

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE



Mémoire de Fin d'Etudes

*En vue d'obtention du Master en Biologie
Spécialité : Biochimie ; option : Biochimie appliquée*

Thème

Evaluation des risques de toxi-infection alimentaire collective et de l'effet antibactérien de quelques extraits végétaux.

Réalisé par : *M^{elle} TABET Nadia*

M^{elle} TESBIA Kahina

Organisme d'accueil : Institut Pasteur d'Algérie (IPA)

Soutenus le 03/09/2017 devant le jury composé de :

<i>Président :</i>	<i>Mr TAZDAIT D.</i>	<i>Maître de conférences UMMTO</i>
<i>Promotrice :</i>	<i>M^{me} TAZDAIT R.</i>	<i>Maître de conférences UMMTO</i>
<i>Co-Promotrice :</i>	<i>M^{me} ALAMIR-LAIDOUCI H.</i>	<i>Maître de recherche à l'IPA</i>
<i>Examinatrices:</i>	<i>M^{elle} ASMANI K.</i>	<i>Maître assistante UMMTO</i>
	<i>M^{me} BEDOUHENE-FENANE S.</i>	<i>Maître assistante UMMTO</i>

Année universitaire 2016/2017.

Remerciements

Ce travail de mémoire a été une aventure très enrichissante et nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont soutenues pour la réalisation de ce projet.

*Nous remercions tout d'abord **ALLAH** Le Tout Puissant pour nous avoir accordé la santé, l'énergie et l'opiniâtreté nécessaire à la réalisation de ce modeste travail.*

*Nous remercions très singulièrement notre promotrice **M^{me} TAZDAIT Rym**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ses conseils, son aide, ses suggestions sur la rédaction de ce mémoire ainsi que la confiance qu'elle nous a témoigné tout au long de cette étude. Tout au long de la réalisation de ce mémoire, nous avons pu apprécier son enthousiasme, son savoir-faire, sa pédagogie et son sens de communication.*

*Nous exprimons toute notre gratitude à notre co-promotrice **M^{me} AL AMIR LAIDOUCI Hanane**, Maître de recherche au Laboratoire de bactériologie des aliments des eaux et de l'environnement au niveau de l'Institut Pasteur d'Algérie, pour sa disponibilité quotidienne, ses précieux conseils dont elle nous a fait profiter tout au long de notre stage à l'Institut Pasteur d'Algérie, son encouragement et son aide précieuse pour la rédaction. Nous avons pu apprécier ensemble la bonne odeur de certaines bactéries. Merci pour tous ces bons moments.*

*Nous adressons également nos remerciements les plus particuliers à **M^r TAZDAIT D**, Maître de conférences à la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou qui a accepté de présider le jury, c'est un honneur pour nous de le voir siéger parmi les membres de jury de ce mémoire.*

*On voudrait exprimer notre gratitude aux examinatrices de ce mémoire **M^{elle} ASMANI K**, Maître assistante à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou et **M^{me} BEDOUHENE-FENANE S**, Maître assistante à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou pour avoir bien accepté la lourde tâche de lire l'intégralité de ce manuscrit et de participer au jury de notre soutenance. Aussi de nous avoir accordé de leurs temps.*

On remercie vivement tous les membres de l'équipe du Laboratoire de bactériologie des aliments des eaux et de l'environnement au niveau de l'Institut Pasteur d'Algérie. On

tient particulièrement à remercier M^r Djamel, M^{me} Nadjat et M^r Sid Ahmed pour nos discussions scientifiques assidues et pour toutes les informations utiles qu'on a eues.

Un grand merci à M^r MATI Abderrahmane, professeur à la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou de nous avoir accordé l'accès à son laboratoire de biotechnologie (LABAB) pour effectuer des lyophilisations de nos échantillons.

Nos sincères remerciements à M^r HOUALI Karim, professeur à la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou de nous avoir aidés en nous accordant l'accès à son laboratoire de microbiologie pour effectuer des lyophilisations de nos échantillons.

Nos vifs remerciements à M^{me} SMAIL professeur en Botanique à l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour son aide précieux pour l'identification des plantes choisies.

Nous voudrions exprimer notre gratitude aux ingénieures de laboratoire commun II de la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou de nous avoir accordé la permission de réaliser une partie de nos travaux pratiques sur les plantes et pour leurs aide précieux.

Nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères au département chimie de la faculté des sciences de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour nous avoir accueillies avec bienveillance au sein de leur laboratoire de chimie pharmaceutique ainsi qu'au laboratoire de chimie de l'environnement où nous avons pu effectuer l'extraction des différentes fractions végétales qu'on a utilisé lors de notre étude. On voudrait exprimer notre gratitude aux ingénieures de laboratoire M^{me} RABIA et M^{me} KAMILIA pour nous avoir donné la permission d'utiliser tout le matériel dont nous avons besoin ainsi que pour l'ambiance chaleureuse assurée au laboratoire.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents, nos amis, nos camarades ainsi que tous ceux qui nous ont toujours soutenues et encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

A l'aide de DIEU tout puissant, qui a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes parents, premiers piliers de mon éducation, vous m'avez soutenu depuis mes débuts jusqu'à maintenant par vos bénédictions.

A ma chère mère «ZAHIA». Aucun mot, aussi expressif qu'il soit, ne saurait remercier à sa juste valeur. Puisse ALLAH vous garder longtemps auprès de nous et vous bénir infiniment.

A la mémoire de mon papa chéri «MAHAND», paix à son âme. Tu m'as transmis de vraies valeurs, merci pour tout ce que tu as fait pour moi.

A mes frères et sœurs, FATMA, YUCEF, MERZAK, RADIA, RABAH et HAKIMA pour leur encouragement, leur sacrifice qui m'ont permis d'aller de l'avant.

A mes belles sœurs DALILA et KARIMA, mes neveux (KOUCIELA, MHAND LAMIN, MOUHANDE, YOUNES, YANIS, NOUFAL, ISMAEL et MASSILYAN) et mes nièces (MASSILYA, MELISSA, LISA et SARAH) ainsi qu'à toute la famille TABET.

A tous mes amis.

A ma chère binôme KAHINA qui a été une vraie sœur. On a réussi ensemble à cette aventure exceptionnelle, merci pour tous les bons moments. Enfin à tous ceux ou celles que j'ai eu l'immense plaisir de côtoyer.

Merci à vous tous.

NADIA.

Dédicace

A l'aide de DIEU tout puissant, qui a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes parents, en témoignage de ma reconnaissance pour leur patience, leurs sacrifices et leur soutien tout au long de mes études.

Que Dieu leur prête santé

A ma chère mère «DJAMILA» qui sacrifia tout ce qu'elle a de cher pour me prodiguer une éducation, une assistance et un soutien à tout moment.

A mon papa chéri «SAID» aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que je te porte. Merci pour tes sacrifices qui m'ont permis d'aller de l'avant.

A mes frères ; SID ALI, MOUHAMED et MEHDI, et à ma sœur «NASSIMA» en témoignage de mes sentiments, les meilleurs.

A mes oncles et tantes et leur familles et plus spécifiquement à mes tantes «KARIMA» et «MALIKA» pour leurs soutien et leur présence permanents à mes côtés. Et à toute la famille TESBIA.

A tous mes amis.

A ma chère binôme NADIA qui a été une vraie sœur. Merci de m'avoir supportée, merci pour tous les bons moments, tu me redonne toujours confiance en moi. Que Dieu te bénisse.

Merci à vous tous.

KAHINA.

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Synthèse des données bibliographiques

Introduction..... 01

Chapitre I : Restaurations collective

1-Généralités sur la restauration collective..... 03

1-1-Classification..... 03

1-2-Importance de la restauration collective..... 03

2-Généralités sur les plats cuisinés à restaurations collectives..... 04

2-1-Facteurs socio-économiques..... 04

2-2-Satisfaction des besoins nutritionnels..... 05

2-3-Les conditions hygiéniques liées à la préparation
des plats cuisinés au niveau de la restauration collective..... 05

Chapitre II : La microbiologie des plats cuisinés

1-Les principaux flores et germes des plats cuisinés..... 07

1-1-Germes d'altération..... 07

1-1-1-Le genre *Pseudomonas*..... 07

1-1-2-Les entérobactéries psychrotrophes..... 07

1-1-3-Les levures..... 08

1-1-4-Les moisissures..... 08

1-2-Indicateurs d'hygiène..... 08

1-3-Germes pathogènes..... 09

1-3-1-Les principaux germes responsables des toxi-infections alimentaires..... 09

1-3-1-1-*Salmonella*..... 09

1-3-1-2-*Clostridium perfringens*..... 10

1-3-1-3-*Campylobacter*..... 11

1-3-1-4-*Listeria*..... 12

1-3-1-5- *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC)..... 13

1-3-2-Les principaux germes responsables des intoxications alimentaires..... 14

1-3-2-1-*Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques..... 14

1-3-2-2- *Clostridium botulinum* et toxines botuliques..... 15

1-3-2-3-*Bacillus cereus*..... 16

2-La toxi-infection alimentaire collective (TIAC)..... 17

2-1-Physiopathologie..... 18

2-2-Les symptômes d'une TIAC et principales germes pathogènes impliqués..... 19

2-3-Sources et voies de transmission des germes responsables de TIAC..... 19

3-Evaluation de la TIAC en Algérie..... 20

4- Antibiotiques et antibiorésistance.....	22
4-1- Les principales classes d'antibiotiques et leurs modes d'action.....	23
4-2- L'antibiorésistance de certains germes pathogènes.....	23

Chapitre III : Généralités sur les plantes

1- Lentisque (<i>Pistacia lentiscus L.</i>).....	25
1-1-Aspect générale de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	25
1-2-Composition chimique de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	26
1-3-Usage médicinaux du <i>Pistacia lentiscus L.</i>	26
2- Myrte (<i>Myrtus communis</i>).....	27
2-1-Aspect générale de <i>Myrtus communis</i>	27
2-2-Composition chimique de <i>Myrtus communis</i>	28
2-3-Usage médicinaux du <i>Myrtus communis</i>	28
3- L'Oléastre (<i>Olea europea subsp. europaea var. Sylvestris</i>).....	29
3-1-Aspect générale de l'oléastre.....	29
3-2-Composition chimique de l'oléastre.....	30
3-3-Usage médicinaux de l'oléastre.....	30

Etude expérimentale

I-Matériel et méthodes

1-Etude bactériologique des plats cuisinés.....	32
1-1-Matériel.....	32
1-1-1-Matériel biologiques.....	32
1-1-2-Matériel de prélèvement.....	33
1-1-3-Matériel de laboratoire.....	33
1-2-Méthodes.....	33
1-2-1-Les germes recherchés pour les analyses des plats cuisinés.....	33
1-2-2-Protocole d'analyse.....	34
1-2-2-1-Préparation de l'échantillon pour l'analyse.....	34
1-2-2-1-1-Recherche de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) à 30°C.....	35
1-2-2-1-2-Recherche des coliformes totaux (CT) à 37°C et des coliformes fécaux (CF) à 44°C.....	36
1-2-2-1-3- Recherche d' <i>Escherichia coli</i>	37
1-2-2-1-4- Recherche des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR).....	38
1-2-2-1-5-Recherche des salmonelles.....	40
1-2-2-1-6-Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	44
1-2-3-L'antibiogramme.....	47
1-2-3-1-Préparation de l'inoculum pour chaque espèce bactérienne.....	47
1-2-3-2-Préparation par écouvillonnage.....	47
2-Préparation des extraits végétaux.....	49
2-1-Matériel végétal.....	49
2-2-Matériel de laboratoire.....	51
2-3-Méthodes.....	52
2-3-1-Collecte des feuilles des trois plantes et des algues.....	52

2-3-2-Préparation de l'extrait brut.....	52
2-3-3-Extraction des fractions lipidiques et des phénoliques.....	53
2-3-3-1-Extraction de la fraction lipidique.....	53
2-3-3-2-Extraction de la fraction phénolique.....	54
3-Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de végétaux.....	56
3-1-Les extraits végétaux utilisés.....	56
3-2-Souches testées.....	57
3-3-Méthode utilisée.....	57
3-3-1-Ensemencement par écouvillonnage.....	57
3-4-Evaluation de l'activité antibactérienne (bactériostatique/bactéricide) des extraits végétaux.....	58
3-4-1-Concentration minimale inhibitrice (CMI).....	58
3-4-2-Concentration minimale bactéricide (CMB).....	58

II-Résultats et discussion

1-Résultats de l'étude microbiologique des plats cuisinés.....	59
1-1-La flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	61
1-2-Les coliformes totaux et les coliformes fécaux.....	63
1-3- <i>Escherichia coli</i>	65
1-4- Les anaérobies sulfite-réducteurs (ASR).....	69
1-5- Salmonelles.....	69
1-6- <i>Staphylococcus aureus</i>	74
1-7- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	77
2-Résultats de l'extraction des composantes de végétaux à tester.....	79
2-1- Rendements des extractions.....	79
3-Résultats obtenus de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits végétaux...	81
3-1-Activité antibactérienne des extraits végétaux sur les 4 espèces bactériennes.....	81
3-1-1-Effet antibactérien des solvants utilisés.....	81
3-1-2- Effet antibactérien du myrte (<i>Myrtus communis</i>).....	83
3-1-3-Effet antibactérien de l'oléastre (<i>Olea europea subsp europae var. sylvestris</i>)..	85
3-1-4- Effet antibactérien de l'algue verte filamenteuse.....	86
3-1-5- Effet antibactérien du lentisque (<i>Pistacia lentiscus. L.</i>).....	88
3-2-Evaluation du pouvoir antibactérien (bactériostatique ou bactéricide) des extraits des végétaux.....	91
Conclusion générale.....	94
Référence bibliographique.....	96

Annexes

Liste des abréviations

- Abs** : Absence.
- ADH** : Arginine Dihydrolase.
- AMC** : Amoxicilline + Acide clavulanique.
- AMP** : Ampicilline.
- ASR** : Anaérobies sulfito-réducteurs.
- BHIB** : Bouillon Infusion Cœur.
- BP** : Baird Parker.
- C** : Chloramphénicol
- CAZ** : Céfazidime.
- CIP** : Ciprofloxacine.
- CMB** : Concentration Minimale Bactéricide.
- CMI** : Concentration Minimale Inhibitrice.
- CN** : Sentamicine.
- CT** : Colistine.
- EPT** : Eau péptonnée tamponnée.
- F** : Furanos.
- FMAT** : Flores mésophiles aérobies totales.
- GN** : gélose nutritive.
- HACCP** : Hazard Analysis Critical Control Point.
- IPM** : Imipénème.
- JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- KZ** : Céfazoline.
- LDC** : Lysine décarboxylase.
- NA** : Acide nalidixique.
- NET** : Nétilmicine.
- NIT** : Nitrate de potassium.
- ODC** : Ornithine décarboxylase.
- ONPG** : Ortho-Nitro- β -D-Galactopyranoside.
- PCA** : Plat Count Agar.
- RC** : Restauration collective.
- S/C** : Simple concentration.

- SFB** : Bouillon d'enrichissement sélectif.
- SXT** : Triméthoprime +Sulfaméthoxazole.
- TBX** : Tryptone-bile glucuronide.
- TDA** : Tryptophane désaminase.
- TE** : Tétracycline.
- TIAC** : Toxi-infection alimentaire collective.
- TOB** : Tobramycine.
- TSE** : Tryptone-sel Eau.
- TSI** : Triple Sugar iron.
- UFC** : Unité Formant Colonie.
- VF** : Viande Foie.
- VP** : Voges-Proskauer.
- VRBL** : Violet Red Bile Lactose.

Liste des figures

Figure 1 : Evaluation des incidences de TIAC en Algérie de l'an 2000 à l'an 2015.....	20
Figure 2 : Evaluation des incidences de TIAC au niveau de quelques wilayas en Algérie en 2015 et 2016.....	21
Figure 3 : Le lentisque (<i>Pistacia lentiscus L.</i>).....	25
Figure 4 : Le Myrte (<i>Myrtus communis</i>).....	27
Figure 5 : L'Oléastre (<i>Olea europea subsp europae var. sylvestris</i>).....	29
Figure 6 : Recherche de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) à partir des aliments.....	36
Figure 7 : Recherche des coliformes totaux et fécaux à partir des aliments.....	37
Figure 8 : Recherche d' <i>Escherichia coli</i> à partir des aliments.....	38
Figure 9 : Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs à partir des aliments.....	39
Figure 10 : Recherche de <i>Salmonella</i> à partir des aliments.....	43
Figure 11 : Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> à partir des aliments.....	46
Figure 12 : Localisation géographique des sites de récolte des végétaux étudiés.....	50
Figure 13 : Algue filamenteuse récoltée dans la région d'Abizar en Avril 2017.....	51
Figure 14 : Préparation des extraits bruts des végétaux étudiés.....	53
Figure 15 : les différentes étapes de l'extraction des fractions lipidiques et phénoliques des végétaux étudiés.....	55
Figure 16 : Interprétation globale des résultats de différents échantillons analysés.....	61
Figure 17 : Aspect de la flore mésophile aérobie totale sur gélose Plat Count Agar (PCA) après incubation 72 h à 37°C.....	62
Figure 18 : Histogramme du niveau de contamination des échantillons analysés par la FMAT	62
Figure 19 : Aspect des coliformes sur gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose).....	63
Figure 20 : Histogramme du niveau de contamination des échantillons analysés par les coliformes totaux à 37°C.....	63
Figure 21 : Histogramme du niveau de contamination des échantillons analysés par les coliformes fécaux à 44°C.....	64
Figure 22 : Aspect des colonies d' <i>Escherichia coli</i> sur milieu TBX (Tryptone-bile-glucuronide) après incubation 24 h à 37°C.....	65
Figure 23 : Aspect des colonies d' <i>Escherichia coli</i> sur milieu chromogène d' <i>Escherichia coli</i> après incubation 24 h à 37°C.....	66
Figure 24 : Résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.....	66

Figure 25 : Résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Escherichia coli</i> réalisé sur milieu Mueller Hinton (MH) après incubation 24h à 37°C.....	68
Figure 26 : Aspect du milieu bouillon d'enrichissement sélectif (SFB) après incubation 24 h 37°C.....	69
Figure 27 : Aspect des colonies suspectées d'être des salmonelles sur milieu Hektoen après 24 h à partir de bouillon SFB.....	70
Figure 28 : Aspect du milieu TSI après incubation 24 h à 37°C.....	70
Figure 29 : Aspect des milieux de test de la galerie biochimique après incubation 24 h (ONPG-, H ₂ S-, GAZ+, URE-, Indole-, TDA-, LDC+).....	71
Figure 30 : Résultats de la galerie API 20E.....	71
Figure 31 : Résultats de l'antibiogramme de la souche de <i>Salmonella sp.</i> réalisé sur milieu Mueller Hinton (MH) après incubation 24h à 37°C.....	73
Figure 32 : Aspect des colonies de <i>Staphylococcus aureus</i> sur milieu de Baird Parker (BP) après incubation 48 h à 37°C.....	74
Figure 33 : Test de catalase.....	74
Figure 34 : Test de coagulase.....	75
Figure 35 : Résultats de la galerie API Staph.....	75
Figure 36 : Résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Staphylococcus aureus</i>	76
Figure 37 : Résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	78
Figure 38 : photos représentant les zones d'inhibition des solvants utilisés comme témoins (E : eau, AE : acétate d'éthyle) étudiées sur <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> et <i>Salmonella sp.</i>	82
Figure 39 : Photos représentant les zones d'inhibition des certains extraits de myrte sur les bactéries.....	83
Figure 40 : Photos représentant les zones d'inhibition des extraits de l'oléastre sur les bactéries.....	85
Figure 41 : Photos représentant les zones d'inhibition des extraits de l'algue verte sur les bactéries.....	87
Figure 42 : Photos représentant les zones d'inhibition des extraits de lentisque sur les bactéries.....	89
Figure 43 : photos représentant les zones d'inhibition de l'extrait brut de Lentisque (solution mère vers la droite et sa dilution 1/2 vers la gauche) étudiées sur <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Salmonella sp.</i>	91

Liste des tableaux

Tableau I : tableau récapitulatif des incidences de TIAC et le nombre de cas et de décès au niveau de quelques wilayas en Algérie en 2015 et 2016.....	22
Tableau II : critères microbiologiques des plats cuisinés (JORA N°35, 1998).....	33
Tableau III : Les différents antibiotiques utilisés pour <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Pseudomonas</i>	48
Tableau IV : Liste des extraits utilisés et leurs concentrations.....	56
Tableau V : Résultats d'analyse des plats cuisinés prélevés des trois sites A, B et C au niveau de la wilaya d'Alger.....	59
Tableau VI : Résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.....	67
Tableau VII : Interprétation des résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Escherichia coli</i> ..	68
Tableau VIII : Résultats obtenus par galerie API 20E pour les colonies suspectées d'être des salmonelles.....	72
Tableau IX : Interprétation des résultats d'antibiogramme de la souche de <i>Salmonella sp</i>	73
Tableau X : Résultats des tests de coagulase, de catalase et de la lecture de la galerie API Staph.....	75
Tableau XI : Interprétation des résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Staphylococcus aureus</i>	77
Tableau XII : Interprétation des résultats de l'antibiogramme de la souche <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	78
Tableau XIII : Tableau récapitulatif des rendements des différents extraits végétaux préparés.....	79
Tableau XIV : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des souches bactériennes en présence des solvants utilisés.....	82
Tableau XV : Résultats de l'aromatogramme des extraits du myrte.....	83
Tableau XVI : Résultats de l'aromatogramme des extraits de l'oléastre.....	85
Tableau XVII : Résultats de l'aromatogramme des extraits de l'algue verte filamenteuse.....	86
Tableau XVIII : Résultats de l'aromatogramme des extraits du lentisque.....	88
Tableau XIX : Nature de l'activité antibactérienne des extraits bruts sélectionnés (Lentisque, Oléastre, Myrte) sur <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> et <i>Salmonella sp</i>	92

*Introduction
générale*

Introduction générale

La restauration collective est une activité de service de préparations et de consommations alimentaires pour la plupart de la population travaillant pendant la journée ou loin de son domicile. De ce fait cette activité nécessite des aliments salubres, de bonne qualité nutritive et servis dans des bonnes conditions d'hygiène. Ils doivent faire l'objet d'une réglementation stricte visant à respecter l'ensemble des mesures prises par l'établissement pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire des aliments et notamment d'éviter la survenue de toxi-infections alimentaire collectives (TIAC)(MEKHANCHA *et al.*, 2015).

Toute suspicion de TIAC est considérée comme une urgence, et ce, afin d'enrayer rapidement sa diffusion. Sa notification à l'autorité sanitaire permet de déclencher une enquête épidémiologique. La symptomatologie consiste, en général, en des douleurs épigastriques et abdominales, des vomissements et surtout une diarrhée avec selles fréquentes dont on peut rapporter la cause à une contamination par un micro-organisme ou une toxine.

En Algérie les TIAC constituent un sérieux problème de santé publique, tout au long de l'année, avec des impacts considérables sur le plan économique (BACHA, 2015).

Comme solution à ces nombreux inconvénients, il peut être proposé le recours à des produits naturels ; ces produits issus de la médecine traditionnelle sont moins chères et sans effets indésirables.

En Algérie, les plantes sont très souvent utilisées en médecine traditionnelle, cette utilisation ne suit pas des règles précises et ne tient pas compte des nouvelles nécessités de la thérapeutique actuelle. Ainsi, beaucoup d'études se sont intéressées à l'étude de ces plantes dans le but de rechercher des substances actives et d'identifier leurs modes d'actions.

C'est dans ce but que s'inscrit notre travail qui consiste à évaluer le risque de toxi-infection alimentaire collective avec des plats cuisinés servis dans des restaurations collectives et d'évaluer l'effet antibactérien de certains extraits de plantes médicinales (*Pistacia lentisque L.*, *Myrtus communis*, *Olea europea subsp europae var. sylvestris*) très utilisées par la population locale. Une variété d'algue filamenteuse a aussi était testée dans la même optique.

Les objectifs de notre étude peuvent être résumés comme suit :

- L'analyse bactériologique de plats cuisinés prélevés de sites de restauration collective au niveau de la wilaya d'Alger, avec l'identification des souches pathogènes et l'étude de leurs sensibilités aux antibiotiques.
- La préparation d'extraits à partir de quatre types de végétaux récoltés dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Les végétaux utilisés sont trois arbustes fourragers de la zone humide du nord algérien (*Pistacia lentisque L.*, *Myrtus communis*, *Olea europea subsp europae var. sylvestris*), elles sont très utilisées en médecines traditionnelles comme désinfectants, antiseptiques, pour le traitement de l'hypertension et plusieurs types de maladies infectieuses comme la diarrhée et la dysenterie, et une variété d'algue verte filamenteuse.
- L'étude de l'activité antibactérienne des extraits végétaux préparés sur quatre souches bactériennes réputées pour être responsables de toxi-infections alimentaires collectives.

*Synthèse des
données
bibliographiques*

Chapitre I
Restaurations
collective

1-Généralités sur la restauration collective

La restauration collective est une activité de service de préparations et de consommations alimentaires hors du cadre domestique (MEKHANCHA *et al.*, 2015) destinée à un groupe de convives réunis dans un même lieu pour manger les mêmes types d'aliments (FAO, 2000). Ce genre de restauration à caractère social ne laisse au consommateur qu'un choix limité d'aliments à consommer (CODEX ALIMENTARIUS, 1993).

1-1-Classification

La restauration collective se divise en trois secteurs principaux :

- **L'enseignement** : En Algérie, il y a plus de 2,5 millions d'écoliers potentiellement concernés par les cantines scolaires et plus de 1,3 millions d'étudiants sur les campus universitaires (MEKHANCHA *et al.*, 2015). La restauration scolaire (RS) est une forme de restauration sociale. Elle a pour mission de fournir des repas pour tous les élèves. Les restaurants scolaires ne proposent qu'un seul repas : le déjeuner, c'est le repas le plus important de la journée car il doit couvrir 35 à 40 % de l'apport énergétique journalier (YAGOUBI-BENATALLAH *et al.*, 2016).

D'après l'arrêté interministériel du 4 novembre 1995, chaque étudiant, résidant ou non résidant, peut bénéficier d'un repas au niveau de la restauration universitaire en présentant une carte d'étudiant ou de résidant. Les restaurations universitaires se répartissent sur les organismes de l'enseignement supérieur et des résidences universitaires (JOURNAL OFFICIEL, 1995).

- **Le travail** : en Algérie, le monde du travail rassemble 11 millions de personnes actives réparties dans des administrations et des entreprises (MEKHANCHA *et al.*, 2015).
- **La santé et le social** (restauration hospitalière, maison de retraite, établissements pénitentiaires, casernes, etc.) : Ces établissements doivent assurer la distribution d'un petit déjeuner, d'un déjeuner et d'un dîner 365 jours par an (MEKHANCHA *et al.*, 2015).

1-2-Importance de la restauration collective

La restauration collective constitue :

- Une source de satisfaction des besoins alimentaires des populations des grandes villes ;

- Une source de création d'emplois ; travailleurs saisonniers, travail à temps partiel, professionnels intervenant dans le contrôle de la qualité et de la sécurité des aliments, etc. (DIALLO, 2010);
- Un marché important pour les opérateurs du secteur agroalimentaire avec une clientèle considérable en ville ;
- La restauration collective se caractérise par un prix du repas facturé aux convives inférieures à l'offre commerciale des restaurants avoisinants (RIMBAUD *et al.*, 2017).

2-Généralités sur les plats cuisinés à restaurations collectives

Selon le code CAC/RCP 39-1993 du codex Alimentarius, un plat cuisiné est une préparation culinaire cuite ; gardée chaude ou réchauffée ou précuite ; aliments cuits, rapidement refroidis et conservés réfrigérés ou congelés, dont la consommation est la même, soit dans le temps, soit dans l'espace.

Les plats cuisinés conservés par la chaleur doivent être placés dès la fin de la cuisson dans des récipients à des températures supérieures à 65°C.

Les plats cuisinés conservés par le froid sont refroidis (après préparation et conditionnement) à 10°C en un délai maximum de 2 heures. Dès la fin du refroidissement, le stockage se fait par la réfrigération (0°C à 3°C) ou la mise en congélation ou surgélation (inférieure ou égale à -18°C) (COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS, 1999).

2-1-Facteurs socio-économiques

De nombreux facteurs économiques et sociaux imposent la restauration collective du fait de l'éloignement du cadre familial (MEKHANCHA *et al.*, 2015).

Les cantines scolaires ont pour objectif de contribuer à la dynamique de développement de l'éducation en favorisant l'égalité des chances, le maintien des enfants à l'école, la démocratisation de l'école, l'amélioration des taux d'inscription et la lutte contre les carences nutritionnelles chez ceux-ci (RIMBAUD *et al.*, 2017). En effet, les repas chauds proposés au sein des différentes cantines sont diversifiés (présence de tous les groupes d'aliments) mais peu variées ; il s'agit du même plan alimentaire ; dont le groupe des produits amylacés occupe la première place dans la ration proposée, du même budget alloué et du même marché (YAGOUBI-BENATALLAH *et al.*, 2016).

2-2-Satisfaction des besoins nutritionnels

Les besoins nutritionnels expriment la quantité de nutriment, de micronutriment et d'énergie qui permet de couvrir les besoins nets en tenant compte de la quantité réellement absorbée (SCHLIENGER, 2014).

Une étude récente réalisée en Algérie dans le domaine de la restauration collective montre que les apports nutritionnels des repas scolaires en énergie et en fer sont satisfaisants et couvrent 40 % des apports nutritionnels conseillés pour les consommateurs. Cependant ceux en protéines et en lipides sont en excès et ceux en calcium et vitamine A sont très faibles. Il est possible d'améliorer les offres en proposant plus de produits laitiers, de fruits et légumes (YAGOUBI-BENATALLAH *et al.*, 2016).

2-3-Les conditions hygiéniques liées à la préparation des plats cuisinés au niveau de la restauration collective

Le restaurateur doit veiller à faire respecter un certain nombre de règles d'hygiène. Il est, en effet, tenu d'assurer au consommateur une sécurité maximale quant à la qualité du produit et l'absence de risque pour la santé (AMAT-ROSE, 1997).

Le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) regroupe toutes les données et les documents concernant la politique de sécurité des aliments dans le service de restauration (BLANC et DAUBE, 2006). Cette méthode est décrite en sept étapes dans le codex Alimentarius :

➤ **Reconnaître les dangers et apprécier leurs gravités et les risques correspondants**

Ceci est réalisé par recours à la méthode des 5 M ou diagramme d'Ishikawa qui permet de rechercher, méthodologiquement, les causes d'une contamination et de prolifération microbienne et de proposer des mesures préventives (BOUTOU, 2008 ; BOUTOU, 2014):

- **Main d'œuvre** : Afin d'éviter la contamination des denrées alimentaires par le personnel qui est porteur de germes (tenues, hygiène corporel) (BOUTOU, 2014).
- **Milieu** : Tous les locaux faisant partie de l'unité de restauration doivent être bien entretenus, faciles à nettoyer et à désinfecter (BOUTOU, 2008).
- **Matériel** : Les surfaces des équipements dans la zone où les denrées alimentaires sont manipulées, et particulièrement celles en contact avec les denrées alimentaires, doivent être bien entretenues, faciles à nettoyer et à désinfecter (BOUTOU, 2014).
- **Matière première** : Toute denrée alimentaire doit être sans danger pour le consommateur et pour cela il faut éliminer tout aliment altéré (odeur, couleur ou

texture) et tout aliment pouvant avoir été contaminé par des microorganismes (BOUTOU, 2008).

- **Méthode** : Entre chaque étape de la préparation des plats cuisinés, un nettoyage et une désinfection sont indispensables afin d'éviter les contaminations croisées (BOUTOU, 2008).

➤ **Déterminer les points critiques pour les maîtriser**

Cette action de prévention est déterminante et essentielle pour prévenir, éliminer ou ramener à un niveau acceptable un danger menaçant la sécurité de l'aliment (BOUTOU, 2008).

➤ **Déterminer les critères d'observation**

Le respect des limites critiques permet donc de s'assurer que le point critique de contrôle est maîtrisé. A l'inverse, le dépassement de cette limite entraîne la mise en œuvre de mesures correctrices (BLANC et DAUBE, 2006).

➤ **Surveiller les points critiques pour les maîtriser**

La surveillance des points critiques permet d'identifier une situation non maîtrisée et de fournir l'assurance de la sécurité du produit (BLANC et DAUBE, 2006 ; BOUTOU, 2014).

➤ **Prendre des mesures correctives quand la surveillance révèle que les critères ne sont pas respectés**

Les mesures correctives permettent l'élimination immédiate du danger par la gestion ou la correction de la non-conformité (BOUTOU, 2014).

➤ **Vérifier que le système fonctionne comme prévu**

La mise en œuvre de la vérification entraîne la validation des limites critiques existantes ou la détermination de nouvelles limites critiques nécessaires à l'amélioration du système HACCP (BLANC et DAUBE, 2006 ; BOUTOU, 2014).

➤ **Enregistrer les données**

La tenue de registres d'enregistrement est indispensable à l'application rigoureuse du système HACCP et à sa fiabilité (BOUTOU, 2014).

Chapitre II
La microbiologie
des plats cuisinés

La sécurité tout au long de la chaîne de production alimentaire est d'une grande importance pour le maintien de la qualité hygiénique des aliments préparés et servis au niveau des restaurants collectifs, tout en empêchant la multiplication des microorganismes qu'ils renferment (moisissures, levures, bactéries, virus) et essayant d'en ajouter le moins possible (BOBHATE *et al.*, 2011).

D'après l'arrêté du 21 décembre 2009, les exploitants doivent conserver des plats témoins à la disposition exclusive des agents chargés du contrôle officiel. Ces plats témoins sont des échantillons représentatifs des différents plats distribués aux consommateurs et clairement identifiés. Ils doivent être conservés pendant au moins cinq jours en froid positif (0-3 °C) après la dernière présentation au consommateur (JOURNAL OFFICIEL).

1-Les principaux flores et germes des plats cuisinés

1-1-Germes d'altération

Certains microorganismes sont responsables des modifications d'aspect, de texture, de consistance ou de flaveur de la denrée alimentaire et de la diminution de la valeur nutritive de l'aliment due à la destruction des molécules nutritives (comme des acides aminés essentiels), ainsi que de la diminution de la durée de conservation (JOFFIN et JOFFIN, 2010).

1-1-1-Le genre *Pseudomonas*

Les bactéries du genre *Pseudomonas* sont des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, mobiles par ciliature polaire, aérobies stricts et Psychrotrophes (CAVALLO et MERENS, 2008). Elles sont considérées comme des agents d'altérations des aliments et possèdent la meilleure capacité de développement au froid. Elles présentent une activité significative jusqu'à une température de +2°C (BORNERT, 2000).

1-1-2-Les entérobactéries psychrotrophes

Les entérobactéries psychrotrophes appartiennent principalement aux genres *Enterobacter*, *Serratia* et *Hafnia*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs. On peut citer, comme exemples, les espèces *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens*, *Serratia liquefaciens* et *Hafnia alvei*. Certaines souches présentent une température minimale de croissance inférieure à 0°C (BORNERT, 2000).

Elles sont responsables de :

- pigmentation anormale : c'est le cas de la pigmentation rose produite par *Serratia*,
- formation d'un film visqueux ou irisé,
- dégagement gazeux anormaux d'indole ou d'amines responsables d'odeur désagréable,
- viscosité anormale : c'est le cas de la gélification par des bactéries capsulées ou de la production de dextrane à partir du saccharose (JOFFIN et JOFFIN, 2010).

1-1-3-Les levures

Une levure est un champignon unicellulaire responsable de l'altération de la qualité organoleptique des aliments, elle se développe à un pH optimal de 4 à 5, des températures optimales de 25 à 35°C et une activité de l'eau (a_w) faible. Des températures fortement négatives ($< -18^\circ\text{C}$) inhibent le développement des levures.

1-1-4-Les moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques hétérotrophes, saprophytes et aérobies strictes. Elles se développent jusqu'à des températures $< -5^\circ\text{C}$ dans des milieux légèrement acides. L'augmentation de la température entraîne leurs accélérations pour la dégradation des aliments (FLORENCE *et al.*, 2005). Elles surviennent le plus souvent sur des fruits ou de la viande créant des couches blanches recouvrant les aliments concernés avec dégagement d'odeur de moisi (JOFFIN et JOFFIN, 2010).

1-2-Indicateurs d'hygiène

On appelle une flore indicatrice une flore dont leur présence révèle la forte probabilité d'une contamination particulière, elle est reconnue comme indice d'une mauvaise qualité générale et d'un non-respect des bonnes pratiques (GUIRAUD et ROSEC, 2004). Il s'agit, généralement, de la flore mésophile aérobie.

D'après BOURGEOIS et LEVEAU (1996), même s'il n'y a pas de corrélation directe entre le nombre de mésophiles et le nombre de pathogènes, il est constaté que le nombre de pathogènes ne se manifeste que pour une flore totale élevée (il est rare que le nombre de mésophiles soit inférieur à 10^5 dans des aliments suspectés d'être responsables d'intoxication alimentaire). De même la flore totale renseigne sur la qualité organoleptique et la durée prévisible de conservation ; l'altération n'apparaît que pour une flore totale de l'ordre de 10^6 à 10^8 germes par gramme (GUIRAUD et GALZY, 2005).

1-3-Germes pathogènes

Selon GUIRAUD (2000), une toxi-infection alimentaire (T.I.A.) est une infection contractée à la suite de l'ingestion d'un aliment contaminé par certains agents infectieux ou par leurs toxines. En effet, dans certains cas, la pathologie n'est pas due à la prolifération d'un microorganisme dans l'aliment mais à l'ingestion d'une toxine sécrétée par la bactérie et préformée dans l'aliment avant son ingestion ; on parle alors d'intoxication (JOFFIN et JOFFIN, 2010).

1-3-1-Les principaux germes responsables des toxi-infections alimentaires

1-3-1-1-Salmonella

Le genre des *Salmonella* est de la famille des *Enterobacteriaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobie facultatif, lactose-, β -galactosidase-, Uréase-, indole-, H₂S+, citrate+ (BOUVET, 2010 ; GUIRAUD et ROSEC, 2004).

Deux espèces sont reconnues être responsable des toxi-infections alimentaires *Salmonella enterica* la plus fréquente comportant six sous-espèces (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae*, *indica*), et *Salmonella bongori* (BOUVET, 2003).

- **Maladie et symptômes causés par les salmonelles**

D'après DROMIGNY (2012), la salmonellose alimentaire n'est habituellement souvent pas mortelle, mais elle entraîne souvent une hospitalisation : annuellement, environ 15 000 cas de salmonellose aux Etats-Unis exigent une hospitalisation, et plus de 400 décès se produisent.

La dose infectieuse varie en fonction de la souche de *Salmonella* ingérée, elle est de l'ordre de 10⁵ à 10⁷ (DROMIGNY, 2012).

Les signes cliniques d'une salmonellose apparaissent dans la majorité des cas de 12 à 14 heures après l'ingestion du plat contaminé. Les signes cliniques au début sont progressifs ; une gastro-entérite fébrile avec diarrhée, vomissements, crampes abdominales avec éventuellement des nausées et des céphalées, ils sont accompagnés de fièvre élevée qui se prolonge pendant trois ou quatre jours (JOURNAL OFFICIEL, 1996 ; BOUVET, 2010 ; DROMIGNY, 2012). Après guérison clinique, un certain nombre de patients peut continuer à excréter des *Salmonella* dans les selles de façon intermittente et pour une courte durée (8 à 20 semaines selon l'âge) (BOUVET, 2010).

- **Plats cuisinés incriminés**

La contamination des plats cuisinés par les *Salmonella* est le reflet d'une contamination des matières premières d'origine animale (DROMIGNY, 2012).

Pour certains sérovars de *Salmonella* (*S. Typhimurium* tout particulièrement), la viande hachée de bœuf insuffisamment cuite est une source bien documentée d'infection. La contamination a lieu lors de l'abattage de l'animal à partir du contenu intestinal, le hachage d'une viande contaminée redistribue les germes à l'intérieur de la matière première. Des erreurs dans les pratiques de préparation et de conservation (chaîne du froid ou du chaud) facilitent par ailleurs la prolifération du germe et seule une cuisson à cœur pourra éliminer tout risque (BOUVET, 2010).

L'association entre l'augmentation des infections par *Salmonella enteritidis* et la consommation des plats cuisinés à base d'œufs crus ou insuffisamment cuits est très clairement démontrée (BOUVET, 2006). Contrairement aux autres salmonelles qui ne sont retrouvées qu'en contamination de surface de la coquille de l'œuf, *Salmonella enteritidis* peut être isolée dans le contenu d'un œuf intact (transmission verticale par voie trans-ovarienne) (BOUVET, 2010 ; DROMIGNY, 2012).

1-3-1-2-*Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens est un bacille anaérobie, à coloration Gram+, sporulé, relativement thermophile (croissance à 46°C) et thermorésistant (BOUVET, 2010 ; GUIRAUD et ROSEC, 2004). Il est largement distribué dans l'environnement et fréquemment dans l'intestin de l'Homme et de beaucoup d'animaux domestiques et sauvages avec des concentrations faibles (10^2 à 10^3 spores/g) (DROMIGNY, 2012). Les formes végétatives sont détruites à partir de 85°C (BOUVET, 2010).

- **Maladies et symptômes causés par *Clostridium perfringens***

Dans un aliment cuit, la destruction des spores n'a pas lieu. Si la conservation ensuite n'est pas faite correctement, il y a germination et les bacilles anaérobies stricts peuvent se multiplier abondamment dans le milieu anaérobie. Un réchauffage insuffisant laisse intacts les bacilles et la toxine (JOFFIN et JOFFIN, 2010).

La toxine et la forme végétative sont détruites dans l'estomac tandis que les spores passent sans encombre dans l'intestin. Après germination, les bacilles formés se multiplient et produisent, en sporulant à nouveau, une entérotoxine de 35 kDa capable de provoquer sur les

entérocytes la formation de pores au niveau de l'iléon et déclenche ainsi une diarrhée (JOFFIN et JOFFIN, 2010 ; DROMIGNY, 2012).

Les maladies dues à *Clostridium perfringens* sont rarement mortelles (DROMIGNY, 2012). L'intoxication se manifeste par une diarrhée et des douleurs abdominales ; la fièvre et les vomissements sont rares avec évolution favorable en 24 heures (BOUVET, 2010). Le *Clostridium perfringens* de type A est responsable des toxi-infections alimentaires collectives, alors que les souches de type C peuvent provoquer l'entérocolite nécrosante qui est une maladie plus grave mais plus rare (DROMIGNY, 2012).

Les toxi-infections par *Clostridium perfringens* sont déclenchées pour une charge microbienne au moins égale à 10^8 germes/g (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **Plats cuisinés incriminés**

On trouve généralement des plats cuisinés notamment en sauce, des viandes cuites la veille conservée durant la nuit dans de mauvaises conditions et insuffisamment réchauffées au moment du service, très souvent en restauration collective (JOURNAL OFFICIEL, 1996).

1-3-1-3-Campylobacter

Le *Campylobacter* est un bacille à Gram négatif, microaérophile, de forme spiralée, en S ou incurvée (MESSAOUD *et al.*, 2013). Le genre *Campylobacter* comprend 17 espèces et 9 sous-espèces qui sont très répandues dans l'intestin des animaux, en particulier celui des volailles (GUIRAUD et ROSEC, 2004). Les espèces les plus fréquemment rencontrées en pathologie humaine sont *C. jejuni* et *C. coli* (BOUVET, 2010).

- **Maladies et symptômes causés par *Campylobacter***

Campylobacter jejuni est l'espèce responsable de plus de 85% des campylobactérioses. La dose minimale infectieuse étant considérée comme basse, quelques dizaines à quelques centaines de cellules suffisent à provoquer la maladie (MESSAOUD *et al.*, 2013).

Une période d'incubation de 24 à 72 h de *Campylobacter jejuni* provoque la campylobactériose. Celle-ci se caractérise par des manifestations intestinales apparaissent durant une semaine en moyenne. Les premiers signes cliniques sont une fièvre associée à une faiblesse générale et à des céphalées, puis apparaissent des nausées et/ou des vomissements, des crampes abdominales (pouvant évoquer une appendicite aiguë) et une diarrhée, d'abord

aqueuse et profuse, qui peut devenir muqueuse, sanglante et purulente (BOUVET, 2010 ; MESSAOUD *et al.*, 2013).

La pathogénicité est liée au pouvoir invasif et aux activités enzymatiques cytotoxiques (GUIRAUD et ROSEC, 2004). Cette espèce produit deux entérotoxines ; une thermostable et une thermolabile, et une cytotoxine impliquée dans les symptômes de diarrhée hémorragique (GUIRAUD, 2000).

- **Plats cuisinés incriminés**

L'origine alimentaire de l'infection à *Campylobacter* est fréquente ; il s'agit de volailles ou de viande rouge insuffisamment cuites (BOUVET, 2010). Certains gestes effectués lors de la préparation des denrées en cuisine sont fréquemment à l'origine de transferts de contamination, notamment l'utilisation du même matériel pour les volailles crues et cuites (MESSAOUD *et al.*, 2013).

De plus, il a été démontré que *Campylobacter* est capable de survivre plusieurs heures sur des surfaces et ustensiles en inox et que les éponges servant au nettoyage des surfaces pouvaient également être des sources de contamination (MESSAOUD *et al.*, 2013).

1-3-1-4-Listeria

Listeria est une bactérie à Gram positif, non sporulée, aéro-anaérobie et catalase positive (BOUVET, 2010). Les *Listeria* sont des bactéries très répandues dans l'environnement, capable de se multiplier à des températures comprises entre 3 à 45 °C, et de survivre à la congélation et à une gamme de pH comprise entre 4,4 et 9,6. Les *Listeria* sont particulièrement tolérantes au sel, puisqu'une croissance est enregistrée en présence de concentration en NaCl supérieure à 12% (MARTIN *et al.*, 2003 ; JACQUET, 2006).

- **Maladies et symptômes causés par *Listeria***

La listériose est l'une des infections d'origine alimentaire les plus graves avec une mortalité élevée (30%) (DROMIGNY, 2012). Une évaluation des risques démontre que la plupart des cas de listériose sont attribuables à de grands nombres de *Listeria monocytogenes* dans les aliments (MARTIN *et al.*, 2003).

La dose minimale infectieuse par *Listeria monocytogenes* peut varier de 10^3 à 10^4 UFC/g mais cette valeur devient plus basse lorsqu'il s'agit d'individus immunodéprimés ou de patients présentant une acidité gastrique réduite (DROMIGNY, 2012).

L'infection par *Listeria monocytogenes* se manifeste par un syndrome invasif ; les cellules ingérées pénètrent le tissu intestinal et sont absorbées par les cellules phagocytaires du système immunitaire où elles survivent et se multiplient puis se déplacent dans tout l'organisme de l'hôte par l'intermédiaire du sang et du système lymphatique (DROMIGNY, 2012). Ce type d'infection se produit habituellement chez des personnes dont le système immunitaire est affaibli (personnes âgées, personnes immunodéprimées ; femmes enceintes, fœtus et nouveau-nés) (MARTIN *et al.*, 2003).

L'infection par *Listeria monocytogenes* se manifeste généralement par un syndrome grippal, de la diarrhée, des vomissements, une bactériémie et une méningite, mais pour ce qui concerne les fœtus ou les nouveau-nés, on observe des septicémies, une naissance prématurée ou une mortalité (DROMIGNY, 2012).

La forme non invasive de la listériose se manifeste par des symptômes diarrhéiques, de la fièvre, des douleurs musculaires, des maux de tête, des crampes abdominales et des vomissements (MARTIN *et al.*, 2003 ; DROMIGNY, 2012).

- **Plats cuisinés incriminés**

En raison de leurs caractéristiques, les *Listeria* peuvent se retrouver à tous les stades de la production des aliments et dans toutes les catégories d'aliments (BOUVET, 2010 ; JACQUET, 2006).

1-3-1-5- *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC)

Escherichia coli est une bactérie à Gram négatif, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* (BOUVET, 2010). C'est un hôte normal de l'intestin de l'Homme et des animaux retrouvé de manière très abondante dans les matières fécales (10^6 à 10^7 bactéries par gramme) ce qui correspond à 80% de la flore aéro-anaérobie chez l'Homme. Elle inclut de nombreux biotypes dont certains sont pathogènes ; c'est le cas de la STEC (*Shiga toxin-producing E. coli*) qui produit des shiga-toxines (Stx : nom donné à ces toxines à cause de leur similitude avec la toxine produite par *Shigella dysenteriae*) ; ce sont des protéines codées par les gènes *stx* portés par des bactériophages (BOUVET, 2010 ; GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **Maladies et symptômes causés par *Escherichia coli***

Les bactéries *Escherichia coli* productrices de shiga-toxines (STEC) sont aussi nommées *Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC). Ces souches sont responsables de colite hémorragique qui se caractérise par des crampes abdominales et une diarrhée initialement aqueuse, puis sanglante chez les patients apyrétique ou subfébrile (DROMIGNY, 2012 ; MARIANI-KURKDJIANA et BONACORSIA, 2016). Elle peut se compliquer en un syndrome d'urémie hémolytique (SHU) qui est défini par l'association d'une anémie hémolytique microangiopathique avec présence d'hématies fragmentées (schizocytes), d'une thrombopénie et d'une insuffisance rénale aiguë (avec une atteinte des hématies et des reins chez les enfants au-dessous de 5 ans (GUIRAUD et ROSEC, 2004 ; DROMIGNY, 2012 ; MARIANI-KURKDJIANA et BONACORSIA, 2016). Le principal sérotype incriminé est O157 : H7 qui est responsable d'épisodes épidémiques avec des cas mortels (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **Plats cuisinés incriminés**

La transmission à l'Homme se produit par ingestion d'aliments contaminés consommés crus ou peu cuits ; il s'agit particulièrement de viandes hachées de bœuf mal cuites (DROMIGNY, 2012).

1-3-2-Les principaux germes responsables des intoxications alimentaires

1-3-2-1-*Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques

Les *Staphylococcus aureus* sont des cocci à Gram positif, aérobie-anaérobie facultatif, immobiles, non sporulés, et non capsulés (BOUVET, 2010). Cependant *S. aureus* possède un potentiel important de pathogénicité et des caractères qui le différencient des autres staphylocoques et il est notamment doté d'une coagulase (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

L'intoxication alimentaire à *Staphylococcus aureus* est uniquement due à l'entérotoxine et non au pouvoir invasif (JOFFIN et JOFFIN, 2010). Les entérotoxines staphylococciques sont des toxines thermostables libérées dans les aliments, elles résistent aux protéases digestives (pepsine et trypsine) et à l'acidité gastrique (GUIRAUD et ROSEC, 2004 ; JOFFIN et JOFFIN, 2010 ; DROMIGNY, 2012).

La dose minimale déclenchant une intoxication est de l'ordre de 0,1 à 1 µg dans l'aliment ingéré selon les individus (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **Maladie et symptômes causés par *Staphylococcus aureus***

La durée d'incubation est courte, durant de quelques minutes à quelques heures, ce qui peut avoir comme conséquence l'observation du premier signe avant la fin du repas toxique (DROMIGNY, 2012).

Les signes digestifs et généraux sont très marqués et parfois impressionnants, avec pouls rapides, chute de tension, refroidissement, des vomissements incoercibles et d'une diarrhée importante (JOURNAL OFFICIEL, 1996). Les troubles sont de courte durée (un à deux jours) et la maladie est rarement mortelle (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **Plats cuisinés incriminés**

Les plats qui exigent des manipulations nombreuses pendant la préparation, et qui sont maintenus à des températures tièdes après préparation, sont fréquemment impliqués dans les intoxications alimentaires à *Staphylococcus aureus* (DROMIGNY, 2012). A l'origine de ces accidents, on retrouve les charcuteries, les conserves de sardines, les sauces et les champignons en boîte de conserve (JOURNAL OFFICIEL, 1996 ; DROMIGNY, 2012).

1-3-2-2- *Clostridium botulinum* et toxines botuliques

Clostridium botulinum est un bacille à Gram positif, sporulé, anaérobie strict qui produit des toxines botuliques (BoNT) dans les aliments dans une gamme de température de +3,3°C jusqu'à 30°C (BORNERT, 2000 ; MADIGAN et MARTINKO, 2007)

Il existe sept types de toxines botuliques différentes correspondant à sept types de *Clostridium botulinum* A, B, C, D, E, F, G ; ils ont des caractères biochimiques sensiblement différents (LEYRAL et VIERLING, 2007).

Les toxines botuliques sont des neurotoxines entraînant une paralysie flasque (GUIRAUD et ROSEC, 2004 ; MADIGAN et MARTINKO, 2007). Ces toxines empêchent la liaison des vacuoles contenant l'acétylcholine à la membrane plasmique du neurone en clivant des protéines assurant la liaison provoquée par le potentiel d'action, elles sont dites neurotoxiques. Ces toxines peuvent atteindre les muscles respiratoires provoquer la mort (MADIGAN et MARTINKO, 2007).

- **Maladie et symptômes causés par *Clostridium botulinum***

Les effets des toxines botuliques se manifestent pour des doses extrêmement faibles : la dose minimale mortelle est de l'ordre de 30 pg /kg (MADIGAN et MARTINKO, 2007).

Les premiers signes sont des troubles digestifs qui apparaissent après une incubation de 2 heures au minimum (BORNERT, 2000). L'intensité variable est accompagnée d'une soif vive avec sécheresse de la bouche, puis rapidement, le botulisme se manifeste par une symptomatologie essentiellement nerveuse : paralysie vélo-palatine, avec rejet des liquides par le nez, paralysie oculaires, avec troubles de l'accommodation et aussi des paralysies des membres inférieurs (JOURNAL OFFICIEL, 1996).

- **Les plats cuisinés incriminés**

Le botulisme est dû, la plupart des cas, à des aliments de fabrication artisanale ou familiale (GUIRAUD et ROSEC, 2004). *Clostridium botulinum* de type E est essentiellement rencontré sous forme sporulée dans les produits de la pêche et leurs dérivés conditionnés sous vide (BORNERT, 2000).

1-3-2-3-Bacillus cereus

Bacillus cereus est un bacille sporulé, aéro-anaérobie, thermophile et Gram positive (BORNERT, 2000). Il s'agit d'une espèce très répandue dans le sol, sur les végétaux et particulièrement les céréales.

Cette bactérie est souvent impliquée dans des toxi-infections alimentaires liées à une multiplication excessive de 10^4 à 10^7 germes/ g (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **Maladies et Symptômes causés par *Bacillus cereus***

Bacillus cereus est à l'origine de deux types d'intoxications alimentaires :

- **Une intoxication émétique** : suite à l'ingestion de toxine émétique thermorésistante préformée dans les aliments, dont les symptômes sont caractérisés par des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales et sont parfois accompagnés de diarrhées (BORNERT, 2000 ; DROMIGNY, 2012). Elle survient de 1 à 5 h après l'ingestion de l'aliment contaminé (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

La guérison survient généralement sous 24 heures (BORNERT, 2000). Le cereulide, toxine responsable des vomissements, produite dans l'aliment durant la phase

stationnaire de la croissance bactérienne (BOUVET, 2010), est un petit peptide cyclique thermorésistant (90 min à 126°C) et insensible à l'action de la pepsine et de la trypsine (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

- **L'intoxication diarrhéique** : dans laquelle la toxine est produite dans la lumière intestinale après la colonisation du tube digestif du consommateur par la bactérie (DROMIGNY, 2012). Elle est caractérisée par une diarrhée abondante, accompagnée de crampes intestinales, et survient de 8 à 16 heures après ingestion de l'aliment contaminé (GUIRAUD et ROSEC, 2004). Ce syndrome diarrhéique est en cause de trois entérotoxines, deux complexes triprotéiques Hbl, Nhe et la protéine CytK. Ces toxines sont relativement labiles et sensibles aux protéases du tube digestif (BOUVET, 2010).
- **Les plats cuisinés incriminés**

Bacillus cereus est un contaminant potentiel de nombreux plats cuisinés qui sont souvent à base d'amidon ; la purée de pomme de terre, les légumes cuits ou précuits contenant de l'amidon, les lentilles, les haricots, le maïs, le riz réchauffé (syndrome du restaurant chinois) et les viandes préparées à l'avance (GUIRAUD et ROSEC, 2004 ; DROMIGNY, 2012). La cuisson ne suffit généralement pas à détruire les spores de cette bactérie, dont la germination et la croissance peuvent s'effectuer si le produit est entreposé au froid positif (+4°C) de façon prolongée (BORNERT, 2000).

2-La toxi-infection alimentaire collective (TIAC)

Un foyer de TIAC est défini par la survenue d'au moins deux cas groupés, après un repas pris en commun, et d'une symptomatologie similaire ; en général des douleurs épigastriques et abdominales, des vomissements et surtout une diarrhée avec selles fréquentes et nombreuses dont on peut rapporter la cause à une contamination par un micro-organisme ou une toxine (JOURNAL OFFICIEL, 1996 ; BOUVET, 2010 ; DELARRAS, 2008 ; JOFFIN et JOFFIN, 2010).

Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) sont fréquentes et parfois graves. En Algérie, elles représentent un véritable problème de santé publique et sont, de ce fait, incluses parmi les maladies à déclaration obligatoire (DO), dont sont fixées par l'arrêté N° 179/MS/CAB du 17 novembre 1990 fixant la liste des maladies à déclaration obligatoire et les modalités de notification, et dans la circulaire N° 1126/MS/DP/SDPG du 17 novembre 1990 relative au système de surveillance des maladies transmissibles (OULED-KAD, 2008 ; BACHA, 2015).

Toute suspicion de TIAC est considérée comme une urgence et doit être déclarée rapidement afin de d'enrayer rapidement sa diffusion. Sa notification à l'autorité sanitaire permet de déclencher une enquête épidémiologique (BACHA, 2015).

2-1-Physiopathologie

La toxi-infection alimentaire collective implique trois mécanismes physiopathologiques distincts : l'intoxication, l'infection par des bactéries entéro-toxinogènes et l'infection par des bactéries entéro-invasives.

- **L'intoxication**

Elle résulte de l'absorption d'une toxine bactérienne préformée dans l'aliment, les bactéries productrices de cette toxine pouvant avoir disparues.

Ce mécanisme est en cause dans la plupart des cas de botulisme ; il y'a inhibition de la libération d'acétylcholine par clivage des protéines qui permettant l'arrimage des vésicules d'endocytose à la membrane présynaptique en provoquant le blocage du potentiel d'action (BUISSON et TEYSSOU, 2002 ; LEYRAL et VIERLING, 2007).

- **L'infection par des bactéries entéro-toxinogènes**

Ce mécanisme est généralement due au *Salmonella enterica*, *Shigella*, certains pathovar d'*Escherichia coli*, et *Campylobacter jejuni* par colonisation de la muqueuse intestinale ou ulcération entraînant une inflammation. La destruction cellulaire résulte de l'action d'une toxine protéique inhibant la synthèse protéique et provoquant la fuite des électrolytes et d'eau ; la bactérie envahie ainsi les cellules voisines (BUISSON et TEYSSOU, 2002 ; LEYRAL et VIERLING, 2007).

- **L'infection par des bactéries entéro-invasives**

Il s'agit d'un mécanisme lié à la sporulation dans le cas de *Clostridium perfringens*, à la germination des spores dans le cas de *B. cereus* et à la colonisation de l'épithélium intestinal pour certains *E. coli* et *Vibrionaceae* (BUISSON et TEYSSOU, 2002). Elle se manifeste par une diarrhée aqueuse non sanglante, avec un risque de déshydratation importante (LEYRAL et VIERLING, 2007).

2-2-Les symptômes d'une TIAC et principales germes pathogènes impliqués

Le diagnostic de TIAC est évident lorsque plusieurs personnes ayant partagés le même repas sont subitement atteintes de troubles digestifs quelques heures plus tard (BUISSON et TEYSSOU, 2002).

L'intervalle de temps entre l'apparition du premier cas et du dernier cas lors d'une TIAC est également d'environ 17 heures. Ces troubles durent de 3 à 5 jours en moyenne chez des adultes en condition physique normale. Dans plus de 90 % des cas, il s'agit d'une gastro-entérite aiguë, associée de façon variable d'un malaise général avec nausées, crampes épigastriques, vomissements, fièvre, hypotension et diarrhée avec déshydratation (BUISSON et TEYSSOU, 2002 ; BOUVET, 2010 ; DROMIGNY, 2012). La durée médiane d'incubation d'une gastro-entérite est de 17 heures (minimum 10 heures, voire moins si l'aliment est très fortement contaminé) (BOUVET, 2010).

Les TIAC dues à *Staphylococcus aureus* apparaissent fréquemment après consommation des plats cuisinés à base de viande contaminée (DROMIGNY, 2012). Les TIAC dues aux Salmonelles apparaissent après consommation d'œufs et/ou de préparations à base d'œufs crus ou peu cuits. Les TIAC dues à *Clostridium perfringens* apparaissent après consommation de plats en sauce (BUISSON et TEYSSOU, 2002).

Le nombre de foyers liés à des contaminations par des Salmonelles est très important ; les sérotypes *S. enteritidis* et *S. typhimurium* sont impliqués dans respectivement 68% et 23% des foyers de toxi-infection alimentaire collective dans le monde (DROMIGNY, 2012).

2-3-Sources et voies de transmission des germes responsables de TIAC

Les aliments sont confirmés comme source probable dans 80 % des foyers de toxi-infection alimentaire collective (MESSAOUD *et al.*, 2013). La consommation de plats cuisinés à base de viandes, de volailles ou d'œufs peu cuits sont les principaux véhicules des germes des TIAC (BOUVET, 2006 ; BOUVET, 2010 ; MESSAOUD *et al.*, 2013).

Certains gestes effectués lors de la préparation des denrées en cuisine sont fréquemment à l'origine de transferts de contamination, notamment :

- l'utilisation pour la découpe de la volaille rôtie ou pour la découpe des légumes, de la planche sur laquelle a été découpée ou éviscérée la volaille crue (MESSAOUD *et al.*, 2013),

- le non-respect de la température de préparation et de conservation qui facilite par ailleurs la prolifération du germe (BACHA, 2015), ou
- un délai excessif entre la préparation et la consommation (JOURNAL OFFICIEL, 1996).

3-Evaluation de la toxi-infection alimentaire collective en Algérie :

En Algérie les TIAC constituent un sérieux problème de santé publique tout au long de l'année avec des impacts considérables sur le plan économique.

Selon le ministère de la santé, 60% des cas d'intoxications alimentaires collectives enregistrés sont le fait de la restauration collective notamment dans les établissements scolaire et universitaires, alors que 40 % des cas se produisent lors des fêtes et rassemblements familiaux (MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 2016).

L'évaluation des taux d'incidences des TIAC en Algérie de 2000 au 2015 enregistrés par le ministère de la santé est représentée dans la figure 1. En Algérie, 5191 cas de TIAC avec 10 cas de décès ont été enregistrés en 2015. Par contre en 2016, 4795 cas ont été enregistrés avec 9 cas de décès. Les aliments les plus souvent incriminés sont : les pâtisseries, la viande hachée, les œufs et les produits laitiers (MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 2016).

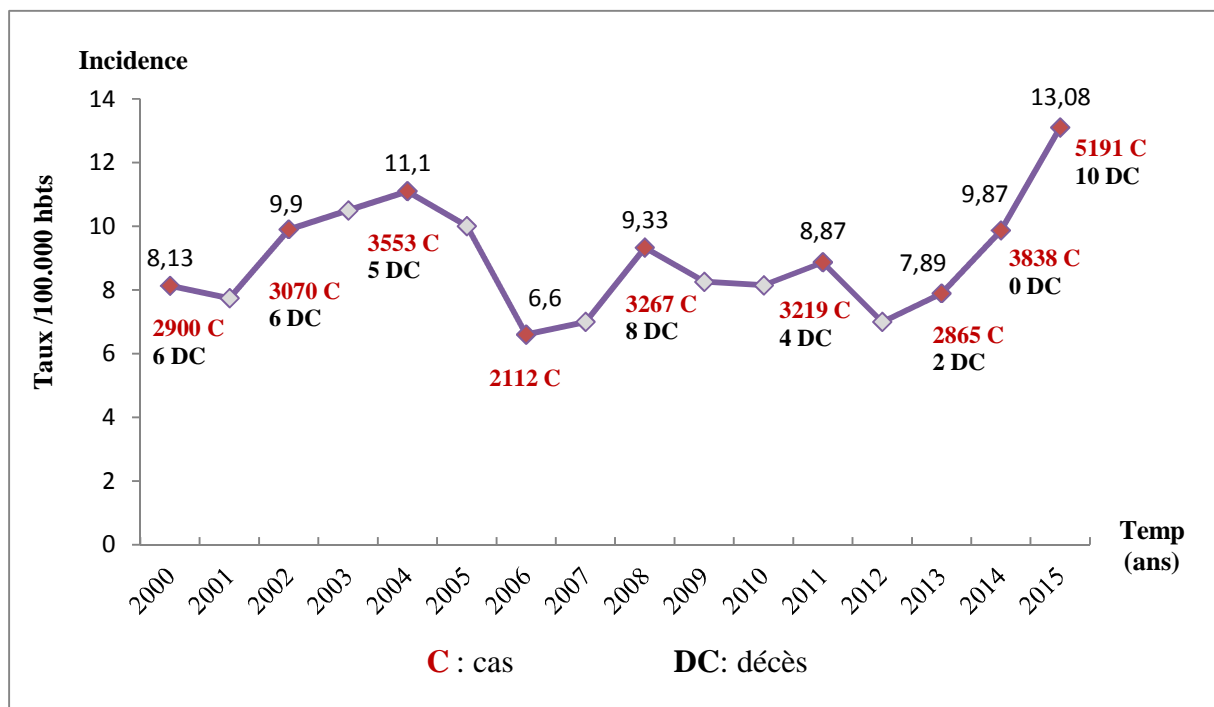


Figure 1 : Evaluation des incidences de TIAC en Algérie de l'an 2000 à l'an 2015 (MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 2016).

En nombre absolu, on retrouve Tlemcen avec 1337 cas d'intoxications alimentaires collectives, cette wilaya a marquée une diminution de son incidence qui est passé de 123,6 cas par 100.000 habitants en 2015 à 11,3 en 2016. La wilaya d'Ilizi a enregistré l'incidence régionale la plus élevée avec 153,3 cas par 100.000 habitants en 2015. Par contre la wilaya de Blida a enregistré une nette augmentation de son incidence qui passe de 1,3 en 2015 à 60,2 en 2016 cas pour 100.000 habitants.

Les autres wilayas les plus touchées en 2015 sont : Ouargla (46,5), Bejaia (49,3) avec 1 cas de décès, Tissemsilt (36,9) et Relizane (36,1). Tandis qu'en 2016 on retrouve Jijel (39,2), Batna (27,8) avec 3 décès et Médéa (69,0) avec 1 cas de décès (figure 2 et tableau I) (MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 2016).

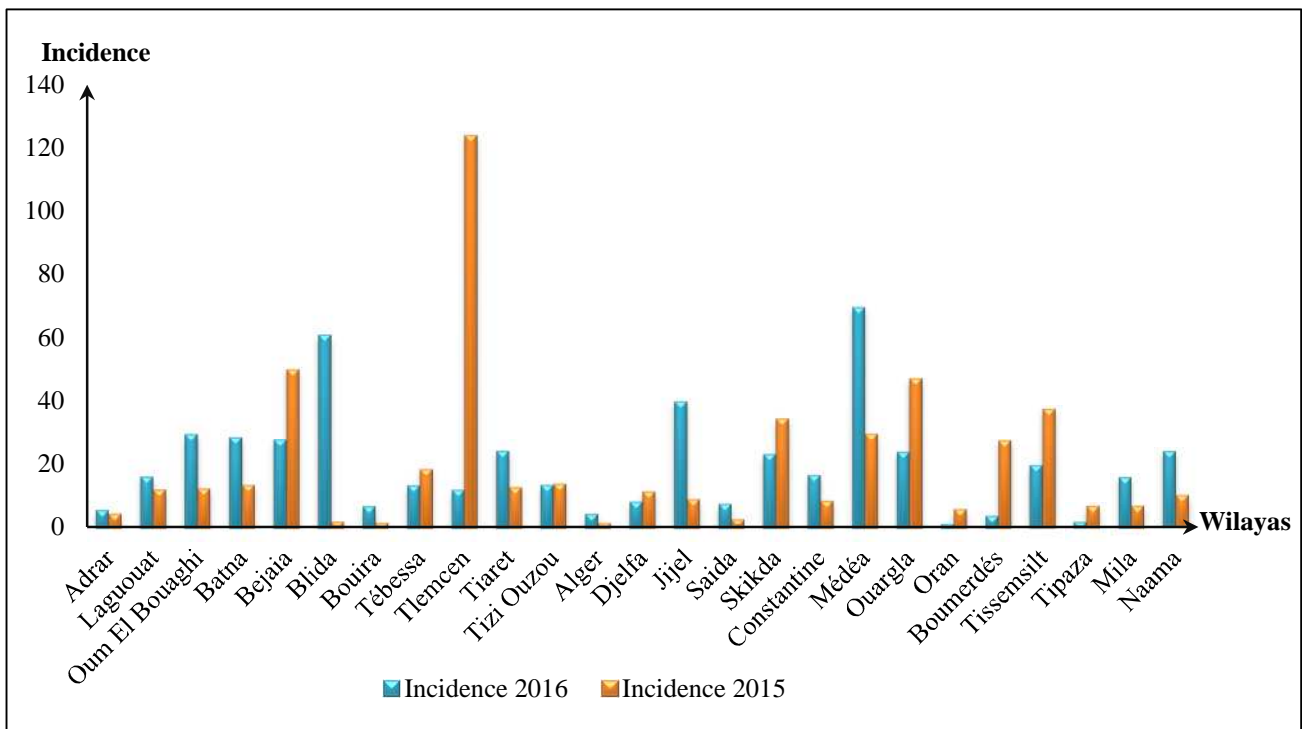


Figure 2 : Evaluation des incidences de TIAC au niveau de quelques wilayas en Algérie en 2015 et 2016 (MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 2016).

Tableau I : tableau récapitulatif des incidences de TIAC et le nombre de cas et de décès au niveau de quelques wilayas en Algérie en 2015 et 2016 (MINISTÈRE DE LA SANTÉ, 2016).

WILAYAS	Année 2015			Année 2016		
	Incidence	Cas	Décès	Incidence	Cas	Décès
ADRAR	3,8	18	0	4,9	24	0
LAGUOUAT	11,4	65	0	15,5	97	0
OUM EL BOUAGHI	11,7	85	0	28,8	212	0
BATNA	12,8	165	1	27,8	352	3
BEJAIA	49,3	506	1	27,1	260	1
BLIDA	1,3	15	0	60,2	729	0
BOUIRA	0,9	7	0	6,1	48	0
TEBESSA	17,8	134	0	12,7	93	0
TLEMCEM	123,6	1337	0	11,3	118	0
TIARET	12,1	119	0	23,6	224	0
TIZI OUZOU	13,2	164	0	12,8	150	0
ALGER	0,8	26	1	3,7	128	0
DJELFA	10,8	145	0	7,6	107	0
JJEL	8,4	61	0	39,2	284	0
SAIDA	2	8	0	6,9	26	0
SKIKDA	33,8	348	0	22,6	230	0
CONSTANTINE	7,9	85	0	16	173	1
MEDEA	28,9	260	0	69	647	1
OUARGLA	46,5	308	0	23,3	156	1
ORAN	5,2	88	0	0,5	9	0
BOUMERDES	26,9	255	1	3,1	29	0
TISSEMSILT	36,9	121	0	19,1	64	0
TIPAZA	6,1	42	0	1,1	7	0
MILA	6,1	54	1	15,1	127	0
NAAMA	9,4	23	0	23,3	61	0

4- Antibiotiques et antibiorésistance

Un antibiotique est une substance élaborée naturellement par des microorganismes ou une substance synthétique qui détruit (antibiotique bactéricide) ou bloque la croissance des microorganismes (antibiotique bactériostatique) (FAUCHÈRE et AVRIL, 2002). Un antibiotique peut être à la fois bactériostatique et bactéricide, tout dépendant de sa dose (CLSI, 2007).

4 1- Les principales classes d'antibiotiques et leurs modes d'action

- **Les bêta-lactamines**

La fixation des Bêta-lactamines à ces cibles empêche la polymérisation du peptidoglycane et entraîne la synthèse d'auto lysines par la bactérie conduisant à sa mort (DAUREL et LECLERCQ, 2008).

- **Les fluoroquinolones**

Ce sont des antibiotiques qui inhibent la réplication et la transcription bactérienne par mutation du fonctionnement des topo-isomérases bactériennes de type II, l'ADN gyrase (codée par les gènes *gyrA* et *gyrB*) et la topo-isomérase IV (codée par les gènes *parC* et *parE*) (FABREGA *et al.*, 2009).

- **Tétracyclines**

Les tétracyclines se lient de façon irréversible à la sous-unité 30S du ribosome, empêchant l'incorporation de nouveaux acides-aminés et inhibant la synthèse bactérienne (DAUREL et LECLERCQ, 2008 ; FABREGA *et al.*, 2009).

- **Aminosides**

Les aminosides agissent en inhibant la synthèse protéique des bactéries. Leur site principal d'action est l'ARN ribosomal 30S (DAUREL et LECLERCQ, 2008).

4-2- L'antibiorésistance de certains germes pathogènes

L'antibiorésistance est un phénomène qui a augmenté d'une manière progressive autours de ces dernières années, surtout dans les milieux où l'utilisation des antibiotiques est considérable (DEJLIL, 2000).

Depuis les années 1990, les Salmonelles isolées en clinique humaine sont de plus en plus résistantes aux antibiotiques. Ces souches présentent une résistance aux céphalosporines de troisième génération (C3G) par deux mécanismes de résistance d'origine plasmidique ; il s'agit de :

- la production d'une enzyme de type BLSE (bêta-lactamase à spectre étendu), ou
- la production de Céphalosporinases (AmpC).

Une résistance de haut-niveau aux fluoroquinolones de cette bactérie, principalement par des modifications au niveau du site de fixation de ces antibiotiques au niveau de l'ADN

gyrase et le topo isomérase IV. Ces modifications sont dues à des mutations ponctuelles dans les gènes *gyrA*, *gyrB*, *parC* et *parE* (LE HELLO ; 2014).

Staphylococcus aureus a développé différents types de résistance aux antistaphylococciques (DAUREL et LECLERCQ, 2008). Cette bactérie a développée une résistance croisée entre l'oxacilline et les autres bêta-lactamines produisant une pénicillinase qui inactive la pénicilline G et l'ampicilline (DEJLIL, 2000). Une résistance aux quinolones liée à des mutations des topo-isomérases des souches de *S. aureus* a aussi été observée.

La résistance acquise des staphylocoques aux aminosides est surtout due à la production des enzymes inactivatrices (l'APH (3')-III 'ANT (4') (4'')-I et l'APH (2'')-AAC (6')) ; chaque enzyme va modifier un nombre différents d'aminosides ce qui va se traduire par un phénotype de résistance spécifique de l'enzyme (DAUREL et LECLERCQ, 2008).

Pseudomonas aeruginosa présente une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques, comme les aminopénicillines, les céphalosporines de première et deuxième génération, les céphalosporines classiques de troisième génération, la kanamycine, le cotrimoxazole (une association d'antibiotiques bactériostatiques, le triméthoprime et le sulfaméthoxazole), les tétracyclines, le chloramphénicol, l'ertapénème de la classe des carbapénèmes, les macrolides et les quinolones de première génération (CAVALLO et MERENS; 2008).

Chapitre III
Généralités sur les
végétaux étudiés

L'usage des plantes médicinales peut apporter directement des réponses à certains problèmes de santé. A cette fin, plusieurs études contemporaines se sont orientées vers l'évaluation des différents composés végétaux, pour extraire de nouveaux agents antimicrobiens, antioxydants, hypoglycémiant, etc. (ARAB *et al.*, 2014).

1-Lentisque (*Pistacia lentiscus L*)

1-1-Aspect général de *Pistacia lentiscus L*

Le lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), est un arbrisseau ramifié (Figure 1) du genre *Pistacia* appartenant à la famille des Anacardiaceae (ARAB *et al.*, 2014 ; BAMMOU *et al.*, 2015 ; BEGHLAL *et al.*, 2016). Cet arbrisseau, doté d'une odeur de résine fortement âcre, peut atteindre deux à trois mètres de hauteur (AIT SAID *et al.*, 2011 ; BAMMOU *et al.*, 2015). Les feuilles sont alternées, tannées et en forme de plume. Les fleurs, regroupées en racèmes, sont petites, apétales et unisexuelles. Les fruits sont subglobulaires, apicules et brillants au noir à pleine maturation (AISSI *et al.*, 2016). Cet arbrisseau est bien adapté au sol et au climat méditerranéen semi-aride (BAMMOU *et al.*, 2015).



Figure 3 : Le lentisque (*Pistacia lentiscus L.*) (Timizart ; Mai, 2017).

1-2-Composition chimique de *Pistacia lentiscus L.*

La composition chimique de *Pistacia lentiscus L.* peut être résumée comme suit :

Des études phytochimiques montrent que les fruits de *Pistacia lentiscus L.* présentent une très forte teneur en anthocyanes, leucoanthocyanes, tannins totaux, tannins galliques, flavonoïdes, glucosides et amidon (ARAB *et al.*, 2014).

Les analyses des feuilles de *Pistacia lentiscus L.* révèlent une très forte teneur des feuilles en leucoanthocyanes, en saponosides, en sénosides, en alcaloïdes et en tannins totaux avec une forte teneur en tannins galliques et flavonoïdes (ARAB *et al.*, 2014).

La teneur en matières grasses brutes des fruits de *Pistacia lentiscus L.* varie de 32,8% pour les fruits noirs (mûrs) à 11,70% pour les fruits rouges (CHAREF *et al.*, 2008).

Dans leur étude, MEZNI *et al.* (2012) ont trouvé comme principal acide gras l'acide oléique avec plus de 56% du total des acides gras, suivie par l'acide palmitique et l'acide linoléique avec des taux respectifs de 27 et 16%. Les acides gras insaturés correspondant à (l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acides palmitoléique) représentent plus de 70% du total des acides gras. Le rapport entre acides gras saturés / insaturés était presque 0,4.

A côté des acides gras isolés de l'huile de *Pistacia lentiscus L.*, TRABELSI *et al.* (2012) ont pu isoler et quantifier quatre stérols et six alcools triterpéniques, dont les concentrations varient en fonction de l'origine géographique de l'huile.

Par ailleurs, l'huile de lentisque est riche en minéraux dont les plus abondants sont K^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+} et Mn^{2+} (AISSI *et al.*, 2016).

1-3-Usage médicaux de *Pistacia lentiscus L.*

Pistacia lentiscus L. est connu pour ses propriétés médicinales depuis l'antiquité. En effet, les médecines traditionnelles pratiquées de part et d'autre des rives de la méditerranée, attribuent au lentisque des vertus dans le traitement des ulcères, de l'hypertension, de la toux, des maux de gorge, de l'eczéma, des calculs rénaux et de la jaunisse (GARDELI, 2008 ; BAMMOU *et al.*, 2015). Des activités anticancéreuses et antiinflammatoires ont aussi été reportées (AISSI *et al.*, 2016).

Le mastic du lentisque a été utilisé par les guérisseurs traditionnels pour le soulagement des douleurs abdominales, des maux d'estomac, de la dyspepsie et de l'ulcère gastroduodéal (BAMMOU *et al.*, 2015).

Plusieurs études ont également signalé que l'huile essentielle des parties aériennes de *Pistacia lentiscus L.* possède des propriétés antifongiques et antibactériennes appréciables, et sont utilisées pour leurs effets pharmacologiques en tant qu'antispasmodique, ou comme un remède d'application locale externe sous forme d'onguent pour soigner les brûlures et les douleurs dorsales, et pour le traitement des infections respiratoires (ARAB *et al.*, 2014 ; BAMMOU *et al.*, 2015).

2-Myrte (*Myrtus communis*)

2-1-Aspect général de *Myrtus communis*

Le genre *Myrtus* appartient à la famille des Myrtaceae qui comprend environ 145 genres et 5500 espèces (ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014). C'est un arbrisseau (Figure 2) de 1,8 à 2,4 m de hauteur (SUMBUL *et al.*, 2011). Il se caractérise par des branches rougeâtres qui sont très ramifiées et de petites feuilles, d'un vert brillant, opposées, très rapprochées, ovales-lancéolées aiguës, entières, coriaccées et persistantes (GARDELI ; 2008, HUANG et NING ; 2010).

Le *Myrtus communis* originaire du sud de l'Europe, du nord de l'Afrique et de nombreux pays d'Asie occidentale, il a été distribué vers l'Amérique du sud, le nord-ouest de l'Himalaya et l'Australie (SUMBUL *et al.*, 2011, ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014). Il est retrouvé aussi dans des jardins dans la région du nord-ouest indien (ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014).



Figure 4 : Le Myrte (*Myrtus communis*) (Freha ; Juillet, 2017).

2-2-Composition chimique de *Myrtus communis*

La composition chimique de *Myrtus communis* peut être résumée comme suit :

Des études montrent la richesse des feuilles de *Myrtus communis* en métabolites secondaires notamment les flavonoïdes et les tannins (AIDI WANNES *et al.*, 2010 ; ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014).

Des études phytochimiques montrent que cette plante est riche en fibres, polysaccharides. Les composés phénoliques, les flavonoïdes et les anthocyanes sont les majeurs composants de baies de myrte. Les huiles extraites de fruits de myrte constitue 12 à 15% de glycéride, acide oléique, acide palmitique et d'acide linoléique (SUMBUL *et al.*, 2011).

Les huiles des différentes parties de la plante sont extraites avec les proportions suivantes 0,4 à 0,5% dans les fleurs, 0,5% dans les fruits immatures et 0,02% dans les fruits matures (SUMBUL *et al.*, 2011).

AIDI WANNES *et al.*(2010) ont examiné la composition de l'huile essentielle du fruit de *M. communis* var. *italica* au cours de leur maturation et ont identifié 47 composés dont la concentration a fluctué au cours de ses différentes étapes de maturation. Cette analyse a montré que les principaux composés monoterpéniques sont : l'1.8- cinéole, l'acétate de géranyle, le linalol et l' α -pinène.

2-3-Usage médicaux du *Myrtus communis*

Le myrte est utilisé traditionnellement comme agent hypoglycémique, désinfectant, antiseptique et pour le traitement de plusieurs types des maladies infectieuses comme la dysenterie (GARDELI ; 2008 ; ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014).

Les feuilles sont utilisées comme un agent antiseptique et anti-inflammatoire, mais aussi comme nettoyant buccal.

Les huiles essentielles de *Myrtus communis* sont utilisées pour le traitement des maladies respiratoires.

Les essences extraites de feuille et de fruit de *Myrtus communis* sont généralement utilisées par voie orale pour le traitement des maux d'estomac, de l'hypoglycémie, de constipation et de perte de l'appétit (ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014).

Les baies du myrte ont une longue histoire d'application dans les industries pharmaceutiques. Elles sont utilisées comme agents antiseptique, astringent, carminatif,

analgésique, cardiotonique, diurétique, anti-inflammatoire, stomachique, néphroprotecteur, hémostatique et antidiabétique (SUMBUL *et al.*, 2011).

3-L'Oléastre (*Olea europea subsp europae var. sylvestris*)

3-1-Aspect général de l'Oléastre

Il existe en Algérie, un arbuste nommé « Oléastre » (Figure 3) appartenant à la famille des oléacées dont la matière de base est l'oléine (SIDI MAMMAR, 2012 ; ARAB *et al.*, 2013).

Olea europea subsp europae var. sylvestris est une espèce thermophile qui résiste bien à la sécheresse. Ses feuilles sont courtes et arrondies, parfois lancéolées, à disposition opposée-décussée sur les rameaux. Ses fleurs sont regroupées en petites inflorescences en forme de grappes dressées. Ses fruits sont sous forme de drupes arrondies contenant un mésocarpe peu épais à fin, noires à maturité (ARAB *et al.*, 2013).

Cet arbre est originaire de l'Afrique du Nord où il pousse spontanément, à l'état naturel mais il est aussi retrouvé plus au nord, dans la zone méditerranéenne européenne (BRETON et BERVILLE., 2012). Cet olivier sauvage est répandu notamment en Espagne, au Portugal, en Afrique du Nord, en Sicile, en Crimée, au Caucase, en Arménie et en Syrie (BRETON *et al.*, 2006).



Figure 5 : L'oléastre (*Olea europea subsp europae var. sylvestris*) (Freha ; Juillet, 2017).

3-2-Composition chimique de l'oléastre

La composition chimique de l'oléastre peut être résumée comme suit

Des études phytochimiques montrent que les feuilles de cette plante contiennent du cinchonidine, une quinoléine alcaloïde aux propriétés antipaludiques (BIANCO et UCCELLA, 2000).

Selon des études réalisées par BIANCO et UCCELLA (2000), le fruit de l'oléastre est riche en antioxydants dont les caroténoïdes, les tocophérols, les flavonoïdes et les composants phénoliques, parmi lesquels les plus abondants sont les secoiridoïdes comme l'oleuropéine et le diméthyloléuropéine.

Cette huile est très riche en composés bénéfiques tels que des acides gras dont le principal est l'acide oléique (74,38 %), les phytostérols, la vitamine E et les polyphénols (DABBOU *et al.*, 2011).

L'huile de l'oléastre est caractérisée par sa teneur en polyphénols totaux qui est de 420 mg/kg et elle contient des antioxydants en abondance (jusqu'à 16 g/kg), dont les tocophérols et les phénols qui piègent les radicaux libres de l'oxygène et préservent la qualité et la stabilité de l'huile durant des périodes prolongées de conservation (OWEN *et al.*, 2004 ; DOVERI et BALDONI, 2007).

3-3-Usages médicaux de l'oléastre

L'huile d'oléastre est produite en petite quantité souvent à la demande ou juste pour l'autoconsommation. Elle est réputée pour des usages médicaux car on lui attribue certaines vertus thérapeutiques. Cependant, elle est également utilisée pour l'alimentation (ATER *et al.*, 2016).

D'après les travaux réalisés par SIDI MAMMAR (2012), l'huile d'oléastre semblerait avoir une multitude d'effets. La fluidité et la finesse de l'huile d'oléastre sont les caractéristiques principales de celle-ci. Elle pénètre profondément dans les muscles et les vaisseaux sanguins en les assouplissant ce qui permet l'élimination du mauvais cholestérol (LDL) conduisant à la régulation de la tension artérielle et empêche le glucose de s'y accumuler, évitant ainsi aux malades diabétiques les interventions chirurgicales ophtalmologiques et rénales.

Une administration par voie rectale suivie d'absorption par voie orale a révélée des résultats positifs sur les affections hémorroïdales. L'application par onction sur les

articulations osseuses a donné des résultats positifs dans les traitements des affections liées aux rhumatismes, à l'arthrite et à l'arthrose.

Elle est recommandée souvent dans le traitement des maladies liées à la mauvaise circulation du sang et des maladies cardiovasculaires. Elle a montré un effet positif pour le traitement du rhume et des affections pulmonaires.

Selon GOODYER (2000), l'huile d'oléastre est astringente, elle diminue les maux de tête et la chute des cheveux (alopécie). Elle est utilisée contre les maladies cutanées parasitaires, comme bain de bouche pour les gencives et calme les douleurs dentaires.

D'après ARAB *et al.* (2013) les feuilles sont utilisées pour leur effet hypoglycémiant et hypotenseur à des doses journalières de 40 à 50g.

Matériel
et
méthodes

Notre étude présente plusieurs volets :

Le premier volet consiste en l'analyse microbiologique de plats cuisinés que nous avons prélevés au niveau de trois sites de restauration collective localisés dans la wilaya d'Alger. Cette analyse a permis l'identification des souches pathogènes et l'étude de leurs sensibilités vis-à-vis d'antibiotiques.

Le second volet consiste en l'extraction de certains composants de quatre plantes médicinales récoltées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le troisième volet consiste en l'étude de la sensibilité de quelques souches pathogènes aux extraits végétaux préparés.

Les différentes analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement, au sein de l'institut Pasteur d'Algérie (IPA). L'extraction des composants des plantes a été réalisée au niveau des laboratoires de l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ; la préparation des solutions a été réalisée au niveau de laboratoire commun 2 de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, la lyophilisation a été faite dans le laboratoire de biochimie analytique et biotechnologies (LABAB) de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques et l'extraction des fractions lipidiques et des polyphénols a été réalisée au niveau de laboratoire chimie pharmaceutique et chimie de l'environnement de la faculté des sciences.

1-Etude bactériologique des plats cuisinés

Les plats cuisinés ont été prélevés au niveau de trois sites de restauration collective au niveau de la wilaya d'Alger ; deux résidences universitaires (Oueled Fayet 2 et Oueled Fayet 3) et une école privée (Ecole de banque). Afin d'établir l'anonymat, des lettres alphabétiques (A, B, C) ont été attribuées à chacun de ces sites.

1-1-Matériel

1-1-1-Matériel biologiques

Les échantillons analysés, proviennent de plats chauds et de plats froids (salade), prélevés lors de leur distribution dans des contenant de consommation en acier inoxydable, 41 échantillons à base de viande et/ou de légumes ont été prélevés et analysés. Ces échantillons sont présentés dans un tableau récapitulatif noté en l'annexe 04.

1-1-2-Matériel de prélèvement

Des sachets stériles ont été utilisés pour l'échantillonnage.

1-1-3-Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel utilisé dans tous les laboratoires de bactériologie alimentaire :

- Milieux de cultures et réactifs ;
- Matériel de pesée : Balance pour la pesée (S-603, d=0,001g), balance de précision ;
- Matériel de broyage : Stomacher (400 circulator) ;
- Sachets stériles et alcool ;
- Divers : Spatules, pinces métalliques stériles, étales, bec bunsen, Bains marie, Portoires, boîtes de pétri, pipettes Pasteur, pipettes graduées, tubes vides stériles, micropipettes, disques vierges, densitomètre ;
- Matériel de stérilisation : Four Pasteur, autoclave ;
- Matériel d'incubation : Etuves à différentes températures (30°C, 44°C, 37°C) ;
- Matériel de conservation : Chambre froide et réfrigérateurs.

1-2-Méthodes

I-2-1-Les germes recherchés pour les analyses des plats cuisinés

Au niveau du laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement de l'institut Pasteur d'Algérie, les principaux germes recherchés sont *Escherichia coli* et tous les germes devant être recherchés selon le JORA N°35 du 27 mai 1998 (tableau II).

Tableau II : Critères microbiologiques des plats cuisinés (JORA N°35, 1998).

Type d'aliment	Germes devant être recherchés	Norme « m » (germes/d'aliment)
Plats cuisinés à l'avance à base de viandes et de poissons	-germes aérobies à 30°C	3.10 ⁵
	-coliformes totaux	10 ³
	-coliformes fécaux	10
	- <i>Staphylococcus aureus</i>	10 ²
	-Clostridium sulfito-réducteurs à 46°C	30
	- <i>Salmonella</i>	absence

Plats cuisinés à base de légumes : produits végétaux crus ensaucés	- <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Salmonella</i>	10 ² absence
---	---	----------------------------

Les critères microbiologiques appliqués aux différents repas analysés selon les critères fixés par le JORA N° 35 du 27 mai 1998 (tableau I) dérivent d'un plan à 3 classes et s'effectuent de la façon suivante :

- S (Satisfaisant) : inférieur à la norme « m » et jusqu'à 3 fois la norme « m ». Pour considérer qu'un échantillon est « S », il faut que tous les résultats soient satisfaisants.
- A (Acceptable) : de 3 à 10 fois la norme « m ». La mention « A » est attribuée à un échantillon, si 1 ou 2 résultats sont acceptables et que tous les autres sont satisfaisants.
- NS (Non Satisfaisant) : supérieur 10 fois à la norme ou présence de salmonelles. La mention « NS » est attribuée aux échantillons dont au moins un des résultats est « NS » ou aux échantillons dont la majorité des résultats sont « S » avec plus de 2 résultats « A ».
- L'aliment est considéré toxique si :
 - Le taux de contamination atteint une valeur microbienne limite : $m \cdot 10^3$.
 - Le taux de contamination par *Staphylococcus aureus* atteint une valeur bactérienne limite : $5 \cdot 10^4$ germes/g d'aliment.

1-2-2-Protocole d'analyse

Les protocoles utilisés sont ceux fixés par les normes ISO.

1-2-2-1-Préparation de l'échantillon pour l'analyse

La solution mère est une suspension obtenue en mélangeant une quantité pesée du produit à analyser avec un volume neuf fois égale de diluant (JORA N°38, 2014).

Pour ce faire, à proximité du bec bunsen, 25 g de chaque échantillon sont dilués dans un flacon contenant 225 ml de Tryptone-sel (TSE). Le mélange est introduit dans le stomacher qui assure le broyage pendant 2 min. En parallèle, une autre pesée (de 25g) est faite, pour les mêmes échantillons, et est diluée dans un volume (225 ml) d'eau péptonée tamponnée (EPT).

La première préparation (solution mère TSE) servira à l'analyse bactériologique courante, alors que la deuxième préparation (solution mère EPT) servira à la recherche des salmonelles.

Des dilutions décimales allant de 10^{-2} à 10^{-5} dans des tubes de Tryptone-sel (TSE) sont préparées à partir de la solution mère (SM) TSE.

1-2-2-1-1-Recherche de la flore mésophile aérobique totale (FMAT) à 30°C

La recherche de flore mésophile aérobique totale (FMAT) à 30°C se fait à partir de la solution mère TSE (10^{-1}) et des tubes de dilution 10^{-2} à 10^{-5} . Pour ce faire, un millilitre (1 ml) de la suspension est prélevé et introduit dans une boîte de Pétri stérile. La gélose Plate Count Agar (PCA) est préalablement fondue et refroidie à 45°C, puis coulée dans la boîte. Après refroidissement et solidification, la boîte est incubée à 30°C pendant 72 heures. Les colonies lenticulaires blanchâtres ayant poussées en profondeur sont dénombrées dans les boîtes ayant de 15 à 300 colonies (ISO 4833, 2003). Le résultat est exprimé en nombre de germes/ g d'aliment selon la relation suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{V(n_1 + 0,1n_2) d_1}$$

N : Nombre d'UFC (Unité Formant Colonie) par g de produit initial.

Σc : Somme des colonies dans les boîtes interprétables (15 à 300 colonies).

V : Volume de la solution déposée (ml).

n_1 : Nombre de boîtes considérés à la première dilution.

n_2 : Nombre de boîtes considérés à la deuxième dilution.

d_1 : Facteur de la première dilution retenue.

Les différentes étapes de la recherche de la FMAT sont résumées dans la figure 6 :

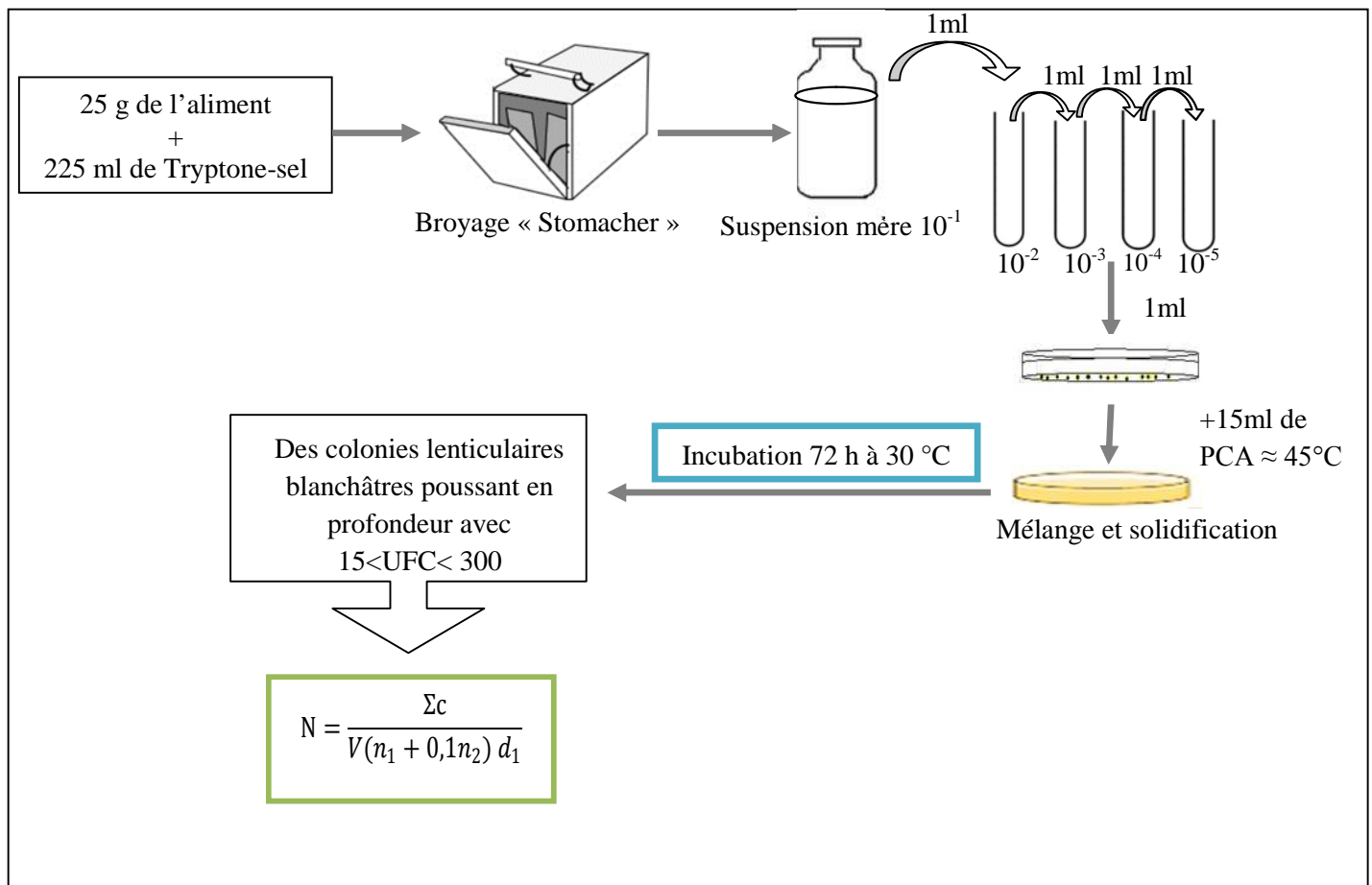


Figure 6 : Recherche de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) à partir des aliments.

1-2-2-1-2-Recherche des coliformes totaux (CT) à 37°C et des coliformes fécaux (CF) à 44°C

La recherche des CT et les CF se fait à partir de la SM TSE et des dilutions 10^{-2} et 10^{-3} . Pour ce faire, un millilitre (1 ml) de la suspension est prélevé et introduit dans une boîte de Pétri stérile auquel la gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose) est ajoutée. Après refroidissement et solidification, la boîte est incubée à 37°C pendant 24 heures pour la recherche des CT ou incubée à 44°C pendant 24 heures pour la recherche des CF. Seules les colonies lenticulaires bien rouges de diamètre supérieur à 0,5 mm et ayant poussé en profondeur sont dénombrées. Seules les boîtes ayant 15 à 150 colonies sont prises en considération (ISO 4832, 2006). Le résultat est exprimé en nombre de germes/ g d'aliment selon la relation suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{V(n_1 + 0,1n_2) d_1}$$

Les différentes étapes de la recherche des CT et CF sont résumées dans la figure 7 :

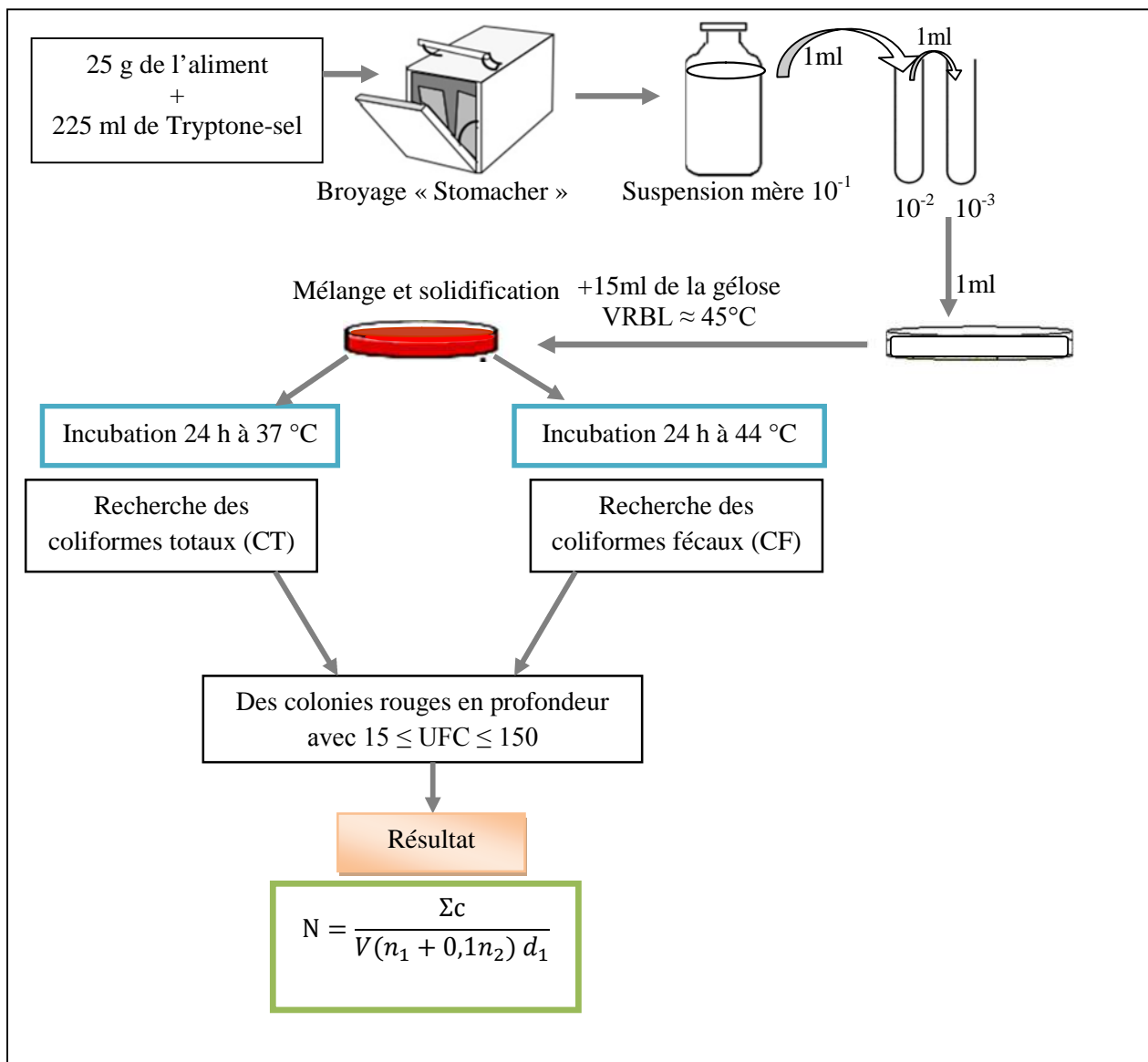


Figure 7 : Recherche des coliformes totaux et fécaux à partir des aliments.

1-2-2-1-3-Recherche d'*Escherichia coli*

La recherche d'*Escherichia coli* est effectuée soit sur milieu chromogène d'*Escherichia coli* ou sur milieu chromogène TBX (Tryptone-bile-glucuronide).

➤ Sur milieu chromogène d'*Escherichia coli*

Le milieu est fondu, refroidi et coulé dans une boîte de Pétri. Après solidification, 0,1 ml de la SM TSE est étalé sur toute la surface de la boîte. L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures. *E.coli* se présente sous forme de colonies bleues violettes en surface.

➤ **Sur milieu TBX (Tryptone-bile-glucuronide)**

Un millilitre (1ml) de la suspension mère est introduit dans une boîte de Pétri stérile, puis la gélose TBX est rajoutée. Après refroidissement et solidification, la boîte est incubée à 44°C pendant 24 heures. Des colonies bleues vertes en profondeur sont dénombrées. Les différentes étapes de la recherche d'*Escherichia coli* sont résumées dans la figure 8:

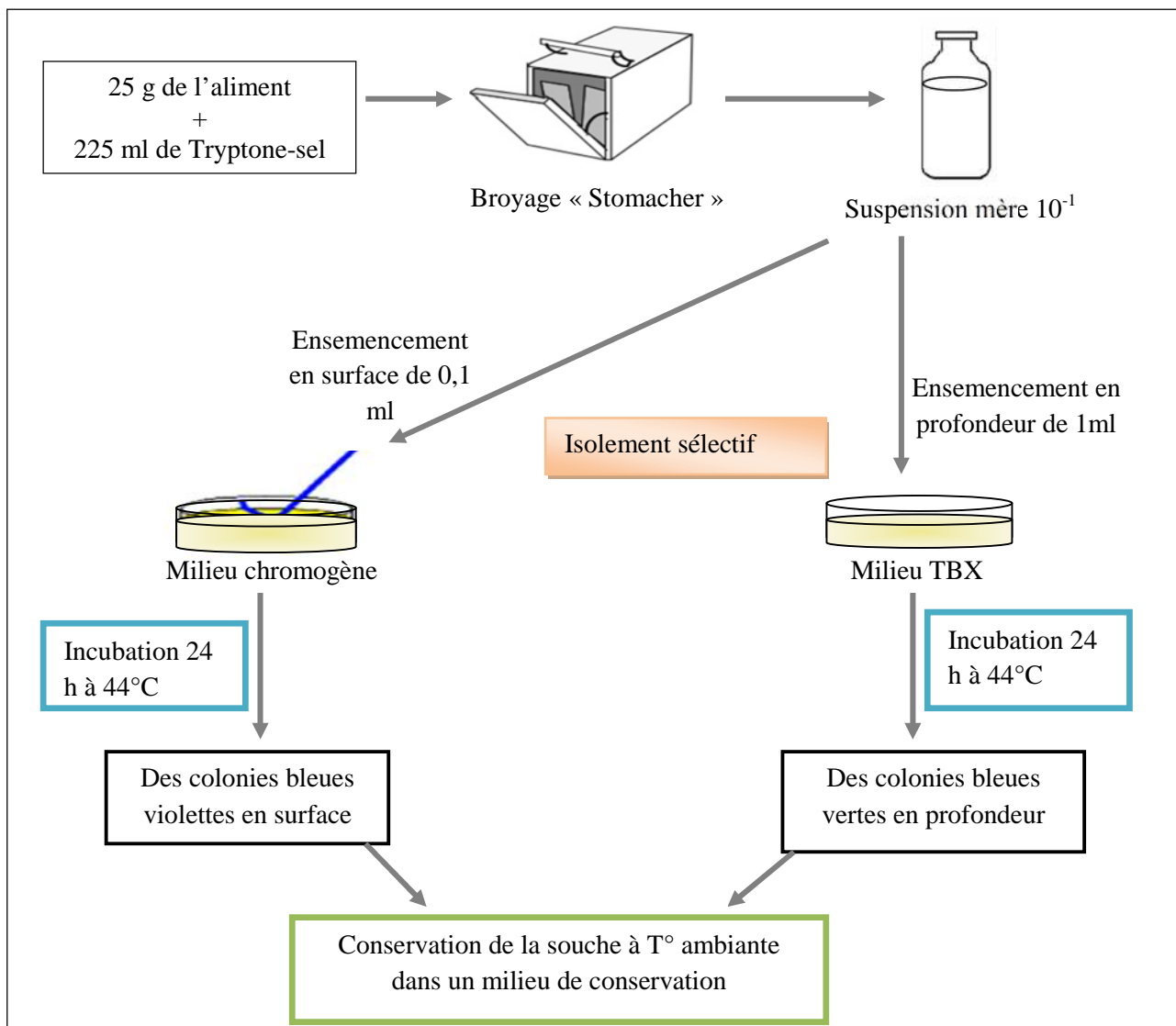


Figure 8 : Recherche d'*Escherichia coli* à partir des aliments.

1-2-2-1-4-Recherche des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR)

Un millilitre (1 ml) de la SM et de la dilution 10^{-2} sont introduits séparément dans des tubes vides stériles. Les tubes sont chauffés dans un bain-marie à 80°C pendant 8 à 10 min.

Ces tubes sont directement refroidis sous une eau courante et froide (choc thermique), et chaque tube est rempli de gélose VF (Viande Foie). Après leur solidification de cette dernière, les tubes sont incubés à 37°C pendant 48 heures. Les ASR se présentent sous forme de spores noires et la coloration peut être diffuse dans la gélose.

Les différentes étapes de la recherche des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) sont résumées dans la figure 9 :

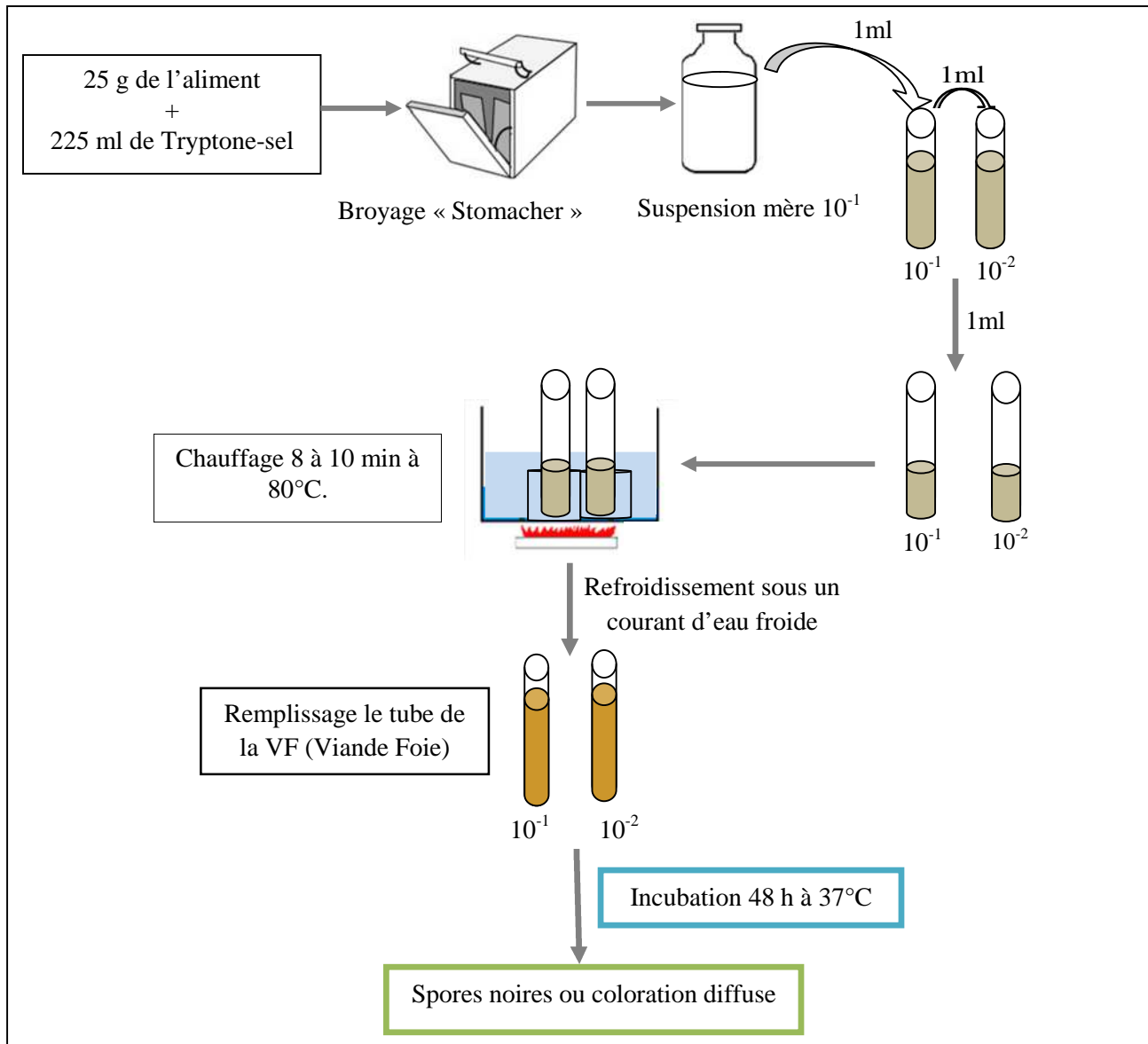


Figure 9 : Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs à partir des aliments.

1-2-2-1-5-Recherche des salmonelles

Selon ISO 6579 (2002) la recherche des salmonelles s'effectue en plusieurs étapes que sont:

- **Le pré-enrichissement non sélectif**

Le flacon contenant 25 g de l'échantillon et 225 ml de l'eau péptonée tamponnée est incubé pendant 24 heures à 37°C.

- **L'enrichissement sélectif**

L'enrichissement est effectué en déposant 1 ml de la solution pré-enrichie dans un bouillon SFB S/C (bouillon d'enrichissement sélectif à simple concentration). Un disque d'enrichissement de sélénite de sodium est ajouté. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures.

- **L'isolement sélectif**

A partir de milieu d'enrichissement SFB, des isolements sont effectués par ensemencement en stries, au moyen d'une anse ou d'une pipette Pasteur, sur un milieu Hektoen préalablement coulé en boîte de pétri et solidifié. L'incubation est faite pendant 24 heures à 37°C.

- **La lecture des boîtes et caractérisation des colonies suspectes**

A partir des boîtes Hektoen incubées précédemment, on effectue un repiquage des colonies considérées comme typiques (colonies vertes avec ou sans centre noir) sur une gélose nutritive (GN) inclinée et une gélose TSI inclinée. Cette dernière permet la mise en évidence de la fermentation du glucose, du saccharose et du lactose avec ou sans production de gaz et la production d'hydrogène sulfuré (H₂S). Ces géloses sont incubées à 37°C pendant 24 heures.

- **L'identification biochimique**

À partir de la GN inclinée, une suspension bactérienne équivalente au standard Mac Farland 0,5 est préparée dans un tube de 10 ml d'eau physiologique stérile. Cette suspension servira à la réalisation des tests confirmatifs et biochimiques :

Test de recherche de l'uréase, de la TDA et de la production l'indole

Pour ce faire, 1 ml de milieu urée-indole est introduit dans un tube vide stérile, auquel est rajouté 5 gouttes de la suspension bactérienne préparée préalablement. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, une lecture est faite.

Dans le cas de la production d'uréase le milieu vire au rose ; les salmonelles étant uréase négative, la coloration du milieu restera inchangée.

Pour la mise en évidence de la production d'indole, quelques gouttes de réactif de Kovacs sont rajoutées au milieu urée-indole. La dégradation du tryptophane est marquée par l'apparition d'un anneau rouge rose ; les salmonelles étant indole négatif, il n'y aura pas apparition d'anneau.

Pour la recherche de la TDA (le tryptophane désaminase), quelques gouttes de réactif de TDA sont rajoutées au milieu urée-indole. Pour les souches TDA positive un précipité brun est obtenu, indiquant que le tryptophane a été transformé en acide indole pyruvique par désamination oxydative. Les salmonelles étant TDA négative, il n'y aura pas apparition de précipité.

Test ONPG (β -galactosidase)

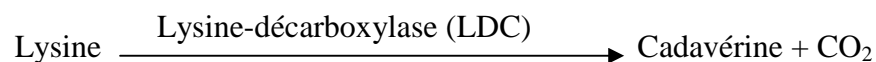
A partir de la suspension bactérienne préparée préalablement, 1 ml est prélevé dans un tube auquel est rajouté un disque d'ONPG. L'incubation durera 24 heures à 37°C. Si la souche bactérienne renferme la β -galactosidase, elle la libère dans le milieu et réagit avec l'ONPG entraînant un changement de couleur ; un virage de couleur vers le jaune indique une réaction positive. Les salmonelles étant ONPG négatif, il n'y aura pas le virage du couleur.

Test de recherche de la lysine-décarboxylase (LDC)

Un milieu Moeller contenant de la lysine, du glucose et un indicateur de pH qui est le pourpre de bromocrésol, ainsi qu'un milieu de Moeller témoin (sans acide aminé) sontensemencés avec 4 à 5 gouttes de la suspension. Quelques gouttes d'huile de vaseline stérile sont rajoutées afin de créer l'anaérobiose. Le tous est incubés pendant 24 h à 37°C.

Si le milieu Moeller Témoin vire au jaune, ceci signifie qu'il y a eu acidification du milieu liée à l'utilisation du glucose, mais il n'y a pas eu de ré-alcalinisation liée à l'absence de la lysine.

Si le milieu Moeller LDC vire au violet (milieu basique : LDC⁺), ceci signifie qu'il y a eu acidification du milieu liée à l'utilisation du glucose, puis il y'a eu une ré-alcalinisation de milieu liée à la dégradation de la lysine par la bactérie selon la réaction suivante :



Les salmonelles étant (LDC négative), le milieu vire au jaune car les bactéries ont fermentés le glucose ce qui a rendu le milieu acide par contre elles ne l'on pas ré-alcalinisé car la bactérie ne possède pas de Lysine-décarboxylase qui est une enzyme nécessaire à la dégradation de la Lysine.

La galerie api 20E

La galerie api 20E est un système standardisé pour la recherche des entérobactéries utilisant des tests miniaturisés, ainsi qu'une base de données spécifique.

La galerie api 20E comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Elle permet d'effectuer deux types de tests :

- Des tests enzymatiques : les réactions produites pendant la période d'incubation en anaérobiose (ADH, ODC, LDH, H₂S, URE) et en aérobiose (ONPG, CIT, TDA, IND, VP) se traduit par des virages colorés spontanés ou révélés par l'adjonction de réactifs.
- Des tests de catabolisme : ces tests permettent de révéler la capacité de la souche à dégrader un ou plusieurs sucres. Cette dégradation se traduit par un virage du milieu au jaune.

La lecture des résultats est faite à l'aide d'un tableau de lecture (annexe 05) et l'identification est faite à l'aide d'un logiciel d'identification API WEB.

Les différentes étapes de la recherche des salmonelles sont résumées dans la figure 10.

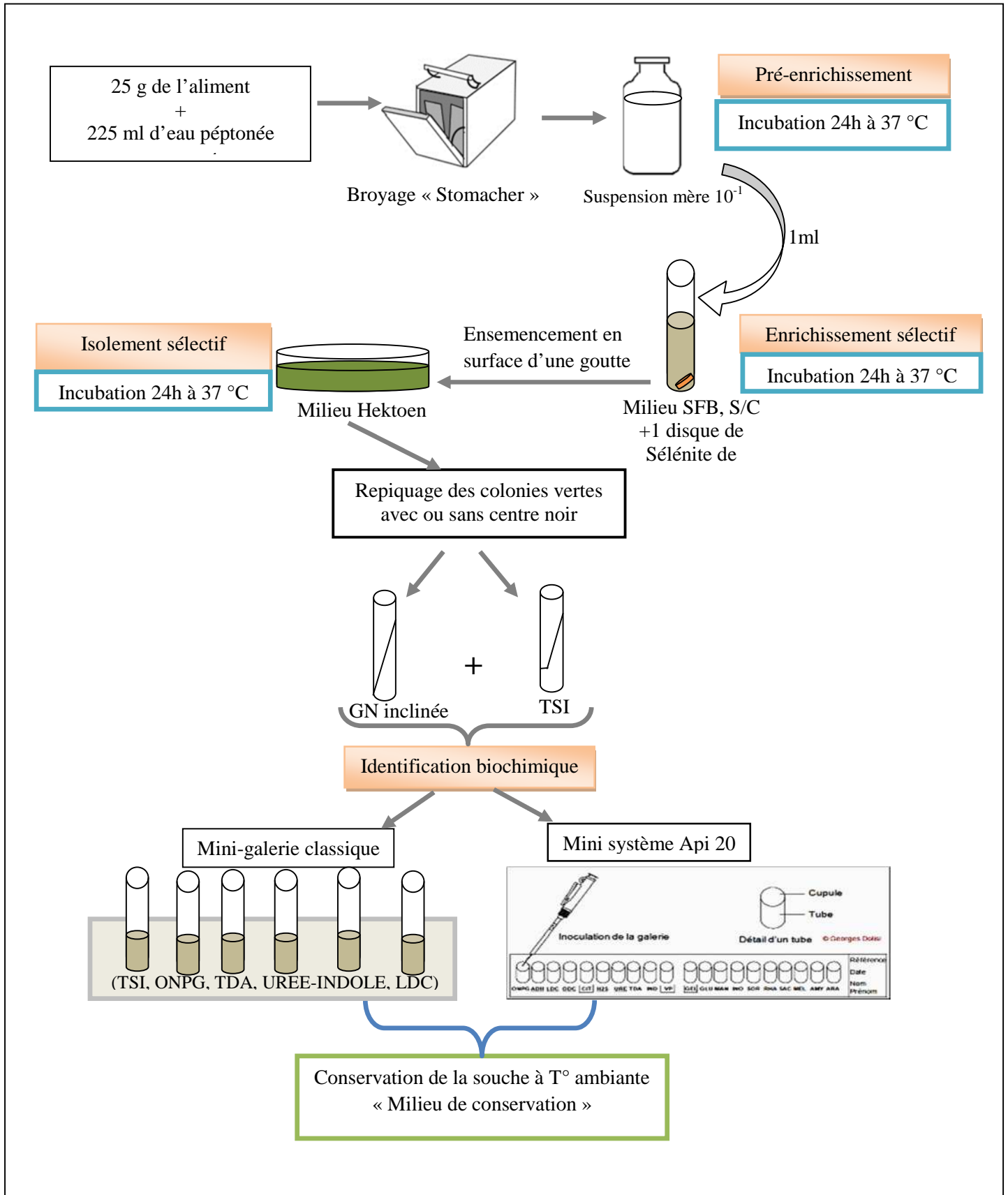


Figure 10 : Recherche de *Salmonella* à partir des aliments.

1-2-2-1-6-Recherche de *Staphylococcus aureus*

0,2 ml de la SM (10^{-1}) sont étalés sur toute la surface de la boîte de Pétri contenant la gélose Baird Parker (BP) contenant de jaune d'œuf et téllurite de potassium. L'incubation est faite à 37°C pendant 48 heures. Des colonies caractéristiques (CC) noires, brillantes, bombées et entourées d'un halo clair (dû à l'hydrolyse des protéines de l'œuf) et d'autres colonies non caractéristiques (CNC) sans halo sont dénombrées et identifiées.

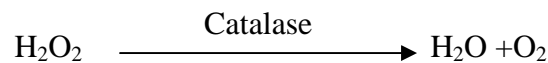
Les souches pures suspectées d'être *Staphylococcus aureus* doivent être tous d'abord soumises à :

- **La pré-identification**

La pré-identification se fait par :

Test de la catalase

Pour ce faire, la moitié d'une CC suspectée d'être *Staphylococcus aureus* est prélevée, à l'aide d'une anse, et est mélangée avec une goutte d'une solution de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) placée sur lame. Un dégagement gazeux sous forme de bulles traduit la décomposition de peroxyde d'hydrogène sous l'action de catalase.



Test de la coagulase

A partir de la gélose de BP, la moitié la CC suspectée d'être *Staphylococcus aureus* est prélevée et ensemencée sur gélose nutritive (GN) en boîte. Après incubation 24 heures à 37°C, une colonie est prélevée et ensemencée dans un tube contenant le bouillon cœur-cerveau (BHIB). Après incubation pendant 24 heures à 37°C, deux gouttes de la culture (colonie + BHIB) sont mises en contact avec trois gouttes de plasma de lapin dans un tube à hémolyse. Le tous est incubé à 44°C. L'observation se fait toutes les deux heures pendant 24 heures, et la coagulation se traduit par la prise en masse du contenu du tube.

- **L'identification biochimique (galerie API Staph)**

A partir d'une culture pure de *Staphylococcus* cultivée sur gélose nutritive (GN), une suspension bactérienne homogène de 0,5 Mc Farland doit être préparée dans une ampoule de milieu API Staph Medium. La galerie est ensemencée puis incubée 24 heures à 37°C.

La galerie API Staph est un système standardisé pour la recherche de *Staphylococcus* utilisant des tests miniaturisés, ainsi qu'une base de données spécifique. Il comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Cette galerie permet la réalisation de deux types de tests :

- Des tests enzymatiques : les réactions produites pendant la période d'incubation en anaérobiose (ADH, URE) et en aérobiose (NIT, PAL, VP) se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.
- Des tests de catabolisme : les réactions permettent de rechercher le sucre dégradé par la bactérie cultivée. La dégradation se traduit par un virage du milieu au jaune.

La lecture des réactions se fait à l'aide d'un tableau de lecture (annexe 05) et l'identification est faite à l'aide d'un logiciel d'identification API WEB.

Les différentes étapes de la recherche de *Staphylococcus aureus* sont résumées dans la figure 11 :

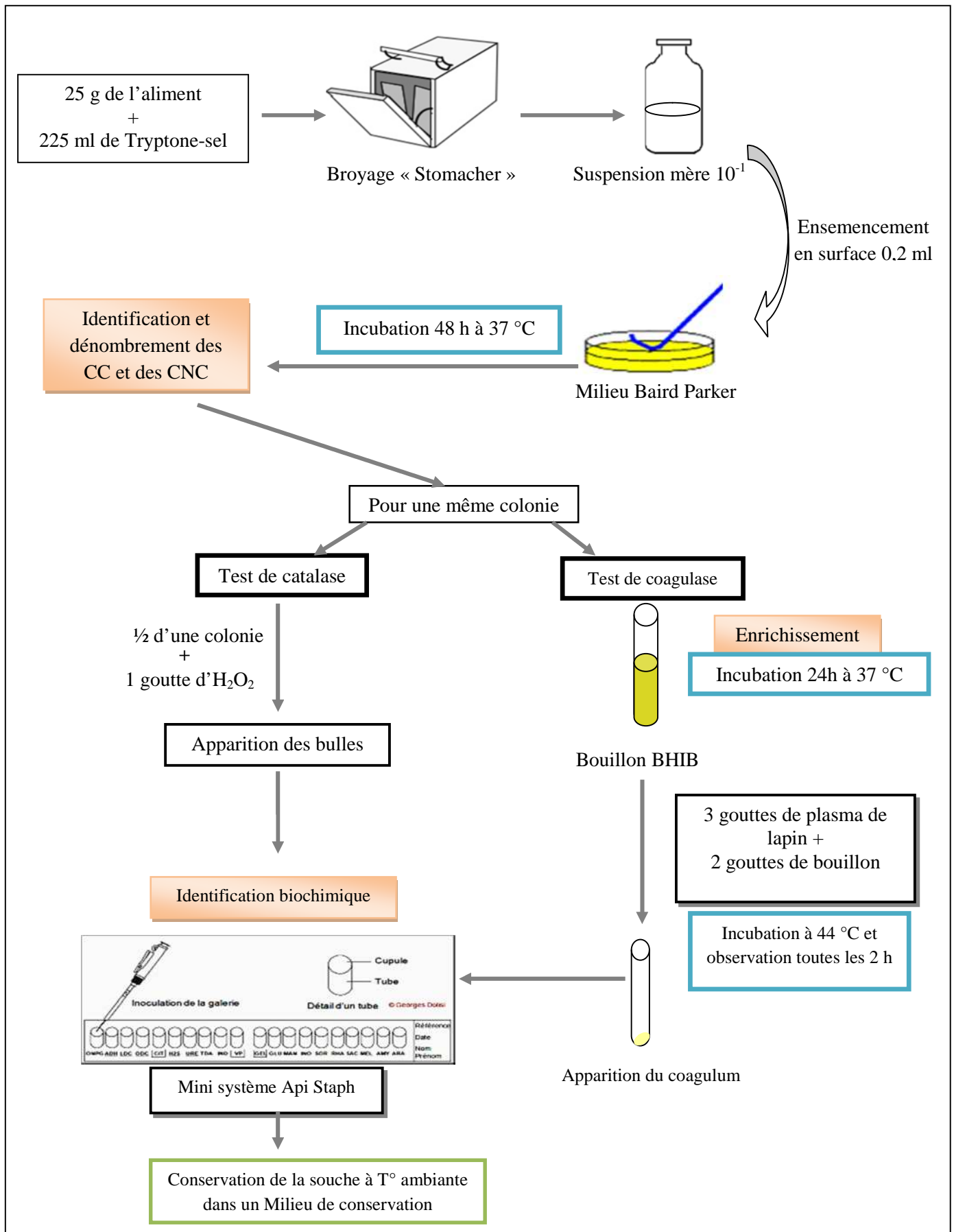


Figure 11 : Recherche de *Staphylococcus aureus* à partir des aliments.

1-2-3-L'antibiogramme

Pour évaluer la sensibilité *in vitro* aux antibiotiques des germes pathogènes recherchés, la méthode de diffusion sur gélose (méthode de disque) a été utilisée. Les germes testés sont des bactéries identifiés à partir des échantillons analysés (*Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*) et deux autres bactéries fournies par le laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement de l'institut Pasteur (*Salmonella sp* et *Pseudomonas*). Pour ce faire, nous avons suivi le protocole suivant ;

1-2-3-1-Préparation de l'inoculum pour chaque espèce bactérienne

A partir d'une culture bactérienne pure, une suspension de 0,5 Mc Farland est préparée dans un tube contenant de l'eau physiologique.

1-2-3-2-Préparation par écouvillonnage

Cette technique peut être résumée comme suit :

- Plonger un écouvillon stérile dans l'inoculum préparé et bien essorer.
- Ensemencer la surface de la gélose Mueller Hinton (MH) refroidi et solidifié dans une boîte Pétri carré de manière à former des stries serrées. Cette opération est répétée deux fois en faisant tourner la boîte d'un angle de 90°.
- déposer les différents disques d'antibiotiques sur la surface de la gélose à 1 cm du bord de la boîte. Les différents antibiotiques utilisés pour *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* sont notés dans le tableau II. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 h.
- L'effet des antibiotiques se traduit par une zone d'inhibition qui sera mesurée à l'aide d'un pied à coulisse. Les résultats obtenus sont comparés aux tableaux des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition (annexe 06).

Tableau III : Les différents antibiotiques utilisés pour *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. (Standardisation des tests de sensibilité aux antibiotiques à l'échelle national (médecine humaine et vétérinaire) (2014) / site web : <http://www.sante.dz/aarn/index.htm>).

<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella sp</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
-Ampicilline (10µg) AMP	-Ampicilline (10µg) AMP	-Gentamicine (10µg) CN	-Gentamicine (10µg) CN
-Amoxicilline + Acide clavulanique (20/10 µg) AMC	-Amoxicilline + Acide clavulanique (20/10 µg) ADC	-Kanamycine (30µg) K	-Tobramycine (10µg) TOB
-Céfazoline (30 µg) KZ	-Céfazoline (30 µg) KZ	-Ciprofloxacine (5µg) CIP	-Ciprofloxacine (5µg) CIP
- Chloramphénicol (30µg) C	- Chloramphénicol (30µg) C	-Chloramphénicol (30µg) C	-Colistine (10µg) CT
-Céflazidime (30µg) CAZ	-Céflazidime (30µg) CAZ	-Triméthoprime +Sulfaméthoxazole (1,25/23,75µg) SXT	-Nétilmicine (30µg) NET
-Imipénème (10µg) IPM	-Imipénème (10µg) IPM	-Tétracycline (30µg) TE	
-Gentamicine (10µg) CN	-Gentamicine (10µg) CN		
-Acide nalidixique (30µg) NA	-Acide nalidixique (30µg) NA		
-Ciprofloxacine (5µg) CIP	-Ciprofloxacine (5µg) CIP		
-Furanes (300µg) F	-Furanes (300µg) F		
-Triméthoprime +Sulfaméthoxazole (1,25/23,75µg) SXT	-Triméthoprime +Sulfaméthoxazole (1,25/23,75µg) SXT		

2-Préparation des extraits végétaux

Dans le cadre de la valorisation de ressources naturelles, nous avons tenté de contribuer, par la présente étude, à la connaissance de l'effet antibactérien de trois plantes médicinales et d'une variété d'algue verte filamenteuse récoltées dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Le but de cette partie est l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait brut, de la fraction phénolique (les polyphénols totaux), ainsi que de la fraction lipidique extrait à partir de ces végétaux.

L'étude expérimentale de cette partie de travail a été menée dans les laboratoires de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou :

- la préparation des solutions était effectuée au niveau du laboratoire commun 2, de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques,
- la lyophilisation était réalisée dans le laboratoire de biochimie analytique et biotechnologies (LABAB) et le laboratoire de Monsieur HOUALI de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques,
- l'extraction des fractions lipidiques et phénoliques était effectuée au niveau du laboratoire chimie pharmaceutique et chimie de l'environnement de la Faculté des Sciences.

2-1-Matériel végétal

Les plantes utilisées proviennent de deux régions de la wilaya de Tizi-Ouzou, l'oléastre et le myrte ont été récoltés à la fin du mois d'Avril dans la région de Fréha (située à environ 31 Km à l'est de Tizi-Ouzou) et le lentisque dans la région d'Abizar (environ 50 Km à l'Est de Tizi-Ouzou). Elles ont été identifiées par leurs noms communs en français et leurs noms botaniques par M^{me} SMAIL (enseignante de botanique à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou).

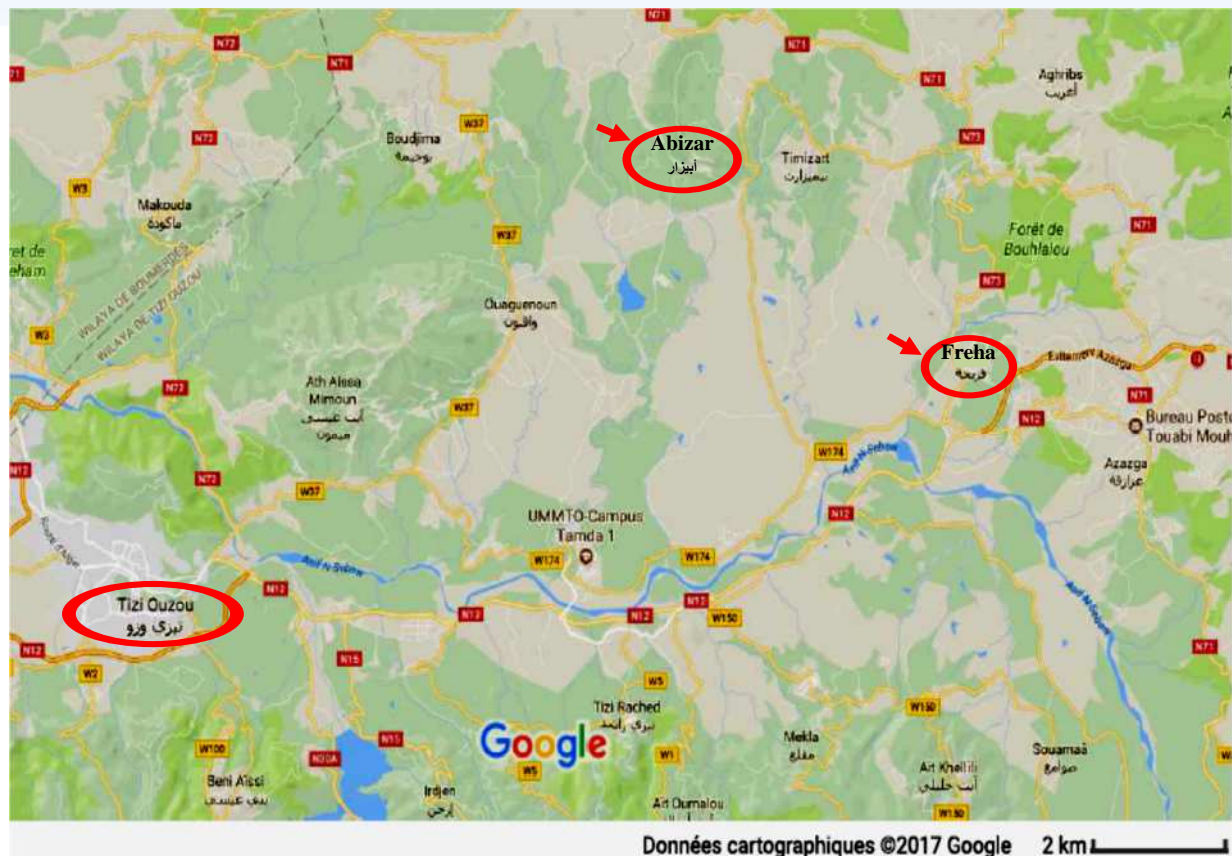


Figure 12 : Localisation géographique des sites de récolte des végétaux étudiés.

Les algues vertes filamenteuses ont été récoltées à la même période dans une rivière de la région d'Abizar (Tizi Ouzou).

Les algues vertes filamenteuses se développent quand les eaux ont un taux élevé de nitrates et que le courant est faible ou inexistant. Ainsi le régime hydraulique, les conditions ambiantes (température, ensoleillement, etc.) et, bien sûr, la qualité de l'eau sont autant de facteurs qui déterminent l'importance et la rapidité de ce développement (BELAUD *et al.*, 2013). Il existe plusieurs genres et plusieurs espèces d'algues filamenteuses. La variété utilisée dans cette étude n'a pas pu être identifiée.



Figure 13: Algue filamenteuse récoltée dans la région d'Abizar en Avril 2017.

2-2-Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé dans la présente étude a consisté en :

➤ Réactifs et produits chimiques :

Hexane, acétate d'éthyle, acide chlorhydrique (HCl 0,5M), méthanol.

➤ Appareillage :

Rotavapor ; pH mètre ; Etuve ; hotte ; Balance de précision ; Agitateur magnétique ; Agitateur magnétique avec plaque chauffante ; Centrifugeuse ; Lyophilisateur à plateaux (voir annexe N°1).

2-3-Méthodes

Afin de pouvoir évaluer l'effet antibactérien des plantes choisies, nous avons suivi le protocole suivant :

2-3-1-Collecte des feuilles des trois plantes et des algues

Les feuilles des trois plantes et les algues ont été récoltées à la fin du mois d'Avril 2017. Elles ont été séchées à l'ombre et à l'abri de la lumière pendant 15 jours, puis réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre résultante était conservée à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière dans des boîtes stériles fermées.

2-3-2-Préparation de l'extrait brut

Afin d'obtenir l'extrait brut, 20 g de poudre (obtenue après séchage et broyage) sont mélangés à 200 ml d'eau distillée dans un bécher. Le mélange est déposé sur un agitateur magnétique avec plaque chauffante réglé à 40°C pendant 24h.

Le lendemain, la solution sera filtrée à l'aide d'un papier filtre pour récupérer l'extrait brut. Et pour préserver les propriétés biologiques de la plante, l'extrait brut était lyophilisé.

Le rendement de l'extraction est calculé par le rapport de la masse de l'extrait sur la masse totale végétale utilisée dans l'extraction (ARAB *et al.*, 2014).

Les différentes étapes qui permettent l'obtention de l'extrait brut sont illustrées dans la figure 14.

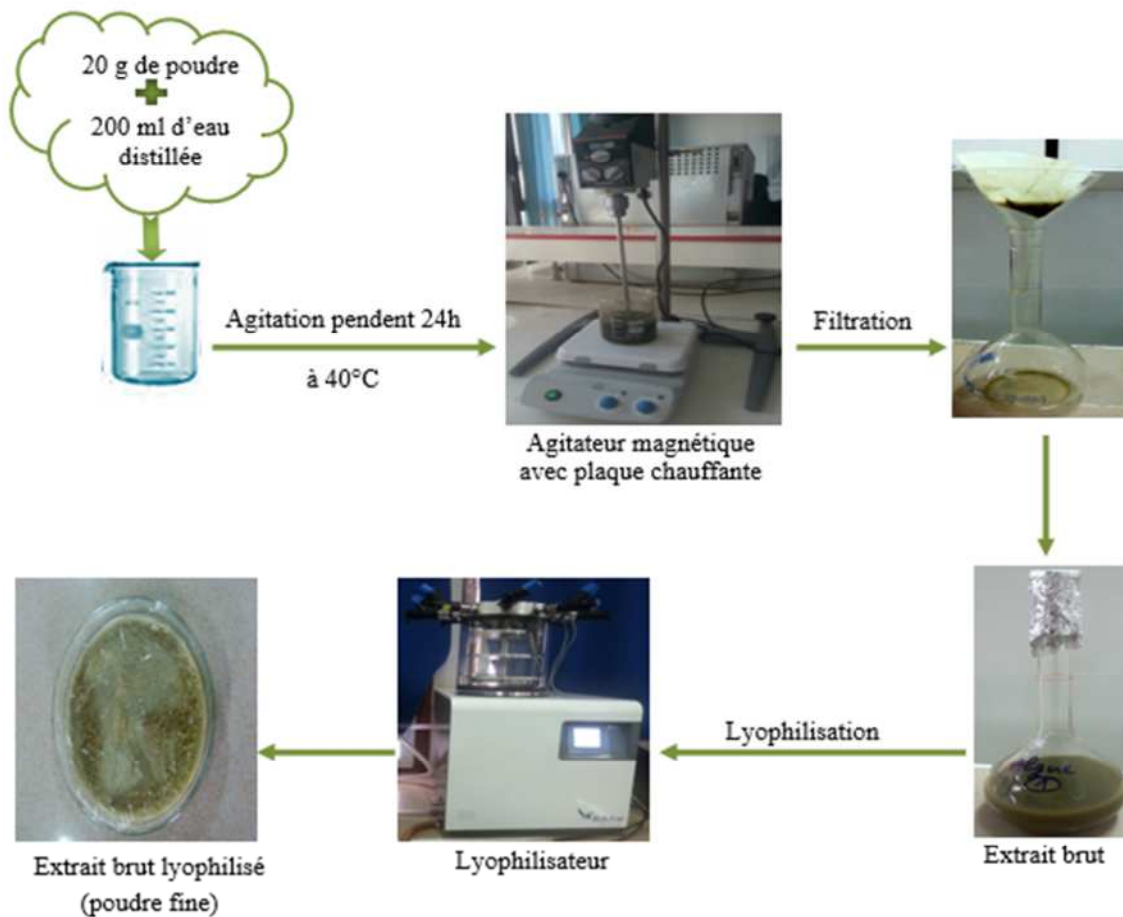


Figure 14 : Préparation des extraits bruts des végétaux étudiés.

2-3-3-Extraction des fractions lipidiques et des phénoliques

Avant de procéder à l'extraction des composés phénoliques (fractions phénoliques) et des fractions lipidiques, pour chaque plante (prises séparément), une solution est préparée par broyage acidifié avec de l'HCl (0,5 M) de 50 g de poudre jusqu'à atteinte d'un pH=2 (DE MARCO *et al.*, 2007).

2-3-3-1-Extraction de la fraction lipidique

L'extraction de la fraction lipidique de chaque plante a été effectuée selon la méthode décrite par DE MARCO *et al.* (2013).

10 ml de la solution acidifiée préalablement avec de l'HCl sont ajoutés à 15 ml d'hexane. La solution est mélangée vigoureusement à l'aide d'un agitateur mécanique puis centrifugée pendant 5 min à 3000 tr/min. Les phases sont séparées et le lavage est répété une deuxième fois. Le surnageant recueilli (hexane + lipide) subit une évaporation sous vide dans

un rotavapeur à 68,73°C afin d'éliminer l'hexane qui est un solvant très volatile et récupérer la fraction lipidique.

2-3-3-2-Extraction de la fraction phénolique

L'acétate d'éthyle est ajouté à la solution contenant la plante déjà lavée avec de l'hexane. L'ensemble est agité vigoureusement puis centrifugé pendant 5 min à 3000 tr/min. Les phases sont séparées. Cette extraction est répétée 2 fois successivement. Le surnageant (acétate d'éthyle + composés phénoliques) subit une évaporation sous vide dans un rotavapeur à 40°C afin d'éliminer l'acétate d'éthyle et récupérer un résidu sec (ZAHARI *et al.*, 2014). Les différentes étapes d'extraction des fractions lipidique et phénolique des végétaux sont illustrées dans la figure 15.

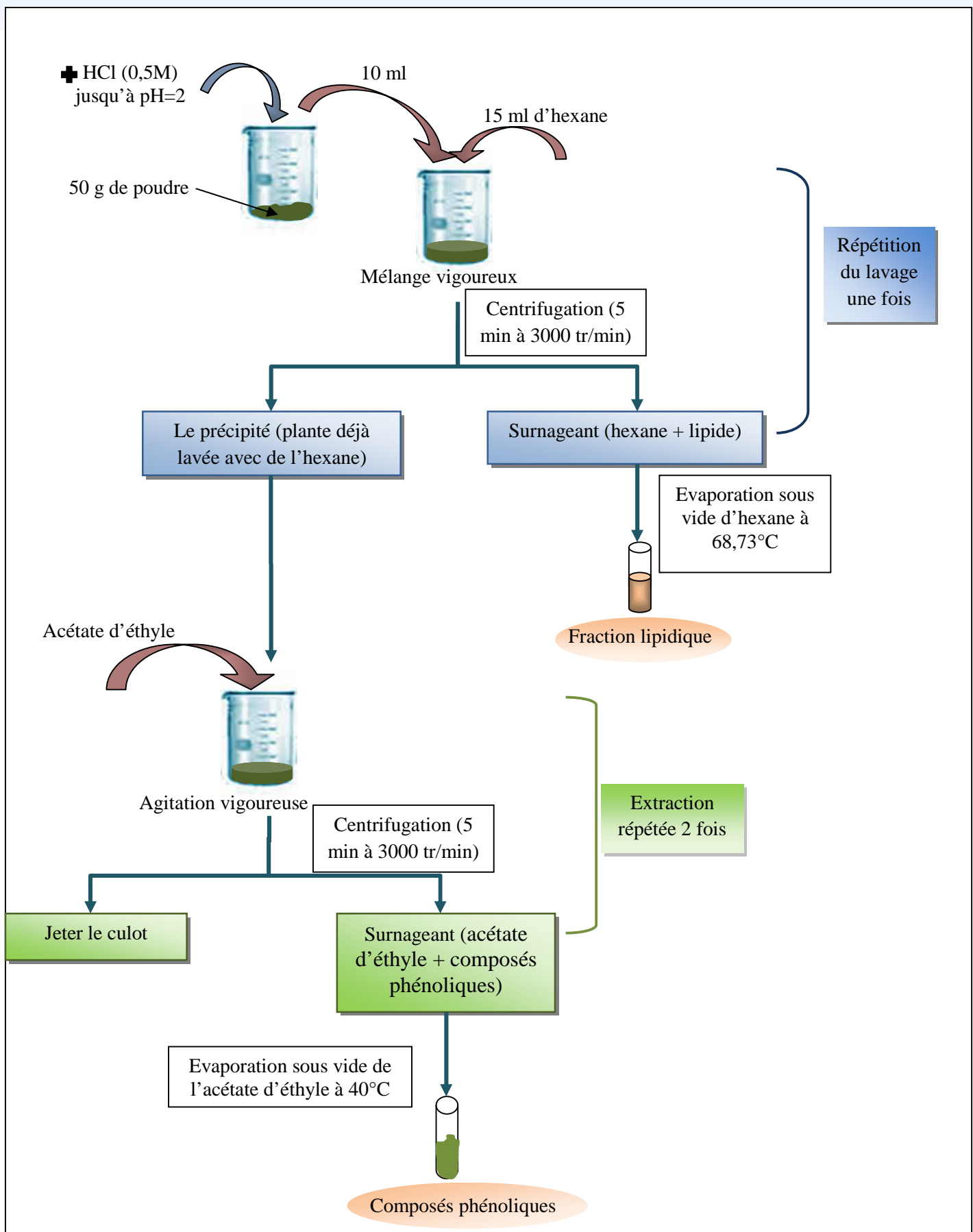


Figure 15 : les différentes étapes de l'extraction des fractions lipidiques et phénoliques des végétaux étudiés.

3-Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de végétaux

L'usage de plantes médicinales locales peut-être perçu comme une alternative aux médicaments conventionnels comme remèdes pour plusieurs pathologies d'origine bactériennes présentant un large impact pathologique en relation avec leurs résistances aux antibiotiques habituels.

Dans cette partie de l'étude, l'évaluation l'activité antibactérienne des extraits de trois plantes (*Pistacia lentiscus. L*, *Olea europea subsp europea var. sylvestris* et *Myrtus communis*) et d'une variété d'algues filamenteuses, récoltés dans la wilaya de Tizi-Ouzou, a été réalisée sur quatre souches que sont : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*.

3-1-Les extraits végétaux utilisés

Les extraits végétaux utilisés sont ceux extraits précédemment :

- extraits bruts dissouts dans de l'eau distillée,
- fractions lipidiques,
- fractions lipidiques dissoutes dans le méthanol,
- fractions phénoliques dissoutes dans le méthanol.

La liste des extraits et leurs concentrations sont répertoriées dans le tableau IV :

Tableau IV : Liste des extraits utilisés et leurs concentrations.

Végétaux	Extraits	Volume de solvant	Concentration (g/ml de solvant)
Lentisque	200 mg d'extrait brut	1 ml de l'eau distillée	0,2 g/ml
	Fraction lipidique	//	/
	0,5 ml de la fraction lipidique	1 ml de méthanol	/
	200 mg de fraction phénolique	1,5 ml de méthanol	1,13 g/ml
Oléastre	200 mg d'extrait brut	1 ml de l'eau distillée	0,2 g/ml
	Fraction lipidique	//	/
	0,5 ml de la fraction lipidique	1 ml de méthanol	/
	200 mg de fraction phénolique	1,5 ml de méthanol	1,13 g/ml

Myrte	Extrait brut	//	0,1 g/ml
	Fraction lipidique	//	/
	0,5 ml de la fraction lipidique	1 ml de méthanol	/
	200 mg de fraction phénolique	1,5 ml de méthanol	1,13 g/ml
Algue filamenteuse	200 mg d'extrait brut	10 ml de l'eau distillée	0,02 g/ml
	Fraction lipidique	//	/
	0,5 ml de la fraction lipidique	1 ml de méthanol	/
	200 mg de fraction phénolique	1,5 ml de méthanol	1,13 g/ml

// : non ajouté / : non calculé

3-2-Souches testées

Quatre souches bactériennes ont été utilisées dans cette partie de travail : deux souches (*Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*) isolées dans la première partie de notre travail (étude bactériologique des plats cuisinés) et deux autres souches (*Salmonella sp.* et *Pseudomonas aeruginosa*) fournies par le laboratoire de bactériologie des aliments des eaux et de l'environnement de l'Institut Pasteur d'Algérie.

3-3-Méthode utilisée

Nous avons utilisé les tests d'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits par la méthode de diffusion sur disque. Cette méthode consiste à ensemencer une boîte de pétri par écouvillonnage (comme l'antibiogramme) et d'y poser un disque vierge stérile qui sera imbibé d'un extrait donné.

3-3-1-Ensemencement par écouvillonnage

Des suspensions d'inoculum, d'une densité de 0,5 Mc Farland, sont préparées pour chaque souche bactérienne. A la surface d'une gélose de Muller-Hinton coulée, refroidie et solidifiée dans une boîte de pétri, une souche bactérienne est ensemencée par écouvillonnage de manière à former des stries serrées. L'opération est répétée deux fois en faisant tourner la boîte d'un angle de 90°.

Un disque vierge est déposé au centre de la boîte de pétri. A l'aide d'une micro-pipette, 15 µl de l'extrait à tester sont déposés sur le disque vierge. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h.

Cette opération est répétée pour tous les solvants utilisés (eau distillée, hexane, acétate d'éthyle et méthanol).

L'effet antibactérien des extraits se traduit par une zone d'inhibition qui sera mesurée à l'aide d'un pied à coulisse.

3-4-Evaluation de l'activité antibactérienne (bactériostatique/bactéricide) des extraits végétaux

La dilution en milieu liquide (BHIB) est une méthode utilisée pour déterminer les paramètres de l'inhibition de la croissance bactérienne (CMI, CMB) des extraits présentant une activité antibactérienne.

3-4-1-Concentration minimale inhibitrice (CMI)

La CMI est la plus faible concentration capable d'inhiber la croissance bactérienne.

Pour déterminer la CMI, on procède à des dilutions successive ; 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 pour chaque extrait dans des tubes contenant 1ml de BHIB. L'incubation est de 24 heures à 37°C. Le développement bactérien se traduit par un trouble et la CMI est considérée au premier tube où ce trouble n'apparaît pas.

3-4-2-Concentration minimale bactéricide (CMB)

La CMB est la plus petite concentration capable de détruire 99,99% de l'inoculum bactérien.

À partir des tubes ayant une concentration supérieure ou égale à la CMI, 0,1 ml sont prélevés etensemencés sur gélose nutritive (coulée dans une boîte de pétri). L'incubation est de 24 h à 37°C. La CMB est considérée à la première boîte où il n'ya pas de développement bactérien.

Résultats
et
discussion

1-Résultats de l'étude microbiologique des plats cuisinés

La prévention des TIAC doit passer par un meilleur respect des recommandations sur l'hygiène, la préparation et la conservation des aliments qui sont destinés à rendre impossible la multiplication d'un faible inoculum bactérien éventuellement présent dans les denrées (BOUVET, 2010). En effet, le non respect de ces règles est généralement responsable (aussi bien dans les cuisines familiales que dans la restauration collective) de la survenue de TIAC (DELARRAS, 2008).

Un échantillonnage composé de plats cuisinés servis dans des restaurations collectives à caractère social, a été analysé dans la première partie de notre étude. Ceci est d'autant plus justifié que la fréquence de consommation de ces plats est relativement élevée. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau V.

Tableau V : Résultats d'analyse des plats cuisinés prélevés des trois sites A, B et C au niveau de la wilaya d'Alger.

Restaurant	N°	FMAT*	Coliformes totaux*	Coliformes fécaux*	<i>Escherichia coli</i> *	ASR*	<i>Salmonella</i> *	<i>Staphylococcus aureus</i> *
Site A	E01	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E02	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E03	1,49. 10 ⁴	40	10	Abs	Abs	Abs	Abs
	E04	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E05	2,05. 10 ⁴	2,17. 10 ³	2,56. 10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
	E06	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E07	1,79. 10 ⁴	7,27. 10 ²	80	Abs	Abs	Abs	Abs
	E08	/	/	/	Abs	/	Abs	5,55. 10 ³
	E09	9,36. 10 ⁴	1,59. 10 ⁴	6,72. 10 ²	Abs	Abs	Abs	1,25. 10 ³
	E10	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E11	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E12	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E13	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E14	1,30. 10 ⁵	2,5. 10 ⁴	9,18. 10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
	E15	/	/	/	1,20. 10 ³	/	Abs	Abs
	E16	4,27. 10 ⁶	1,60. 10 ⁶	1,02. 10 ⁶	Abs	Abs	Abs	Abs
	E17	8,63. 10 ³	9,54. 10 ³	5,72. 10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs

	E18	/	/	/	$2,30. 10^3$	/	Abs	Abs
	E19	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E20	$2,67. 10^5$	$2,72. 10^5$	$1,45. 10^5$	$1,08. 10^4$	Abs	Abs	Abs
	E21	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E22	$1,36. 10^4$	70	50	Abs	Abs	Abs	Abs
	E23	$2,09. 10^3$	$1,20. 10^3$	$3,81. 10^2$	Abs	Abs	Abs	Abs
	E24	$2,36. 10^3$	150	20	Abs	Abs	Abs	Abs
	E25	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E26	$1,20. 10^2$	$1,76. 10^3$	120	Abs	Abs	Abs	Abs
	E27	/	/	/	$5,30. 10^3$	/	Abs	Abs
	E28	$1,71. 10^3$	$1,76. 10^3$	$9,18. 10^2$	Abs	Abs	Abs	Abs
	E29	/	/	/	$2,00. 10^2$	/	Abs	Abs
	E30	/	/	/	$8,00. 10^2$	/	Abs	Abs
	E31	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E32	$4,09. 10^3$	$4,23. 10^2$	$2,00. 10^2$	$2,00. 10^2$	Abs	Abs	Abs
Site B	E33	/	/	/	$1,3. 10^3$	/	Abs	Abs
	E34	$9,81. 10^2$	$9,54. 10^3$	$3,90. 10^3$	Abs	Abs	Abs	Abs
	E35	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E36	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
Site C	E37	$2,14. 10^4$	$1,87. 10^4$	$5,95. 10^2$	Abs	Abs	Abs	Abs
	E38	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E39	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E40	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs
	E41	/	/	/	Abs	/	Abs	Abs

*Unité : UFC/g d'aliment Abs : Absence / : non recherché

Les résultats globaux des différents échantillons analysés avec leurs pourcentages correspondants sont résumés dans la figure 16.

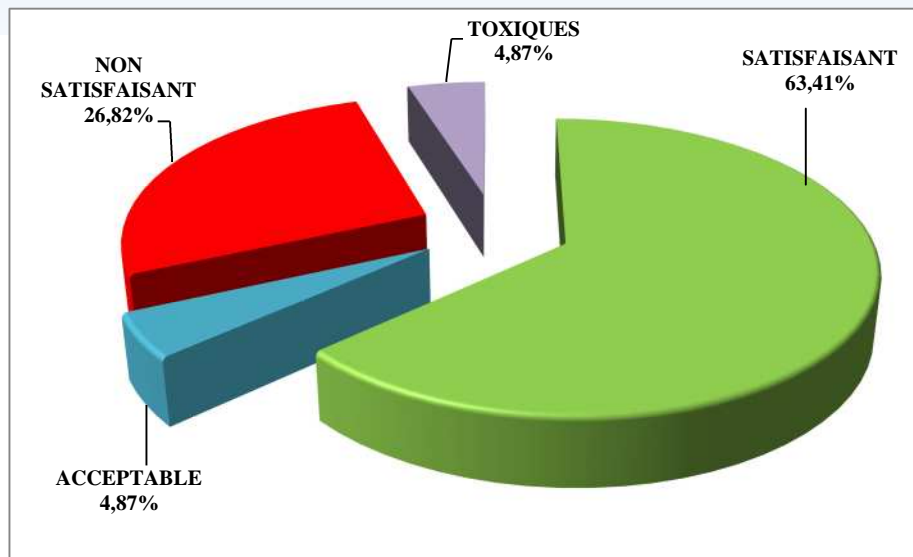


Figure 16 : Interprétation globale des résultats de différents échantillons analysés.

Les résultats obtenus (figure 16) montrent que 63,41% (26 plats) des plats analysés sont de qualité bactériologique satisfaisante, 4,87% (2 plats) des plats analysés sont de qualité bactériologique acceptable, 26,82% (11 plats) des plats analysés sont de qualité bactériologique non satisfaisante et 4,87% (2 plats) des plats analysés sont considérés comme toxiques. Ces derniers correspondent aux échantillons E 16 et E 20 retrouvés dans le site A. L'échantillon E 16 correspond aux poissons avec sauce tomate et oignons. L'échantillon E 20, quant à lui, correspond au pois chiches avec viande à la sauce.

Ces résultats peuvent être comparés à ceux obtenus par ABOUDA *et al.* en 2014. Les résultats de leur étude a montré que 30 % de différents échantillons analysés étaient non conformes aux normes avec présence d'une variété importante de germes.

1-1-La flore mésophile aérobie totale (FMAT)

La FMAT donne une indication sur l'état hygiénique et sanitaire des plats cuisinés. Les résultats obtenus des trois sites de restauration collective au niveau de la wilaya d'Alger sont notés dans le tableau V.

La figure 17 montre l'aspect des colonies de la FMAT ; elles sont lenticulaires blanchâtres ayant poussé en profondeur sur milieu PCA (les autres colonies sont considérées comme des contaminants).

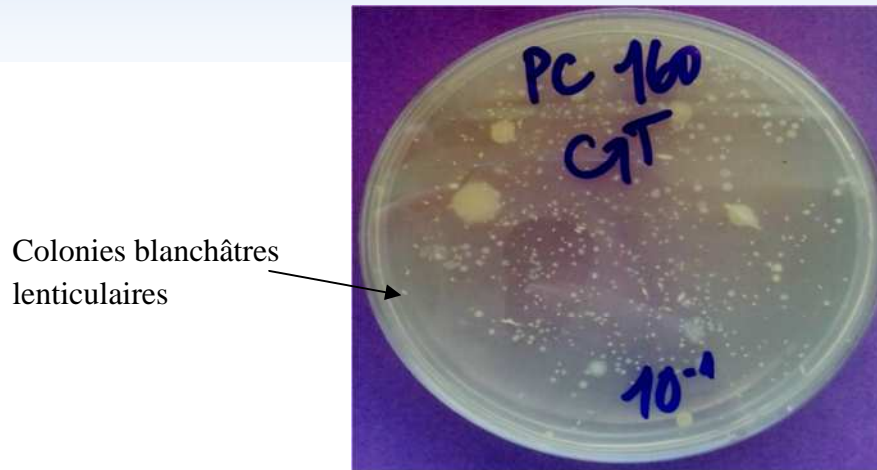


Figure 17 : Aspect de la flore mésophile aérobie totale sur gélose Plat Count Agar (PCA) après incubation 72 h à 37°C.

Les résultats du niveau de contamination des échantillons analysés par la FMAT sont présentés dans la figure 18.

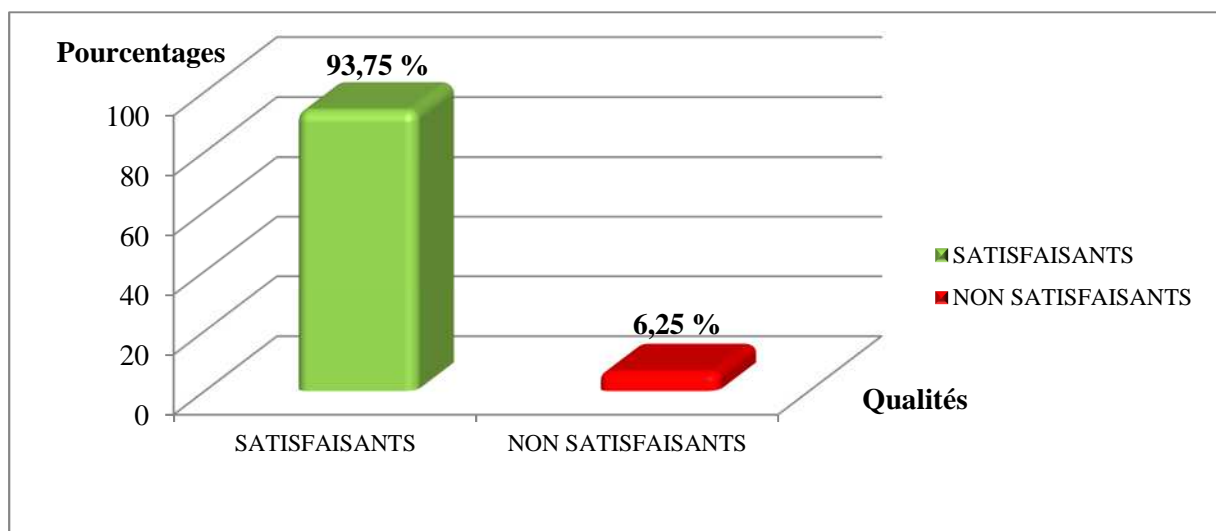


Figure 18 : Histogramme du niveau de contamination des échantillons analysés par la FMAT.

La recherche de la FMAT dans les plats servis dans les trois sites de restauration collective étudiés a concerné 16 échantillons. Les résultats ont montré que 15 plats (93,75%) ont donné des résultats satisfaisants et 1 seul plat (6,25%) a donné un résultat non satisfaisant. Ce dernier correspond à l'échantillon E16. Il s'agit d'un plat composé de poisson avec sauce récupéré du site A. ABOUDA *et al.* en 2014, montrent dans leur étude que la FMAT participe au taux global de non-conformité à hauteur de 9 %. La présence de cette catégorie de germe donne une idée sur la contamination globale et est reconnue comme indice d'une mauvaise qualité générale et d'un non-respect des bonnes pratiques.

1-2-Les coliformes totaux et les coliformes fécaux

Vivant normalement dans l'intestin de l'Homme et des animaux à sang chaud, les coliformes sont des indicateurs de présence des germes pathogènes.

La figure 19 montre l'aspect des colonies de coliformes totaux et de coliformes fécaux sur gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose). Dans les deux cas, les colonies poussent en profondeur et apparaissent lenticulaires et rouges.

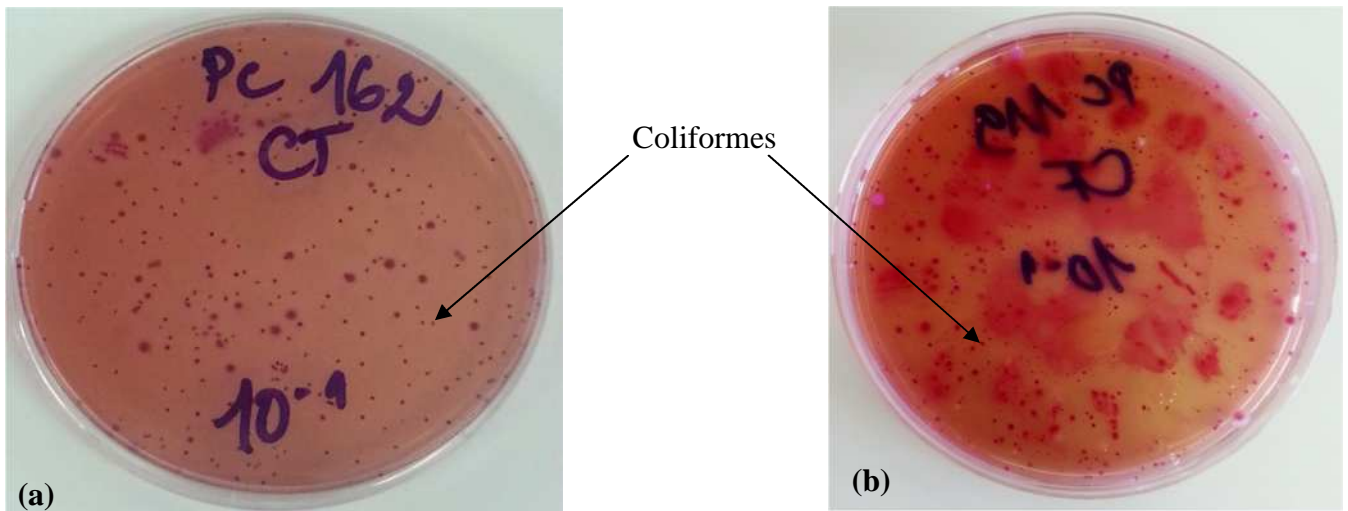


Figure 19 : Aspect des coliformes sur gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose) : (a) coliformes totaux apparaissant après incubation 24 h à 37°C. (b) coliformes fécaux apparaissant après incubation 24 h à 44°C.

Les résultats obtenus du niveau de contamination des échantillons analysés par les coliformes totaux à 37°C sont présentés dans la figure 20.

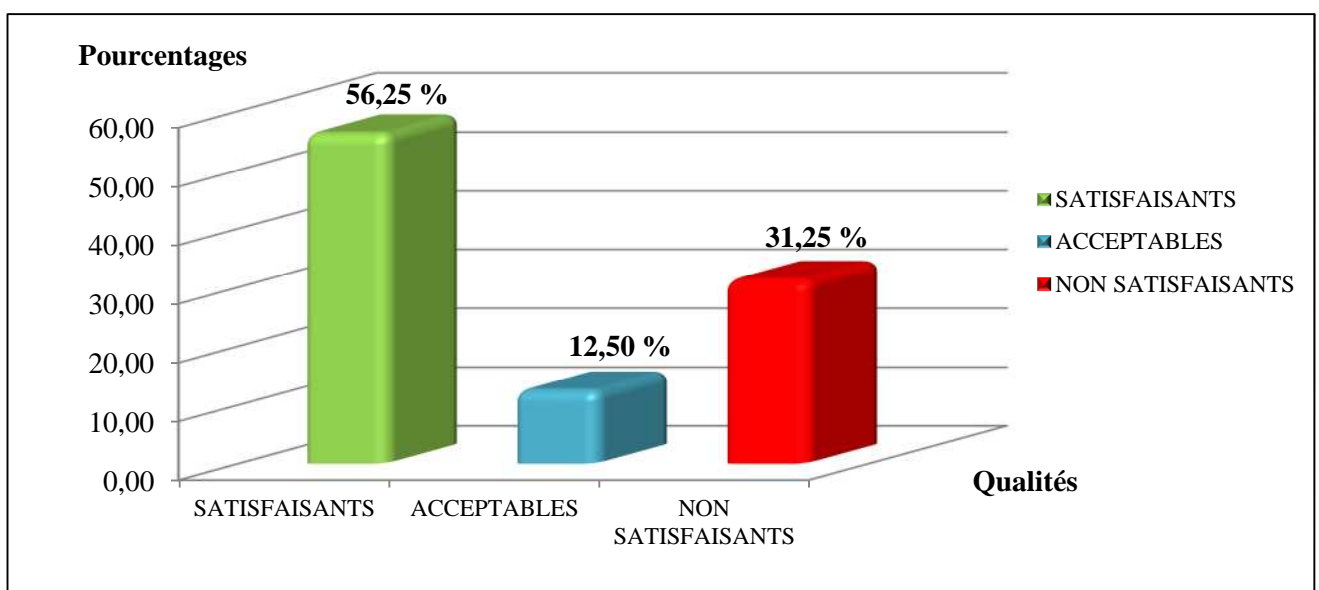


Figure 20 : Histogramme du niveau de contamination des échantillons analysés par les coliformes totaux à 37°C.

La recherche des coliformes totaux dans les plats servis dans les trois sites de restauration collective étudiés a concerné 16 échantillons. Les résultats (figure 20) ont montré que 9 plats (56,25%) ont donné des résultats satisfaisants, 2 plats (12,5%) ont donné des résultats acceptables et 5 plats ont donné des résultats non satisfaisants. Ces derniers correspondent aux échantillons E09 (poulet avec sauce et légumes), E14 (poulet avec de la sauce et des légumes), E16 (poissons avec sauce tomate et oignons) et E20 (pois chiches avec viande) récupérés du site A et à la E37 (œufs bouillés) récupéré du site C.

Les résultats obtenus du niveau de contamination des échantillons analysés par les coliformes fécaux à 44°C sont présentés dans la figure 21.

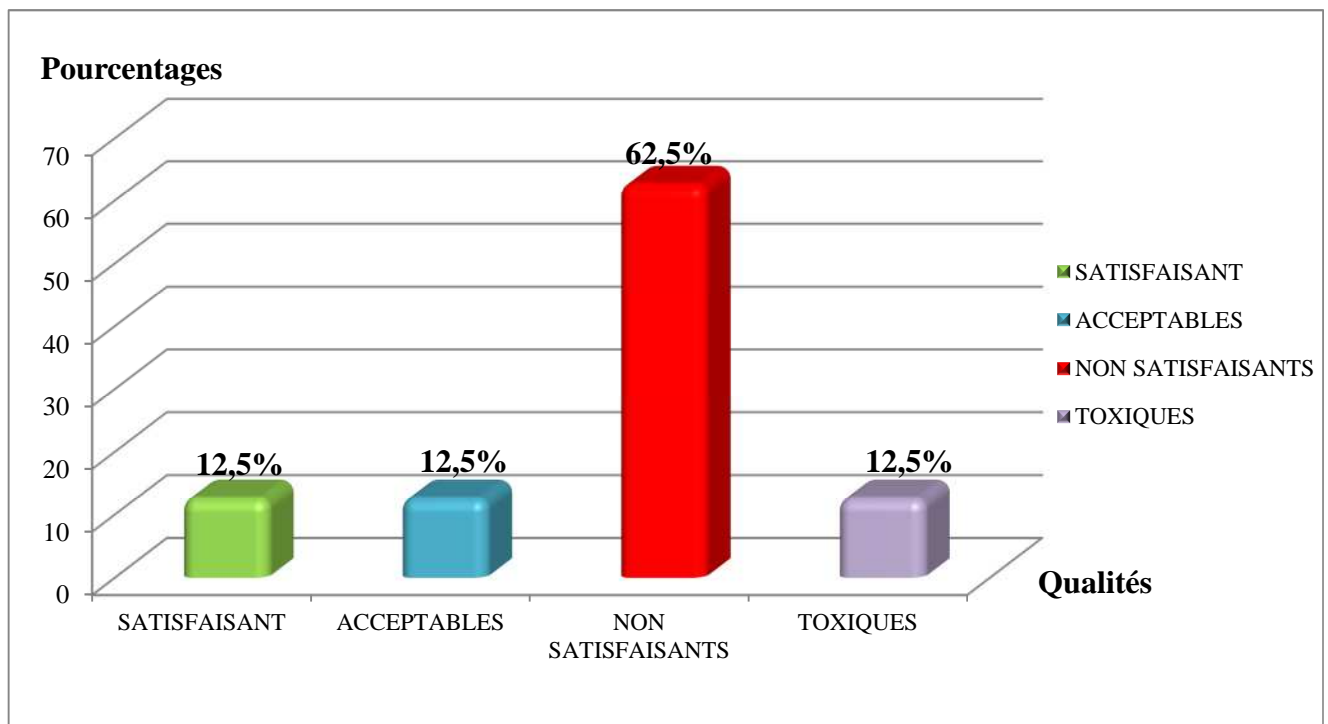


Figure 21 : Histogramme du niveau de contamination des échantillons analysés par les coliformes fécaux à 44°C

Le dénombrement des coliformes thermotolérants donne une indication sur la qualité hygiénique à côté de la flore mésophile aérobie totale à 30°C (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

La recherche des coliformes fécaux a concerné 16 échantillons. Les résultats (figure 21) ont montré que 2 plats (12,5%) ont donné des résultats satisfaisants, 2 plats (12,5%) ont donné des résultats acceptables et 10 plats (62,5%) ont donné des résultats non satisfaisants. Il s'agit des échantillons E05 (cachir aux olives vertes), E09 (poulet avec sauce et légumes), E14 (poulet avec de la sauce et des légumes), E17 (pâté au fromage), E23 (riz avec poulet à la

sauce tomate), E26 (pois chiches avec viande à la sauce), E28 (salade avec cachir aux olives vertes) et E32 (cachir aux olives vertes) récupérés du site A, E34 (pois chiches avec viande à la sauce) récupéré du site B et E37 (œufs bouillés) récupéré du site C. De même ces résultats ont mentionné que 2 plats (12,5%) sont considérés toxiques. Il s'agit des échantillons E16 (poissons avec sauce tomate et oignons) et E20 (pois chiches avec viande à la sauce) récupérés du site A.

Les résultats obtenus (figure 21) pour ce type de coliformes à 44°C montrent un pourcentage élevé pour les résultats non satisfaisants (62,5%) et 12,5% pour les repas toxiques. Selon les résultats obtenus par ABOUDA *et al* (2014), ces bactéries, participent à 77 % du taux total de non-conformité des analyses bactériologique. On suppose qu'il existe un manque d'hygiène correspondent à un manque des travaux de nettoyage, de désinfection ou de cuisson et le mauvais respect par les personnels de l'hygiène vestimentaire et corporelle.

1-3-*Escherichia coli*

La recherche d'*Escherichia coli* n'est pas mentionnée dans le JORA N° 35 du 27 mai 1998, mais une autre version du JORA portant certaines modifications et intégrant la recherche d'*Escherichia coli* sera publiée prochainement.

Les analyses bactériologiques réalisées pour les plats cuisinés prélevés des 3 sites de restaurations collectives sont présentés dans le tableau V. Les résultats montrent la présence d'*Escherichia coli* dans 8 plats sur 41 échantillons analysés.

La figure 22 montre l'aspect des colonies d'*Escherichia coli* sur milieu chromogène TBX (Tryptone-bile glucuronide) ; elles apparaissent en profondeur de couleur bleues-vertes.

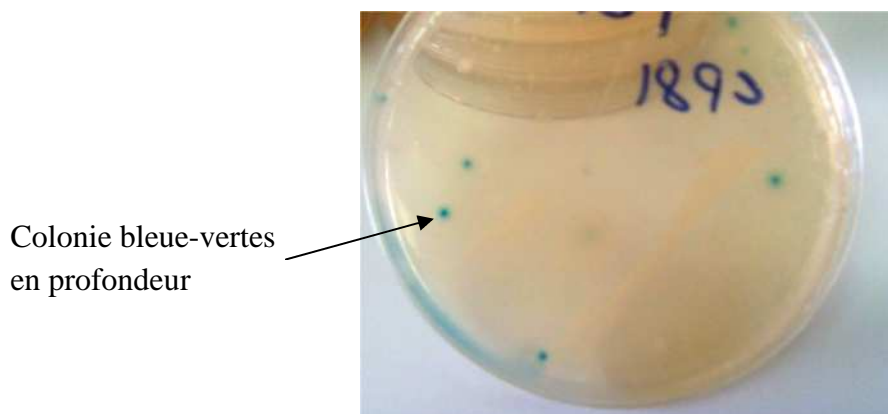
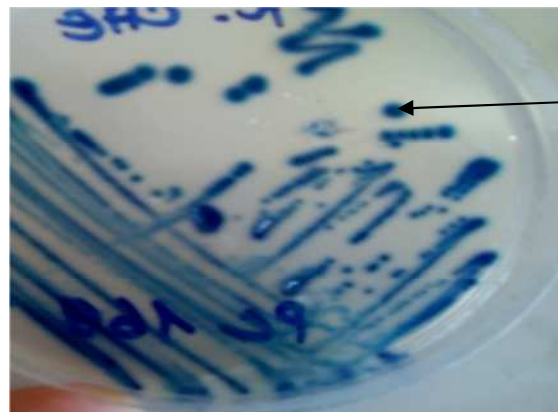


Figure 22 : Aspect des colonies d'*Escherichia coli* sur milieu TBX (Tryptone-bile-glucuronide) après incubation 24 h à 37°C.

La figure 23 montre l'aspect des colonies d'*Escherichia coli* sur milieu chromogène d'*Escherichia coli* ; elles apparaissent en surface de couleur bleues-violettes.



Colonie bleu-violette en surface

Figure 23 : Aspect des colonies d'*Escherichia coli* sur milieu chromogène d'*Escherichia coli* après incubation 24 h à 37°C.

Afin de tester les antibiotiques utilisés pour réaliser les différents antibiogrammes, nous avons utilisé la souche *Escherichia coli* ATCC25922. Les résultats obtenus (tableau VI et figure 24) comparés au tableau de valeurs critiques de la zone d'inhibition de la souche *Escherichia coli* ATCC25922 (annexe 06) montrent la validité des antibiotiques.



Figure 24 : Résultats de l'antibiogramme de la souche *Escherichia coli* ATCC 25922.

Tableau VI : Résultats de l'antibiogramme de la souche *Escherichia coli* ATCC 25922.

Antibiotique	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Interprétation
IPM : Imipénème	28	Correspond aux valeurs critiques
CAZ : Céflazidime	30	Correspond aux valeurs critiques
AMC : Amoxicilline + Acide clavulanique	19	Correspond aux valeurs critiques
AMP : Ampicilline	19	Correspond aux valeurs critiques
KZ : Céfazoline	16	Correspond aux valeurs critiques
NA : Acide nalidixique	28	Correspond aux valeurs critiques
CIP : Ciprofloxacine	32	Correspond aux valeurs critiques
CN : Gentamicine	20	Correspond aux valeurs critiques
F : Furanes	25	Correspond aux valeurs critiques
CT : Colistine	13	Correspond aux valeurs critiques
SXT : Triméthoprimine +Sulfaméthoxazole	29	Correspond aux valeurs critiques
C : Chloramphénicol	26	Correspond aux valeurs critiques
NET : Nétilmicine	24	Correspond aux valeurs critiques
TE : Tétracycline	25	Correspond aux valeurs critiques
TOB : Tobramycine	20	Correspond aux valeurs critiques
K : kanamycine	21	Correspond aux valeurs critiques

La figure 25 représente le profil d'antibiorésistance de la souche *Escherichia coli* isolée à partir de l'échantillon E20. L'interprétation des résultats est résumée dans le tableau VII.

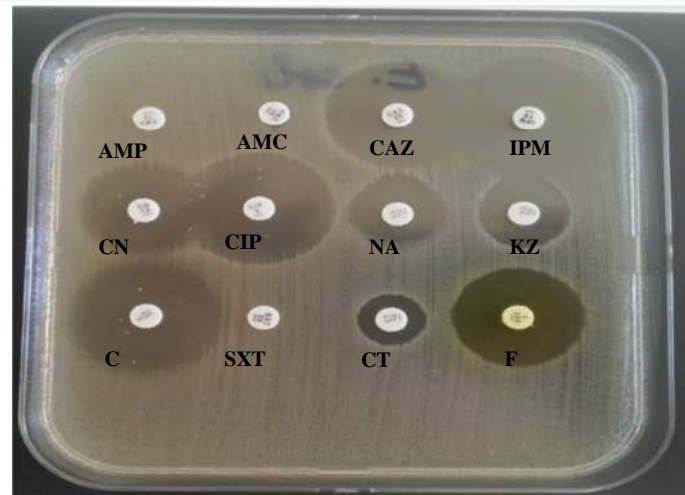


Figure 25 : Résultats de l'antibiogramme de la souche *Escherichia coli* réalisé sur milieu Mueller Hinton (MH) après incubation 24h à 37°C.

Tableau VII : Interprétation des résultats de l'antibiogramme de la souche *Escherichia coli*.

Antibiotique	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Interprétation
IPM : Imipénème	34	S : sensible
CAZ : Céflazidime	30	S : sensible
AMC : Amoxicilline + Acide clavulanique	<6	R : résistante
AMP : Ampicilline	<6	R : résistante
KZ : Céfazoline	18	R : résistante
NA : Acide nalidixique	16	I : intermédiaire
CIP : Ciprofloxacine	30	S : sensible
CN : Gentamicine	24	S : sensible
F : Furanes	27	S : sensible
CT : Colistine	14	R : résistante
SXT : Triméthoprime +Sulfaméthoxazole	<6	R : résistante
C : Chloramphénicol	29	S : sensible

La souche *Escherichia coli* testée est sensible à plusieurs antibiotiques utilisés (tableau VII) que sont : l'imipénème (10µg), la céflazidime (30µg), la ciprofloxacine (5µg), la gentamicine (10µg), les furanes (300µg) et le chloramphénicol (30µg). Elle est multirésistante ; elle présente une résistance à l'amoxicilline, à l'acide clavulanique (20/10

μg), à l'ampicilline (10μg), à la céfazoline (30 μg), à la colistine, au triméthoprim et au sulfaméthoxazole (1,25/23,75μg).

Une étude menée par DEJLIL, en 2000, a montrée une multirésistance d'une souche d'*Escherichia coli* isolée dans des denrées alimentaires en milieu hospitalier (CHU Avicenne, Rabat) au chloramphénicol, à l'oxytétracycline, au triméthoprim et au sulfaméthoxazole. Cette multirésistance serait due à leurs utilisations abusives dans l'alimentation animale.

1-4- Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

La présence des ASR dans les plats cuisinés indique une contamination fécale ancienne liée à la persistance et à la résistance dans l'environnement de ces germes.

Les analyses microbiologiques appliquées pour la recherche des anaérobies sulfito-réducteurs montrent des résultats satisfaisants à 100 %. Ceci démontre l'efficacité de l'effet thermique bactéricide de la température de cuisson. D'autres travaux, tels que ceux de GOUSSAULT (1983), ont montré que la non-conformité des plats cuisinés à base de viande (2,2%) et de légumes cuits (1,2%) est due à *Clostridium Perfringens*.

1-5- Salmonelles

Salmonella est une bactérie dont la présence dans les aliments constitue un véritable danger pour le consommateur. Fort heureusement, les analyses bactériologiques des différents échantillons prélevés des trois sites de restauration collective montrent l'absence de salmonelles dans tous les plats. La figure 26 montre l'aspect du milieu bouillon d'enrichissement sélectif (SFB) après incubation à 37°C pendant 24h. Celui-ci montre des résultats suspectent la présence des salmonelles.



Figure 26 : Aspect du milieu bouillon d'enrichissement sélectif (SFB) après incubation 24 h à 37°C.

La figure 27 présente l'aspect des colonies suspectées d'être des salmonelles sur boîte avec milieu Hektoen ; les colonies apparaissent vertes avec ou sans centre noir.

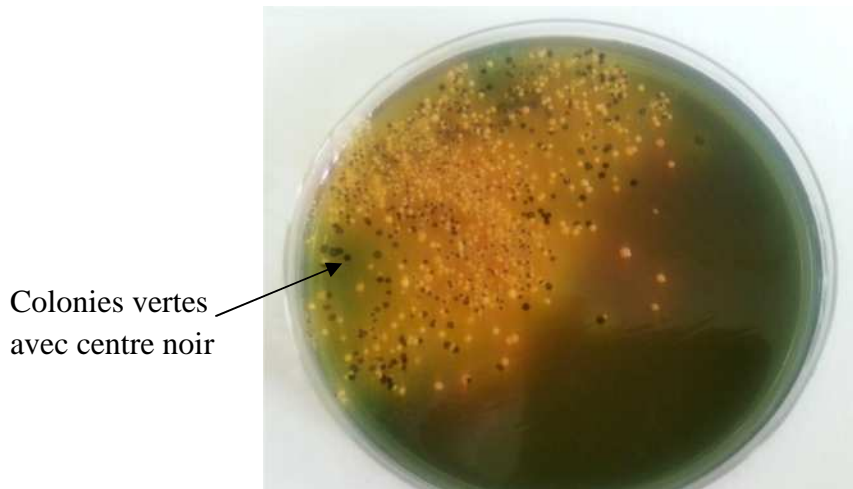


Figure 27 : Aspect des colonies suspectées d'être des salmonelles sur milieu Hektoen après 24 h à partir de bouillon SFB.

Les colonies suspectées d'être des salmonelles ont subi un test confirmatif par identification biochimique (mini galerie et api 20E). Les résultats ont montré l'absence de salmonelles dans nos échantillons. La figure 28 présente l'aspect du milieu TSI après incubation 24 h à 37°C. La présence des salmonelles se traduit par la fermentation du glucose, ainsi que par la production de H₂S et de gaz.



Figure 28 : Aspect du milieu TSI après incubation 24 h à 37°C.

La figure 29 présente l'aspect des milieux de test de la galerie biochimique après incubation 24 h (ONPG-, H₂S-, GAZ+, URE-, Indole-, TDA-, LDC+).

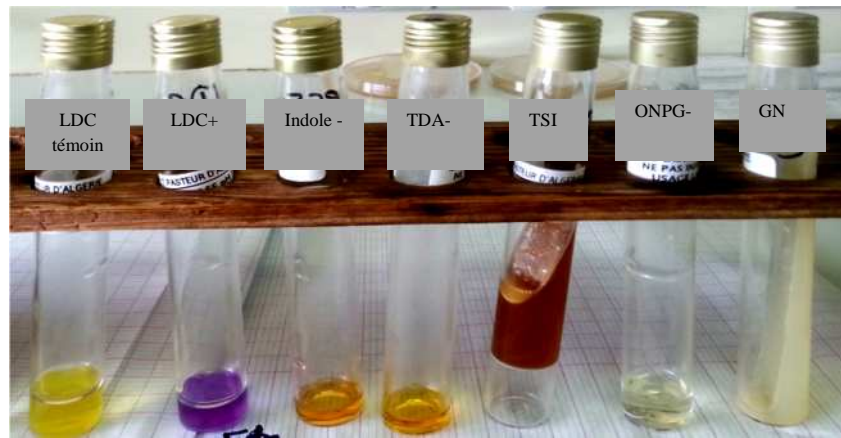


Figure 29 : Aspect des milieux de test de la galerie biochimique après incubation 24 h (ONPG-, H₂S-, GAZ+, URE-, Indole-, TDA-, LDC+).

Les résultats obtenus par la galerie API 20E (figure 30 et tableau VIII) confirment l'absence des salmonelles dans les différents échantillons analysés. Le test positif se traduit par virage de couleur ; au jaune pour les sucres et l'ONPG, au rose pour le VP et IND, au marron pour le TDA, au rouge pour ADH, LDC, ODC et apparition d'un dépôt pour le H₂S.



ONPG-ADH-LDC-ODC-CIT-H₂S-URE-TDA-IND-VP-GEL-GLU-MAN-INO-SOR-RHA-SAC-MEL-AMY-ARA

Figure 30 : Résultats de la galerie API 20E.

Tableau VIII : Résultats obtenus par galerie API 20E pour les colonies suspectées d'être des salmonelles.

Restaurant	N°	ONPG	H ₂ S	TDA	URE	INDOLE	LDC	Api 20E
Site A	E03	-	-	-	-	-	+	<i>Cronobacter spp</i>
	E08	-	-	-	-	-	-	<i>Acinetobacter baumannii</i>
	E11	+	+	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloocea</i>
	E12	-	-	+	-	-	-	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
	E13	-	-	-	-	-	-	<i>Acinetobacter baumannii</i>
	E14	-	-	-	-	+	-	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
	E15	+	+	-	-	+	+	<i>Citrobacter freundii</i>
	E16	-	-	-	+	-	-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	E17	-	-	-	-	-	-	<i>Acinetobacter baumannii</i>
	E18	-	-	-	-	-	+	<i>Stenotrophomonas malthophilia</i>
	E19	-	-	-	-	-	-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	E21	+	+	-	-	-	+	<i>Pseudomonas luteola</i>
	E22	-	-	-	-	-	-	<i>Pseudomonas flurescens</i>
	E24	-	-	-	-	-	-	<i>Pseudomonas flurescens</i>
Site B	E35	+	-	+	+	+	+	<i>Rapultella ornithinolytica</i>
Site C	E39	+	-	-	-	+	-	<i>Alcalescens</i>
	E40	+	+	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloocea</i>

Pour évaluer la sensibilité des salmonelles aux antibiotiques, nous avons utilisé une bactérie fournie par le laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement de l'IPA. La figure 31 montre les résultats de l'antibiogramme de la souche *Salmonella sp.* . Les diamètres des zones d'inhibition sont notés dans le tableau IX.

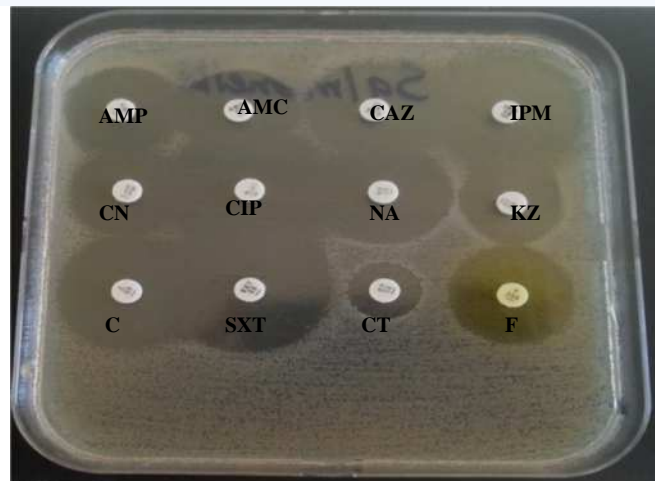


Figure 31 : Résultats de l'antibiogramme de la souche de *Salmonella* sp. réalisé sur milieu Mueller Hinton (MH) après incubation 24h à 37°C.

Tableau IX : Interprétation des résultats d'antibiogramme de la souche de *Salmonella* sp.

Antibiotique	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Interprétation
IPM : Imipénème	34	S : sensible
CAZ : Céflazidime	24	S : sensible
AMC : Amoxicilline + Acide clavulanique	20	S : sensible
AMP : Ampicilline	22	S : sensible
KZ : Céfazoline	16	R : résistante
NA : Acide nalidixique	26	S : sensible
CIP : Ciprofloxacine	36	S : sensible
CN : Gentamicine	24	S : sensible
F : Furanes	23	S : sensible
CT : Colistine	14	R : résistante
SXT : Triméthoprim +Sulfaméthoxazole	34	S : sensible
C : Chloramphénicol	29	S : sensible

Le tableau des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition des Entérobactéries qui est mentionné dans l'annexe 06. La comparaison avec nos résultats montre une résistance de cette souche à la céfazoline (30 µg) et à la colistine avec une sensibilité aux différents antibiotiques utilisés.

DEJLIL (2000) montre une résistance fréquente de cette souche aux sulfamides.

1-6-*Staphylococcus aureus*

La présence des *Staphylocoques aureus* au sein des plats cuisinés constitue un risque pour le consommateur.

Dans la présente étude, les boîtes de BP (figure 32) présentent des colonies caractéristiques (CC) de taille moyenne, de couleur gris foncé à noires, brillantes, bombées et entourées d'auréoles transparentes. Les zones opaques sont dues à l'activité lipolytique de la lécithinase qui dégrade la lécithine (des protéines de l'œuf). Des colonies sans halo (CNC) ont aussi été retrouvées.

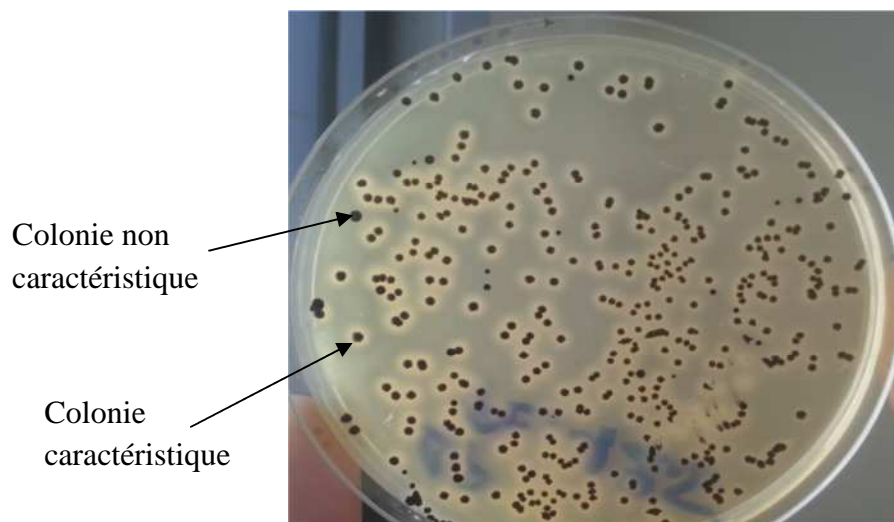


Figure 32 : Aspect des colonies de *Staphylococcus aureus* sur milieu de Baird Parker (BP) après incubation 48 h à 37°C.

A partir des CC, nous avons procédé aux tests de pré-identification (recherche de la catalase (figure 33 et tableau X) et recherche de la coagulase (figure 34 et tableau X), aux tests biochimiques et à l'antibiogramme.

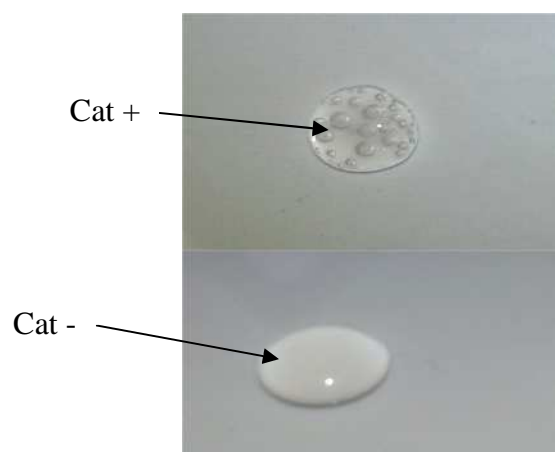


Figure 33 : Test de catalase.

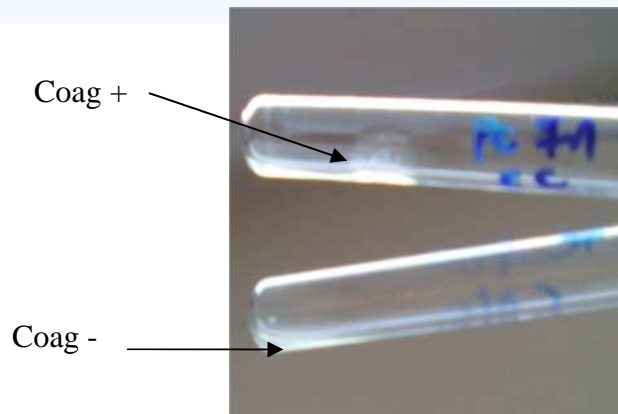


Figure 34 : Test de coagulase.

Les résultats de la galerie API Staph (figure 35) sont notés dans le tableau X. *Staphylococcus aureus* doit pouvoir dégrader tous les sucre (puits jaunes), NIT + (puit rouge) et ADH +, VP +, URE + (puits roses).

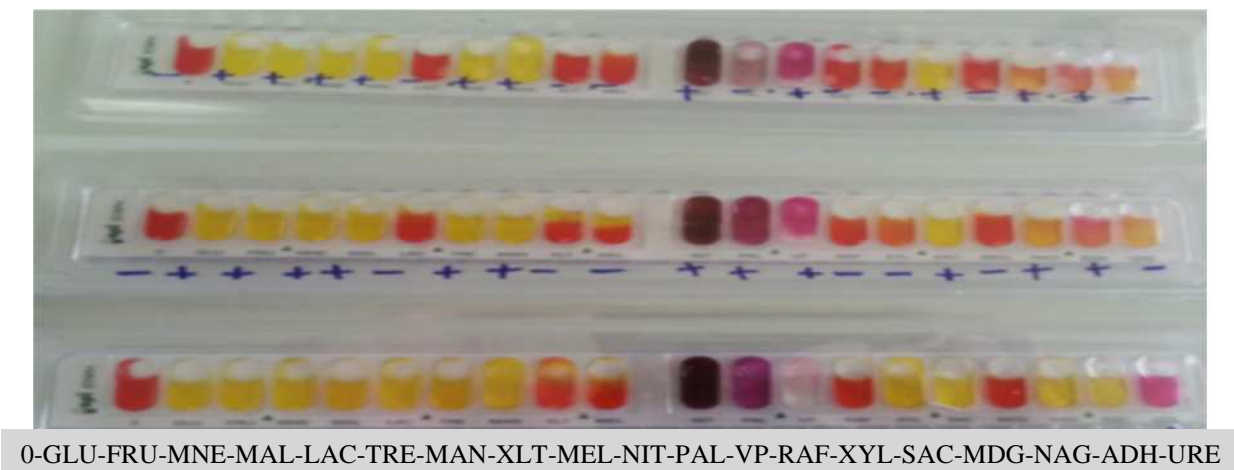


Figure 35 : Résultats de la galerie API Staph.

Tableau X: Résultats des tests de coagulase, de catalase et de la lecture de la galerie API Staph.

Restaurant	N°	Catalase	Coagulase	API Staph
Site A	E01	+	-	<i>Staphylococcus warneri</i>
	E02	+	-	<i>Staphylococcus sciuri</i>
	E04	+	-	<i>Staphylococcus xylosus</i>
	E05	+	-	<i>Staphylococcus warneri</i>
	E08	+	+	<i>Staphylococcus aureus</i>
	E09	+	+	<i>Staphylococcus aureus</i>
	E11	+	-	<i>Staphylococcus xylosus</i>
	E12	-	/	/

	E14	+	-	<i>Staphylococcus xylosus</i>
	E15	+	-	<i>Staphylococcus lentus</i>
	E16	+	-	<i>Staphylococcus xylosus</i>
	E17	+	-	<i>Staphylococcus warneri</i>
	E18	-	/	/
	E19	+	-	<i>Staphylococcus lentus</i>
	E20	+	-	<i>Staphylococcus auricularis</i>
	E21	-	/	/
	E25	+	-	<i>Staphylococcus warneri</i>
	E26	+	-	<i>Staphylococcus sciuri</i>
	E27	+	-	<i>Staphylococcus sciuri</i>
	E29	+	-	<i>Staphylococcus xylosus</i>
	E30	-	/	/
	E32	+	-	<i>Staphylococcus xylosus</i>
Site B	E33	+	-	<i>Staphylococcus sciuri</i>
Site C	E37	+	-	<i>Staphylococcus sciuri</i>
	E38	-	/	/

+ : positif - : négatif / : non recherché

Les résultats (tableau X) ont mis en évidence 20 souches du genre *Staphylococcus*, dont 2 *Staphylococcus aureus*, à catalase et coagulase positives, récupérés à partir des échantillons E08 (titli à la sauce tomate) et E09 (poulet avec sauce et légumes). Les résultats de l'antibiogramme de la souche isolée à partir de l'échantillon E09 sont présentés dans la figure 36 et le tableau XI.

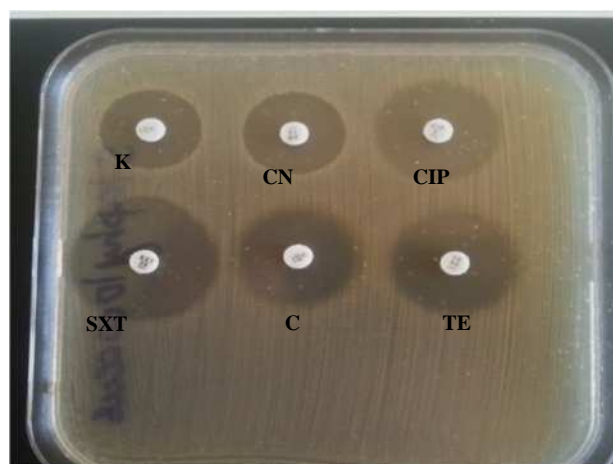


Figure 36 : Résultats de l'antibiogramme de la souche *Staphylococcus aureus*.

Tableau XI : Interprétation des résultats de l'antibiogramme de la souche *Staphylococcus aureus*.

Antibiotique	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Interprétation
TE : Tétracycline	30	S : sensible
CIP : Ciprofloxacine	28	S : sensible
K : Kanamycine	22	S : sensible
CN : Gentamicine	23	S : sensible
C : Chloramphénicol	29	S : sensible
SXT : Triméthoprime +Sulfaméthoxazole	34	S : sensible

DAUREL et LECLERCQ (2008) ont constaté que la souche de *Staphylococcus aureus* a développée une résistance croisée entre l'oxacilline et les autres bêta-lactamines produisant une pénicillinase qui inactive la pénicilline G et l'ampicilline. Dans son étude, DEJLIL (2000) montre une résistance de *Staphylococcus aureus* aux quinolones liée à des mutations des topoisomérases ; cible de ces antibiotiques. D'autre part, QUENTIN *et al.* (2001) ont constaté une résistance des souches *Staphylococcus aureus* isolées du milieu hospitalier vis-à-vis de la pénicilline, l'oxacilline, la kanamycine, la gentamicine, la tobramycine, l'amikacine, la nétilmicine, l'érythromycine, la spiramycine, la lincomycine, la pristinamycine, la tétracycline, la péfloxacin, la fosfomycine, la rifampicine, l'acide fusidique, le cotrimoxazole et la vancomycine.

1-7-*Pseudomonas aeruginosa*

Pour évaluer la sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* (bactéries psychrotrophes) aux antibiotiques, nous avons utilisé une souche fournie par le laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement de l'IPA.

La figure 37 et le tableau XII montrent les résultats de l'antibiogramme de la souche de *Pseudomonas aeruginosa*.

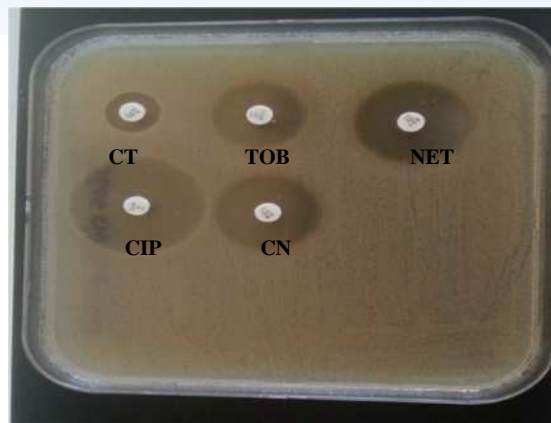


Figure 37 : Résultats de l'antibiogramme de la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

Tableau XII : Interprétation des résultats de l'antibiogramme de la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

Antibiotique	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)	Interprétation
CT : Colistine	11	I : intermédiaire
NET : Nétilmicine	27	S : sensible
TOB : Tobramycine	22	S : sensible
CN : le Gentamicine	24	S : sensible
CIP : Ciprofloxacine	32	S : sensible

En comparant au tableau de valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition de *Pseudomonas aeruginosa* mentionné dans l'annexe 06, ces résultats montrent une résistance intermédiaire de la souche pour le colistine (10 μ g) et une sensibilité pour d'autres antibiotiques utilisés ; le gentamicine (10 μ g), la tobramycine (10 μ g), le ciprofloxacine (5 μ g), le nétilmicine (30 μ g). CAVALLO et MERENS (2008) montrent que cette souche présente une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques, comme les aminopénicillines, les céphalosporines de première et de deuxième génération, les céphalosporines classiques de troisième génération, la kanamycine, le cotrimoxazole, les tétracyclines, le chloramphénicol, l'ertapénème, les macrolides et les quinolones de première génération.

2-Résultats de l'extraction des composants de végétaux à tester

2-1- Rendements des extractions

Les résultats obtenus pour les extraits des trois plantes utilisés ; *Pistacia lentiscus L.*, *Myrtus communis* et *Olea europea subsp europea var. sylvestris*, ainsi que pour la variété d'algues filamenteuses récoltées sont notés dans le tableau XIII.

Tableau XIII : Tableau récapitulatif des rendements des différents extraits végétaux préparés.

Végétaux	Extraits bruts		Fractions lipidiques		Fractions phénoliques	
	Poids d'extrait	Rendement	Volume d'extrait	Rendement	Poids d'extrait	Rendement
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	1,64 g	27,33%	0,85 ml	/	1,86 g	3,72%
<i>Myrtus communis</i>	/	/	0,23 ml	/	1,75 g	3,5%
<i>Olea europea subsp europea var. sylvestris</i>	1,08 g	13,5%	0,33 ml	/	1,96 g	3,92%
Algues filamenteuses	0,87g	14,5%	0,8 ml	/	2,04	4,08%

/ : non calculé

Le feuillage des plantes médicinales identifiés et utilisés dans notre étude avait une teneur en matière sèche brute de 27,33 % pour *Pistacia lentiscus* et 13,5 % pour *Olea europea subsp europea var. sylvestris*. Ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par MEBIROUK-BOUDCHICHE *et al.* (2014) ; ils ont retrouvé des valeurs plus élevés avec les mêmes plantes que nous avons étudiées et avec d'autres espèces arbustives méditerranéennes. Les résultats de MEBIROUK-BOUDCHICHE *et al.* (2014) étaient 49,33 %, pour *Pistacia lentiscus*, 49,92 % pour *Olea europea subsp europea var. sylvestris* et 44,10 % pour *Myrtus communis*. Tous les extraits ont pu être lyophilisés sauf celui du myrte (indisponibilité du lyophilisateur); il a été utilisé à une concentration de 0,1g/ml.

Pour les algues filamenteuses le rendement était de 14,5% et l'extrait obtenu se présente sous forme d'une couche spongieuse de couleur verte foncée.

L'usage médicinal d'une plante est généralement jugé sur la base de sa teneur en composés primaires et secondaires actifs. Dans cette partie du travail, nous nous sommes

intéressées à l'extraction des fractions lipidiques et phénoliques de 04 végétaux identifiés en suivant la méthode d'extraction par solvant utilisée par DE MARCO *et al.* (2007) et DE MARCO *et al.* (2013).

Il est important de souligner que la qualité de l'extraction est influencée par plusieurs facteurs tels que les parties de la plante utilisées comme matière de départ, le solvant utilisé pour l'extraction, la procédure d'extraction et le rapport des solvants. Les solvants les plus couramment utilisés pour l'obtention d'extraits sont l'eau, le méthanol, l'éthanol et l'acétate d'éthyle (ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014).

La présente étude a aussi permis l'extraction des fractions lipidiques des trois plantes (*Pistacia lentiscus L.*, *Myrtus communis* et *Olea europea subsp europea var. sylvestris*) et celle de l'algue filamenteuse en utilisant la méthode d'extraction par solvant décrite par DE MARCO *et al.* (2013). Lors de l'extraction, l'élimination de l'hexane n'était pas totale, empêchant le calcul du rendement en fractions lipidiques pour les 4 végétaux étudiés.

Chez le lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), le taux en composés phénoliques varie selon l'espèce et la méthode d'extraction entre 1,5 et 7,5% (AZAIZEH *et al.*, 2013). Dans leurs études, AZAIZEH *et al.* (2013) ont extrait des polyphénols de lentisque par l'acétone avec un rendement de 7,6%. Alors que cette même fraction a été extraite avec de l'acétate d'éthyle aboutissant à un rendement de 3,72 %.

La teneur en composés phénolique de *Myrtus communis* (Myrte) est de l'ordre de 3,5%, ce rendement est très inférieur à ceux obtenus par GARDELI *et al.*, (2008) qui ont réussi à extraire ces composés avec des teneurs très importantes en utilisant le méthanol, le taux en composés phénoliques varie selon la saison ; leur rendement était de 30,7% en mois de février, 35,2% en mois de mai et 37,3% en moi d'août.

L'extrait phénolique des feuilles d'oléastre (*Olea europea subsp europea var. sylvestris*) obtenu dans la nôtre étude se présente sous forme d'une fine poudre verte. Le rendement en polyphénols était de 3,92%. Alors que pour ARAB *et al.* (2014), le rendement en polyphénols totaux obtenu, à partir de 5g des feuilles par macération dans du méthanol, était de 38,74%.

L'extrait phénolique des algues filamenteuses obtenu se présente sous forme d'une poudre noire. D'après le résultat obtenu, le rendement phénolique a atteint 4,08 % par rapport à la matière sèche utilisée.

3-Résultats obtenus de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits végétaux

Les problèmes liés à l'application d'antibiotiques conventionnels, y compris la résistance aux antimicrobiens, les problèmes environnementaux, les effets secondaires et les coûts élevés ont renforcé une tendance à remplacer les antimicrobiens synthétiques par des agents alternatifs naturels (ALEKSIC et KNEZEVIC, 2014). En conséquence, des recherches approfondies ont été menées afin d'évaluer l'effet antibactérien des huiles essentielles et des extraits de plante qui ont montré leur capacité à inhiber la croissance de microorganismes pathogènes variés.

3-1-Activité antibactérienne des extraits végétaux sur les 4 espèces bactériennes

Le pouvoir bactériostatique des extraits de plantes (extraits bruts, fractions lipidiques et phénoliques) a été testé sur 04 souches bactériennes (*Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*) par la méthode de diffusion par disques a été quantifié en mesurant les diamètres des zones d'inhibitions de croissance des bactéries

Dans notre étude, la mesure des zones d'inhibition nous a permis de classer les microorganismes suivant leurs degrés de sensibilité aux différents extraits en suivant la méthodologie de MOREIRA *et al.* (2005) :

- Pour un diamètre de la zone d'inhibition inférieur ou égal à 8 mm, la bactérie est dite non sensible.
- Pour un diamètre de la zone d'inhibition compris entre 9 et 14 mm, la bactérie est dite sensible.
- Pour un diamètre de la zone d'inhibition compris entre 15 et 19 mm, la bactérie est dite très sensible.
- Pour un diamètre de la zone d'inhibition supérieur ou égal à 20 mm, la bactérie est dite extrêmement sensible.

3-1-1-Effet antibactérien des solvants utilisés

Si les extraits doivent être soumis aux essais biologiques, la toxicité du solvant peut également être critique car même en traces, le solvant ne devrait pas empêcher le procédé biologique.

Pour cela les solvants utilisés ont été testés comme des témoins, les résultats montrent que l'hexane et l'eau distillée ne présentent aucun effet sur la croissance normale des souches microbiennes. Alors qu'avec l'acétate d'éthyle et le méthanol ont présenté des zones d'inhibition, les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau XIV et figure 38:

Tableau XIV : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des souches bactériennes en présence des solvants utilisés.

		Solvants utilisés			
		Acétate d'éthyle	Méthanol	Hexane	Eau distillée
Bactéries	<i>Salmonella sp.</i>	8	10	<6	<6
	<i>Staphylococcus aureus</i>	12	15	<6	<6
	<i>Escherichia coli</i>	<6	<6	<6	<6
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14	8	<6	<6

Unité (mm)

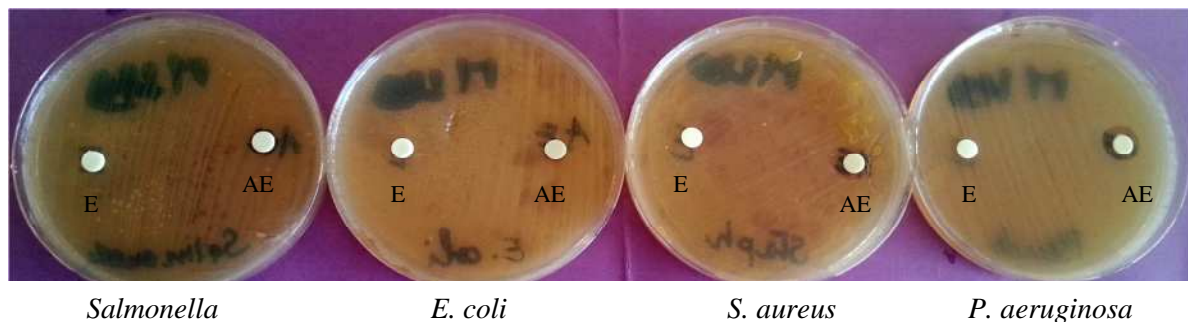


Figure 38: photos représentant les zones d'inhibition des solvants utilisés comme témoins (E : eau, AE : acétate d'éthyle) étudiées sur *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Salmonella sp.*

L'attention devrait également être prêtée aux interactions possibles entre le solvant et les corps dissous pendant que le solvant peut réagir avec certains composés pour produire des complexes ou pour causer la décomposition, la déshydratation, ou l'isomérisation de ces composés (YRJÖEN, 2004).

3-1-2- Effet antibactérien du myrte (*Myrtus communis*)

Les résultats de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits du myrte sont présentés dans le tableau XV et figure 39.

Tableau XV : Résultats de l'aromatogramme des extraits du myrte.

Extrait	Diamètres des zones d'inhibition (mm)			
	<i>Salmonella sp.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Extrait brut	<6	15	<6	10
Fraction lipidique	8	15	<6	<6
Fraction lipidique dilué dans le méthanol	8	33	8	<6
Polyphénols	7	12	9	12

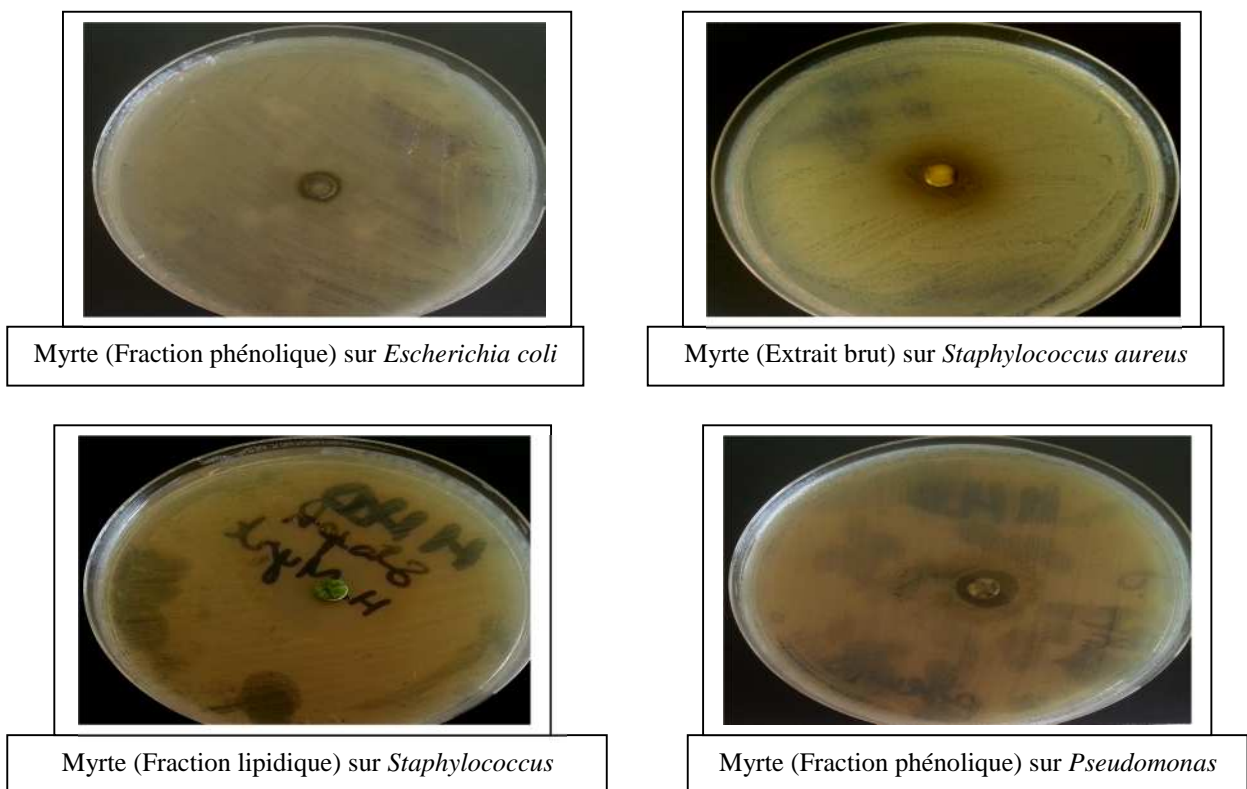


Figure 39 : Photos représentant les zones d'inhibition des certains extraits de myrte sur les bactéries.

Les propriétés antibactériennes de l'extrait brut de *Myrtus communis* à 0,1 g/ml d'eau distillée envers *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* ont été démontrées dans la présente étude avec des diamètres des zones d'inhibitions de 15 et 10 mm, respectivement.

ALEM *et al.* (2008) ont mentionné un effet bactéricide de ce même extrait envers *S. aureus*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella Typhi*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, avec des diamètres de zone d'inhibition de 19 mm, 17 mm, 12 mm, 11mm et 8 mm respectivement.

La fraction lipidique extraite de myrte a montré un effet antibactérien sur *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de zone d'inhibition de 15 mm. Ce même extrait (la fraction lipidique extraite de Myrte) dilué dans du méthanol (0,5 ml d'extrait dans 1 ml de méthanol) a permis d'observer une sensibilité extrême avec la même bactérie ; cet effet est dû au méthanol. En effet, un effet synergique (tableaux XVI et XVII) a pût être observé. D'autres bactéries testées présentent une résistance vis-à-vis de cet extrait (fraction lipidique).

De même, AKIN *et al.* (2010) ont montré l'effet antibactérien de l'huile essentielle des feuilles de *Myrtus communis* sur *Staphylococcus aureus*, *Listéria monocytogenes*, *Salmonella Typhi*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et *Pseudomonas aeruginosa*. BERKA-ZOUGALI *et al.* (2012) ont montré un effet antibactérien de l'huile essentielle des feuilles de *Myrtus communis* sur *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Salmonella Enterica*, *Enterobacter cloacea*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*, *Staphylococcus aureus* CIP 7625) et *Listéria monocytogenes* CIP 82110.

Les résultats obtenus de l'effet des polyphénols de myrte extraits par l'acétate d'éthyle puis dilué, après lyophilisation, dans le méthanol à une concentration de 1,13 g/ml montrent un effet antibactérien faible vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* avec des zones d'inhibitions de 12 mm, alors que *Salmonella sp.* et *Escherichia coli* présentent une résistance à cet extrait.

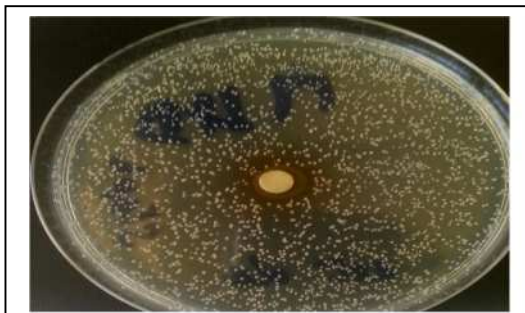
Pour le même extrait (fraction phénolique de myrte), GORTZI *et al.* (2008) ont montré un effet antibactérien avec des zones d'inhibition de diamètre : de 14 mm pour *Staphylococcus aureus*, de 12 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* et *Escherichia coli* et un diamètre de 10 mm pour *Listeria monocytogenes*. De même, AMENSOUR *et al.* (2010) montrent une activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de feuilles *Myrtus communis* envers *Listeria monocytogenes* et *Pseudomonas aeruginosa*.

3-1-3- Effet antibactérien de l'oléastre (*Olea europea subsp europae var. sylvestris*)

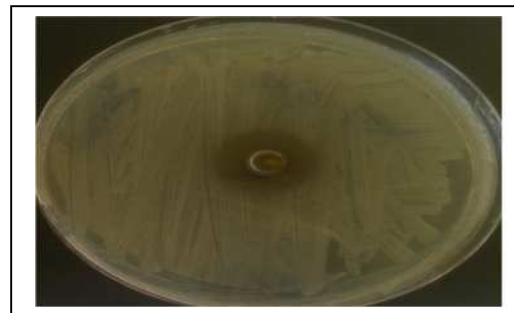
Les résultats de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits de l'oléastre sont présentés dans le tableau XVI et figure 40.

Tableau XVI : Résultats de l'aromatogramme des extraits de l'oléastre.

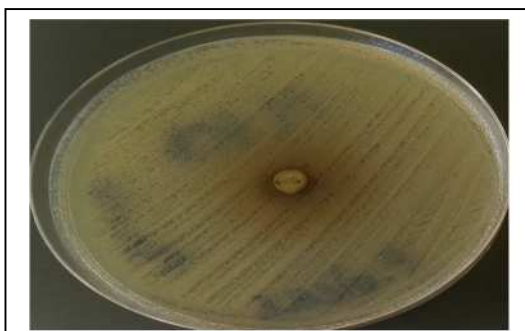
Extrait	Diamètres des zones d'inhibition (mm)			
	<i>Salmonella sp.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Extrait brut	<6	12	<6	<6
Fraction lipidique	<6	<6	<6	<6
Fraction lipidique dilué dans le méthanol	<6	8	<6	<6
Polyphénols	8	15	<6	10



Oléastre (Extrait brut) sur *Staphylococcus aureus*



Oléastre (Fraction phénolique) sur *S. aureus*



Oléastre (Fraction phénolique) sur *P. aeruginosa*



Oléastre (Fraction phénolique) sur *Salmonella sp.*

Figure 40 : Photos représentant les zones d'inhibition des extraits de l'oléastre sur les bactéries.

Dans notre étude, l'extrait brut d'*Olea europea subsp europae var. sylvestris*, concentré à 0,2 g/ml d'eau distillée, montre un effet inhibiteur faible contre *S. aureus* avec un diamètre de 12 mm. Par contre, les trois autres bactéries n'ont montré aucune sensibilité envers cet extrait.

Cette différence de résultats peuvent être expliquée par la différence de composition de la paroi ; les souches à Gram négatif limitent la diffusion des composés hydrophobes par la membrane externe riche en polysaccharides (AYAD *et al*, 2011). Alors que la paroi des bactéries à Gram positif est riche en protéines, et par conséquent, elles sont moins protégées contre les agents antibactériens. En effet, le peptidoglycane n'entrave que la diffusion des molécules à plus de 50 000 Daltons (HOGAN et KOLTER, 2002).

La fraction lipidique des feuilles d'oléastre ne semble avoir aucun effet antibactérien sur les 4 souches testées.

Concernant la fraction phénolique des feuilles d'oléastre (concentrée à 1,13 g/ml de méthanol), *Staphylococcus aureus* a présenté une sensibilité importante (17mm de diamètre de zone d'inhibition), alors que *Pseudomonas aeruginosa* a présenté une sensibilité faible (10mm de diamètre de zone d'inhibition). Les polyphénols peuvent agir par inhibition de la synthèse d'acides nucléiques, altération des fonctions de la membrane cytoplasmique, séquestration de substrats nécessaires à la croissance microbienne ou inhibition du métabolisme énergétique microbien (JUNGKIND, 1995).

3-1-4- Effet antibactérien de l'algue verte filamenteuse

Les résultats de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits de l'algue verte filamenteuse sont présentés dans le tableau XVII et figure 41.

Tableau XVII : Résultats de l'aromatogramme des extraits de l'algue verte filamenteuse.

Extrait	Diamètres des zones d'inhibition (mm)			
	<i>Salmonella sp.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Extrait brut	<6	<6	<6	<6
Fraction lipidique	<6	<6	<6	<6
Fraction lipidique dilué dans le méthanol	<6	<6	<6	<6
Polyphénols	12	14	10	10

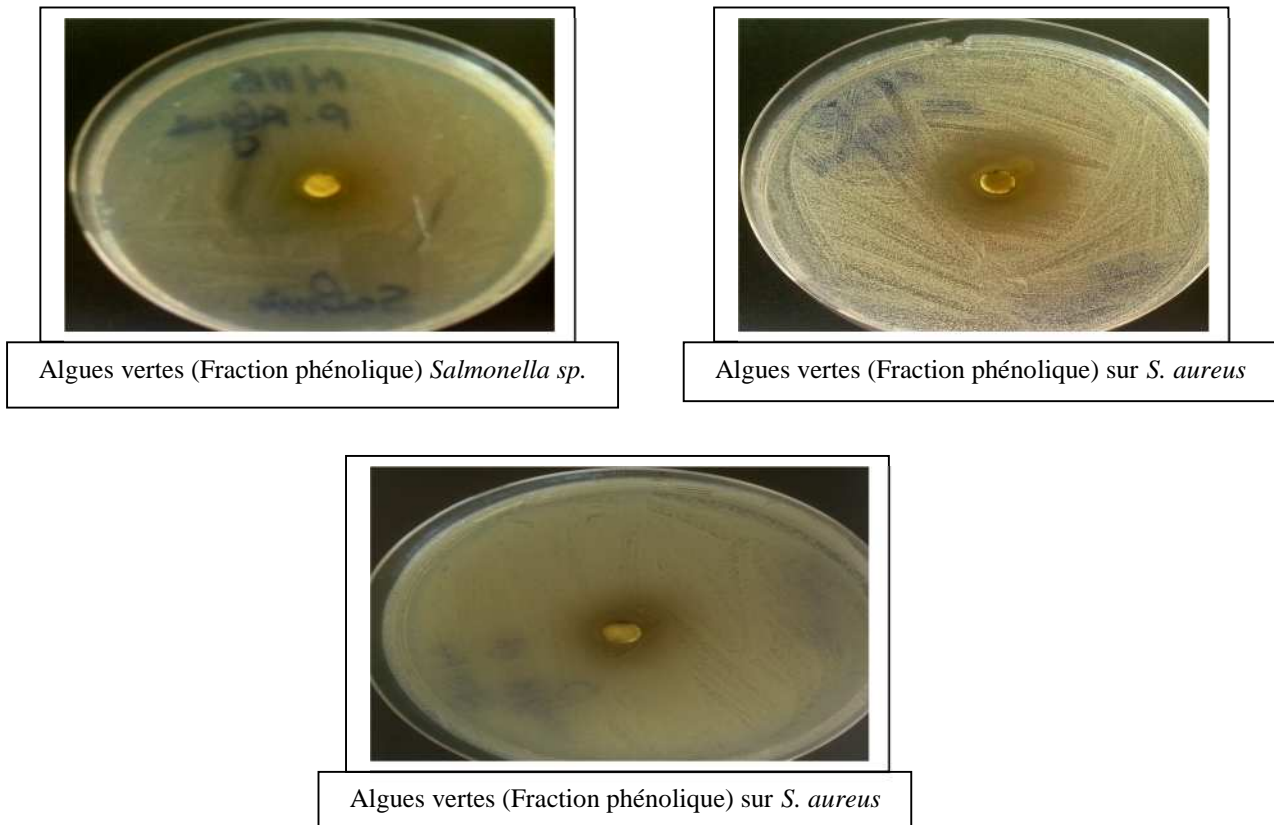


Figure 41 : Photos représentant les zones d'inhibition des extraits de l'algue verte sur les bactéries

D'après les résultats (Tableau XVII) les quatre souches : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella sp.* n'ont présenté aucune sensibilité (diamètre <6) vis-à-vis de trois extraits d'algues filamenteuses (extrait brut, fraction lipidique, fraction lipidique diluée dans le méthanol). Par contre, la fraction phénolique extraite à partir des algues filamenteuses semble avoir un effet antibactérien sur les 4 souches étudiées.

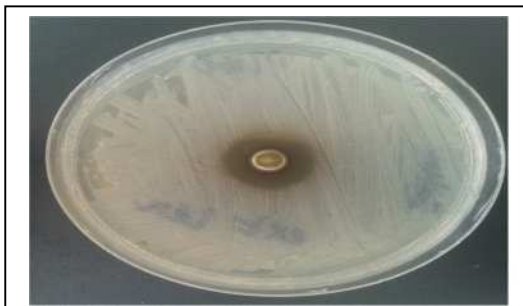
L'effet antimicrobien des polyphénols, essentiellement les tanins et les flavonoïdes, peut être expliqué par l'inhibition de la croissance bactérienne suite à leur adsorption sur les membranes cellulaires, l'interaction avec les enzymes ou la privation en substrats et ions métallique. Cette toxicité est fonction du site et du nombre de groupements hydroxyles présents sur le composé phénolique (DHAOUADI *et al.*, 2010). L'activité antibactérienne des substances actives d'origine végétale dépend surtout de la nature des bactéries Gram+ ou Gram- (BASLI, 2012).

3-1-5- Effet antibactérien du lentisque (*Pistacia lentiscus. L*)

Les résultats de l'étude de l'activité antibactérienne des extraits du lentisque sont présentés dans le tableau XVIII et figure 42.

Tableau XVIII : Résultats de l'aromatogramme des extraits du lentisque.

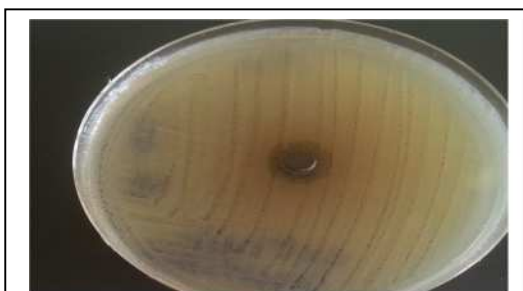
Extrait	Diamètres des zones d'inhibition (mm)			
	<i>Salmonella sp.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Extrait brut	18	19	11	11
Fraction lipidique	<6	8	10	<6
Fraction lipidique diluée dans le méthanol	11	8	8	9
Polyphénols	<6	17	12	<6



Lentisque (Extrait brut) sur *Salmonella sp.*



Lentisque (Extrait brut) sur *Staphylococcus aureus*



Lentisque (Extrait brut) sur *Escherichia coli*



Lentisque (fraction lipidique) sur *Escherichia coli*

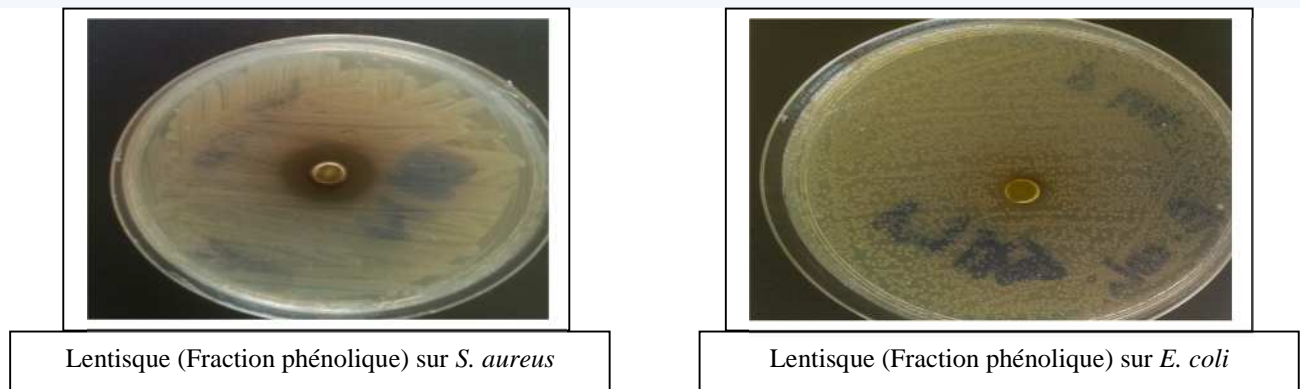
Lentisque (Fraction phénolique) sur *S. aureus*Lentisque (Fraction phénolique) sur *E. coli*

Figure 42 : Photos représentant les zones d'inhibition des extraits de lentisque sur les bactéries.

Dans notre étude, l'extrait brut de *Pistacia lentiscus. L* à une concentration de 0,2 g/ml d'eau distillée, montre un effet inhibiteur contre toutes les bactéries pathogènes testées, notamment, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella sp.* qui sont très sensibles avec des diamètres de zones d'inhibition de 19 mm et 18 mm, respectivement ; pour, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* avec les diamètres de zones d'inhibition étaient de 11 mm. BAMMOU *et al.* (2015) ont notés l'effet de cet extrait brut sur *Staphylococcus aureus* et *Proteus mirabilis* avec des sensibilités extrêmes (diamètres de zones d'inhibition de 27 mm).

La fraction lipidique extraite du lentisque montre un faible effet antibactérien sur *Escherichia coli* avec une zone d'inhibition de 10 mm, alors que les autres bactéries testées présentent une résistance à cet extrait. La fraction aqueuse extraite par BAMMOU *et al.* (2015) montre un effet antibactérien très faible sur *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de $8,66 \pm 0,57$ mm mais aucun effet sur *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Proteus mirabilis*.

Une étude menée par une équipe marocaine a démontré que les huiles essentielles extraites de *Pistacia lentiscus* montrent une forte activité antibactérienne envers *Klebsiella pneumonia*, mais aucun effet sur *Pseudomonas aeruginosa* (MHARTI *et al.*, 2011). Dans leur étude, MEZNI *et al.* (2012) ont testé l'effet antibactérien *in vitro* de l'huile de lentisque contre deux bactéries aérobies: *Salmonella typhimurium* NCTC 6017 et *Escherichia coli* ATCC 8739 et une bactérie anaérobie *Clostridium perfringens* MG 109. Ces auteurs ont attribué l'absence d'effet antibactérien significatif envers les bactéries à Gram négatif (*Salmonella typhimurium* NCTC 6017 et *Escherichia coli* ATCC8739) à la structure de la paroi cellulaire de ces bactéries qui présente des lipoprotéines et des lipopolysaccharides qui constituent un obstacle

à des composés hydrophobes tels que l'huile de lentisque. DJENENE *et al.*, (2011) montrèrent dans leur étude l'effet bactéricide de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* commercialisée envers *Listeria monocytogenes* CECT 935 avec un diamètre de zone d'inhibition de $19,75 \pm 3,2$ mm. Ces mêmes auteurs ont démontré aussi l'effet bactéricide de l'huile essentielle de *Satureja montana* commercialisée envers *Listeria monocytogenes* CECT 935 avec un diamètre de zone d'inhibition de $38,50 \pm 2,5$.

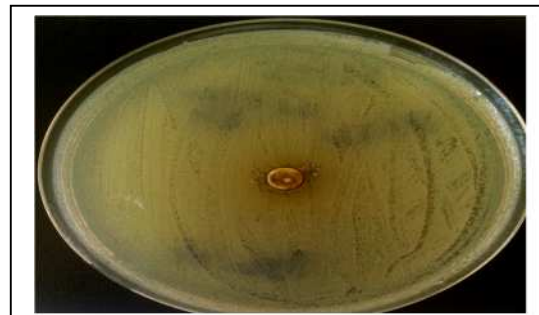
Les propriétés antibactériennes des composés phénoliques extraits de lentisque, utilisés à une concentration de 1,13 g/ml de méthanol, montrent un effet inhibiteur sur *Staphylococcus aureus* (très sensible avec un diamètre de zone d'inhibition de 17 mm) et *Escherichia coli* (sensible avec un diamètre de zone d'inhibition de des diamètres de 12mm). Cet extrait n'a présenté aucun effet envers *Salmonella* sp. et *Pseudomonas aeruginosa*.

Dans leur étude, BAMMOU *et al.* (2015) ont noté l'effet de cet extrait (fraction phénolique de lentisque) sur *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de 8 mm, mais aucun effet n'a été observé sur *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Proteus mirabilis*.

Les diamètres des zones d'inhibition sont en fonction de la dose de la solution déposée sur le disque. Cette étude a permis d'enregistrer des zones d'inhibitions de diamètres inférieurs pour les dilutions (figure 43).



Pseudomonas aeruginosa (extrait brut de Lentisque 11 mm).



Pseudomonas aeruginosa (extrait brut de Lentisque (dilution 1/2) 8 mm).



Staphylococcus aureus (extrait brut de Lentisque 19 mm).



Staphylococcus aureus (extrait brut de Lentisque (dilution 1/2) 8 mm).

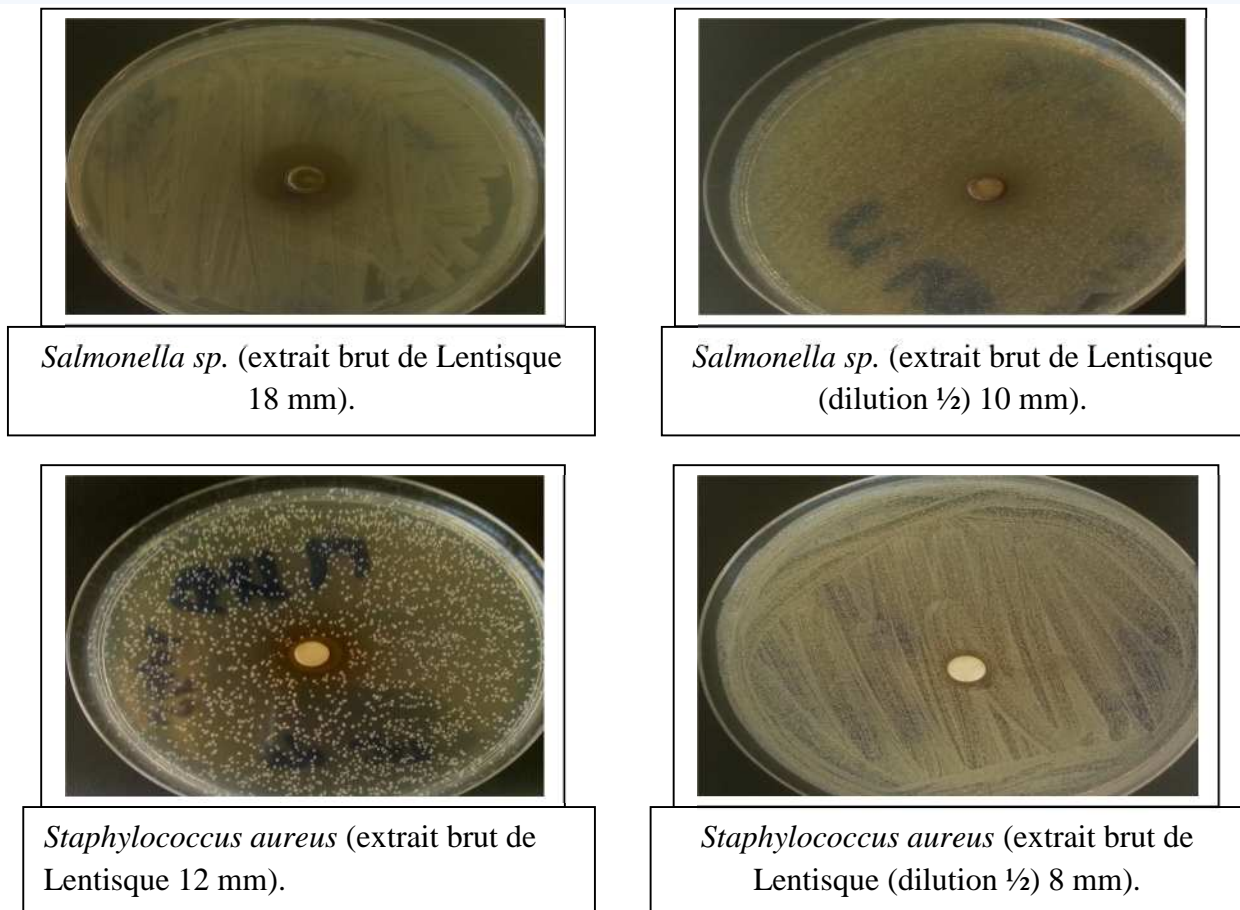


Figure 43: photos représentant les zones d'inhibition de l'extrait brut de Lentisque (solution mère vers la droite et sa dilution 1/2 vers la gauche) étudiées sur *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella sp.*

3-2-Evaluation du pouvoir antibactérien (bactériostatique ou bactéricide) des extraits des végétaux

La dilution en milieu liquide (BHIB) nous a permis de définir les concentrations minimales inhibitrices (CMI). Après incubation 24 h à 37°C, le développement bactérien se traduit par un trouble et la CMI est estimée au premier tube qui ne présente pas ce trouble.

L'ensemencement des tubes présentant une inhibition du développement bactérien sur géloses nutritives permet de déterminer la concentration minimale bactéricide (CMB), l'effet bactéricide se traduit par le non développement des souches bactériennes.

Les résultats et la nature de l'activité antibactérienne des extraits bruts du lentisque, de l'oléastre et du myrte (l'extrait brut d'algue, n'ayant donné aucun résultat satisfaisant, n'a pas fait l'objet de ces tests) sont résumés dans le tableau XIX.

Tableau XIX: Nature de l'activité antibactérienne des extraits bruts sélectionnés (Lentisque, Oléastre, Myrte) sur *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *Salmonella sp.*

	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	CMI et CMB (mg/ml d'eau distillée)	Nature de l'activité
Extrait brut de Lentisque sur <i>S. aureus</i>	-	-	-	-	-	+	CMI=9,37	Bactériostatique
	+	+	+	+	+	/	CMB= /	
Extrait brut de Lentisque sur <i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	+	+	+	CMI=37,5	Bactériostatique
	+	+	+	/	/	/	CMB= /	
Extrait brut d'Oléastre sur <i>Salmonella sp.</i>	-	-	-	-	+	+	CMI=18,75	Bactériostatique
	+	+	+	+	/	/	CMB= /	
Extrait brut de Lentisque sur <i>Salmonella sp.</i>	-	-	-	-	-	+	CMI=9,37	Bactériostatique
	+	+	+	+	+	/	CMB= /	
Extrait brut de Myrte sur <i>S. aureus</i>	-	-	-	+	+	+	CMI=37,5	Bactériostatique
	+	+	+	/	/	/	CMB= /	

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice. CMB : Concentration Minimale Bactéricide.
 - : pas de croissance bactérienne. + : croissance bactérienne. / : non recherché.

D'après les résultats obtenus, les extraits sélectionnés n'ont pas d'effet bactéricide par contre, ils ont uniquement un effet inhibiteur (bactériostatique) de la croissance sur les quatre souches étudiées.

La CMI la plus faible est attribuée à l'extrait brut de Lentisque sur *Staphylococcus aureus* et sur *Salmonella sp.* (CMI = 9,37 mg/ml d'eau distillé). Cette valeur a été déterminée à une dilution de 1/32.

Par contre, il est aisé de constater que pour l'extrait brut de Lentisque sur *Pseudomonas aeruginosa* et l'extrait brut de Myrte sur *Staphylococcus aureus*, les bactéries ont pu croître à des dilutions de 1/8. Par conséquent, la CMI est limitée à 37,5 mg/ml d'eau distillé.

Plus les CMI sont faibles plus l'activité antibactérienne des extraits est meilleure. Les valeurs des CMI sont inversement proportionnelles aux diamètres des zones d'inhibition révélées avec la méthode des disques (BEKHECHI *et al.*, 2008).

D'après les résultats, la CMI devient plus élevée pour les bactéries à Gram négatif. Ceci peut être expliqué par la présence de pompes "*multi drug*" qui traversent les deux membranes cellulaires externe et interne, ce qui contribue à la résistance des bactéries à Gram négatif ; ces pompes peuvent expulsées divers produits (détergents, colorants et antibiotiques) (NIKAIDO, 1998).

Conclusion
générale

Conclusion générale

En Algérie, la restauration collective prend de plus en plus d'ampleur, et plus particulièrement la restauration scolaire et universitaire. La fréquence de consommation des plats au niveau de ce type de restaurations est relativement élevée ce qui augmente les risques d'intoxications alimentaires collectives suite à la contamination des aliments servis par des entéropathogènes. La préparation de repas de bonne qualité microbiologique exige le respect de nombreuses règles d'hygiène à plusieurs niveaux : matières premières, environnement de préparation, personnel et savoir-faire. En effet, une attention particulière devrait être accordée à toutes les causes d'intoxication alimentaire. C'est dans ce contexte que notre étude s'inscrit ; elle a pour objectif général de contribuer à l'étude de la qualité bactériologique des plats servis dans des restaurations collectives. Il s'agit de façon spécifique de déterminer la charge bactérienne de ces repas et d'apprécier le niveau de contamination suivant les germes. Notre étude vise aussi à contribuer à lutter contre ces TIAC en proposant de nouvelles molécules à activité antibactérienne d'origine végétale.

Cette étude qui porte sur un total de 41 échantillons prélevés dans 03 sites de restauration collective à Alger a donné des résultats satisfaisants à 63,41% et des résultats non satisfaisants à un pourcentage de 26,82% et même avec présence de 2 repas toxiques. L'appréciation du niveau de contamination des échantillons suivant les germes révèle que pour : la flore mésophile aérobie totale 93,75% des résultats sont satisfaisants et seulement 6,25% sont non satisfaisants. Les résultats pour les coliformes totaux sont à 56,25% des résultats satisfaisants et 31,25% non satisfaisants. Les résultats obtenus pour la flore fécale à 44°C montrent un pourcentage élevé pour les résultats non satisfaisants (62,5%) et 12,5% pour les repas toxiques.

Dans notre étude, nous avons mis en évidence la présence de 20 souches du genre de *Staphylococcus*, dont 02 souches de *Staphylococcus aureus* à catalase et coagulase positives avec des valeurs non satisfaisantes. La présente étude a aussi révélé la présence d'*Escherichia coli* dans 19,51% des échantillons analysés.

Les analyses microbiologiques montrent l'absence des anaérobies sulfite-réducteurs. Ceci prouve l'efficacité de l'effet bactéricide de la température de la cuisson. Ces analyses montrent aussi l'absence des *Salmonelles* dans tous les plats.

Cette étude révèle qu'au niveau du service de restauration collective dans la wilaya d'Alger, il faudrait en urgence former le personnels de restauration vis-à-vis des règles élémentaires d'hygiène, afin d'assurer les bonnes pratiques d'hygiène depuis la constitution

Conclusion générale

du repas jusqu'à sa distribution. Un contrôle strict du programme de nettoyage et de désinfection doit être entrepris.

L'usage des plantes médicinales peut apporter directement des réponses à certains problèmes de santé, notamment les problèmes liés à l'application d'antibiotiques conventionnels, y compris la résistance. La présente étude a permis de démontrer une activité antibactérienne de plusieurs extraits végétaux. Cette activité s'est avérée moindre par rapport à celle des antibiotiques communs produits par les bactéries et les champignons, mais reste néanmoins très prometteuse, vu que les extraits préparés peuvent subir des purifications des molécules cibles à effet bactéricide.

L'étude a notamment démontré que *Salmonella sp.* présente une sensibilité importante à l'extrait brut de *Pistacia lentiscus L.* Cet effet s'est avéré moindre en présence des polyphénols présents dans l'extrait phénolique d'algues filamenteuse. Aussi, *Staphylococcus aureus* présente une grande sensibilité à l'extrait brut et aux polyphénols de *Pistacia lentiscus L.*, aux polyphénols extraits d'*Olea europea subsp europae var. sylvestris*, à l'extrait brut et aux lipides de *Myrtus communis*. Cette souche présente une sensibilité intermédiaire aux polyphénols de l'algue verte utilisée et aux polyphénols de *Myrtus communis*. La souche d'*Escherichia coli* présente une sensibilité aux différents extraits de *Pistacia lentiscus* testés, aux polyphénols extraits de l'algue filamenteuse et de *Myrtus communis*. *Pseudomonas aeruginosa* présente une faible sensibilité à l'extrait brut de *Pistacia lentiscus* et de *Myrtus communis*, et aussi aux polyphénols extraits d'*Olea europea subsp europae var. sylvestris*, de l'algue verte filamenteuse et de *Myrtus communis*.

Notre étude sur l'activité antibactérienne de ces plantes médicinales de la région méditerranéenne, y compris la variété d'algue filamenteuse, constitue une contribution à une meilleure connaissance de l'effet antibactérien de leurs extraits. Ces plantes médicinales peuvent être proposées comme additifs supplémentaires à la préparation des plats proposés en collectivités pour leurs effets antibactériens afin de prévenir d'éventuelles proliférations bactériennes et/ou sécrétions de toxines bactériennes dans les aliments.

Cette étude sera complétée, à l'avenir, en testant des concentrations plus élevées d'extraits sur les mêmes souches et sur d'autres souches microbiennes. Une sélection des molécules cibles est aussi envisagée. Une identification de l'algue étudiée devra être réalisée et tous les extraits étudiés, notamment ceux de l'algue filamenteuse, devront subir des tests de toxicité.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

A

- ABOUDA Y., BOUAFIA N., MAHJOUB M., BANNOUR W., MZOUGHRI R. et NJAH M. (2014).** Évaluation de la qualité bactériologique des aliments servis à l'hôpital de Sousse (Tunisie) entre 2005 et 2010, Science Direct ; Nutr clin et métab.
- AIDI WANNES W., MHAMDI B., SRITI J., BEN JEMIA M., OUCHIKH O., HAMDAOUI G., KCHOUK M.E. et MARZOUK B. (2010).** Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower ; Food Chem Toxicol ,48:13 ; P 62–70.
- AISSI O., BOUSSAID M. et CHOKRI M. (2016).** Essential oil composition in natural populations of *Pistacia lentiscus* L. from Tunisia: Effect of ecological factors and incidence on antioxidant and antiacetylcholinesterase activities ; Industrial Crops and Products, 91 ; P 56–65.
- AIT SAID S., FERNANDEZ C., GREFF S., TORRE F., DERRIJ A., GAUQUELIN T.H., MEVY J-P. (2011).** Inter-Population variability of terpenoid composition in leaves of *Pistacia lentiscus* L from Algeria : A chemecological approach, revue molecules.
- AKIN M., AKTUMSEK A. et NOSTRO A. (2010).** Antibacterial activity and composition of the essential oils of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn and *Myrtus communis* L. growing in Northern Cyprus. Afr J Biotechnol;9(4):531–5.
- ALEKSIC V. et KNEZEVIC P. (2014).** Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L; Microbiological Research, 169 ; P 240– 254.
- ALEKSIC V. et KNEZEVIC P. (2014).** Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L; Microbiological Research, 169 ; P 240– 254.
- ALEM G, MEKONNEN Y, TIRUNEH M et MULU A. (2008).** In vitro antibacterial activity of crude preparation of myrtle (*Myrtus communis*) on common human pathogens. Ethiop Med J ;46(1):63–9.
- AMAT-ROSE J.M. (1997).** Dynamiques porteuses de risque en Europe, Lettre de l'infectiologue, n°12, 326-327.

Références bibliographiques

- AMENSOUR M., BOUHDID S., FERNANDEZ-LOPEZ J., IDAOMAR M., SENHAJI N.S. et ABRINI J. (2010).** Antibacterial activity of extracts of *Myrtus communis* against food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *Int J Food Prop*;13:1215–24.
- ARAB K., BOUCHENAK O. et YAHIAOUI K. (2013).** Évaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé, *Afrique SCIENCE* 09 (3), P : 159 – 166.
- ARAB K., BOUCHENAK O., YAHIAOUI K. (2014).** Phytochemical study and evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of essential oils and phenolic compounds of *Pistacia lentiscus L* ; *Fundment. Appl. Sci.*6, (1) ; P 77-91.
- ARRETE DU 21 DECEMBRE 2009,** relatif aux règles sanitaires applicables aux activités de commerce de détail, d'entreposage et de transport de produits d'origine animale et denrées alimentaires en contenant ; annexe IV : dispositions particulières applicables aux établissements de restauration collective.
- ATER M., BARBARA H. et KASSOUT J. (2016).** Importance des variétés locales, de l'oléastre et des pratiques traditionnelles de l'oléiculture dans la région de Chefchaouen (Nord du Maroc). Montpellier : CIHEAM. p. 109-121. (Options Méditerranéennes : Série A. : Séminaires Méditerranéens ; n. 118).
- AYADI S., JERRIBI C. et ABDERRABBA M. (2011).** Extraction et étude des huiles essentielles de *Rosmarinus Officinalis* cueillie dans trois régions différentes de la Tunisie. *Journal de la Société Algérienne de Chimie* 21, 25-33.
- AZAIZEH H., HALAHLEHA F., ABBASA N., MARKOVICSC A., MUKLADAD H., UNGARD E.D. et LANDAUD S.Y. (2013).** Polyphenols from *Pistacia lentiscus* and *Phillyrea latifolia* impair the exsheathment of gastro-intestinal nematode larvae ; *Veterinary Parasitology* 19 ; P : 44– 50.

B

- BACHA D. (2015).** Gestion d'une toxi-infection alimentaire collective en milieu militaire ; la revue médicale de l'HMRUO ; Vol 2, N°1 ; P 62-63.
- BAMMOU M., DAOUDI A., SLIMANI I., NAJEM M., BOUIAMRINE EI H., IBIJBIJEN J. et NASSIRI L. (2015).** Valorisation du lentisque « *Pistacia lentiscus L* » : Étude ethnobotanique, Screening photochimique et pouvoir antibactérien ; *Journal of Applied Biosciences* 86 ; P 7966– 7975.

Références bibliographiques

- BASLI A., CHIBANE M., MADANI K. et OUKIL N. (2012).** Phytothérapie : Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: *Origanum glandulosum* Desf. Ed : Springer-Verlag France; Volume 10, Issue 1, pp 2–9.
- BEGHLAL D., EL BAIRI K.H., MARMOUZI I., HADDAR L. et BOUKILI M. (2016).** Phytochemical, organoleptic and ferric reducing properties of essential oil and ethanolic extract from *Pistacia lentiscus* (L.) ; Asian Pacific Journal of Tropical Disease ,6 (4) ; P 305-310.
- BEKHECHI C., ATIK-BEKKARA F. et ABDELOUAHID D.E. (2008).** Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie. Phytothérapie 6, 153-159.
- BELAUD G., DORCHIES D., BAUME J.P., MALATERRE P.O. et HUGODOT C. (2013).** Des chasses hydrauliques pour la gestion de populations algales en canaux. Sciences Eaux and Territoires : la Revue du IRSTEA, IRSTEA, p. 50 - p. 53
- BERKA-ZOUGALI B., FERHAT M.A., HASSANI A., CHEMAT F. et ALLAF K.S. (2012).** Comparative study of essential oils extracted from Algerian *Myrtus communis* L. leaves using microwaves and hydrodistillation. Int J Mol Sci ;13: P :4673–95.
- BIANCO A. et UCCELLA N. (2000).** Biophenolic components of olives. Food Research International. 3 ;P : 475-485.
- BIOMERIEUX (2009).** API Staph : Fiche du système d'identification des staphylocoques, microcoques et apparentés. 07468K-fr-2009/11. Biomérieux S.A. www.techmicrobio.eu/documentation_fabricants/.../Staphylococcus/API%20Staph.pdf.
- BIOMERIEUX (2010).** API 20E : Système d'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux. 07584J - fr - 2010/05. Biomérieux S.A. www.biologiemarine.com/__fiches/APIpdf/API%2020%20ETM-_07584_-_I_-_20100_-_20160.pdf.
- BLANC D. et DAUBE G. (2006).** ISO 22 000, HACCP et sécurité des aliments : Recommandations, outils, FAQ et recours de terrain, AFNOR Editions, 330 pages.
- BOBHATE P.S., R SHRIVASTAVA S. et GUPTA P. (2011).** Profile of catering staff at a tertiary care hospital in Mumbai Australasian ; Medical Journal, vol 4 ; 2011, n° 3 ; P 148-154.

Références bibliographiques

- BORNERT G. (2000).** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires ; Revue Méd. Vét ; 2000, 151, 11 ; P 1003-1010.
- BOUGEOIS C.M. et LEVEAU J. (1996).** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires ; Ed : Lavoisier TEC et DOC ; Paris ; 331 P.
- BOUTOU O. (2008).** De l'HACCP à l'ISO 22 000 – Management de la sécurité des aliments, AFNOR Editions, 351 pages.
- BOUTOU O. (2014).** De l'HACCP à l'ISO 22000 - Management de la sécurité des aliments, AFNOR Editions, 338 pages.
- BOUVET P. (2006).** *Salmonelles* et salmonelloses en France ; in : Sécurité alimentaire du consommateur ; Collection sciences & Techniques agroalimentaires ; 2^{ème} éd, TEC & DOC Lavoisier ; Paris.
- BOUVET P. (2010).** Infections d'origine alimentaire ; in : Bulletin publié par l'association des anciens élèves de l'institut pasteur ; Ed : OPAS RCS, Paris ; P 55-68.
- BRETON C. et BERVILLE A. (2012).** L'histoire de l'Olivier reconstituée à partir de données génétiques, *Histoire de l'Olivier*, Versailles ; Ed Quae, 224 p ; P : 47-87.
- BRETON C., TERSAC M. et BERVILLE A. (2006).** Genetic diversity and gene flow between the wild olive (oleaster, *Olea europaea* L.) and the olive: several Plio-Pleistocene refuge zones in the Mediterranean basin suggested by simple sequence repeats analysis. *Journal of Biogeography*.
- BUISSON Y. et TEYSSOU R. (2002).** Les toxi-infections alimentaires collectives ; Revue Française des Laboratoires ; N ° 348 ; P 61-66.

C

- CAVALLO J.D. et MERENS A. (2008).** *Pseudomonas aeruginosa* et bêta-lactamines à l'heure de l'Europe; *Pathologie Biologie* 56; P 435–438.
- CHAPELAND-LECLERC F., PAPON N., NOËL T. et VILLARD J. (2005).** Moisissures et risques alimentaires (Mycotoxines) ; Revue Francophone des Laboratoires N ° 37; Ed : Elsevier Masson SAS, P 61-66.
- CHAREF M., YOUSFI M., SAIDI M. et STOCCKER P. (2008).** Determination of the fatty acid composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria. *J. Am. Oil Chem ; Soc.* 85 :(10) ; P 921-924.

Références bibliographiques

-CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing In: Sixteen informational supplement CLSI 2007; M100- S16.

-CODEX ALIMENTARIUS -Code d'usages en matière d'hygiène pour les aliments précuisinés et cuisinés en restauration collective CAC/RCP 39-1993.

-COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS (1999), Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Hygiène alimentaire. Texte de base - Rome : FAO.660P.

D

-DABBOU S., DABBOU S. et SELVAGGINI R. (2011). Comparison of the chemical composition and the organoleptic profile of virgin olive oil from two wild and two cultivated Tunisian *Olea europaea*. *Chemistry and Biodiversity*. 8, 189-202.

-DAUREL C. et LECLERCQ. (2008). L'antibiogramme de *Staphylococcus aureus* ; revue Francophone des laboratoires, N°407 ; P 81-90.

-DE MARCO E., SAVARESE M., PADUANO A. et SACCHI R. (2007). Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters. *Food Chem* ; 104: P: 858-867.

-DE MARCO E., SAVARESE M., PADUANO A., DE MARTINO A., IORIO M., PRENZLER P.D., RYAN D., OBIED H.K. and ARIENZO M. (2013). Adsorption of phenols from olive oil waste waters on layered double hydroxide, hydroxyaluminium-iron-co-precipitate and hydroxyaluminium-iron-montmorillonite complex. *App. Clay Scien.*, 80-81; P: 154-161.

-DEJLIL J., CHIBANIL A., ZOUHDI M., EL MESSOUIL M., ALAOUI M.A. et EL YACHIOUIL M. (2000). Antibiorésistance de certains germes isolés dans les aliments en milieu hospitalier (CHU Avicenne, Rabat) ; *Med Mal infect*, 30 ; P 661-668.

-DELARRAS C. (2008). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire ; Ed : Lavoisier France, P 177-193.

-DHAOUADI K., RABOUDI F., ESTEVAN C., BARRAJO-N E., VILANOVA E., HAMDAOUI M. et FATTOUCH S. (2010). Cell Viability Effects and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Tunisian Date Syrup (Rub El Tamer) Polyphenolic Extracts. *J. Agric. Food Chem* ; 59: 402-406.

Références bibliographiques

- DIALLO M. (2010).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des repas servis par Dakar Catering selon les critères du groupe SERVAIR, Thèse : de doctorat En médecine vétérinaire, n°7, université CHEIKH ANTA DIOP de Dakar, Sénégal.
- DJENANE D.J., YANGÜELA J., MONTAÑES L., DJERBAL M. et RONCALES P. (2011).** Antimicrobial activity of Pistacia lentiscus and Satureja montana essential oils against *Listeria monocytogenes* CECT 935 using laboratory media: Efficacy and synergistic potential in minced beef ; Food Control 22 ; P : 1046-1053
- DOVERI S. et BALDONI L. (2007).** Olive in Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Ed C. Kole. Volume 4: Fruits and Nuts, 253-264.
- DROMIGNY E. (2012).** Les critères microbiologiques des denrées alimentaires (réglementation-agents microbiens-autocontrôle), édition Tec & Doc Lavoisier, France.

F

- FABREGA A., MADURGA S., GIRALT E. et VILA J. (2009).** Mechanism of action and resistance to quinolones ; Microbial biotechnology, 2 ; P 40-61.
- FAO (2000),** Consultation mixte FAO/OMS d'experts sur l'évaluation des risques microbiologiques dans les aliments. FAO, Food and Nutrition Paper n° 71.
- FAUCHÈRE J.L. et AVRIL J.L. (2002).** Campylobacter, Helicobacter, Arcobacter, pp: 332-335. In FAUCHERE J.L. et AVRIL J.L. : Bactériologie générale et médicale ; Ed. Ellipses ; P 332-335.

G

- GARDELI C., PAPAGEORGIOU V., MALLOUCHOS A., THEODOSIS K. et KOMAITIS M. (2008).** Essential oil composition of Pistacia lentiscus L. and Myrtus communis L : Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts Food Chemistry 107 ; P 1120–1130.
- GORTZI O., LALAS S., CHINOI I. et TSAKNIS J. (2008).** Reevaluation of bioactivity and antioxidant activity of *Myrtus communis* extract before and after encapsulation in liposomes. Eur Food Res Technol; 226:583–90.
- GOUDYER A. (2000).** The greek herbal of Discorides, illustrated by Byzantine A; Ed. IBIDIS Press. Pp; P : 35-145.

Références bibliographiques

- GOUSSSAULT B. (1983).** Importance et rôle du contrôle microbiologique dans la restauration collective In la restauration sociale et commerciale ; Paris : I.S.T.V. ; P : 277-280.
- GUIRAUD J. et GALZY P. (2005).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. 2^{ème} éd Paris, 240 P.
- GUIRAUD J.P. et ROSEC J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire, Ed : AFNOR, France ; 299 P.
- GUIRAUD J.P. (2000).** Microbiologie alimentaire ; 1^{er} édition, DUNOD, Paris ; 652 P.

H

- HOGAN D. et KOLTER R. (2002).** *Pseudomonas-candida* interactions: an ecological role for virulence factors. Vol 296, issue 5576, pp.2229-2232.
- HUANG S.Q. et NING Z.X. (2010).** Extraction of polysaccharide from *Ganoderma lucidum* and its immune enhancement activity; International Journal of Biological Macromolecules, 47 ; P 336-341.

J

- JACQUET C. (2006).** Listeria et listériose humaine in: Sécurité alimentaire du consommateur ; éd TEC & DOC ; COLLECTION SCIENCES & TECHNIQUES AGROALIMENTAIRES ; 2eme éd ; Lavoisier ; Paris.
- JOFFIN C. et JOFFIN J.N. (2010).** Microbiologie alimentaire ; Ed : CANOPÉ – CRDP ; 6^{ème} édition ; Bordeaux cedex ; P 344.
- JOURNAL OFFICIEL (1995),** Arrêté interministériel 4 novembre 1995 portant organisation interne de l'Office des Œuvres Universitaires et des Résidences Universitaires.
- Journal officiel de la république française,** Hygiène alimentaire dans les établissements publics universitaires et scolaires ; Mesure de prophylaxie (4 juin 1996) ; direction des journaux officiels, ISBN 2-11-074005-1, ISSN 0767-4538.
- JUNGKIND D.L. (1995).** Antimicrobial resistance : a crisis in health care ; [based on the proceedings of the Eastern Pennsylvania Branch of the American Society of Microbiology Symposium on Antimicrobial Resistance: a Crisis in Health Care - Clinical Laboratory and Epidemiologic Considerations, held November 11-12, 1993, in Philadelphia, Pennsylvania]. Ed. Plenum Press, New York, NY [u.a.] , p. 248.

L

- LE HELLO S. (2014).** *Salmonella* : une bactérie multi-résistante aux antibiotiques dans nos assiettes ; Journal des Anti-infectieux. 16 ; P 192-198.
- LEYRAL G. et VIERLING É. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments, hygiène et sécurité alimentaire ; Biosciences et techniques : Sciences des aliments ; 4^{ème} édition- Malmaison : Doin, Paris; 290 P.

M

- MADIGAN M. et MARTINKO J. (2007).** Biologie des micro-organismes (Chapitres 2, 21), Pearson Education.
- MARIANI-KURKDJIANA P. et BONACORSIA S. (2016).** Diagnostic des infections à *Escherichia coli* entérohémorragiques ; Revue francophone des laboratoires ; N°486; P 45-52.
- MARTIN P., JACQUET C. et GOULET V. (2003).** La surveillance de la listériose en France ; in : Bulletin publié par l'association des anciens élèves de l'institut pasteur ; Ed : OPAS RCS, Paris ; P 69-77.
- MEBIROUK-BOUDCHICHE L., CHERIF M., BOUDECHICHE L. et SAMMAR F. (2014).** Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie ; revue Méd., Vét, 165, 11-12 ; P : 344-352.
- MEKHANCHA D.E., YAGOUBI-BENATALLAH L., DAHEL-MEKHANCHA C.C., NEZZAL L. et BADAOUI B. (2015).** Compte rendu du Colloque international sur la restauration collective durable (CIRCD), organisé par le laboratoire de recherche Alimentation, nutrition et santé (ALNUTS)/INATAAIUFMCURBC Constantine (Algérie), 12-13 mai 2014. In Économies et Sociétés, Série « Systèmes agroalimentaires », AG, n° 37, 08/2015, p. 1363-67.
- MESSAOUD S., MANAI M., FEDERIGHI M. et DOUSSET X. (2013).** Campylobacter dans la filière poulet : étude bibliographique des stratégies de maîtrise au stade de l'élevage, Revue Méd. Vét, 164, 2 ; P 90-99.
- MEZNI F., MAAROUFI A., MSALLEM M., BOUSSAID M., KHOUJA. M.L. et KHALDI A. (2012).** Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils ; Journal of Medicinal Plants Research. 6, (39). P: 5266-5271.

Références bibliographiques

-**MHARTI F.Z., LYOUSSI B. et ABDELLAOUI A. (2011)**. Antibacterial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* used in moroccan folkloric medicine. Nat Pro Comm. 6, (10), P : 1505-1506.

-**MINISTRE DE SANTE (2016)**, Rapport de situation épidémiologique, évaluation des indications période 2000-2016.

N

-**NIKAIDO H. (1998)**. Antibiotic resistance caused by gram-negative multidrug efflux pumps. Oxford journal, medicine, clinical infectious diseases, Vol. 27, Suppl. 1, 32–41.

O

-**OULED-KAD M. (2008)**. Prévention générale. Recueil de textes réglementaires relatifs à la gestion des établissements publics de santé en Algérie.

-**OWEN R.W., HAUBNER R., WURTELE G., HULL W.E., SPIEGELHALDER B., BARTSCH H.(2004)**. Olives and olive oil in cancer prevention. Eur J Cancer Prev. 13, 319-326. 192. Paris, p 156.

Q

-**QUENTIN C., GROBOST F., FISCHER I., DUTILH B., BROCHET J.P., JULLIN J., LAGRANGE I., NOURY P., LARRIBET G., ANDRE C., DUPOUEY S. et BOISSINOT D. (2001)**. Résistance aux antibiotiques de *Staphylococcus aureus* en pratique de ville : étude sur six mois en Aquitaine. Pathol biol ,. 49 : 33-40.

R

-**Réseau Algérien de surveillance de la résistance des bactéries aux antibiotiques ; Standardisation des tests de sensibilité aux antibiotiques à l'échelle national (médecine humaine et vétérinaire) ; 7^{ème} édition ; 2014.**

-**RIMBAUD A., TABAÏ S., DE VERDELHAN S., GALTIER G. et LE BRUN N. (2017)**. Restauration et approvisionnement local : identifier des systèmes adaptés aux besoins, Innovations Agronomiques, 55, 289-299.

S

-SCHLIENGER J.L. (2014). Nutrition clinique pratique, chapitre 3, Besoins nutritionnels et apports conseillés : adultes, femmes enceintes, personnes âgées, sportifs, Elsevier Masson SAS.

-SIDI MAMMAR M. (2012). Procédé de fabrication d'une huile thérapeutique dérivée de l'oléastre qu'est la forme sauvage de l'olivier. INAPI. 110528.

-SUMBUL S., AFTAB AHMAD M., ASIF M. et AKHTAR M. (2011). *Myrtus communis* Linn. - A review ; Indian Journal of Natural Products and Resources, 2 ; P 395-402.

T

-TRABELSI H., CHERIF O.A., SAKOUHI F., VILLENEUVE P., RENAUD J., BAROUH N., BOUKHCHINA S. et MAYER P. (2012). Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L ; growing wild in Tunisia Food chemistry ; 131, (2) ; P: 434-440.

Y

-YAGOUBI-BENATALLAH L., MEKHANCHA D.E., DAHEL-MEKHANCHA C.C., BADAOUI B. et NEZZAL L. (2016). Qualité nutritionnelle de la restauration scolaire en Algérie. Cahiers de nutrition et de diététique.

-YRJÖEN T. (2004). Extraction and Planar Chromatographic Separation Techniques in the Analysis of Natural Products. Faculty of Pharmacy of the University of Helsinki, p. 76.

Z

-ZAHARI A., TAZI A. et AZZI M. (2014). Optimisation des conditions de traitement des margines par un superoxydant K₃FexMnyO₈ [Optimization of treatment conditions of Olive Oil Mill Wastewater by superoxidant K₃FexMnyO₈]. J. Mater. Environ. Sci., 5 (2); P : 484-489.

Annexes

Annexe 01 : Matériel utilisé

			
Balance de précision	Centrifugeuse	Stomacher (400 circulator)	Densitomètre
			
Rotavapeur	Lyophilisateur à plateaux	Agitateur mécanique	Agitateur magnétique avec plaque chauffante
			
Etuve	Bain marie	Etuve	Autoclave
			
Hotte	Vortex	Pied à coulisse	Micropipette

Annexe 2 : Composition des milieux de culture utilisés

(Manuel de préparation des milieux de culture de l'IPA)

Milieux de culture

➤ Milieu Gélose PCA (Plate Count Agar)

- Peptone de caséine.....5 g/l
- Extrait de levure.....2.5 g/l
- Glucose.....1g/l
- Agar agar.....18g/l
- pH= 7,0

➤ Milieu Eau peptonée exempte d'indole

- Peptone de viande..... 10g/l
- Tryptone.....10g/l
- Chlorure de sodium 5g/l
- pH =7,2

➤ Eau peptonée tamponnée

- Peptone10 g/l
- Chlorure de sodium5g/l
- Hydrogène-orthophosphate disodique dodécahydraté.....9 g/l
- Dihydrogène-orthophosphate de potassium.....1,5 g/l
- Eau distillée1000 ml
- pH =7

➤ Bouillon TSE (eau physiologique peptonée)

- Tryptone.....1g/l
- Chlorure de sodium.....8.5g/l
- pH=7,2

➤ Milieu Gélose nutritive

- Extrait de viande..... 3 g/l
- Extrait de levure.....3 g/l
- Peptone.....10 g/l
- Chlorure de sodium.....5 g/l
- Agar.....18 g/l

-pH =7,0 ± 0,2

➤ Milieu Hektoen

- Peptone pepsique de viande.....15 g/l
- Extrait de viande.....3 g/l
- Extrait de levure.....3 g/l
- Lactose.....12 g/l
- Salicine.....2 g/l
- Saccharose.....12 g/l
- Chlorure de sodium.....5 g/l
- Sels biliaires.....4 g/l
- Bleu de bromothymol.....0.064 g/l
- Fuchsine acide.....0.1 g/l
- Agar.....18 g/l
- pH= 7,4± 0,2

➤ Milieu de Baird-Parker

- Extrait de viande.....5g/l
- Extrait de levure.....1g/l
- Peptone de caséine.....10g/l
- Pyruvate de sodium.....10g/l
- Glycine.....12g/l
- Chlorure de lithium.....5g/l
- Agar.....18g/l
- pH= 6,8± 0,2

➤ Milieu Chapman

- Extrait de viande.....3g/l
- Extrait de levure.....3g/l
- Tryptone.....5g/l
- Peptone bactériologique.....10g/l
- Chlorure de sodium.....70g/l
- Mannitol.....10g/l
- Rouge de phénol.....0.05g/l
- Agar.....18g/l
- pH= 7,4± 0,1

➤ **Milieu VRBL (Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)**

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

➤ **Milieu VF (Viande-Foie) BVF**

-Base viande foie	30g/l
-D-glucose.....	2g/l
-Amidon.....	2g/l
-Agar.....	20g/l
-pH= 7,6± 0,2	

➤ **Milieu Mueller-Hinton**

-Extrait de viande.....	3 g/l
-Hydrolysate acide de caséine.....	17.5 g/l
-Amidon.....	1.5 g/l
-Agar.....	16 g/l
-pH 7,3	

➤ **Milieu Gélose T S I (Triple Sugar Iron)**

-Peptones de viande.....	15g/l
-Proteose peptone.....	5g/l
-Extrait de levure.....	3 g/l
-Extrait de viande.....	3g/l
-Lactose.....	10g/l
-Saccharose	10g/l
-Glucose.....	1g/l
-Chlorure de sodium	5g/l
-Citrate de fer ammoniacal	0.3g/l
-Chlorure de sodium.....	5g/l
-Thiosulfate de sodium.....	0.3g/l
-Rouge de phénol	0.05g/l
-Agar	14g/l
-pH= 7,4 ± 0,1	

➤ **Milieu SFB (Sélénite acide de sodium) simple concentration**

-Peptone.....	5 g/l
-Tryptone.....	5 g/l
-Mannitol.....	14 g/l
-Phosphate disodique.....	4 g/l
-pH = 7 ± 0,2	

➤ **Milieu Urée-indole**

-L-tryptophane	3g/l
-Phosphate monopotassique	1g/l
-Phosphate bipotassique	1g/l
-NaCl.....	5 g/l
-Urée.....	20 g/l
-Rouge de phénol.....	2,5ml
-pH=6,7	

➤ **Milieu de conservation**

-Extrait de viande.....	3g/l
-Proteose peptone.....	10g/l
-Chlorure de sodium.....	3g/l
-Disodium phosphate.....	0.8g/l
-Agar.....	10g/l

➤ **Eau physiologique**

-Chlorure de sodium.....	9g
-Eau distillée.....	1000ml
-Ph=7	

➤ **Milieu au Cœur-Cerveau**

- Infusion Cœur-Cerveau.....	37g/l
-Agar (manque dans le bouillon).....	18g/l
-pH= 7,4 ± 0,2	

Annexe 03 : réactifs et solvants utilisés

Réactifs



1 : ZYM B.

2 : Réactif la nitrate réductase (NIT).

3 : Réactif de TDA (Tryptophane DésAminase).

4 : Réactif de Voges Proskauer (VPI).

5 : Réactif de Voges Proskauer (VPII).

6 : Réactif de Kovacs.

7 : ZYM A.

Solvants



8 : Hexane.

9 : Méthanol.

10 : Acétate d'éthyle.

Annexe 04

Tableau I : tableau récapitulatif des prélèvements des denrées alimentaires dans les 03 sites

Site étudié	N°	Repas	Date de prélèvement
Site A	E01	Riz à la sauce tomate et aux oignons	27/02/2017
	E02	Salade variée	27/02/2017
	E03	Poulet à la sauce et aux légumes	27/02/2017
	E04	Lentilles à la sauce et aux légumes	28/02/2017
	E05	Cachir aux olives vertes	28/02/2017
	E06	Lentilles à la sauce et aux légumes	05/03/2017
	E07	Pâté au fromage	05/03/2017
	E08	Tlitli à la sauce tomate	06/03/2017
	E09	Poulet avec sauce et légumes	06/03/2017
	E10	Salade variée	07/03/2017
	E11	Lentilles à la sauce et aux légumes	07/03/2017
	E12	Tlitli à la sauce tomate	13/03/2017
	E13	Vermicelles en soupe aux légumes	13/03/2017
	E14	Poulet avec de la sauce et des légumes	13/03/2017
	E15	Spaghetti à la sauce tomate	13/03/2017
	E16	Poissons avec sauce tomate et oignons	14/03/2017
	E17	Pâté au fromage	14/03/2017
	E18	Lentilles à la sauce et aux légumes	14/03/2017
	E19	Salade variée	14/03/2017
	E20	Pois chiches avec viande à la sauce	15/03/2017
	E21	Lentilles à la sauce et aux légumes	03/04/2017
	E22	Œufs bouillés	03/04/2017
	E23	Riz avec poulet à la sauce tomate	04/04/2017
	E24	Cachir aux olives vertes	04/04/2017
	E25	Salade variée	04/04/2017
	E26	Pois chiches avec viande à la sauce	05/04/2017
	E27	Pâtes en coude à la sauce tomate	05/04/2017
	E28	Salade avec cachir aux olives vertes	05/04/2017
	E29	Riz à la sauce tomate	09/04/2017
	E30	Pâtes en coude à la sauce tomate	09/04/2017
	E31	Salade variée	09/04/2017
	E32	Cachir aux olives vertes	09/04/2017
Site B	E33	Salade variée	26/02/2017
	E34	Pois chiches avec viande à la sauce	26/02/2017
	E35	Lentilles à la sauce et aux légumes	14/03/2017
	E36	Salade variée	14/03/2017
Site C	E37	Œufs bouillés	26/02/2017
	E38	Betteraves	26/02/2017
	E39	Olives vertes avec de la sauce aux légumes	26/02/2017
	E40	Salade de tomates et oignons	26/02/2017
	E41	Chou-fleur à la sauce	26/02/2017

Annexe 05 : Tableaux de lecture des galeries

Tableau I : tableau de lecture de la mini galerie API Staph (BIOMERIEUX, 2009).

TESTS	COMPOSANTS ACTIFS	QTE (mg/cup.)	REACTIONS / ENZYMES	RESULTAT	
				NEGATIF	POSITIF
0	Aucun		Témoin négatif	rouge	—
GLU	D-glucose	1,56	(Témoin positif) (D-GLUcose)	rouge *	jaune
FRU	D-fructose	1,4	acidification (D-FRUctose)		
MNE	D-mannose	1.4	acidification (D-ManNosE)		
MAL	D-maltose	1.4	acidification (MALtose)		
LAC	D-lactose (origine bovine)	1.4	acidification (LACTose)		
TRE	D-tréhalose	1.32	acidification (D-TREhalose)		
MAN	D-mannitol	1.36	acidification (D-MANnitol)		
XLT	Xylitol	1.4	acidification (XyLiTol)		
MEL	D-mélibiose	1.32	acidification (D-MELibiose)		
NIT	nitrate de potassium	0,08	Réduction des NITrates en nitrites	<u>NIT 1 + NIT 2 / 10 min</u> incolore-rose pâle	rouge
PAL	β -naphtyl phosphate	0,0244	Phosphatase ALcaline	<u>ZYM A + ZYM B / 10 min</u> jaune	violet
VP	sodium pyruvate	1,904	production d'acétyl méthyl-carbinol (Voges Proskauer)	<u>VP 1 + VP 2 / 10 min</u> incolore-rose pâle	violet-rose
RAF	D-raffinose	1,56	acidification (RAFFinose)	rouge	jaune
XYL	D-xylose	1.4	acidification (XYLose)		
SAC	D-saccharose	1.32	acidification (SACcharose)		
MDG	méthyl- α D-Glucopyranoside	1.28	acidification (méthyl- α D-Glucopyranoside)		
NAG	N-acétyl glucosamine	1.28	acidification (N-Acétyl-Glucosamine)		
ADH	L-arginine	1,904	Arginine DiHydrolase	jaune	orange-rouge
URE	urée	0,76	UREase	jaune	rouge-violet

Tableau II : tableau de lecture de la mini galerie API 20 E (BIOMERIEUX, 2010).

TESTS	COMPOSANTS ACTIFS	QTE (mg/cup)	REACTIONS-ENZYMES	RESULTATS	
				NEGATIF	POSITIF
ONPG	2-nitrophényl-βD-galactopyranoside	0,223	β-galactosidase (Ortho NitroPhényl-βDGalactopyranosidase)	Incolore	jaune
ADH	L-arginine	1,9	Arginine DiHydrolase	jaune	rouge - orangé
LDC	L-lysine	1,9	Lysine DéCarboxylase	jaune	rouge - orangé
ODC	L-ornithine	1,9	Ornithine DéCarboxylase	jaune	rouge - orangé
CIT	trisodium citrate	0,756	utilisation du CITrate	vert pâle - jaune	bleu-vert - bleu
H2S	sodium thiosulfate	0,075	production d'H ₂ S	incolore - grisâtre	dépôt noir - fin liseré
URE	Urée	0,76	UREase	Jaune	rouge - orangé
TDA	L-tryptophane	0,38	Tryptophane DésAminase	<u>TDA-immédiat</u>	
				Jaune	marron-rougeâtre
IND	L-tryptophane	0,19	production d'INDole	<u>JAMES-immédiat</u>	
				Incolore-vert pâle-jaune	rose
VP	sodium pyruvate	1,9	production d'acétoïne	<u>VP 1 + VP 2 / 10 min</u>	
				incolore - rose pâle	rose - rouge
GEL	Gélatine (origine bovine)	0,6	Gélatinase (GELatine)	non diffusion	diffusion du pigment noir
GLU	D-glucose	1,9	fermentation - oxydation (GLUcose)	bleu - bleu-vert	jaune - jaune gris
MAN	D-mannitol	1,9	fermentation - oxydation (MANnitol)	bleu - bleu-vert	jaune
INO	Inositol	1,9	fermentation - oxydation (INOsitol)	bleu - bleu-vert	jaune
SOR	D-sorbitol	1,9	fermentation - oxydation (SORbitol)	bleu - bleu-vert	jaune
RHA	L-rhamnose	1,9	fermentation - oxydation (RHAmnose)	bleu - bleu-vert	jaune
SAC	D-saccharose	1,9	fermentation - oxydation (SACcharose)	bleu - bleu-vert	jaune
MEL	D-melibiose	1,9	fermentation - oxydation (MELibiose)	bleu - bleu-vert	jaune
SAC	D-saccharose	1,9	fermentation - oxydation (SACcharose)	bleu - bleu-vert	jaune
MEL	D-melibiose	1,9	fermentation - oxydation (MELibiose)	bleu - bleu-vert	jaune
AMY	Amygdaline	0,57	fermentation - oxydation (AMYgdaline)	bleu - bleu-vert	jaune
ARA	L-arabinose	1,9	fermentation - oxydation (ARAbinose)	bleu - bleu-vert	jaune

Annexe 06 : Tableaux des valeurs critiques des antibiogrammes

(Réseau Algérien de surveillance de la résistance des bactéries aux antibiotiques ;
Standardisation des tests de sensibilité aux antibiotiques à l'échelle national)

Tableau I : table de lecture des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *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]
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]
Triméthoprime + Sulfaméthoxazole	1.25/23,75µg	[23-29]

Tableau II : table de lecture des 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
Furanes	300µg	≤14	15-16	≥17
Fosfomycine	200µg	≤12	13-15	≥16
Triméthoprime+ Sulfaméthoxazole	1.25/23,75 µg	≤10	11-15	≥16

Tableau III : table de lecture des 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

Tableau IV : table de lecture des valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibition pour *Staphylococcus spp.*

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