



الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعية والحياة

Département de Microbiologie

قسم الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Générale et Biologie Moléculaire des Microorganismes

Intitulé:

Étude microbiologique de la monnaie fiduciaire Algérienne

Présenté et soutenu par : LADRAA Roumeissa
KAABOUCHE Amina

Le : 20 / 06 /2016

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : *Melle BELMESSIKH A.* (Maître assistante classe A- UFM Constantine)

Rapporteur : *Mme MERGOUD L.* (Maître assistante classe A - UFM Constantine)

Examinatrice : *Melle MEZIANI M.* (Maître assistante classe A - UFM Constantine)

Année universitaire

2015-2016



Remerciements

Louange à Allah qui nous a donné l'esprit, la volonté, le courage et le savoir.

Nous voudrions présenter nos remerciements et notre gratitude à :

*Melle **BELMESSIKH A.** Maître assistante classe A à l'Université des Frères Mentouri de Constantine pour avoir accepté de présider le jury.*

*Melle **MEZIANI M.** Maître assistante classe A à l'Université des Frères Mentouri de Constantine Pour avoir accepté de lire et de faire l'analyse critique de ce mémoire en tant que examinatrice.*

*Nous tenons à remercier tout particulièrement **Mme MERGOUD L.** Maître assistante classe A à l'Université des Frères Mentouri denous avoir encadré et suivi durant la réalisation de notre étude.*

Merci à toutes les personnes ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de cette étude.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail À :

*Mes très chers et adorables parents qui
m'ont soutenus jusqu'à la fin de mes
études, qui m'ont aidé et m'entouré
d'amour avec fierté.*

Mes frères et mes sœurs

Toute ma famille

Toutes mes amies

Tous ceux que j'aime

TABLE DES MATIÈRES

Résumé

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Historique de la monnaie.....	2
2. La monnaie algérienne.....	3
3. Types de monnaie algérienne en circulation.....	3
3.1. Pièces métalliques.....	4
3.2. Billets de banque.....	5
4. La contamination microbienne de la monnaie et ses sources.....	6
4.1. Sources de contamination.....	6
4.2. Types de contamination.....	8
4.2.1. Contamination par la peau.....	9
4.2.2. Contamination par l'appareil digestive.....	10
4.2.3. Contamination par bouche et salive.....	10
5. Persistance des Pathogènes.....	11
5.1. Sur des surfaces.....	11
5.2. Sur des billets de banque.....	12
6. Transmission des agents pathogènes à partir de la monnaie	13
6.1. Rôle de la monnaie dans la propagation des infections nosocomiales	13
6.2. Rôle de la monnaie dans la propagation des épidémies d'origine alimentaire.....	14
7. Résistance aux antimicrobiens.....	15

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Site d'étude.....	16
2. Collecte d'échantillons.....	16
3. Conditions physiques des billets et des pièces de monnaie.....	16
4. Matériel.....	17

4.1. Matériel microbiologique.....	17
4.2. Milieux de culture.....	17
4.3. Étude biochimique.....	18
5. Méthodes.....	19
5.1. Isolement des microorganismes.....	19
5.2. Purification des souches	20
5.3. Identification des microorganismes.....	20
5.3.1. Examen macroscopique.....	20
5.3.2. Examen microscopique.....	21
5.3.2.1. État frais.....	21
5.3.2.2. Coloration de Gram.....	21
5.3.3. Étude biochimique.....	22
5.3.3.1. Test nitrate-réductase.....	22
5.3.3.2. Test catalase.....	22
5.3.3.3. Test oxydase	23
5.3.3.4. Galerie biochimique classique.....	23
5.4. Antibiogramme.....	26

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Dénombrement de la FTAM.....	29
II. Identification des microorganismes.....	30
1. Bactéries.....	30
1.1. Étude macroscopique.....	30
1.2. Étude microscopique	31
1.3. Galerie biochimique classique.....	33
2. Champignons	36
2.1. Étude macroscopique et microscopique des moisissures	36
2.2. Étude macroscopique et microscopique des levures.....	40
III. Profil de sensibilité aux antibiotiques pour les souches testées.....	40

Conclusion	45
Références bibliographiques	46
Annexes	

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADH : Arginine dihydrolase

AISI 430 : Acier inoxydable

BCP :Bromocrésol pourpre

BLSE :Bêta-lactamase à spectre étendu

BN : Bouillon nutritif

CASFM : Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie

DA : Dinar Algérien

ERV : Entérocoque résistant à la Vancomycine

FTAM : Flore totale aérobie mésophile

GI : Gastro-intestinal

GN : Gélose nutritive

H₂S: Hydrogène sulfuré

HAV : Virus de l'hépatite A

I : Intermédiaire

KIA :KliglerIron Agar

LDC :Lysine décarboxylase

Nit 1 : Acidesulfanilique

Nit 2 : α -naphtylamine

ODC:Ornithine décarboxylase

OGA:Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar

R : Résistante

RM :Rouge de Méthyle

S : Sensible

SARM :*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline

SFM : Société Française de Microbiologie

SS : Gélose Salmonella-Shigella

VP :Voges- Proskauer

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types des pièces métallique algériennes et ses caractéristiques	4
Tableau 2 : Types de billets de banque algériens et ses caractéristiques.....	5
Tableau3 : Caractères biochimiques recherchés pour les entérobactéries.....	25
Tableau4 : Les antibiotiques testés et les diamètres critiques pour l’appréciation de la Sensibilité/Résistance selon les Recommandations du CAFM	28
Tableau 5 : Dénombrement de la FTAM.....	29
Tableau 6 : Aspect macroscopique des souches isolées.....	30
Tableau7 : Caractères des entérobactéries isolées.....	34
Tableau 8 : Caractères des bactéries isolées à partir du milieu Chapman.....	35
Tableau 9 : Aspect macroscopique des moisissures isolées.....	37
Tableau 10 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S1	41
Tableau 11 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S2	42
Tableau 12 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S3	42
Tableau 13 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S4	43
Tableau 14 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S5	43

LISTE DES FIGURES

Figure1: Sources de contamination de la monnaie.....	7
Figure2: Types de contamination de la monnaie.....	8
Figure 3: Changement de la flore buccale au fil de temps.....	11
Figure4: Test de la catalase.....	23
Figure5: Test d'oxydase.....	23
Figure 6: Les étapes de l'antibiogramme.....	27
Figure 7: Estimation de la contamination des billets et pièces.....	30
Figure 8: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S1	31
Figure 9: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S2	31
Figure 10: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S3	31
Figure 11: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S4	31
Figure 12: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S5	32
Figure 13: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S6	32
Figure 14: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche S7	32
Figure 15 : Galerie biochimique classique de la souche S1	33

Figure 16 : Galerie biochimique classique de la souche S2	33
Figure 17 : Galerie biochimique classique de la souche S3	33
Figure 18 : Galerie biochimique classique de la souche S7	33
Figure19 :Observation microscopique de la moisissure M1	37
Figure 20 : Observation microscopique dela moisissure M2	38
Figure 21 : Observation microscopique de la moisissure M3	38
Figure 22 : Observation microscopique de la moisissure M4	38
Figure 23 : Observation microscopique d'une levure.....	40
Figure 24 : Antibiogramme des cinqsouches testées	41

Résumé

Ce travail vise à déterminer la présence des contaminants microbiens associées à la monnaie algérienne en circulation et déterminer la résistance des isolats vis-à-vis les antibiotiques.

Un total de 32 billets de banque et 44 pièces métalliques de différentes valeurs ont été recueillies au hasard entre mars et avril 2016 à partir de différents lieux d'affaires : boucherie, marchés, magasin de pharmacie, cafétérias, supermarchés, supérettes, épicerie, restaurants. Ces derniers sont transportés au laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Constantine, puis traitées immédiatement pour l'isolement et l'identification des microorganismes.

La plupart des échantillons prélevés ont été contaminées par des bactéries comme : *Bacillus* sp, *Staphylococcus* à coagulase négative, *Enterobacter agglomerrans*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens* avec prédominance du genre *Citrobacter* : *Citrobacter diversus* plus trois souches de : *Citrobacter* sp ;aussi des champignons (levures et moisissures) *Aspergillus* sp, *Rhizopus* sp, *Fusarium* sp et *Penicillium* sp plus des espèces levuriennes non identifiées.

Nos résultats ont permis de confirmer les données des recherches antécédentes sur la contamination microbienne de la monnaie en circulation.

Mots-clés :bio Contamination, monnaie algérienne, antibiorésistance.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تحديد وجود الملوثات المرتبطة بالعملة الجزائرية المتداولة ودراسة رد فعل البكتيريا المعزولة اتجاه المضادات الحيوية.

تم جمع 32 ورق نقدي و44 قطعة نقدية معدنية ذات قيم مختلفة بين مارس وأفريل 2016 من عدة أماكن تجارية: بقالة، صيدلية، محلات السوبر ماركت، القصابة ومطعم حيث تم نقل العينات إلى مخبر الميكروبيولوجيا بكلية العلوم الطبيعية والحياة جامعة قسنطينة، ثم معالجتها فور العزل و تشخيص الكائنات الحية الدقيقة.

معظم العينات التي تم جمعها كانت ملوثة بالبكتيريا التالية: *Enterobacter agglomerans*، *Bacillus sp*، مع هيمنة النوع *Staphylococcus à coagulase négative*، *Serratia marcescens*، *Escherichia coli* بالإضافة الى ثلاثة سلالات *Citrobacter diversus*: *Citrobacter* و الفطريات (الخمائر) *Citrobacter sp* والعفن) *Aspergillus sp*، *Rhizopus sp*، *Fusarium sp* و *Penicillium sp* والكثير من أنواع الخمائر المجهولة.

وقد أكدت نتائجنا ما توصلت إليه الأبحاث السابقة حول التلوث الميكروبي للعملة المتداولة.

Abstract

This work aims to determine the presence of the microbial contaminants associated with the Algerian currency in circulation and to determine the resistance of the isolates towards antibiotics.

A total of 32 banknotes and 44 metal coins of various values were collected randomly between March and April 2016 from different places of business: butcher, market, store of pharmacy, cafeterias, supermarkets, mini-markets, groceries, restaurants. They are transported to the laboratory of Microbiology in the Faculty of Natural Sciences and Life Constantine University, and then treated immediately for the isolation and identification of microorganisms.

Most of the samples collected were contaminated by bacteria like: *Bacillus sp*, *coagulase-negative Staphylococcus*, *Enterobacter agglomerrans*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens* with predominance of the genus *Citrobacter* :*Citrobacter diversus* plus three strains: *Citrobacter sp*; also fungi (yeasts and molds) *Aspergillus sp*, *Rhizopus sp*, *Fusarium sp* and *Penicillium sp* and more of the unidentified yeasts species.

Our results have confirmed the previous research on microbial contamination of currency in circulation.

Key words: biocontamination, Algerian currency, antibiotic resistance.

INTRODUCTION

La monnaie, sous forme de billets et pièces métalliques est largement échangée contre des biens et services dans les pays à travers le monde. Les transactions quotidiennes ont fait de la monnaie à passer par des nombreuses mains (sales et propres) chaque jour, ce qui conduit à la contamination de la monnaie par différents agents : salive, sueur, poussière, eau, nourritures.... qui sont à leur tour peuvent transférer avec eux des microorganismes capable de provoquer des infections graves surtout chez les immunodéprimés. En outre, les niveaux d'hygiène généraux d'une communauté ou d'une société peuvent contribuer à la quantité de microbes trouvés sur les pièces et les billets, et donc le risque de transmission lors de la manipulation de la monnaie.

La possibilité que des billets et des pièces de monnaie puissent servir des véhicules écologiques pour la transmission de microorganismes potentiellement pathogènes a été suggérée plus tôt dans les années 1970 par Abrams et Waterman (**Jane Francis et al., 2014**) Les microorganismes, s'ils sont présent sur les mains, peuvent être transférés de caissiers, vendeurs et commerçant..... au grand public par l'intermédiaire de la monnaie et contaminer les mains de l'utilisateur suivant. Ces derniers peuvent également provoquer des infections s'ils sont pathogènes, constituant ainsi un risque pour la santé publique.

En Algérie, ce sujet n'est abordé que par peu d'études, c'est dans cet ordre d'idée que nous avons proposé de réaliser un isolement et identification des germes pathogènes présents sur notre monnaie qui est actuellement en circulation (une étude macroscopique et microscopique ainsi que leur identifications biochimiques) et enfin , tester leur sensibilité vis-à-vis les antibiotiques durant une période de deux mois au niveau du laboratoire de microbiologie de la Faculté de Science de la Nature et de la Vie Université des Frères Mentouri Constantine .

CHAPITRE I
SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

1. Historique de la monnaie

La monnaie est une invention de l'esprit humain. Avant la monnaie, les peuples marchands utilisaient le troc pour effectuer leurs échanges commerciaux.

Dans le troc, vous négociez quelque chose que vous n'avez pas besoin de quelque chose que vous avez besoin. Il y a des milliers d'années, le premier argent était l'argent des produits de base. Les matières premières sont des choses que tout le monde apprécie assez pour négocier et accepter comme paiement. L'argent des produits de base varie d'un endroit à autre, en fonction de ce que les populations locales évaluent. Par exemple : Coquillages, sel et clou de fer. Mais le troc va poser rapidement des problèmes : transport, la qualité de marchandise, risque de conflitetc. c'est à partir de ça l'homme a remplacé ceux-ci par des pièces de monnaie métallique (en or, argent, bronze et cuivre) et des billets de banque plus tard (**Alemu Agersew, 2014**).

Billets de banques modernes sont fabriqués à partir d'un mélange spécial de coton, de lin, d'autres fibres textiles et de la gélatine animale pour le revêtement de surface des billets avec de petits segments de fibre. La combinaison coton / lin / fibre de billets de banque produit une liaison forte et ne tirez pas à part, contrairement aux fibres de papier ordinaire. Récemment, de nombreux pays comme l'Australie, Nouvelle-Zélande, Mexique, la Roumanie et le Vietnam, les billets ont été remplacés à partir de papier à un substrat de polymères plastiques. Bien que le but principal de l'élaboration de ce substrat était d'améliorer la durabilité et intégrer des fonctionnalités de sécurité. Il a été prouvé que ce matériau offre d'autres avantages :

- Il offre une plus grande résistance à la déchirure, au pliage et à l'encrassement, il est non poreux, et ne pas absorber l'eau ou la sueur (**Alemu Agersew, 2014**).
- Il dure environ quatre fois plus longtemps qu'un billet en papier ; cela permet de maintenir le coût de production de la monnaie vers le bas.
- Il est plus facile de faire un billet de polymère sécurisé qu'un billet en papier.
- Élimination des billets en polymère est plus respectueuse de l'environnement (recyclage) (**Anonyme 1**).

2. La monnaie algérienne

Après l'indépendance en 1962, l'Algérie a lancé immédiatement pour mettre en place sa propre monnaie pour compenser à partir de 10 avril 1964 le franc français par la loi n° 64-111 du 10 avril 1964 (instituant l'unité monétaire nationale) dont la teneur suit :

- ✚ L'unité monétaire est le Dinar représenté par le sigle DA et divisé en Centimes représentés par l'abréviation CT.
- ✚ La valeur du dinar est définie par un poids d'or fin de 180 milligrammes (**Ben bella A., 1964**).

Elle devient d'ailleurs le premier pays africain et arabe à frapper sa monnaie.

3. Types de monnaie algérienne en circulation








La monnaie algérienne se divise en deux catégories : pièces de monnaie métallique et billets de banque.

Plusieurs pièces de monnaie métallique et des billets de banque ont été créés et mis en circulation par la Banque d'Algérie au cours des années 1991 à 2012 de dinars algériens sous un thème général représentant la faune algérienne à travers l'histoire.

Les deux tableaux suivants présentent les types de pièces et billets qui sont actuellement en circulation ainsi que leurs caractéristiques (taille, valeur, masse, alliage ...Etc.) (**Anonyme 2**).






3.1. Pièces métallique

Tableau 1 : Types des pièces métallique algériennes et ses caractéristique

Type	Masse (g)	Alliage	Diamètre (mm)	Épaisseur (mm)
 <p>Pièce de 5 dinars algériens de 1995</p>	6,15	Acier : AISI 430	24,5	1,95
 <p>Pièce de 10 dinars algériens de 2006</p>	4,95	Cœur : Aluminium : 97% Magnésium : 3% Couronne : Acier : AISI 430	26,5	2,01
 <p>Pièce de 10 dinars algériens de 1997</p>	12,19	Argent 835/1000 Cuivre 165/1000	31,5	2,5
 <p>Pièce de 20 dinars algériens de 1993</p>	8,62	Cœur : Cuivre : 92 % Aluminium : 6 % Nickel : 2 % Couronne : Acier AISI 430	27,5	2,07
 <p>Pièce de 50 dinars algériens de 1992</p>	9,27	Cœur : Acier : AISI 430 Couronne : Cuivre : 92% Aluminium : 6% Nickel : 2%	28,5	2,26
 <p>Pièce de 100 dinars algériens de 1993</p>	11	Cœur : Cuivre : 87% Nickel : 13% Couronne : Acier : AISI 430	29,5	2,3
 <p>Pièce de 200 dinars algériens de 2011</p>	12	Cœur : Cuivre : 92% Aluminium : 6% Nickel : 2% Couronne : Cuivre : 75% Nickel : 25%	28	2,55

3.2. Billets de banque

Tableau 2 : Types de billets de banque algériens et ses caractéristiques

Type	Dimension	Tonalité	Papier
 <p>100 دينار بنك الجزائر 1992-05-21 0049444853 @http://www.cgb.fr</p>	130 mm X 71,7 mm	Bleue	Filigrané, teint dans la masse en bleu clair
 <p>200 دينار البنك المركزي الجزائري 0883896838 11 554 1983-05-23 www.cgb.dz</p>	140 mm X 71,7 mm,	Brun rougeâtre	Filigrané, teint dans la masse en rose pâle
 <p>500 دينار بنك الجزائر خمس مائة دينار 1992-05-21 0118285052 www.cgb.dz</p>	150 mm X 71,7 mm	Violet rougeâtre	Filigrané, teint dans la masse en rose pâle
 <p>1000 دينار بنك الجزائر ألف دينار 1992-05-21 0118285052 www.cgb.fr</p>	160 mm X 71,7 mm	Bistre violacé	Filigrané, teint dans la masse en bleu pâle
 <p>1000 دينار بنك الجزائر ألف دينار 0000933236 www.cgb.fr</p>	160 mm x 71,7 mm	Bleu-verdâtre	Filigrané, teint dans la masse en bleu pâle

4. La contamination microbienne de la monnaie et ses sources

Plusieurs études menées dans le monde entier ont révélé que la monnaie en circulation est contaminée par plusieurs agents microbiens : bactéries, champignons, virus et parasites provenant de plusieurs sources environnementales et humaines.

4.1. Sources de contamination

La contamination microbienne de la monnaie pourrait être de plusieurs sources (voir figure 01), il pourrait être de :

a) L'utilisation :

- ✓ Le placement sur des surfaces sales (poches, table de travail, sous le tapis ...).
- ✓ Le boucher avec les doigts contaminés par le sang et les déchets d'animaux.
- ✓ La manipulation simultanée de nourriture et de la monnaie par des serveurs ou des fournisseurs peut avoir également des conséquences graves comme la nourriture qu'ils servent prêt à manger et ne nécessite pas de chauffage supplémentaire (**Gosa Girma, 2014**).
- ✓ Pliage des billets de banque crée des poches ou des crevasses pouvant abriter des particules de poussières et des microorganismes dont certains peuvent se développer ou rester dans une phase de repos pendant de longues périodes jusqu'à ce qu'il trouvent des environnements appropriés pour croître et se multiplier (cas de banque de Ghana 2007).
- ✓ La monnaie peut être contaminée par les blessures (**Gosa Girma, 2014**).

b) Pendant le stockage :

Le stockage du papier-monnaie en Polyéthylène, coton et sacs en cuir dans des conditions humides et sombres favorisent aussi la croissance des microorganismes.

c) Peau :

Les femmes placent souvent l'argent sous leur soutien-gorge, les hommes dans leurs chaussettes ce qui aide les bactéries à croître plus rapidement grâce à la chaleur et l'humidité de notre corps.

d) Salive :

L'habitude de mouillage des doigts avec de la salive ou de l'utilisation de l'eau contaminée comme lubrifiant pour les doigts pendant le comptage de la monnaie, peut conduire au transfert des bactéries et des ovules parasites ou des kystes aux billets (TagoeD., Baidoo S., et al., 2009).

e) Atmosphère :

La monnaie peut être également contaminé par les sécrétions nasales et des aérosols produits par les éternuements et la toux qui sont des sources potentielles de transfert de microorganismes aux billets et pièces lors de la manutention (EO Igumbor et al., 2007).

Ces habitudes de manipulation de monnaie peuvent introduire des microorganismes dans les billets de banque ainsi les pièces métallique.

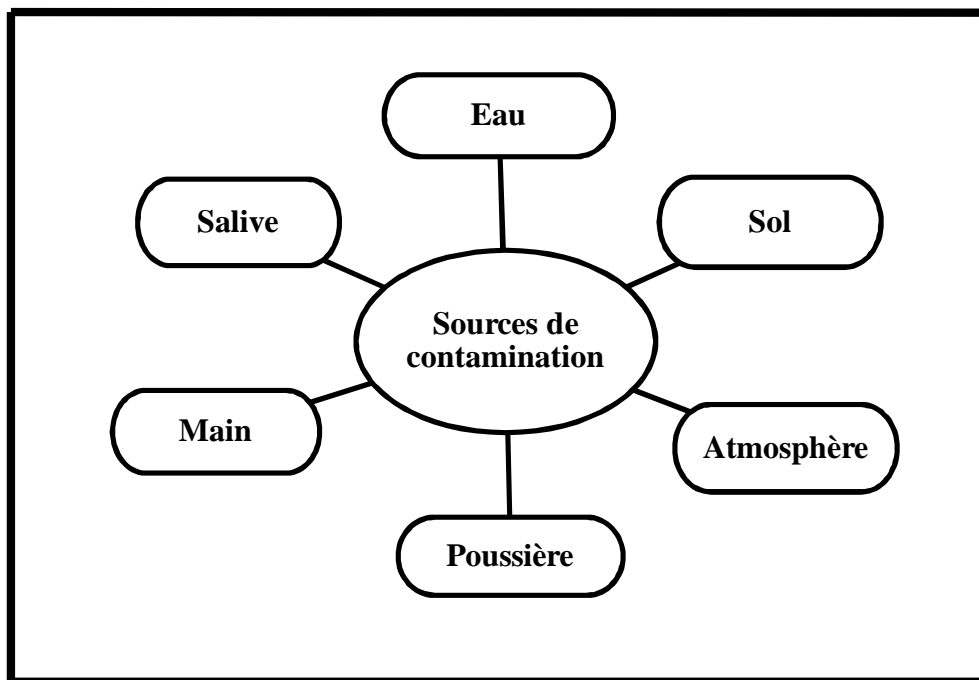


Figure 1 : Sources de contamination de la monnaie

4.2. Types de contamination

Le niveau de contamination et le type des organismes présent sur la monnaie varie selon plusieurs facteurs y compris :

- La saison et les conditions environnementales.
- Le type de monnaie (papier et pièce).
- La flore de la communauté locale.
- Le niveau d'hygiène générale de la population (**Saber Yezli, 2013**).

Il existe 3 types de contamination :

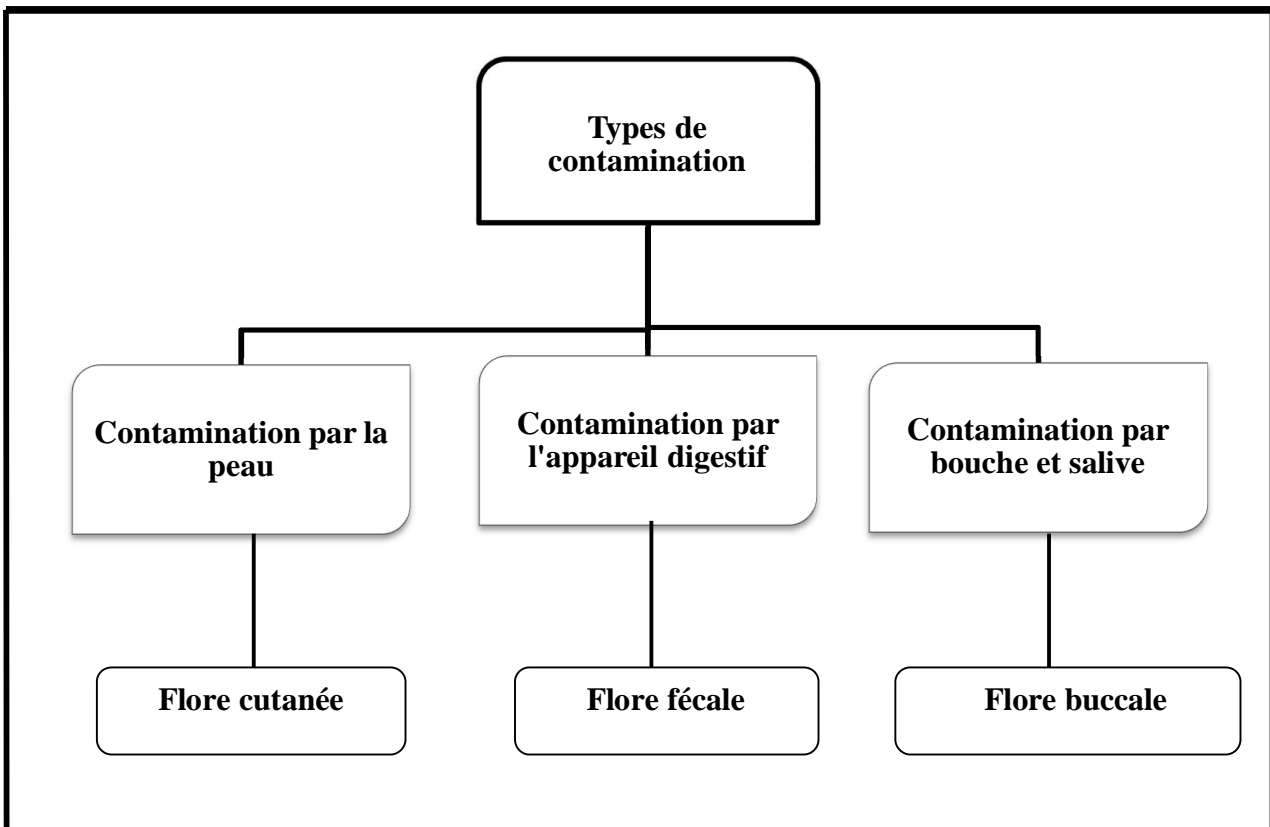


Figure 2 : Types de contamination de la monnaie

4.2.1. Contamination par la peau

Les personnes manipulant la monnaie perdent une partie de leur flore du corps sur eux par l'intermédiaire des mains. Cette flore est variable en fonction du climat (température, taux d'humidité, pH), l'individu, l'âge et sexe.

Elle est composée en deux catégories :

❖ **La flore résidente ou commensale (FCR)** : est constituée d'un grand nombre d'espèces bactériennes et fongiques implanté de façon permanente sur la peau, le nombre de bactéries de la FCR varie de 10^2 à 10^3 /cm² pour les aérobies et de 10 à 10^5 /cm² pour les anaérobies.

Aérobies

Elle comprend des germes Gram positif potentiellement peu pathogènes tels que :

- **Cocci à Gram +** : Staphylocoques dont notamment *Staphylococcus epidermidis* qui est le plus abondant de la flore commensale.
- **Bacilles à Gram +** : Corynebactéries.

Anaérobies

- *Propionibacterium acnes*.
- Streptocoques et assimilés.

Sur les mains, la flore cutanée commensale est abondante grâce à une multiplication interdigitale. Mais les mains nous servent à interagir avec notre environnement donc il va y avoir le développement d'une **flore transitoire**, composée de nouveaux germes potentiellement pathogènes provenant du tube digestif ou du rhinopharynx (**Anonyme 3**), parmi eux :

- Entérobactéries.
- Staphylocoques doré.
- *Streptococcus pyogenes*(groupe A).
- *Bacillus sp.*
- Spores de *Clostridium*.
- Levures : *Candida sp.*
- *Acinetobacter sp.*
- *Pseudomonas aeruginosa*.

4.2.2. Contamination par l'appareil digestif

Plusieurs pratiques non hygiéniques courantes dans la vie quotidienne de l'homme comme le lavage incorrecte des mains après le nettoyage de l'anus, le boucher avec des mains contaminées par les matières fécale et le sang des animaux sont responsables de contaminer la monnaie par la flore fécale.

La flore fécale est extrêmement variée et abondante. Elle comprend 10^{11} à 10^{12} bactéries/g avec une nette prédominance des anaérobies stricts (99,9 %), surtout Bactéroïdes ($\approx 10^{11}$ par gramme de selle), *Bifidobactérium*, *Clostridium*, viennent ensuite les Entérobactéries (*E.coli*, 10^8 /g, *Proteus*, *Klebsiella...*), Entérocoques et Staphylocoques. Cette flore est habituellement stable et limite l'implantation d'espèces pathogènes telles que *Salmonella*, *Shigella* ou *Campylobacter* et le développement des bactéries commensales potentiellement dangereuses (Anonyme 4).

4.2.3. Contamination par bouche et salive

On dénombre habituellement 10^8 à 10^9 germes/ ml de salive, par conséquent ces derniers peuvent être transférés à partir de la salive lors du comptage des billets, l'éternuement et la toux, ces microorganismes font partie de la flore buccale.

Elle contient de nombreux opportunistes majeurs :

- Staphylocoques doré
- Streptocoques : *S. pyogenes*, *S.pneumoniae*.
- *Neisseria* : éventuellement *Neisseria meningitidis*.
- Corynébactéries.
- Lactobacilles.

Comme elle peut être modifiée selon des facteurs tels que :

- Physiologique : âge, hormones, stress.
- Pathologique : diabète, cancer.
- Psychologique : anorexie nerveuse, la schizophrénie.
- Pharmacologique : l'effet des médicaments est à considérer (Anonyme 5).

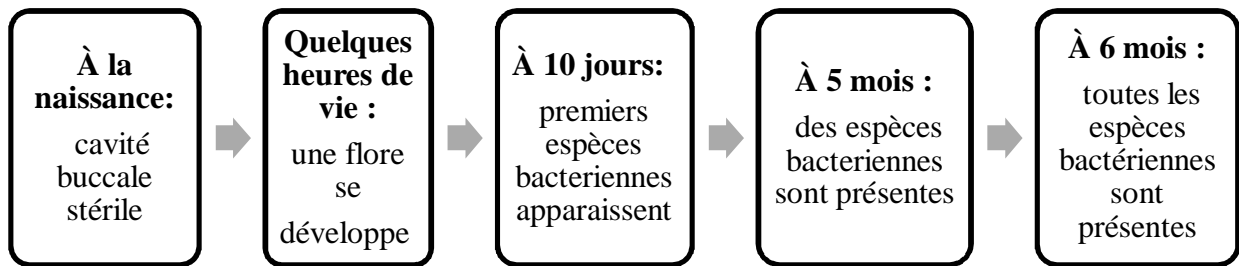


Figure 3 : Changement de la flore buccale au fil de temps

5. Persistance des Pathogènes

La plupart des agents pathogènes sont capables de survivre sur des surfaces qui peuvent agir en tant que sources de transmission d'agents pathogènes si aucune désinfection n'est effectuée.

La survie des microorganismes sur la monnaie dépend du type de l'organisme et leur résilience environnementale, le type de matériel que la monnaie est faite et les conditions de son entourage tels que : la présence de matière organique, le rayonnement solaire, la température et l'humidité (Taylor J ., Davies M., et al ., 2013).

Un certain nombre des microorganismes portent les potentiels pour la survie sur des objets inanimés secs. Ils ont évolués des stades physiologiques distincts et complexes de repos qui leur donnent l'avantage pour survivre ou l'hibernation. Des études menées sur le papier ordinaire ont montrées des différences dans la durée de survie en fonction des conditions d'ambiance, mais sont stables sur le papier jusqu'à 72 heures et encore cultivable après sept jours (Alemu Agersew, 2014).

5.1. Sur des surfaces

Une étude récente a indiquée que de nombreuses bactéries Gram-positives, telles que : *S. aureus* et *Streptococcus pyogenes* et des bactéries Gram-négatives telles que : *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* et *Shigella sp*, peut survivre pendant des mois sur des surfaces en formant un biofilm. En outre, les mycobactéries et *Clostridium difficile* peut survivre pendant des mois, tandis que d'autres agents pathogènes, tels

que *Bordetella pertussis*, *Haemophilus influenzae*, *Proteus vulgarisor*, *Vibrio cholerae*, persistent pour des jours. *Candida albicans* peut survivre jusqu'à 4 mois sur des surfaces, alors que les virus des voies respiratoires, tels que le coronavirus, virus de la grippe, le virus respiratoire aigu sévère de syndrome associé ou rhinovirus peuvent persister sur les surfaces pendant quelques jours. Les norovirus sont stables dans l'environnement, capable de résister à des nombreux désinfectants chimiques courants, comme ils peuvent persister sur des surfaces jusqu'à 2 semaines. Virus de l'herpès persiste pendant quelques heures à 7 jours. Les virus du tractus GI, tels que les astrovirus, HAV, Poliovirus et Rotavirus, persistent pendant environ 2 mois (**Kramer A., Ingeborg S., et al, 2006**).

5.2. Sur des billets de banque

Une étude a portée sur la survie du *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline , Entérocoques résistants à la vancomycineet *E. coli* productrices de BLSE sur divers billets de banque du monde entier, y compris Euro, Kuna de la Croatie, Leu roumain, Dirham marocain, dollar américain, dollar canadien, et la Roupie indienne.

Ils ont constaté que les 3 organismes ont survécu sur le Leu roumain pendant 6 heures après le séchage et l'ERV a été isolé à partir des mêmes billets après une journée de séchage. D'autres monnaies ont des taux de survie variables (**Saber Yezli, 2013**).

Une autre étude in vitro a constaté que *S. aureus* a pu survivre sur la monnaie de papier indien pendant 8 jours à la température ambiante (**Kumar JD ., Negi YK., et al., 2009**).

Certaines bactéries Gram-négatives tels que *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* et *Shigella sp* peuvent rester aussi longtemps que 11 jours sur les pièces et que le virus de la grippe peut survivre sur la monnaie en papier Égyptienne environ 3 à 17 jours (**El-Dars F ., Hassan W. et al, 2005**).

6. Transmission des agents pathogènes à partir de la monnaie

À la fin des années 1800 et au début des années 1900, les scientifiques ont commencé à théoriser que la transmission de la monnaie a été associée à la transmission de la maladie (Alemu Agersew, 2014). Les Techniques scientifiques modernes ont confirmé ces théories et ont montré que les organismes pathogènes viables (virus, bactéries et champignons) peuvent être isolés à partir des surfaces de billet de banque et pièces de monnaie qui pourraient être des vecteurs pour la transmission de microorganismes pathogènes (Kuria J. et al., 2009).

Les contaminants microbiens peuvent être transmis directement par contact main-à-main, ou indirectement par l'intermédiaire de la nourriture ou d'autres objets inanimés.

6.1. Rôle de la monnaie dans la propagation des infections nosocomiales

On croit que la principale voie de transmission de la plupart des agents pathogènes est par les mains transitoirement contaminées du travailleur de la santé (Laborde DJ., Weigle KA., et al., 1993). Un seul contact d'une main avec une surface contaminée peut entraîner un degré variable de transfert de pathogènes (Axel Kramer, Ingeborg S., et al., 2006). Les hôpitaux, les surfaces, comme les lits et les claviers, qui entrent en contact avec les mains servent de réservoirs d'agents pathogènes nosocomiaux et vecteurs de transmission croisée (Emmanouil Angelakis, Esam I Azhar, et al., 2014).

Plusieurs études ont montré que les billets et pièces de monnaie peuvent également servir comme des réservoirs pour les agents pathogènes.

Par exemple dans une étude en Inde, le plus grand nombre d'isolats de *S. aureus* a été trouvé sur la monnaie de papier qui a été récupérée dans les hôpitaux (Bures S., Fischbain jt., et al., 2000) plus de la moitié des échantillons de surface des hôpitaux aux Etats-Unis et de l'Irlande ont été trouvés contaminés par le SARM, y compris celles qui sont prises à partir de lits et de matelas, et les souches étaient similaires à celles isolées chez les patients (Emmanouil Angelakis, Esam I Azhar et al., 2014).

De plus, le personnel hospitalier peut transmettre *Clostridium difficile* pour les patients sensibles par le transport transitoire sur leurs mains. La même souche de *Clostridium difficile* a

été isolée à partir des mains des enfants et des enseignants dans une épidémie diarrhéique dans le cadre de soins de jour (**Emmanouil Angelakis Esam I Azhar et al., et al., 2014**).

Une étude a trouvé *Staphylococcus aureus* résistant à la vancomycine sur les billets de banque qui ont été recueillies auprès de la boutique de cadeaux d'un hôpital universitaire, un vendeur de sandwich devant la porte de l'hôpital et un dépanneur près de l'hôpital. Les isolats résistants à la vancomycine ont probablement d'origine hospitalier et avait été transmis à l'extérieur de l'hôpital sur la monnaie.

En résumé, les résultats d'études de la santé ont révélé que la monnaie peut servir comme un réservoir d'agents pathogènes nosocomiaux.

6.2. Rôle de la monnaie dans la propagation des épidémies d'origine alimentaire

Les données accumulées au cours des 20 dernières années indiquent que les agents pathogènes sur les billets de banque pourraient représenter une cause potentielle de maladies d'origine alimentaire (**Alemu Agersew, 2014**). Les aliments peuvent être contaminés par des agents pathogènes en tout point au cours de leur production, de transformation et de préparation.

Dans de nombreux magasins d'alimentation, si les travailleurs manipulent la monnaie et préparer la nourriture en même temps, le risque de contamination croisée augmente (transfère des bactéries de la monnaie à l'homme par voie alimentaire). En outre, les agents pathogènes du nez, de la gorge, les matières fécales ou de la peau peuvent être transmises par les mains. Les agents les plus susceptibles d'être transmis par les travailleurs alimentaires sont Norovirus, *Shigella sp*, *Salmonella sp* et *S. aureus* (**Emmanouil Angelakis, Esam I Azhar et al., et al., 2014**).

Dans une étude récente, le nombre de bactéries sur les billets obtenus à partir de magasins d'alimentation varie considérablement au sein d'un même pays et entre les différents pays (**Vriesekoop F., Russell C., et al., 2010**). Au Bangladesh, les billets collectés auprès des vendeurs de poissons, les vendeurs de viande, vendeurs de légumes, les vendeurs de nourriture et les commerçants étaient contaminés par *E. coli*, *Klebsiella sp*, *Salmonella sp*, *S. aureus*, *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp*. et *V. cholerae* ; le plus grand nombre d'isolats ont été récupérés à partir des monnaies obtenues à partir des vendeurs de poisson et de viande (**Uddin A, 2010**).

Au Népal, 62% des billets de banque obtenues auprès des vendeurs de produits alimentaires ont été trouvés contaminés, tandis qu'au Kenya, les billets collectés à partir de bouchers, restauration préposés et les vendeurs alimentaires ont également été fortement contaminés par des champignons, y compris : *A.Niger*, *Penicillium sp*, *Candida sp*, et *Cryptococcus sp* (**Lamichhane J., 2009**). En résumé, la monnaie collectée auprès des vendeurs de produits alimentaires est fortement contaminée et la présence d'agents infectieux sur les billets de banque ou pièces de monnaie est une indication d'une mauvaise hygiène de la personne qui a récemment traité les billets de banque ou pièces de monnaie. De plus, la manière dont les billets de banque ou pièces de monnaie ont été conservés dans les magasins d'alimentation peut influencer la présence de ces agents infectieux sur la monnaie (**Kuria JK., 2009**).

7. Résistance aux antimicrobiens

La résistance aux antimicrobiens est un problème mondial qui a entraîné une forte morbidité et mortalité à la suite d'échecs de traitement et l'augmentation des coûts de soins de santé (**Alemu Agersew, 2014**).

Les billets de banque en circulation à travers le monde sont contaminés par divers agents microbiens (bactéries, champignons) dont la plupart sont résistants aux antibiotiques, ils représentent donc un risque pour la santé publique, à la communauté et les personnes manipulant la monnaie (**Alemu Agersew, 2014**).

Ces derniers capables de provoquer des infections graves difficiles à traiter surtout chez les sujets immunodéprimés et hospitalisés.

CHAPITRE II
MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Site d'étude

Notre travail a été réalisé au laboratoire de microbiologie de la faculté des SNV (Université Frère Mentouri, Constantine) durant une période de deux mois (3 mars au 13 mai 2016), dans lequel nous avons réalisé un ensemble d'analyses microbiologiques et biochimiques des souches isolées à partir de la monnaie algérienne en circulation.

2. Collecte d'échantillons

Un total de 76 échantillons de billets de banque actuellement en circulation (100, 200 , 500, 1.000 et 2.000 Dinars) et pièces de monnaie métallique (5 , 10 , 20 , 50 , 100 et 200 Dinars) ont été collectées à partir de divers lieux d'affaires à Constantine y compris : cafétérias, supermarchés, supérettes, épicerie , boucher, restaurants et les stations d'essence... de manière aseptique en laissant les individus à déposer la monnaie dans un sac en plastique stérile. Ces derniers ont été rapidement scellés pour éviter toute contamination ultérieure par l'air ou tout autre contact qui aurait pu avoir compromis la contamination réelle. Les échantillons ont été étiquetés, transportés au laboratoire puis traités immédiatement pour l'isolement et l'identification des microorganismes.

3. Conditions physiques des billets et des pièces de monnaie

Nos échantillons étaient dans diverses conditions physiques. Ils ont été classés comme : bien, modéré et en mauvais état.

Le terme «bien » fait référence à des billets et pièces de monnaie qui ont été récemment produites et étaient neuf. Le terme «modéré » fait référence à des billets et pièces de monnaie qui ne conservaient que la moitié de leur état d'origine. Le terme «mauvais» fait référence à des billets et des pièces de monnaie qui ont été soit mutilés ou en cas de billets de banque ont eu lieu avec l'aide de Ruban adhésif.

4. Matériel

4.1. Matériel microbiologique

✚ Matériel de paillasse

- Bec bunsen
- Anse de platine
- Écouvillon
- Eau physiologique stérile
- Boîtes de pétri stérile
- Pince
- Pipettes Pasteur
- Lames et lamelles

✚ Matériel de laboratoire

- ✓ Étuve à 37 °C et à 30° C
- ✓ Vortex
- ✓ Agitateur magnétique
- ✓ Microscope optique

4.2. Milieux de culture

✚ Milieux de culture liquides

Bouillon nutritif (BN)

✚ Milieux de culture solides

- Gélose Nutritive
- Gélose Chapman
- Gélose Baird Parker
- Gélose BCP et Drigalski
- Gélose SS
- Gélose OGA
- Mueller- Hinton

4.3. Étude biochimique

- Disques d'oxydase
- Test catalase :
 - ✓ L'eau oxygénée (H₂O₂)
 - ✓ Lame

- Galerie biochimique classique des entérobactéries

a) Les milieux de cultures :

- Mannitol - mobilité
- Citrate de Simmons
- KIA (gélose glucose - lactose)
- Eau peptonée exempte d'indole
- Clark et Lubs
- Bouillon nitraté
- Urée – indole
- LDC (Lysine décarboxylase)
- ODC (Ornithine décarboxylase)
- ADH (Arginine dihydrolase)

b) Les réactifs à ajouter :

- Kovacs
- Griess(Nit1 et Nit 2)
- Rouge de Méthyle (RM)
- Voges – Proskauer (Vp1 et Vp2)
- Huile de paraffine

La composition de ces milieux est indiquée dans l'annexe 01.

5. Méthodes

5.1. Isolement des microorganismes

Un écouvillon stérile humidifié avec du sérum physiologique stérile (0,9% de NaCl) a été utilisé pour récupérer les microorganismes contenus sur les billets et les pièces ; et pour mettre en suspension les germes, l'écouvillon est placé dans un tube d'eau physiologique stérile.

a) Isolement et dénombrement de la flore totale

À partir de la suspension microbienne résultante d'écouvillonnage, des dilutions décimales allant de 10^{-1} jusqu' à 10^{-4} ont été effectuées pour ensemercer la gélose nutritive avec un volume de 1ml dont le but est de dénombrer la flore totale aérobie mésophile (Delarras, 2014). (Annexe 02)

Après 24 heures d'incubation à 30°C, les boîtes contenant des colonies entre 15 et 300 sont prises en considération.

On utilise la formule mathématique suivante :

$$N = \frac{\sum \text{colonies}}{V_{ml} \times (n_1 + 0.1n_2) \times d_1}$$

Avec :

N : nombre d'UFC par ml de produit initial

\sum Colonies : sommes des colonies des boîtes interprétables

V_{ml} : volume de solution déposé (1 ml)

n_1 : nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue

n_2 : nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue

d_1 : facteur de la première dilution retenue

b) Isolement sélectif des microorganismes pathogènes

La même suspension microbienne résultante d'écouvillonnage a servi pour inoculer un tube de bouillon nutritif qui a été incubé par la suite à 37°C pendant 18 heures.

Après 18 heures, un ensemencement a été réalisé en masse et en stries sur les géloses suivant : OGA, Chapman, Drigalski, BCP et SS afin d'isoler les champignons, Staphylocoques et les entérobactéries respectivement.

Les boîtes ont été ensuite mises en incubation en aérobiose à 35-37°C pendant 24-48 heures et pendant 5 jours à 25-30°C pour celles d'OGA afin de permettre aux microorganismes de se développer.

5.2. Purification des souches

La pureté d'une souche est importante puisqu'elle permet de caractériser séparément les colonies, d'étudier leurs propriétés biochimiques, morphologiques et leur sensibilité/résistance aux antibiotiques.

Après une lecture macroscopique, les différentes colonies obtenues ont été repiquées sur GN et mises en incubation afin d'obtenir des souches pures.

5.3. Identification des microorganismes

L'identification des souches isolées a porté sur une série des tests préliminaires (examen macroscopique et microscopique) et quelques tests biochimiques.

5.3.1. Examen macroscopique

➤ *Bactéries*

L'examen est basé sur la recherche des caractéristiques suivantes : la taille, la couleur, pigmentation, la forme, l'aspect de surface, l'aspect des bords de colonies, la consistance, l'opacité.

➤ *Champignons*

○ **Levures**

Les colonies de levures ne présentant pas de grande particularité par rapport aux colonies bactériennes.

○ **Les moisissures**

Pour les champignons filamenteux on doit noter :

- L'aspect de la colonie en surface et la forme de la colonie.
- La couleur de la colonie et couleur du revers.
- La taille : diamètre des colonies en mm.
- Pigmentation.

5.3.2. Examen microscopique

5.3.2.1. État frais

C'est un examen de mise en œuvre très simple et qui a lieu au microscope optique à l'objectif x 40, il permet :

- L'observation des bactéries vivantes et la détermination de leur morphologie, de leur mode de regroupement, de leur mobilité éventuelle et de la quantité approximative des bactéries.
- D'étudier les caractères morphologiques des moisissures : aspect du mycélium, hyphes cloisonnées ou non, aspect des conidies et leur mode de regroupement (**Delarras, 2007**).

5.3.2.2. Coloration de Gram

L'examen du frottis coloré au Gram permet d'observer les éventuelles bactéries présentes, les différencier en Gram positive et Gram négative selon leurs morphologies et leurs affinités tinctoriales et d'apprécier aussi leur abondance, leur regroupement, leur homogénéités ou hétérogénéités morphologiques (**Joseph P., 2012**).

La coloration de Gram a été réalisée selon le protocole de Gram Hucker, 1902 (annexe 03).

5.3.3. Étude biochimique

5.3.3.1. Test Nitrate-réductases (NR)

Certaines bactéries ont la capacité de réduire les nitrates en nitrites dont leur mise en évidence est réalisée en utilisant le réactif de Griess, la réduction peut aller au-delà du stade nitrites et conduire à la formation d'azote gazeux (N₂) (**Delarras, 2007**).

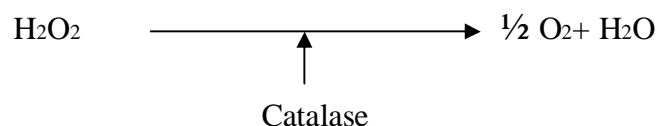


Les nitrites en milieu acétique ou sulfurique donnent une coloration rose ou rouge en présence d'acide sulfanilique et alpha-naphtylamine.

Comme certaines bactéries réduisent les nitrates au-delà du stade nitrites, toutes réaction apparaissant négative (absence de coloration rose ou rouge) doit être contrôlée pour constater la présence ou la disparition des nitrates contenus à l'origine dans le milieu, dans ce but on ajoute au milieu la poudre e zinc. L'absence de coloration indique une réaction positive.

5.3.3.2. Test catalase

La catalase est une enzyme présente chez la plupart des bactéries aérobies strictes et anaérobies facultatives. Elle décompose l'eau oxygénée en eau et en oxygène qui se dégage selon la réaction suivante (**Delarras, 2007**) :



Le dégagement de bulles de gaz indique la présence de la catalase : test catalase +

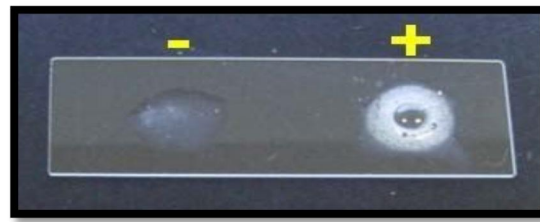


Figure 4 : Test de la catalase

5.3.3.3. Test oxydase

Le test de l'oxydase est fondé sur la production bactérienne d'une enzyme oxydase intracellulaire. En présence d'oxygène atmosphérique et de cytochrome C, cette enzyme oxyde le réactif pour former un composé coloré en violet "l'indophénol" (Delarras, 2007).



(a) : Oxydase négatif



(b) : Oxydase positif

Figure 5 : Test d'oxydase

5.3.3.4. Galerie biochimique classique

Afin d'identifier les entérobactéries, il faut étudier plusieurs caractères entre autres :

a) *Étude de métabolisme glucidique et énergétique*

✚ Utilisation du lactose et du saccharose, fermentation avec ou sans gaz du glucose, production de H₂S.

✚ Utilisation du citrate comme source unique de carbone et d'énergie : Le but de ce test est de savoir si la bactérie utilise le citrate comme source de carbone.

La transformation du triacide (acide citrique) en diacide par décarboxylation oxydative donne une élévation du pH qui se traduit par un virage au bleu.

✚ Fermentation du sucre Mannitol et mobilité de la bactérie.

✚ Voies de fermentation de l'acide pyruvique :

- Fermentation butylène glycolique : Test VP (Voges-Proskauer).
- Fermentation des acides mixtes : Test RM (Rouge de Méthyle).

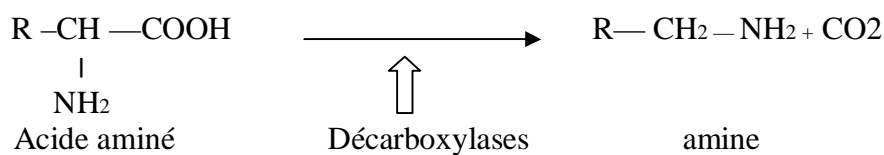
b) Étude de métabolisme protéique :

○ Production d'indole (métabolisme du Tryptophane) :

Certaines bactéries dégradent le tryptophane en indole grâce à une enzyme «tryptophanase ».

○ Production des décarboxylases ODC, LDC et ADH bactériennes (métabolisme des acides aminés) :

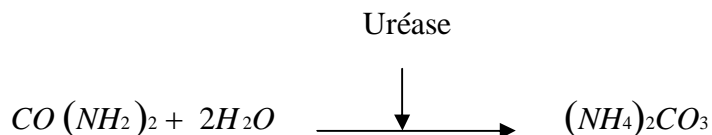
En anaérobiose et en présence de ces enzymes, les acides aminés (pH acide du milieu de 3,5 à 5,5) sont transformés en amines (décarboxylation) avec dégagement de gaz oxyde de carbone (CO₂) selon la réaction suivante :



c) Étude de métabolisme azoté :

Production de l'uréase :

L'uréase est l'enzyme qui hydrolyse l'urée en carbonate d'ammonium selon la réaction suivante :



Les caractères biochimiques recherchés sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Caractères biochimiques recherchés pour les Entérobactéries

Milieux de culture	Test recherché	Ensemencement	Incubation	Réactifs à ajouter	Résultat positifs	Résultat négatifs
Mannitol-mobilité	Fermentation du mannitol	Piqure centrale	24 h à 37 °C		Rouge → Jaune	Rouge
	Mobilité				Formation d'un voile en axe centrale	Absence de voile
Citrate de Simmons	Utilisation du citrate comme source unique de carbone	Stries longitudinales de la pente	24 h à 37 °C		Vert → bleu	Vert
Eau peptonée exempte d'indole	Production d'indole à partir de tryptophane	Quelques gouttes de suspension bactérienne	24 h à 37 °C	Kovacs	Formation d'un anneau rouge à la surface	Absence d'anneau ou anneau jaune
Clark et Lubs	Production d'acétoïne	Quelques gouttes de suspension bactérienne	24 h à 37 °C	RM	Jaune → Rouge	Jaune
	Production d'acide pyruvique			VP1 et VP2	Jaune → Rouge à rose	Jaune
KIA (gélose glucose-lactose-saccharose)	Fermentation du : - Lactose - Glucose - Saccharose	- Stries serrées pour de la pente	24 h à 37 °C		Rouge brun → -Pente jaune -Culot jaune	Rouge brun
	Production du gaz	- Simple piqure pour le culot			Bulles d'air à l'intérieur de la gélose	Pas de changement de l'aspect de gélose
	Production de l'H ₂ S				Noircissement	Pas de noircissement
Urée-indole	Hydrolyse de l'urée	Quelques gouttes de suspension bactérienne	24 h à 37 °C		Orange → rouge, rose à violet	Orange
LDC ODC ADH	L'hydrolyse de l'acide aminé en amine	Quelques gouttes de suspension bactérienne + couche de l'huile de paraffine	24 h à 37 °C		Violet → violet à orange foncé	Jaune

5.4. Antibiogramme

a. Principe

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques a été réalisée par la méthode de diffusion des disques imprégnés d'antibiotiques en milieu Mueller-Hinton selon les recommandations du comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (SFM).

b. Inoculum

À partir d'une culture de 18 à 24 heures sur milieu gélose nutritive, on prépare une suspension en solution saline (0.9 % NaCl) : une colonie d'*Entérobactérie*, deux colonies de *Staphylocoques* dans 2.5 ml d'eau physiologique stérile.

c. Milieu d'ensemencement : Gélose Mueller-Hinton.

d. Technique d'ensemencement utilisée

- ❖ Tremper un écouvillon stérile sec dans l'inoculum (une seule fois).
- ❖ Eliminer l'excès d'inoculum en pressant l'écouvillon et en le faisant rouler contre les parois du tube au-dessus du niveau du liquide.
- ❖ Ensemencer en stries sur toute la surface de la boîte à 3 reprises en faisant tourner la boîte de 60° après chaque application passer enfin l'écouvillon sur le bord de la gélose.
- ❖ Laisser sécher l'inoculum pendant quelques minutes à température ambiante, le couvercle étant fermé.

e. Application des disques d'antibiotiques : Elle a été faite par une pince stérile.

f. Lecture : Après 18 à 24 heures d'incubation à 37°C avec un éventuel prolongement de celle-ci jusqu'à 48 heures si la croissance apparaît faible après 24 heures.

Les diamètres d'inhibition autour des disques sont mesurés puis ils sont comparés aux diamètres critiques conformément aux normes CASFM (Comité de l'Antibiogramme de la Société française de Microbiologie). Il convient de noter toutefois, qu'une souche dont la sensibilité aux antibiotiques est ainsi évaluée peut être déclarée "sensible, intermédiaire ou résistante".

L'organigramme suivant résume la démarche adoptée :

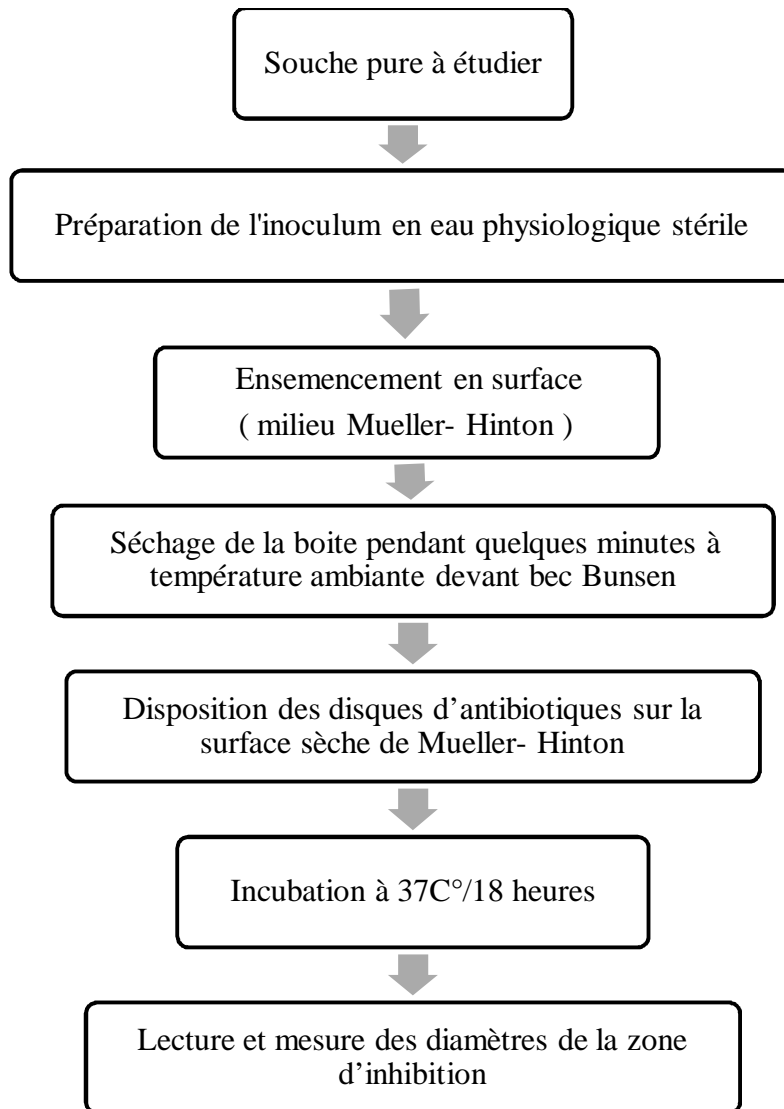


Figure 6 :Les étapes de l'antibiogramme (Roland, 2006)

g. Antibiotiques utilisés

Tableau 4 : Les antibiotiques testés et les diamètres critiques pour l'appréciation de la Sensibilité/Résistance selon les Recommandations du CASFM

Famille	Antibiotique testé	Sigle	Charge du disque µg	Diamètre critique (mm)	
				Sensible	Résistante
β lactamines (pénicillines /céphalosporines)	Pénicilline	P	10	≥29	<18
	Amoxicilline	AML	25	≥23	<16
	Oxacilline	OX	5	≥20	<20
	Ticarcilline	TIC	75	≥22	<22
	Céfotaxime	CTX	30	≥26	<23
	Céfalexine	CN	15	≥18	<12
	Céfoxitine	FOX	30	≥22	<15
	Céfazoline	KZ	30	≥18	<18
Aminosides	Amikacine	AK	30	≥17	<15
	Tobramycine	TOB	10	≥18	<16
Glycopeptides	Vancomycine	VA	30	≥17	-
Macrolides	Erythromycine	E	15	≥22	<17
	Pristinamycine	PT	15	≥22	<19
Carbapénèmes	Imipénème	IPM	10	≥24	<17
Oxapénames	Amoxicilline+Acide clavulanique	AMC	30	≥23	<16
Phénicole	Chloramphénicol	C	30	≥23	<19
Quinolones	Acide nalidixique	NA	30	≥20	<15
	Ciprofloxacine	CIP	5	≥25	<22
Sulfamides+Trimethoprime	Sulfaméthoxazole+Trimethoprime	SXT	25	≥16	<10
Lincosamides	Clindamycine	DA	2	≥15	<15
Polymyxines	Colistine	CT	50	≥15	<15
Fusidanines	Acide fusidique	FD	10	≥22	<15
Fosfomycine	Fosfomycine/ Trométamol	FOT	200	≥14	<14

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. Dénombrement de la FTAM

Le tableau ci-dessous présente les résultats de dénombrement de la flore totale mésophile :

Tableau 5:Dénombrement de la FTAM

Volume de l'inoculum : 1 ml	Nombre des colonies	
	Billet	Pièce
Suspension mère	> 150	13
Dilution 10 ⁻¹	70	10
Dilution 10 ⁻²	65	4
Dilution 10 ⁻³	2	3
Dilution 10 ⁻⁴	0	2

D'après ces résultats, on constate que le nombre des colonies présent sur les billets de banque est 2681.81UFC/ml tandis que les pièces contiennent un nombre maximal de 13 colonies seulement, donc les billets de banque sont plus contaminés que les pièces métalliques. Cela peut être expliqué par les différences entre les textures des billets et les alliages métalliques utilisés pour les pièces ; la monnaie en papier a une composition de coton / lin ce qui offre un support pour les microorganismes qui peuvent persister pendant des périodes longues.

De plus, la surface fibreuse des billets facilitant l'adhésion et la multiplication de nombreux types de microbes tandis que les pièces de dinars (DA) à base de cuivre, nickel et aluminium sont plus inhibitrices à la colonisation microbienne.

En outre, la surface inférieure des pièces présente une surface inférieure à la colonisation microbienne.

Par ailleurs, les billets de banque sales et mutilés qui ont été présents dans la circulation à partir d'un temps très long ont des niveaux plus élevés de contamination sur eux, ceci est confirmé par plusieurs études. Ainsi, les billets d'une valeur inférieure passent par plusieurs mains pour différentes transactions quotidiennes que les coupures plus élevées, par conséquent le taux de change plus élevé prédispose celles d'une valeur inférieure à des niveaux plus élevés de contamination (**Jane Francis, Nana G., et al., 2014**).

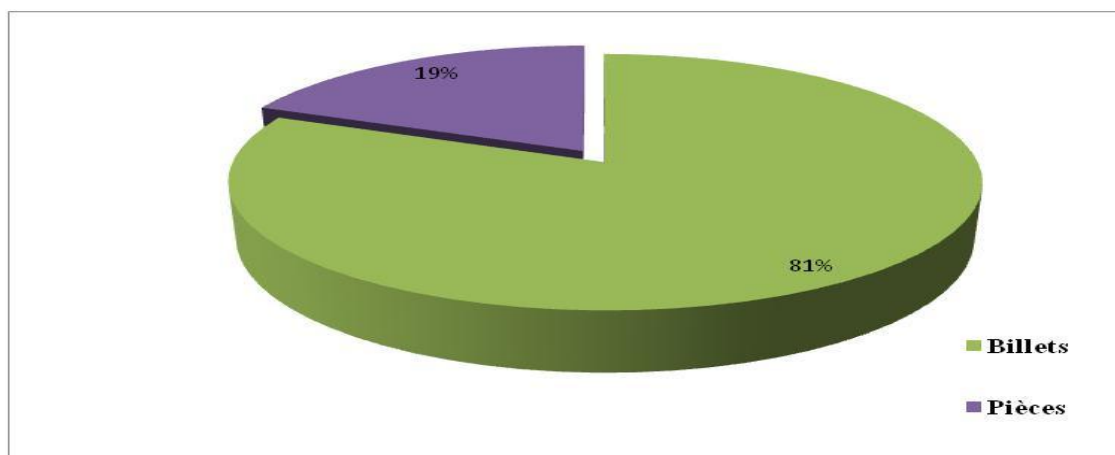


Figure 7 : Estimation de la contamination des billets et pièces

II. Identification des microorganismes

1. Bactéries

1.1. Étude macroscopique

Après 24 heures d'incubation à 37 °C, l'aspect des colonies sur les milieux sélectifs est regroupé dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Aspect macroscopique des souches isolées

Milieu	Souche	Aspect macroscopique					
		Taille (mm)	Forme	Surface	Opacité	Consistance	Couleur
SS	S1	1	Ronde	Lisse, semi-bombée	Opaque	Crémeuse	Rose
Drigalski	S2	3	Irrégulière	Lisse	Opaque	Crémeuse	Jaune
BCP	S3	1-2	Ronde	Brillant, semi-bombée	Opaque	Crémeuse	Bleu
Chapman	S4	1	Ronde, régulière	Lisse, semi-bombée	Opaque	Crémeuse	Jaune
	S5	1	Ronde	Lisse, semi-bombée	Opaque	Crémeuse	Rouge à rose
	S6	3	Irrégulière	Lisse, plate	Opaque	Muqueuse	Jaune
BCP	S7	3	Irrégulière	Plate	Opaque	Sèche	Jaune

1.2. Étude microscopique

Les photos d'observation microscopique après coloration de Gram sont capturées à l'aide d'un appareil mobile.

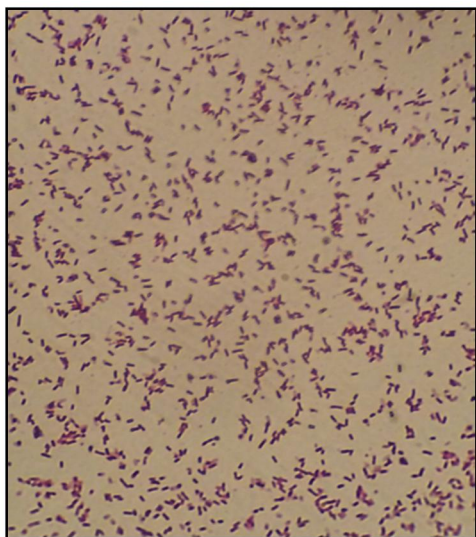


Figure 8 : Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S1**
(Grossissement X 100)

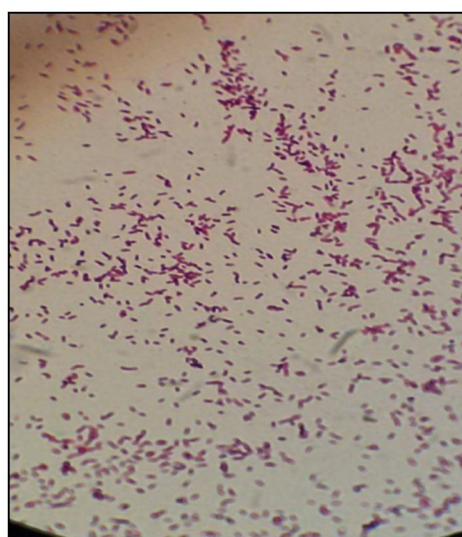


Figure9 : Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S2**
(Grossissement X 100)

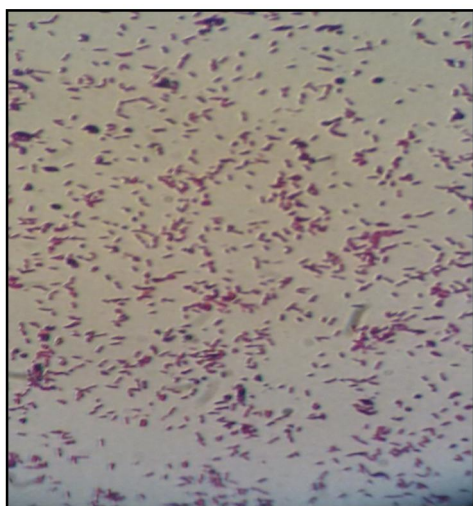


Figure10: Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S3**
(Grossissement X 100)

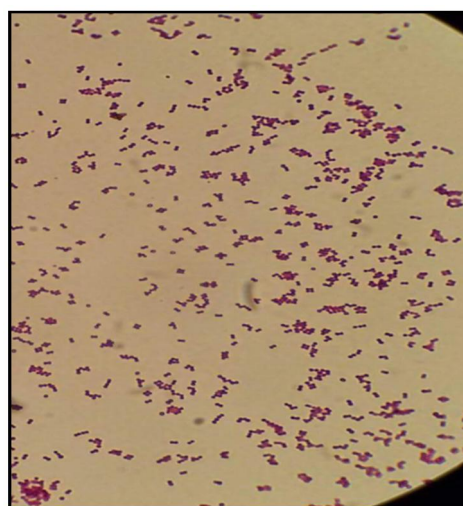


Figure11 : Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S4**
(Grossissement X 100)

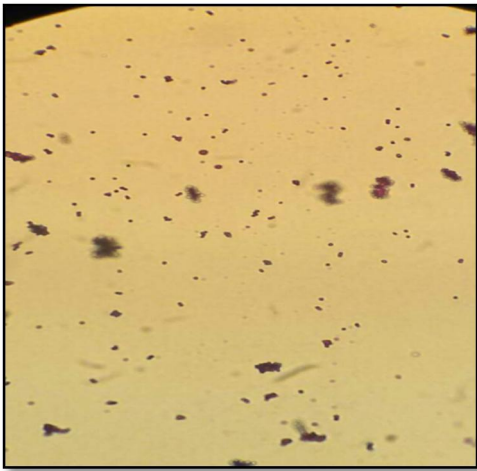


Figure12 : Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S5**
(Grossissement X 100)

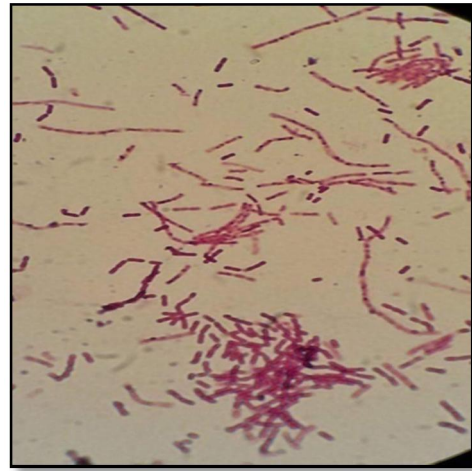


Figure13 : Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S6**
(Grossissement X 100)

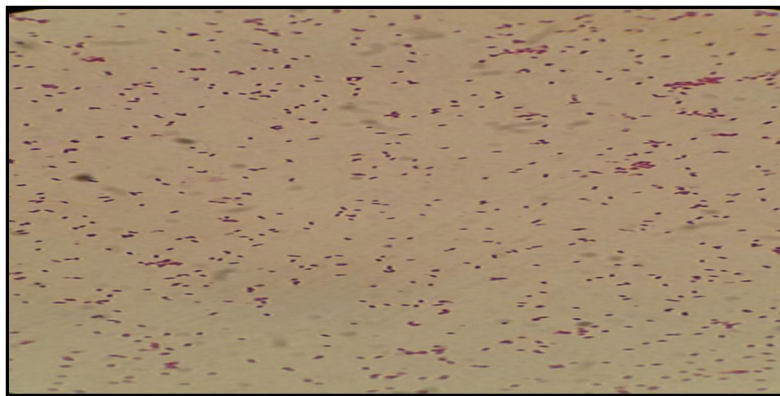


Figure 14 : Observation microscopique après coloration de Gram de la souche **S7**
(Grossissement X 100)

a. Les souches isolées sur milieux BCP et Drigalski

L'examen microscopique et les tests enzymatiques ont révélés que :

Les souches S1, S2, S3 et S7 apparaissent sous forme des petits bacilles courts à extrémités arrondies colorées en rose (Gram négatif) mobiles, possèdent les deux enzymes Catalase et Nitrate réductase ne possèdent pas l'Oxydase ; ces caractéristiques sont tout à fait similaires à celles des entérobactéries.

1.3. Galerie biochimique classique

Il est possible de connaître certaines caractéristiques du métabolisme des entérobactéries grâce aux galeries biochimiques classiques.

Les figures suivantes montrent les résultats de la galerie biochimique



Figure 15 : Galerie biochimique classique de la souche S1



Figure 16 : Galerie biochimique classique de la souche S2



Figure17 : Galerie biochimique classique de la souche S3



Figure18: Galerie biochimique classique de la souche S7

L'ensemble de résultats des tests préliminaires et biochimiques est résumé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Caractères des entérobactéries isolées

	Test	S1	S2	S3	S7
État frais	Mobilité	+	+	+	+
Coloration de Gram	Gram	-	-	-	-
	Forme	Bacille	Bacille	Bacille	Coccobacille
Tests enzymatiques	Catalase	+	+	+	+
	Oxydase	-	-	-	-
	Nitrate réductase	+	+	+	+
Galerie biochimique	Mobilité à 37 °C	+	+	+	+
	Lactose	+	+	-	+
	Gaz	+	-	-	+
	H ₂ S	-	-	-	-
	Urée	-	-	-	-
	Indole	+	-	-	+
	Mannitol	+	+	+	+
	RM	+	+	-	+
	VP	-	-	+	-
	Citrate de Simmons	+	-	+	-
	LDC	-	-	-	+
	ODC	+	-	-	+
	ADH	+	+	-	-

D'après le tableau d'identification des espèces d'*Enterobacteriaceae* (annexe 04), les souches isolées représentent les espèces suivantes :

S 1: *Citrobacter diversus*

S2: *Enterobacter agglomerans*

S3: *Serratia marcescens*

S7: *E.coli*

Les bactéries entériques : *E.coli*, *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp* et *Serratia sp* communément appelés coliformes isolées à partir de nos échantillons analysés sont présents

dans la flore intestinale de l'homme et des autres animaux à sang chaud de sorte que leur présence indique une contamination fécale par contamination croisée avec des produits bruts ou une mauvaise hygiène personnelle : mauvais lavage des mains après avoir utilisé les toilettes, manipulation de la monnaie avec des mains sanglantes ou contaminées par les matières fécales des animaux (cas d'un boucher)etc.

Les entérobactéries sont généralement non pathogènes, mais certaines souches peuvent causer des infections graves et des intoxications alimentaires (*E.coli*) d'autres peuvent causer de la pneumonie primaire et la péritonite chez les patients dont le système immunitaire est compromis (*Enterobacter agglomerans*) plus des infections urinaires et des septicémies (*Serratia sp*) (**Anonyme 6**).

b. Les souches isolées à partir du milieu Chapman

✚ Les souches : S4/S5 sont des coques sphériques colorées en violet (Gram positive) immobiles regroupées en amas irrégulier possède Catalase et ne possède pas l'Oxydase.

S4 : Mannitol + (entraîne une acidification du milieu qui devient jaune).

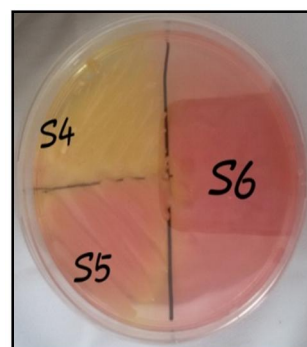
S5 : Mannitol – (pas de virage de couleur de milieu).

✚ La souche S6 isolée à partir du milieu Chapman apparaît sous forme de bacilles mobiles allongés à extrémités plus ou moins rectangulaires colorées en violet (Gram positive) possède l'enzyme Catalase mais pas l'Oxydase.

L'ensemble de résultats des tests est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 8: Caractères des bactéries isolées à partir du milieu Chapman

Test		S4	S5	S6
Mannitol		+	-	-
État frais	Mobilité	-	-	+
Coloration de Gram	Gram	+	+	+
	Forme	Cocci	Cocci	Bacille
Test enzymatique	Catalase	+	+	+
	Oxydase	-	-	-



D'après ces résultats, on soupçonne que S4 est une *Staphylococcus aureus*, en réalisant par la suite un test de confirmation par un repiquage sur milieu Baird- Parker.

Après 24 heures d'incubation à 37°C, les colonies apparaissent jaunes sans avoir une zone claire autour des colonies. Donc, on peut conclure que les souches S4 et S5 font partie des Staphylocoques blancs et S6 : représente *Bacillus sp.*

Ce résultat est similaire à ceux obtenus par plusieurs études réalisées en Soudan (**Abdulmoneim M. et al.,2010**), en Nigérie (**Umeh E. et al., 2007**), en Ethiopie (**Gosa Girma et al.,2014**).

Beaucoup des bactéries Gram positive et Gram négative (Oxydase +) ont été isolées et non identifiées en raison de manque des moyens d'identification.

Les espèces de *Bacillus* sont des organismes formant des spores qui peuplent le sol et sont omniprésents dans l'environnement. L'isolement des espèces de *Bacillus* de notre monnaie indique une contamination par des matériaux du sol (**Jane Francis, Nana G., et al.,2014**).

Les staphylocoques isolés à partir de monnaie font partie de la flore normale de la peau et des muqueuses humaines et animales. Ils sont également retrouvés dans l'environnement (eau, sol, air, aliments, objets) ; leur présence est justifiée par le manu-portage. Certains *Staphylocoques* sont inoffensifs, d'autres sont pathogènes qui peuvent causer des infections cutanées et des infections pulmonaires (**Jane Francis, Nana G., et al.,2014**).

2. Champignons

2.1. Étude macroscopique et microscopique des moisissures

Après 5 jours d'incubation à 30°C, les caractères observés sont collectés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Aspect macroscopique des moisissures isolées

	M1	M2	M3	M4
Aspect de la colonie en surface et la forme de la colonie	Duveteuse, formé de courts filaments aériens	Cotonneuse Mycélium aérien	Poudreuse Mycélium non aérien	Duveteuse
La couleur de la colonie au recto	Blanche – jaune noir	Blanche et devient gris en vieillissant	Blanchâtre à bleu -vert	Blanc rosé
La couleur de la colonie au verso	Beige	Beige	Jaunâtre	Beige
Taille : diamètre des colonies en mm	20	Envahissant sur toute la boîte	10	8

L'observation microscopique des moisissures a été réalisée entre lame et lamelle.

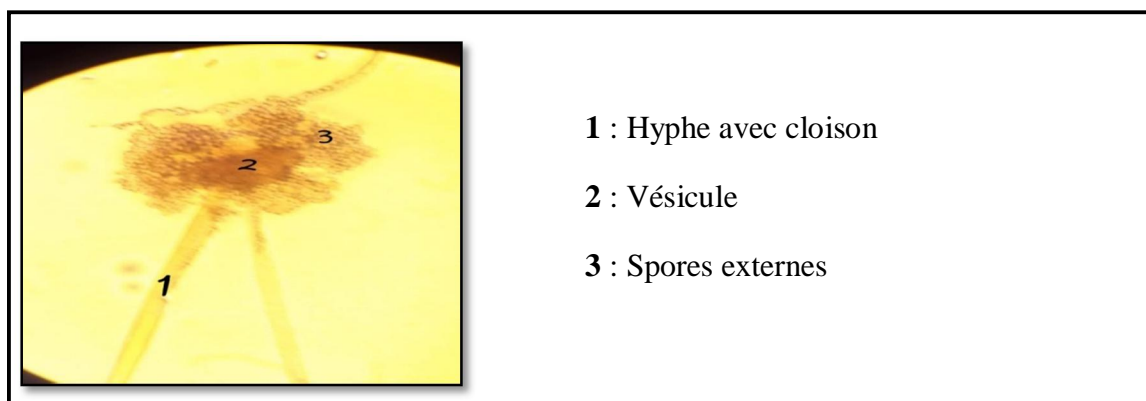


Figure 19 : Observation microscopique de la moisissure **M1** (Grossissement X 40)

M1 : filament septé porte une vésicule à l'extrémité de conidiophores qui donne naissance à des spores externes allongées.

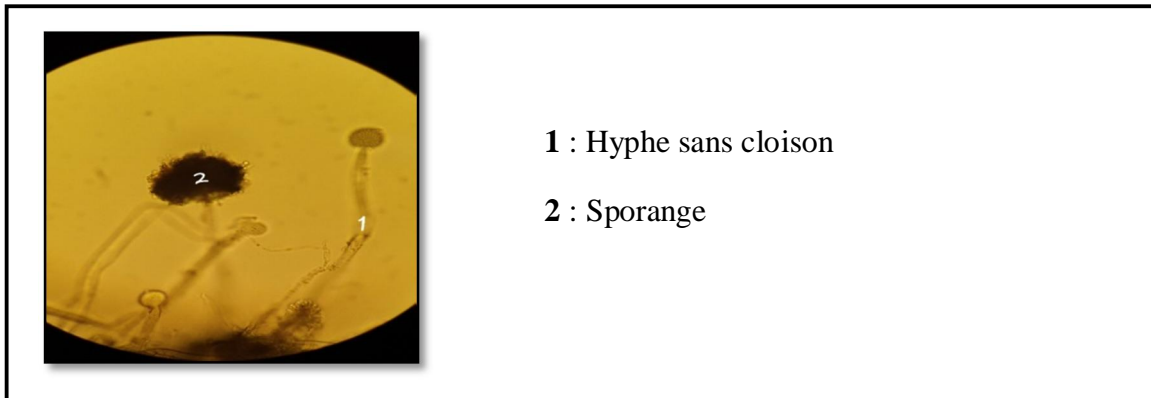


Figure 20: Observation microscopique de la moisissure M2 (Grossissement X 40)

M2 : Hyphe non cloisonné porte un sporange où se trouvent des spores.

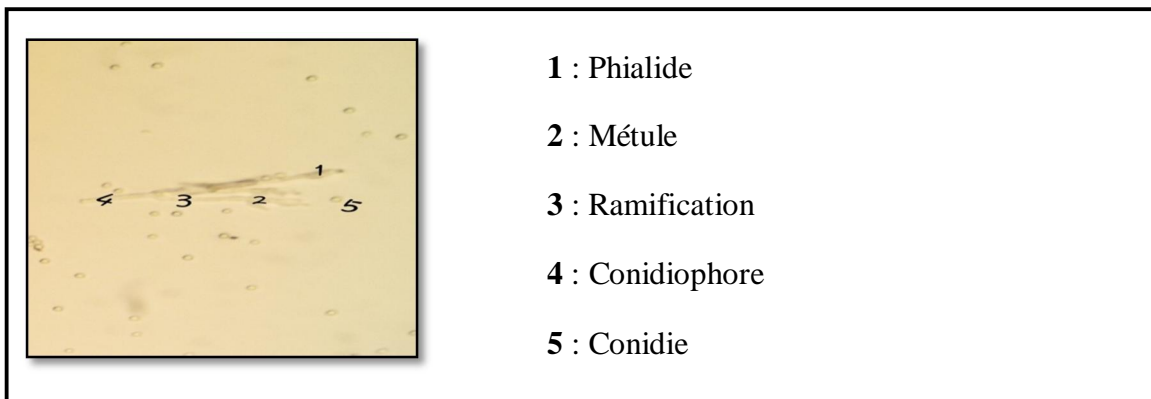


Figure21 : Observation microscopique de la moisissure M3 (Grossissement X 40)

M3 : Filament non cloisonné porte des phialides disposés en verticille à l'extrémité des conidiophores, l'ensemble donne une structure en forme de pinceau.

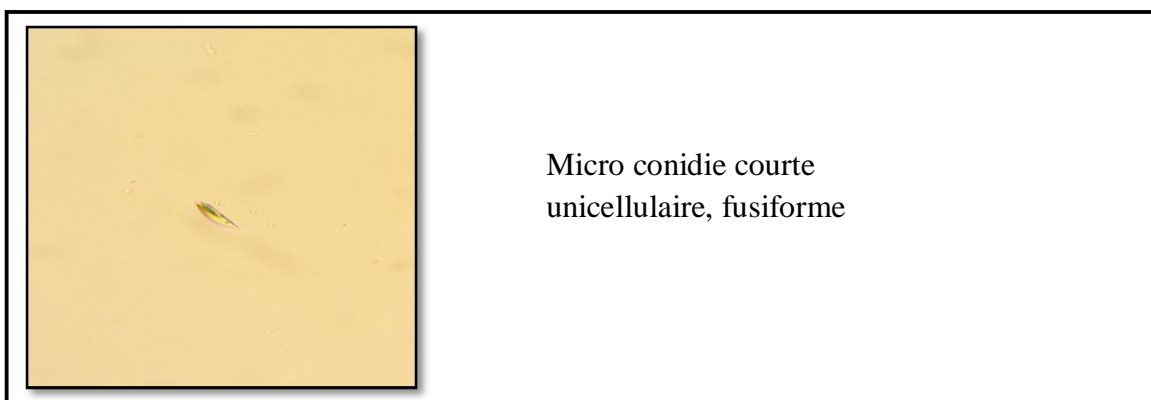


Figure 22 : Observation microscopique de la moisissure M4 (Grossissement X 40)

L'examen microscopique et macroscopique des moisissures nous a permis de déterminer :

M1 comme : *Aspergillus sp*

M2 : *Rhizopus sp*

M3 : *Penicillium sp* et **M4**: conidie de *Fusarium sp*

Quatre espèces des moisissures ont été isolées avec une prédominance d'*Aspergillus*. Ce résultat est conforme à ceux rapporté par **Alwakeel S. et Nasser A., 2011** en Arabie saoudite et **Sahab A. et al., 2012** en Egypte.

La contamination par les moisissures est inévitable, ils sont présents partout dans l'environnement (air, surface ...), ceci augmente la fréquence de contamination de la monnaie en général et les billets de banque en particulier en raison de leur texture cotonneuse et l'humidité.

Les moisissures sont inoffensifs pour la majorité de la population mais peuvent cependant provoquer différentes formes des maladies chez les patients immunodéprimés. Ses infections sont habituellement provoquées par l'inhalation des spores.

Les espèces d'*Aspergillus* peuvent provoquer des infections comme l'aspergillose et différentes formes de mycoses (80% des aspergilloses humaines sont provoquées par *Aspergillus fumigatus*) (**Ozhak Baysan B., Alastruey-izquierdo A., et al et al.,2010**), tandis que les espèces de *Penicillium* causent la kératomicose (inflammation de la cornée), le penicilliosis, l'otomycose (infection de l'oreille externe), l'onychomycose (infection des ongles) comme ils peuvent aussi causer des infections des voies respiratoires et urinaires.

Pour *Rhizopus*, il est considéré comme un agent de Zygomycose (une infection opportuniste de personnes immunodéprimées)et infections oculaires.

Fusarium connu comme un phytopathogène, il est capable aussi de provoquer un large spectre d'infections chez l'homme, y compris les infections superficielles, localement invasives et diffusées (**Anonyme 7**).

2.2. Étude macroscopique et microscopique des levures

Sur milieu OGA les Colonies ont des différents diamètres qui varient entre 1 et 2 mm, de couleur blanche à beige, crémeuses, lisses et brillantes.

Après l'examen microscopique, les cellules levuriennes isolées apparaissent sous forme ovoïdes.

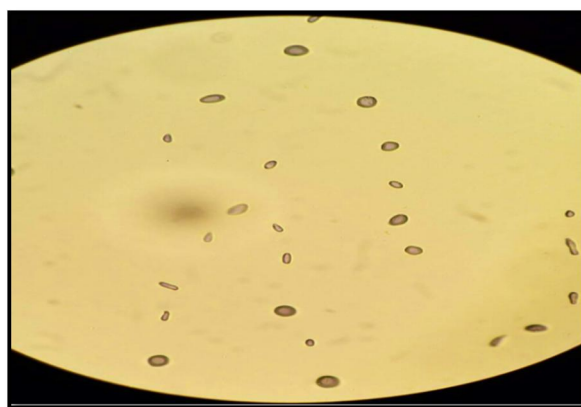


Figure 23 : Observation microscopique d'une levure (Grossissement X 40)

L'ensemble des levures isolées reste non identifié en raison de manque des moyens d'identification d'une part et d'une autre part, notre étude vise la recherche des agents pathogènes, en revanche, les levures sont pour la plupart inoffensifs sauf *Candida albicans* qui peut causer des infections grave chez les sujets immunodéprimés (chez la femme enceinte par exemple).

III. Profil de sensibilité aux antibiotiques pour les souches testées

Les 5 souches testées sont : S1, S2, S3, S4 et S5

Les diamètres d'inhibition autour des disques ont été mesurés à l'aide d'une règle, puis comparés aux diamètres critiques rassemblés dans le tableau 4.

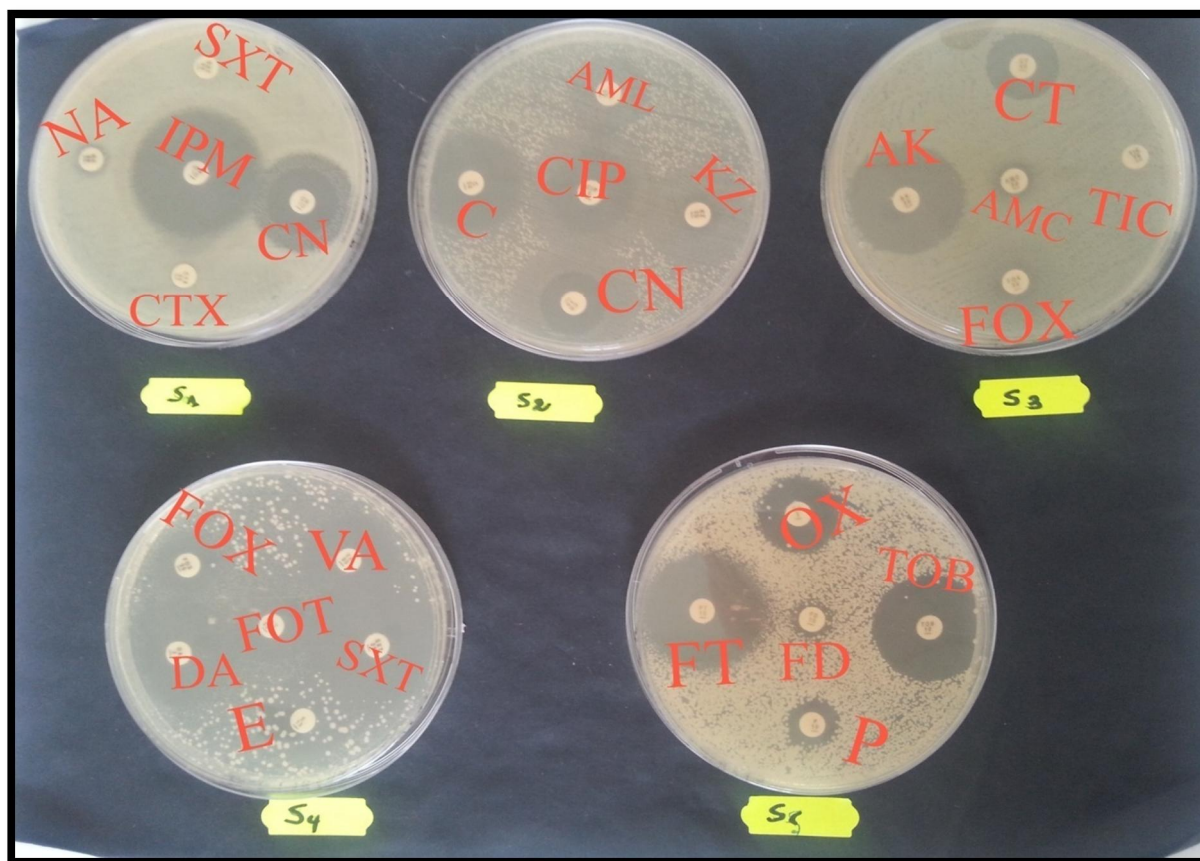


Figure 24:Antibiogramme des cinq souches testées

Les profils de résistance déterminés montrent que les souches présentent différents comportements vis-à-vis les antibiotiques testés (**tableau 4**).

a. Profils de résistance / sensibilité aux antibiotiques des trois entérobactéries isolées :

Tableau 10 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S1

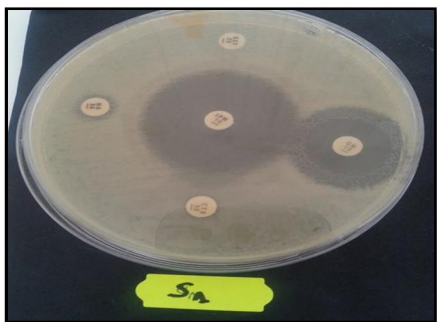
Profil	Antibiotique	Diamètre (mm)	Catégorie (S/I/R)
	CTX	≤6	R
	IPM	33	S
	CN	19	S
	NA	19	I
	SXT	≤6	R

Tableau 11 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S2

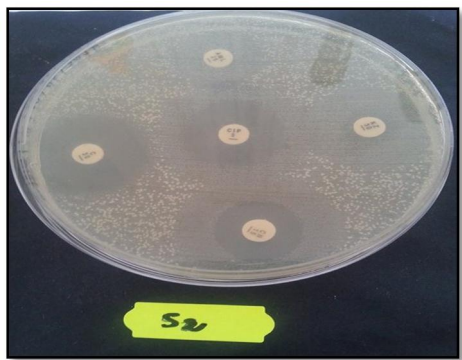
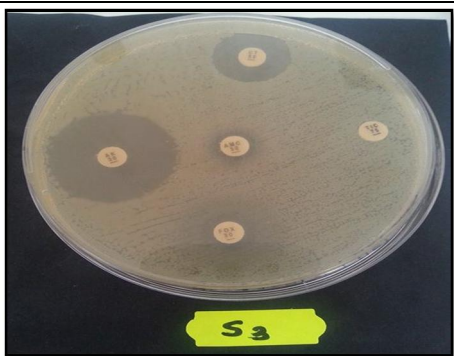
Profil	Antibiotique	Diamètre (mm)	Catégorie (S/I/R)
	KZ	10	R
	CN	17	I
	AML	20	I
	CIP	22	I
	C	26	S

Tableau 12 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S3

Profil	Antibiotique	Diamètre (mm)	Catégorie (S/I/R)
	AK	28	S
	CT	19	S
	AMC	10	R
	FOX	10	R
	TIC	≤6	R

D'après ces profils de résistance aux antibiotiques les trois souches des entérobactéries présentent une résistance importante aux Céphalosporines.

La souche S1 présente une résistance importante aux Quinolones, Sulfamides et Céphalosporines de troisième génération (Céfotaxime) mais elle reste sensible aux imipénèmes, donc elle représente un risque pour la santé publique.

Tandis que la souche S2 présente une résistance plus ou moins importante vis-à-vis les Pénicillines et une sensibilité en vers Chloramphénicol. En revanche, La souche S3 montre une résistance plus ou moins importante vis-à-vis les Pénicillines et les Quinolones.

b. Profils de résistance / sensibilité aux antibiotiques des deux *Staphylocoques* isolées :

Tableau 13: Le profil de résistance/sensibilité de la souche S4

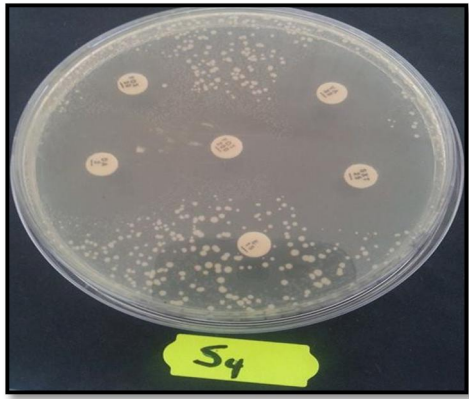
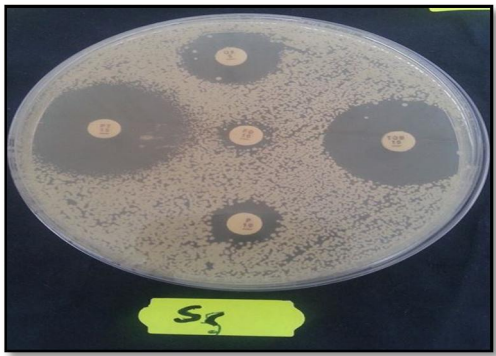
Profil	Antibiotique	Diamètre (mm)	Catégorie (S/I/R)
	DA	30	S
	FOX	15	R
	FOT	19	S
	E	≤6	R
	SXT	30	S
	VA	24	S

Tableau 14 : Le profil de résistance/sensibilité de la souche S5

Profil	Antibiotique	Diamètre (mm)	Catégorie (S/I/R)
	TOB	27	S
	P	13	R
	PT	30	S
	OX	20	S
	FD	10	R

Les deux souches des *Staphylocoques* testées présentent une réaction opposée vis-à-vis les Macrolides ; la souche S4 a été révélée comme résistante et l'autre comme sensible.

La souche S4 montre une résistance importante aux Céphalosporines et une sensibilité aux Sulfamides, Glycopeptides, Lincosamides et Fosfomycines, tandis que la souche S5 montre une résistance aux Pénicillines, Fusidanes et sensible aux Macrolides et Aminocyclitolides.

Les bactéries isolées présentent une sensibilité à certains antibiotiques testés d'autres sont résistantes, nos résultats confirment l'omniprésence des organismes résistants aux médicaments dans l'environnement d'étude comme ceux qui ont indiquées dans des études antérieures de différents pays : New- York, Londres, France, Nigeria, Cameroun et Egypte, et que la monnaie servant une voie possible pour la transmission de ces derniers.

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES

La colonisation microbienne de la monnaie en circulation par plusieurs agents pathogènes opportunistes, issues des pratiques non hygiéniques des personnes qui la manipulent, est toujours possible et peut servir de véhicule pour la transmission des microorganismes résistants aux antibiotiques ou potentiellement nuisibles pour la santé publique. Donc, il faut souvent des efforts de sensibilisation pour améliorer les mauvaises pratiques d'hygiène étant exercées lors de la manipulation de la monnaie en général et les billets de banque en particulier.

En conclusion, nous recommandons des stratégies afin de réduire la contamination :

- ✚ Un lavage efficace des mains avant / après avoir utilisé la monnaie.
- ✚ La désinfection des surfaces de routine pour minimiser la propagation des agents pathogènes.
- ✚ Une désinfection des devises dans les banques avec la lumière UV ou par des moyens supersoniques ou chimiques.
- ✚ Le remplacement des méthodes traditionnelles d'échange avec des transactions de monnaie électronique (carte de crédit bancaire ...).
- ✚ L'introduction de la monnaie en plastique lavable, comme cela a été fait en Australie (le premier pays à le faire) en 1988 afin d'inhiber la croissance microbienne (**Afshan Butt et al., 2015**).

Mais le respect d'hygiène générale et surtout lavage des mains reste la meilleure façon de contrer ce problème.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Abdulmoneim M., Lina F., et al. (2010). Isolation and Identification of Pathogenic Bacteria and Fungi from Some Sudanese Banknote Currency. *Research Journal of Medical Sciences*.4, 315-318.

Afshan Butt, Saira M., et al. (2015). Microbial and parasitic contamination on circulating Pakistani Currency. *Adv. life sci.*, 2, 4, 150-157.

Alemu Agersew. (2014). Microbial Contamination of Currency Notes and Coins in Circulation: A Potential Public Health Hazard. *Biomedicine and Biotechnology*. 2 (3), 10.12691, 46-53.

Alwakeel S., Nasser A. (2011). Bacterial and Fungal Contamination of Saudi Arabian Paper Currency and Cell Phones. *Asian Journal of Biological Sciences*, 4: 556-562.

Anonyme1. New Zealand's banknotes. [En ligne] [http. //www.rbnz/notes-and-coins/notes](http://www.rbnz/notes-and-coins/notes). (Consulté le 01 Mars 2016).

Anonyme 2.Des Règlements-Banque d'Algérie. [En ligne]www.bank of Algeria .dz/html/legist2.html.(Consulté le 01 Mars 2016).

Anonyme 2.a. Règlements banque d'Algérie (2011).[En ligne]www.bank-of-algeria.dz/html/legist011.html. (Consulté le 01 Mars 2016).

Anonyme3. Environnement de la cavité buccale.[En ligne] <http://slideplayer.fr/slide/5435082>. (Consulté le 4 avril 2016).

Anonyme4. La flore microbienne normale de l'organisme. [En ligne] <http://www.chups.jussieu.fr/polys/bacterio/bacterio/POLY.Chp.10.html>.

(Consulté le 4 avril 2016).

Références bibliographiques

Anonyme5. Microbiote humain (Les microflores normales).[En ligne]<http://slideplayer.fr/slide/1140528/>. (Consulté le 4 avril 2016).

Anonyme6. Les maladies infectieuses.[En ligne][http //www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/-fra.php](http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/-fra.php).(Consulté le 4 avril 2016).

Anonyme7. Allergènes de spores.[En ligne][http://www.pollenplus.com/spores/db/fusarium .php? lang=fr](http://www.pollenplus.com/spores/db/fusarium.php?lang=fr). (Consulté le 5 avril 2016).

Anonyme 8. The Study of Bacterial Contamination of Currency and Antimicrobial Capability of Metal Coins. (2012). [En ligne]. <http://www.res-medical.com/preventive-medicine>. (Consulté le 01 Mars 2016).

Axel Kramer, Ingeborg S., et al. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces?. *A systematic review*. 6, 10.1186, 130.

Ben bella A. (1964). Journal officiel de la république algérienne.[En ligne] www.joradp.dz/Jo6283/1964/030/Fp443.pdf .(Consulté le 01 Mars 2016).

Bures S., Fischbain jt., et al. (2000). Computer keyboards and faucet handles as reservoirs of nosocomial pathogens in the intensive care unit. *Am J Infect Control*.28 (6), 465–471.

Delarras C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire. TEC &DOC.Lavoisier. Paris. p128.

Delarras C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire. TEC &DOC.Lavoisier. Paris. p129.

Références bibliographiques

Delarras C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire. TEC & DOC.Lavoisier. Paris. p130.

Delarras C.(2014). Pratique en microbiologie de laboratoire : Recherche de bactéries et levures-moisissures. Lavoisier.Paris.p82.

El-Dars F., Hassan W. (2005). A preliminary bacterial study of Egyptian paper money. *Int J Environ Health Res.*, 15, 235, 40.

Emmanouil Angelakis, Esam I Azhar, et al.(2014). Paper Money and Coins as Potential Vectors of Transmissible Disease. *Future Microbial.* 9(2), 10.2217, 249-261.

EO Igumbor et al. (2007). Microbiological analysis of banknotes circulating in the Venda region of Limpopo province, South Africa .Sabinet. 103, 365- 366.

Gerard j.,Tortora et al.(2003). Introduction à la microbiologie. ERPI. Canada. p75.

Gosa Girma. (2014). Health Risk Associated with Handling of Contaminated Paper Currencies in Circulation Scientific. *American Research Journal for Engineering Technology and Sciences (ASRJETS).* 10, 2313-4410, 1-49.

Gosa Girma et al.(2014).Microbial load and safety of paper currencies from some food vendors in Jimma Town, Southwest Ethiopia. *BMC Research Notes,* 2014, 7: 843.

Références bibliographiques

Jane Francis T., Nana G., et al. (2014). Public health implications of contamination of Franc CFA (XAF) circulating in Buea (Cameroon) with drug resistant pathogens. *BMC Res. Notes* .7;3895854, 16.

Joly B., Reynaud A. (2003). Entérobactéries : systématique et méthodes dediagnostic. TEC & DOC. Lavoisier. Paris. 356 p.

Joseph P. (2012). Microbiologie alimentaire. Dunod.Paris.p195.

Kramer A., Ingeborg S., et al. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect. Dis.* 6 (1), 130.

,

Kumar JD., Negi YK., et al. (2009). Detection of virulence genes in *Staphylococcus aureus* isolated from paper currency. *Int J Infect Dis.*13 (6); 10.1016, 1-5.

Kuria JK. (2009).Profile of bacteria and fungi on money coins. *East African Med. J.* 86(4), 151–155.

Laborde DJ ., Weigle KA ., et al. (1993). Effect of fecal contamination on diarrheal illness rates in day-care centers. *Am. J. Epidemiol.* 138(4), 243–255.

Lamichhane J. (2009).Risk of handling paper currency in circulation chances of potential bacterial transmittance. *Nepal J. Sci. Technol.* 10(2009), 161–166.

Références bibliographiques

Les recommandations du comité de l'antibiogramme (CA-SFM). (2012).
[En ligne] <http://www.sfm.asso.fr> .(Consulté le 16 Mars 2016).

Ozhak Baysan B.,Alastruey-izquierdo A., et al. (2010). *Aspergillus alliaceus* and *Aspergillus flavus* co-infection in an acute myeloid leukemia patient. *Med Mycol*; 48:995–999.

Roland A. (2006). Profil antibiotypique des bactéries responsables d'infection urinaire communautaire. Thèse de Doctorat. Université de Bamako.p 131.

Saber Yezli. (2013). Dirty money: are you getting the right change from microbe-contaminated money?.[En ligne]<http://www.micro-blog.info/2013/12/dirty-money-are-you-getting-the-right-change-from-microbe-contaminated-money/#!>.(Consulté le 02 Mars 2016).

Sahab A., Bahia D., et al. (2012). Studies on fungal contamination of current Egyptian paper Banknotes. *International Journal of Microbiological Research* 3 (1): 75-81.

Tagoe D., Baidoo S., et al. (2009). A study of Bacterial Contamination of Ghanaian Currency Notes in Circulation. *The Internet Journal of Microbiology*. 8, 2, 1-5.

Taylor J., Davies M., et al. (2013). The persistence of flood-borne pathogens on building surfaces under drying conditions. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 216 (1), 91-99.

Références bibliographiques

Uddin A. (2010). Evaluation of the microbial contamination of Bangladesh paper currency notes (Taka) in circulation. *Adv. Biol. Res.* 4(5), 266–271.

Umeh E., Juluku J., et al. (2007). Microbial Contamination of ‘Naira’ (Nigerian Currency) Notes in Circulation. *Research Journal of Environmental Sciences*, 1: 336-339.

Vriesekoop F., Russell C., et al. (2010). Dirty money: an investigation into the hygiene status of some of the world's currencies as obtained from food outlets. *Foodborne pathog.* 7(12), 1497–1502.

ANNEXES

Annexe 01

Milieux de culture (Composition en g / l d'eau distillée)

Gélose nutritive

Extrait de viande.....	1g.
Extrait de levure.....	2g.
Peptone.....	5g.
Chlorure de sodium.....	5g.
Agar.....	15g.

pH = 7,4

Gélose Chapman

Extrait de viande (bovin ou porcin).....	1g.
Peptone de caséine et de viande (bovin et porcin).....	10g.
Chlorure de sodium.....	75g.
D- Mannitol.....	10g.
Agar.....	15g.
Rouge de phénol.....	0,025g.

pH = 7,4

Gélose Baird- Parker

Peptone de viande (bovin/porcin).....	15g.
Extrait de levure.....	1g.
Chlorure de lithium.....	5g.
Pyruvate de sodium.....	10g.
Glycine.....	12g.
Agar.....	12g.

pH = 7,6

Gélose Drigalski

Peptone de gélatine (bovin ou porcin)	15g.
Extrait de viande.....	3g.
Extrait de levure.....	3g.
Désoxycholate de sodium (bovin ou porcin)	1g.
Thiosulfate de sodium.....	1g.
Lactose (bovin)	15g.
Cristal violet.....	0,005g.
Bleu de bromothymol.....	0,08g.
Agar.....	11g.

pH = 7,4

Gélose SS

Peptone	5g.
Extrait de viande de bœuf.....	5g.
Sels biliaires.....	4,5g.
Citrate de sodium.....	10g.
Thiosulfate de sodium.....	8,5g.
Citrate de fer.....	2g.
Lactose.....	10g.
Rouge neutre.....	25mg.
Vert brillant.....	0,3mg.
Agar.....	12g.

pH = 7,3

Gélose OGA

Extrait autolytique de levure.....	5g.
Glucose.....	20g.
Oxytétracycline.....	0,1g.
Agar agar bactériologique.....	15g.

pH = 6,6 ± 0,2

Gélose BCP

Tryptone	5g.
Extrait de viande.....	3g.
Lactose.....	10g.
Pourpre de bromocrésol.....	10g.
Agar agar bactériologique.....	10g.

pH = 7,0± 0,2

Bouillon nutritif

Peptone.....	5g.
Extrait de viande.....	1g.
Extrait de levure.....	2g.
Chlorure de sodium.....	5g.

pH = 7,4

Gélose Mueller-Hinton

Infusion de la viande de bœuf.....	300ml.
Peptone de caséine.....	17,5g.
Amidon de maïs.....	1,5g.
Agar.....	17g.

pH = 7,4

Kligler- Hajna

Peptone de caséine et de viande (bovin et porcin).....	20g.
Lactose (bovin).....	10g.
Glucose.....	1g.
Saccharose.....	10g.
Chlorure de sodium.....	5g.
Citrate de fer ammoniacal	0.5g.
Thiosulfate de sodium.....	0.5g.
Rouge de phénol.....	0.025g.
Agar.....	15g.

pH = 7,3

Mannitol-Mobilité

Hydrolysats tryptique de caséine.....	10g.
Mannitol.....	7,5g.
Rouge de phénol.....	0,04g.
Nitrate de potassium.....	1g.
Agar.....	3,5g.

pH = 7,6

Bouillon Clark et Lubs

Peptone tryptique ou poly peptone.....	5 à 7g.
Glucose.....	5g.
Hydrogénophosphate de potassium.....	5g.

pH = 7,5

Eau peptonée exempte d'indole

Peptone de caséine.....	10g.
Chlorure de Sodium.....	05g.

pH = 7,2

Bouillon nitraté

Infusion cœur cerveau.....	25g.
Nitrate de sodium.....	10g.

pH = 7,2

Urée-indole

L-tryptophane	3g.
Urée	20g.
Monohydrogénophosphate de potassium	1g.
Dihydrogénophosphate de potassium	1g.

Chlorure de sodium	5g.
Éthanol à 95 °	10ml.
Rouge de phénol en solution à 1%	2,5ml.

pH = 6,8

LDC

Extrait de levure.....	3g.
L-lysine (monochlorhydrate).....	5g.
Glucose.....	1g.
Bromocrésol pourpre.....	0,16mg.
Éthanol.....	1ml.
Chlorure de sodium.....	5g.

pH = 6,8

ODC

Extrait de levure.....	3g.
L-ornithine (monochlorhydrate).....	5g.
Glucose.....	1g.
Bromocrésol pourpre.....	0,16mg.
Éthanol.....	1ml.
Chlorure de sodium.....	5g.

pH = 6,8

ADH

Extrait de levure.....3g.

L-arginine (monochlorhydrate).....5g.

Glucose.....1g.

Bromocrésol pourpre.....0,16mg.

Éthanol.....1ml.

Chlorure de sodium.....5g.

pH = 6,8

Annexe 02

Technique générale des dilutions

Procéder comme suit :

- Agiter vigoureusement l'échantillon ou la suspension mère à analyser afin d'obtenir une suspension homogène des bactéries.
- Prélever un 1ml de l'échantillon ou de la suspension mère avec une pipette de 1ml stérile à usage unique (sans introduire la pipette de la suspension mère de plus de 1cm et mélanger à 9 ml de l'eau physiologique (tube n°1) : dilution au 1/10.

Nota-Béné : homogénéiser chaque dilution pendant 5 à 10 secondes en utilisant de préférence un agitateur mécanique (type Vortex) ; changer de pipette entre chaque dilution.

- Transférer 1ml de la dilution au 1/10 dans 9ml de l'eau physiologique (tube n°2) ; agiter la dilution au 1/100.
- Transférer 1ml de la dilution au 1/100 dans 9ml de l'eau physiologique (tube n°3) ; agiter la dilution au 1/1000.
- Les dilutions sont arrêtées au 1/10000.

Le dénombrement dans la masse s'effectue sur 1 ml de dilution

- Homogénéiser la dilution à prélever (la plus grande).
- Prélever 1 ml et déposer la dilution dans le fond de la boîte en la répartissant en gouttes.
- Couler aseptiquement environ 15 ml de milieu gélosé maintenu en surfusion mais légèrement refroidie.
- Homogénéiser en imprimant à la boîte de Pétri fermée des mouvements circulaires (en dessinant des 8 sur la paillasse).
- Laisser refroidir la gélose sans la bouger.

Annexe 03

Coloration de GRAM

Le protocole de la coloration de **GRAM** est le suivant :

- ✚ Préparer un frottis d'une culture bactérienne pure.
- ✚ Recouvrir le frottis de violet cristal oxalaté ; laisser agir 1 minute ; rincer à l'eau distillée.
- ✚ Verser le lugol et le laisser agir une minute ; rincer à l'eau distillée.
- ✚ Décolorer à l'alcool à 95°, entre 15 et 30 secondes ; rincer à l'eau distillée.
- ✚ Recolore avec la fuchsine de ziehl pendant 1 minute ; rincer à l'eau distillée.
- ✚ Sécher au-dessus de la flamme d'un bec bunsen.
- ✚ Observer au microscope à l'objectif $\times 100$ à immersion.

Annexe 04

Tableau dichotomique d'identification des espèces d'Entérobacteriaceae

Genre	Espèce	Mobilité à 37°C	Lactose	Gaz en glucose	H ₂ S	Urée	Indole	Mannitol	RM	VP	Citrate de Simmons	LDC	ODC	ADH
<i>Citrobacter</i>	<i>Amalonticus</i>	+	d	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Citrobacter</i>	<i>Diversus</i>	+	d	+	-	d	+	+	+	-	+	-	+	d
<i>Citrobacter</i>	<i>Freundii</i>	+	d	+	+	d	-	+	+	-	+	-	-	d
<i>Edwardsiella</i>	<i>Tarda</i>	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-
<i>Enterobacter</i>	<i>Aerogenes</i>	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-
<i>Enterobacter</i>	<i>Agglomerans</i>	+	d	-	-	-	-	+	d	d	D	-	-	-
<i>Enterobacter</i>	<i>Cloacae</i>	+	+	+	-	d	-	+	-	+	+	-	+	+
<i>Escherichia</i>	<i>Coli</i>	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	d	-
<i>Escherichia</i>	<i>coli</i> "inactive"	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	d	-	-
<i>Hafnia</i>	<i>Alvei</i>	-	-	+	-	-	-	+	d	+	-	+	+	-
<i>Klebsiella</i>	<i>Oxytoca</i>	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Klebsiella</i>	<i>Pneumoniaeozanae</i>	-	d	d	-	-	-	+	+	-	D	d	-	-
<i>Klebsiella</i>	<i>Pneumoniaepneumoniae</i>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-
<i>Klebsiella</i>	<i>pneumoniaerhinoscléromatis</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Morganella</i>	<i>morganii</i>	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
<i>Proteus</i>	<i>mirabilis</i>	+	-	+	+	+	-	-	+	d	D	-	+	-
<i>Proteus</i>	<i>vulgaris</i>	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Providencia</i>	<i>alcalifaciens</i>	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Providencia</i>	<i>retgeri</i>	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Providencia</i>	<i>stuartii</i>	+	-	-	-	d	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Salmonella</i>	<i>bongori</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Salmonella</i>	<i>choleraesuisorizonae</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	d
<i>Salmonella</i>	<i>choleraesuischoleraesuis</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	d
<i>Salmonella</i>	<i>choleraesuisdiarizonae</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	d
<i>Salmonella</i>	<i>choleraesuishoutanae</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	d
<i>Salmonella</i>	<i>choleraesuisindica</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	d
<i>Salmonella</i>	<i>choleraesuissalamae</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Serratia</i>	<i>fonticola</i>	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>Serratia</i>	<i>liquefaciens</i>	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Serratia</i>	<i>marcescens</i>	+	-	d	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-
<i>Serratia</i>	<i>odorifera biogroupe1</i>	+	d	-	-	-	d	+	+	d	+	+	+	-
<i>Serratia</i>	<i>odorifera biogroupe2</i>	+	+	-	-	-	d	+	d	+	+	+	-	-
<i>Shigella</i>	<i>dysenteriae</i>	-	-	-	-	-	d	-	+	-	-	-	-	-
<i>Shigella</i>	<i>flexneri et boydii</i>	-	-	-	-	-	d	+	+	-	-	-	-	-
<i>Shigella</i>	<i>sonnei</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>Yersinia</i>	<i>enterocolitica</i>	-	-	-	-	+	d	+	+	-	-	-	+	-
<i>Yersinia</i>	<i>pestis</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Yersinia</i>	<i>pseudotuberculosis</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-

(+) : résultat positif

(-) : résultat négatif

(d) : différent(±)

Année universitaire : 2015/2016

**Présenté par : LADRAA ROUMEISSA
KAABOUCHE AMINA**

Étude microbiologique de la monnaie fiduciaire Algérienne

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Microbiologie Générale et Biologie Moléculaire des Microorganismes

Résumé

Ce travail vise à déterminer la présence des contaminants microbiens associée à la monnaie algérienne en circulation et déterminer la résistance des isolats vis-à-vis les antibiotiques.

Un total de 32 billets de banque et 44 pièces métalliques de différentes valeurs ont été recueillies au hasard entre mars et avril 2016 à partir de différent lieu d'affaires : boucherie, marchés, magasin de pharmacie, cafétérias, supermarchés, supérettes, épicerie, restaurants. Ces derniers sont transportés au laboratoire de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Constantine, puis traitées immédiatement pour l'isolement et l'identification des microorganismes.

La plupart des échantillons prélevées ont été contaminées par des bactéries comme: *Bacillus* sp , *Staphylococcus* à coagulase négative, *Enterobacter agglomerrans*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens* avec prédominance du genre *Citrobacter* : *Citrobacter diversus* plus trois souches de *Citrobacter* sp ; aussi des champignons (levures et moisissures) *Aspergillus* sp , *Rhizopus* sp , *Fusarium* sp et *Penicillium* sp plus des espèces levuriennes non identifiées.

Nos résultats ont permis de confirmer les données des recherches antécédentes sur la contamination microbienne de la monnaie en circulation.

Mots clés : biocontamination, monnaie algérienne, antibiorésistance

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Microbiologie à l'université des Frères Mentouri de Constantine.

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : *Melle BELMESSIKH A.* (Maitre assistante classe A- UFM Constantine)

Rapporteur : *Mme MERGOUD L.* (Maître assistante classe A - UFM Constantine)

Examinatrice : *Melle MEZIANI M.* (Maître assistante classe A - UFM Constantine)

Date de soutenance : 20/06/2016