend surtout du respect des normes hygiéniques et sanitaire lors de la préparation et la présentation des repas ainsi que la propreté des salles de dégustation et la qualité des produits utiliser. Ces derniers sont considérer comme un arsenal qui protège l'entreprise lors d'un accident Ce point est particulièrement important pour la restauration rapide qui compte nombre de détracteurs,

* Si une entreprise se prive d'une politique de communication, elle ne cesse pas pour autant de communiquer. En l'absence d'une image choisie par l'entreprise, les consommateurs se chargent eux-mêmes d'en trouver une: « si le responsable marketing ne choisit pas le positionnement, le public s'en chargera ». Aujourd'hui, les grandes enseignes de la restauration rapide ont cessé de négliger leur image. Chacun essaye de faire de sa marque une vraie garantie de qualité.

5.2. La « malbouffe », une image négative des fast-foods

La restauration rapide a souffert et continue de souffrir d'une image négative. L'origine de cette étiquette est la faible valeur nutritionnelle des produits proposés par les leaders anglo-saxons de la restauration rapide. Le « hamburger-frite » est principalement en cause avec la critique d'une offre peu nutritive et très calorique. Le néologisme « malbouffe » résume bien l'inquiétude des chaînes de restauration rapide.

Là encore, l'enjeu est grand pour la restauration rapide qui fait peu à peu sa révolution. Décrite pour ses repas non équilibrés, la restauration rapide a étoffé ses gammes pour proposer des menus plus diététiques. Le leader McDonald's propose par exemple plusieurs types de salades, des sachets de fruits comme dessert et des carottes à la place des frites dans les menus enfants.

Selon la même logique, les grands acteurs de la restauration rapide affichent des informations nutritionnelles sur chaque emballage fourni aux clients. La critique de la qualité nutritionnelle de l'offre fast-food est une tendance forte des consommateurs. Or, pour le consommateur, la qualité est considérée dans sa globalité. La faible qualité diététique influe sur la perception des clients de la qualité sanitaire de l'offre.

6. Le secteur de la restauration rapide en Algérie

Selon **ABDELGHANI (2012)** sur le stade juridique et réglementation, les conditions d'implantations des chaînes de restauration rapide dénommés communément "fast-foods" est actuellement en prise en charge par le ministère du Commerce. À travers ces textes, le ministère compte réglementer et organiser cette activité. La restauration rapide en Algérie, est devenue juteux, est investi par de nombreux commerçants. Des fast-foods sont créés dans des endroits inappropriés. D'autres n'observent même pas les règles hygiènes. D'autres encore utilisent un espace réduit et souvent inadéquat pour un meilleur exercice de cette activité.

En Algérie les conditions d'accueils des clients sont inadaptées. L'on remarque des citoyens prendre leurs sandwiches debout sur les trottoirs, faisant face à la circulation des voitures, inhalant, à leur grand dam, les gaz qu'elles dégagent et qui se confondent paradoxalement avec la saveur du menu commandé.

7. le nombre de fast-food estimé en Algérie

Le nombre des fast-foods inscrits au niveau du Centre National du Registre de Commerce (CNRC) dépasse largement les 5 000 par an, Mis à part ceux qui exercent au noir. Le nombre de fast-foods inscrits au niveau du CNRC est estimé à 5 984 contre seulement 558 restaurants, durant l'exercice 2012. Au cours de cette année, la wilaya d'Oran vient en tête des wilayas en ce qui concerne le nombre de fast-foods autorisés par le CNRC, avec plus de 317 autorisations délivrées au cours de ces derniers mois.

La wilaya de Bejaia vient en deuxième position avec 293 fast-foods, suivie par la capitale avec 292 fast-foods en 2012. Pour les restaurants, Alger occupe la première place, avec 144, suivie de Sétif avec seulement 48 restaurants, durant la même période citée. Les chiffres du CNRC, révèlent que l'activité de fast-food et de la restauration se concentrent notamment aux niveaux des grandes villes, tandis que dans des régions tels que celles du sud du pays, ces activités restent relativement faibles (**BENARAB, 2013**)

8. Les toxi-infections alimentaires collectives en restauration rapide

8.1. Définition des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

Les TIAC sont définis par l'apparition d'au moins deux cas groupés d'une symptomatologie similaire, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire. Cette large définition inclue différentes causes, bactériennes surtout, mais aussi parasitaires, virales et chimiques. Dans un sens plus restrictif, le terme de toxi-infection alimentaire s'applique aux accidents aigus d'allure toxique consécutifs à l'ingestion d'aliments contaminés par des bactéries ou par les produits de leur métabolisme (**GILLES, 2010**).

8.2. Les TIAC dépendant de trois événements successifs

Dans certains cas, les TIAC dépendent de trois événements successifs. Il s'agit de :

- ✓ L'aliment est d'abord contaminé par un germe ou par une substance toxique produite par ce germe. Cette condition est facilement remplie car les microorganismes sont présents sur les aliments. Ils sont le plus souvent en quantité insuffisante pour déclencher un symptôme.

- ✓ La quantité de germes est assez importante pour déclencher les symptômes : de 10 000 à 100 000 bactéries par gramme d'aliment selon les souches. Ce chiffre est atteint dans la plupart des cas après multiplication rapide des germes.
- ✓ Enfin, l'aliment porteur du germe est consommé par l'Homme (**BOLNOT *et al.*, 2006**).

9. Les causes des maladies alimentaires en restauration rapide

Les chaînes de restauration sont particulièrement concernées par la lutte contre les maladies d'origine alimentaire. Avec des volumes souvent importants, le risque d'accidents alimentaires est grand, ce qui engendre le risque de voir l'image de la marque violemment affectée.

Trois types de dangers peuvent causer une maladie alimentaire :

- ✓ **Les dangers chimiques** : Les dangers chimiques ont souvent un effet à long terme. Ils sont représentés par les produits ajoutés dans les aliments (additifs), les résidus de médicaments vétérinaires, les polluants agricoles (pesticides) et industriels (métaux lourds et nitrites). Exception faite des produits de nettoyage, les dangers chimiques sont rarement de la responsabilité du restaurateur.
- ✓ **Les dangers physiques** : Les dangers physiques sont constitués essentiellement par les corps étrangers (verre, cheveux, pierre, insecte) sur lesquels le restaurateur peut agir. Les bonnes pratiques d'hygiène permettent de les maîtriser.
- ✓ **Les dangers biologiques** : Les dangers biologiques sont liés aux bactéries, aux toxines, aux virus et aux parasites. Les dangers microbiologiques en particulier, constituent le cœur de la problématique. Ils sont notamment responsables de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) Ce sont des accidents relativement fréquents qui se traduisent le plus souvent par des troubles gastro-intestinaux et/ou nerveux (**BOLNOT *et al.*, 2006**).

10. Diagnostic des TIAC

Le diagnostic d'une TIAC est évident lorsque plusieurs personnes ayant partagé le même repas sont subitement atteintes de troubles digestifs quelques heures plus tard. Quand la règle des trois paramètres classiques est respectée : le temps (simultanéité des cas), le lieu (focalisation des cas) et l'action (même symptomatologie), la relation de

cause à effet est vite établie. Mais ce n'est pas toujours aussi simple; la survenue des cas peut s'étaler dans le temps, lorsque la période d'incubation est longue ou que la contamination n'est pas unique mais répétée. Les différents cas (patients) peuvent aussi se disperser dans l'espace lorsqu'il s'agit par exemple des clients d'un restaurant ou que l'aliment contaminé est distribué par une chaîne de supermarchés. Enfin, l'origine alimentaire de l'accident n'est pas toujours évoquée, surtout lorsque la symptomatologie est extra-digestive (**RACHIDI, 2015**).

11. Déclaration des TIAC

Toutes les TIAC sont des affections à déclaration obligatoire (décret n ° 86-770 du 10 juin 1986, Journal Officiel Algérien du 14 juin 1986) Au formulaire de déclaration est joint un rapport d'investigation détaillé où sont effectués la synthèse des données, l'émission d'hypothèses ou de certitudes quant à l'origine de la contamination et décrit les mesures préventives mises en œuvre.

12. Procédure à suivre pour mener l'enquête

Il s'agit d'une véritable enquête policière. Les indices à relever sont cliniques, microbiologiques, hygiéniques et culinaires. Il faut suivre une méthodologie rigoureuse mais savoir faire preuve d'intuition. Il ne faut pas méconnaître les intérêts parfois très importants qui sont en jeu et être capable de résister à de fortes pressions. Il ne faut pas perdre de temps pour effectuer les interrogatoires, car l'indifférence succède rapidement à l'angoisse chez les victimes rétablies qui échappent à l'enquêteur ou s'empressent d'oublier les mets consommés.

Le but de l'enquête est d'apporter une réponse à chacune des quatre questions suivantes :

- quel est l'agent infectieux responsable de la TIAC ?
- Parmi tous les aliments solides ou liquides consommés dans les 72 heures précédentes, quel est celui qui recelait la toxine ou la dose microbienne infectante ?
- Comment le pathogène a-t-il pu contaminer l'aliment ?
- Comment le pathogène a-t-il pu se multiplier dans l'aliment ? (**BUISSON et TEYSSOU, 2002**)

12.1. Recueil des données cliniques

Devant un syndrome de gastroentérite aiguë, on recherchera s'il existe des signes d'entéro-invasion (fièvre, douleurs du cadre colique, présence de pus et de sang dans les selles) ou d'intoxication (malaise général, hypotension). Les patients atteints lors d'un même épisode ne présentent pas toujours un tableau clinique identique, quelques cas sévères, voire mortels, pouvant côtoyer de nombreuses formes bénignes; l'inoculum infectieux, ou la quantité de toxine ingérée, étant plus ou moins importants (relation dose/effet).

De plus, la réceptivité individuelle varie beaucoup et dépend de l'état physiologique, la rapidité du transit dans l'estomac, la nature des aliments et des boissons consommés simultanément, etc. d'où la nécessité de répertorier soigneusement tous les symptômes observés, même s'ils paraissent atypiques. **(RACHIDI, 2015).**

12.2. Enquête microbiologique

Elle comprend trois volets : la recherche de l'agent pathogène chez les sujets atteints (mise en évidence d'une toxine, d'un germe infectieux de vomissement, de selles, à la recherche de bactéries ou de virus). L'analyse bactériologique des aliments et l'expertise de la chaîne alimentaire (matières premières, stockage, préparation (faute d'hygiène); type de liaison chaude ou froide ; délai entre préparation et consommation.) **(RACHIDI, 2015).**

Chapitre II
Facteurs de développement des
microorganismes

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

1. Origine des micro-organismes présents dans les aliments

La présence des micro-organismes dans les aliments n'ayant pas subi de traitement antimicrobien est tout à fait normale, à l'exception de quelques produits comme les œufs qui sont naturellement stériles. Les micro-organismes des aliments peuvent préexister dans la matière brute d'origine animale ou végétale, avant toute manipulation et/ou transformation, ou être apportés accidentellement lors de la manipulation ultérieure des aliments et/ou être ajoutés volontairement.

Les aliments sont confrontés à différentes sources de contamination qui peuvent être exogène, tels matériel utilisé, la main-d'œuvre, le milieu ou la méthode utilisée, ou endogène (la matière première). Cependant les contaminants endogènes sont difficiles à éviter alors que les contaminants exogènes peuvent être réduits par l'hygiène (**JOFFIN, 2010**).

1.2 . Flore issue des animaux

L'organisme animal, tout comme l'organisme humain, héberge de très nombreux microorganismes en surface mais aussi en profondeur, dans leurs voies respiratoires et digestives. Cette flore commensale existe dès la naissance et est présente naturellement tout au long de la vie. Chez un individu en bon état physiologique, ces microorganismes ont pour rôle d'occuper le terrain afin d'éviter l'implantation des microorganismes pathogènes, Ils sont dits saprophytes ou commensaux suivant leur relation avec la hôte. (**ECKBURY *et al.*, 2005**). La flore pathogène des animaux est essentiellement composée de *Mycobactéries*, *Brucella*, *Listeria*, *Staphylococcus aureus*, et d'entérobactéries pathogènes comme *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, qui peuvent perdurer dans le tube digestif.

Parmi les aliments confronter à des contaminations d'origine animale, il y a les carcasses lors de la bantage (**ROMAIN *et al.*, 2006**). En effet, l'abattoir constitue l'un des points critiques majeurs de l'hygiène des viandes; l'abattage est considéré comme l'étape ou les plus grandes opportunités des contaminations existent 80% à 90% de microflore des viandes parvenant aux consommateurs résultent de contaminations survenant à l'abattoir

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

(FOURNAUD, 1990). Parmi ces micro-organismes, on peut citer les bactéries qui peuvent toucher la santé du consommateur en causant des toxi-infections d'origine alimentaire et celles qui peuvent altérer les caractères organoleptiques des carcasses (DICKSON, 1992).

1.3. Flore issue des végétaux

Les plantes ont longtemps été considérées comme des êtres immobiles, insensibles, faisant partie de notre environnement, ces derniers sont en contact permanent avec de nombreux microorganismes. Les tissus internes de ces végétaux renferment peu de microorganismes alors que leur revêtement externe abrite de nombreux microorganismes en particulier au niveau de la rhizosphère; on détecte plus de 100 bactéries/g de feuilles et de racines (SUTY, 2015).

Les végétaux ont une flore microbienne riche en levure (*Saccharomyces*, *Rhodotorula*, *Candida*), moisissures (*Saprolegnia*, *Plasmodiaphara*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*) et bactéries à Gram- (*Pseudomonas*, *Xanthosomas*, *Acetobacter*) et des bacilles sporulés à Gram + (*Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*) (GUIRAUD, 2012).

1.4. Les contaminations par l'environnement

1.4.1. Le sol

Selon la richesse du sol en matière organique il abrite une variété de microorganismes, on peut trouver jusqu'à 10^{10} microorganismes par gramme de sol, présents, en grande partie, dans la couche superficielle. Les interactions sol microorganismes sont illustrées dans la figure 1

Les conditions physicochimiques du sol peuvent varier de manière très rapide, ce qui favorise les microorganismes résistants aux variations des conditions environnementales, tels que :

- ◆ Les bactéries à Gram+ qui ont acquis une résistance grâce à leur paroi riche en peptidoglycane.
- ◆ Les levures et les bactéries lactiques qui sont impliquées dans les fermentations alimentaires.

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

- ◆ Les bactéries pathogènes véhiculées par les excréments des animaux(CALVET, 2013).

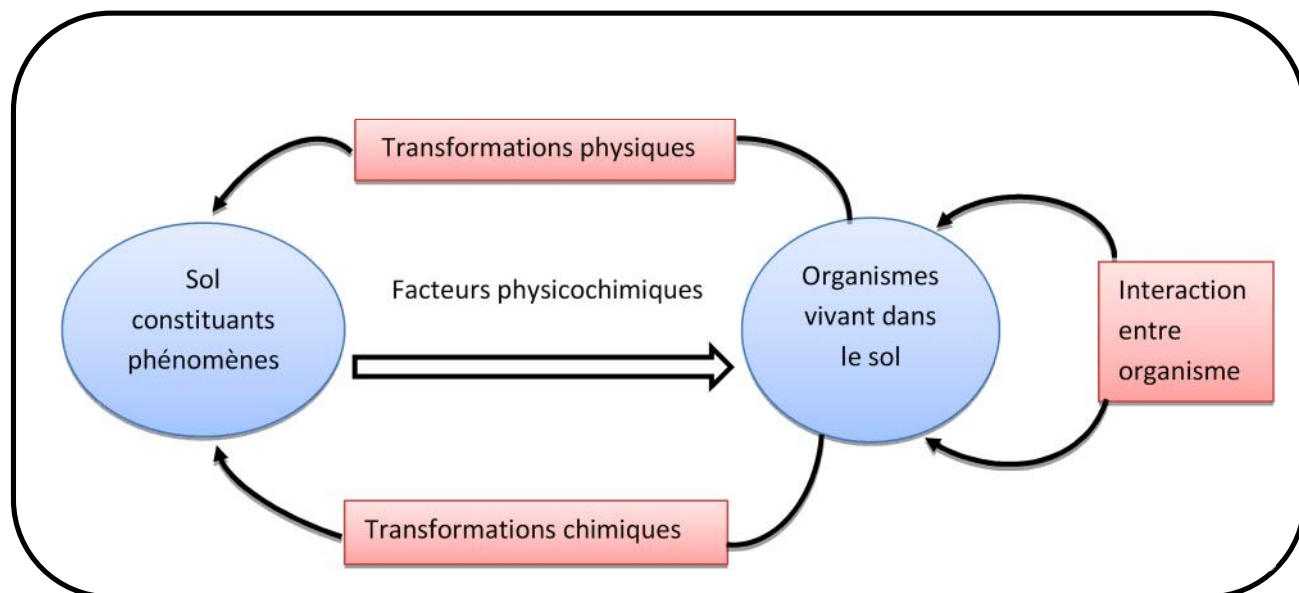


Figure 1 : Interaction sol/organismes vivants (CALVET, 2013)

1.4.2. L'air

Les microorganismes présents dans l'air sont, comme pour le sol et l'eau, peu pathogènes et correspondent à des espèces microbiennes plutôt résistantes à la variation des conditions environnementales. Les spores bactériennes et fongiques y sont retrouvées. En fonction de la saison, la quantité de spores véhiculées par l'air est variable. Elles sont en général véhiculées par des particules solides provenant du sol, des végétaux, des animaux ou de l'Homme et, par conséquent, la contamination de l'air est fonction de son agitation. Si aucune précaution n'est prise, ces spores peuvent contaminer les aliments au cours de leur transformation. La meilleure précaution étant la filtration de l'air dans les industries alimentaires (BOURGEOIS *et al.*, 1996).

1.4.3. L'eau

Dans le secteur agro-alimentaire, l'eau est utilisée pour l'élaboration des aliments, dans les opérations technologiques ainsi que pour le nettoyage. La qualité microbiologique de l'eau dépend de la nature de son utilisation ; pour le nettoyage des locaux une eau de faible qualité microbiologique peut être utilisée alors que l'eau servant à l'élaboration des

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

aliments et de haute qualité microbiologique. Selon la source et les conditions météorologiques, la contamination de l'eau peut varier. Ainsi, les orages provoquent des écoulements de terre dans les bassins augmentant ponctuellement et de manière importante la charge microbienne (BOURGEOIS *et al.*, 1996).

Tableau I : Critères microbiologiques des eaux de contamination humaine (ROMAIN *et al.*, 2006)

Micro-organismes	Eau de distribution	Eaux conditionnées	Eaux minérales (conditionnées)
Revivifiables 22°C	<100 /L	<100/L	<100/L
Revivifiables 37°C	<10/mL	<20/mL	<20/mL
Coliformes 37 °C	0/100mL	0 /100mL	0/250mL
Coliformes 44 °C	0 /100mL	0/100mL	0/250mL
Streptocoques fécaux	0/100mL	0/100mL	0/250mL
Streptocoques ASR	≤1/20mL	≤1/20mL	0/250mL
Salmonelles	0/5 L	0/5L	Absence
<i>S. aureus</i>	0/100 mL	0/100mL	Absence
<i>P. aeruginosa</i>	-	0/100mL	0 /250mL
Bactériophages	0/50 mL	-	-

1.5. Les contaminations industrielles

Les outils, les machines, les tissus, le sol et les murs d'une industrie donnée, sont une source de contamination. Parfois les habitudes de nettoyages et la nature des produits peuvent pénétrer la sélection d'un contaminant donnée. Certains microorganismes se trouvent dans la matière première, et au cours de la préparation de produit ; certains trouvent dans le mélange réalisé des conditions favorables pour proliférer. Aussi, les traitements effectués peuvent induire ou favoriser l'élimination d'une flore : par exemple le hachage d'une viande ou son attendrissage mécanique, l'abattage et l'éviscération provoquent une bactériémie importante s'ils ne sont pas réalisés de manière satisfaisante. Les déchets industriels peuvent être aussi une source contamination (GUIRAUD, 2012).

2. Facteurs de développement des microorganismes dans les aliments

En bactériologie alimentaire, l'étude des facteurs du développement des microorganismes est fondamentale pour en permettre le contrôle ou la maîtrise ; il faut pouvoir, inhiber, détruire les micro-organismes afin d'éviter les empoisonnements, éviter ou retarder

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

les altérations, afin d'assurer la conservation des aliments. Tous les facteurs, tant physiques, chimiques ou biochimiques agissent sur le taux de croissance de la population bactérienne (BOLNOT *et al.*, 1985).

2.1. Paramètres physico-chimiques

2.1.1. La température

Chaque microorganisme se développe dans une gamme de températures caractérisée par une limite inférieure, un optimum et une limite supérieure au-delà de laquelle survient la mort cellulaire. Selon la température optimale de croissance, les microorganismes sont classés en trois groupes :

- **Bactéries thermophiles** : Ils sont capables de se multiplier à des températures allant de 45°C à 65°C avec un optimum de 55°C. Les thermophiles sont retrouvés dans l'eau, l'air et le sol.
- **Bactéries mésophiles** : Ils se multiplient à des températures allant de 20 à 45°C, avec un optimum de 37°C. Ils sont retrouvés dans les aliments conservés à des températures ambiantes ou dans les aliments réfrigérés lorsque la chaîne du froid a été rompue. La principale espèce pathogène pour l'homme et l'animal appartient à ce groupe.
- **Bactéries psychrophiles et psychrotrophes** : les psychrophiles sont adaptés au froid et se multiplient à des températures de 0 à 20°C avec un optimum de 15°C. Alors que les psychrotrophes sont capables de s'adapter et se développer dans la plage de température allant de 0 à 35°C avec un optimum de croissance de 20°C, ce qui les rapproche des mésophiles (ROMAIN *et al.*, 2006).

2.1.2. Ph

Le Ph est un facteur important de l'environnement cytoplasmique, il intervient en effet dans la solubilité des molécules et leur état d'ionisation. Comme pour la température, chaque espèce de microorganisme, a un ph optimum, un ph minimum et un ph maximum (tableau II). De ce fait, en fonction du ph, il est possible de classer les bactéries en trois groupes :

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

- **Bactéries acidophiles** : ce sont les microorganismes qui ne peuvent survivre et se multiplier que dans des environnements acides ou très acides. C'est le cas des lactobacilles et des streptocoques.
- **Bactéries neutrophiles** : la plupart des microorganismes appartiennent à ce groupe qui se développe à des pH compris entre 5,5 et 8,5 avec un optimum voisin de 7.
- **Bactéries basophiles ou alcalophiles**: ce sont les microorganismes qui se multiplient dans des milieux basiques comme *Clostridium* et *Bacillus*.

La résistance des microorganismes est maximale à des pH variant entre 6 et 8. Dans la pratique, le pH 4,6 est utilisé pour les conserves acides sans risque de botulisme, d'où l'intérêt d'acidifier certains produits avant de les soumettre au traitement par la chaleur (BOLNOT *et al.*, 1985).

L'action du pH sur la croissance des microorganismes se situe à trois niveaux :

- **Le milieu** : le milieu de culture est modifié par l'équilibre ionique. C'est le cas des ions métalliques ; aux pH acides les ions magnésiums forment des complexes insolubles. Aux pH basiques, certains cofacteurs indispensables tels que le zinc, le calcium et les ions ferriques, sont complexés, ce qui les rend difficilement utilisables.
- **La perméabilité membranaire** : la variation des concentrations en ions H⁺ et OH⁻ affecte également la perméabilité membranaire ; en milieu acide, les perméases cationiques sont saturées en ions H⁺ ce qui limite ou annule le transport des cations indispensables.
- **Activité métabolique** : le métabolisme bactérien engendre des composés acides ou basiques, qui sont susceptibles d'entraîner la multiplication bactérienne. Cette propriété est utilisée dans la fabrication des produits fermentés comme le yaourt (BRABGER, 2007).

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

Tableau II : Ph optimum et limite de croissance de microorganismes des aliments (AIT ABDELOUAHAB, 2001).

Microorganismes		Minimum	Optimum	Maximum	
Bactéries	Gram+	<i>Staphylococcus</i>	4,0	6,8-7,5	9,8
		<i>Streptococcus</i>	4,3		9,3
		<i>Bacillus</i>	4,2	6,8-7,2	10,0
		<i>Clostridium botulinum</i>	4,7		8,5
		<i>Clostridium perfringens</i>	5,0	6,0-7,6	8,5
		<i>Clostridium sporogenes</i>	3,0	6,0-7,6	9,0
		<i>Lactobacillus</i>		5,5-6,0	8,0
		Gram-	<i>Escherichia coli</i>	4,3	6,0-8,0
	<i>Klebsiella</i>		4,4		9,0-10,0
	<i>Salmonella</i>		4,5	6,0-7,5	8,0-9,0
	<i>Proteus</i>		4,4	6,0-7,0	9,2
	<i>Vibrion</i>		4,8		11,0
	<i>parahaemolyticus</i>		5,6		8,0
	Levures	<i>Candida</i>	2,3	4,0-6,5	9,8
<i>Saccharomyces</i>		2,0	4,0-5,0	8,6	
Moisissures	<i>Penicillium</i>	1,6	4,5-6,7	11,0	
	<i>Aspergillus</i>	1,6	3,0-6,8	9,3	

2.1.3. Le potentiel d'oxydo-réduction

Le pouvoir d'oxydo-réduction d'un milieu, joue un rôle important pour la prolifération des microorganismes ; il agit sur le métabolisme des microorganismes, peut inhiber ou déterminer la nature des produits finaux à partir d'un même constituant (BOLNOT, 1985). L'oxydant le plus courant est l'oxygène, il provient soit de l'air soit de certaines substances tels les nitrates qui seront réduits en nitrites.

Certains microorganismes ne se développent que dans des milieux relativement oxydants ou en présence d'air, d'autres exigent des milieux réducteurs et ne prolifèrent qu'à l'abri de l'air. En rapport avec les besoins d'oxygène, on distingue :

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

- **Les germes aérobies stricts** exigent des potentiels $\geq +200\text{mv}$. C'est le cas de *Pseudomonas*, des microcoques et des moisissures.
- **Les germes anaérobies stricts** sont incapables de se développer en présence d'oxygène, ils tirent leur énergie des réactions des fermentations
- **Les germes aéro-anaérobies facultatifs** se développent en absence et en présence d'oxygène. Ils sont nombreux. C'est le cas des *Lactobacillaceae*, des *Corynebacteriaceae* et des *Enterobacteriaceae*.
- **Les germes microaérophiles** se développent à des faibles pressions d'oxygène. C'est le cas de quelques streptocoques et lactobacilles (AIT ABDELOUAHAB, 2001).

2.1.4. Activité de l'eau

L'eau est un facteur essentiel pour le développement des microorganismes. Cette eau est généralement puisée dans l'aliment, et pour les germes de surface, l'eau est tirée de l'atmosphère. L'eau libre est indispensable à la multiplication des micro-organismes. Elle correspond à une valeur nommée activité de l'eau A_w (Activity of water), donnée par la formule suivante (eq. 1) :

$$A_w = P_w / P_{w0} \text{ (eq. 1)}$$

P_w : pression partielle de vapeur d'eau d'une solution ou d'un aliment.

P_{w0} : pression partielle de l'eau pure à une même température. (LE MESTE, 1993).

Cette exigence varie avec l'espèce et par définition $A_w \leq 1$. L'activité de l'eau a une forte influence sur le développement des microorganismes :

- $A_w = 0,98$: presque tous les microorganismes peuvent se développer.
- $A_w < 0,95$: *Salmonella*, *Vibrioparahaemoliticus*, *C. botulinum*, *Serratia*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, certaines moisissures, levures peuvent se développer
- $A_w < 0,87$: La plupart des types de moisissure (*Penicillium* micotoxique), *Staphylococcus aureus*, la plupart des *Saccharomyces (bailii) spp*, *Deboryamyces*
- $A_w < 0,75$: les moisissures dites xérophiles prédominent dans les produits secs.

Comme pour la température les microorganismes peuvent être classés selon leur exigence en eau en :

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

- ◆ **Bactéries hygrophiles** : sont des microorganismes qui se développent à $0,980 \leq A_w \leq 0,995$.
- ◆ **Bactéries mésophiles** : leur activité minimale est située entre 0,85 et 0,90.
- ◆ **Bactéries xérophiles** : utilisent l'humidité de l'air et se développent dans des conditions de déshydratation très poussée $A_w < 0,85$ (ROMAIN et al., 2006).

Tableau III : A_w minimum permettant la croissance de microorganismes à une température proche de leur optimum (AIT ABDELOUAHAB, 2001).

Microorganismes		A_w
Bactéries à Gram+	Microcoques	0,90-0,95
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0,84-0,92
	<i>Bacillus</i>	0,90-0,99
	<i>B. cereus</i>	0,92-0,95
	<i>B. subtilis</i>	0,90
	<i>B. stearo thermophilus</i>	0,93
	<i>Clostridium</i>	0,90-0,98
	<i>C. botulinum A ,B</i>	0,94-0,95
	<i>C. botulinum E</i>	0,97
	<i>C. perfringens</i>	0,95
	<i>Lactobacillus</i>	0,90-0,94
Bactéries à Gram-	<i>E. Coli</i>	0,94-0,97
	<i>Salmonella</i>	0,93-0,96
	<i>Vibrio costicolus</i>	0,86
	<i>Vibrio</i>	0,93-0,98
	<i>parahaemolyticus</i>	0,96-0,98
	<i>Pseudomonas</i>	0,95-0,98
	Autres Gram-	
Levures	<i>Saccharomyces</i>	0,62-0,94
Moisissures	<i>Penicillium</i>	0,80-0,83
	<i>Aspergillus</i>	0,70-0,82

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

2.2. Facteurs biochimiques

Les microorganismes peuvent utiliser des substances généralement sous forme d'hydrates de carbone. Le développement des micro-organismes dépend de la richesse du milieu en :

- sources d'énergie : des glucides surtout, des lipides éventuellement
- sources d'azote assimilable, nécessaire à la fabrication des protéines et des facteurs génétiques : acides aminés, peptides simples,
- facteurs de croissance : vitamines, certains minéraux.

Suivant l'aliment considéré et son contenu, une flore préférentielle se développera. Exemple : dans du lait, on trouvera surtout des bactéries lactiques, car elles savent utiliser le lactose. Dans des fruits, ce seront surtout les levures et les moisissures. (**BAUDA *et al.*, 2015**).

2.3. Les facteurs environnementaux

2.3.1. Lacontamination croisée

Selon les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF), N° 2015/12bis Bonnes pratiques, la contamination croisée se définit comme «l'introduction non intentionnelle d'impuretés de nature chimique ou microbiologique ou de matière étrangère, à l'intérieure ou à la surface d'une matière première, d'un intermédiaire, ou d'une substance active, pendant la production, l'échantillonnage, le conditionnement ou le reconditionnement, le stockage ou le transport».

La contamination croisée résulte de la relation directe ou indirecte entre trois éléments formant un triangle de la contamination ; sources, vecteurs et récepteurs. Ces trois paramètres interagissent et les mêmes éléments peuvent être acteurs dans plusieurs paramètres. Par exemple, élément personnel est à la fois une source de contamination microbiologique et un vecteur de la contamination croisée (**ARMANDOU *et al.*, 1993**).

On peut distinguer deux types de contaminations croisées :

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

- la contamination successive : lorsque les équipements ne sont pas dédiés; c'est-à-dire qu'un équipement est utilisé pour fabriquer plusieurs produits différents. Un résidu du précédent produit reste dans l'équipement et vient contaminer la fabrication suivante.
- la contamination simultanée: lorsque plusieurs produits différents sont fabriqués de façon simultanée dans des zones proches. Le personnel et le matériel peuvent être à l'origine d'une telle contamination en transportant le produit d'une zone vers une autre, d'où l'intérêt de la maîtrise des flux (**ASPEC, 1993**).

2.3.2. Température d'entreposage

Les aliments sont des milieux privilégiés pour le développement des microorganismes, et plus particulièrement de microorganismes pathogènes, pouvant résulter en des intoxications alimentaires. Pour tenter de réduire, ce phénomène, une invention a vu le jour en 1876 : le réfrigérateur. Cet appareil permet, en refroidissant les aliments, de pouvoir les conserver plus longtemps.

De plus, il faut également placer les aliments au bon endroit dans le réfrigérateur, le placement des aliments dans le réfrigérateur est présenté dans le (tableau IV). Si le bac à légumes s'appelle ainsi, ce n'est pas pour y stocker de la viande Chaque aliment, dans le but d'optimiser son temps de conservation, dispose d'un emplacement particulier dans le réfrigérateur : les viandes doivent ainsi être conservées dans la zone la plus froide de l'appareil, Tandis que les fruits et légumes peuvent se conserver à des températures un peu plus élevées (**CIV, 2003**).

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

Tableau IV : Placement des aliments du quotidien dans le réfrigérateur (**BRANGER *et al.*, 2007**).

Emplacement dans le réfrigérateur	Aliments
Congélateur (-18°C)	Aliments surgelés, congelés, glaces, glaçons
Milieu du réfrigérateur (entre 0 et 4°C)	Viandes, poissons, crustacés, crème, produits fragiles à DLC faible
Haut du réfrigérateur (entre 4 et 8°C)	Produits laitiers, produits cuisinés, pâtisseries
Bac à légumes (+6°C)	Fruits et légumes
Porte du réfrigérateur	Boissons, lait, beurre, condiments, œufs

3. Conséquence de la contamination des aliments

La plupart des denrées alimentaires, qui sont des produits de plus en plus élaborés, peuvent permettre aux microorganismes qu'elles contiennent de proliférer. Il se produit souvent au cours de ces modifications des successions de flore, chacune étant responsable de transformation qui modifie l'aliment (**CUP *et al.*, 1992**). Le développement des microorganismes dans un aliment peut avoir deux actions néfastes:

3.1. Intoxications alimentaires

Dangereuses pour la santé en étant responsables de la formation de substances toxiques (amines) ou même d'infections ou toxi-infections intestinales bénignes (ce point sera développé en détail dans le chapitre suivant)

3.2. Dégradation de la qualité de l'aliment

Donc de sa valeur commerciale. Il s'agit de modifications de la texture et de l'aspect de l'aliment, d'altération de la valeur alimentaire, d'altération de la qualité organoleptique, de dégradation du conditionnement, etc. (**JOFFIN, 2003**).

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

3.2.1. Conséquence sur l'odeur

Le développement de microorganismes dans un produit est d'abord détecté par des modifications d'odeur en raison de la sensibilité de notre système olfactif. Le développement de ces derniers s'accompagne précocement d'odeur variées ; fade, agréable et fruitée, forte de type ammoniacal ou sulfureuse. L'attribution de chaque odeur à un microorganisme est difficile mais peut être schématisée comme ce suit :

- Les moisissures donnent généralement une odeur de moisi caractéristique, cette odeur varie en fonction de la souche et du produit.
- Les bactéries peuvent être à l'origine d'odeurs diverses. Le développement des microorganismes à la surface de la viande se traduit par une odeur de relent de lieu humide, lorsque l'entreposage est réalisé aux environs de 10°C. Par contre, il y a apparition très rapide d'une odeur d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène quand l'entreposage est réalisé à température ambiante. Au cours de l'affinage ou de l'entreposage mal conduits à longue durée, des composés aromatiques, souvent jugés indésirables, apparaissent (SFM ,1993)

3.2.2. Conséquence sur le goût

La modification du goût la plus fréquente provient d'une acidification du produit suite à la prolifération des bactéries acidifiantes productrices d'acide lactique généralement. Des goûts variés peuvent être générés par la prolifération microbienne, le rancissement par *Pseudomonas*, le goût malté par certaines levures dans le lait, le goût caramélisé par des levures ou par *Streptococcus lactis var maltigenes* dans le lait (BOUIX, 1993).

3.2.3. Conséquence sur l'aspect et la couleur

Dans une première phase, il y a apparition de petites zones qui peuvent présenter des caractéristiques très variables quant à leur forme (plat, ronde, etc.),leur aspect (opaque, mat, etc.) ou encore leur couleur (blanc, noir, jaune, etc.). Cette modification nécessite un niveau de prolifération très important. Il s'agira soit:

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

- d'une altération de couleur par dégradation enzymatique des colorants (caroténoïdes, hémoglobine), (*Pseudomonas putrefaciens* est responsable de la décoloration verdâtre de la viande.)
- soit de l'apparition d'une couleur liée à l'accumulation de métabolites microbiens. Les « colonies » microbiennes sont souvent colorées. Cela donne des petites zones colorées
- De même, l'H₂S qui est un métabolite bactérien peut réagir avec un composé de l'aliment et former une coloration noire. qui peuvent s'étendre et former un revêtement à la surface du produit alimentaire qui devient alors gluant, visqueux ou poisseux.

La modification de la couleur d'un aliment peut être liée à la synthèse d'un ou de plusieurs pigments. Parmi les germes susceptibles de produire des pigments, il y a les genres *Micrococcus*, *Pseudomonas* et *Serratia*. D'autre part, des modifications de la couleur de l'aliment peuvent résulter de la destruction ou de la transformation de pigments initialement présents (BOUIX, 1993).

3.2.4. Conséquence sur la structure et la texture

Les microorganismes contaminants les aliments sont capables d'excréter des hydrolases spécifiques des macromolécules glucidiques ou protidiques, et les produits ont alors tendance à se ramollir. Ces phénomènes d'hydrolyse sont recherchés quand ils produisent une amélioration de texture. Quand la prolifération d'un germe se produit dans la masse de l'aliment, il y a apparition d'odeurs suivies de modification de couleur, de la consistance puis de la texture. Une production importante de gaz peut induire la formation de bulles ou de fissures voir aussi le gonflement du produit alimentaire (CUQ *et al.*, 1992).

3.2.5. Conséquence sur la valeur alimentaire

La présence et la prolifération de microorganismes modifie la valeur alimentaire, ainsi que les qualités organoleptiques. Dans le cas des produits obtenus par fermentation, la structure et la qualité organoleptique résultent de processus microbiologiques qui sont de mieux en mieux contrôlés par l'Homme. Les microorganismes intervenant dans ce processus consomment des molécules à haute valeur énergétique et la valeur calorique des produits fermentés et donc généralement inférieure à celle du produit initial. Ces mêmes

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

microorganismes peuvent avoir un rôle favorable en synthétisant des molécules biologiquement actives (GELINAS, 2000).

4. Hygiène et sécurité des aliments

4.1. Historique

Louis Pasteur est à l'origine des progrès accomplis dans le domaine de l'hygiène. Cela avait commencé par l'abrogation du concept de la génération spontanée et la mise en évidence de la biogénèse. Ses travaux le mèneront à penser que les soigneurs sont majoritairement responsables des maladies et infections des patients. Il démontra que ces maladies étaient dues essentiellement à des microorganismes présents sur les mains, instruments et pansements (LECLERC, 2011). Les premières consignes d'hygiène ont été données par Pasteur: « Je n'emploierais que des bandelettes, des éponges préalablement exposées dans un air porté à la température de 130 à 150°C. Je n'emploierais jamais qu'une eau qui aurait subi une température de 110 à 120°C » (RODHAIN, 2008).

Malgré un scepticisme de la part des soigneurs au début, ils ont très rapidement compris la notion d'hygiène et son importance non seulement dans le domaine chirurgical mais dans la vie quotidienne et notamment dans la manipulation des aliments. A la fin du 20^{ème} siècle, les chercheurs arrivent à isoler les premières bactéries et à étudier l'effet de différents facteurs sur leur croissance et ainsi les mesures de maîtrise se précisent.

4.2. Hygiène alimentaire

Selon l'arrêté 3 du décret exécutif n° 17-140 du 14 Rajab 1438 correspondant au 11 avril 2017 fixant les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation humaine des denrées alimentaires (JOA). L'hygiène des denrées alimentaires est définie l'hygiène alimentaire comme étant « les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire compte tenu de l'utilisation prévue»; Certains la définissent aussi par le choix raisonné des aliments dont l'organisme a besoin pour son métabolisme (MULTON *et al.*, 2013). Une nouvelle approche est basée sur le principe de la responsabilisation des professionnels du secteur alimentaire grâce au guide de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH); c'est à eux de s'assurer que les denrées qu'ils distribuent ne

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

présentent pas de risques pour la santé. L'hygiène alimentaire étudie aussi les causes possibles d'apparition d'un risque.

Selon (**GHERSI *et al.*, 2010**). La méthode HACCP est une abréviation en anglais de « *Hazard Analysis Critical Control Point* » se traduisant en français par « Analyse des dangers – Points critiques pour leur maîtrise » (**QUITTET, 1999**). Lorsqu'il est mis en place, le système HACCP permet à l'entreprise de garantir la sécurité des aliments fabriqués. Son principe consiste à identifier et évaluer les dangers associés aux différents stades du processus de production d'une denrée alimentaire, à définir et à mettre en œuvre les moyens nécessaires à leur maîtrise (**VIERLING, 1998**). L'application du système HACCP n'est pas seulement un outil référentiel mais c'est l'intégration de bonnes conditions d'hygiène pour atteindre la qualité.

Le système HACCP est une approche systématique et rationnelle de la maîtrise des dangers microbiologiques, physiques et chimiques dans les aliments (**AMGAR, 1996**). Selon le Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments (PASA), les programmes préalables sont conçus pour créer un environnement sûr, adapté à la fabrication d'aliments, qui ne comporte pas de source de contamination. Cet environnement englobe, les locaux, le transport et l'entreposage, l'équipement, le personnel, l'assainissement et la lutte contre les parasites et enfin le retrait ou le rappel du produits (**DUPUIS *et al.*, 2002**).

4.2.1. Les locaux

La conception, la construction et l'entretien du bâtiment et de ses environs doivent être de nature à prévenir toute condition susceptible d'entraîner la contamination des aliments. Les établissements doivent mettre en place un programme satisfaisant de surveillance et de maîtrise de tous les éléments visés par la présente section et doivent tenir les dossiers nécessaires. Les locaux englobent tous les éléments du bâtiment et de ses environs, l'extérieur, les routes, le réseau de drainage, la conception et la construction du bâtiment, l'acheminement des produits, les installations sanitaires et la qualité de l'eau, de la vapeur et de la glace (**MARIE, 2016**).

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

2.2.2. Le transport et l'entreposage

Les établissements doivent s'assurer que les ingrédients, les matériaux d'emballage et autres matériaux reçus de l'extérieur sont transportés, manutentionnés et entreposés d'une façon qui permet de prévenir des conditions susceptibles d'entraîner la contamination des aliments. Les établissements doivent avoir en place un programme satisfaisant de contrôle et de maîtrise de tous les éléments visés par la présente section et doivent tenir les dossiers nécessaires. Les matières premières, les ingrédients et les matériaux d'emballage doivent être transportés, entreposés et manutentionnés de façon qui permet de prévenir toute contamination chimique, physique ou microbiologique (**MARIE, 2016**).

4.2.3. La chaîne de production

Les établissements doivent utiliser un équipement conçu pour la fabrication des aliments et doivent l'installer et l'entretenir de façon à prévenir des conditions susceptibles d'entraîner la contamination des aliments. Les établissements doivent mettre en place un programme satisfaisant de contrôle et de maîtrise de tous les éléments visés par la présente section et doivent créer et tenir à jour les dossiers nécessaires correspondant (**RULLIER, 2015**).

4.2.4. Le personnel

L'objectif du programme pour le personnel est de garantir l'emploi de bonnes pratiques de manutention des aliments. Le programme doit offrir au personnel de production la formation continue nécessaire et concevoir un mécanisme pour vérifier l'efficacité du programme de formation. Il doit aussi veiller à leur état de santé. Les établissements doivent ouvrir et tenir à jour les dossiers nécessaires pour le suivi du personnel (**ABDELHAKIM et al., 2014**).

4.2.5. L'assainissement et la lutte contre les microorganismes nuisibles

L'établissement doit avoir un programme pour le nettoyage et l'assainissement des équipements et des locaux, principalement pour les zones de production, de transformation

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

et d'entreposage des aliments. Ce programme définit les exigences applicables aux équipements et locaux à nettoyer, les produits chimiques utilisés et la concentration nécessaire, les instructions de démontage et de remontage s'il y a lieu. Il prévoit des précautions à prendre pour éviter la contamination des aliments et des surfaces alimentaires avec les résidus des produits chimiques et, lorsque cela s'applique, les activités de transformation ne commencent que lorsqu'on a l'assurance de respecter les exigences d'assainissement (RULLIER, 2015).

4.3. Sécurité alimentaire

La sécurité alimentaire est une notion générale, qui se décompose en deux domaines une « sécurité alimentaire quantitative » et une « sécurité alimentaire qualitative ». Elles sont, tout à la fois, différentes et complémentaires, il est donc essentiel de les définir pour mieux les identifier.

4.3.1. Sécurité alimentaire quantitative

La sécurité alimentaire a été activement et précisément étudiée à partir des années 1960 par différents spécialistes tels que des économistes, agronomes, anthropologues et sociologues du développement, pour identifier et désigner l'ensemble des ressources alimentaires disponibles et l'ensemble des dispositifs pour lutter contre le risque de famine dans certaines zones et pays du monde.

L'idée de sécurité alimentaire a été définie lors du sommet mondial de l'alimentation par la FAO à Rome en 1996 pour lequel les dirigeants de 185 pays étaient réunis (OLIVIER B et al., 2014)

4.3.2.Sécurité alimentaire qualitative

Au cours la seconde partie du XX^{ème} siècle, à la sortie de la seconde guerre mondiale, une rupture fondamentale se crée entre l'Homme et son environnement : après des « siècles de malnutrition atavique, tout le monde, désormais, mange à sa faim » (POULAIN, 2002). C'est alors que la notion de sécurité alimentaire prend un sens très différent dans les sociétés développées. Le risque alimentaire n'est plus lié à la pénurie et au manque alimentaire, mais à sa qualité. L'enjeu est donc la maîtrise des risques

Chapitre II: Facteurs de développement des microorganismes

microbiologiques, chimiques et physiques, ainsi que ceux liés à l'utilisation de nouvelles technologies et de techniques de production qui comportent un risque d'intoxication et de pathologies liées à l'alimentation. Pour éviter de confondre les deux sens de l'expression « sécurité alimentaire », les experts ont proposé d'utiliser « sécurité sanitaire des aliments », pour désigner la sécurité alimentaire (**OLIVIER et al., 2014**).

Chapitre III
Infections alimentaires d'origine
microbiennes

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que près de 30% des habitants des pays industrialisés souffrent chaque année d'une toxi-infection alimentaire. Tous les cas sont susceptibles d'être provoqués par les viandes. D'après Abdelaziz Ait Abderrahmane, responsable au ministère du Commerce algérienne, le bilan des intoxications au cours des derniers mois de l'année 2016 est de 4000 cas d'intoxication alimentaire à l'échelle nationale, ayant provoqué le décès de deux personnes (ELYAS NOUR, 2016)

Sur 1032 foyers déclarés en 2010 en France, 22% ont été associés à la consommation des produits carnés en général (viande de boucherie, volailles, viandes de charcuterie) (BAILLY *et al.*, 2012). Aux USA, le nombre de cas de toxi-infections d'origine alimentaire annuel est estimé à 38,6 millions (GHAFIR, 2007). Parmi ces cas, 71,7% des mortalités survenues seraient dues à des bactéries. Or, la majorité de ces germes proviennent le plus souvent des denrées alimentaires d'origine animale. En Afrique subsaharienne, les toxi-infections alimentaires ne sont pas rares, mais leurs estimations sont largement sous-évaluées par les autorités sanitaires et leurs origines sont rarement élucidées du fait de la faiblesse des moyens de diagnostic notamment bactériologiques (BOURGEOIS *et al.*, 1996).

1. Définition

Une maladie d'origine alimentaire est une affection de nature infectieuse, ou de nature toxique, provoquée par des agents ou toxines qui pénètrent dans l'organisme par le biais d'aliments ingérés de toute nature (eau, produits carnés, coquillages, légumes, ovo produits) (WADE, 1996).

2. Les principales maladies d'origine alimentaire

➤ Toxi-infections alimentaires

Cas de toxi-infection, les microorganismes vivants présents dans l'aliment provoquent par leur multiplication dans les entérocytes de l'intestin grêle et du colon, et éventuellement par la production des toxines protéiques ou glucido-lipido-protéiques, des effets pathologiques variés: invasion, action cytotoxique et diarrhée. Les douleurs intestinales et la fièvre y sont des manifestations courantes (HAMZAR, 1998).

➤ Les intoxications alimentaires

Les intoxications alimentaires se produisent à la suite de l'ingestion des toxines préformées dans l'aliment. Les signes cliniques sont très variés : vomissements, diarrhées et

douleur abdominale mais aussi des syndromes d'ordre neurologique, vasculaire et hématologique les plus connues sont: l'intoxication *staphylococcique* ou à *Staphylococcus aureus* et l'intoxication *botulinique* ou à *Clostridium botulinum* (HAMZAR, 1998).

➤ Les intoxications alimentaires

Les intoxications interviennent à la suite de la consommation d'aliments contenant des substances toxiques comme les amines biogènes (BALDE, 2002). Les principaux agents sont l'histamine, le mercure, les mycotoxines (aflatoxines), produits chimiques (additifs, pesticides, antibiotiques, détergents et désinfectants), les sels métalliques tels que le cuivre, le zinc, le plomb et les radioéléments.

➤ Autres maladies d'origine alimentaire

Sont également en cause des agents non conventionnels, les prions, qu'on associe à l'Encéphalopathie Spongiforme Bovine(ESB) ou « maladie de la vache folle ». Ils sont soupçonnés de provoquer une nouvelle variante de la maladie Creutzfeldt-Jacob chez l'Homme. La consommation de viande et produits dérivés contaminés est la voie potentielle de transmission des prions à l'Homme.

Les principaux virus également contenus dans les aliments sont: le virus de l'hépatite A (hépatite infectieuse), le poliovirus (poliomyélite) et le like virus. Les parasitoses les plus fréquentes dans la restauration collective sont causées par les vers tels que les oxyuroses, les ascaris, les cestodes (ténias). Les trématodes et les protozoaires (amibes, toxoplasmes) peuvent également être responsables des affections d'origine alimentaire (WADE, 1996).

3. Mécanismes d'infections

Les microorganismes pathogènes peuvent agir selon deux mécanismes lors des infections alimentaires.

- **Infection non invasive** : Les microorganismes infectieux se multiplient à la surface de l'épithélium, sans pénétrer la muqueuse et produisent des toxines qui perturbent les fonctions épithéliales. Exemples : *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholera*, *Escherichia coli* entérogénique, *Giardia lamblia*, etc.
- **Infection invasive** : Les microorganismes pathogènes (bactéries, virus ou parasite) dépassent la barrière intestinale et se retrouvent dans le flux circulatoire que peut les faire migrer jusqu'à des organes distants. Ex : *Shigella*,

Chapitre III : Infections alimentaires d'origine microbienne

Salmonella, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*, etc (GUIRAUD, 1998).

4. Les principaux agents infectieux responsables des maladies d'origine alimentaire

Des germes dangereux dits pathogènes se développent dans les aliments entraînant des maladies d'origine alimentaires. La pathogénicité d'une bactérie est donc sa capacité à provoquer des troubles chez un hôte. Cette pathogénicité dépend du pouvoir invasif ainsi que du pouvoir toxigène. Plusieurs bactéries peuvent être à l'origine de ces maladies. Parmi ces bactéries, on peut citer: les *Salmonelles*, *Staphylocoques aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus Cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* et *Campylobacter* (GUIRAUD, 1998).

Tableau V: Principales maladies infectieuses d'origine alimentaire (PRESCOTT et al., 1995)

Maladies	Organismes	Périodes d'incubation	Principaux aliments
Salmonellose et fièvre typhoïde	<i>Salmonella typhimurium</i> et <i>S. enteritidis</i>	12-24 heures	Viandes, volailles, poissons, œufs, produits laitiers
Campylobactériose	<i>Campylobacter jejuni</i>	3-5 jours	Lait, porc, dérivés de volaille, eau
Listériose	<i>Listeria monocytogenes</i>	Variable	Produits carnés (porc en particulier), lait
Diarrhées et colites à <i>Escherichia coli</i>	<i>E. coli</i>	6-36 heures	Bœuf haché mal cuit, lait cru
Shigellose	<i>Shigella sonnei</i> et <i>S. flexneri</i>	1-7 jours	Dérivés des œufs, pudding
Yersiniose	<i>Yersinia liticaenteroc</i>	16-48 heures	Lait, produits carnés
Gastroentérite à <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	16-48 heures	Fruits de mer crustacés

4.1. Salmonelles

- **Historique**

Les *salmonelles* sont des entérobactéries, nommées ainsi en l'honneur du médecin vétérinaire américain Daniel Elmer Salmon (**BERGERON, 2009**). En 1880, Eberth observe le bacille de la typhoïde dans les coupes de rate et de ganglion dont la culture des bactéries a été possible en 1884 par Gaffky. Puis, en 1889, Klein isola l'agent de la typhose aviaire *Salmonella gallinarum*. En suite en 1894, Smith a décrit *Bacillus cholera* maintenant connu comme *Salmonella choleroesuis*, l'agent responsable de choléra du porc (la fièvre porcine). Enfin, en 1896, Widal a mis en évidence la diversité antigénique des souches de salmonelles à l'aide d'un nouveau test qu'il a appelé le sérodiagnostic. Depuis, de nombreux sérovars sont identifiés (**GRIMONT et al., 2000 ; CAMART-PERIE, 2006**).

- **Morphologie**

Les bactéries du genre *Salmonella* appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Genre regroupant de petits bacilles, à Gram négatif habituellement mobiles par des cils péritriches mais des mutants immobiles peuvent exister, *S. gallinarum* est toujours immobile. Ces bactéries mesurent 0,7 à 1,5 µm de diamètre, pour 2 à 5 µm de longueur et sont aéroanaérobies facultatives, oxydase négative et nitrate réductase positive. Elles sont mésophiles, capables de se développer à des températures comprises entre 52 °C et 47 °C et de manière optimale entre 35 et 37 °C, et des pH compris entre 4,5 et 9 et une a_w supérieur à 0,93 (**FOSSE et al., 2004**).

- **Mode de contamination**

Suite à l'ingestion des salmonelles par voie orale, elles survivent à l'acidité de l'estomac, et parviennent au niveau de l'intestin grêle où elles adhèrent aux cellules de l'épithélium intestinal, préférentiellement aux cellules M des plaques de Peyer. Les bactéries sont ensuite internalisées dans les cellules épithéliales ou elles résident et se multiplient à l'intérieur des vacuoles. Une fois l'épithélium franchi, il y'a deux possibilités:

- les sérotypes de *Salmonella* responsables de maladies systémiques (comme *S. Typhi*) pénètrent dans les macrophages intestinaux et se disséminent vers d'autres organes du corps.

- Par contre, les sérotypes de *Salmonella* non-typhique, responsables de gastroentérites (comme *S. Typhimurium*), induisent une inflammation locale précoce, qui conduit à l'afflux massif de neutrophiles au niveau de la muqueuse intestinale, causant la destruction de l'épithélium intestinal et de la diarrhée (HARAGA et al., 2008).

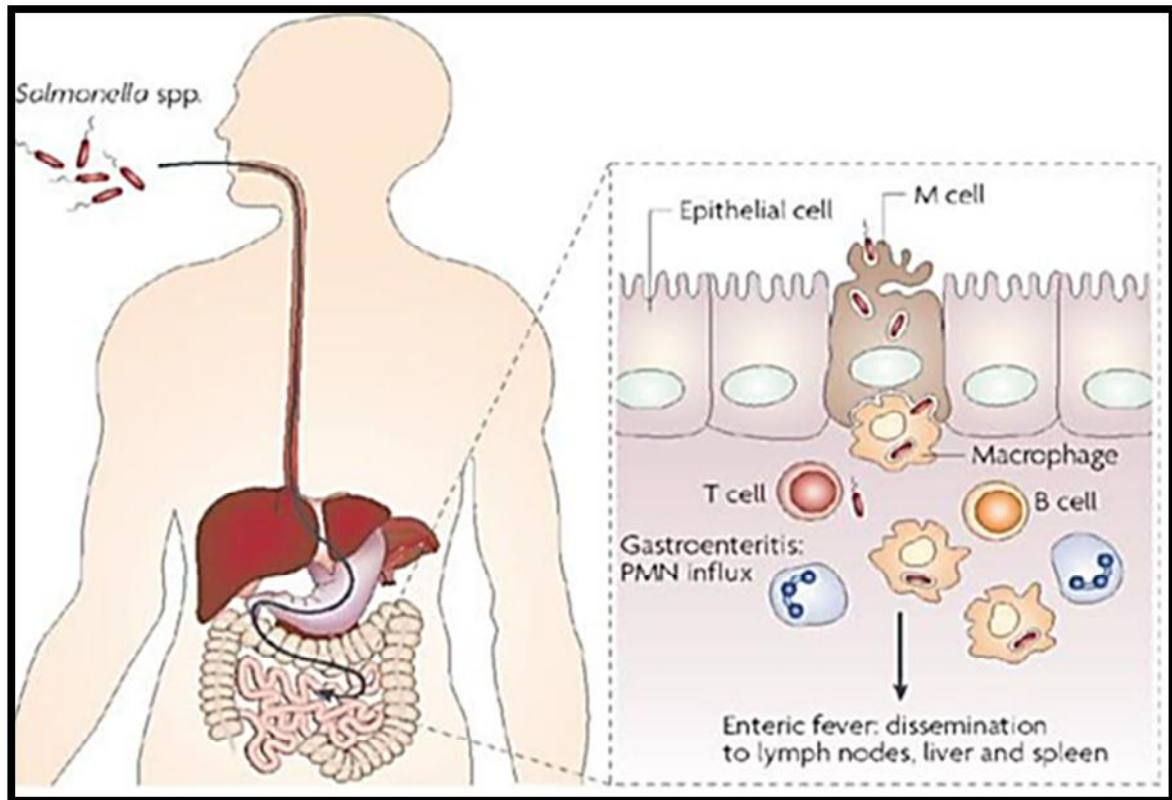


Figure 2: Représentation schématique des différentes étapes de l'infection orale par *Salmonella* (HARAGA et al., 2008).

• Symptomologie

L'ingestion de 10 à 10^{11} cellules de *Salmonella* peut déclencher une infection se manifestant par une fièvre à 39 °C - 40 °C , des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements et un syndrome diarrhéique caractérisé par des selles liquides et fétides (AFSSA, 2002). Tous les sérotypes peuvent être impliqués, ils varient avec les pays et les époques. Les salmonelles non typhoïdiennes provoquent des abcès dans différents tissus, voire une septicémie. Ces germes résistent au pH acide de l'estomac, entrent en compétition avec la flore normale de l'intestin grêle et franchissent la barrière épithéliale pour proliférer dans les plaques de Peyer et envahir les ganglions mésentériques (HANES, 2003).

- **Traitement**

La plupart des salmonelloses ne nécessitent pas de traitement antibiotique ; celui-ci est préconisé uniquement pour les patients présentant un risque d'infection systémique comme les nouveau-nés, les adultes de plus de 50 ans, les personnes immunodéprimées ou présentant des anomalies cardio-vasculaires. Les fluoroquinolones entraînent un risque de lésions articulaires. Aussi, les céphalosporines de troisième ou quatrième génération sont prescrites en première intention. Dans les cas de septicémie, les fluoroquinolones ou les céphalosporines de troisième ou quatrième génération sont utilisés (SANCHEZ-VARGASE *et al.*, 2011).

- **Prévention**

Le meilleur moyen de prévenir la maladie est de limiter les contaminations. Cela passe par l'accès à l'eau potable, de bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la conservation des aliments, la traçabilité personnelles sont aussi importantes comme se laver les mains après avoir été en contact avec un animal, en particulier lorsqu'il s'agit d'un reptile ou d'un amphibien (SANCHEZ-VARGASE *et al.*, 2011).

4.2. *Staphylococcus aureus*

- **Historique**

Le nom commun "staphylococcus" qui dérive du grec (« *staphulé* » grappe de raisin, et « *kokkos* », grain), a été proposé par Ogston en 1883 pour désigner des coques regroupées chez l'Homme. En 1884, Rosenbach a fourni la première description du genre *Staphylococcus*. En 1986, le genre *Staphylococcus* appartenait à la famille des Micrococcaceae qui comprenaient trois autres genres : *Micrococcus*, *Planococcus* et *Stomatococcus* (FEDERIGHI, 2005).

- **Morphologie**

Staphylococcus aureus est un germe de la famille des *Micrococcaceae*. Il s'agit de cocci à coloration de Gram positive, mesurant 0,5 à 1 µm de diamètre. Souvent disposés en grappes et non sporulés, cette espèce est à coagulase positive. Elle fait partie des bactéries aéroanaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, de manière optimale de 37 °C, pour un pH allant de 5 à 9, avec un optimum de 7,2 à 7,6 et une a_w de 0,86 en aérobiose et 0,90 en anaérobiose. C'est un germe halophile et xérophile car il se développe même en présence de

sel et survit dans les aliments déshydratés : sa croissance est possible jusqu'à une concentration de 18 % en sel en aérobiose (**FOSSE et al., 2004 ; BAILLY et al., 2012**).

- **Symptomatologie**

Dans le cas d'intoxications alimentaires, on observe habituellement des vomissements violents souvent accompagnés de diarrhées pendant un à deux jours, suivis d'une guérison complète (**LELOIR et al., 2003**). La FDA (*Food and Drug Administration*) rapporte que le décès d'un individu suite à une intoxication alimentaire par *S.aureus* est un événement très rare. En 2009, en Europe, sur 49000 personnes intoxiquées, seuls 46 cas eurent une issue fatale. En général, il s'agissait d'enfants, de personnes âgées très affaiblies ou immunodéprimées. Le syndrome de choc toxique staphylococcique dû aux souches libérant la toxine TSST1 (*Toxic shock Syndrome Toxin-1*) est associé à une hypotension, à de la fièvre et à une érythrodermie desquamant généralisée. Cette infection est rare mais souvent mortelle (**SCHELINetal.,2011**).

- **Traitement**

En 1942, est apparue la première souche de *S.aureus* résistante à la pénicilline. De par leur nouvel avantage sélectif, ces souches résistantes sont rapidement devenues majoritaires, rendant la pénicilline inefficace contre près de 90% des souches de *S.aureus* (**BENHAMOU et al., 2005**). Le développement de nouvelles molécules efficaces contre ces souches, telle que la méticilline, a alors permis de poursuivre la lutte contre *S.aureus*. Malheureusement, quelques années seulement suffirent pour voir émerger les premières souches résistantes à la méticilline, avec la première souche résistante isolée en 1961. Jusqu'à maintenant, la vancomycine, un glycopeptide, restait le traitement de choix pour les infections sévères à SARM (*S. aureus* résistante à la méticilline). Mais l'émergence récente de souche résistante à la vancomycine limite de nouveau les alternatives thérapeutiques. Les dernières molécules utilisées contre *S. aureus* sont la daptomycine et le linézolide, mais leur utilisation reste limitée et coûteuse et des souches résistantes ont déjà été reportées (**TREMBLAY, 2008**).

4.3.*Escherichia coli*

- **Historique**

C'est en 1885 que la bactérie *Escherichiacoli* est décrite pour la première fois ; elle a été retrouvée dans des selles de nourrissons, par l'Allemand Theodor Escherichia. Toutefois, son

Chapitre III : Infections alimentaires d'origine microbienne

nom actuel lui a été donné en 1919 par Castellani et Chambers (**GRIMONT, 1987**). Durant les années 1920 et 1930, plusieurs chercheurs essayèrent d'identifier les types spécifiques d'*Escherichia coli* responsables des entéropathies, mais aucun progrès significatif ne fut réalisé jusqu'à la mise au point par Kouffman, dans les années 1940, d'un schéma de sérotypes précis (**KAUFFMANN, 1947**). Ainsi, à partir des 1950, de nombreuses souches d'*Escherichia coli* appartenant à des sérotypes particuliers ont été répertoriées, chez l'Homme comme chez l'animal, comme étant des souches pathogènes responsables d'affection variées allant d'une simple diarrhée à des infections systémiques sévères voire mortelles (**LEVINE, 1984**). Le premier système permettant la reconnaissance et une classification des souches de l'espèce *Escherichia coli* fut la détermination des sérotypes, c'est-à-dire une combinaison de certains antigènes de surface (**KAPER et al., 2004**).

- **Taxonomie**

Le genre *Escherichia* regroupe cinq espèces : *E. blattae*, *E. coli*, *E. fergusonii*, *E. hermannii* et *E. vulneris*. Chaque espèce d'*Escherichia* possède des caractéristiques biochimiques particulières permettant de les différencier (**GRIMONT, 1987**).

Tableau VI: Principaux caractères permettant la différenciation des espèces du genre *Escherichia* (**GRIMONT, 1987**).

Caractéristiques	<i>E. coli</i> non O157:H7	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>E. hermannii</i>	<i>E. vulneris</i>	<i>E. fergusonii</i>
Indole	+	+	+	-	+
Pigment jaune	-	-	+	+	-
LDC	+	+	-	+	+
ODC	+/-	+/-	-	+	+
β -xylosidase	-	-	-	+	-
β -glucuronidase	+	-	-	-	-
Sorbitol	+	-	-	-	-
Malonate	-	-	-	+	-
Adonitol	-	-	-	-	+

- **Morphologie**

Escherichia coli appartient à la famille des Enterobacteriaceae. Ce sont des bacilles à coloration Gram négative, non sporulés, anaérobies facultatifs et qui ne possèdent pas d'oxydase. L'espèce *Escherichia coli* est considérée comme commensale de la microflore digestive de l'Homme et de la plupart des animaux à sang chaud (RUSSO, 2000). La niche écologique de cette bactérie se trouve dans la couche de mucus sécrétée par l'épithélium du côlon. Etant donné qu'elle est hautement compétitive dans cet environnement, *Escherichia coli* reste la bactérie anaérobie facultative la plus abondante dans le côlon humain, dans celui d'autres mammifères et des oiseaux (FRETER et al., 1983).

- **Mode de contamination**

Les *Escherichia coli* à l'origine de maladies intestinales ont en commun de se multiplier dans l'intestin de leurs hôtes. Elles se retrouveront donc dans les fèces et par la suite dans les effluents animaux (élevages et abattoirs) et les effluents d'origine humaine. Ce premier groupe de pathogènes est subdivisé en 6 pathovars majeurs selon le type de maladie engendrée et les facteurs de virulence associés : les ETEC (*E. coli* Entérotoxinogènes), les EHEC (*E. coli* Entérohémorragiques), les EPEC (*E. coli* Entéropathogènes), les DAEC (*E. coli* à adhérence Diffuse), les EAEC (*E. coli* Entéroagrégatives) et les EIEC (*E. coli* Entéroinvasives). Le deuxième groupe d'*Escherichia coli* à l'origine de maladies extra-intestinales (ExPEC) a acquis la capacité de déjouer les défenses immunitaires de l'hôte, et à se propager dans l'organisme (JOHNSON, 2005 ; CROXEN, 2010). Elles peuvent induire chez leurs hôtes des infections du tractus urinaire (ITU) : UPEC « *Urinary Pathogenic E. coli* » ; des méningites néonatales : NMEC, « *Neonatal Meningitis E. Coli* » ou des septicémies (MOKADY et al., 2005).

- **Les souches d'*Escherichia coli* pathogènes et leurs symptômes**

- **Les *Escherichia coli* Entérotoxinogènes (ETEC) :** Les ETEC sont à l'origine d'épisodes de diarrhée aqueuse, modérée à sévère, peu fébriles, associés à des nausées et à des crampes abdominales. Dans les pays dits en voie de développement, les ETEC sont la cause majeure de cas de diarrhée aqueuse aiguë chez les enfants de moins de 5 ans et de « diarrhée du voyageur » ou « turista » (NATARO, 1998). Les ETEC appartiennent aux sérogroupes : O6, O8, O11, O15, O20, O25, O27, O78, O128, O148, O149, O159 et O173 (STENUTZ et al., 2006).

- **Les *Escherichia coli* Entéroinvasives (EIEC) :** Les EIEC sont responsables de syndromes dysentériques caractérisés par une forte fièvre, des crampes abdominales et des nausées, accompagnées d'une diarrhée aqueuse évoluant rapidement vers une dysenterie (diarrhée contenant du sang et du mucus) (KAPER, 2004). Les souches d'EIEC appartiennent aux sérogroupes : O28ac, O29, O112ac, O124, O136, O143, O144, O152, O159, O164 et O167 (STENUTZ et al., 2006).
- **Les *Escherichia coli* à Adhésion Diffuse (DAEC) :** Les DAEC sont un groupe hétérogène qui produit une adhérence diffuse sur cellules Hela et HEp-2. Les isolats de DAEC qui expriment l'Afa-Dr en colonisant l'intestin grêle, engendrent des cas de diarrhée chez les enfants entre 5 et 18 mois d'âge. Par ailleurs, ils peuvent coloniser le tractus urinaire et être à l'origine d'infection urinaire récurrente chez l'adulte (SERVIN, 2005).
- **Les *Escherichia coli* Entéro-agrégatives (EaggEC, ou EAEC) :** les EAEC sont la deuxième cause de diarrhée des voyageurs après ETEC dans les pays développés et en voie de développement. Les EAEC sont également reconnues comme une cause de diarrhée endémique et épidémique dans le monde entier. La diarrhée provoquée par les EAEC est souvent aqueuse, mais elle peut être accompagnée de mucus ou de sang. Les sérogroupes qui ont été identifiés dans le groupe des EAEC sont : O3, O7, O15, O44, O77, O86, O104, O111, O126 et O127 (STENUTZ et al., 2006).
- **Les *Escherichia coli* Entéro-Pathogènes (EPEC) :** Les EPEC sont responsables de cas de diarrhée sévère chez les enfants dans les pays en voie de développement (COSTA et al., 2004). Par contre, dans les pays industrialisés, l'incidence des infections dues aux EPEC a fortement diminué. Mais des cas sporadiques sont encore recensés dans les communautés d'enfants. Les sérogroupes des souches EPEC les plus fréquemment associés à la diarrhée chez l'Homme sont O111, O128, O86, O55, O125, O127 (CAMPOSE et al., 2004).
- **Les *Escherichia. Coli* Entérohémorragiques (EHEC) :** Les (EHEC) sont des bactéries pathogènes et zoonotiques qui se retrouvent dans l'eau et parfois dans les aliments. Elles sont responsables de diarrhée, de colite hémorragique et de syndrome urémique hémolytique chez l'Homme. Par contre, il y a peu ou pas de maladies perceptibles chez les animaux considérés comme des réservoirs. Le sérotype O157:H7 est le plus fréquent pour les souches EHEC chez l'Homme (TOZZI et al., 2003).

- **Traitement**

Escherichia coli reste dans l'ensemble sensible aux principaux antibiotiques tels que l'ampicilline et les céphalosporines, les aminosides, la colistine, les tétracyclines et les triméthoprime-sulfaméthoxazole. Cependant un certain nombre de souches peuvent acquérir des résistances multiples aux antibiotiques. Leur fréquence varie en fonction du degré de la pression de sélection par les antibiotiques. Le choix de l'antibiothérapie dépend essentiellement de la sensibilité *in vitro* de la souche isolée et des propriétés pharmacologiques des antibiotiques en fonction de la localisation de l'infection (**BERCHE, 1988**).

Chapitre IV

Les plantes médicinales

Introduction

Dans les pays en voie de développement, entre 70 et 95% de la population a recours aux plantes médicinales pour les soins primaires par manque d'accès aux médicaments prescrits mais aussi parce que les plantes ont pu démontrer une réelle efficacité. Il est estimé qu'au moins de 25% de tous les médicaments modernes sont dérivés directement ou indirectement des plantes, et ceci grâce à l'application des technologies modernes aux connaissances traditionnelles (**OMS ,2003**). De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs. Ces derniers tournent vers des soins moins agressifs. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques.

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et la survie de l'humanité. Elles sont un patrimoine sacré et précieux et constituent une réponse de choix pour fournir à l'organisme, de façon naturelle, les substances nécessaires pour maintenir son équilibre vital (**FIAUD, 1990**).

1. Définition

Selon **ATTIYET(1995)**, les plantes médicinales regroupent l'ensemble des plantes dont un ou plusieurs de leurs organes sont utilisés pour leurs vertus thérapeutiques. Il peut s'agir de la tige, des feuilles, de l'écorce ou encore des racines qui sont employées à des fins curatives. Parmi les principales plantes médicinales les plus connues figurent, entre autres, l'absinthe qui facilite la digestion, le cacao qui régulent l'humeur ou encore l'eucalyptus très apprécié pour lutter contre la toux.

2. Principe actif

Parmi les originalités majeures des végétaux leurs capacités à reproduire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques, glucides, protides, lipides, ils accumulent fréquemment des métabolites secondaires. Ces derniers, représentent une source importante de molécules utilisables par l'Homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**MACHEIX et al., 2005**).

D'après (**KAMRA et al., 2006**), plus de 200.000 structures de métabolites secondaires ont été identifiées. Ces structures jouent un rôle important dans l'odorat et la protection de plante contre les ravageurs et les radiations ultra-violettes solaires.

Ils ont aussi un rôle important dans les interactions de la plante avec son environnement, telle que l'attraction des insectes pollinisateurs, communication intercellulaire, défense et régulation des cycles catalytiques (**GREATHEAD, 2003**)

3. les Métabolites secondaires des plantes médicinales

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires que sont les protéines, les glucides et les lipides (**BRUNETON, 1993**). Ces composés diffèrent en fonction des espèces et bien que leurs rôles soient encore mal connus, il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la Co- évolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs(**TYLER et al., 1981**).

Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires. On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine (**GUIGNARD, 1996**).

3.1. Les composés phénoliques

Dans la littérature il existe deux propositions pour définir les polyphénols. La première les définit comme étant une structure moléculaire qui porte plusieurs groupement phénoliques

Tandis que la deuxième indique la présence d'un groupement phénol polyhydroxylé. Ces polyphénols sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux pour se défendre contre les agressions environnementales (**BUCHANAN et al., 2000**). Selon **CORONA (2011)** les polyphénols peuvent être répartis en deux classes majeures : les flavonoïdes et les non flavonoïdes.

3.1.1. Flavonoïde

Le terme flavonoïde signifie jaune en latin (**RIBEREAU-GAYON, 1968**), il désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (**SEYOUM et al., 2006**). Les flavonoïdes (figure 3) sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, fruits et

parfois des feuilles (**BRUNETON, 1999**). Ils varient quantitativement et qualitativement selon le stade de développement du végétal (**FRITCH et GRIESBACH, 1975**), ce qui explique une grande part de leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire et des colorants. Ils possèdent en outre un intérêt médical considérable (**VAUZOUR et al., 2001**)

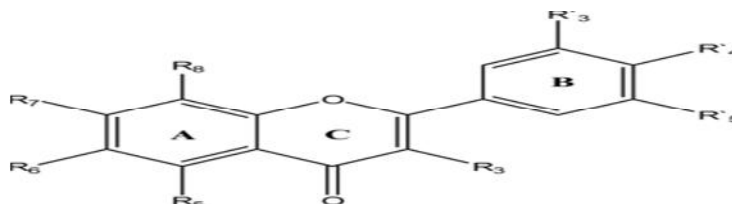


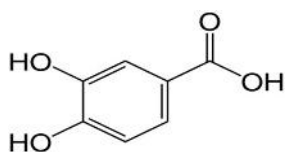
Figure 3 : Squelette de base des flavonoïdes (**HEIM et al., 2002**).

3.1.2. Non Flavonoïde

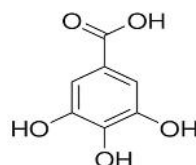
Cette classe contient plusieurs composés chimiques, parmi lesquels : les acides phénoliques, les stilbenes hydroxylés, les coumarines, les lignanes, les lignines et les xanthones.

- **Les acides phénoliques**

Les acides phénoliques sont rares dans la nature. Ces composés sont formés de deux catégories : la première catégorie contient les acides phénoliques dérivés de l'acide benzoïque qui par mono hydroxylation et/ou poly hydroxylation forme des acides phénoliques et des acides polyphénoliques respectivement l'acide gallique et l'acide protocatéchique (Figure 4). La deuxième catégorie regroupe les acides phénoliques dérivés de l'acide cinnamique. De même avec l'acide cinnamique, l'hydroxylation conduit à l'acide p-coumarique et à l'acide caféique (**HASLAM, 1994**).



Acide protocatéchique



Acide gallique

Figure 4 : Hydroxylation d'acide benzoïque.

- **Les coumarines**

Ces composés possèdent une structure de base : le benzo-2pyrone. A présent plus de 1000 composés coumariniques sont isolés dont plus de 800 sont isolés à partir des plantes et des micro-organismes exemple le mensuol (**SAKAGAMI et al., 2005**). Les coumarines sont

capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (ANDERSON *et al.*, 1996).

- **Les lignines et les lignanes**

Les lignanes constituent une classe importante de substances naturelles du règne végétale. Il s'agit des dimères ramifiés de phénylpropènes. Ces derniers sont formés par dimérisation de trois types d'alcools : alcool p-coumarique, alcool coniférique et alcool sinapique. Le sécoisolaricirésinol et le matairesinol constituent les principales lignanes d'origine végétale (AXELSON *et al.*, 1982). La polymérisation de ces trois alcools conduit à la formation de la lignine. Il est à noter que la composition de la lignine diffère d'une espèce à une autre. Une structure précise pour la lignine n'est pas encore connue, mais sûrement elle est très complexe (BUCHANAN *et al.*, 2000).

- **les composés terpéniques**

Les terpènes constituent le plus grand ensemble des métabolites secondaires des végétaux, notamment les plantes supérieures. Ils sont également rencontrés dans les autres types d'organismes vivants (algues, mousses, champignons, insectes). Du point de vue structural, les terpènes constituent une grande famille de composés phénologiques, c'est-à-dire d'homologues à enchaînement isoprénique. Ces substances organiques font partie des métabolites secondaires, les plus répandus dans la nature (BOUVIER *et al.*, 2005).

- **Les alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques azotées et pharmacologiquement actives. Il existe environ 12000 répertoriés. Les alcaloïdes constituent un vaste groupe de substance secondaire et paraissent servir comme moyen de dissuasion chimique contre les prédateurs. Ils se caractérisent par un goût assez amer, chimiquement ils sont constitués de C, H, O, N (BRUNTEN, 1999).

Selon BRUNETON(2009) On peut classer les alcaloïdes en trois classes

- **Les alcaloïdes vrais** : ils dérivent d'acides aminés et comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique. Ce sont des substances douées d'une grande activité biologique, même à faibles doses;
- **Les proto-alcaloïdes** : ce sont des amines simples, dont l'azote n'est pas inclus dans un hétérocycle. Ils dérivent aussi d'acides aminés ;

- **Les pseudo-alcaloïdes** : ils ne sont pas dérivés d'acides aminés. Ils peuvent cependant être indirectement liés à la voie des acides aminés par l'intermédiaire d'un de leurs précurseurs, ou d'un de leurs dérivés.

4. Les huiles essentielles extraites à partir des plantes médicinales

4.1. Définition

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie qui est l'aromathérapie.

Du point de vue chimique, il s'agit de mélanges extrêmement complexes. Les huiles essentielles (HIE) sont constituées de différents composants comme les terpènes, esters, cétones, phénols, et d'autres éléments (**BENAYAD, 2008**).

4.2. Propriétés et activités biologiques des huiles essentielles

Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie: l'aromathérapie. Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses, cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**FERHAT et al, 2009**).

- **Antibactérienne** : Selon **BENAYAD (2008)**, les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géranial), etc.
- **Antivirale** : Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolus aujourd'hui, les HE constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux, les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques (**BENAYAD, 2008**).
- **Antiparasitaire** : Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites (**BENAYAD, 2008**).
- **Antiseptique** : Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes (**BENAYAD, 2008**).

5. Présentation des plantes médicinales étudiées

5.1. *L'Urtica dioica*

- **Définition**

La grande ortie (*Urtica dioica*) encore appelée ortie dioïque ou ortie commune, est une ortie d'origine eurasiatique qui est aujourd'hui présente dans le monde entier. C'est une plante herbacée, vivace, privée des charmes de la couleur et du parfum, ce mal-aimé n'est pourtant pas dénué d'intérêts. Outre ses usages alimentaires, agricoles, industriels et médicaux, cette plante aux fleurs unisexuées, portées soit par des pieds différents (diécie), soit par le même pied (monœcie très rare), offre aux chercheurs une occasion unique pour comprendre les mécanismes génétiques de la séparation sexuelle des plantes (**BERTRAND, 2008**). La plante *Urtica dioica* est présentée dans la figure suivante



Figure 5: L'image correspondant à l'ortie

- **Classification**

Règne : Plantae

Classe: Mgnoliopsida

Ordre: Urticale

Famille: Urticaceae

Genre: Urtica

Genre espèce: *Urtica dioica* L (**BERTRAND, 2008**).

D'après **BERTRAND** (2002) ; **BEAUDEOIN et al.,** (2009), plusieurs noms vernaculaires Sont attribués à cette plante:

Noms français : Ortie dioïque, grande ortie, ortie piquante, ortie élevée.

Noms anglais: Nettle, common nettle, stinging nettle, tall nettle, slender nettle, greater nettle.

Noms arabes: Harayig, bent ennar.

Noms berbères: Azegtouf, tizmi.

- **Description botanique et origine de l'ortie**

L'ortie est une plante herbacée dioïque, nitrophile, vivace par un rhizome ramifié. La tige dressée de 50 à 120 cm, porte des feuilles d'un vert sombre, opposées, acuminées et dentées à stipule libre. Les fleurs unisexuées tétramères sont en grappe ramifiée, plus longue que le pétiole. Feuilles et tige sont couvertes de poils très urticants, particulièrement abondants au niveau du pétiole. L'effet irritant de l'ortie provient de ces derniers qui renferment de l'acide formique (AIT YUCEF, 2006 ; ROMBI, 2007).

- **Habitat**

L'espèce est présente dans presque toutes les régions du monde: l'Europe, l'Afrique du Nord, l'Asie ainsi qu'en Amérique du Nord et du Sud. Plante commune dans tout le Tell algérien. Présente jusqu'à 2400 mètres d'altitude, l'ortie est une plante inféodée au voisinage des habitations, les décombres et lieux incultes. Elle pousse sur les terres humifères et légères. On la rencontre dans les haies, au bord des chemins, dans les champs et les jardins (DELILLE, 2010)

- **Composition chimique**

Les propriétés médicinales des plantes sont dues à des composés chimiques. Parmi ces derniers nous avons de nombreux composés appelés métabolites primaires et qui sont indispensables à leurs existences, ceux-ci englobent des protéines, des lipides, des fibres alimentaires et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction, non seulement de la plante elle-même mais encore des animaux qui s'en nourrissent. De plus, les plantes synthétisent aussi une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires dont la fonction est loin de faire l'unanimité (PAUL et al., 1994). La composition chimique de différentes parties de l'ortie est présentée dans le tableau suivant

Tableau VII : La composition chimique des différentes parties de l'ortie

Partie de la plante	Composition chimique	Références Bibliographiques
Racine	<p>*Des composés phénoliques</p> <ul style="list-style-type: none"> -En C6-C3 (acides phénols, scopolétole, aldéhydes, alcools) ; - En C6-C2 (alcoolhomovanilique libre et glycosylé) ; - des tanins, des lignanes, des hétérosides stéroïdiques dérivés du sitostérol ; -Une fraction polysaccharidique composée de glycanes, des céramides, des acides gras ainsi qu'une lectine. - Présence de l'acide p-coumarique et l'acide férulique 	<p>(LEFIEF-DELCOURT, 2012).</p> <p>(KRAUSHOFER et SONTAG, 2002).</p>
Les parties aériennes	<p>Très fortement minéralisées, (notamment en fer, en silicium organique, calcium, et potassium) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - une source de chlorophylle ; -Renferment également des caroténoïdes, des vitamines (A et C) ; -De l'acide caféique, chlorogénique et caféylmalique, du scopolétole, du sitostérol, des acides phénols et de nombreux flavonoïdes ; -Riches en protéines complètes ; -Les poils urticants contiennent de l'histamine, de l'acétylcholine, de la sérotonine, des leucotriènes et de l'acide formique 	<p>(LEFIEF-DELCOURT, 2012)</p>
Les graines	<ul style="list-style-type: none"> -Riches (25-33%) en lipides à acides gras insaturés (acide linoléique, environ 80 %) avec un peu de δ-tocophérol et des caroténoïdes. 	<p>(GUIL-GUERRERO et al., 2003).</p>

- **Indications thérapeutiques**

L'ortie appartient au monopole pharmaceutique. Elle est inscrite sur la liste des plantes médicinales retenues comme telles par la pharmacopée Française. Aujourd'hui, les propriétés médicinales de l'ortie sont reconnues de tous. Cette plante rentre dans la composition d'une multitude de médicaments allopathiques ou homéopathiques et les recherches se poursuivent et viennent confirmer certaines utilisations empiriques. L'utilisation de l'ortie est multiple. On l'emploie en agriculture, en alimentation, en

cosmétique, en teinturerie, dans l'industrie du textile et à des fins médicinales (**GHAEDI et al., 2015**). Plusieurs propriétés médicinales lui sont attribuées.

➤ **Asthénie**

L'ortie est utilisée traditionnellement dans les fatigues comme reminéralisant compte tenu de sa forte teneur en chlorophylle, minéraux et vitamines. Elle ne contient pas d'oxalates et peut donc être consommée sans inconvénient par les goutteux, les rhumatisants et les arthritiques (**MAURICE, 1993**).

➤ **Gynécologie**

Elle régularise les règles notamment lorsqu'elles sont trop abondantes ou les fait réapparaître si elles se sont interrompues anormalement. Elle a des propriétés galactogènes et est donc conseillée aux femmes allaitantes (**MAURICE, 1993**), le suc d'ortie a des propriétés hémostatiques et un pouvoir vasoconstricteur, il est donc efficace entre autre sur les hémorragies utérines.

Pendant la grossesse, l'ortie est conseillée en infusion comme tonifiant grâce à son apport en minéraux, vitamines et chlorophylle. Elle permet d'atténuer les crampes musculaires, réduit les hémorroïdes, prévient les hémorragies du post-partum et diminue les douleurs pendant et après l'accouchement. (**SUSUN, 2004**).

➤ **Dermatologie**

En médecine populaire, pour ralentir la chute des cheveux, on utilise une décoction de racines coupées en morceaux. On peut aussi se masser le cuir chevelu avec de la teinture d'ortie pour stimuler la repousse des cheveux. L'ortie combat aussi l'excès de sébum qui étouffe le cuir chevelu, raison pour laquelle on retrouve de nombreux produits de beauté à base d'ortie. Cependant, on ne dispose pas de données cliniques probantes permettant de valider cet usage traditionnel (**JEAN, 1989**).

➤ **Urologie**

Plusieurs études ont été effectuées dans différents domaines pour évaluer l'efficacité de l'ortie: dans le cancer de la prostate, l'extrait aqueux des parties aériennes de l'ortie a un rôle bénéfique probablement lié à son activité inhibitrice sur l'activité de l'adénosine désaminase. (**DURAK I et al., 2004**).

➤ **Rhumatologie**

Au cours d'un essai sans groupe placebo mené en 1997 auprès de 40 sujets souffrant d'arthrite, on a constaté que les feuilles d'ortie pouvaient augmenter l'effet anti-inflammatoire du diclofénac (anti-inflammatoire de synthèse largement prescrit aux arthritiques). On a pu, en donnant à manger aux sujets 50g de feuilles bouillies (préparées comme des épinards), diminuer de 200mg à 50mg la dose de diclofénac nécessaire au soulagement de leurs symptômes (**FABRICE, 2009**).

➤ **ORL**

En cas d'angine, on peut se gargariser avec une décoction préparée avec 60g de feuilles dans un litre d'eau. Pour un aphte, on peut utiliser le suc frais de la plante appliqué directement, pratiquer un gargarisme en diluant le suc frais dans un peu d'eau ou avec une décoction obtenue avec 50g de feuilles dans un litre d'eau (**ERIC MEYER, 2006**).

➤ **Cardiologie**

La racine d'ortie est utilisée comme remède traditionnel au Maroc dans l'hypertension artérielle. Selon une étude de 1999 (**TAHRI et al., 1999**), l'extrait aqueux de la partie aérienne de l'ortie a un effet hypotenseur, natriurétique et diurétique, en ayant une action sur le système cardiovasculaire et sur la fonction rénale. Cependant, il semble avoir un effet toxique à fortes doses. Une équipe italienne a étudié en 2000 l'effet de l'extrait aqueux de la racine d'ortie sur des fragments d'aorte puis sur des cobayes et des rats anesthésiés. Une action hypotensive a été observée, cette action se manifeste grâce à une vasodilatation médiée par la libération de l'oxyde nitrique endothélial et par l'ouverture de canaux potassium, et grâce à une action inotrope négative. (**TESTAI L et al., 2000**).

➤ **Endocrinologie**

L'extrait aqueux d'ortie à la dose de 150 mg/kg/j pendant 30 jours chez des rats entraîne une décroissance significative du taux de cholestérol total, du LDL, du rapport LDL/HDL et du taux plasmatique d'Apo B sans modification du bilan hépatique (**DAHE et al., 2005**).

5.2. La cannelle, *Cinnamomum cassia*

- **Définition**

Le nom botanique de *Cinnamomum* dérive du terme hébreu : amomon qui signifie : une épice végétale aromatique (ATAL ET KAPUR, 1982). La cannelle est une substance végétale aromatique provenant de l'écorce interne du cannelier. Elle est cultivée essentiellement en Asie du sud : Inde, Sri Lanka (Ceylan), Chine, ainsi qu'aux Seychelles et à Madagascar. Très appréciée pour sa saveur parfumée, elle est également riche en antioxydants. Une vaste revue scientifique a classé la cannelle moulue au quatrième rang parmi les 50 aliments renfermant le plus d'antioxydants par portion de 100 g (HALVORSEN et al., 2006). La cannelle est illustrée dans la figure suivant



Figure 6: Image de la tige et la poudre de la cannelle

- **Classification**

Royaume: Plante

Classe: Dicotyledonae

Sous classe: Magnoliidae

Ordre: Magnoliales

Famille : Lauraceae

Genre : *Cinnamomum*

Espèce: *C. zeylanicum* Nees ou *C. verum* J. Presl (BRUNETON, 2009)

Nom scientifique : *Cinnamomum cassia* L.

Nom en Arabe : Kerfee, Salikha, Darseen.

Nom en Français : Casse, Canefice, Cannelle de Chine (**RAVINDRAN et al., 2004**).

- **Description botanique**

La cannelle appartient au genre *Cinnamomum*, un genre qui regroupe des espèces possédant presque tous une flaveur. *Cinnamomum cassia* est une espèce à feuilles persistantes très connue par son écorce aromatique et goût sucré. Il s'agit d'un arbre d'une longueur moyenne de 18 à 20 m, un tronc de 40 à 60 cm de diamètre et une écorce grise à marron mesurant 13 à 15 mm d'épaisseur à la maturité (**RAVINDRAN et al., 2004**).

Les feuilles sont simples et en hélice, les fleurs sont blanchâtres, régulières à six pétales et se présentent en grappe très ramifiées. Le fruit (baie) ressemble à celle du laurier noble (**ZHIRI, 2005**).

- **Habitat et culture**

La culture commerciale de la cannelle se limite aux régions tropicales et subtropicales. La cannelle chinoise (*Cinnamomum cassia* syn. *C. aromaticum* Nees), ainsi que la cannelle de Ceylan (*Cinnamomum verum* syn. *C. zeylanicum*) jouent un rôle prépondérant sur le plan économique (**RAVINDRAN et al., 2004**).

La production mondiale de *Cinnamomum cassia* est limitée aux régions basses et humides de l'Asie du Sud et Sud-est. Cette espèce est cultivée à une altitude de plus de 500m au-dessus du niveau de la mer ou la température moyenne est de 15 à 27°C et la pluviométrie annuelle moyenne va de 2000 à 2400 mm (**RADHAKRISHNAN et al., 1992**).

Le cannellier a besoin d'un sol léger et se multiplie par semis ou boutures. Il faut attendre 6 à 7 ans pour la première récolte. On coupe alors les branches et on prélève l'écorce par grattage à l'aide de couteaux spéciaux, pour la faire sécher ensuite à l'ombre. Les troncs débarrassés de leur écorce sont eux aussi coupés un peu au-dessus du sol et les rejetons qui repoussent dans les 5 à 6 années qui suivent peuvent servir pour une nouvelle récolte (**BASER et al., 2001**).

- **Usages traditionnels et thérapeutiques**

- Le potentiel hypocholestérolémiant de la cannelle est aussi élevé, elle réduit non seulement le taux du cholestérol sérique mais aussi celui des triglycérides, des LDL (Low density lipoprotein) et des phospholipides.

- Elle exerce une activité antiulcérogénique, anticancéreuse, immunologique, antiallergique et insecticide **(RAVINDRAN et al., 2004)**.
- L'activité antibactérienne et antioxydant inhibe l'altération des aliments ainsi que la croissance bactérienne. La cannelle de chine est un antioxydant puissant et un excellent protecteur des cellules de l'organisme contre les radicaux libres **(EUGEN et al., 2005)**.
- L'huile essentielle de cannelle possède un pouvoir antifongique, testé sur des souches de référence de *Candida albicans*, *C. glabrata*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. parasiticus* et *Penicillium cyclopium*. Ceci est dû à son composé majoritaire l'aldéhyde cinnamique **(SENHAJI et al., 2006)**.
- De même que les extraits de l'écorce de la cannelle exercent une inhibition bactérienne sur des souches bactériennes pathogènes de référence et des souches prélevées de la cavité buccale **(ATES, 2003 ; NAZIA, 2006)**.

Matériel et méthodes

Partie microbiologique

Elle a été réalisée au laboratoire de bactériologie alimentaire des eaux et de l'environnement à l'institut Pasteur d'Algérie.

1. Matériels

1.1. Echantillons alimentaires

Les échantillons analysés (annexe 1) sont constitués de plats cuisinés (plats à base de légumes et plats à base de viande et/ou de poisson). Les échantillons (sandwichs, soufflés, pizzas, galettes, paninis) ont été prélevés à partir de fast-foods, pizzeria et restaurants localisés à proximité d'universités et de cités universitaires des wilayas d'Alger et Tizi-Ouzou. Ces échantillons sont transportés dans des sachets stériles, ainsi 34 échantillons ont pu être analysés.

1.2. Matériel de prélèvement des échantillons alimentaires

- Balance pour la pesée
- Sachets stériles
- Pince métallique stérile et spatule
- Une pissette d'alcool pour la désinfection du petit matériel
- STOMACHERN (400 circulator) pour le broyage et l'homogénéisation

1.3. Matériel de laboratoire

- Matériel d'incubation et de conservation: bain marie, étuves, réfrigérateurs et congélateurs.
- Verrerie: tubes à essais, pipettes Pasteur.
- Flacons, boîtes de Pétri rondes et carrées, anse de platine, pince
- Balance de précision.

1.4. Milieux et réactifs

Les milieux et les réactifs utilisés dans la présente étude sont présentés dans le tableau suivant et la composition de chaque milieu est citée dans l'annexe (3) :

Tableau VIII : Liste des milieux de culture et des réactifs utilisés

Milieux de culture	Réactifs
<p>1: Tryptophane sel eau (TSE). 2:L'eau peptoné tamponné (EPT). 3: Baird Parker (BP).4: Chapman. 5:Hektoen .6: Gélose nutritive (GN). 7: Gélose Viande foie (VF).8: Tryptone bile X glucoronide(TBX).</p> <p>9: Plat count agar (PCA).10 : Selenite F Broth(SFB).11: Biliée lactosée au rouge neutre et au cristal violet (VRBL).12 : Mueller-Hinton (MH).13: Eau distillé, 14:Eau physiologique.</p> <p>15:Bouillon au cœur-cerveau (BHIB).16 : Urée indole.17 : Milieu de moeller lysine(LDC).18 : Milieu de moeller témoin.19:Citrate de fer aux trois sucre (TSI)</p>	<p>1: L'eau oxygénée(H₂O₂).</p> <p>2:kovacs,</p> <p>3:Chlorure de fer III,</p> <p>4:Voges-proskauer (Vp1 et VP2)</p> <p>6: NT1 ET NT 2</p> <p>8: L'huile de vaseline.</p>

2. Méthodes

2.1. Echantillonnage et prélèvement des aliments

La matière prélevée de manière aseptique est conditionnée dans un sachet stérile. Chaque échantillon est numéroté et daté. Le tout est acheminé au laboratoire. Les analyses sont lieu dans les heures qui suivent les prélèvements. Selon le JOA N°35 (27 mai 1998)

- les *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* ont été cherchés uniquement dans les plats à base de légumes.
- les *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* et *Escherichia coli* ainsi que les *Anaérobies-sulfuro-réducteurs*, les *Coliformes* et la *Flore aérobie mésophile total* ont été cherchés dans les plats à base de viande et/ou poisson.

2.2. Analyses microbiologiques des aliments

Les analyses microbiologiques ont consistés à rechercher sept groupes de bactéries ciblées. Pour ce faire, les méthodes de dénombrement de la norme ISO ont été utilisées.

2.2.1. Préparation de solution mère (SM)

Le protocole utilisé pour préparer la solution mère (SM) est résumé dans la figure(7). Ce protocole est valable pour tous les groupes bactériens recherchés, exception faite pour les salmonelles

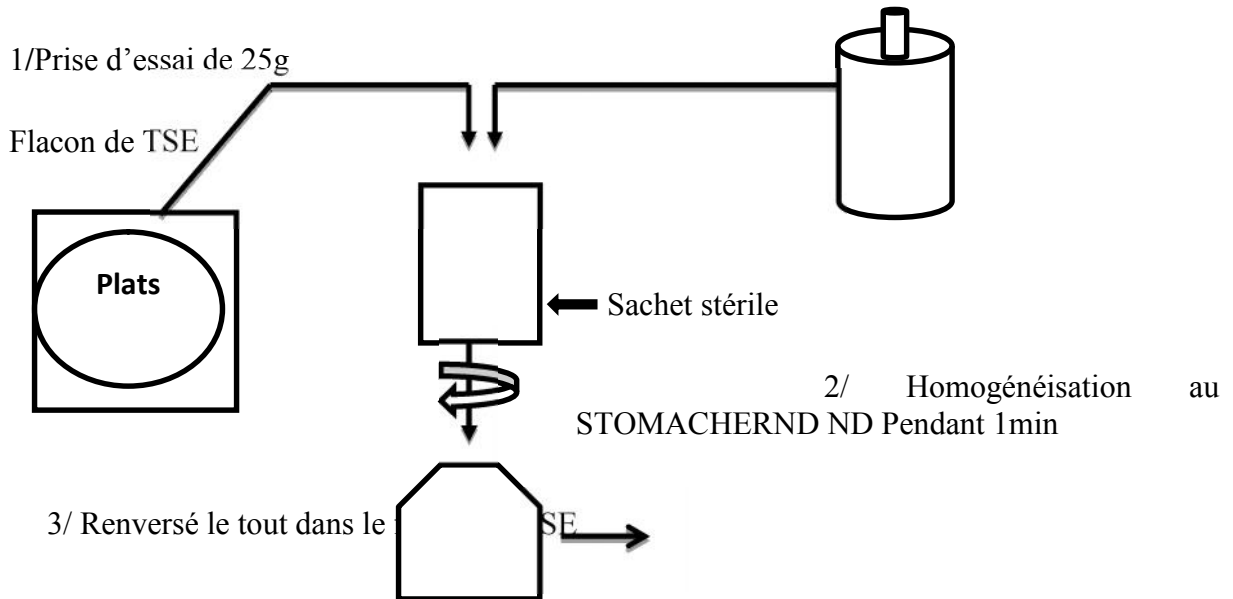


Figure 7: Préparation du prélèvement

À partir de cette même préparation la recherche de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, les *Coliformes*, les *Germes totaux* et les *Anaérobies-sulfite-réducteurs* est faite. Sauf pour *Salmonella* une autre solution mère dans l'eau peptoné tamponné (25g dans 225ml EPT) est préparée

La recherche des *Coliformes*, des *Germes totaux* et des *Anaérobies-sulfite-réducteurs* nécessite de réaliser des dilutions décimales à partir de la solution mère

2.2.2. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

L'isolement de *Staphylococcus aureus* se fait à l'aide du milieu Baird Parker (BP) auquel a été ajouté du jaune d'œuf et du tellurite de potassium, tout ceci coulé en boîte de Pétri. Une fois la solution mère préparée, a été laissée 30 à 40 mn à température ambiante pour la revivification des germes. Les étapes d'isolement sont illustrées dans la figure suivante :

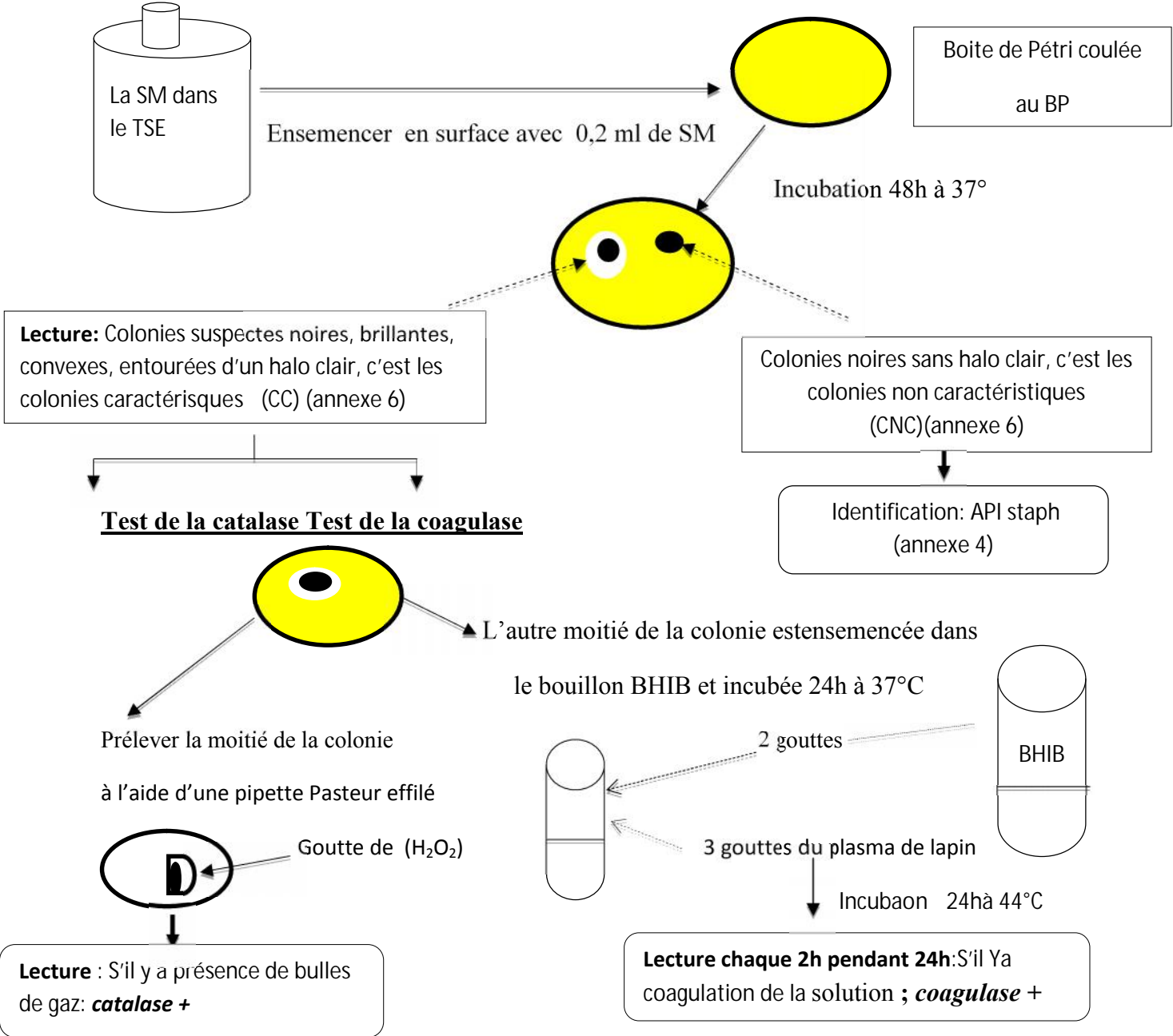


Figure 8 : Protocole d'isolement de *Staphylococcus aureus*

Les colonies catalase + et coagulase +, correspondent à *Staphylococcus aureus*

- **Autre milieu pour la recherche de *Staphylococcus aureus***

Le milieu Chapman permet la sélection des bactéries halophiles (comme les *Staphylococcus*) car il a une teneur élevée en NaCl et inhibe la grande majorité des autres bactéries. Il a un critère de différenciation qui est la fermentation du mannitol révélée grâce au virage de l'indicateur coloré de pH : le rouge de phénol qui permet une orientation vers certaines espèces (comme *Staphylococcus aureus*) sur ce milieu le *Staphylococcus aureus* apparaît sous forme de colonies dorées.

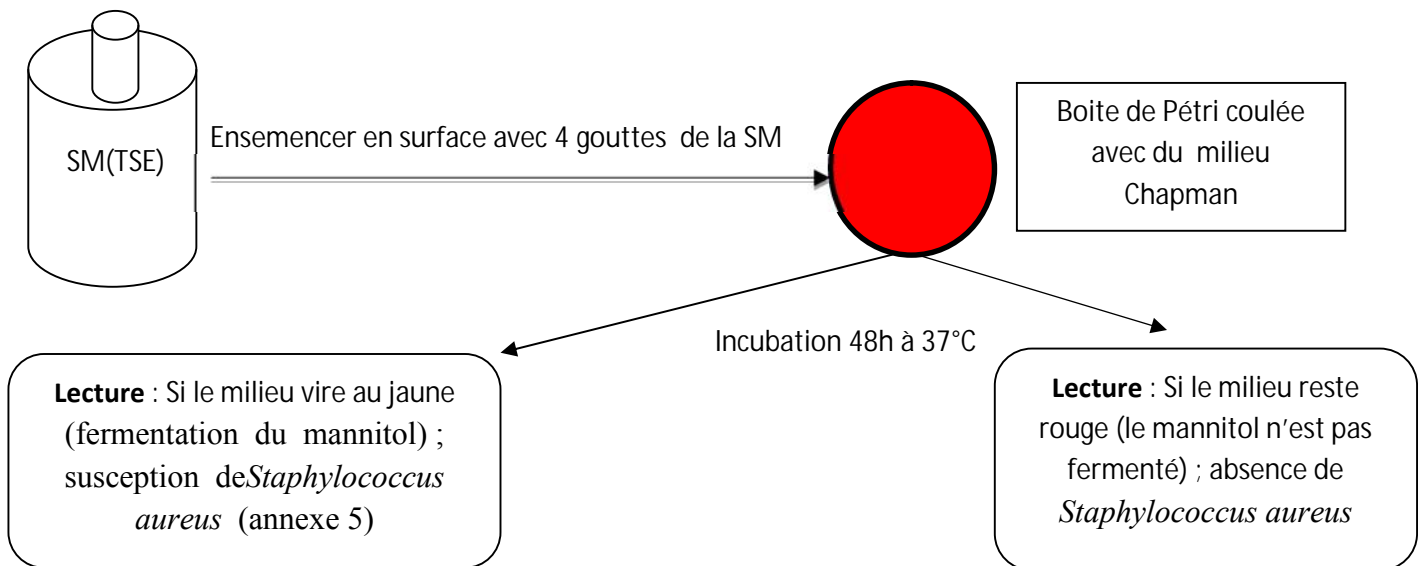
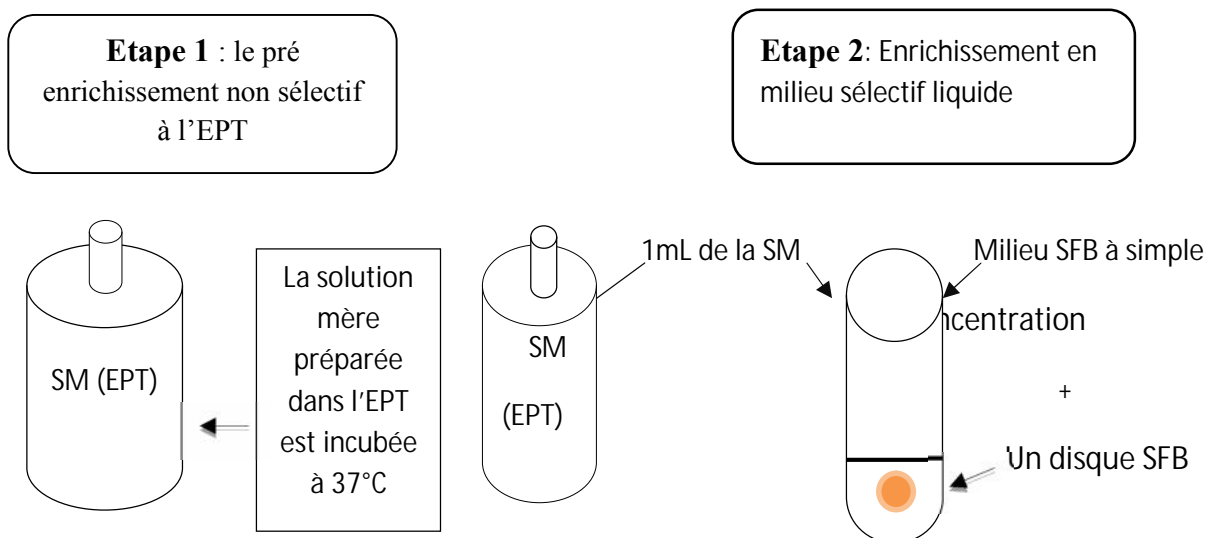


Figure 9: Recherche de *staphylococcus aureus* sur milieu Chapman

2.2.3. Rechercher et dénombrement des *Salmonelles*

2.2.3.1. Enrichissement et isolement des *Salmonelles*



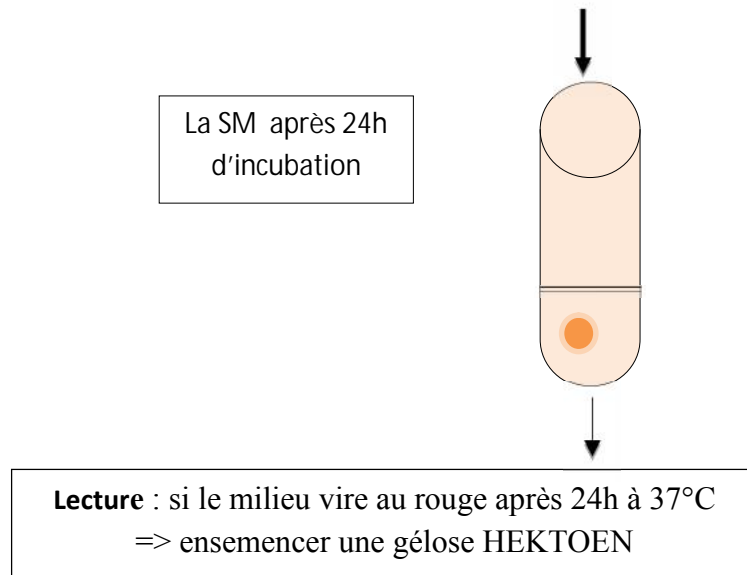


Figure 10:Pré-enrichissement et enrichissement des *Salmonelles* en milieu liquide

Etape 3 : Isolement sur milieu solide

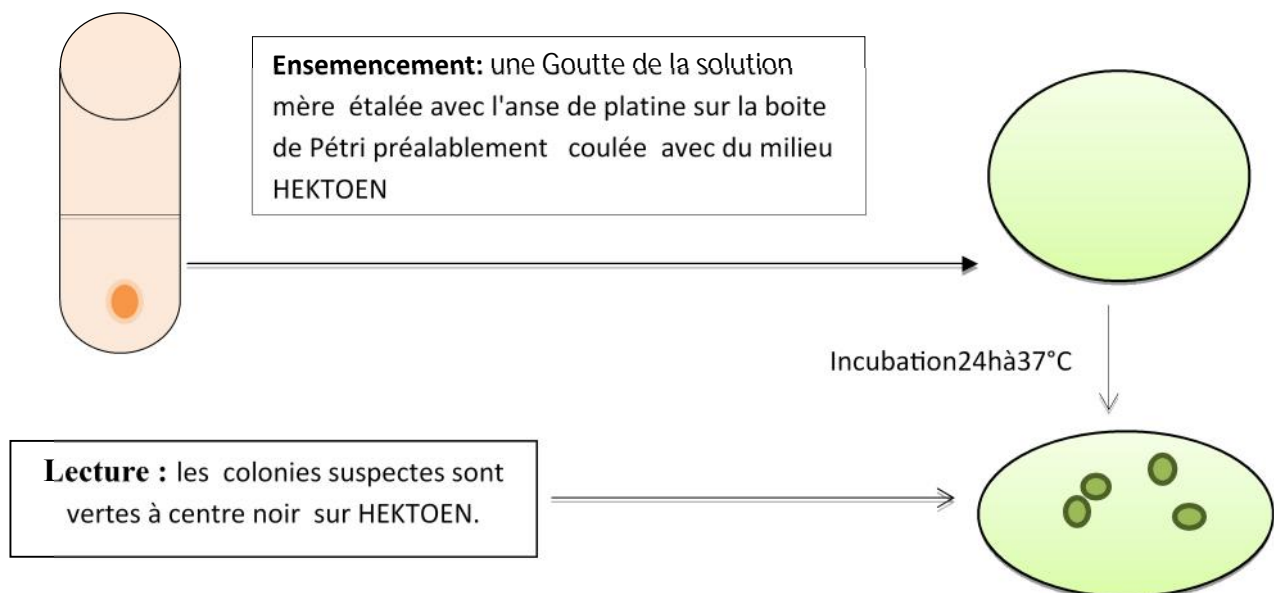


Figure 11: Isolement de *Salmonella* sur milieu solide

2.2.3.2. Identification des *Salmonelles*

L'identification est faite par les méthodes biochimiques classiques (galerie biochimique) ou par galerie miniaturisée types Entérotubes (galerie API 20E) pour laquelle un catalogue permet la lecture des résultats.

2.2.3.2.1. La galerie biochimique

Avant de procéder à l'identification des salmonelles par la galerie biochimique, la moitié de la colonie suspectée est ensemencée dans du TSI (Triple Sugar Iron) et l'autre moitié est ensemencée dans la gélose inclinée (GN). Ces deux milieux ainsi ensemencés sont incubés à 37°C pendant 24h. Après lecture des résultats du milieu TSI, une mini-galerie classique (ONPG, TDA, LDC, Urée Indole) peut être lancée à partir de la GN inclinée. Les résultats sont lus à l'aide d'une clé d'identification. (Figure 12)

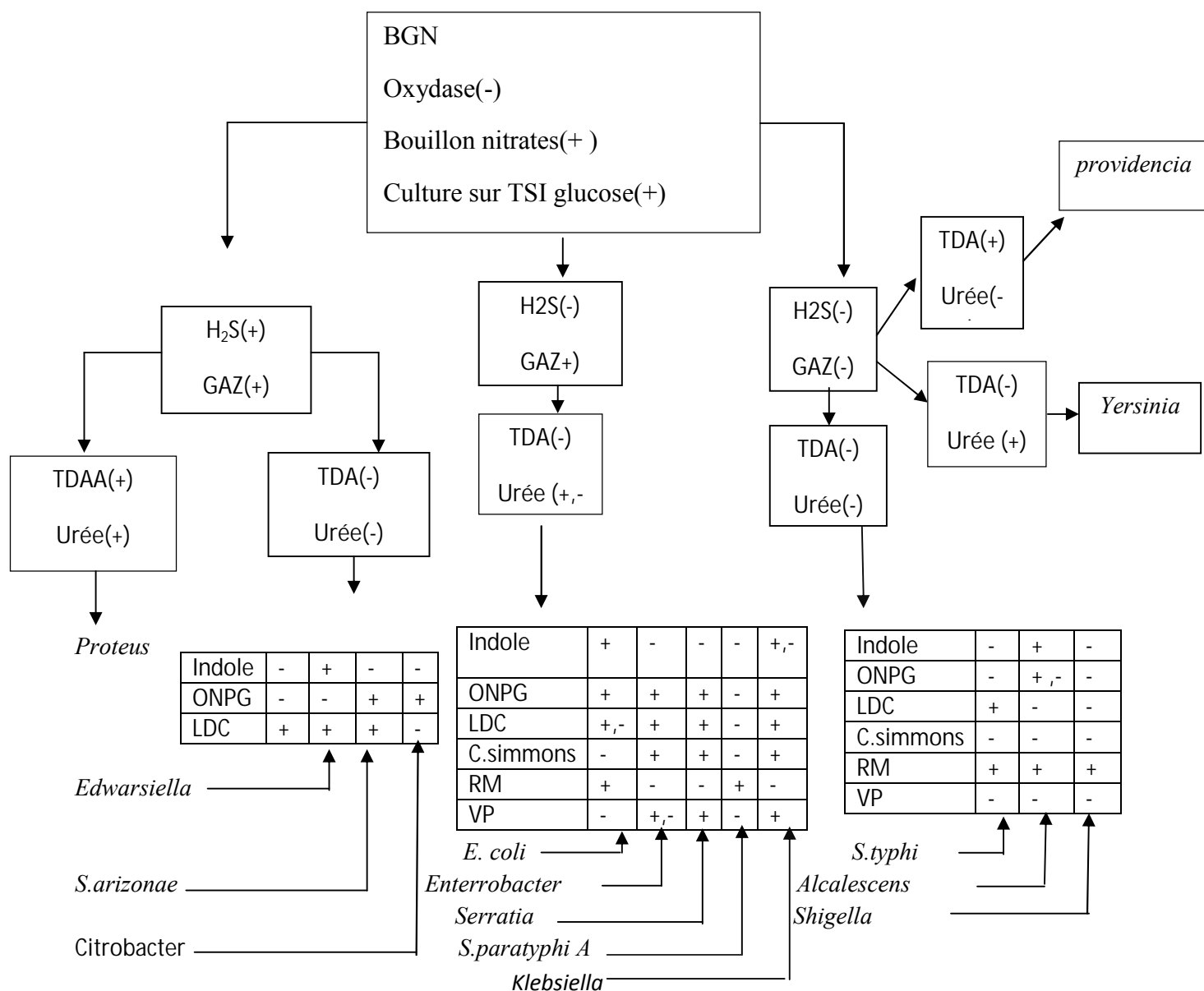
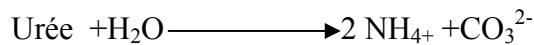


Figure 12 :Clé d'identification des Entérobactéries

2.2.3.2.1.1. Test urée indole

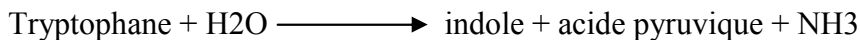
Le milieu urée indole permet la recherche de trois caractères; la présence d'uréase la présence d'indole et du TDA.

- L'uréase dégrade l'urée selon la réaction suivante



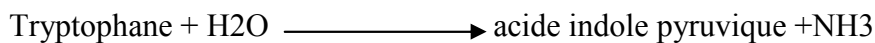
Les ions CO_3^{2-} vont entraîner une forte alcalinisation du milieu qui sera révélée par un virage de l'indicateur de pH (le rouge de phénol) à sa teinte basique (rouge).

- La tryptophanase hydrolyse le tryptophane selon la réaction suivante



L'indole forme un complexe coloré en rouge en présence d'un réactif le réactif de Kovacs qui se matérialise par un anneau rouge.

- La tryptophane désaminase (TDA) dégrade le tryptophane selon la réaction suivante



L'acide indole pyruvique forme un précipité marron foncé en présence d'un réactif le chlorure de fer en solution acide.

La recherche d'uréase est illustrée dans la figure suivante :

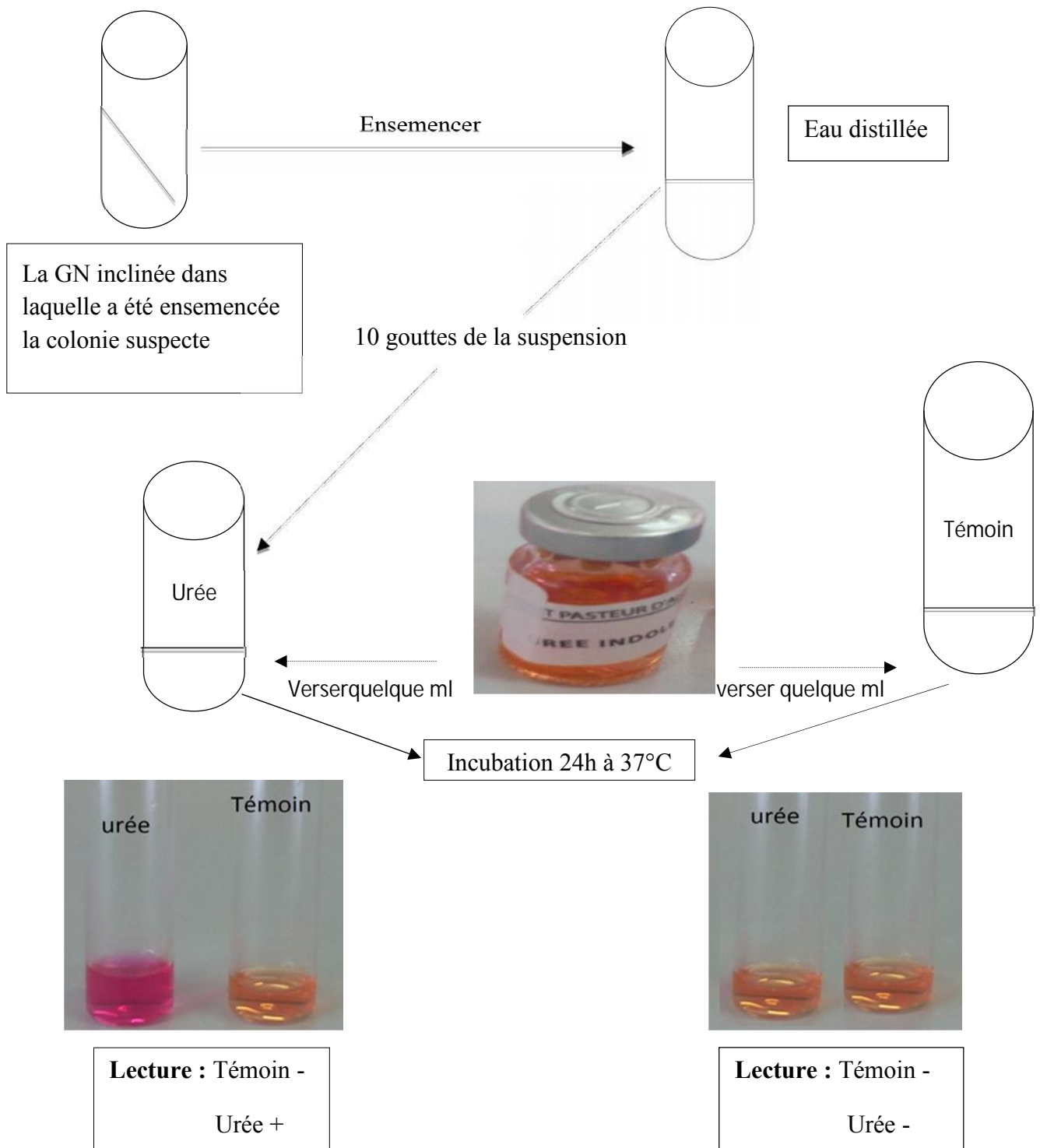
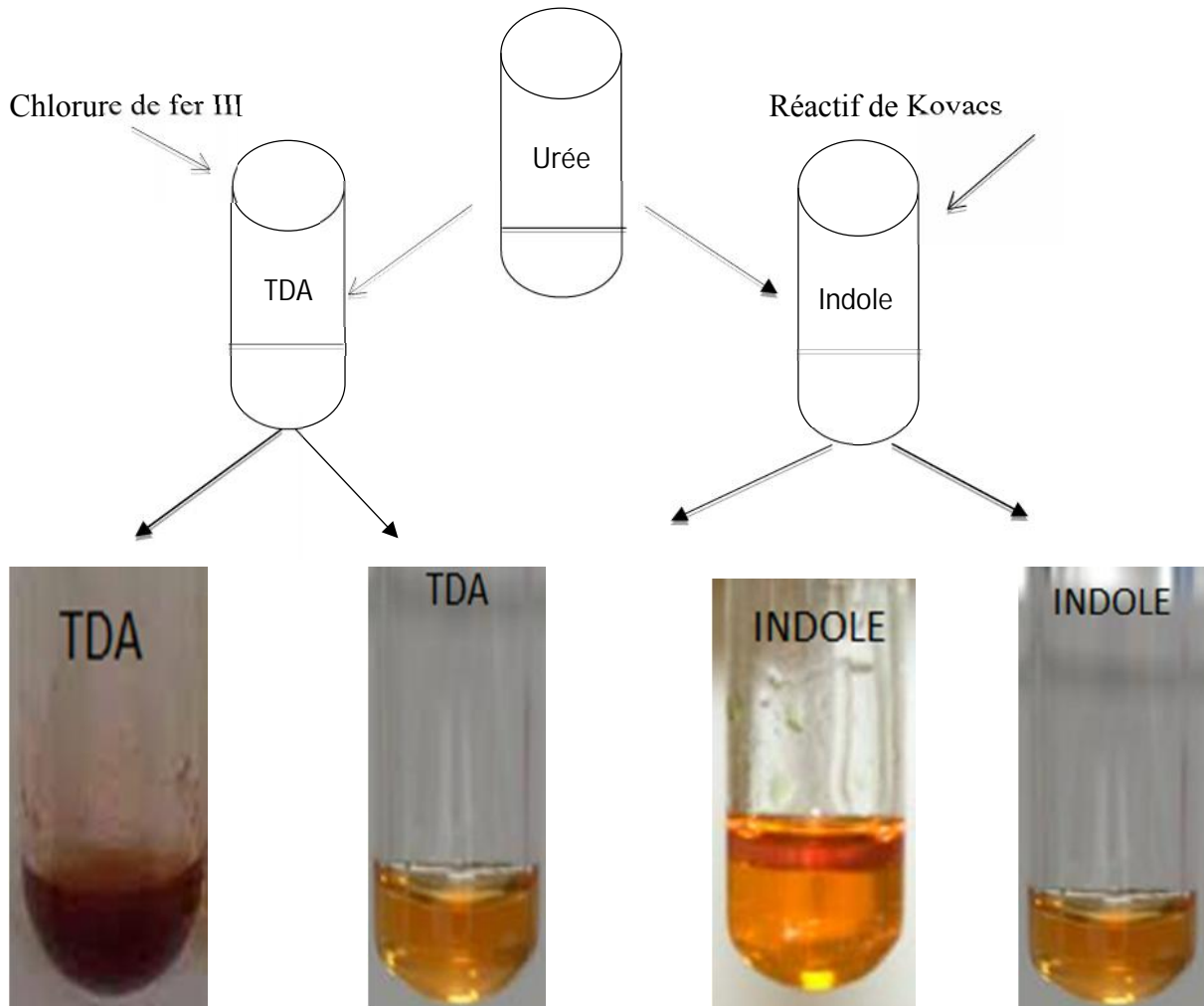


Figure 13 : Recherche de l'uréase

Après avoir effectué la lecture de l'uréase, il faut séparer le milieu urée indole en deux (prélever une partie du milieu et le transvaser dans un tube à hémolyse propre) puis

rechercher la production d'indole et la TDA (tryptophane désaminase). Les étapes de la recherche de ces deux caractères sont présentées dans la figure suivante :



Lecture : TDA+

Apparition d'une
couleur rouge brique

Lecture : TDA-

Pas de changement de
couleur

Lecture : indole+

Apparition d'anneau
rouge en surface

Lecture : indole-

Absence d'anneau
rouge en surface

Figure 14 : Recherche de TDA et d'indole par test urée indole

2.2.3.2.1.2. Teste LDC

La lysine décarboxylase est une enzyme qui catalyse la réaction de décarboxylation d'acide aminé lysine. Elle est mise en évidence grâce à un produit alcalin formé (amine) détecté à l'aide d'un indicateur de pH qu'est le pourpre de bromocrésol, cette réaction est réalisée en milieu anaérobie. La recherche de la LDC est illustrée dans la figure suivante :

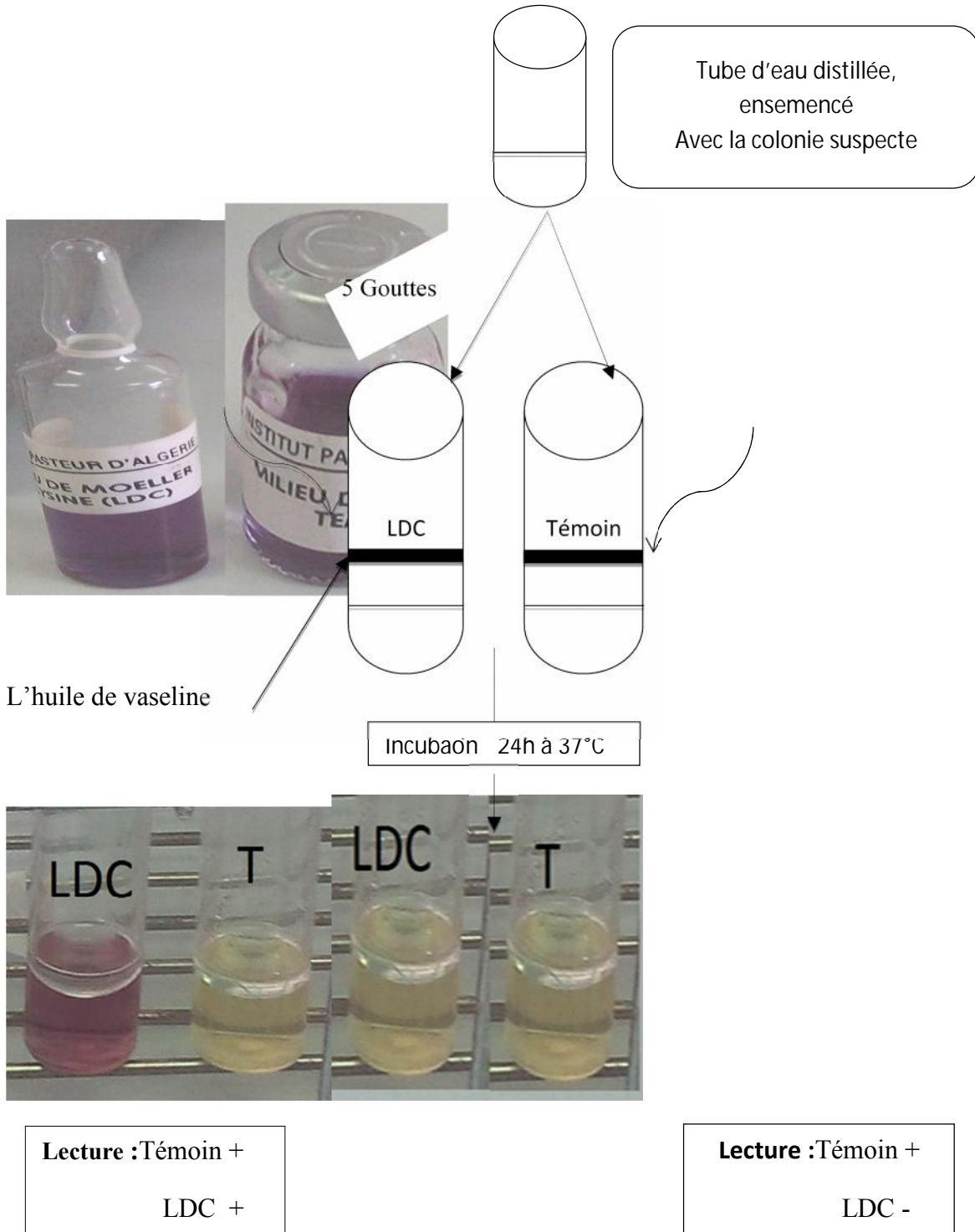


Figure 15: Recherche de LDC

2.2.3.2.1.3. Teste d'ONPG

Ce test permet de rechercher la présence d'une enzyme intracellulaire qu'est l'B-galactosidase qui permet l'hydrolyse du lactose en glucose et galactose. Pour ce faire, une suspension bactérienne dense est préparée dans l'eau distillée. Un disque ONPG y est plongé et le tout est incubé à 37°C pendant 24 h.

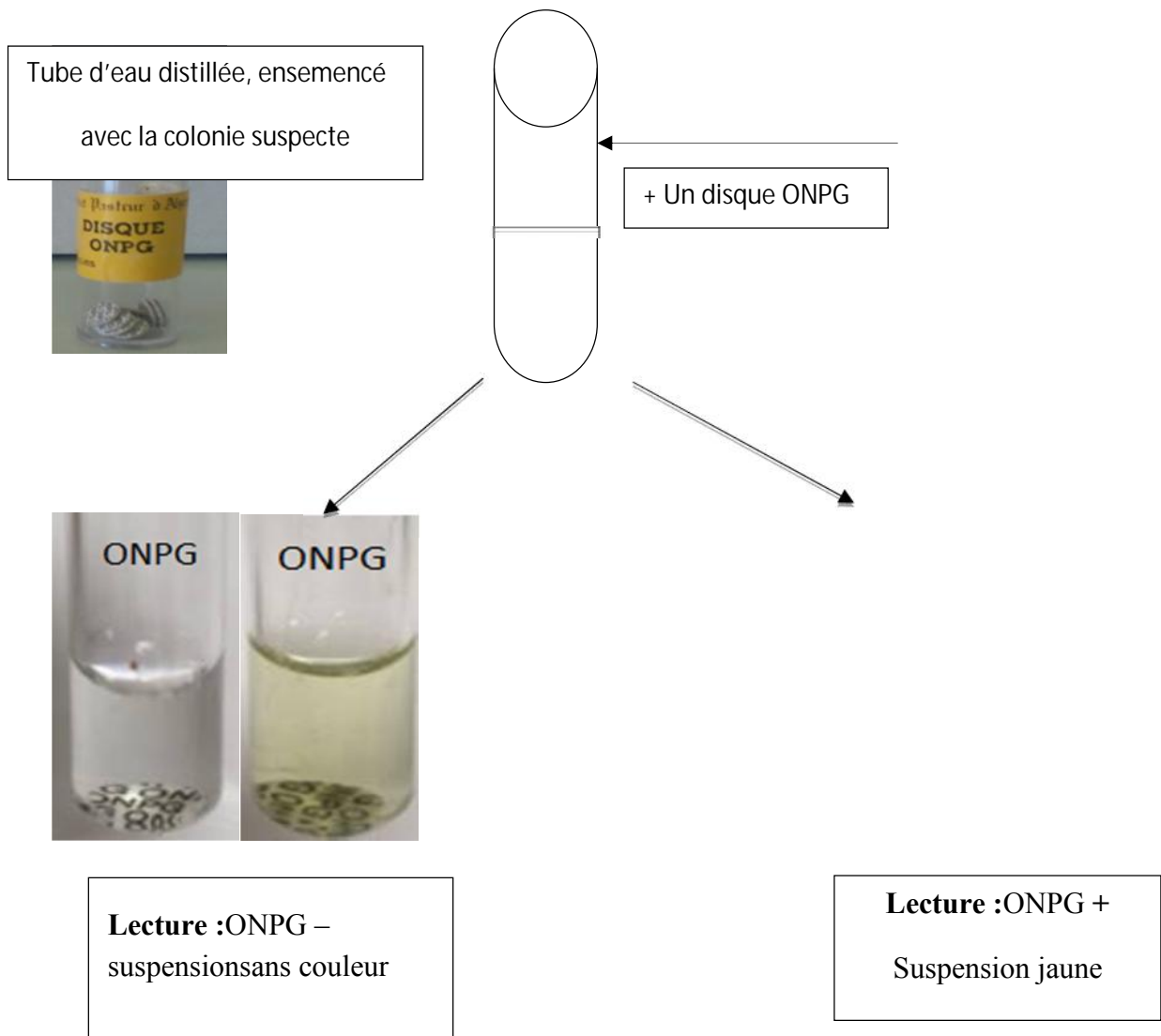


Figure 16: Recherche de la B-galactosidase

2.2.3.2.2. La galerie API 20E

2.2.3. 2.2.1. Présentation de la galerie

La galerie API 20E compote des microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée, prêts à l'emploi permettant de réaliser 23 tests biochimiques afin d'identifier des bacilles Gram – appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

2.2.3.2.2.2. Préparation de l'inoculum

Préparer, dans un tube d'eau distillée, une suspension d'opacité de 0.5 sur l'échelle de Mc Farland à partir d'une culture pure.

2.2.3.2.2.3. Préparation de la galerie

La galerie API 20 E est composée essentiellement d'un support sur lequel est déposée la galerie qui renferme les tests et d'un couvercle. L'eau distillée a été mise sur le fond de la boîte, toutes les alvéoles doivent être remplies pour éviter la dessiccation des tubes. Placer la galerie sur le fond de la boîte, recouvrir la boîte avec son couvercle. Inscrive la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.

2.2.3.2.2.4. Ensemencement de la galerie

Introduire la suspension bactérienne dans chaque tube à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, pointe appuyée à l'intérieur et sur le côté pour éviter la formation de bulles. Trois types de remplissages ont été distingués

- Les tubes qui sont marqués par des caractères ni soulignés, ni encadrés (ONPG, TDA, ION, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY,ARA ,OX)seul le tubule est rempli.
- Pour ceux qui sont marqués par des caractères soulignés, seul le tubule est rempli. La cupule sera remplie avec trois gouttes d'huile de vaseline (ADH, LDC, ODC, H2S, UREE)
- Les tubes marqués par des caractères encadrés, le tube et la cupule sont remplis. (CIT, VP, GEL)




























La boîte est refermée et placée à l'étuve à 37°C pendant 24h.

2.2.3.2.2.5. Lecture des résultats

La détermination de la positivité ou la négativité de chaque test consiste en une lecture, soit directe (sans ajouter aucun réactif) soit indirecte (en ajoutant des réactifs spécifiques) en se basant sur le tableau.

Sur la fiche de résultats, les tests sont séparés par groupes de trois et une valeur de 1, 2 ou 4 est indiquée pour chacun. En additionnant à l'intérieur de chaque groupe les valeurs correspondant à des réactions positives, un nombre de sept chiffres qui sert de code d'identification est obtenu, ce code est déchiffré à l'aide du fascicule de la galerie API 20E ou de sa base de données consultable sur internet.

Tableau IX: Lecture de la galerie miniaturisée API 20E

Microtube	Substrat:	Caractère recherché :	Révéléateur	Lecture directe ou indirecte Test (si nécessaire)	Résultat -	Résultat +
ONPG	ONPG = Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside	Beta galactosidase		Lecture directe		
ADH LDC ODC	Arginine Lysine Ornithine	Arginine Dihydrolase Lysine Décarboxylase Ornithine Décarboxylase	Rouge de Phénol	Lecture directe		
[CIT]	Citrate	Utilisation du citrate	BBT	Lecture directe		
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production d'H ₂ S		Lecture directe		
URÉ	Urée	Uréase	Rouge de Phénol	Lecture directe		 
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase		Lecture indirecte Ajouter une goutte de réactif chlorure de fer III		 
IND	Tryptophane	Tryptophanase ou production d'indole		Lecture indirecte Ajouter une goutte de réactif Kovacs	 	 
[VP]	Pyruvate de sodium	production d'acétoïne (3-hydroxybutanone)		Lecture indirecte Ajouter 1 goutte de VP1 et VP2 Attendre 10 minutes		 
[GEL]	Gélatine	gélatinase		Lecture directe		
GLU à ARA = zymogramme	Substrat carboné (glucide)	Utilisation de substrats carbonés (glucides)	BBT	Lecture directe		
NO ₂ ⁻ / N ₂	Nitrates (NO ₃ ⁻)	Nitrate réductase		Lecture indirecte Ajouter 1 goutte de NIT1 et NIT2 et zinc éventuellement		

2.2.4. Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*

Pour isoler *Escherichia coli*, un ensemencement en masse est réalisé. Pour se faire, une boîte de Pétri contenant la SM a été préparée en versant 1 ml de la SM au fond de la boîte, puis une quantité du milieu TBX (figure17). Cette boîte ainsi préparée est mise à incuber à 44°C pendant 24h après solidification et refroidissement

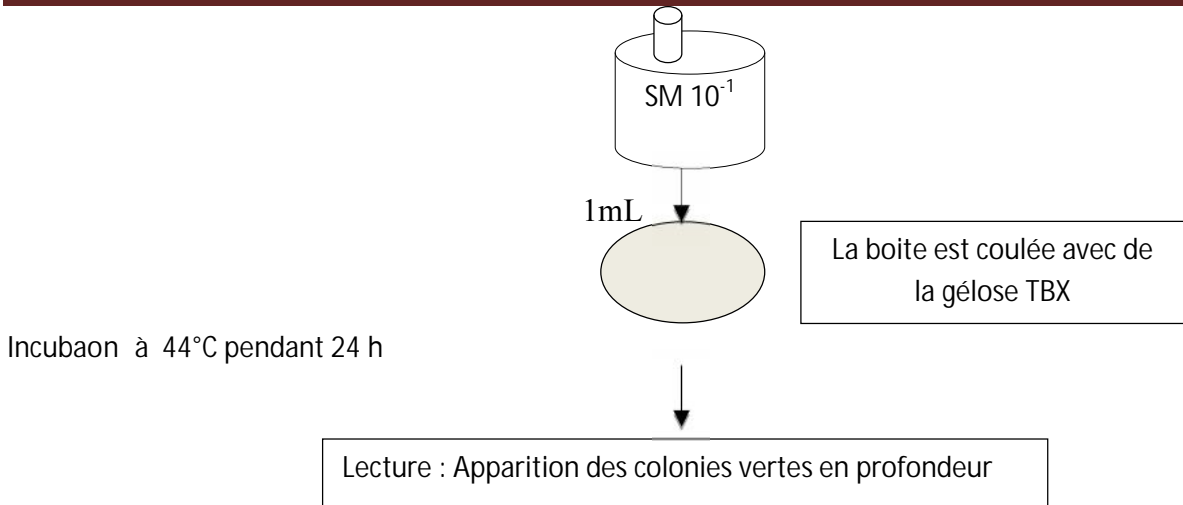


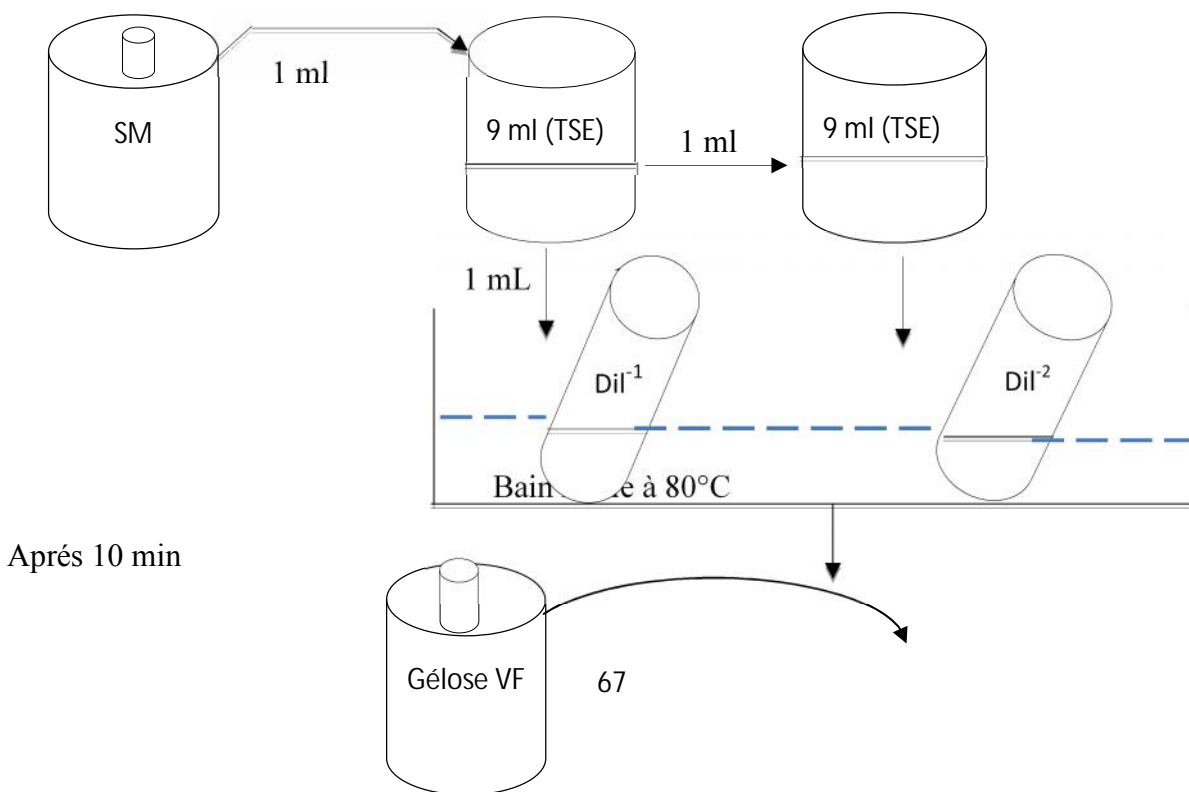
Figure 17: Recherche et dénombrement *d'Escherichia coli*

2.2.5. Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries qui ne se développent qu'à l'absence d'oxygène libre, capables de réduire les sulfites en sulfures. Les plus fréquentes et les plus faciles à mettre en évidence sont les clostridies.

Afin de procéder au dénombrement (figure 18), la SM (25g d'échantillon dans 225ml de TSE) est diluée à 10-1 et à 10-2. A partir de chaque dilution, 1 ml est prélevé et déposé dans un tube à essai stérile. Les deux tubes ainsi préparés sont incubés au bain marie à 80°C pendant 10mn, puis refroidir rapidement sous courant d'eau froide.

Une fois refroidie, la gélose viande foie (VF) est ajoutée et les tubes sont mis à incuber à 37°C pendant 48h.



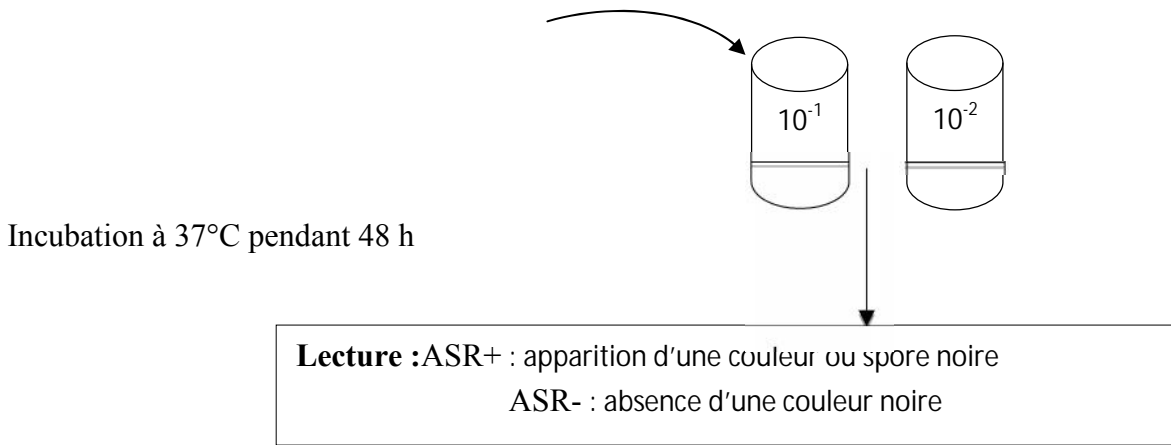


Figure 18 : Recherche des bactéries anaérobie-sulfuro-réducteurs

2.2.6. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)

A partir de la SM (25g d'échantillon dans 225 ml de TSE) des dilutions (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ et 10⁻⁴) sont préparées. Ceci servira à l'ensemencement en masse de 1 ml de chacune des dilutions, puis les boîtes ont été coulées avec la gélose PCA (figure 19).

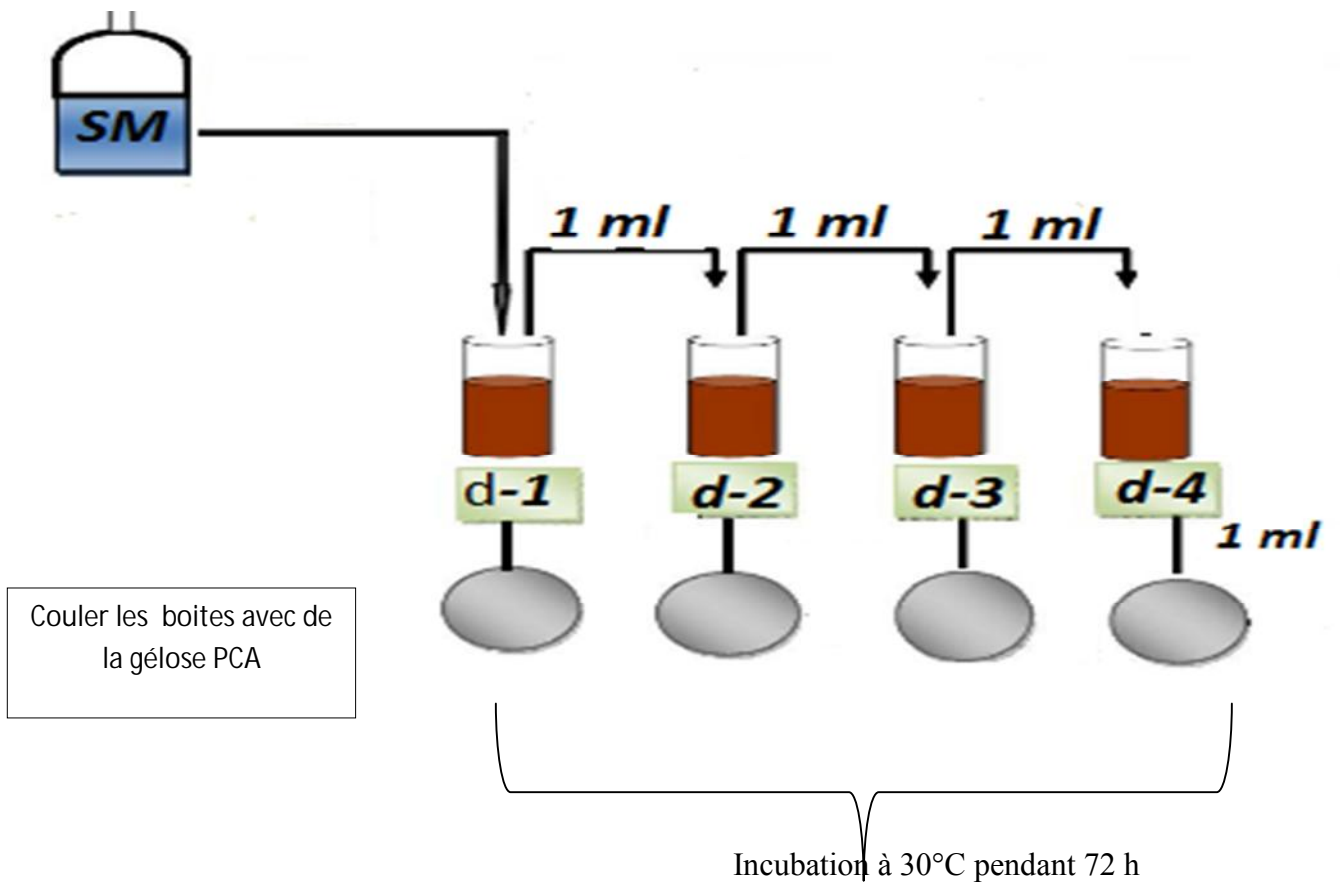


Figure 19: Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

2.2.7. Dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux (thermotolérants)

La gélose biliée lactosée au rouge neutre et au cristal violet (VRBL), est un milieu sélectif qui permet de dénombrer les coliformes par ensemencement en masse.

A partir de la solution mère (25g dans 225ml de TSE) des dilutions décimales sont préparées pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux jusqu'à 10^{-3} , à partir de ces dilutions ($10^1, 10^2, 10^3$) porter aseptiquement 1ml dans les deux séries de boîtes de pétri stérile (3 pour les coliformes totaux et 3 pour les coliformes fécaux) coulées ensuite avec la gélose VRBL.

Incuber la série de boîte ($10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$) des coliformes totaux à 37°C pendant 24h, et l'autre série ($10^1, 10^2, 10^3$) des coliformes fécaux à 44°C pendant 24h. Les étapes de dénombrement sont illustrées dans la figure suivante :

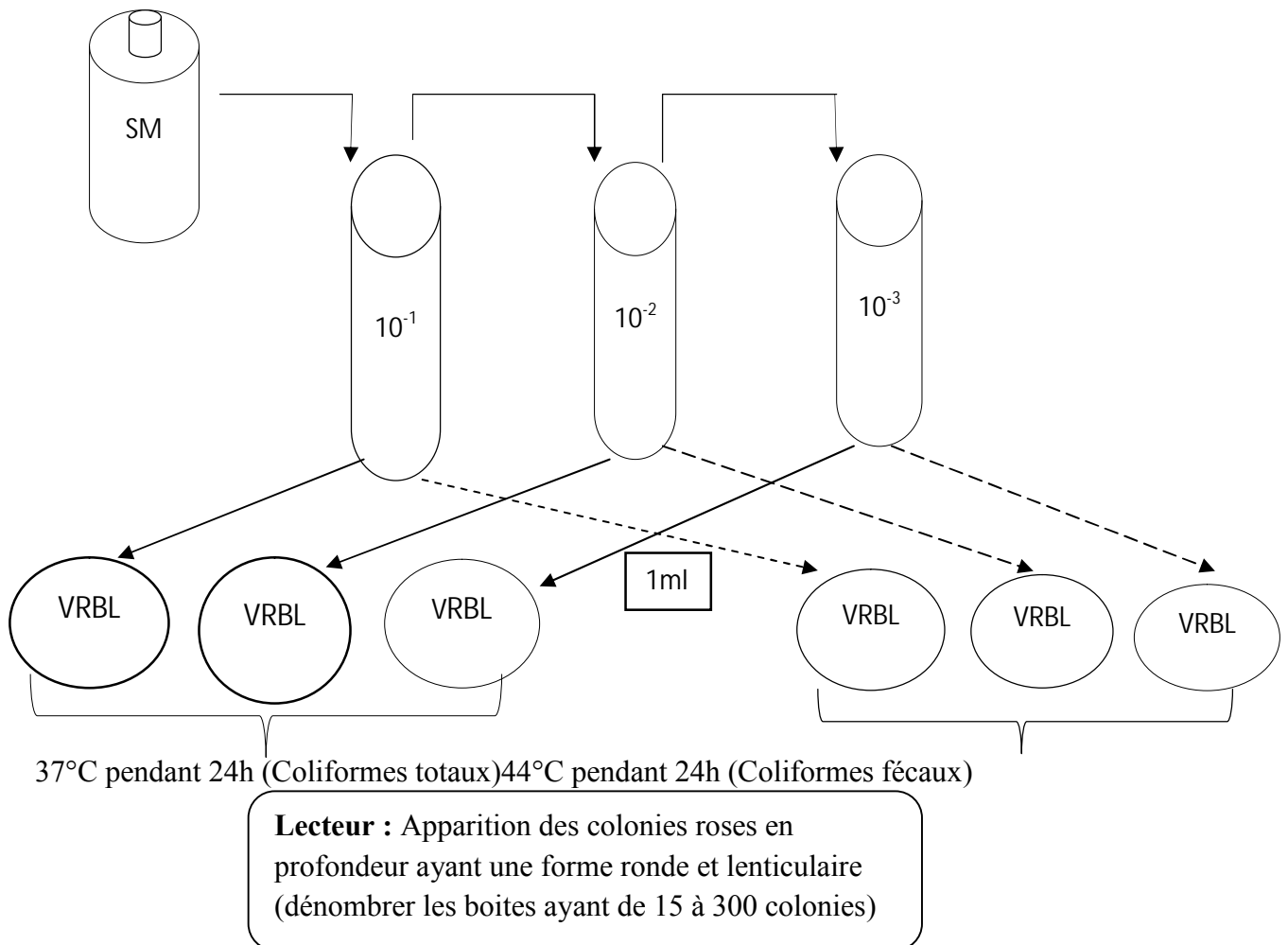


Figure 20 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

2.2.8. Expression et interprétation des résultats des analyses microbiologiques des aliments

La formule (1) est utilisée pour exprimer le niveau de contamination en germes par gramme de produit :

$$N = \frac{\text{colonies}}{V (n_1 + 0,1 n_2) d}$$

N : Nombre de germes par /ml (UFC/ ml)

colonies : somme des colonies des boites interprétables

V : Volume de dilution utilisé (en ml)

n₁ : Nombre de boites de pétri comptées à la première dilution

n₂ : Nombre de boites de pétri comptées à la deuxième dilution

d : Facteur de dilution à partir duquel le premier comptage a été fait

Cette formule est valable pour tous les dénombrements des germes avec quelques particularités :

- ✓ Selon la norme ISO 4833, les germes totaux ne peuvent être dénombrés que sur des boites de 15 à 300 colonies.
- ✓ Selon la norme ISO 4832, les coliformes ne peuvent être dénombrés que sur des boites de 10 à 150 colonies.
- ✓ Dans le cas où le nombre de colonies est inférieur à (10 et 15), le nombre de colonies dénombrées doit être multiplié par l'inverse de la première dilution (1/10).
- ✓ La mention « <10 UFC /g » doit être affectée aux boites ne contenant aucune colonie.

L'interprétation des résultats des analyses microbiologiques a été faite sur la base des critères fixés par le journal officiel de la république algérienne N°35 (27 mai 1998). Les critères microbiologiques des plats cuisinés sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau X: Critères microbiologiques des plats cuisinés (JORA, 1998)

Germes	Masse d'aliments considérée	Normes(m)
FAMT à 30°C	1g	3 10 ⁵
Coliformes fécaux à 44°C	1g	10
Coliformes totaux	1g	10 ³

<i>Staphylococcus aureus</i>	1g	10 ²
ASR à 37°C	1g	30
Salmonelles	25g	Absence

L'interprétation des résultats pour *Staphylococcus aureus*, FAMT, CF, CT est faite selon un plan à trois classes suivant le critère de référence (m). En milieu solide (gélose), on aura:

- ✓ Inférieure ou égale à 3m: qualité satisfaisante
- ✓ Comprise entre 3m et le seuil M (10 m) : qualité acceptable
- ✓ Supérieure au seuil M: qualité non satisfaisante

Pour les salmonelles l'interprétation est faite suivant un plan à deux classes:

- ✓ «Absence» : qualité satisfaisante
- ✓ «Présence» : qualité non satisfaisante

2.3. Préparation des extraits végétaux

Dans la présente étude, deux extraits brutes ont été préparés à partir de :

- L'ortie (*Urtica dioica*) récoltée de Tizi-Rached et Ain El Hammam, au mois d'avril 2017. Les parties aériennes de la plante (feuilles et graines) ont été soumises à un rinçage à l'eau de robinet afin d'éliminer les impuretés, égouttées puis séchées à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant quinze jours.
- La cannelle (*Cinnamomum cassia*) a été achetée sous forme de tiges séchées.

La préparation de l'extrait brut (figure 21) se fait comme suit :

- Le matériel végétal déjà séché est broyé et tamisé afin de récupérer une poudre.
- 20g de poudre sont macérés dans 200 ml d'eau distillée.
- La suspension est agitée à l'aide d'un agitateur secoueur à incubation à 600 tr /min pendant 24h à 40°C.
- La suspension est filtrée (0,2 mm) sous vide.
- Le filtrat est lyophilisé

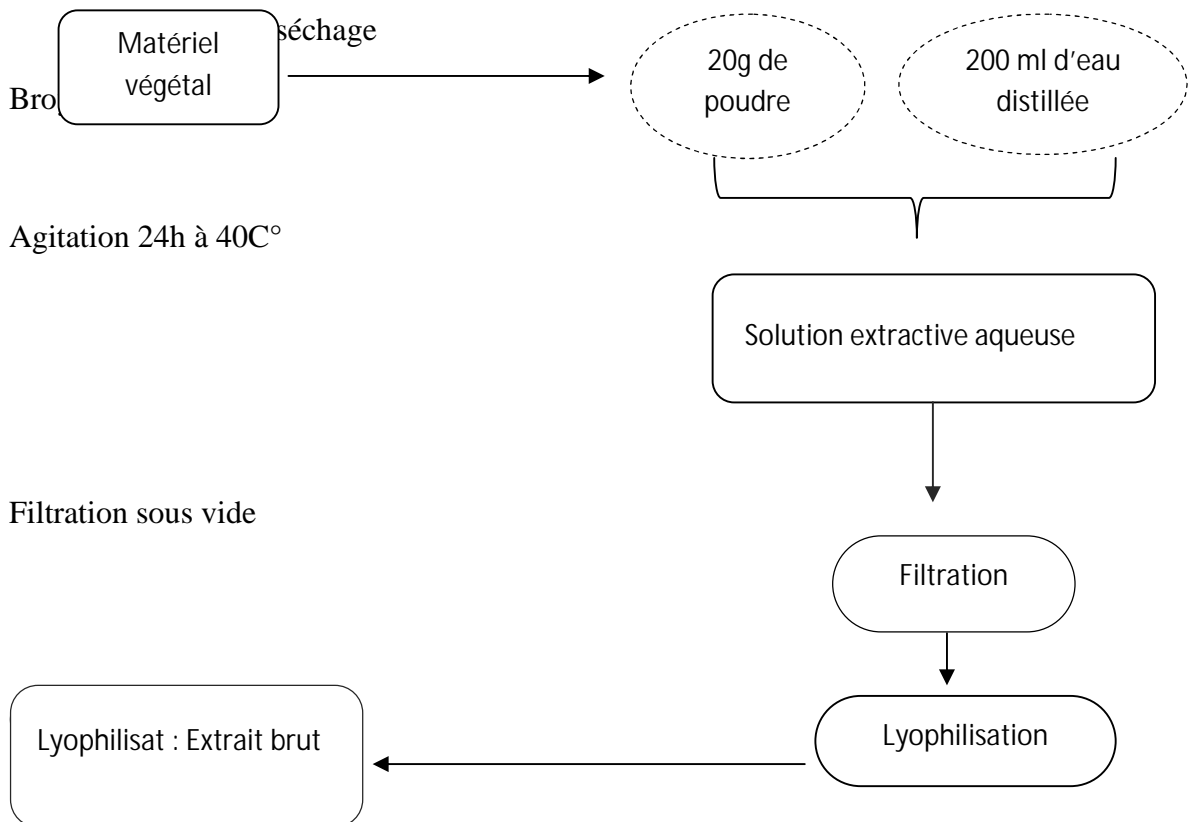


Figure 21 : Etapes de préparation de l'extrait brut

2.4. Etude de l'activité antibactérienne des extraits

Pour réaliser cette partie de notre étude, la sensibilité des souches bactériennes pathogènes qui est responsables d'infections graves chez l'Homme vis-à-vis des extraits bruts de deux plantes, des huiles essentielles commerciales et de certains antibiotiques (tableau 3). Les souches bactériennes utilisées sont :

- *Escherichia coli* :
- *Staphylococcus aureus*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Salmonella*

Tableau XI: Liste des antibiotiques utilisés pour chaque bactérie

	Antibiotiques utilisés
<i>Escherichia coli</i> et <i>Salmonella</i>	AMP (Ampicilline), AMC (Amoxicilline + Acide clavulanique), C (Chloramphénicol), CAZ (Céftazidime), CN (Céfalexine), KZ (Céfazoline), CTX (Céfotaxime); IPM (Imipénème), CIP (Ciprofloxacine), CT (Colistine), SXT (Triméthoprim + Sulfaméthoxazole) ; F (Furanes)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	GN (Gentamicine), TO (Tobramycine), CIP (Ciprofloxacine), C (Chloramphénicol)
<i>Staphylococcus aureus</i>	GN (Gentamicine), K (Kanamycine), CP (Ciprofloxacine) ; SXT (Triméthoprim + Sulfaméthoxazole) ; TE (Tétracycline)

Pour tester l'efficacité de l'activité de chacun des antibiotiques, ont été testés sur une souche de référence (*Escherichia coli* ATCC25922.)

2.4.1. Préparation de la suspension bactérienne

Pour chaque souche pure est mise en suspension dans de l'eau physiologique de manière à obtenir une opacité de 0,5 Mc Farland.

2.4.2. Antibiogramme

Les boîtes de Pétri carrées ou rondes coulées avec de la gélose MH est bien séchées (absence d'eau à la surface) sont utilisées pour réaliser l'antibiogramme.

Un écouvillon stérile est trempé dans la suspension bactérienne et essoré, pour enlever l'excès d'inoculum, par pression sur les bords du tube. Chaque boîte de Pétri est écouvillonnée régulièrement, on la tournant de 90°, jusqu'à l'ensemencement de la totalité de la surface. Les disques d'antibiotiques sont disposés de manière éloignée les uns des autres (une boîte de Pétri carrée de 15 cm de largeur peut contenir jusqu'à 16 disques antibiotiques) et du rebord des boîtes de Pétri (il faut éloigner les disques de 1 cm au minimum du bord). Toutes les boîtes (4 boîtes) sont incubées 24h à 37°C.

A l'aide de pied à coulisse, les diamètres des zones d'inhibition de croissance des souches bactérienne sont mesurés.

- La présence d'une zone d'inhibition, se traduit par une sensibilité à l'antibiotique et dans ce cas, le diamètre d'inhibition sera égal ou supérieur à la valeur maximale standard d'inhibition : la souche est dite sensible et est notée S.
- Lorsqu'il y a absence de la zone d'inhibition au tour d'un disque ou que le diamètre du disque d'antibiotique est égal ou inférieur à la valeur minimale standard, il est considéré qu'il y a une certaine résistance : la souche est dite résistante et est notée R.
- Par contre, si le diamètre de la zone d'inhibition est compris entre les deux valeurs extrêmes la souche est dite à résistance intermédiaire et est notée I.

L'interprétation des résultats est faite selon les tableaux présentés dans l'annexe 2.

2.4.3. Aromatogramme

Dans la présente étude, deux extraits bruts (ortie et cannelle) et de l'huile essentielle commerciale d'ortie, de cannelle et de menthe sauvage ont été testés vis-à-vis de leur pouvoir antibactérien. Pour ce faire, à partir d'une SM d'huiles essentielles solubilisées dans l'hexane (Huile/Hexane 0.5mL/1mL) ou d'extrait brut (de 2, 200, 500 mg/ml) solubilisé dans de l'eau physiologique stérile, des dilutions à moitié sont réalisées, jusqu'à 3 dilutions.

Des boîtes de Pétri préalablement coulées avec de la gélose MH et bien séchées sont utilisées pour réaliser l'aromatogramme. Un disque vierge est déposé au centre de la boîte de Pétri puis imprégné avec 15µl de suspension végétale. Les boîtes sont incubées 24h à 37°C. Les diamètres des zones d'inhibition sont estimés à l'aide d'un pied à coulisse.

Résultats et discussion

1. Résultats des analyses microbiologiques des échantillons alimentaires

1.1. Présentation des résultats globaux

34 échantillons de plats cuisinés à base de viande et de poisson et des plats cuisinés à base de légumes ont été analysés. Les résultats (tableau XII) ont montré la présence de :

- Plats de qualité satisfaisante.
- Plats de qualité acceptable.
- Plats de qualité non satisfaisante.

Tableau XII: Résultats des analyses microbiologiques des 34 échantillons alimentaires

		Germes recherchés					Interprétation		
		GT*	CT*	CF*	<i>S. aureus</i> *	Salmonelles*		ASR*	
N° d'ordre de l'échantillon alimentaire	PC 1	1,7*10 ⁴	70	40	Absence	Absence	Absence	Qualité acceptable	
	PC 2	1,9*10 ⁴	2,6*10 ³	2,4*10³				Qualité non satisfaisante	
	PC 3	1,5*10 ⁴	1,3*10 ⁴	10³				36,3	Qualité non satisfaisante
	PC 4	2,3*10 ³	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Absence			Qualité satisfaisante	
	PC 5	NA	NA	NA				Qualité satisfaisante	
	PC 6	1,5*10 ⁴	1,7*10 ³	1,7*10⁴				Qualité non satisfaisante	
	PC 7	2,9*10 ⁴	1,6*10 ³	2,8*10³				Qualité non satisfaisante	
	PC 8	<10UFC/g	5,3*10 ²	80				Qualité acceptable	
	PC 9	10 ²	1,4*10 ²	50				Qualité acceptable	
	PC 10	1,2*10 ³	1,7*10 ²	1,1*10 ²				Qualité non satisfaisante	
	PC 11	1,7*10 ⁴	40	30				581,81	Qualité acceptable
	PC 12	NA	NA	NA				Absence	Qualité satisfaisante
	Pc 13	1*10 ²	<10 UFC/g	10 UFC/g	Qualité satisfaisante				
	Pc 14	NA	NA	NA	Qualité satisfaisante				
	Pc 15	7,7*10 ²	<10UF C/g	<10UF C/g	Qualité Satisfaisante				

Pc 16	1,5*10	1,8*10 ²	1,2*10²			Qualité non satisfaisante
Pc 17	6,8*10 ²	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 18	<10UFC /g	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 19	<10UFC /g	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 20	5,9*10 ²	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 21	5,9*10 ²	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 22	1,7*10 ⁴	1,7*10 ⁴	1,6*10⁴			Qualité non Satisfaisante
Pc 23	NA	NA	NA			Qualité8 Satisfaisante
Pc 24	1,4*10 ⁴	3,1*10 ²	1,2*10²			Qualité non Satisfaisante
Pc 25	1,1*10 ⁴	1*10 ³	5*10²	9.09		Qualité non Satisfaisante
Pc 26	1,6*10 ⁴	1,6*10 ³	2,7*10²	454,54		Qualité non Satisfaisante
Pc 27	1*10 ³	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 28	1,8*10 ³	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité satisfaisante
Pc 29	6,3*10 ²	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité satisfaisante
Pc 30	1,1*10 ³	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 31	7,2*10 ²	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 32	6,3*10 ²	<10UF C /g	<10UF C /g			Qualité Satisfaisante
Pc 33	1,8*10 ⁴	2*10 ⁴	2*10³	Absence		Qualité non satisfaisante
Pc 34	NA	NA	NA	NA		Qualité Satisfaisante

NA : Non Analysé

Les résultats du tableau démontrent la présence de :

- 19 plats (55,9%) de qualité satisfaisante,
- 4 plats (11,8%) de qualité acceptable,
- 11 plats (32,3%) de qualité non satisfaisante.

Les résultats (tableau XII) montrent une absence totale de *Salmonelles* et de bactéries *Anaérobies sulfito-réductrices* au niveau des 34 échantillons analysés. Par contre, *Staphylococcus aureus*, germe présumé pathogène, est dénombré au niveau de 4 échantillons (PC 3, PC 11, PC 25, PC 26) à base de viande (blanche et rouge).

Les plats cuisinés chauds présentent un niveau de qualité microbiologique moyenne. En effet, 55,9% des repas étudiés sont de qualité satisfaisante : la chaleur utilisée pendant la préparation de ces plats pourrait expliquer ce taux de satisfaction.

Par contre, le taux de non satisfaction étant relativement moyen (32,3%), il est nécessaire d'améliorer les mesures d'hygiène afin de réduire le taux de non-conformité des repas cuisinés servis dans les restaurants et les fast-foods.

Nos résultats s'approchent de ceux obtenus par **CHRISTIAN (2007)**, qui a analysé la qualité microbiologique de 50 échantillons d'aliments vendus en rue à Dakar. Sur les 50 échantillons 64% sont de qualité satisfaisante, 28% de qualité non satisfaisante, 8% de qualité acceptable.

Par contre au niveau des germes responsables de contamination nos résultats sont en désaccord, au niveau de la *FAMT*, qui est responsable du non satisfaction de 12% d'échantillons, alors que dans notre étude la *FAMT* n'est pas à l'origine des contaminations, pour les autres germes on a eu les mêmes résultats, absence totale des *ASR* et *Salmonella*, 4% du non satisfaction pour *S.aureus*.

Nos résultats sont en désaccord avec ce de **HAMMOUDI (2013)** qui ont contribué à l'étude de la contamination superficielle bactérienne des carcasses camelines au niveau de l'abattoir de OUARGLA. Au cours de leur étude ils ont démontrés que 25% des carcasses sont contaminés par la *FAMT*, 20% avec les *CT*, 18% avec *CF* et 16%.

1.2. Présentation des résultats relatifs à la contamination par *Escherichia coli*

Bien que la recherche et le dénombrement d'*Escherichia coli* ne soient pas exigés par les normes en vigueur (journal officiel) pour les plats cuisinés, nous avons tout de même procédé à son évaluation pour mieux évalué la qualité microbiologique des repas analysés : *Escherichia coli* étant un indicateur de contamination fécale. Sur les 34 échantillons analysés, seuls 5 échantillons sont contaminés par *Escherichia coli* (tableau XIII).

Tableau XIII : Les résultats relatifs à la contamination par *Escherichia coli*

N° ordre	Nature de produit	Résultats d'échantillon) (UFC/g
PC 6	Sandwich libanais à base de viande hachée	10 ² germes /g
PC22	Sandwich à base de poulet	1,1*10 ² germes /g
PC24	Saucisses grillées	10 ² germes /g
PC 25	Viande de bœuf grillée	4*10 ² germes /g
PC26	Escalope de dinde grillée	6*10 ² germes /g

Les résultats montrent que les 5 échantillons contaminés par *Escherichia coli*, sont à base de viande (blanche ou rouge), seuls deux ont un taux de contamination élevé (4*10², 6*10²).

Une nouvelle réglementation concernant les denrées alimentaires va bientôt être ajoutée dans le JOA. Cette réglementation concerne la recherche et le dénombrement d'*Escherichia Coli*, ce paramètre sera inclus dans l'analyse de la qualité microbiologique de la catégorie sandwiches.

1.3. Niveau et qualité microbiologique de contamination globaux en fonction des germes recherchés

Les résultats de la présentation des niveaux de contamination globale en fonction des germes recherchés (figure 8) montrent que 38,23% (13 échantillons) des plats étudiés sont contaminés par les coliformes fécaux, 14,7% (5 échantillons) sont contaminés par *Escherichia coli*, et 11,76% (4 échantillons) sont contaminés par *Staphylococcus aureus*.

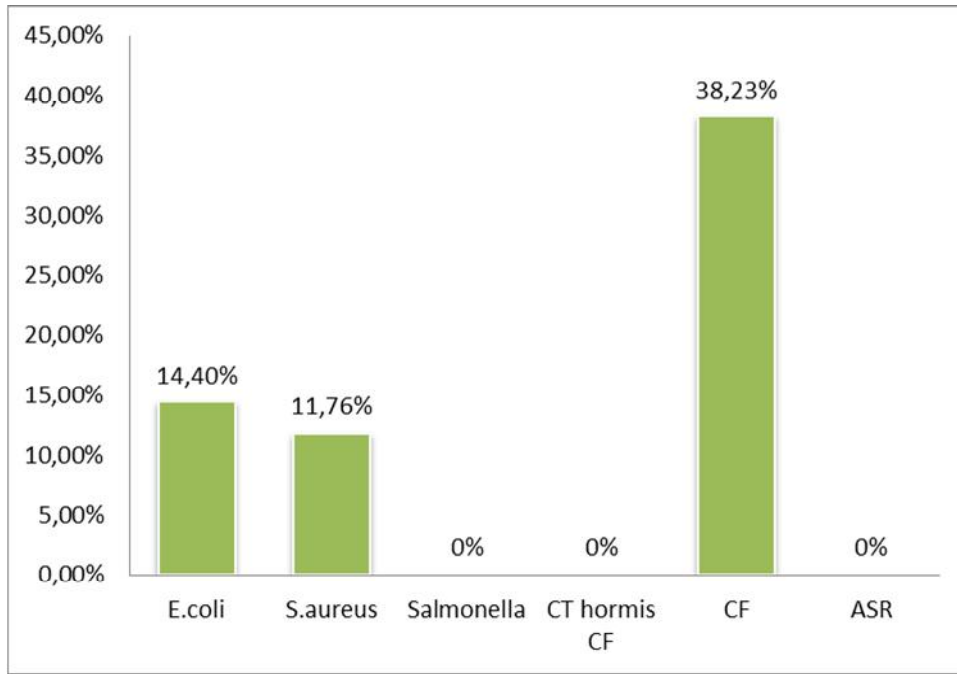


Figure22 : Présentation des niveaux de contamination globale en fonction des germes recherchés

1.4 Qualité microbiologique globale en fonction des germes

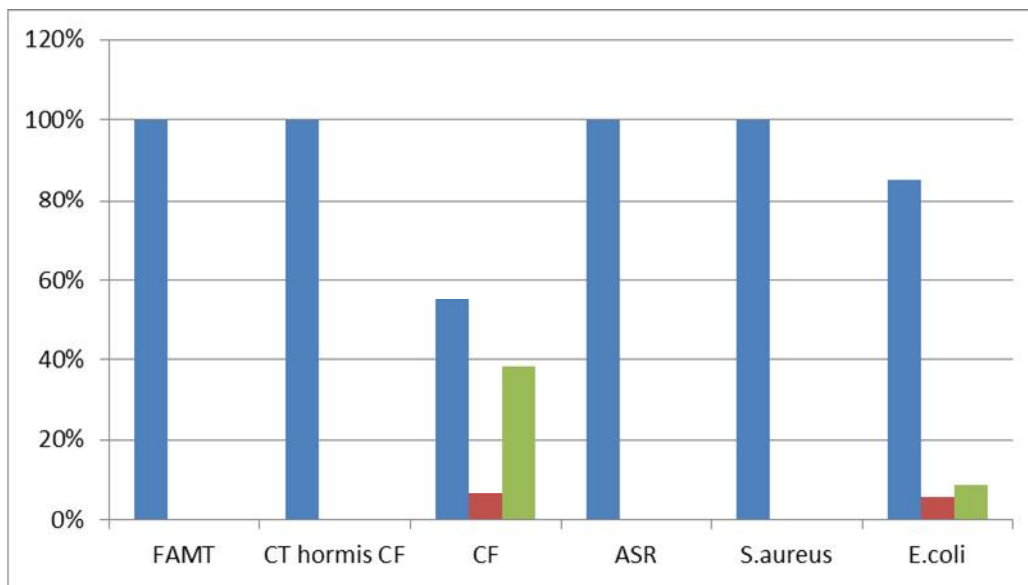


Figure 23: Synthèse de Niveau de contamination des repas par type de germes (en %)

Les résultats du graphe (Figure23) permettent de synthétiser le niveau de la qualité microbiologique [satisfaisante(S), non satisfaisante(NS), acceptable(A)] en fonction de chaque germe étudié. Pour chacun des sept germes étudiés la qualité microbiologique des plats analysés est la suivante :

- Pour les *FMAT* 100% des repas sont de qualité satisfaisante, tous les Résultats $\leq 9 \cdot 10^5$ germes/g
- Pour les *CT* 100% des repas sont de qualité satisfaisante, tous les Résultats $\leq 3 \cdot 10^3$ germes/g
- Pour les *CF* ont à
 - *55,17% sont de qualité satisfaisante, Résultats ≤ 30 germes/g
 - * 29,41% sont de qualité non satisfaisante, Résultats > 100 germes/g
 - *8,82% sont de qualité acceptable, $30 \leq$ Résultats ≤ 100 germes/g
- Pour les ASR 100% des repas sont de qualité satisfaisante, tous les Résultats ≤ 30 germes/g
- Pour *Salmonella* 100%des repas sont de qualité satisfaisante,(absence totale)
- Pour *S.aureus* ont à
 - * 88,23% des repas sont de qualité satisfaisante, Résultats $\leq 3 \cdot 10^2$ germes/g
 - *5,88% des repas sont fortement contaminés, Résultats $> 10^3$ germes/g
 - *5,88% des repas ont un taux de contamination faible, $3 \cdot 10^2 \leq$ Résultats $< 10^3$
- Pour *E. coli* ont à
 - *85,29% des repas sont de qualité satisfaisante, Résultats ≤ 30 germes/ g
 - *8,82% sont de qualité non satisfaisante, Résultats > 100 germes/g
 - *5,88 sont de qualité acceptable, $30 \leq$ Résultats ≤ 100 germes/g

2. Aspect macroscopique des germes identifiés

2.1. *Staphylococcus aureus*

L'observation macroscopique de la culture des *Staphylococcus aureus*, isolés à partir des échantillons alimentaires, sur milieu Baird Parker (figure 24a) montre des colonies rondes bombées, à bords réguliers, de couleur noire avec une zone de lésion autour des colonies.

L'observation de la culture sur milieu Chapman, montre des colonies rondes, dorés avec virage de couleur du milieu du rouge au jaune (figure 24b).

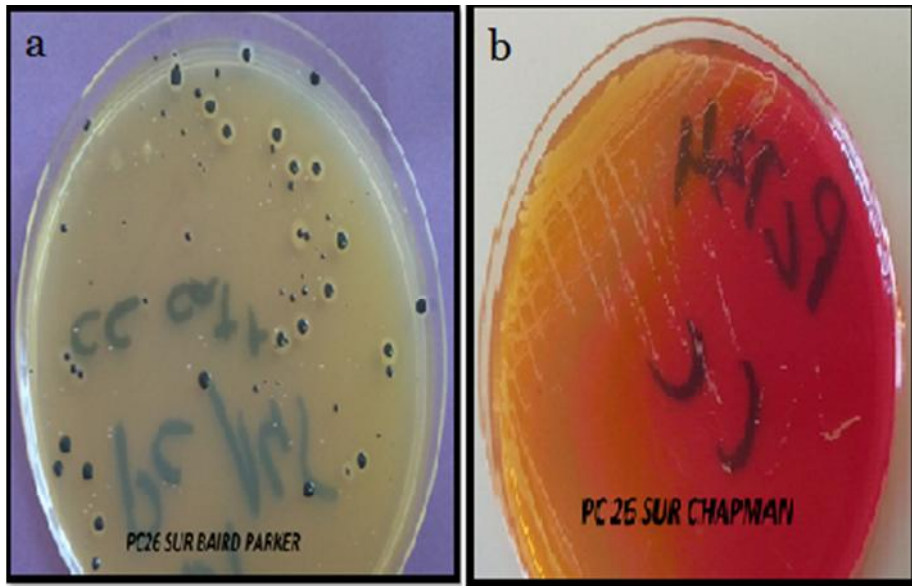


Figure 24: Aspect macroscopique de *S.aureus* sur milieux Baird Parker (a) et Chapman (b)

L'Homme est la principale source de contamination des aliments par les staphylocoques présumés pathogènes. Il héberge les germes sur la peau, les cheveux, la bouche et les narines. Si on tient compte de la norme ($\leq 10^2$) il s'avère qu'ils sont responsables du caractère non satisfaisant de 5,88% des repas.

Ce taux plutôt faible, laisse supposer une contamination par les manipulateurs par le grattage de la peau, l'éternuement, la chevelure mal retenue, etc.

Ce type de contamination peut survenir pendant ou après cuisson car les toxines produites par cette bactérie ne sont pas détruites par la cuisson. (CISSE, 2005)

2.2. *Escherichia coli*

L'observation macroscopique de la culture des *Escherichia coli*, isolées à partir des échantillons alimentaires, apparaissent en profondeur sur milieu de culture TBX sous formes des colonies bleu rondes et plates (figure 25a).

L'observation sur milieu HEKTOEN montre en surface des colonies jaunes rondes bombées avec un contour régulier (figure 25b).

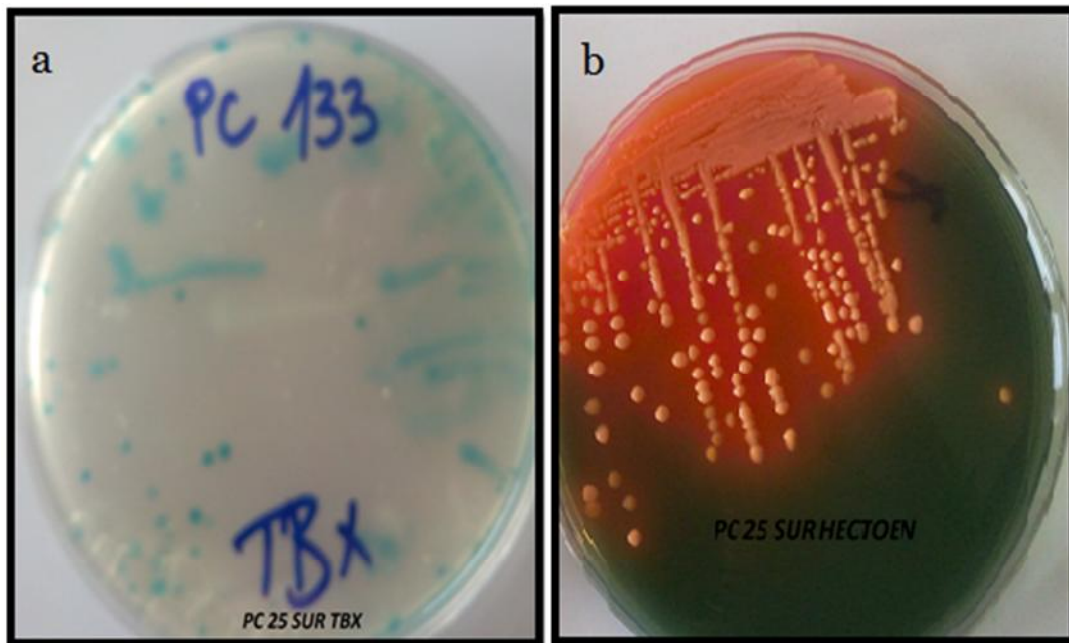


Figure 25 : Aspect macroscopique d'*E. coli* sur milieu TBX (a) et Hektoen (b)

2.3. Coliformes totaux et fécaux

L'observation macroscopique sur milieu VRBL, montre que les colonies de CF et CT sous forme de colonies lenticulaires et d'une couleur violette.

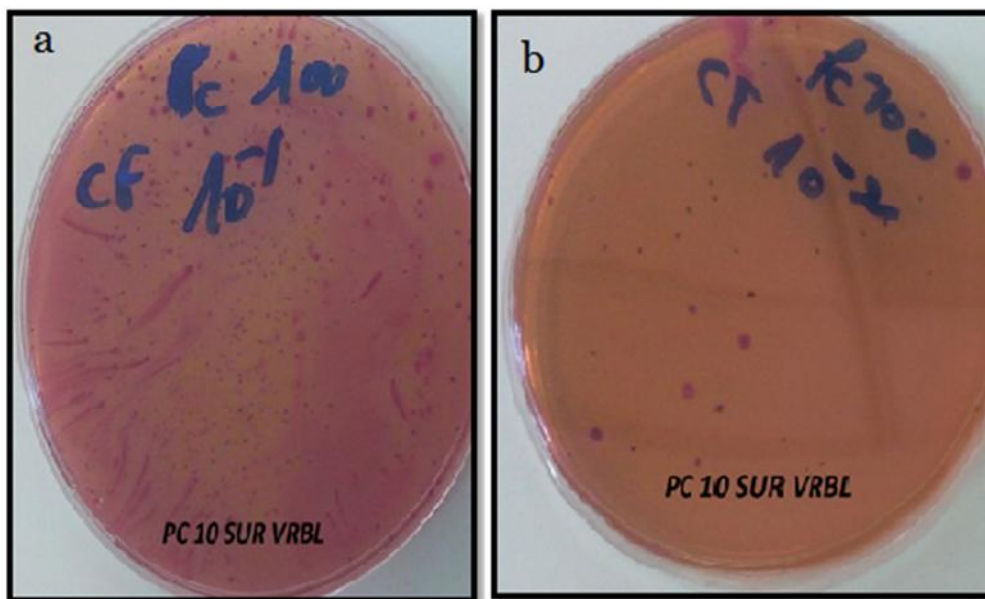


Figure 26: Aspect macroscopique des coliformes fécaux (a) et totaux (b) et sur milieu VRBL

Les coliformes fécaux: *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et plus particulièrement *Escherichia coli* sont de bons indicateurs de la contamination fécale des aliments. Le taux de non satisfaction le plus élevé (38,23%) au cours de notre étude fut observé chez les CF.

La contamination des repas par les coliformes fécaux témoigne :

- D'un manque d'hygiène du personnel (principale source de contamination) et des surfaces,
- D'une mauvaise utilisation des sanitaires,
- De la présence des vecteurs de la contamination (mouches, cafards, etc.),
- D'une contamination récente. En effet, les coliformes sont facilement détruits par un traitement thermique.

2.4. Flore mésophile aérobie totale (FMAT)

L'observation macroscopique de la culture de la FMAT sur milieu PCA montre des colonies blanches lenticulaires (figure 27).

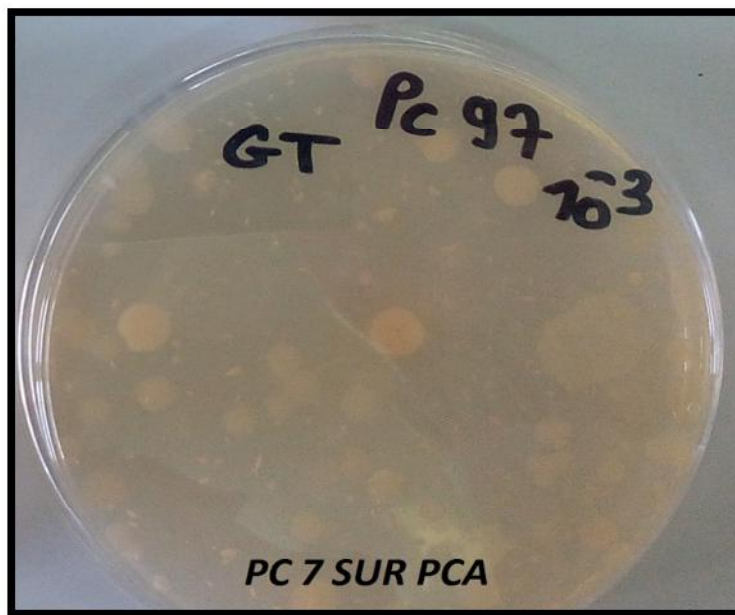


Figure 27 : Aspect macroscopique des germes aérobies mésophiles totaux sur milieu PCA

Les FMAT à 30°C sont des germes de contamination qui se développent à des températures comprises entre 30°C et 37°C. Cette flore renseigne sur la propreté des manipulations, l'efficacité des procédés de traitement et la fraîcheur des produits. Selon les normes (TINE, 2007). Les échantillons les plus contaminés ont un taux de flore total supérieur à $9 \cdot 10^5$ germes/g.

En analysant les résultats de la présente étude, il est aisé de se rendre compte que la FAMT n'est pas impliquée dans les repas qualifiés non satisfaisants (0 %) ; la qualité de FAMT donne une idée sur la charge bactérienne globale.

2.5. Bactéries anaérobies sulfito-réductrices

Les ASR sont, en général, les clostridies dont les spores sont rencontrées dans le milieu extérieur (terre, poussières et excréments, etc.). Les ASR ont été à l'origine d'aucun échantillon étudié de mauvaise qualité. L'absence des ASR dans les repas chauds peut être liée d'une part au bon lavage des denrées et d'autre part à une cuisson suffisante de ces dernières.

2.6. Germes non pathogènes identifiés

Bien que ces germes (tableau XIV) soient non pathogènes, leur présence dans les aliments peut indiquer la présence de germes qui peuvent être pathogènes.

Tableau XIV : Les différents germes non pathogènes identifiés

Germes non pathogènes	Echantillon
<i>Staphylococcus xylosus</i>	PC 1 et PC 5
<i>Staphylococcus auricularis</i>	PC 2
<i>Staphylococcus cohnii</i> sp. <i>cohnii</i>	PC 6
<i>Globicatella sanguinis</i>	PC 20
<i>Staphylococcus warneri</i>	PC 33, PC 22 et PC 7
<i>Kocuria kristinae</i>	PC 18, PC 21 et PC 25
<i>Staphylococcus capitis</i>	PC 19
<i>Kocuria rosea</i> (<i>Kocuriavarians</i>)	PC 24
<i>Aerococcus viridans</i> 3 et <i>Aerococcus viridans</i> 2	PC 17, PC 12 et PC 11
<i>Leclercia adecarboxylata</i>	PC 8
<i>Citrobacter koseri</i> et <i>Citrobacter amalonticus</i>	PC 10
<i>Citrobacter freundii</i>	PC 16
<i>Micrococcus</i> ssp.	PC 28

<i>Leuconostoc ssp.</i>	PC 15
<i>Proteus</i>	PC 2
<i>Citrobacter</i>	PC 26
<i>Serratia</i>	PC 33

L'ensemble des résultats de la présente étude corrobore quant à l'idée que l'origine de la contamination des plats analysés est principalement fécale (38,23%), ce qui serait dû, avant tout, à une insuffisante hygiène (des infrastructures, du matériel et surtout du personnel) lors de la préparation des repas.

3. Résultats de l'antibiogramme de la souche de référence

L'interprétation de ces résultats est faite selon les Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour (*Escherichia coli* ATCC25922) (annexe2). Les résultats sont résumés dans le tableau :

Tableau XV : Résultats de l'antibiogramme de la souche de référence

ATB	AMC	CAZ	IPM	AMP	CN	CIP	NA	KZ	C	SXT	CT	F	NET	TE	TOB	K
Diamètre de <i>E.coli</i> ATCC25922(mm)	19	30	28	19	20	32	28	16	26	29	13	25	24	25	20	21
Interprétation	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Non efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace	Efficace

D'après le tableau il s'avère que parmi les 16 antibiotiques utilisés il y a que le céfazoline (KZ) qui n'est pas efficace. Les autres peuvent être testés sur les 4 bactéries étudiées.

3.1. Résultats des antibiogrammes des souches étudiés

Des antibiotiques différents ont été testés sur les quatre bactéries sélectionnées pour cette partie de notre étude (figure 28).

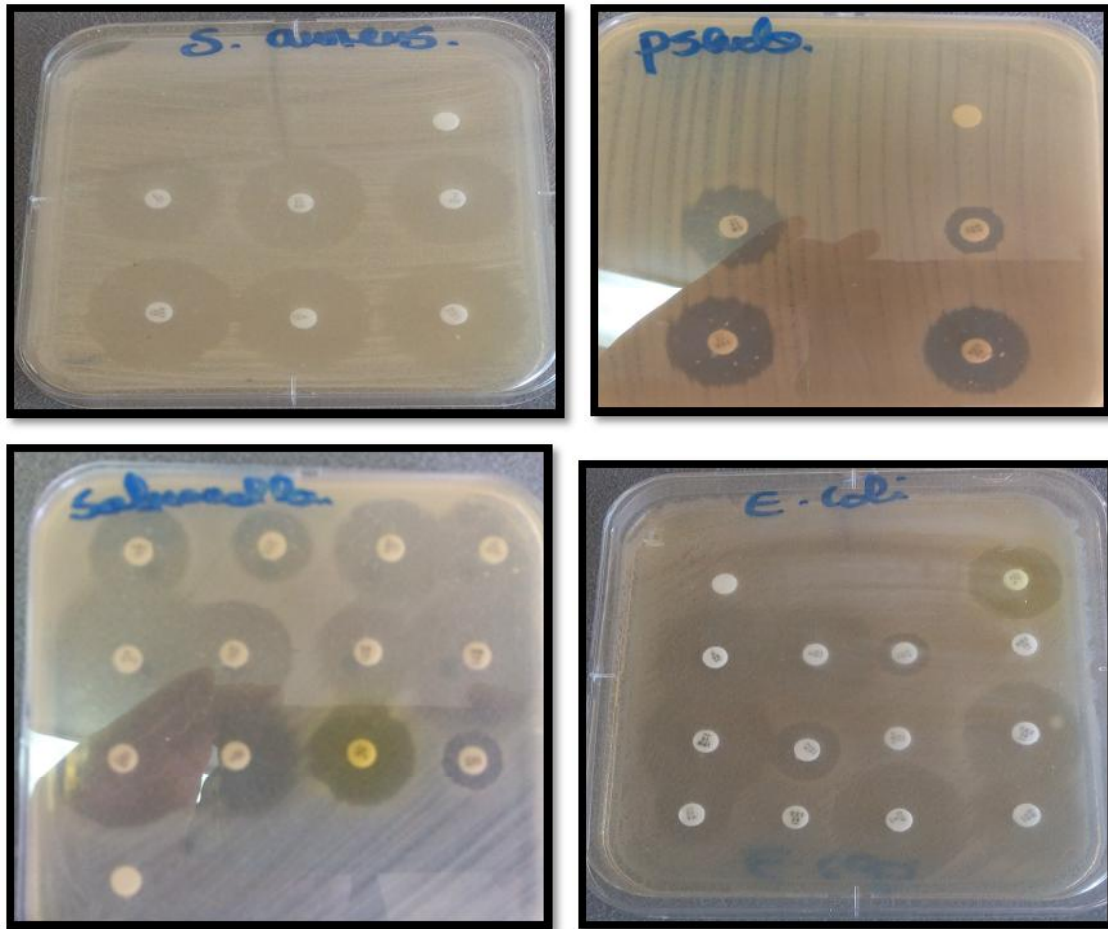


Figure 28 : Résultats de l’antibiogramme pour les quatre souches testées

Tableau XVI: Résultats de l’antibiogramme des quatre bactéries étudiées

Bactéries	Antibiotiques	Diamètre de la zone (mm)	Effet
<i>Salmonella</i>	AMC	22	S
	CIP	38	S
	SXT	26	S
	NA	22	S
	C	22	S
	F	24	S
	CT	12	CIM
	CN	19	R
	AMP	21	S
	CAZ	26	S
	IPM	31	S

<i>E. coli</i>	CN	18	S
	CIP	28	S
	SXT	< 6	S
	NA	16	S
	CAZ	21	S
	AMP	< 6	S
	KZ	16	S
	IPM	32	S
	C	22	S
	CT	14	CMI
	AMC	< 6	S
	F	32	S
	<i>S. aureus</i>	TE	30
CIP		26	S
K		28	S
CN		29	S
C		26	S
SXT		32	S
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	GM	12	R
	NET	22	S
	TOB	21	S
	CN	19	S

S : Sensible

R : Résistant

D'après les résultats du tableau (XVI) on déduit que *E. coli* est sensible pour l'ensemble des antibiotiques testés sauf pour colistine. Par contre salmonella est résistante pour céfalexine, et colistine. Le *S.aureus* est sensible pour tous les antibiotiques testés. *Pseudomonas aeruginosa* est sensible pour Nétilmicine, Tobramycine, Colistine et résistante pour Gentamicine.

La grande diversité des plasmides confèrent à la bactérie un grand potentiel d'acquisition des résistances. Aussi, l'utilisation croissante d'antibiotiques à large spectre sélectionne les souches multi-résistantes (**CHASTRE, 2003**).

Une autre étude sur la sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* à différents antibiotiques ont montré une sensibilité élevée à tous les antibiotiques testés à l'exception de la ticarcilline (60%) et la colistine (75%). 3,57% ont présenté un niveau de résistance élevé à l'imipenème associé à une résistance à la ceftazidime. (**LIAZID, 2012**). En effet la résistance de *P. aeruginosa* à la colistine résulte d'une modification de LPS, la fixation de la colistine à la membrane externe est rendue possible grâce à des interactions électrostatiques entre les actions et les groupements négatifs portés par le LPS, la colistine franchit la membrane externe puis s'insère dans la membrane cytoplasmique créant une fuite des composés

cellulaires et un arrêt de la respiration cellulaire fatale pour la bactérie (**VETTORETTI, 2009**).

Une étude menée sur l'évolution de la résistance aux antibiotiques des entérobactéries isolées à l'Hôpital Général de Douala de 2005 à 2012 à montrer un taux de résistance élevé aux principales classes d'antibiotiques, et une augmentation entre 2005 et 2012 de 29,1% à 51,6% pour les céphalosporines de troisième génération, de 29,2% à 44% pour la ciprofloxacine. L'imipénème, l'amikacine et la fosfomycine étaient les molécules les plus actives avec respectivement 1,3%, 12,9% et 13,4% des souches d'entérobactéries résistantes. (**OKALLA et al.,2015**).

3.2 Résultats des aromatoigrammes

3.2.1 Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles

Pour cette partie de notre étude, nous nous sommes intéressées à l'étude de l'activité antibactérienne de trois huiles essentielles commerciales de cannelle, d'ortie et de menthe sauvage, vis-à-vis de quatre espèces bactériennes (*Salmonella*, *E. coli*, *S. aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*).

La solubilisation de ces huiles a été réalisée dans de l'hexane avec un rapport volumique de 1/2 (huile/hexane).

Les résultats sont repris dans le tableau suivant.

Tableau XVII: Résultats de l'activité antibactérienne des huiles essentielles

Huiles Bactérie	Huile de cannelle	Huile d'ortie	Huile de menthe sauvage
<i>E. coli</i>	< 6	< 6	< 6
<i>S. aureus</i>	< 6	11 mm	37 mm
<i>Salmonella</i>	< 6	< 6	< 6
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	< 6	< 6	< 6

Les résultats de l'activité antibactérienne des 3 huiles essentielles étudiées diluées au demi (Tableau XVII) montrent que :

- L'huile essentielle d'ortie présente une certaine activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de zone d'inhibition de 11mm (figure 29a) mais n'a aucun effet sur les trois autres souches étudiées.
- L'huile essentielle de menthe sauvage a démontrée l'activité antibactérienne la plus importante, dans la présente étude, vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de zone d'inhibition de 37mm (figure 29b). Par contre, cette huile n'a démontrée aucun effet sur les trois autres souches testées.
- L'huile essentielle de la cannelle n'a pas démontrée d'effet antibactérien.

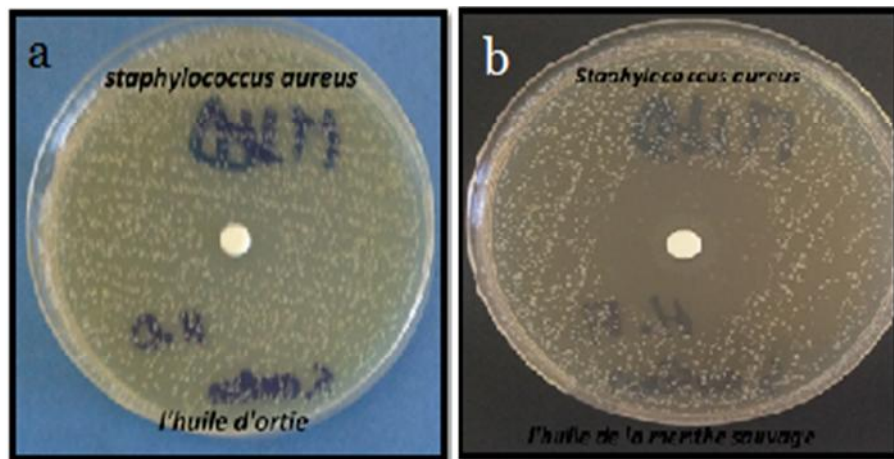


Figure 29 : Activité antibactérienne d'huiles essentielles d'ortie (a) et de menthe sauvage (b) sur *S.aureus*

L'activité Biologique des huiles essentielles a une relation avec les groupes fonctionnels des composants, leurs proportions et l'interaction entre eux (DORMAN, 2000). Aucune étude préalable n'a été faite au par avant sur l'activité antibactérienne des huiles de commercialisation étudié au cours de notre travail, mais plusieurs travaux ont été menés sur l'effet des huiles essentielles extraites de différentes plantes médicinales ; une étude a été menée par MEBARKA (2010) sur l'activité antibactérienne de l'huile de *F. hexapetala* *Pseudomonas aeruginosa* a montré une grande résistance pour cette l'huile, par contre *S.aureus* est plus sensible à l'huile étudiée cependant, l'huile de *F. hexapetala* étudiée par RADULOVIC et al., (2007) a montré une forte activité vis-à-vis de *P.aeruginosa* avec un diamètre d'inhibition de 33mm.

L'huile de *Prunus africanus* a été également active à l'encontre de *P. Aeruginosa* mais le diamètre de la zone d'inhibition a été plus petit (19mm) (GANGOUE-PIEBOJI et al., 2009). De même les extraits d'*Amelanchier ovalis* et d'*Exochorda racemosa* se sont

révélés actifs vis-à-vis de cette souche contrairement à l'extrait de *Kerria japonica* qui a été inactif (JANTOVA *et al.*, 2000). Aussi, DAHIA *et al.*, (2007) ont signalé la sensibilité de *P. aeruginosa* à l'égard de l'huile de *Pituranthos chloranthus*.

3.2.2. Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait brut d'ortie

Dans cette partie de notre étude, nous nous sommes intéressées à *Urtica dioica* (ortie) car cette plante médicinale, de la famille des Urticacées, est utilisée en phytothérapie pour ses nombreuses vertus. Nous nous sommes particulièrement intéressées à l'étude de son pouvoir antibactérien en testant différentes concentrations de son extrait brut dilué dans de l'eau. Les résultats démontrant les différents diamètres d'inhibition sont résumés dans le tableau.

Tableau XVIII: Activité antibactérienne de l'extrait brut d'ortie à différentes concentration

	Extrait brut d'ortie		
	20mg/ml	200mg /ml	300mg/ml
<i>E.coli</i>	<6	<6	<6
<i>S.aureus</i>	<6	40 mm	64 mm
<i>Salmonella</i>	<6	<6	25 mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<6	<6	8 mm

D'après le tableau, il en ressort que l'extrait brut d'ortie n'a aucun effet sur les quatre bactéries étudiées à une concentration de 20mg/ml. Par contre, à une concentration de 200mg/ml, il y a une activité antibactérienne vis-à-vis le *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de zone d'inhibition de 40 mm mais il n'y a aucun effet sur *Salmonella*, *E. coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Des dilutions de l'extrait brut d'ortie à 200 mg/ml au demi ont donné les résultats représentés dans le tableau et figure. Jusqu'à trois et les résultats des dilutions sont les suivantes : Dilu 2 :37mm, Dilu, 2 :24mm, Dilu 4 : 20mm.

Tableau XIX : Activité antibactérienne de l'extrait brut d'ortie à différentes dilutions

Extrait brut d'ortie				
Dilution	Aucune	D2 : 1/2	D3 : 1/4	D4 : 1/8
Concentration	200mg /ml	100mg /ml	50mg /ml	25mg /ml
Diamètre de la zone d'inhibition	40 mm	37mm	24mm	20mm

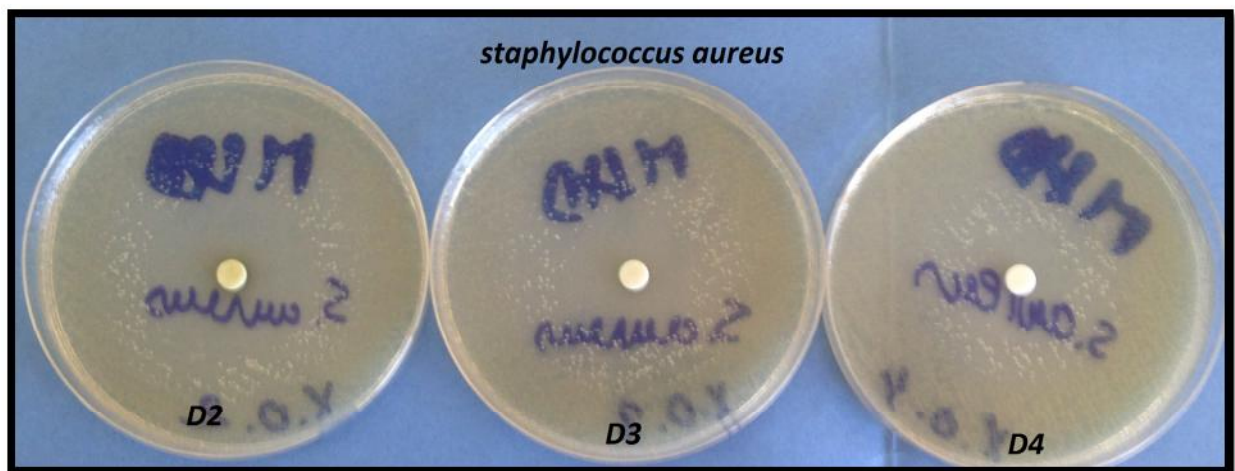


Figure 30 : Résultats de la dilution de l'extrait brute d'ortie sur *Staphylococcus aureus*

Selon **MOREIRA et al (2005)**. Les mesures des halos d'inhibition nous ont permis de classer les microorganismes suivant leur degré de sensibilité aux différents extraits :

- $\emptyset < 8$ mm : bactérie non sensible
- $9 < \emptyset < 14$ mm : bactérie sensible
- $15 < \emptyset < 19$ mm : bactérie très sensible
- $\emptyset > 20$ mm : bactérie extrêmement sensible

Sur ceci, pour l'extrait d'ortie à 300 mg les bactéries étudiées ont été classées comme suit : *Escherichia coli* et *pseudomonas aeruginosa* ne sont pas sensibles par contre *staphylococcus aureus* et *salmonella* sont extrêmement sensibles.

Dans la même étude nos résultats sont en accord par rapport à ceux de (KHATI, 2016), l'extrait d'ortie a une activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus*, avec des diamètres différents selon le solvant d'extraction utilisé (extrait queue avec un diamètre de 8mm, extrait à base d'éthanol 10.6mm et l'extrait à base d'acétate d'éthyle 7.6mm).

GHAEDI et al. (2015) ont rapporté que l'extrait d'*Urtica dioica* à une concentration de 25 et 50 mg/ml a montré une activité modérée vis-à-vis d'*E. Coli* = 10,34 mm et 15,18 mm, *P.aeruginosa*. Et un diamètre de 8,50 pour *S.aureus*. L'augmentation de la concentration de l'extrait à 100mg /ml a eu une amélioration significative de l'activité contre *E. coli* (16,50 mm) et une activité modérée contre *P. aeruginosa* (11,30 mm) et *S.aureus* (10,90 mm).

Une autre étude relative à *Urtica dioica* L. a montré son activité antimicrobienne notamment avec l'extrait brut, qui par exemple à 100 mg/ml était actif contre plusieurs souches bactériennes (*Acinetobacter calcoaceticus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilissubsp. spizizenii* ATCC 6633, *Micrococcussp.*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella paratyphy* et *Saccharomyces cerevisiae*)(**MODARRESI-CHAHARDEHI et al., 2012**).

Les différences obtenues au niveau des diamètres des zones d'inhibitions peuvent être dû à la composition des plantes qui peuvent être différentes, au sein de la même famille. ces différences sont liées aux propriétés génétiques des plantes, à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage de la récolte, mais également en fonction du solvant d'extraction (**LEE et al., 2003**).

3.2.2.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice(CMI)de l'extrait brut d'ortie (300mg) vis-à-vis *S.aureus*

La CMI est la plus petite concentration d'antibiotique qui inhibe toute culture visible d'une souche bactérienne après 24 heures de culture à 37°C. Cette valeur caractérise l'effet bactériostatique.

Le tableau ci-dessous présente la gamme de préparation ainsi que les résultats de la recherche de la CIM pour *staphylococcus aureus* :

Tableau XX : résultats de la recherche de la CIM pour *Staphylococcus aureus*

Tube	1	2	3	4	5	6	Témoin
Extrait d'ortie à 300mg/ml	300mg/ml	150mg/ml	75mg/ml	37,5mg/ml	18,75mg/ml	9,3mg/ml	0
Aspect après 24h		+	+	+	-	-	-

La CMI correspond à la première culture négative, d'après le tableau la CIM de l'extrait d'ortie vis-à-vis *Staphylococcus aureus* s'exprime au niveau du tube 5. CIM= Tube 5, qui correspond à une concentration de 18.75mg/ml

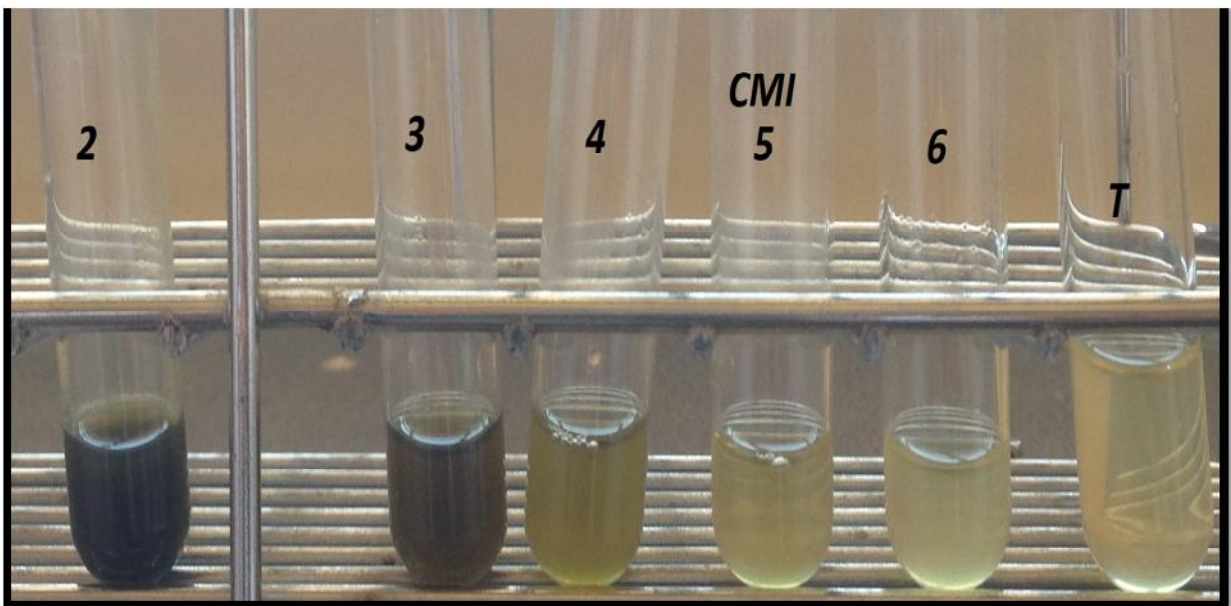


Figure 31: profil de la CIM pour *Staphylococcus aureus*

3.2.2.2. Concentration minimale bactéricide (CMB)

La CMB correspond à la plus petite concentration d'antibiotique ne laissant subsister que 0,01% ou moins de survivants de l'inoculum initial après 18 heures de culture à 37°C. Cette valeur caractérise l'effet bactéricide.

Les concentrations de 2 jusqu'au 5 seront ensemencées chacun sur une gélose nutritive et incubées jusqu'à 24 h à 37°C. La CMB correspond à la dernière boîte où il y a absence de culture sur la gélose nutritive.

Pour le *Staphylococcus* la CMB correspond à la boîte ensemencée à partir de la concentration 4, donc la CMB =37.5mg/ml

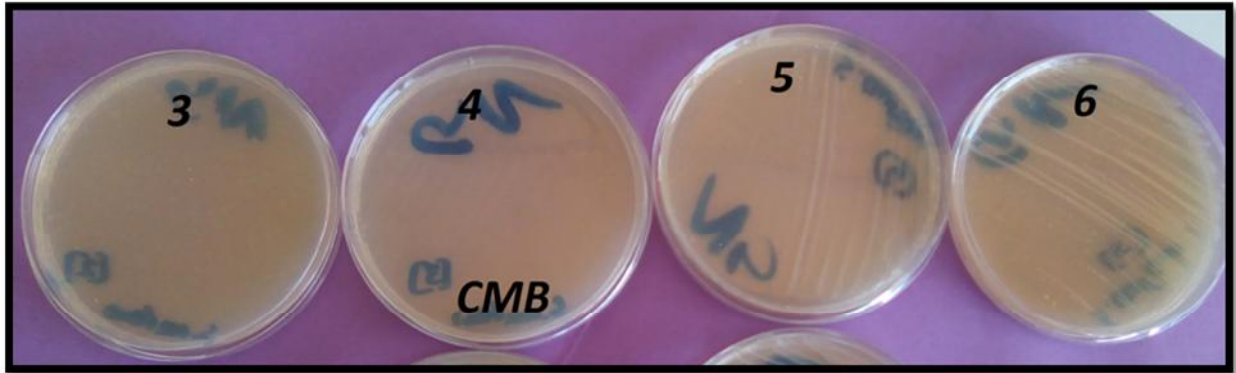


Figure 32 : profile de CMB pour *Staphylococcus aureus*

L'extrait d'ortie à 300mg/ml a un effet bactériostatique à 18.75mg/ml et un effet bactéricide à 37.5mg/ml sur *staphylococcus aureus*.

3.2.3 La concentration minimale inhibitrice pour *Salmonella*

Tableau XXI : Résultats de la recherche de la CIM pour salmonella

Tubes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Témoin
Extrait d'ortie à 300mg/ml	300mg/ml	150mg/ml	75mg/ml	37,5mg/ml	18,75mg /ml	9,3mg/ml	4.6mg /ml	2,3mg/ml	1,16mg/ml	0
Aspect après 24h	/	+	+	+	-	-	-	-	-	-

Pour *Salmonella* la CMI= tube 5 qui correspond à la concentration de 18,75 mg/ml.

3.2.4 Concentration minimale bactéricide pour *Salmonella*

Les concentrations de 2 jusqu'au 5 sont ensemencées sur gélose nutritive et incubées à 37°C après 24h il y a apparition de culture au niveau de toutes les boîtes pétries. Cela signifie que l'extrait d'ortie n'a pas d'effet bactéricide sur *Salmonella*.

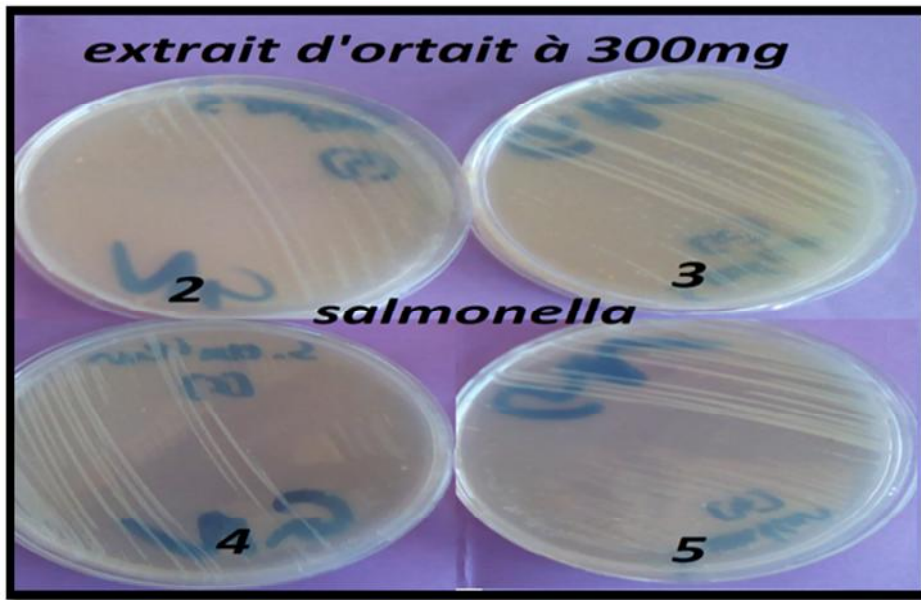


Figure 33: Profile de CMB pour *Salmonella*

3.3 Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait de cannelle

L'écorce de cannelle est une des épices les plus anciennes qui soient. Elle est mentionnée et décrite bien avant notre ère dans le «Traité des plantes médicinales» de l'empereur chinois Shen Nung, aux alentours de 2700 avant J-C. (Atal, 1982).

Les résultats de l'utilisation de l'extrait de cannelle à différentes concentrations sur les bactéries étudiées sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XXII : Résultats de l'utilisation de l'extrait de cannelle sur les 4 bactéries pathogènes

bactéries	20mg	200mg
Salmonella	<6	<6
E.coli	<6	<6
S.aureus	<6	<6
Psodomonas	<6	<6

Pour l'extrait de cannelle aucune activité antibactérienne n'est marquée dans notre étude pour les quatre bactéries testées. Nos résultats sont en désaccord avec ceux

trouvés par **MERGHACHE** en 2010, qui ont étudié l'effet antibactérien des extraits hydro-méthanoliques de l'écorce de cannelle de Chine, et ont trouvé des diamètres d'inhibition variables en fonction des souches : *S. aureus* (16,0 mm), *E. faecalis* (13,0 mm (9,0 mm) et *P. aeruginosa* (8,0 mm).

Aussi, **KAMNI (2015)** lors d'un travail de recherche réalisé sur l'extrait hydrométhanolique de cannelle, ont trouvé que l'extrait de *Cinnamomum cassia* présentait une activité antibactérienne moyenne sur les différentes espèces bactériennes testées, avec des diamètres qui varient de 6 mm à 12,0 mm (*K. pneumoniae*, *P.aeruginosa*)

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail qui porte sur la recherche et dénombrement des micro-organismes pathogènes à partir de plats cuisinés à base de légumes, viande et/ou poisson et sur l'étude de l'activité antimicrobienne des extraits bruts de deux plantes médicinales : *Urtica dioica* (l'ortie), *Cinnamomum cassia* (la cannelle) ainsi que trois huiles végétales commerciales, nous pouvons tirer plusieurs conclusions :

- ✚ L'origine de la contamination de la qualité microbiologique de 32,35% des plats analysés est due à des coliformes fécaux, ces dernières témoignent ; un manque d'hygiène du personnel, présence des vecteurs de la contamination.
- ✚ Il s'avère que l'extrait brut d'ortie étudié à une activité antibactérienne vis-à-vis du *Staphylococcus aureus* et salmonella. Par contre aucune activité antibactérienne n'est marquée pour l'extrait brut de la cannelle.

L'étude de l'activité antibactérienne des huiles testée à différentes concentrations montre que:

- ✚ L'huile d'ortie présente une activité antibactérienne faible vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de 11mm et aucun effet sur E. coli, salmonella, pseudo.
- ✚ L'huile de la menthe sauvage à l'activité antibactérienne la plus importante vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de 37mm et aucun effet sur E. coli, salmonella, *Pseudomonas*.
- ✚ L'huile de cannelle n'a aucune activité antibactérienne vis-à-vis des quatre bactéries pathogènes étudiées.

L'ensemble de ce travail nous a permis de mieux connaître les microorganismes qu'on peut trouver dans des plats cuisinés et l'intérêt de ces plantes médicinales vis-à-vis de leur activité antimicrobienne.

Résultats et discussion

**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques des livres

- ABDELHAKIM HAMMOUDI, CRISTINA GARAZIA, YVESSURRY. (2014).** Sécurité sanitaire des aliments Régulation, analyses économiques et retours d'expérience. Ed ; lavoisier/TEC et DOC. 325 P
- AGENCE POUR LA CREATION D'ENTREPRISE .(2010).** Ouvrez un restaurant !.3ème Ed. Ed.éditions d'organisation. p9-10
- AIT ABDELOUAHAB NAOULE.(2001).**Microbiologie alimentaire, Ed. Office des publications universitaires, Ben Aknoun, Alger .25-38 P
- AIT YUCEF M. (2006).** Plantes Médicinales de Kabylie. Ed.Ibis Press. Paris. p 324-327
- AMGAR, A (1996).** Autodiagnostic de l'hygiène des entreprises agro-alimentaires et entreprises associées, Ed. Asept, Laval, France.
- .ATAL C. K., KAPUR B. M. (1982).** Cultivation and Utilisation of Aromatic Plants, Ed. Jammu-Tawi , Regional Research Laboratory, Council of Scientific & Industrial Research. 851p
- ATTIYET A. (1995).** Plantes médicinales et aromatiques dans le monde Arabe. Ed. Institution arabe pour les etudes et publication, Beyrouth, 296 P
- BAILLY J.D., BRUGERE H., CHADRON H. (2012).** Microorganismes et Parasites des Viandes: Connaître pour les Maîtriser de l'Eleveur au Consommateur. CIV, 150p.
- BEAUDEOIN G., OUELLET C et DUFRESNE C. (2009).** L'Ortie livre Dioïque :Urticadioica : Guide de production sous régie biologique. Filière des plantesmédicinalesbiologiques du Québec. Québec. p5-6
- BERCHE PATRICK. (1988).** Bactériologie, les bactéries des infections humaines. Ed Médecine Sciences Publications. P650.
- BERTRAND B. (2002).** Les Secrets de L'ortie. Edition de Terran, 7ème édition. p128
- BERTRAND B., JEANNE A. (2008).** "Les secrets de l'Ortie",10^{ème} Ed. du Terran:p 45-95
- BOLNOT, F; ROZIER, J; CARLIER V. (1985).** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. ED. Paris : SEPAIC, 230p
- BOUIX. (1993).** rôles des microorganismes dans la flaveur des aliments N°5,les boissons fermentées. Ed ; Ialine
- BOURGEOIS CLAUDE MARCEL, LARPENT JEAN-PAUL. (1996).** Microbiologie alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. 2^{ème}Éd.Ed ; LAVOISIER. 704 p

Références bibliographiques

- BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F, ZUCCA J. (1996).** La microflore de la viande (336-345). In Microbiologie Alimentaire: Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Lavoisier Tec & Doc: Paris; 672 p
- BRANGER, ALAIN, RICHER, MARIE MADELEINE, ROUSTEL, SEBASTIEN. (2007).**Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques, Dijon. Ed.Educagri
- BRANGER ALAIN, RICHER, MARIE-MADELEINE. (2007).** Microbiochimie et alimentation. Ed. Educagri, Dijon, France.
- BRUNETON, J. (1993).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Technique et documentation Lavoisier, Paris, 915 p
- BRUNETON J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 3^{ème} Ed. Tec & Doc, Editions médicales internationales, p1120.
- BRUNETON J. (2009).** Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales. Lavoisier, 4^{ème} édition. , TEC& DOC, Paris
- BRUNETON JEAN. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc Lavoisier.200p
- CALVET RAOUL. (2013).** Le sol. Ed France agricole
- CIV (CENTRE d'INFORMATION DES VIANDES). (2003).**Maîtrise de l'hygiène dans la filière viande : de l'éleveur au consommateur, Paris.
- CUQ JEAN-LOUIS, HENRI DUPIN, MARIE-IRENE, MALEWIAKCATHERINE, LEYNAUD-ROUAUD, ANNE-MARIE, BERTHIER. (1992).** Alimentation et nutrition humaines, ESF éditeur 17, paris
- DELILLE L-A. (2010).** Les Plantes Médicinales d'Algérie. BERTI Editions, 2^{ème} édition. Alger. p188-189
- DUPREZ GUILLAUME. (2013).** S'installer dans la restauration rapide. Ed ; Puits fleuri, Héricy. p 15.
- DUPUIS C., TARDIF R., VERGE J. (2002).** Hygiène et sécurité dans l'industrie laitière, dans « Science et technologie du lait », Ed. Polytechnique, Québec, Canada.
- ERIC MEYER et JP LEGRAND. (2006).** Encyclopédie familiale des plantes curatives: 273 plantes médicinales et leur mode d'emploi .ED. Laboratoire Marcel Violet p 48
- FABRICE BARDEAU. (2009).** La pharmacie du Bon Dieu. Ed. Fernand Lanore.333p
- FEDERIGHI MICHEL. (2005).** Bactériologie alimentaire.2^{ème}Ed.Ed ;economica, 282p

Références bibliographiques

- FERHAT M.A., MEKLATI B.Y., CHEMAT F. (2010).** Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions .Ed. Office des publications universitaires, Alger. 157 p.
- FOURNAUD J. ET JOUVE J.-L. (1990).** Viande 2000 déficit microbiologiques, filière des viandes.Et Produits Carnés. 11(6), p 207-213.
- FOSSE J., MARGAS C. (2004).** Dangers Biologiques et Consommation des Viandes. Ed Lavoisier: Paris; 220p.
- GELINAS. (2000).** Répertoire des microorganismes pathogènes transmis par les aliments .Ed; Tech.& Doc./Lavoisier.221p.
- GUIGNARD, JEAN-LOUIS. (1996).** Biochimie végétale. ED Masson, Paris, 255 p
- GUIRAUD J, P.GALZI.(1980).** Les analyses microbiologiques dans les industries alimentaires. ED. Usine nouvelle, Paris
- GUIRAUD JOSEPH-PIERRE. (2012).** Microbiologie alimentaire. Ed, Dunod, paris.
- JEAN-CLAUDE LIEBART, PASCALE BAUDA, JOSSELIN BODILIS, OLIVIER DUSSURGET, PATRICK FORTERRE, CLAUDE GUTIERREZ, AMEL LATIFI, GEORGE ONA-NGUEMA, CELINE ROOSE-AMSALEG. (2015).** Microbiologie, biologie des procaryotes et de leur virus. Ed Dunod.
- JEAN VALNET. (1983).** Traitement des maladies par les plantes5ème éd, Ed. Maloine .rév et augm . Phytothérapie, 712p
- JOFFIN CHRISTIANE et JOFFIN JEAN-NOEL. (2003).** Microbiologie alimentaire .Ed. Canopé - CRDP de Bordeaux
- JOFFIN CHRISTIANE et JOFFIN JEAN-NOEL. (2010).** Microbiologie alimentaire. Ed. Canopé - CRDP de Bordeaux.
- LECLERC V. (2011).** Manger sans risque. Ed. Quae.
- LEFIEF-DELCOURT ALIX. (2012).** L'Ortie, C'est Malin : Santé, Beauté, Jardin,Maison... Toutes les vertus et les conseils pratiques de cette plante magique. EditionsLeduc.s., Paris. p16-19
- LE MESTE.(1993).** L'eau dans le procédés de transformation et de conservation des aliments.Ed,AgriculturFrance
- LENDREVIE JACQUES , JULIEN LEVY, DENIS LINDON. (2003).** Mercator, théorie et pratiques du marketing. 7ème Ed. Ed. Dalloz. p20-25.

Références bibliographiques

- MACHEIX J.J., FLEURIET A. et JAY-ALLEMAND C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechnologiques et universitaires romandes, France, 192 p
- MARIE-NOELLEBELLON-FONTAINE. (2016).** Conception hygiénique de matériel et nettoyage-désinfection pour une meilleur sécurité en industrie agroalimentaire .Ed ; lavoisier/TEC et DOC. 224 p
- MAURICE MESSEGUE. (1993).** Mon herbier de santé, Ed Robert Laffont 333 p
- MAXIMESCHWARTZ, FRANCOIS RODHAIN . (2008).** Des microbes ou des hommes qui va l'emporter, Odile Jacob
- MULTONJ.L., TEMPLE H., VIRUEGA J.L. (2013).** Traité pratique de droit alimentaire.Ed ; Lavoisier.
- OLIVIER BOUTOU et KARINE BOQUET. (2014).** De l'HACCP à l'ISO 22000 : Management de la sécurité des aliments.
- POULAIN JEAN-PIERRE. (2002).** Sociologie de l'alimentation : Les mangeurs et l'espace social alimentaire. Paris : Ed ;PUF.
- PRESCOTT. (1995).** Microbiologie. Ed ; De Boeck-Université, Bruxelles, 1012 p
- QUITTET C. et NELIS H.(1999) .** HACCP pour PME et artisans : Secteur produits laitiers, tome 1, Ed. Kuleuven et Gembloux, Bruxelles.
- RACHIDIHAFIDA. (2015).** Analyse des risques sanitaires dus aux intoxications alimentaires.Ed : Académiques.72 p
- RAOUL NKUITCHOU NKOUATCHET . (2006).** Les ouvrières du fast-food ; les enjeux sociaux du flux tendu dans la restauration rapide. ED. L'Harmattan. P9 **Gheri Gerard,**
- RASTOIN JEAN-LOUIS . (2010).** Le système alimentaire mondial : Concepts et méthodes, analyses et dynamiques. Versailles : Ed Quae
- RAVINDRAN P.N., NIRMALBABU K., SHYLAJA M. (2004).**Cinnamon and Cassia, The genus Cinnamomum», Medicinal and Aromatic Plants Industrial Profiles, Ed. CRC PRESS, NewYork. P
- RIBEREAU-GAYON, P. (1968)-**Les composes phenoliques des vegeteaux. Dunod Editeur, paris.
- RODHAIN F, SCHWARTZ ;(2008).** Des microbes ou des hommes qui va l'emporter, Odile Jacob. (English translation, 1972. Hafner publishing co., New York. Xvi+254 PP.)
- ROMAIN JEAN T. (2006).**Science des aliments. Ed. Lavoisier, paris
- ROMAIN JEAN et, THOMAS CROGUENNEC et GERARD BRULE . (2006).** Science des aliments : Stabilisation biologique et physico-chimique.Ed,Tec& Doc Lavoisier.381p

- ROMBI M. et ROBERT D. (2007)** .120 Plantes Médicinales : Composition, Mode d'action et Intérêt Thérapeutique. Editions Alpen., Paris.p 340-343
- ROZIER J., CARLIER F. et BOLNOT F . (1985)**. Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments.- Paris : éd. SEPAIC.-230p.
- RULLIER. B. (2015)**.L'hygiène alimentaire Retenir l'essentiel. 2ème Ed.Ed ;NATHAN. 160P
- SENHAJI O., FAID M. et KALALOU I. (2006)**. Etude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle de cannelle, Phytothérapie ; 1 : p24-30
- SFM(SOCIETE FRANCAISE DE MICROBIOLOGIE). (1993)**. Microorganismes et aliments évolution maitrisee. ED ; Tec & Doc
- SUSUN .S WEED(2004)**.Le trèfle de vie, Recueil de plantes médicinales au fil de la grossess.EdMamamélis 2eme éd. 245p
- SUTY-LYDIE(2015)**.Les végétaux, les relations avec leur environnement. Ed.Quae.
- TYLER, V.E., BRADY, L.R., ROBBERS, J.E. (1881)**.Pharmacognosy. Lea &Febiger, Philadelphia, 520 p
- VIERLING.E. (1998)**. Aliments et boissons : Technologies et aspects règlementaires, Ed.Doin.
- ZHIRI A., BAUDOUX. D. (2005)**. Huiles Essentielles Chémotypées et leurs synergies. Inspir Development. 80 pages

Références bibliographiques des articles

- ANDERSON,C.M., HALLEBERG, A., HOGBERG, T. (1996)**. Advances in the development of pharmaceutical antioxydants. Adv. drugRes., 28, pp 65-180.
- ARMANDOU J .P. (1993)**.gestion du risque de contamination croisée dans l'industrie pharmaceutique ; approches méthodologiques dans le cadre de <bonnes pratiques de fabrication <françaises et européennes. Paris.
- ATES D.A., ERDOGRUL O.T. (2003)**. Antimicrobial activities of various medicinal and commercial plant extracts. Turkey journal of Biology; 27:p 157-162.
- AXELSON M, SJOVALL J, GUSTAFSSON BE, SETCHELL KD. (1982)**. Origin of lignans in mammals and identification of a precursor from plants. Nature 298: p 659-660.
- BASER K. H., TUMEN G., TABANCAN. et DEMIRCI F. (2001)**. Composition and antibacterial activity of the essential oils from Saturejawiedemanniana (Lallem.). Velen. Z. Naturforsch, 56: p 731-738

BAUDA PASCALE, LUCIANO PAOLOZZI, JEAN-CLAUDE LIEBAR , JOSSELIN BODILIDS ,OLIVIER DSUSSURGET. (2015). Microbiologie, biologie des procaryotes et de leur virus. Ed DUNOD.

BECKER, K., HARMSSEN, D., MELLMANN, A., MEIER, C., SCHUMANN, P., PETERS, G., & VON EIFF, C. (2004). Development and evaluation of a quality-controlled ribosomal sequence database for 16S ribosomal DNA-based identification of Staphylococcus species. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(11), 4988-4995

BENAYAD N., (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63p.

BENHAMOU D., CARRIE A.S., LECOMTE F. (2005). Staphylococcus aureus: role and impact in the treatment of nosocomial pneumonia. *Rev. Mal. Respir*, 22: 595-603

DAHIA M., LAOUER H., CHAKER A.N., PRADO S., MEIERHENRICH U.J. AND Baldovini N.(2007) .Chemical Composition and Antibacterial Activity of Pituranthos chloranthus Volatile Oil. *Natural Product Communication*,2 (11): 1159-1162

BUCHANAN, B., GRUISSEM, W., JONES, R. (2000). American Society of Plant Physiologists, chapitre 24, p 1250-1318.

BUISSON YVES et TEYSSOU REMY. (2002). Les toxi-infections alimentaires collectives, *Revue Française des Laboratoires*, N ° 348. P 63-65.

BOUVIER FLORENCE, AIAIN RAHIER, BILALCAMARA. (2005).Biogenesis, molecular regulation and function of plant isoprenoids. *Progr. Lipid Res.* 44 357–429. ELSEVIE

CAMPOS, L.C.,M. R.FRANZOLIN, and L.R. TRABULSI. (2004). Diarrheagenic Escherichia coli categories among the traditional enteropathogenic E. coli O serogroups--a review. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 99:545-52.

CHASTRE JEAN .(2003). Infections due to Acinetobacter baumannii in the ICU. *Semin Respir Crit Car Med.* 24(1):069-078.

CORONA G. (2011). Seaweed polyphenols: bioavailability and Healthy benefits. *Bioactive from Seaweed, and Innovative Ingredients in Salt Reduction*, p 5

COSTA, D .P. POETA, L. BRINAS, Y. SAENZ, J. RODRIGUES, and C. TORRES. 2004. Detection of CTX-M-1 and TEM-52 beta-lactamases in Escherichia coli strains from healthy pets in Portugal. *J AntimicrobChemother* 54:960-1

- CROXEN M.A. et FINLAY B.B. (2010).** Molecular mechanisms of Escherichia colipathogenicity. *Nat. Rev. Microbiol.*,8:26-38.
- DAHER CF, BAROODY KG, BAROODY GM PHYTOTHER Res. (2005).** Effect of Urticadioica extract intake upon blood lipid profile in the rats *Apr*; 19(4):346-348
- DICKSON J. S. et ANDERSON M. E. (1992).** Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems. *J. Food Prot.* v.55, n.2, p. 133-140.
- DONNENBERG M.S., KAPER J.B. (1992).** Enteropathogenic Escherichia coli. *Infect. Immun.*, 60 (10): 3953-3961
- DORMAN H.J.D, and DEANS H.J.D. (2000).** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology.* 88 (2) 308–316
- DURAK I, BIRI H, DEVRIM E, SOZEN S, AVCI A J ETHNOPHARMACOL. (2004).** Aqueous extract of Urticadioica makes significant inhibition on adenosine deaminase activity in prostate tissue from patients with prostate cancer.;90(2-3):205-215
- ECKBURG PAUL B. ELISABETH M. BIK, CHARLES N. BERNSTEIN, ELIZABETH PURDOM, Les DETHLEFSEN, MICHAEL SARGENT, STEVEN R. GILL, KAREN E. NELSONI, DAVID A. RELMAN (2005).** Diversity of the Human Intestinal Microbial Flora *Science*; 308 (5728):1635-1638
- EL HAOUARI M, BNOUHAM M, BENDAHOU M, AZIZ M, ZIYYAT A, LEGSSYER A, MEKHFI H. FITOTERAPIA.(2006).** Inhibition of rat platelet aggregation by Urticadioica leaves extracts. *Apr*; 77(3):183-188
- EUGEN J.V., BAUER K., ECKHARD N. (2005).** Antidiabetic effect of Cinnamomum cassia and Cinnamomumzeylanicum in vivo and in vitro, *Phytother. Res.* 19,p 203-206.
- FIAUD CHRISTIAN .(1990).** Inhibiteurs de corrosion, *Techniques de l'ingénieur.* COR1005.V1
- FRETER R., H. BRICKNER, J. FEKETE, M. M. VICKERMAN, and K. E. CAREY. (1983).** Survival and implantation of Escherichia coli in the intestinal tract. *Infect Immun* 39:686-703.
- FRITCH, H., GRIESBACH, H. (1975).** Biosynthesis of cyaniding in cell cultures of *Haplopappus gracilis*. *Phytochem*, 14: 2437-42.
- GANGOUE-PIEBOJI J., EZE N., DJINTCHUI A.N., NGAMENI B., TSABANG N., PEGNYEMB D.E., BIYITI L., NGASSAM P., KOULLA-SHIRO S. AND GALLENI M., (2009).**The in-vitro antimicrobial activity of some traditionally used medicinal plants against beta-lactam-resistant bacteria. *J. Infect. Dev. Ctries.*, 3(9):671-680.

GHAEDI M., NAGHIHA R., JANNESAR R., DEHGHANIAN N., MIRTAMIZDOUST B. et PEZESHKPOUR V. (2015). Antibacterial and antifungal activity of flower extracts of *Urticadioica*, *Chamaemelumnobile* and *Salviaofficinalis*: Effects of Zn [OH]₂ nanoparticles and Hp-2-minh on their property. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry.*, 32: p 353-359

GILLES DELMAS, NATHALIE JOURDAN DA SILVA, NATHALIE PIIHER, FRANCOIS-XAVIER WEILL, VERONIQUE VAILLANT, HENRIETTE DE VALK. (2010). Les toxi-infections alimentaires collectives en France entre 2006-2008. P 344.

GREATHEAD H. (2003). Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 : p279–290.

GRIMONT P. (1987). Taxonomie des *Escherichia*. *Méd. Mal. Infect.* 17 Numéro spécial. 6-10.

GRIMONT P., GRIMONT F., BOUVET P. (2002). Taxonomy of the genus *Salmonella*. In: Wray C., Wray A. (Eds.), *Salmonella in Domestic Animals*. CABI Publishing : Oxon, 2000, 1-17.

GUIL-GUERRERO J.L., REBOLLOSO-FUENTES M.M. et TORIJA ISASAM.E. (2003). Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urticadioica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: p111-119

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R. and BOBILYA, D. J. (2002), Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J Nutr Biochem*, 13, 527-584.

HALVORSENI, B. L., CARLSEN, M.H., PHILLIPS, K.M., BOHN, S.K., HOLTE, K., JACOBS, D.R. JR. AND BLOMHOFF, R. (2006). Content of redox-active compounds (antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J ClinNutr* 84, p 95-135.

HAMZAR R. (1998). Particularité des toxi-infections alimentaires en restauration milieu hospitalier. *Rev. Microb. Hyg. Alim.*, (29): 25-27

HANES D. (2003). Nontyphoid *Salmonella* In *International Handbook of Food-borne Pathogens*, Miliotis MD, Bier JW (eds). Marcel Dekker: New York (137- 149).

HARAGA A., OHLSON M.B., SAMUEL I. (2008). *Salmonellae* interplay with host cells *Miller Nature Reviews Microbiology* 6, 53-66.

- HASLAM E. NATURALPOLYPHENOLS(VEGETABLETANNINS). (1994).** Gallic Acid metabolism. *Nat., Prod.*, 11p 41-66.
- JANTOVA´ S., NAGY M., RUZ´EKOVA´ L. AND GRANC´AI D. (2000).** Antibacterial Activity of Plant Extracts from the Families Fabaceae, Oleaceae, Philadelphaceae, Rosaceae and Staphyleaceae. *Phytother. Res.* 14, 601–603.
- JOHNSON, J. R., and T. A. RUSSO. (2005).** Molecular epidemiology of extraintestinal pathogenic (uropathogenic) *Escherichia coli*. *Int J Med Microbiol* 295:383-404
- JORF (JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANCAISE). (1997).** Arrêté du 29 septembre 1997 fixant les conditions d'hygiène applicables dans les établissements de restauration à caractère social.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.**arrêté 3, Décret exécutif du 14 Rajab 1438 correspondant au 11 avril 2017 fixant les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation humaine des denrées alimentaires. p3
- KAMRA D.N., AGARWAL N. and CHAUDHARY L.C. (2006).** Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. *International Congress Series*, 1293 :p 156–163.
- KAPER, J.B., J.P.NATARO, and H.L.T.MOBLEY. (2004).** Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat. Rev. Microbiol.* 2:123-140
- KAUFFMANN F. (1947).** The serology of the coli group. *J. Immunol.*, 57:71-100
- KRAUSHOFER T. et SONTAG G. (2002).** Determination of some phenolic compounds in flax seed and nettle roots by HPLC with coulometric electrode array detection. *European Food Research and Technology*, 215:p 529-533
- LEE A.T., PROENC C., FERREIRA A.R., SERRALHEIRO M.L.M.,NOGUEIRA J.M.F. et ARAUJO M.E.M. (2003).** Antioxidant and anti-acetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices.*Food Chemistry.*, 103:778-786.
- LE LOIR Y., BARON F., GAUTIER M. (2003).** *Staphylococcus aureus* and Food poisoning.*Genet. Mol. Res.*, 2 :63-76
- LEVINE, M. M., and R. EDELMAN. (1984).** Enteropathogenic *Escherichia coli* of classic serotypes associated with infant diarrhea: epidemiology and pathogenesis. *Epidemiol Rev* 6: 31-51.

- MARINO M., BERSANI C. and COMI G. (2001).** Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *International Journal of food microbiology*. 67: 187-195
- MATTHEW J.A., CARR J. (2012).** Staphylococcus aureus. CDC Public Health Image Library
- MODARRESI-CHAHARDEHI A., IBRAHIM D., FARIZA-SULAIMAN S. et MOUSAVI L. (2012).** Screening antimicrobial activity of various extracts of *Urticadioica*. *Revista de Biología Tropical*. 60: 1567-1576
- MOKADY, D., U. GOPHNA, and E. Z. RON. (2005).** Extensive gene diversity in septicemic *Escherichia coli* strains. *J Clin Microbiol* 43:66-73.
- MOREIRA M.R., PONCE A.G., DEL VALLE C.E. et ROURA S.I. (2005).** Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT- Food Science and Technology*., 38: 565-570.
- NATARO J.P. et KAPER J.B. (1998).** Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clin. Microbiol. Rev.*, 11:142-201.
- NAZIA M.A.C., PERWEEN T. (2006).** Antimicrobial activity of *Cinnamomum cassia* against divers microbial flora with its nutritional and medicinal impacts. *Pak. J. Bot.*, 38 (1): p169-174
- Okalla Ebongue cécile ,& Martial Dongmo Tsiatzok, Jean Pierre Nda Mefo'o, Guy Pascal Ngaba, Gérard Beyiha, et Dieudonné Adiogo. (2015).** Evolution de la résistance aux antibiotiques des entérobactéries isolées à l'Hôpital Général de Douala de 2005 à 2012. *the pan african medical journal(PAMJ)*.V 20.p
- PAUL A and MICHEL J. BALICK. (1994).** "The Ethnobotanical Approach to drug Discovery". *Scientific American* : p82-87
- RADHAKRISHNAN V. V., MADHUSOODNAN K. J., KURUVILLA K. M. (1992).** Cinnamon – the spicy bark. *Spice India*, 5(4): p12 – 13.
- RADULOVIC N., M. MISIC M., ALEKSIC J., DOKOVIC D., PALIC R. AND STOJANOVIC G. (2007).** Antimicrobial synergism and antagonism of salicylaldehyde in *Filipendula vulgaris* essential oil. *Fitoterapia*, 78: 565-570
- RUSSO, T. A., and J. R. JOHNSON.(2000).** Proposal for a new inclusive designation for extra intestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. *J. Infect. Dis.* 181:1753-4.

- SAKAGAMI, H., HASHIMOTO, K., SUZUKI, F., OGIWARA, T., SATOH, K., ITO, H., HATANO, T., TAKASHI, Y., FUJISAWA, S. (2005).** Molecular requirements of lignin–carbohydrate complexes for expression of unique biological activities. *Phytochemistry.*, 66, p 2108 – 2120
- SANCHEZ-VARGAS, F. M., M. A. ABU-EL-HAIJA, and O. G. GOMEZ-DUARTE. (2011).** Salmonella infections: an update on epidemiology, management, and prevention. *Travel Med. Infect. Dis.* 9:263–277.
- SCHELIN J., WALLIN-CARLQUIST N., THORUP COHN M., LINDQUIST R., BARKER G.C. (2011).** The formation of Staphylococcus aureus enterotoxins in food environments and advances in risk assessment. *Virulence*, 2: 580-592.
- SERVIN, A. L. (2005).** Pathogenesis of Afa/Dr diffusely adhering Escherichia coli. *ClinMicrobiol Rev* 18:264-92.
- SEYOUM A, ASRES K and EL-FIKY FK. (2006).** Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry* 67: 2058-2070.
- STENUTZ R., WEINTRAUB A., WIDMALM G. (2006).** The structures of Escherichia coli O-polysaccharide antigens. *FEMS Microbiol. Rev.*, 30:382-403.
- STP PHARMA PRATIQUES (SUIVI THERAPEUTIQUE PHARMACOLOGIQUE) (2009).** Conception d'une grille d'audit relatif au risque de contamination croisée, vol 19, n°1. *ASPEC (Asia Pacific Economic Cooperation)*(1993). Gestion du risque de contamination croisée dans l'industrie pharmaceutique.
- TAHRI A, YAMANI S, LEGSSYER A, AZIZ M, MEKHFI H, BNOUHAM M, ZIYYAT A. FEBS LETT. (1999).** Acute diuretic, natriuretic and hypotensive effects of a continuous perfusion of aqueous extract of Urtica dioica in the rat. *Jan 8; 442(1):p89-94*
- TESTAI L, CHERICONI S, CALDERONE V, NENCIONI G, NIERI P, MORELLI I, MARTINOTTO E. J ETHNOPHARMACOL. (2000).** Cardiovascular effects of Urtica dioica L. (Urticaceae) roots extracts: in vitro and in vivo pharmacological studies. *Nov; 73(1-2):p95-100*
- TOZZI, A.E., A. CAPRIOLI, F. MINELLI, A. GIANVITI, L. DEPETRIS, A. EDEFONTI, G. MONTINI, A. FERRETTI, T. De Palo, M. GAIDO, and G. RIZZONI. (2003).** Shiga toxin-producing Escherichia coli infections associated with hemolytic uremic syndrome, Italy, 1988-2000. *Emerg Infect Dis* 9:106-8

Références bibliographiques

TREMBLAY CINDY. (2008).Mise à jour du Traitement des infections à Staphylococcus aureus résistant à la méthicilline. Pharmactuel. Vol. 41, N° 5.284-295.

VAUZOUR D, VAFEIADOU K, RICE-EVANS C. (2007). Activation of pro-survival Akt and ERK1/2 signalling pathways underlie the anti-apoptotic effects of flavanones in cortical neurons. J Neurochem 103:1355–1367.

Références bibliographiques des sites web

AFSSA (AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS) (2002). Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments : Salmonellaspp. (<https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2008sa0172.pdf>)

BENARAB NASSIMA(2013).La restauration rapide prend de l'ampleur sur le territoire national durant ces dernières années. En [ligne]disponible sur ;<http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/consommation.page> consulter le 10-06-2017.

BOLNOT FRANCOIS-HENRI .(2006). Guide d'orientation pour la restauration collective. Observatoire Risques et aliments de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

ELYAS NOUR. (2016). intoxication alimentaires /4000 cas dont deux mort en 2016.disponible en ligne (<http://www.algerie-focus.com/author/redaction/>)

INSEE (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES) (2003). Classement de la restauration rapide [en ligne] disponible sur : http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=nomenclatures/naf2003/n5_55.3b.htm. Page consultée le (1-06-2017).

MAP (MINISTERE DE L'AGRICULTURE et DE LA PECHE) (2005). La restauration commerciale et collective à caractère social.[en ligne] disponible sur :http://www.agriculture.gouv.fr/spip/ressources .thèmes. Alimention consommation.securitesanitaire.restaurationcollective_r186.html. Page consultée (25-05-2017).

OMS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE).aide-mémoire N°134 disponible en[ligne] sur (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/2003/fs134/fr/>)

SNARR (SYBDICAT NATIONAL DE L'ALIMENTATION ET DE LA RESTAURATION RAPIDE)(2006).La restauration rapide <http://www.snarr.fr>. Page consultée le (11-05-2017).

Références bibliographiques des mémoires

Références bibliographiques

- ABDELGHANI TOURAB(2012).**Rationalisation et développement des systèmes constructifs industrialisés. Mémoire de magister. Centre Universitaire Mohamed Chérif Messaadia –SoukAhra.p19-20
- ASSOCIATION POUR LA PROTECTION ET L'ETUDE DE LA CONTAMINATION (ASPEC).(1993).** Gestion du risque de contamination croisée dans l'industrie pharmaceutique: approches méthodologiques dans le cadre des recommandations de "bonnes pratiques de fabrication" françaises et européennes, CEE et PIC, Ed. ASPEC. p75
- BALDE JUPITE. (2002).** Etude de la qualité microbiologique des repas servis à l'Hôpital Principal de Dakar .obtenir le grade diplôme d'état docteur en médecine vétérinaire. École inter-états des sciences et médecine vétérinaires de Dakar.
- BENAYAD NISRIN (2008).** Les huiles essentiels extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université Mohammed V- Agdal. Laboratoire de la substance naturelle et thermolyse claire. Département de chimie. Faculté des sciences de Rabat. P 61
- BERGERON N. (2009).**Caractérisation phénotypique et génotypique d'isolats de Salmonella Typhimurium provenant de porcs sains ou septicémiques. Thèse de doctorat d'université de Montréal, Canada
- CAMART-PERIE A. (2006).** Salmonella, salmonelloses bovines : état des lieux, épidémiologie en France, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Thèse de doctorat vétérinaire. P : 122
- FERHAT M., KADI I. et LAHOUAOU A. (2009).** Recherche de substances bioactives de l'espèce centaurea microcarpa Coss et Dur. Le Diplôme des Etudes Supérieures en biologie (DES). Université Mohammed Boudiaf-M'sila. Faculté des sciences et des sciences de l'ingénierat.
- GHAFFIR Y., DAUBE G. (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Médecine vétérinaire. p 79-100
- KAMNI A., SENOUCIBEREKSI M. (2015).** Effet inhibiteur de certains extraits hydro méthanoliques et huiles essentielles de plantes médicinales sur des espèces bactériennes résistantes aux antibiotiques. Mémoire de Master en biologie (Sciences des aliments).Université de Tlemcen.
- KHATI et TADJENANT . (2016).** Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits phénoliques d'Urtica dioica L .Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention de diplôme de master académique en Biologie. Université MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou

Références bibliographiques

LIAZID ASMA. (2012). Etude de la résistance aux antibiotiques des bactéries à Gram négatif non fermentantes au niveau du C.H.U de Tlemcen. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.

MERGHACHE D., BOUCHERIT-ATMANI Z. (2010). Evaluation de l'activité antifongique et antibactérienne de la cannelle de Chine (*Cinnamomum cassia*). Thèse de Magister en Biologie (Biochimie appliquée). Université de Tlemcen.

MEBARKA LAMAMRA. (2010). Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarra sicula* (L.) Parl. et de *Filipendula hexapetala* Gibb. UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF

WADE M. (1996). Etude de la qualité microbiologique des repas servis au niveau des restaurants du Centre des Œuvres Universitaires de Dakar (COUD) Sénégal. , 39. Dakar

VETTORETTI LEUCI. (2009). Adaptation des mécanismes de résistance par efflux actif chez les souches de *Pseudomonas aeruginosa* dans la mucoviscidose. Thèse de doctorat

Annexe

Annexe 1: Présentation des échantillons alimentaires étudiés

		Date du prélèvement	Date de l'analyse	Origine du prélèvement	Nature du prélèvement
N° d'ordre de l'échantillon alimentaire	PC1	05 /03/2017	06/03/2017	Fast food à la gare routière de Caroubier	Sandwich à la viande hachée
	PC2	05/03/2017	06/03/2017	Fast food à la gare routière de Caroubier	Sandwich escalope
	PC3	06/03/2017	07 /03/2017	Foyer de la cité universitaire D'OULED FAYET 2	Chesse Berger
	PC4	06/03/2017	07/03/2017	Foyer de la cité universitaire D'OULED FAYET 2	Tranche pizza viande haché
	PC5	07/03/2017	08/03/2017	Foyer de la cité universitaire D'OULED FAYET 2	Mehadjeb
	PC6	07/03/2017	08/03/2017	Fast-food à DELY BRAHIM	Libani à base de viande hachée
	PC7	12 /03/2017	13/03/2017	Fast food à la gare routière de Caroubier	Sandwich viande hachée
	PC8	12 /03/2017	13/03/2017	Fast food à la gare routière de Caroubier	Soufflé à base de viande haché
	PC9	12 /03/2017	13/03/2017	Fast food à la gare routière de Caroubier	Tranche de pizza à basse de soucis
	PC10	12 /03/2017	13/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Cheese burgureur à viande

PC11	13 /03/2017	14/03/2017	Fast-food à DELY BRAHIM	Galette à basse de poulet
PC12	13 /03/2017	14/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Mehadjeb
PC13	13 /03/2017	14/03/2017	Fast-food DELY BRAHIM	Soufflé à base de viande haché
PC14	13 /03/2017	14/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Sandwich fritte omelette
PC15	14/03/2017	15/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Sandwiche poulet
PC16	14/03/2017	15/03/2017	Fast-food à DELY BRAHIM	Sandwiche thon
PC17	14/03/2017	15/03/2017	Fast-food à DELY BRAHIM	Hamburger à base de viande hachée
PC18	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à ZIRALDA	Pizza Végétarienne
PC19	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à ZIRALDA	Pizza thon
PC20	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à BOUZAREA	Soufflé à basse de soucis
PC21	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à BOUZAREA	Soufflé à basse de viande hachée
PC22	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à BOUZAREA	Sandwich poulet

PC23	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Mehadjeb
PC24	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Chewa à base de soucis
PC25	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Chewa à base de viande
PC26	19/03/2017	20/03/2017	Fast-food à OULED FAYET	Chewa à base d'escalope
PC27	20/03/2017	20/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Monchon à base de viande hachée
PC28	20/03/2017	21/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Soufflé à basse de viande hachée
PC29	20/03/2017	22/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Tranche pizza à basse de viande hachée
PC30	20/03/2017	22/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Cuisse de poulet
PC31	20/03/2017	22/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Quiche à basse de viande hachée
PC32	20/03/2017	22/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Soufflé à basse de poulet
PC33	20/03/2017	22/03/2017	Fast-food à TIZI-OUZOU	Sandwich chawarma
PC34	20/03/2017	22/03/2017	Fast-food à OULED-FAYET	Garantita

Annexe 2 : Tableau d'interprétation des résultats des antibiogrammes

✚ Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour la souche de référence (*Escherichia coli* ATCC25922.)

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques
Ampicilline	10µg	[16-22]
Amoxicilline +Ac. Clavulanique	20/10µg	[18-24]
Céfazoline	30µg	[21-27]
Imipénème	10µg	[26-32]
Gentamicine	10µg	[19-26]
Ciprofloxacine	5 µg	[30-40]
Acide nalidixique	30µg	[22-28]
Céftazidime	30µg	[25-32]
Colistine	CMI	[11-17]
Furanes	300µg	[20-25]
Nétilmicine	30 µg	[22-30]
Tétracycline	30 µg	[18-25]
Tobramycine	10 µg	[18-26]
Chloramphénicol	30µg	[21-27]
Kanamycine	30 µg	[17-25]
Triméthoprimé+ Sulfaméthoxazole	1.25/23.75µg	[23-29]

✚ Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Entérorobactéries*.

Antibiotique testé	Charge des disques	Diamètre critique (mm)		
		R	I	S
Ampicilline	10µg	≤13	14-16	≥17
Amoxicilline +Ac. Clavulanique	20/10µg	≤13	14-17	≥18
Céfazoline	30µg	≤19	20-22	≥23
Céfalotine	30µg	≤14	15-17	≥18
Céfoxitine	30µg	≤14	15-17	≥18
Céfotaxime	30µg	≤22	23-25	≥26
Céfazoline (infection non compliquée du tractus urinaire)	30µg	≤14	-----	≥15
Céftazidime	30µg	≤17	18-20	≥21
Aztréonam	30µg	≤17	18-20	≥21
Imipénème	10µg	≤19	20-22	≥23
Ertapénème	10µg	≤18	19-21	≥22
Amikacine	30µg	≤14	15-16	≥17
Gentamicine	10µg	≤12	13-14	≥15
Acide nalidixique	30µg	≤13	14-18	≥19
Ciprofloxacine	5µg	≤15	16-20	≥21
Chloramphénicol	30µg	≤12	13-17	≥18
Colistine	CMI	-----	-----	-----
Furanes	300µg	≤14	15-16	≥17
Fosfomycine	200µg	≤12	13-15	≥16
Triméthoprim+ Sulfaméthoxazole	1.25/23.75µg	≤10	11-15	≥16

✚ Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Pseudomonas aeruginosa*.

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres des disques (mm)		
		R	I	S
Ticarcilline	75µg	≤15	16-23	≥24
Ticarcilline + ac. clavulanique	75/10µg	≤15	16-23	≥24
Pipéracilline	100µg	≤14	15-20	≥21
Céftazidime	30µg	≤14	15-17	≥18
Aztréonam	30µg	≤15	16-21	≥22
Imipénème	10µg	≤15	16-18	≥19
Amikacine	30 µg	≤14	15-16	≥17
Gentamicine	10 µg	≤12	13-14	≥15
Nétilmicine	30 µg	≤12	13-14	≥15
Tobramycine	10 µg	≤12	13-14	≥15
Ciprofloxacine	5 µg	≤15	16-20	≥21
Lévofloxacine	5 µg	≤13	14-16	≥17
Fosfomycine	---	---	---	---
Colistine	10 µg	≤10	---	≥11

✚ Valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Staphylococcus*

Antibiotiques testés	Charge des disques	Diamètres critiques (mm)		
		R	I	S
Pénicilline	10 UL	≤28	---	≥29
Oxacilline	---	---	----	---
Cefoxitine	30 µg	≤21	----	≥22
Céfoxitine	30 µg	≤24	----	≥25
Gentamicine	10 µg	≤12	13-14	≥15
Kanamycine	30 µg	≤13	14-17	≥18
Amikacine	30 µg	≤14	15-16	≥17
Erythromycine	15 µg	≤13	14-22	≥23
Clindamycine	2 µg	≤14	15-20	≥21
Teicoplanine	30 µg	≤10	11-13	≥14
Ofloxacine	5 µg	≤14	15-17	≥18
Ciprofloxacine	5 µg	≤15	16-20	≥21
Lévofloxacine	5 µg	≤15	16-20	≥21
Triméthoprime+sulfaméthoxazole	1,25/23,75 µg	≤10	11-15	≥16
Rifamoicine	5 µg	≤16	17-19	≥20
Tétracycline	30 µg	≤14	15-18	≥19
Chloramohénicol	30 µg	≤12	13-17	≥18
Quinupristine-dalphopriline	15 µg	≤15	16-18	≥19

Acide fusidique	10µg	≤24	---	≥24
-----------------	------	-----	-----	-----

Référence des tableaux

Réseau Algérien de surveillance de la résistance des bactéries aux antibiotiques ;
Standardisation des tests de sensibilité aux antibiotiques à l'échelle nationale (médecine humaine et vétérinaire) ; 7eme édition ; 2014.

Annexe 3 : Composition des milieux d'identification

Milieu de Baird Parker

Composition type	(g/l)
Extrait de viande	5
Extrait de levure	1
Peptone de caséine	10
Pyruvate de sodium	10
Glycine	12
Chlorure de lithium	5
Agar	18

Milieu de chapman

Composition type	(g/l)
Extrait de viande	3
Extrait de levure	3
Tryptone	5
Peptone bactériologique	10
Chlorure de sodium	70
Mannitol	10
Rouge de phénol	0.05
Agar (18

Milieu au cœur- cerveau (BHIB)

Composition type	g/l
Cœur – cerveau infusion	37
Agar	18

Eau distillée / eau physiologique

Composition type	g/l
Chlorure de sodium	9
Eau distillée	100

Eau peptone exempte d'indole

Composition type	g/l
Peptone de viande	10
Tryptone	10
Chlorure de sodium	5

Milieu hektoen

Composition type	g/l
Peptone pepsique de viande	15
Extrait de viande	3
Extrait de levure	3
Lactose	12
Salicine	2
Saccharose	12
Chlorure de sodium	5
Sels biliaries	4
Bleu de bromothymol	0.064
Fuchsine acide	0.1
Agar	18

Milieu de mueller hinton

Composition type	g/l
Extrait de viande	3
Hydrolysate acide de caséine	17.5
Amidon	1.5
Agar	16

Bouillon et gélose nutritifs

Composition type (g/l)	BN	GN
Peptone	10	10
Extrait de viande	5	3
Extrait de levure	/	3
Chlorure de sodium	5	5
Agar	/	18

Agar plat count agar (PCA)

Composition type	g/l
Peptone de caseine	5
Extrait de levure	2.5
Glucose	1
Agar	18

Bouillon selenite F broth SFB

Composition type (g/l)	S /c	d/c	cys s/c	cys d/c
Peptone	5	10	5	10
Tryptone	5	10	5	10
Mannitol	4	8	4	8
Phosphate	-	-	-	-
Disodique	4	8	4	8
L.cystine	-	-	0.2	0.4

Agar citrate de Simmons

Composition type	g/l
Ammonium dihydrogenophosphate	1
Phosphate dipotassique	1
Chlorure de sodium	5
Citrate de sodium	2
Sulfate de magnésium	0.2
Bleu de bromothymol	0.08
Agar	18

Gélose triple sugar iron (TSI)

Composition type	g/l
Peptone de viande	15
Proteose peptone	5
Extrait de viande	3
Extrait de levure	3
Glucose	1
Saccharose	10
Lactose	10
Citrate de fer ammoniacal	0.3
Rouge de phénol	0.05
Agar	18

Bouillon tryptophane sel eau (TSE)

Composition type	g/l
Tryptone	1
Chlorure de sodium	8.5

Milieu uree indole

Composition type	g/l
tryptophane	3

Phosphate di potassique	1
Phosphate mono potassique	1
Chlorure de sodium	5
Urée	20
Rouge de phénol	2.5

Milieu viande- foie (VF)

Composition type (g/l)	BVF	GVF	VF SR
Base viande foie	29.5	30	30
D glucose	2	2	2
Chlorhydrate	-	0.5	-
Amidon	-	-	2
Agar	-	8	20

Gélose Biliée lactosée au rouge neutre et au cristal violet (V.R.B.G)

Composition type	g/l
Peptone de viande	7
Extrait de levure	3
Glucose ou lactose	10
Sels biliaires	2
Chlorure de sodium	5
Cristal violet	0.002
Rouge neutre	0.03
Agar	18

Réactif de kobacs pour la recherche de l'indole

Composition
Para-diméthyl-amino-benzaldehyde
Alcool isoamylique
Acide chlorhydrique

Réactif de VOGES- PROSKAUER I ET II

Composition	
VP I	Soude caustique (NaOH)
VP II	Alphanaphtol
	Alcool 95°C

Annexe 4 : Galerie API Staph avant et après ensemencement

Annexe 5 : Résultats de la recherche de *Staphylococcus* sur Chapman

Annexe 6 : Résultats de la recherche de *staphylococcus* sur Baird-Parker

