



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère De l'Enseignement Supérieur et De la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

FILIERE : Sciences Biologiques

OPTION: Microbiologie Appliquée

Thème

**Contamination microbienne des billets de
banque et pièces de monnaie dans
la wilaya de Khenchela**

Présenté par :

Hana BENLEULMI et Yassamine AMARA

Soutenu le 25/08/2020

Jury de soutenance

Président : M^{me} YAKHLEF W (M.C.B) Univ. Abbès Laghrouour – Khenchela

Encadreur : M^{elle} CHORFI K. (M.A.A) Univ. Abbès Laghrouour – Khenchela

Examineur : M^{me} NAILI O. (M.C.B) Univ. Abbès Laghrouour – Khenchela

Année universitaire 2019/ 2020

Dédicaces

*A mon grand-père **Abdelhafid** : source inépuisable d'amour, d'affections et de sacrifices. En témoignage de ma reconnaissance pour son inéluctable patience, son sacrifice, et son soutien au cours de mes longues études. Toutes les dédicaces du monde ne sauraient exprimer mon profond amour et ma vive gratitude. Que Dieu te protège !*

*A l'âme de mon grand-père **Athmane** : Que Dieu t'accueille en son paradis.*

A mes parents : Un océan d'encre ne suffirait pas pour faire vos éloges. Merci de votre amour, merci de votre patience, merci de votre éducation ... merci

*A mes frères **Abderrahim** et **Abdeldjalil** et à ma sœur **Maram** : vous êtes le goût de ma vie.*

A mes grands-mères : vous êtes des complices, Que Dieu vous garde !

*A mes tantes et mes oncles : Particulièrement à **Yaya** et **Hinda** très sincères remerciements. Que Dieu vous garde encore longtemps.*

*A mes cousins et cousines : **Tina**, **Ghofrane**, **Rofaida**, **Aya**, **Islam**, **Ismail**, **Ilène**, **Enzo** leurs frères et sœurs, et particulièrement à **Rahma** : Ce travail est le vôtre.*

*A toutes mes amies: Malgré que chacune ait pris sa voie, on se rencontre toujours à la croisée des chemins. Je dédie ce travail à **Boutheina**, **Yassamine** et **Selina** vous êtes les meilleures.*

*A **Dr. Chorfi**, **Dr. Khadouma**, **Dr. Naili**, **Dr. Hanoun**, **Dr.Badis**, **Dr. Thabet** et à tous les enseignants qui m'ont appris. Que Dieu vous garde !*

Hana

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soit les termes utilisés je n'arriverai jamais à leurs exprimer mon amour sincère

*À, la personne qui a tout sacrifié, qui m'a encouragé, ma raison d'être et ma source de réussite. Tout mon respect et amour à mon père **Kamel**.*

*À la plus douce et tendre femme au monde, mon évocation durant les moments de bonheur et de malheur, merci pour toutes tes prières et ton soutien, ma fierté et ma motivation tout mon respect et amour à ma mère **Sabiha**.*

*À mon cher et unique frère, **Amor**, pour son appui et son encouragement.*

*À mes chères sœurs, **Fatima Zahra** et **Tawous**, qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de ma vie.*

*À la lumière de ma vie ma grand-mère **Khoukha**.*

À la mémoire de mes grands-parents qui n'ont jamais quitté mes pensées et mon cœur.

À mes chers oncles, tantes et cousins.

*À ma chère amie avant d'être mon binôme, **Hana**, ma collègue dans toute ma carrière universitaire.*

Yassamine

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*Nous tenons tout d'abord à adresser toute notre gratitude et remerciements à :
Dr. YAKHLEF W. Maitre de conférences à l'Université Abbés Laghrour Khenchela qui a honoré ce travail en acceptant de présider le jury. On l'en remercie profondément.*

***Dr. NAILI O,** Maitre de conférences à l'Université Abbés Laghrour Khenchela, nous vous sommes très reconnaissantes d'avoir accepté d'examiner ce travail et de l'enrichir par vos remarques et propositions.*

*Notre encadreur **Dr CHORFI. K** qui nous a permis de bénéficier de son encadrement. Les conseils qu'elle nous a prodigué, la patience, la confiance qu'elle nous a témoigné ont été déterminants dans la réalisation de notre travail.*

Vous étiez nos chers et inoubliables enseignants avant d'être notre jury.

Nos remerciements s'étendent également à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Contamination microbienne des billets de banque et pièces de monnaie dans la wilaya de Khenchela

RESUME

Globalement, l'argent est l'un des articles les plus fréquemment transmis de main en main. Lors de son manipulation, l'argent peut être contaminé et peut ainsi jouer un rôle dans la transmission de micro-organismes à d'autres personnes. Ce travail vise à dénombrer la flore de contamination (bactérienne et fongique) de la monnaie (papier et pièces métalliques) en circulation dans la wilaya de Khenchela, ensuite d'identifier les germes dominants particulièrement les pathogènes par les tests microbiologiques et biochimiques et finalement de connaître leurs profils de résistance aux antibiotiques.

Mais vu les conditions sanitaires de la pandémie mondiale covid-19 et le confinement imposé par l'état, la partie pratique de cette étude a été remplacé par une recherche bibliographique sur les travaux antérieurs ayant la même thématique que la notre. Nous avons choisi quatorze (14) articles que nous avons classés par pays et par année de publication.

La plupart des articles montrent que les billets de banque ont été contaminés par des flores très diversifiées composées essentiellement de bactéries telles que : *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Escherichia spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Salmonella spp.* et *Klebsiella spp.*; ainsi que des champignons (levures et moisissures) tel que *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.* Et *candida spp.*. Quelques études ont trouvé que la monnaie a été contaminée par les œufs et les kystes de protozoaires.

Dans cette synthèse, nous avons montré que la monnaie est un objet capable d'absorber, d'héberger et de transmettre des micro-organismes infectieux et constitue ainsi un danger potentiel pour la santé publique.

Mots clés : Billets de banques, pièces de monnaie, contamination, maladies transmissibles

Microbial contamination of banknotes and coins
In the wilaya of Khenchela

ABSTRACT

Money is one of the most common objects transmitted by hand. During handling, it can be contaminated and play a significant role in the transmission of microorganisms to others. This work is designed to reduce the contamination flora (bacterial and fungal) of the money (paper and metal) in circulation in the wilaya of Khenchela, then to identify the dominant germs, especially pathogens by microbiological and biochemical tests and finally to know their resistance profiles to antibiotics.

However, due to the health conditions of the global pandemic covid-19 and the state-imposed quarantine, the practical part of this study has been replaced by a bibliographic search on previous works on the same theme as our own. We selected fourteen (14) articles and classified them by country and year of publication.

Most of the articles show that the banknotes were contaminated by a wide variety of flora composed mainly of bacteria such as: *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Escherichia spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Salmonella spp.* and *Klebsiella spp.*; as well as fungi (yeasts and molds) such as *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.* And *candida spp.*. A few studies have found that the currency has been contaminated with protozoan's eggs and cysts.

In this synthesis, we have shown that money is an organism capable of absorbing, harboring and transporting infectious microorganisms and therefore poses a potential risk to public health.

Keywords: Banknotes, coins, contamination, contagious diseases.

التلوث الجرثومي للأوراق النقدية و العملات المعدنية في ولاية خنشة

ملخص

عموماً، يعد المال من أكثر العناصر المتداولة باليد. لذلك يمكن ان يتلوث عند التعامل به وبالتالي يمكن أن يلعب دوراً في نقل الكائنات الحية الدقيقة إلى أشخاص آخرين. يهدف هذا العمل إلى تعداد الكائنات الملوثة (البكتيرية والفطرية) في العملة (العملات الورقية والمعدنية) المتداولة في ولاية خنشة ، ثم التعرف على الجراثيم السائدة ، وخاصة المسببة للأمراض عن طريق الاختبارات الميكروبيولوجية والكيميائية الحيوية ، وأخيراً التعرف على تجاوبها في مقاومة المضادات الحيوية. ولكن بالنظر إلى الظروف الصحية لجائحة كوفيد-19 العالمية والحجر الصحي الذي تفرضه الحكومة ، فقد تم استبدال الجزء العملي من هذه الدراسة ببحث ببيوغرافي لأعمال سابقة في نفس الموضوع. لقد قمنا باختيار أربعة عشر (14) مقالة و تصنيفها حسب البلد وسنة النشر.

توضح معظم المقالات أن الأوراق النقدية قد تلوثت بالعديد من الكائنات المجهرية المتنوعة المكونة أساساً من البكتيريا مثل *Bacillus spp.* ، *Staphylococcus spp.* ، *Enterobacter spp.* ، *Escherichia spp.* ، *Pseudomonas spp.* ، *Salmonella spp.* و *Klebsiella spp.* وكذلك الفطريات (الخمائر والعفن) مثل *Aspergillus spp.* ، *Penicillium spp.* ، *Alternaria spp.* و *Candida spp.* دراسات اخرى بينت أن بعض العملات ملوثة ببيض و اكياس الحيوانات وحيدة الخلية.

في هذا التوليف ، أظهرنا أن المال له قابلية امتصاص الكائنات الدقيقة المعدية وإيوائها ونقلها ، هذا و ما يشكل خطراً محتملاً على الصحة العامة.

الكلمات المفتاحية: العملات الورقية ، العملات المعدنية ، التلوث ، الأمراض المعدية .

Table des Matières

Liste des Figures	i
Liste des Tableaux	ii
Liste des abréviations.....	iii

Revue bibliographique

Introduction	01
--------------------	----

Chapitre I : Contamination microbienne de la monnaie

I. Monnaie	04
1. Du troc à la monnaie	04
2. Fabrication de la monnaie.....	05
3. La monnaie Algérienne	05
II. Contamination microbienne de la monnaie.....	10
1. Niveau de contamination selon le type d'argent.....	10
2. Période de contamination	11
2.1. Durant la fabrication.....	11
2.2. Durant la circulation.....	12
2.3. Durant le stockage.....	12
3. Persistance d'agents pathogènes sur la monnaie.....	12
4. Microorganismes contaminants	13
4.1. Bactéries.....	13
4.2. Champignons.....	13
4.3. Parasites	14
4.4. Virus	14
5. L'origine des contaminants	15
5.1. Flore humaine commensale	15
5.1.1. La flore cutanée	15
5.1.2. La flore respiratoire	16
5.1.3. La flore buccale.....	16
5.1.4. La flore intestinale.....	17
5.1.5. Flore urogénitale.....	18
5.2. Flore pathogène.....	19
5.3. Les bactéries résistantes aux antibiotiques.....	19
II. Effets sur la santé publique.....	20

IV. Transmission des agents pathogènes à partir de la monnaie	21
1. Rôle de la monnaie dans la propagation des intoxications d'origine alimentaire.....	21
2. Rôle de la monnaie dans la propagation des infections nosocomiales.....	21
3. Rôle de la monnaie dans la propagation des maladies chez les immunodéprimés	22

Chapitre II : Synthèse des études antérieures

I. Stratégie de recherche.....	24
II. Échantillonnage et collecte d'échantillons.....	25
III. Dénombrement de la flore totale de contamination.....	26
IV. Détermination de la charge bactérienne et fongique.....	26
1. Dénombrement.....	27
2. Identification macroscopique.....	27
3. Identification microscopique.....	28
4. Antibiogramme.....	28
V. Détermination de la charge parasitaire.....	28
VI. Tests supplémentaires	29
VII. Présentation des Résultats.....	29
VIII. Discussion des résultats	34

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives.....	36
--	-----------

Références bibliographiques

Références bibliographiques.....	38
---	-----------

Glossaire

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Types des anciennes pièces métalliques algériennes et leurs caractéristiques.....	6
Tableau 2: Types des pièces métalliques algériennes actuelles et leurs caractéristiques.....	7
Tableau 3: Types des anciens billets de banque algérienne.....	8
Tableau 4: Types des nouveaux billets de banque algérienne.....	9
Tableau 5: Simulations de laboratoire démontrant la survie des agents pathogènes sur l'argent.....	13
Tableau 6: Flore cutanée résidente et transitoire.....	16
Tableau 7: Pathogénèse de certaines bactéries isolées à partir des billets de banque.....	20
Tableau 8: Le principe de lecture des milieux de culture.....	28
Tableau 9: Agents infectieux (bactéries) isolés de la monnaie des pays d'étude...	30
Tableau 10: Agents infectieux (fongique, parasite) isolés de la monnaie de différents pays.....	31

LISTE DES FIGURES

Figure 01: Zones d'inhibition des bactéries (<i>Staphylococcus aureus</i>) dues à la présence d'une pièce de monnaie britannique de 5 pence (le disque est toujours présent sur l'image)	11
Figure 02: la plupart des microorganismes pathogènes contaminant la monnaie.....	14
Figure 03: Caractéristiques physiologiques et microbiotes associés des différentes niches écologiques du tube digestif.....	18
Figure 04: Schéma récapitulatif des voies de contamination de la monnaie.....	19
Figure 05: Carte montrant la localisation des pays d'étude.....	25

Liste des abréviations

- COVID : La maladie causée par le coronavirus (Corona virus disease).
- DA : Dinard Algérien.
- ISO : Organisation international de normalisation (international organisation of standardisation).
- AISI : Acier inoxydable.
- BCA : banque centrale d'Algérie.
- % : Pourcentage.
- SARM : *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline.
- UFC : Unité formant colonie.
- HSV : Virus de l'herpe (*Herpes Simplex Virus*).
- Log : Logarithme.
- Spp : plusieurs espèces (*species plurimae*).
- Sp : Espèce n'a pas été identifiée avec plus de précision (*species*).
- PH : Potentiel hydrogène.
- BMR : Bactéries multirésistantes.
- °C : Degré Celsius.
- PCA : gélose pour dénombrement (Plate Count Agar).
- GN : Gélose nutritive.
- VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (Violet Red Bile Lactose Agar).
- PDA : La gélose dextrosée à la pomme de terre (Potato dextrose agar).
- ADN : Acide désoxyribonucléique.
- Pb : Paire de base.
- ARNr : Acide ribonucléique ribosomique.
- PCR : Réaction de polymérisation en chaîne (Polymerase Chain Reaction).
- SCN : Staphylocoques à coagulase négative.

Introduction générale

Introduction

Dans un type d'économie non monétaire, la société s'organise par le troc, dans ce cas chaque individu produit ses besoins et échange son surplus contre des produits qu'il désire. Pour que cet échange puisse avoir lieu, la double coïncidence des désirs d'échange doit être réalisé (le désire d'échange d'un individu doit coïncider avec le désire d'échange d'un autre individu) [1].

Cependant, le troc avait beaucoup d'inconvénients : un coût de stockage, un coût d'attente et un coût de transport. Alors, la monnaie a rapidement remplacé le troc.

À l'échelle mondiale, l'argent est l'un des éléments les plus fréquemment transmis de main en main. Le statut hygiénique des billets de banque fait l'objet de spéculations depuis la fin des années 1800 [2]. Des études de culture *in vitro* ont établi que la contamination microbienne de la monnaie est largement répandue et que l'argent représente une importante interface homme-microbe. La contamination microbienne de la monnaie peut se produire par les machines à compter l'argent, l'atmosphère, la poussière, le sol, le processus de stockage, pendant l'utilisation ou le processus de production. La contamination pendant l'utilisation est le plus souvent causée par le faux lavage des mains, par le comptage (salive), la toux et les éternuements dans les mains [3].

En conséquence, la monnaie est contaminée par des micro-organismes de la main humaine, de la bouche et même du microbiote du tractus gastro-intestinal [3]. En outre, les niveaux d'hygiène générale d'une communauté ou d'une société peuvent contribuer à la quantité de microbes trouvés sur les pièces et les billets, et donc au risque de transmission lors de la manipulation de l'argent. En raison de l'échange de ces billets contaminés entre les personnes, les micro-organismes commencent à se propager, contribuant à la propagation à la fois de la résistance aux antibiotiques et de nombreux facteurs de virulence et ils présentent un risque pour la santé publique [2].

En Algérie; aucune étude n'a été réalisée pour connaître le niveau de contamination du Dinar Algérien (papier ou pièces métalliques) en circulation et son statut hygiénique. L'objectif principal de cette étude était de dénombrer la flore de contamination (bactérienne et fongique) de la monnaie (papier ou pièces métalliques) en circulation dans la wilaya de Khenchela, ensuite identifier les germes dominants et pathogènes par les tests microbiologiques et biochimiques et finalement connaître leurs profils de résistance aux antibiotiques.

Il a été prévu que les pièces métalliques et les billets de banque seraient collectés à partir de sources variées (bouchers, laitiers, pizzeria, bureaux de poste, boulangerie, magasin de vêtements, fast Food, chauffeurs de taxi, personnelles médicales...).

Malheureusement, avec la situation actuelle de la pandémie au COVID 19 et l'état de confinement imposé par l'état depuis le mois de mars, la partie pratique de cette étude a été annulée et on a été contraint de se contenter d'une recherche bibliographique sur les travaux antérieurs ayant la même thématique que la notre.

Nous aborderons tout au long de ce mémoire, les chapitres suivants :

- **Chapitre I : recherche bibliographique générale**
- **Chapitre II : synthèse des travaux antérieurs ayant la même thématique que la notre**

Enfin une **conclusion générale**.

Chapitre 1 : Contamination microbienne de la monnaie

I. Monnaie

1- Du troc à la monnaie

L'argent est tout objet généralement accepté dans le paiement des biens et des services et dans le remboursement des dettes [4].

Dans les temps anciens, les gens n'avaient pas besoin d'argent. Ils obtenaient tout dont ils avaient besoin par le troc, Un bien s'échangeait contre un autre, chaque personne va échanger son surplus contre des produits qu'il désire et ne produit pas. Pour que l'échange puisse avoir lieu, la double coïncidence des désirs d'échange doit être réalisé (la quantité du bien offert devait correspondre à celle du bien demandé) [1]. Le troc a plusieurs formes selon l'endroit et l'époque durant lesquels il est pratiqué :

- **Matières naturelles** : la pierre, le sel, l'ambre, les pierres précieuses, les petits lingots de métal plus ou moins précieux.
- **Produits agricoles**: bétail, grain de blé, grain de cacao, grain de poivre, feuille de tabac, peau de bêtes, morue séchée, feuilles de thé...
- **Produits artisanaux** : pagne (Égypte), verroterie, perle « œil de chat » du Sénégal en Afrique, couteaux (Chine), haches métalliques (pays celtiques), métrage de tissu (Amérique du Sud et du Nord), alcool (Amérique), fusils (Amérique), coquillages (les cauris) ...
- **Êtres humains** : esclaves utilisés entre autres dans le cadre du commerce triangulaire.

Cependant, le troc avait beaucoup d'inconvénients : un coût de stockage, un coût d'attente et un coût de transport. Alors, la monnaie a rapidement remplacé le troc.

Selon MOURGUES, la monnaie est l'instrument d'échange qui permet l'achat immédiat de tous les biens, services et titres, sans coût de transaction, ni coût de recherche et qui conserve la valeur entre deux échanges. Sa détention permet de rompre avec les relations de troc soit de différer l'échange en situation d'incertitude [5].

La monnaie revêt actuellement trois formes :

- La monnaie divisionnaire : composée de pièces métalliques (or, argent, bronze ou un alliage de cuivre et de nickel) de valeur plus ou moins faible servant à faciliter les petites transactions.
- La monnaie papier : qui regroupe les billets (développé la première fois en Chine), ils facilitent énormément les transactions commerciales les plus importantes, leur valeur est nettement supérieure à celle des pièces. Cette monnaie est dite **fiduciaire** (du latin fiducia : confiance), car elle repose sur la confiance que l'on porte à la valeur inscrite sur le billet.

– La monnaie scripturale : qui est une écriture en compte. Le chèque et la carte de crédit permettent l'utilisation de la monnaie scripturale mais ne sont pas des monnaies en soi. Cette forme de monnaie est la plus largement répandue dans les économies modernes [4].

2- Fabrication de la monnaie

La fabrication de pièces de monnaies est un artisanat ancien. Toutefois, les techniques de fabrication ont été perfectionnées au cours des siècles. Les technologies modernes offrent de nouvelles possibilités, comme des motifs plus spectaculaires, une production plus rapide et plus uniforme. Le principe de base, cependant, est inchangé : un disque en métal, le flan, est estampé entre deux coins sur lesquels se trouvent les motifs des deux faces, et un cercle de métal, la virole, sur laquelle se trouvent les motifs de la tranche [6].

D'origine chinoise, répandus massivement depuis le début du 19^{ème} siècle, les billets de banque sont imprimés sur un papier couché fin, très résistant au vieillissement et aux manipulations, porteur d'un filigrane, composé exclusivement de pâte de chiffon de coton ayant subi un raffinage très poussé ; ce papier non collé est enduit de gélatine puis séché à l'air, avant de subir un très fort calandrage. La grande majorité des illustrations présentes sur les billets sont issues d'un travail de gravure (taille douce) élaborée et d'une grande finesse. L'impression des billets nécessite aussi des encres à effets spéciaux qui permettent des changements de couleur selon l'angle d'observation du billet [7].

De nombreux pays ont remplacé les billets de banque en papier par des substrats en polymères plastiques pour améliorer la sécurité, car le polymère du plastique leur permis une résistance plus élevée à la déchirure, plus résistant au pliage et aux salissures, il est non poreux et n'absorbe ni l'eau ni la sueur [4].

Mais durant ces plans de fabrication et au cours de la chaîne industrielle, on ne trouve jamais un contrôle microbiologique.

3- La monnaie Algérienne

L'Algérie a changé sa monnaie suite aux différentes civilisations qu'elle a connue. Après l'indépendance et en 1964, l'Algérie a créé sa propre monnaie « le dinar algérien » qui remplace « le franc français » par la loi 64-111 du 10 avril 1964. Le sigle exprimant le dinar algérien est DA et le code ISO est DZD [8].

Depuis l'antiquité, l'Algérie utilise la monnaie sous forme de pièces métalliques dans les échanges de la marchandise. A côté de la monnaie métallique s'est développé très tôt un autre instrument monétaire ; le billet.

Les pièces métalliques anciennes et celles utilisées actuellement sont représentées dans le tableau suivant [8].

Tableau 01 : Types des anciennes pièces métalliques algériennes et leurs caractéristiques.

Pièces de monnaie	Année de mise en circulation	Alliage
	<p>Jusqu'en 1943, la monnaie utilisée en Algérie était celle de la Métropole. 100 francs de l'Algérie française</p>	<p>Cuivre- Nickel</p>
	<p>20 centimes de 1964</p>	<p>Aluminium- Bronze</p>
	<p>5 centimes portent le signe de l'étoile présente sur le drapeau.</p>	<p>Aluminium</p>
	<p>1 dinar de 1972 avec deux mains se serrant et un tracteur symbolisant l'amitié et le travail.</p>	<p>Cupronickel</p>
	<p>20 centimes.</p>	
	<p>5 dinars de 1974 commémorant le début de la guerre d'indépendance face à la France.</p>	

Tableau 02 : Types des pièces métalliques algériennes actuelles et leurs caractéristiques.

Pièces de monnaie	Année de mise en circulation	Alliage
	<p>1 et 2 dinars actuels. Carte d'Algérie avec un buffle et un dromadaire</p>	<p>Acier: (AISI 430).</p>
	<p>5 dinars avec un éléphant. Des pétroglyphes représentant des éléphants ont été trouvés sur le site de Thyout.</p>	<p>Acier: (AISI 430).</p>
	<p>10 dinars avec un aigle 10 dinars avec le sigle de la BCA (banque centrale d'Algérie)</p>	<p>Cœur: 97 % Aluminium, 3 % Magnésium Couronne: Acier (AISI 430) Bronze</p>
	<p>20 dinars avec un lion de l'Atlas.</p>	<p>Cœur : 92 % de Cuivre, 6 % Aluminium, 2 % Nickel Couronne : Acier (AISI 430).</p>
	<p>50 dinars avec une gazelle du désert algérien.</p>	<p>Cœur: Acier (AISI 430) Couronne: 92 % de Cuivre, 6 % Aluminium, 2 % Nickel.</p>
	<p>100 dinars avec un cheval.</p>	<p>Cœur : 87 % de Cuivre, 13 % du Nickel Couronne : Acier (AISI 430)</p>
	<p>200 dinars avec logo du 50^{ème} anniversaire de l'indépendance.</p>	<p>Cœur: 92 % de Cuivre, 6 % d'Aluminium et 2 % du Nickel Couronne : 75 % de Cuivre et 25 % du Nickel.</p>

Les billets anciens et ceux utilisés actuellement sont représentés dans les tableaux suivants [8].

Tableau 03 : Types des anciens billets de banque algérienne.

<p>Billet de 5 dinars</p>	
<p>Billet de 10 dinars</p>	
<p>Billet de 50 dinars</p>	
<p>Billet de 100 dinars</p>	
<p>Billet de 100 dinars</p>	

Tableau 04 : Types des nouveaux billets de banque algérienne.

<p>Billet de 200 dinars</p>	
<p>Billet de 500 dinars</p>	
<p>Billet de 1000 dinars</p>	
<p>Billet de 2000 dinars</p>	
<p>Billet de 1000 dinars</p>	
<p>Billet de 500 dinars</p>	

II. Contamination microbienne de la monnaie

Les vecteurs passifs sont des objets inanimés capables d'absorber, d'héberger et de transmettre des micro-organismes infectieux [9]. Globalement, l'argent est l'un des articles les plus fréquemment transmis de main en main. Lors de son manipulation, l'argent peut être contaminé et peut ainsi jouer un rôle dans la transmission de micro-organismes à d'autres personnes. Par exemple, l'argent peut être contaminé par des micro-organismes des voies respiratoires et gastro-intestinales pendant le comptage [10]. Les billets et les pièces sont manipulés par des personnes de statuts sanitaires et hygiéniques différents, et sont stockés dans des conditions environnementales et d'hygiène personnelle variables [10]. Ils offrent une grande surface pour abriter les bactéries et les micro-organismes, et le statut hygiénique de la monnaie a été un sujet préoccupant pour, Nisbet et Skeoch depuis 1949 [11].

Plusieurs auteurs ont exprimé la crainte que les billets de banque et les pièces de monnaie servent de vecteurs pour la transmission de micro-organismes pathogènes. Les contaminants microbiens peuvent être transmis par contact direct ou indirectement, via des aliments ou d'autres objets inanimés [12].

Le niveau de contamination et le type de microorganismes présents sur l'argent varient en fonction du pays, de la saison, des conditions environnementales, du type d'argent (papier ou pièces), du type de matériau dont l'argent est fait, de la flore de la communauté locale, du niveau d'hygiène général de la population et qui est susceptible de manipuler l'argent. Il a également été démontré que l'argent sale / endommagé (indication d'un échange fréquent) était beaucoup plus contaminé que les billets de banque propres et en parfait état, et les billets de faible valeur étaient plus susceptibles d'être contaminés que les billets de valeur supérieure (reflétant probablement la fréquence d'utilisation et facteurs économiques) [9].

1- Niveau de contamination selon le type d'argent

Les billets de banque sont plus contaminés que les pièces. La raison invoquée par les chercheurs est que les pièces contiennent au minimum 75 % de cuivre, dont l'action antimicrobienne est reconnue (**Figure 01**).

À l'inverse, le papier pour billets de banque est fabriqué à partir de fibre de coton, ce qui lui confère sa résistance, sa durabilité et son toucher distinctif [10]. Le coton est parfois mélangé avec du lin, de l'abaca ou d'autres fibres textiles. Contrairement à la plupart des papiers d'impression et d'écriture, le papier pour billets de banque est imprégné d'alcool polyvinylique ou de gélatine pour lui donner une résistance supplémentaire. Les billets en polymère (ou en plastique) ont été développés pour améliorer la durabilité et empêcher la contrefaçon grâce à des dispositifs de

sécurité incorporés, tels que des dispositifs optiquement variables qui sont extrêmement difficiles à reproduire [10].



Figure 01: Zones d'inhibition des bactéries (*Staphylococcus aureus*) dues à la présence d'une pièce de monnaie britannique de 5 pence (le disque est toujours présent sur l'image) [13].

Les billets de banque à base de coton fournissent une surface fibreuse, qui offre de nombreuses possibilités de fixation bactérienne, et plus un billet papier reste en circulation, plus il y a de chances qu'il soit contaminé.

Les billets à base de polymère présentaient une numération bactérienne inférieure à celle des billets à base de coton. En conséquence, moins de bactéries ont été isolées en Australie et en Nouvelle-Zélande, où les billets à base de polymère ont été testés. De plus, dans les billets du Mexique, où des billets à base de polymère et de coton sont utilisés, il a été constaté que les billets à base de polymère étaient beaucoup moins contaminés que les billets à base de coton. Plus le billet papier reste en circulation longtemps, plus il y a de chances pour qu'il soit contaminé, et les billets de moindre valeur reçoivent le plus de traitement parce qu'ils sont échangés plus souvent. De plus, le statut économique d'un pays était associé à la concentration de bactéries sur la monnaie, et il a été constaté que le nombre moyen de bactéries détectées sur les billets de banque est associé à la liberté économique des billets de banque [10].

2- Période de contamination

Le cycle de vie d'un billet de banque commence par la production de fibres de coton, indispensables pour la production du papier spécial, et se termine avec l'incinération. Au cours de ce processus, la contamination peut avoir lieu :

2.1. Durant la fabrication

Au cours de la chaîne industrielle d'un billet de banque on trouve plusieurs points sensibles qui favorisent la croissance des microorganismes.

- Les balles de coton qui seront transformées en pâte à papier.
- Le nombre énorme des machines qui sert à aplatir la pâte en papier et même celle d'impression.
- Les contrôleurs qui examinent manuellement les papiers et l'impression pour garantir la bonne qualité du billet.

2.2. Durant la circulation

Les billets de banque en circulation subissent du pliage et des déchirures qui permettent l'attachement des particules de poussière et la colonisation par des microorganismes à partir :

- Des mains sales: contacts mains à mains (Contaminé par le sang et les déchets des animaux: éleveurs et le boucher..., par la matière fécale cas de manque d'hygiène).
- Contacts avec des surfaces : les caisses, tables de travail, poches, le sol, les comptoirs...
- Etablissements médicaux: les patients des maladies contagieuses (virales, bactériennes et fongiques).
- Les gens humidifiant leurs doigts avec la salive pour décoller les billets et parfois les enfants mettent des pièces dans leurs bouches.

2.3. Durant le stockage

Généralement les endroits où on garde les billets de banque sont sombres et humides ce qui favorisent la prolifération des micro-organismes (soutien-gorge, les coussins, les chaussettes, enterrement dans le sol, caisses...).

3. Persistance d'agents pathogènes sur la monnaie

Les facteurs importants pour la survie des agents pathogènes sur les surfaces sont la présence de matière organique, l'irradiation solaire, la température et l'humidité [14].

Des simulations en laboratoire (**Tableau 5**) ont montré que les agents pathogènes peuvent survivre sur les billets et les pièces de monnaie. L'inoculation de *S. aureus* sur du papier-monnaie a révélé que tous les isolats étaient capables de survivre pendant 8 jours à température ambiante.

De plus, des preuves indirectes de contacts au corps à corps et monnaie à main ont montré que les billets et les pièces sont des modes de transmission viables. De plus, il semble que les mains mouillées peuvent transférer un plus grand nombre d'agents infectieux et que le transfert d'agents pathogènes peut facilement se produire lorsque les doigts sont humides [15].

Tableau 05 : Simulations de laboratoire démontrant la survie des agents pathogènes sur l'argent [16].

Type de monnaie	Agents	Concentration	Survie	Transfert
Billets de banque	Influenza A (H3N2)	8.9×10^5 TCID ₅₀ /ml	2 h	NT
	Influenza A et mucus	8.9×10^5 TCID ₅₀ /ml	8 jours	NT
	Influenza B	3.2×10^3 TCID ₅₀ /ml	1 jour	NT
	Influenza B et mucus	3.2×10^3 TCID ₅₀ /ml	2 h	NT
Pièces métalliques	<i>Staphylococcus aureus</i> (SARM)	10^5 UFC /ml	4 h	NT
	<i>S. aureus</i> (SARM) et composant organique du sol	10^5 UFC /ml	13 jours	NT
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	5×10^4 UFC	7 jours	Oui
	<i>Salmonella enteritidis</i>	5×10^4 UFC	1 jour	NT
	HSV-1		Diminution de 2-3 log en 1 h	NT

NT : non testé ; TCID : dose infectieuse pour culture tissulaire

4. Microorganismes contaminants

En raison des différences entre les textures des billets en papier et les alliages métalliques utilisés pour les pièces de monnaie, les billets en papier peuvent contenir une variété de contaminants, et ces contaminants peuvent persister plus longtemps. Ils peuvent être des bactéries, des champignons, des parasites et des virus (**Figure 02**).

4.1. Bactéries

De nombreuses bactéries sont trouvées sur l'argent (billets de banque ou pièces de monnaie) à savoir : *Escherichia coli*, *Vibrio spp.*, *Klebsiella spp.* (*K. pneumonia*), *Serratia spp.*, *Enterobacter sp.*, *Salmonella spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Enterococcus spp.*, *Staphylococcus* (*S.aureus* , *S. epidermidis*), *Streptococcus pneumoniae*, *Proteus spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.* (*P. aeruginosa*), *Shigella spp.*, bactérie *Coryne*, *Lactobacillus spp.*, *Burkholderia cepacia* , *Micrococcus spp.* et *Alcaligene* [17].

4.2. Champignons

Des billets de banque sont également contaminés par des champignons, notamment : *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. parasiticus*, *Candida spp.*, *Penicillium spp.*, *Rhizopus spp.*, *Alternaria tenuis*, *Trichoderma spp.*, *Fusarium spp.* et *Sporotrichum spp.* [18].

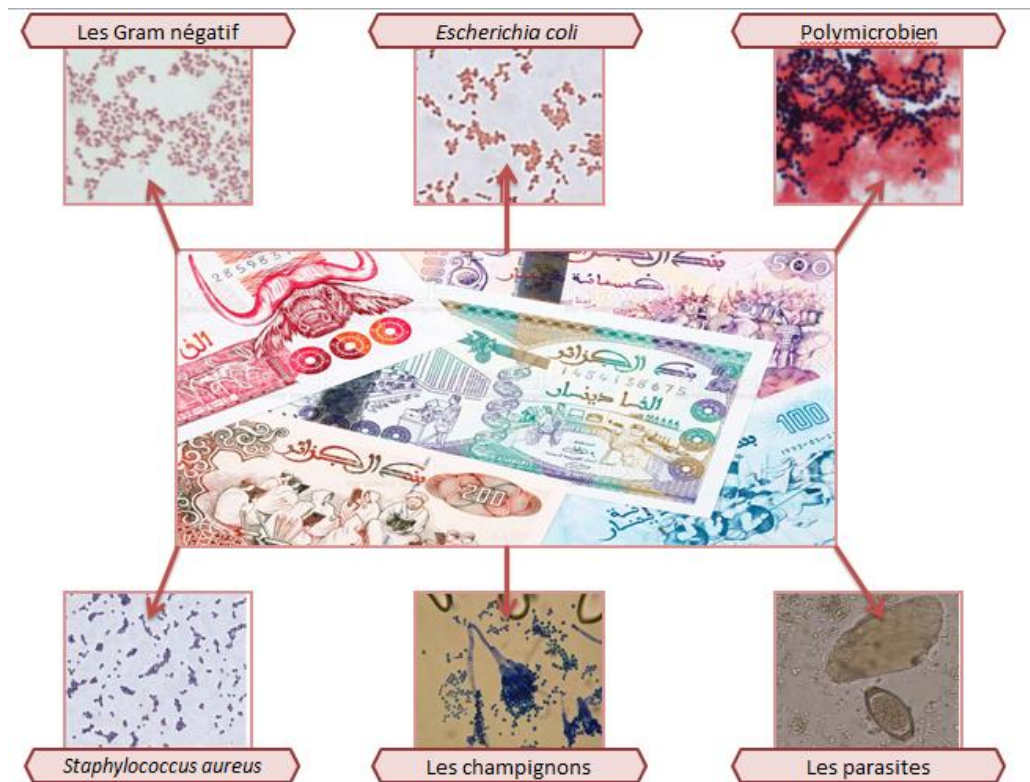


Figure 02: Microorganismes pathogènes contaminant la monnaie.

4.3. Parasites

La transmission de parasites peut se produire indirectement via des objets inanimés dans l'environnement environnant. L'un des objets les plus manipulés et échangés par les personnes sont les pièces de monnaie et les billets de banque, qui pourraient être l'un des véhicules les plus potentiels pour transmettre des parasites, même entre pays. Cependant, l'étude de la contamination potentielle de la monnaie en circulation par des parasites intestinaux n'a pas reçu l'intérêt qu'elle mérite. Il a été révélé que 60,2% des billets de banque et 56,6% des pièces de monnaie obtenus auprès des travailleurs du secteur alimentaire avaient été contaminés par une ou plusieurs espèces parasitaires [4].

Une étude faite en Nigéria sur la contamination parasitaire des billets de banque a révélé la présence des parasites suivants : *Enterobius vermicularis*, *Ankylostomes*, *poux*, *Flagellés*, *Ascaris lumbricoides*, *Strongyloides stercoralis*, *Cystoisospora belli*, *flake* (trématode) et certains vers non identifiés [14].

4.4. Virus

Bien que les virus n'aient pas été trouvés sur l'argent, le potentiel de leur transmission via l'argent est possible. Des simulations en laboratoire ont démontré que l'efficacité des transmissions virales varie en fonction de la souche virale, de la nature des cellules et des surfaces hôtes et des

conditions atmosphériques. Les virus de la grippe humaine ont pu survivre et rester infectieux pendant des jours lorsqu'ils ont été déposés sur les billets de banque [16].

Dans le cadre de la pandémie actuelle, de nombreuses rumeurs circulent sur des vecteurs de contamination. Parmi celles-ci, l'argent liquide est souvent désigné comme un support de transmission.

5. L'origine des contaminants

Comme on l'a déjà montré dans les paragraphes précédents, l'homme peut contaminer l'argent qu'il manipule en plusieurs occasions soit durant sa fabrication, son utilisation ou durant son stockage. Cette contamination est surtout due aux germes que les êtres humains hébergent, en effet chez un homme sain, les tissus internes sont normalement stériles tandis que les tissus de surface (peau et muqueuses) sont colonisés par divers micro-organismes, constituant de véritables écosystèmes. Cet ensemble de communautés microbiennes (bactéries, archées, virus, champignons et protozoaires) présent au niveau d'un environnement défini (par exemple site anatomique donné ou organisme entier) constitue le microbiote, ou microflore.

Il a été estimé que le corps humain contient en général 10^{13} cellules somatiques et il héberge quelques 10^{14} cellules bactériennes. Les microorganismes qui habitent normalement l'organisme forment la flore microbienne normale ou tout simplement flore normale.

La flore pathogène est constituée de microorganismes qui vivent aux dépens de l'hôte (ici l'homme) et provoquent chez lui des troubles plus ou moins graves. Elle est dite pathogène stricte quand elle provoque chez l'hôte une maladie spécifique ; elle est dite opportuniste quand des microorganismes normalement commensaux deviennent pathogènes suite à divers événements.

5.1. Flore humaine commensale

5.1.1. La flore cutanée

La peau est un écosystème étendu (d'environ $1,8 \text{ m}^2$) typiquement froid, acide et sec. Elle est constituée d'habitats divers selon son épaisseur, la présence ou non de plis et la densité en structures annexes (c'est-à-dire follicules pileux, glandes sudoripares et glandes sébacées) [19].

La peau humaine est colonisée par un grand nombre d'espèces bactériennes et fongiques qui constituent la flore commensale cutanée. Cette flore vit sur la surface et dans la profondeur de l'épiderme. Elle réalise ainsi un écosystème complexe dont la composition résulte d'un équilibre entre les conditions locales et les propriétés métaboliques de ces micro-organismes.

En 1938, P.-B. PRICE proposait une classification, toujours d'actualité, de la flore cutanéomuqueuse en deux populations distinctes :

- La flore résidente, dont la quantité et la répartition sont relativement stables.

- La flore transitoire constituée de micro-organismes vivant librement à la surface des téguments [19].

Tableau 06 : Flore cutanée résidente et transitoire [20].

Flore cutanée résidente et transitoire			
Flore résidente	Bactéries	Gram positif	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus hominis</i> <i>Staphylococcus haemolyticus</i>
		Corynébactérimorphes	<i>Brevibacterium</i> Propionibactéries Microcoques
		Gram négatif	<i>Acinetobacter</i>
	Parasites	Acariens	<i>Demodex</i>
	Levures	<i>Malassezia</i>	
	Virus	<i>Papillomavirus humains</i>	
Flore transitoire	Bactéries	Gram positif	<i>Bacillus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
		Gram négatif	<i>Neisseria</i> <i>Pseudomonas</i>
	Levures	<i>Candida albicans</i> <i>Candida parapsilopsis</i>	

5.1.2. La flore respiratoire

La cavité nasale et le nasopharynx contiennent des Firmicutes, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria* et *Fusobacteria*. Au niveau des narines, il y a une prédominance des genres *Corynebacterium*, *Propionibacterium* et *Staphylococcus*, ce qui est similaire au microbiote cutané. Les espèces du nasopharynx sont pour la plupart celles retrouvées au niveau des narines (par exemple *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Propionibacterium*, *Dolosigranulum*) et de l'oropharynx (par exemple *Streptococcus*). Les pathogènes bien connus peuvent également coloniser les voies aériennes supérieures, comme *Streptococcus pneumoniae*, *S. aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis* mais aussi *Neisseria meningitidis* [21].

5.1.3. La flore buccale

La cavité orale comprend des niches écologiques très diverses (salive, gencives, dents, langue, joues, palais, amygdales, etc.), toutes très riches en diversité microbienne, notamment la plaque dentaire. L'environnement de la cavité orale serait aussi hétérogène que celui de l'intestin, avec environ 50 % de bactéries non cultivables. Entre 500 et 10 000 espèces résideraient dans la

cavité orale humaine, appartenant à plus de 200 genres bactériens différents dont : *Actinomyces*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Streptococcus*, *Gemella*, *Granulicatella*, *Abiotrophia*, *Haemophilus*, *Fusobacterium*, *Leptotrichia*, *Neisseria*, *Corynebacterium*, *Veillonella*, *Rothia*, *Capnocytophaga*, *Selenomonas*, *Treponema* et *Dexia*. Comme la cavité orale est la porte d'entrée principale de l'organisme, il est aussi possible de détecter la présence de micro-organismes retrouvés dans les aliments ou dans l'air (par exemple *Rhizobium*, *Legionella*). Les espèces prédominantes retrouvées dans la majorité des sites sont *Streptococcus mitis*, *Streptococcus oralis*, *Gemella haemolysans*, *Granulicatella adiacens* et *Veillonella parvula* [21].

A noter que le microbiote oral n'est pas différent entre l'homme et la femme mais qu'il varie significativement avec l'âge. Tandis que les communautés microbiennes ont un rôle protecteur, la cavité orale contient également des pathogènes impliqués dans des pathologies locales (par exemple caries dentaires, parodontopathies) et systémiques (par exemple endocardites, pneumopathies d'inhalation).

La charge bactérienne totale est très variable d'un site à l'autre. On compte de 5 à 50 bactéries par cellule épithéliale de la joue, alors qu'une cellule épithéliale de la langue peut en compter jusqu'à 100. Le dos de la langue du fait de sa morphologie et du passage des aliments, constitue une bonne réserve de bactéries aérobies et anaérobies. Elles y sont plus nombreuses que sur les autres muqueuses (100/cellule). Il y a, en moyenne, 10^8 bactéries par ml de salive et 10^8 bactéries par mg de biofilm nouvellement formé [22].

5.1.4. La flore intestinale

La flore intestinale représente l'ensemble des bactéries peuplant notre tractus digestif. Sa subsistance est assurée par nos résidus alimentaires, nos sécrétions ainsi que par la desquamation de nos tissus. En retour, le microbiote participe activement à notre bonne santé. Ce commensalisme résulte d'une longue vie commune et aujourd'hui, nous ne saurions vivre l'un sans l'autre [23].

Le nombre de bactéries au sein du microbiote intestinal est d'environ 10^{14} avec 500 à 1000 espèces bactériennes différentes, la plupart étant présentes au niveau du colon. Une très large majorité d'entre elles ont un métabolisme anaérobie (environ 75 %) et 95 % du microbiote est représenté par 5 phyla bactériens : Firmicutes et Bacteroidetes sont dominants tandis que *Actinobacteria*, *Proteobacteria* et *Verrucomicrobia* sont sous-dominants [21].

La structure et la biodiversité du microbiote intestinal varient significativement selon l'étage anatomique du tube digestif (**Figure 03**). Il y a notamment une différence marquée en nombre de bactéries qui va de 10^1 à 10^{12} par gramme de contenu de l'œsophage au colon (ce dernier contenant environ 70 % des micro-organismes du microbiote humain).

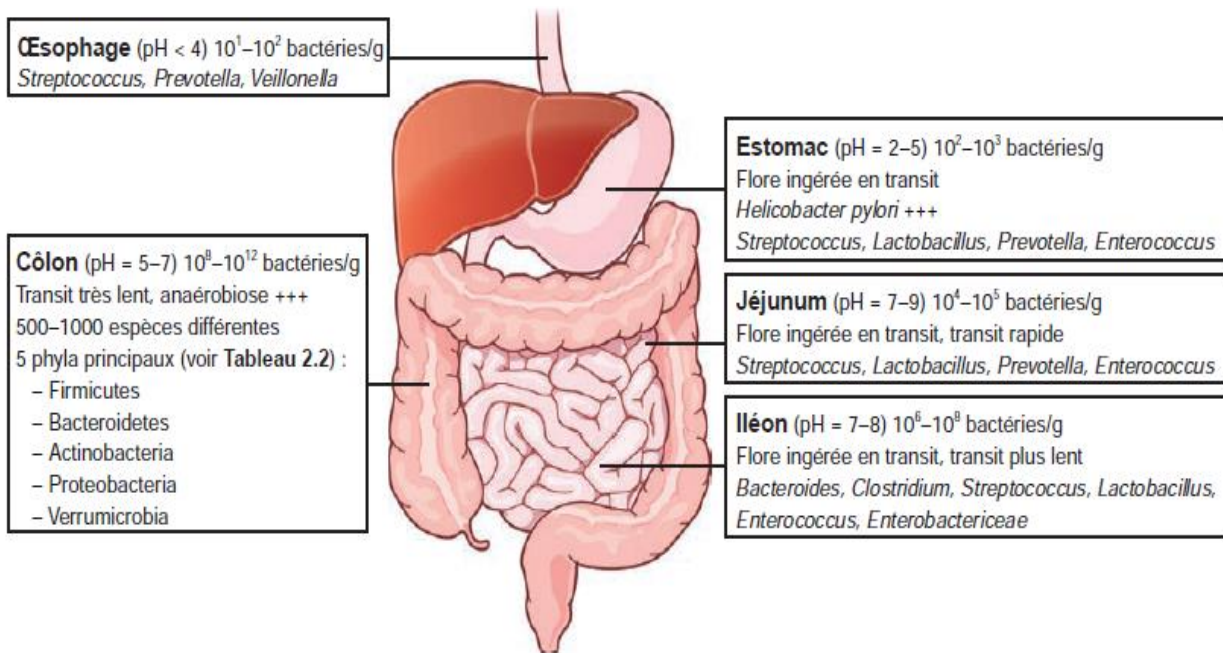


Figure 03: Caractéristiques physiologiques et microbiotes associés des différentes niches écologiques du tube digestif [21].

5.1.5. Flore urogénitale

Comme les poumons, l'urine (et donc la vessie) a longtemps été considérée comme stérile du fait des techniques d'approche uniquement fondées sur la culture standard. Cependant, les outils moléculaires ont prouvé que l'urine des individus sains contenait un microbiote unique, composé d'environ 10^2 à 10^4 bactéries par millilitre. En utilisant des méthodes de culture sophistiquées, jusqu'à 80 % des échantillons urinaires (obtenus par cathétérisme trans-uretral) ont une culture bactérienne positive. Les principales espèces appartiennent aux genres *Lactobacillus* (15 %), *Corynebacterium* (14 %), *Streptococcus* (12 %), *Actinomyces* (7 %) et *Staphylococcus* (7 %), tandis qu'ils ont retrouvé aussi *Aerococcus*, *Gardnerella*, *Micrococcus* [21].

L'appareil reproducteur peut être ciblé par certains microorganismes en causant des infections. Les infections génitales sont représentées par : les infections génitales basses (cérusites, vaginites, bartholimites et vulvites) et les infections génitales hautes (salpingites, annescites, et pelvi-péritonites) [21]. Les germes en cause comprennent des agents microbiens, mycosiques, parasitaires ou viraux [24].

5.2. Flore pathogène

La monnaie (billets et pièces métalliques) offre une fenêtre intéressante sur la diversité des communautés microbiennes d'origine humaine en raison de la fréquence élevée des échanges manuels de devises dans le commerce, la restauration, le commerce du sexe et les voyages - activités susceptibles d'influencer fortement les types d'organismes présents. Le statut hygiénique des billets de banque est un sujet de spéculation depuis la fin des années 1800. *In vitro* des études de culture ont établi que la monnaie (billets et pièces métalliques) peut abriter des niveaux élevés de microorganismes, dont certains sont cliniquement significatifs, tels que les agents responsables de la pneumonie et les maladies entériques, et diverses souches résistantes aux antibiotiques. Ces études, bien que limitées, ont établi que la contamination microbienne de la monnaie est répandue et que l'argent représente une importante interface homme-microbe [2].

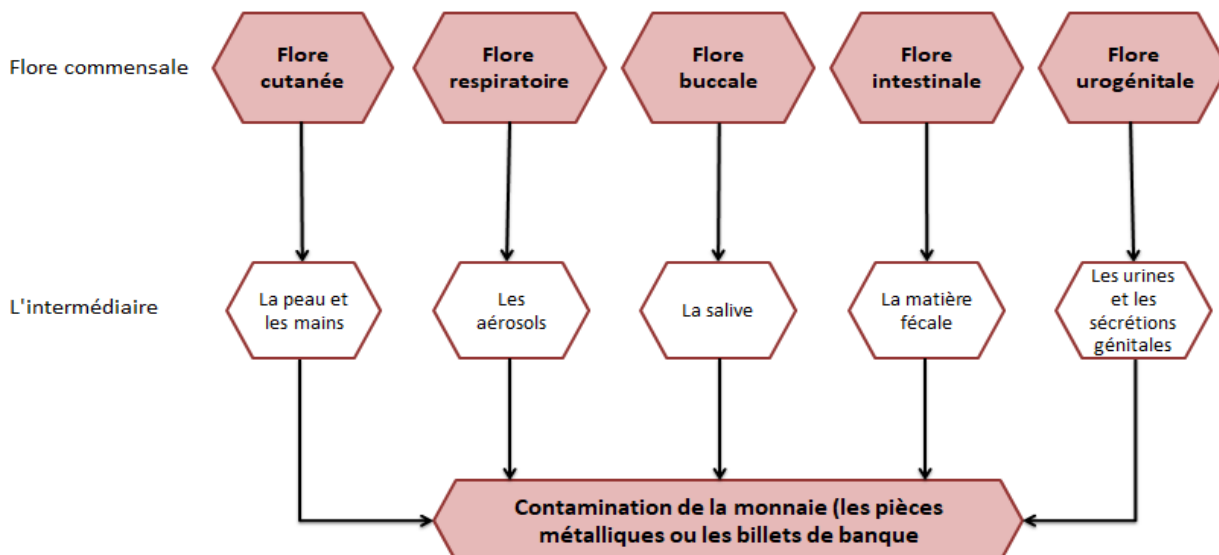


Figure 04: Schéma récapitulatif des voies de contamination de la monnaie.

On compte couramment de 100 millions à 1 milliard de microorganisme par gramme de matières fécales fraîchement émises. Alors la présence des microorganismes colonisant l'intestin dans la matière fécale est constante sauf dans le cas des bactéries pathogène où le degré de leur présence dépend du degré de l'infection.

5.3. Les bactéries résistantes aux antibiotiques

En 1928, A. Fleming découvre une substance qui tue les bactéries : la pénicilline. Cette découverte a révolutionné le traitement des maladies infectieuses. Dès 1945, très rapidement après l'utilisation de cette molécule en milieu hospitalier, des souches de *Staphylococcus aureus* résistantes sont isolées [25].

Cette nouvelle ère de l'antibiothérapie montre qu'après chaque découverte d'un antibiotique, les bactéries développent très rapidement des résistances vis-à-vis de celui-ci.

Les principaux mécanismes responsables de la résistance sont l'inactivation enzymatique, la diminution de la perméabilité membranaire pour les bactéries Gram négatif, la modification du site d'action, l'efflux actif.

L'évolution vers la résistance est conditionnée par deux facteurs principaux : la pression de sélection exercée par l'antibiothérapie et la diffusion épidémique des souches résistantes [25].

Les souches résistantes aux plusieurs antibiotiques sont dites des souches multi résistantes. Une infection par les BMR constitue un problème majeur de santé publique partout dans le monde.

Plusieurs études ont mis en évidence la présence de bactéries résistantes parfois même multirésistantes sur les billets de banque et les pièces métalliques contaminés même avec une faible charge bactérienne. Ils ont aussi prouvé qu'ils contribuent à la transmission de ces micro-organismes multirésistants dans la communauté [26].

III. Effets sur la santé publique

Les billets de banque en circulation sont contaminés par divers agents microbiens dont la plupart sont résistants aux antibiotiques couramment utilisés. Par conséquent, il présente des risques et des dangers sur la santé publique pour la communauté et les personnes manipulant des billets de banque.

Tableau 07: Pathogénèse de certaines bactéries isolées à partir des billets de banque.

Microorganismes	Pathogénèse
<i>E. coli</i>	Les souches virulentes d' <i>E.coli</i> provoquent une diarrhée non-inflammatoire ou une diarrhée inflammatoire (dysenterie avec selles contenant généralement du sang, du mucus et des leucocytes).
<i>Pseudomonas spp.</i>	Maladies cutanées.
<i>Klebsiella spp.</i>	Maladie de la muqueuse buccale et intestinale.
<i>Streptococcus spp.</i>	Gorge streptococcique, méningite, pneumonie bactérienne.
<i>Staphylococcus spp.</i>	Responsable d'infections suppuratives superficielles et profondes ainsi que de syndromes liés à l'action de toxines.

Ceux qui sont contaminés sont incriminés en tant que principal diffuseur de nombreuses maladies en particulier les maladies cutanées, respiratoires et intestinales, tel que : *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Klebsiella spp.*, *Streptococcus spp.* et *Staphylococcus spp.*, qui sont

responsables de la diarrhée aqueuse, des maladies de la peau et de la bouche, de la pneumonie, des maladies des voies respiratoires, des maladies gastro-intestinales, etc (**Tableau 07**) [14].

Ainsi que des maladies causées par les levures et les moisissures, tel que : des espèces de *Candida* (autres que *C. albicans*), des espèces de *Cryptococcus* et de *Saccharomyces*. Bien que ces agents ne soient pas connus pour causer des complications majeures chez l'homme, *Cryptococcus* serait à l'origine d'infections opportunistes chez les immunodéprimés. Les espèces de moisissures isolées à savoir *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizopus* et *Altenaria spp.* provoquent une variété d'opportunistes infections. *Aspergillus niger* était également isolé, un agent qui peut provoquer une maladie pulmonaire grave comme l'otomycose [27].

IV. Transmission des agents pathogènes à partir de la monnaie

1- Rôle de la monnaie dans la propagation des intoxications d'origine alimentaire

Les aliments peuvent être contaminés par des agents pathogènes à tout moment de leur production, de leur transformation et de leur préparation. Dans de nombreux magasins d'alimentation, les travailleurs manipulent de l'argent et préparent la nourriture en même temps. De plus, les agents pathogènes du nez, de la gorge, des matières fécales ou de la peau peuvent être transmis par les mains, soulignant la nécessité d'une hygiène des mains.

Bacillus cereus et *Staphylococcus aureus* sont des agents responsables des intoxications alimentaires. Ils ont été isolés respectivement de 9% et 4% des pièces de monnaie keynésienne [27].

Au Bangladesh, les billets collectés auprès de vendeurs de poisson, de viande, de légumes, et des commerçants de denrées alimentaires étaient contaminés par *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* et *Vibrio cholerae* ; ce sont des indicateurs de contamination fécale. La présence de ce groupe de microbes prouve un mauvais état sanitaire ainsi que de mauvaises pratiques d'hygiène personnelle [28].

2- Rôle de la monnaie dans la propagation des infections nosocomiales

On pense que la principale voie de transmission de la plupart des agents pathogènes passe par les mains transitoirement contaminées du personnel soignant. Un seul contact d'une main avec une surface contaminée peut entraîner un degré variable de transfert d'agents pathogènes. Dans 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 de vecteurs de transmission croisée. Les billets et les pièces peuvent également servir de réservoirs d'agents pathogènes. De plus, divers objets inanimés dans la salle d'opération qui sont directement ou indirectement associés à des interventions chirurgicales se sont avérés diversement contaminés par des pathogènes bactériens et fongiques connus.

Les billets de banque peuvent servir de source potentielle d'agents pathogènes et, dans une étude menée en Inde, le plus grand nombre d'isolats de *Staphylococcus aureus* a été trouvé sur la monnaie récupérée dans les hôpitaux.

3- Rôle de la monnaie dans la propagation des maladies chez les immunodéprimés

Des espèces de levures et de moisissures ont également été isolées des pièces. Les levures comprenaient des espèces de *Candida* (autres que *C. albicans*), des espèces de *Cryptococcus* et des espèces de *Saccharomyces*. Bien que ces agents ne soient pas connus pour causer des complications majeures chez les humains, *Cryptococcus* cause des infections opportunistes chez les personnes immunodéprimées. Les espèces de moisissures isolées, à savoir *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizopus* et *Alternaria spp.*, provoquent diverses infections opportunistes [27].

Des espèces opportunistes tel que *Pseudomonas aeruginosa* ont été isolées également de la monnaie de plusieurs pays. Les échanges monétaires entre les personnes conduit à la transmission de ces bactéries d'une personne à une autre en provoquant des maladies chez les sujets immunodéprimés.

Chapitre 2 : Synthèse des études antérieures

Malheureusement, avec la situation actuelle de la pandémie au COVID 19 et l'état de confinement imposé par l'état depuis le mois de mars, la partie pratique de cette étude a été annulée et on a été contraint de se contenter d'une recherche bibliographique sur les travaux antérieurs ayant la même thématique que la notre.

I. Stratégie de recherche

Nous avons recherché dans les bases de données PubMed, Web of Science, Google et Google Scholar des articles en anglais évalués par des pairs sans aucune restriction de date. Les termes de recherche étaient des combinaisons de mots clés (contamination, bactéries, virus, levures, champignons, infection, transmission, pièces, billets de banque, vecteurs passifs, argent sale, mains et surfaces). Nous avons également examiné les références citées dans les articles identifiés et recherché dans PubMed d'autres articles des auteurs des articles identifiés. Si nécessaire, nous avons contacté les auteurs correspondants pour obtenir des précisions ou des informations supplémentaires.

Une recherche dans la littérature disponible a révélé plus de 100 publications faisant état de la présence de micro-organismes sur les billets de banque et / ou les pièces de monnaie depuis la fin des années 1800, avec environ les deux tiers de ces articles publiés au cours de la dernière décennie. Cet intérêt considérable pour le statut hygiénique de la monnaie se concentre principalement sur l'isolement des bactéries, et parfois des champignons. Cependant, l'intérêt était le plus souvent porté sur la présence de micro-organismes pathogènes potentiels. Il est vrai que la monnaie (billets et pièces de monnaie) a toutes les caractéristiques du produit ultime, avec un contact répétitif de sa surface par plusieurs personnes successivement sans réelle intention ni opportunité de nettoyer et / ou de désinfecter.

Au total, nous avons choisi quatorze (14) articles que nous avons classés par pays et par année de publication. Les pays concernés sont : Nigeria, Ghana, Soudan, Turquie, Iran, Pakistan, Egypte, Ethiopie, Kenya, Inde, Népal, Pologne (**Figure 05**).

Toutes ces études avaient pour objectif d'évaluer le niveau de contamination et le statut hygiénique de la monnaie (billets de banque et pièces métallique) en circulation parmi la communauté.

Pour réaliser notre synthèse, on s'est intéressé aux points suivants :

- Le pays dans lequel l'étude a été réalisée ainsi que son année de publication
- La population cible
- Le type et l'état général de la monnaie

- Le protocole opératoire et les tests microbiologiques utilisés pour isoler et identifier les contaminants microbiens

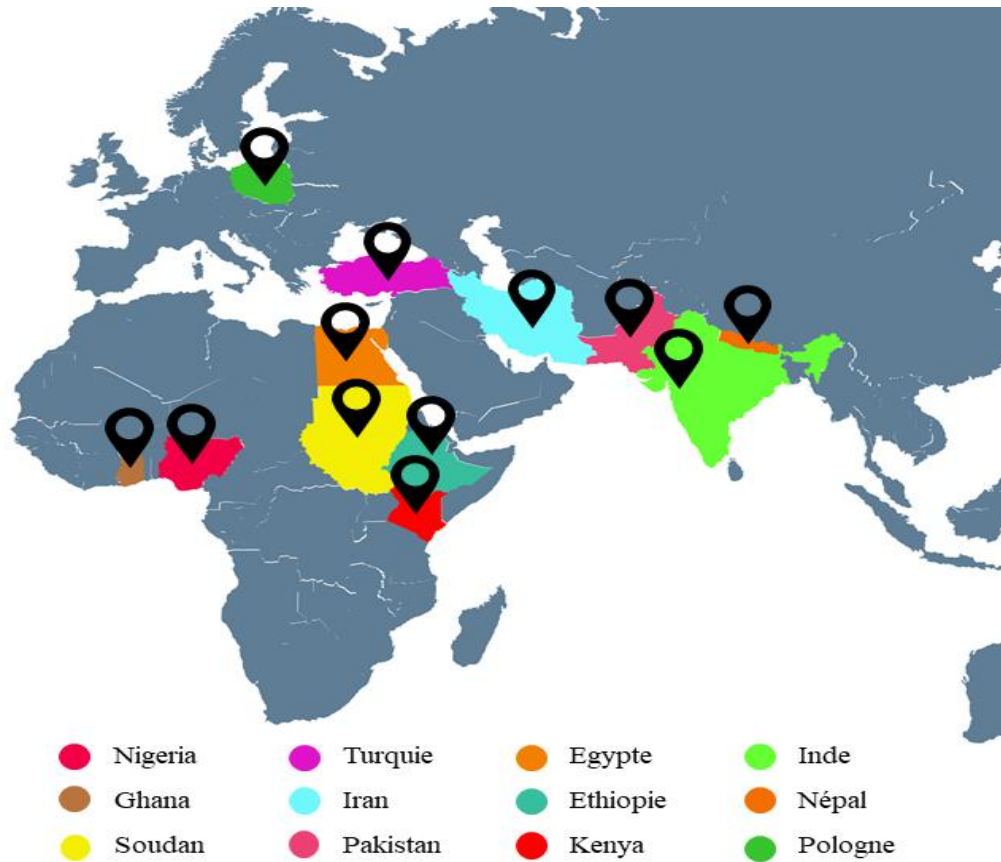


Figure 05: Carte montrant la localisation des pays d'étude.

II. Échantillonnage et collecte d'échantillons

L'étape la plus importante pour chaque étude microbiologique est l'échantillonnage, un échantillon convenablement réalisé donnera un résultat fiable. Toutes les études choisies ont collecté de la monnaie en pièces métalliques et des billets en papier, de la monnaie de faible et de grande valeur (petite et grande monnaie), de la monnaie ancienne et d'autres de nouvelles monnaie afin de pouvoir faire une étude comparative des résultats obtenus selon : le type de monnaie, l'état, l'apparence et le degré de saleté comme neuf, modéré et ancien.

Les échantillons sont collectés au hasard et de sources variées auprès de médecins, des abattoir, des hôtels, les restaurants, cafétérias et de divers magasins de vente de légumes, fruits, épices, viande... . Les échantillons ont été prélevés de manière aseptique, les individus ont été invités à déposer de l'argent ou de la monnaie dans un sac en polyéthylène stérile et étiquetés en conséquence; les billets n'ont été pas touchées par les mains de chercheur à aucun moment [29]. Les sacs en polyéthylène ont été rapidement scellés et les individus ont reçu un remplacement

équivalent à ce qu'ils ont déposé dans les sacs [14]. Ensuite ont été immédiatement transportés vers un laboratoire de recherche pour analyse microbienne.

III. Dénombrement de la flore totale de contamination

Une fois sur paillasse, un coton-tige stérile humidifié avec une solution d'eau de peptone tamponnée a été utilisé pour un écouvillonnage complet sur les deux surfaces de chaque billet de banque échantillonné placé sur du papier d'aluminium pré-stérilisé qui était plus grand que la taille des monnaies et les écouvillons ont été trempés séparément dans 10 ml de solution stérile tamponnée d'eau peptonée. Les échantillons ont été conservés au réfrigérateur à 4 ° C jusqu'à ce qu'une analyse microbienne ait été effectuée en une à deux heures [14].

Dans le cas de billet en polymère, il a été placé, de façon aseptique, dans un tube à essai (capacité de 25 ml) contenant 10 ml de solution saline normale (dilution 10^{-1}), puis agité à l'aide d'un agitateur à vortex pendant une à deux minutes afin que les microbes adhérant sur la surface du billet se détachent. Après cela, les billets ont été retirés aseptiquement puis lavés. Le contenu des tubes à essai a été utilisé pour la détection des microorganismes.

Pour les pièces métalliques, chaque pièce a été placée dans un bécher (50-100 ml) contenant 10 ml de solution saline normale (dilution 10^{-1}) puis agitée doucement pendant une à deux minutes à l'aide d'une pince stérile. Ensuite, les pièces ont été retirées aseptiquement, lavées avec une solution saline normale [30].

IV. Détermination de la charge bactérienne et fongique

Pour l'isolement des bactéries, 1 ml de chaque échantillon d'écouvillon de monnaie a été transféré de manière aseptique dans 9 ml d'eau peptonée tamponnée et soigneusement mélangé à l'aide d'un vortex. Les homogénats ont été dilués en série de 10^{-1} jusqu'à 10^{-6} puis un volume de 0,1 ml d'aliquote de dilution appropriée a été étalé en double sur des boîtes de pétri pré-solidifiées de Plate Count Agar (PCA) ou Gélose nutritif (GN) pour le dénombrement de la flore totale, gélose MacConkey ou la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) pour l'isolement des bacilles à Gram négatif et des coliformes, gélose Chapman pour l'isolement des Staphylocoques. Toutes les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24 h couvercle en bas [14].

Pour l'isolement des levures et des moisissures un volume de 0,1 ml d'aliquote de dilution appropriée a été étalé en double sur des boîtes de pétri pré-solidifiées de gélose Sabouraud [3] ou de Potato dextrose agar (PDA) complétées avec 0,1 g de chloramphénicol [14]. Toutes les boîtes sont incubées à 22-25 °C pendant 48–72 heures.

1. Dénombrement

Après incubation, On compte les colonies apparues à la surface des boîtes pétri de PCA ou GN en double pour chaque dilution, on prend en considération seulement les boîtes contiennent 30 à 300 colonies [14], on calcule le nombre total des cellules viables, appelées UFC (unités formant colonies) par billet et pièce par la formule suivante.

$$N = \frac{\sum \text{colonies}}{(n_1 + 0,1n_2) \times d_1 \times V_{ml}}$$

N : Nombre d'UFC par ml de produit initial.

V_{ml} : Le volume inoculum appliqué à chaque boîte.

\sum colonies : La somme de toutes les colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.

n_1 : Le nombre de boîtes retenues à la première dilution (en général 2).

n_2 : Le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution (en général 2).

d_1 : Le taux de dilution de la première dilution retenue pour les comptages sur boîte.

2. Identification macroscopique

L'observation de l'aspect macroscopique des colonies apparues sur les autres milieux de culture permet d'effectuer une première caractérisation, avec une orientation possible des résultats au cours de l'identification.

D'après **Delarras (2007)** les éléments importants de l'identification macroscopique sont:

- La forme des colonies: rondes, irrégulières, ondulées,...etc.
- La taille des colonies: par la mesure du diamètre.
- La chromogène: la couleur de la colonie.
- L'élévation: convexe, légèrement convexe, plate....etc.
- L'opacité: opaque, translucide, transparente.
- La surface: lisse, rugueuse, sèche, dentelée,...etc.
- La consistance : les colonies grasses, crémeuse donnant facilement des suspensions homogènes, correspondent au type S (Smooth = lisse). Tandis que les colonies sèches correspondent au type R (Rough = rugueux) et les colonies muqueuses (filantes) correspondant au type M (Muqueux); elles donnent difficilement des suspensions homogènes [31].

Le principe de lecture des milieux de culture est résumé dans le (**Tableau 08**)

Tableau 08 : Le principe de lecture des milieux de culture [14], [30], [32].

Milieu de culture	Aspect de colonie	Genre
gélose MacConkey	Des colonies mucoïdes roses à violettes et Colonies incolores	<i>Enterobacteriaceae</i>
Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL)	Colonies roses	Coliformes totaux
Chapman	Colonies typiques de couleur jaune doré et colonies rouges	<i>Staphylococcus</i>
Potato dextrose agar (PDA)	Colonies lisses (non poilues) sans extension à La périphérie	Levure
	Colonies poilues avec extension à la périphérie (filamenteuse)	Moisissure

3. Identification microscopique

L'identification des isolats bactériens a été effectuée sur une culture pure sur la gélose nutritive en effectuant sur chaque colonie des tests microscopiques (la coloration de Gram), des tests enzymatiques (catalase, coagulase, oxydase) et biochimiques (métabolisme suivi par les microorganismes) [33].

4. Antibiogramme

Après purification et identification des colonies, le profil de résistance aux antibiotiques pour chaque espèce est déterminé par la méthode de diffusion sur milieu Mueller Hinton pour tester la sensibilité *in vitro* des isolats identifiés aux différents antibiotiques couramment utilisés en pratique médicale.

V. Détermination de la charge parasitaire

Pour chaque échantillon de monnaie, un écouvillon fabriqué à l'aide d'une feuille de mousse a d'abord été humidifié avec une solution saline formolée à 10% puis frottis sur les deux côtés de la monnaie. L'écouvillon a été placé dans un flacon bouché contenant 5 ml de solution saline formolée à 10%, et agité vigoureusement. Par la suite, l'écouvillon a été pressé contre le côté intérieur de la bouteille pour extraire la solution de l'écouvillon et a été retiré. La solution a été versée dans un tube Falcon stérile de 15 ml et centrifugée à 14000 tr / min pendant 10 min [34].

Le surnageant a été jeté dans une solution d'eau de Javel à 10%, et une goutte correctement mélangée du sédiment était déposée sur une lame de glace. Une lamelle de glaçure a été déposée sur

la lame contenant l'échantillon. Un examen microscopique par les objectifs X10, X40 et X100 a été réalisé pour chercher les œufs des parasites, les kystes ou les cellules protozoaires [34].

VI. Tests supplémentaires

Certaines études ont utilisé en plus des tests microbiologiques classiques, des tests moléculaires pour l'identification des isolats microbiens. Globalement ses tests sont :

- Extraction et séparation de l'ADN: L'ADN a été isolé de cultures bactériennes et fongiques contaminées et séparé par électrophorèse sur gel d'agarose [35]. Les résultats ont été présentés par des bandes sur le gel d'agarose qui signifie la taille de l'ADN (pair de base Pb) mesurée à l'aide d'un marqueur moléculaire.

- Identification bactérienne à l'aide du séquençage du gène de l'ARNr 16S [36].

- Des analyses phénotypiques et génotypiques par la PCR [3].

VII. Présentation des Résultats

Le niveau de la contamination bactérienne sur la monnaie varie considérablement d'un pays à l'autre (**Tableau 09**).

Selon l'étude de la charge microbienne de la monnaie à Jimma Town, Sud-ouest de l'Éthiopie : Sur un total de 963 isolats, 814 (84,53%) étaient à Gram positif et 149 (15,47%) étaient des bactéries à Gram négatif. Le nombre de bactéries était dominé par *Staphylococcus spp.* 328 (34,06%) suivi de *Bacillus spp.* 307 (31,88%) et *Enterobacteraceae* 129 (13,39%). *Microcoques spp.* 92 (9,55%), *Streptococcus spp.* 87 (9,03%), *Acinetobacter spp.* 14 (1,45%) et *Pseudomonas spp.* 6 (0,62%) [14].

Selon l'étude sur la charge bactérienne des billets de banque Ghanéens. Un total de 70 billets de banque ont été analysés. 112 bactéries différentes ont été isolées à partir de 69 billets de banque, ce qui donne un pourcentage de contamination de 98,57%. L'un des billets de banque qui paraissait neuf et «apparemment propre» n'a fait pousser aucune bactérie. Les bactéries isolées étaient les espèces de *Bacillus* (41,07%), les staphylocoques à coagulase négative «SCN» (33,04%), *S. aureus* (7,14%), *Enterococcus faecalis* (7,14%), *Citrobacter freundii* (4,46%), *Klebsiella pneumoniae* (2,68%), *Shigella dysenteriae* (2,68%) et *E. coli* (1,79%) [33].

Une évaluation de la contamination microbienne de la monnaie indienne en circulation indique : 121 isolats appartenant aux espèces bactériennes suivantes : *Klebsiella spp.*, *Bacillus spp.*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp.*, *Micrococci* et *Staphylococcus aureus* [29].

Tableau 09 : Agents infectieux (bactéries) isolés de la monnaie des pays d'étude.

	Éthiopie	Soudan	Ghana	Inde	Iran	Népal	Pologne	Turquie	Ethiopie	Nigeria	Pakistan	Soudan	Kenya	Égypte
<i>Staphylococcus spp.</i>														
<i>Streptococcus spp.</i>														
<i>Enterococcus spp.</i>														
<i>Bacillus spp.</i>														
<i>Enterobacter spp.</i>														
<i>Klebsiella spp.</i>														
<i>Salmonella spp.</i>														
<i>Escherichia spp.</i>														
<i>Shigella spp.</i>														
<i>Proteus spp.</i>														
<i>Listeria spp.</i>														
<i>Micrococcus spp.</i>														
<i>Yersinia spp.</i>														
<i>Acinetobacter spp.</i>														
<i>Pseudomonas spp.</i>														
<i>Neisseria spp.</i>														
<i>Serratia spp.</i>														
<i>Corenybacterium spp.</i>														
<i>Chronobacter spp.</i>														
<i>Burkholderia spp.</i>														
<i>Bacteriodes spp.</i>														
<i>Lactobacillus spp.</i>														
<i>Citrobacter spp.</i>														
<i>Flavimonas spp.</i>														
<i>Vibrio cholerae</i>														
<i>Pantoea spp.</i>														

Une étude menée au Soudan a identifié 12 souches bactériennes dans tous les échantillons avec des pourcentages différents: *Staphylococcus aureus* 42%; *E. coli* 24%; *Klebsiella pneumonia* 18%; *Proteus mirabilis* 8%; *Pseudomonas aeruginosa* 20%; *Salmonella spp.* 18%; *Shigella spp.* 20 %; *Bacillus spp.* 20%; *Streptococcus pyogenes* 14%; *Acinetobacter spp.* 20%; *Neisseria gonorrhoeae* 14%; *Staphylococcus epidermidis* 32%) [37].

Cinq souches de champignons (levures et moisissures) ont été identifiés à partir de tous les échantillons avec des pourcentages différents: (*Aspergillus spp.* 20%; *Penicillium spp.* 14%; *Trichoderma viride* 8%; *Candida albicans* 10%; *Alternaria tenuis* 14%) (**Tableau 10**) [37].

Tableau 10 : Agents infectieux (fongique, parasite) isolés de la monnaie de différents pays

		Kenya	Soudan	Soudan	Pologne	Turquie	Pakistan
Moisissures	<i>Penicillium spp.</i>						
	<i>Rhizopus spp.</i>						
	<i>Rhodotorula spp.</i>						
	<i>Altenaria spp.</i>						
	<i>Fusarium spp.</i>						
	<i>Aspergillus spp.</i>						
	<i>Cryptococcus spp.</i>						
	<i>Epidermophyton spp.</i>						
	<i>Microsporum spp.</i>						
	<i>Tinea sp.</i>						
	<i>Trichophyton spp.</i>						
	<i>Trichoderma spp.</i>						
Levures	<i>Saccharomyces spp.</i>						
	<i>Candida spp.</i>						
Parasites	<i>Entamoeba histolytica</i>						
	<i>Giardia lamblia</i>						
	<i>Diphyllobothrium latum</i>						
	<i>Schistosoma japonicum</i>						
	<i>Ascaris spp.</i>						

Une étude de la Contamination bactérienne des billets de banque iranienne, a montré la présence des bactéries : *Bacillus cereus* (8,33%), *E. coli* (48,14%), *Staphylococcus aureus* (28,7%), *Salmonella* (0,92%), *Listeria monocytogenes* (0,92%), *Yersinia enterocolitica* (6,48%). Il convient de noter que tous les agents pathogènes ont été isolés à partir d'un même échantillon. Cela confirmerait que les billets de banque peuvent représenter un vecteur important de dissémination d'agents pathogènes. A la fin les chercheurs ont conclu par dire qu'il n'y avait aucune corrélation significative entre le portage d'agents pathogènes / bactéries indicatrices fécales et l'état des billets.

Ce qui suggère que les billets propres sont aussi susceptibles d'être contaminées que les billets très sales [38].

Au Népal, les pièces n'ont pas été échantillonnées parce que leur taux de circulation est trop faible. Les bactéries isolées de 28 billets de banque sont : *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* et *Enterobacter cloacae* [39].

D'après l'isolement des micro-organismes cultivables des billets et pièces polonais. Les résultats qualitatif et quantitatif des analyses microbiologique prouvent que la contamination bactérienne est présente avec 43,6% des Staphylocoques à coagulase négative «SCN», les espèces identifiées sont : *S. saprophyticus*, *S. epidermidis* et *S. hominis*. Les cocci Gram-positifs, catalase-négatifs (35%) isolés ont été identifiés comme *Enterococcus spp.*, les espèces identifiées sont : *E. faecalis*, *E. faecium* et *E. durans*. D'autres cocci catalase-négatifs ont été reconnues comme appartenant au genre *Micrococcus spp.* Bacilles à Gram positif formant des spores (14,1%), identifiés comme *Bacillus subtilis*. Bactéries à Gram négatif identifiées comme *Pseudomonas spp.* Les autres bâtonnets Gram négatifs (7,3%), isolés ont été identifiés comme appartenant au genre *Escherichia spp.* [36].

76% des billets de banque et 58% des pièces analysés étaient contaminés par des moisissures (*Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, et *Alternaria spp.*). Et des levures ont été isolées dans 46% des billets de banque et 34% des pièces de monnaie. Parmi eux, 67% était des *Candida* (*C. albicans* et autres que *C. albicans*) et 12% des *Saccharomyces spp.* [36].

Une étude réalisée sur les billets turcs, a montré que sur les 150 échantillons de monnaie testés, 81% se sont révélés contaminés par plusieurs espèces microbiennes. *Staphylococcus aureus* (48%). Staphylocoques à coagulase négative «SCN» (54,7%) (*S. lugdunensis*, *S. caprae* et *S. saprophyticus*). Entérocoques (56%) (*Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *E. casseliflavus* et d'autres *Enterococcus spp.*). Bactéries entériques (21,3%) (*Enterobacter cloacae*, *Pantoea agglomerans*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *K. oxytoca*). Bactéries Gram-négatives non fermentatives (18,7%) Parmi eux: *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. putida*, *P. stutzeri*. Ainsi des levures (4%) *Candida spp.* [3].

Selon l'étude faite en Ethiopie en 2018, la contamination est indiquée par la présence des bactéries : *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* et *Streptococcus* ainsi que des champignons où les levures sont plus abondantes que les moisissures [40].

Après analyse de l'article réalisé au Nigeria en 2017, les résultats obtenus après culture bactérienne indique la présence des *Vibrio cholerae*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Proteus sp.*,

Pseudomonas aeruginosa, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella sp.* et *Staphylococcus aureus*. Le profil de résistance aux antibiotiques montre que *Shigella sp.* avait un taux de résistance élevé aux antibiotiques testés suivi par *Staphylococcus aureus* et en dernier lieu *Klebsiella sp.* [28].

Au Pakistan, 81 échantillons de billets et de pièces de monnaie pakistanais ont été examinés pour la recherche des micro-organismes. 75 d'entre eux sont contaminés, dont la plupart ont été contaminé par plus d'un microorganisme. A partir des échantillons analysés, 77 microorganismes ont été isolés dont *Streptococcus spp.* et *Bacteriodes spp.* Sont les bactéries les plus abondantes, alors que *Serratia rubideae* et *Burkholderia cepacia* sont les moins abondantes [34].

11 échantillons ont été contaminés par les œufs et les kystes des parasites intestinaux. Les parasites ont été identifiés et non quantifiés. La pluparts des œufs sont des *Entamoeba histolytica*, ainsi que ceux de *Diphyllobothrium latum*, *Schistosoma japonicum* et *Ascaris spp.* alors que la plupart des kystes sont de *Giardia lamblia* (Tableau10) [34].

Dans l'étude faite en Soudan en 2011, les bactéries isolées à partir des échantillons étaient : *Bacillus* (*B.firmus*, *B. megaterium*, *B. pemicus*, *B. subtilis*), *Citrobacter* (*C. freundii*, *C. koserii*) *Corynebacterium* (*C. haemlyticum*, *C. hofmannii*), *Escherichia coli*, *Klebsiella* (*C. ozaeni*, *K. pneumoniae*, *K.rhinosclermatis*), *Lactobacillus casearii*, *Protus vulgaris*, *Shigella* (*S. dysentery*, *S. flexneria*), *Staphylococcus* (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*). Les champignons étaient répartis dans les deux classes, des moisissures (*Aspergillus spp.*, *Tinea sp.*, *Epidermophyton sp.*, *Microsporium*, *Trichophyton sp.*) et des levures (*Saccharomyces sp.*) (Tableau10) [41].

Durant l'année 2009, une étude réalisée au Kenya donne un résultat du nombre total de bactéries viables variant entre $2,3.10^3$ et $25,5.10^3$ UFC. 29 bacilles Gram positif ont été isolés, 26 cocci Gram positif catalase positive, 13 cocci Gram positif catalase positive, 21 bâtonnets Gram négatif et deux diplocoques Gram négatif. Au totale le contenu fongique moyen variait de 11 à 377 UFC, les champignons identifiés sont : *Penicillium*, *Rhizopus*, *Rhodotorula*, *Altenaria*, *Fusarium*, *Aspergillus niger*, *Candida spp.*, *Cryptococcus* [27].

Une étude menée en Egypte en 2005, trois types de microorganismes ont été identifiés, à savoir: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus* et *Klebsiella pneumoniae*. En plus des bactéries identifiées, les observations des cultures sur les boîtes de Pétri ont montré que 38 boîtes (55%) ont développé une croissance fongique significative [42].

VIII. Discussion des résultats

Dans cette synthèse, nous avons montré que la monnaie est un objet capable d'absorber, d'héberger et de transmettre des micro-organismes infectieux. Les recherches montrent que la charge microbienne sur les billets varie en fonction des pays, du type de la monnaie, de saisons, des conditions de stockées de la monnaie, de l'âge des billets, du microbiote de la communauté locale et des conditions d'hygiène générales. Au Népal, la culture de la mauvaise gestion des devises est répandue et il y a un abus aveugle de billets de banque. Une grande majorité de la population ne transporte pas d'argent dans leurs portefeuilles [39]. Les femmes, placent souvent de l'argent sous leur soutien-gorge, tandis que les hommes le placent dans leurs chaussettes. Ces activités augmentent non seulement la contamination monétaire, mais peuvent également augmenter le risque d'infection par des billets contaminés [39]. La persistance de billets endommagés ou terriblement mutilés en circulation active pourrait accroître leur rôle contributif dans la transmission de certains agents pathogènes, constituant ainsi un danger potentiel pour la santé publique.

Nous avons mis en évidence le potentiel des billets et des pièces de monnaie de transporter des bactéries et des champignons, ainsi que leur capacité potentielle à propager des agents infectieux. En outre, les billets de banque et les pièces de monnaie peuvent servir de réservoirs potentiels pour les bactéries résistantes aux antibiotiques, comme le SARM.

De nombreux manipulateurs d'aliments n'accordent pas beaucoup d'attention aux pratiques d'hygiène et l'argent récupéré auprès de ces manipulateurs était très contaminé. En conséquence, la présence de pathogènes, tels que *E. coli* et *Salmonella spp.*, en monnaie peut être potentiellement préjudiciable. *E. coli*, *Salmonella spp.* et *V. cholerae* sont des indicateurs de mauvaises normes d'hygiène et d'assainissement, et généralement associés à une contamination fécale.

Conclusion Et Perspectives

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans cette synthèse, nous avons montré que la monnaie est un objet capable d'absorber, d'héberger et de transmettre des micro-organismes infectieux constituant ainsi un danger potentiel pour la santé publique. Pour diminuer la propagation des agents infectieux l'hygiène personnelle est la première recommandation.

La capacité des billets, des pièces de monnaie à servir de sources d'agents pathogènes représente un défi majeur au 21^{ème} siècle. En conséquence, des analyses microbiennes des billets de banque et le remplacement des billets contaminés, ainsi que le retrait régulier des billets endommagés par les autorités sont recommandés. Les matériaux polymères antimicrobiens peuvent également être utilisés dans la fabrication de billets de banque et le papier pour billets peut être traité avec des composés antimicrobiens actifs, qui empêchent la croissance de micro-organismes sur les billets et limitent par conséquent les risques de contamination lors de la manipulation. De plus, le papier pour billets de banque peut être traité avec des ions métalliques, qui sont connus pour avoir une large gamme de propriétés antibactériennes.

Ainsi, notre travail pourrait être une étude pilote pour d'autres recherches :

- Une enquête bactérienne sur la monnaie en circulation devrait également être suivie en Algérie.
- Une plus grande attention devrait être accordée à l'identification du risque sur d'autres objets inanimés transmettant des microorganismes dans le cadre de la microbiologie environnementale.
- Une identification plus approfondie des souches bactériennes par les techniques moléculaires est fortement recommandée.
- Evaluer le profil de résistance aux antibiotiques des souches bactériennes isolées des billets de banque.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- 1 Menaguer, N. (2010). La demande de monnaie en Algérie.
- 2 Maritz, J. M., Sullivan, S. A., Prill, R. J., Aksoy, E., Scheid, P., & Carlton, J. M. (2017). Filthy lucre: A metagenomic pilot study of microbes found on circulating currency in New York City. *Plos one*, 12(4), e0175527.
- 3 Demirci, M., Celepler, Y., Dincer, Ş., Yildirim, İ., Çiğrikci, H. N., Kalyenci, N., ... & Aktepe, O. C. (2020). Should we leave the paper currency? A microbiological examination. *Revista Española de Quimioterapia*, 33(2), 94.
- 4 Orogu, J. O., Akpobire, D., & Adebisi, O. O. (2017). Comparative study of the bacteriological quality of new naira notes and some nigeria currencies in circulation. *Indo american journal of pharmaceutical sciences*, 4(11), 3787-3791.
- 5 Morgues, M. (1988). La monnaie : système financier et théorie monétaire. *Economica*.
- 6 <https://www.infinance.fr/> Le 5 avril 2020.
- 7 <https://www.piecesor.fr/> Le 5 avril 2020.
- 8 Site internet de la banque d'Algérie <https://www.bank-of-algeria.dz/> Le 18/04/2020
- 9 Angelakis, E., Azhar, E. I., Bibi, F., Yasir, M., Al-Ghamdi, A. K., Ashshi, A. M., ... & Raoult, D. (2014). Paper money and coins as potential vectors of transmissible disease. *Future microbiology*, 9(2), 249-261.
- 10 Gedik, H., Voss, T. A., & Voss, A. (2013). Money and transmission of bacteria. *Antimicrobial resistance and infection control*, 2(1), 22.
- 11 Nisbet, B. R., & Skeoch, T. (1949). Bacteria on bank notes. *Medical Officer*, 81(22), 225-6.
- 12 Abrams, B. L., & Waterman, N. G. (1972). Dirty money. *Jama*, 219(9), 1202-1203.
- 13 Vriesekoop, F., Chen, J., Oldaker, J., Besnard, F., Smith, R., Leversha, W., ... & Liang, H. (2016). Dirty money: a matter of bacterial survival, adherence, and toxicity. *Microorganisms*, 4(4), 42.
- 14 Girma, G. (2014). Health risk associated with handling of contaminated paper currencies in circulation: a review. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 10(1), 40-53.
- 15 Sattar, S. A., Springthorpe, S., Mani, S., Gallant, M., Nair, R. C., Scott, E., & Kain, J. (2001). Transfer of bacteria from fabrics to hands and other fabrics: development and application of a quantitative method using *Staphylococcus aureus* as a model. *Journal of Applied Microbiology*, 90(6), 962-970.

- 16 Thomas, Y., Vogel, G., Wunderli, W., Suter, P., Witschi, M., Koch, D., ... & Kaiser, L. (2008). Survival of influenza virus on banknotes. *Applied and environmental microbiology*, 74(10), 3002-3007.
- 17 Ali, Elrasheed Abdalla & Mohamed, Mohanad Hassan. (2017). Common bacteria isolates from sudanese banknotes circulating between handlers in khartoum state, sudan.. *International Journal of Advanced Research*. 5. 85-93.
- 18 Girma, G., Ketema, T., & Bacha, K. (2014). Microbial load and safety of paper currencies from some food vendors in Jimma Town, Southwest Ethiopia. *BMC research notes*, 7(1), 843.
- 19 Teyssou, R., Koeck, J. L., & Buisson, Y. (1997). La flore cutanée. *Revue française des laboratoires*, 1997(291), 49-55.
- 20 Mokni, M., & Abdelhak, S. (2014). Flore cutanée, microbiote et microbiome. *Dermatologie infectieuse, Paris: Elsevier Masson*, 1-4.
- 21 Denis, F., Cattoir, V., Martin, C., Ploy, M. C., & Poyart, C. (2016). *Bactériologie médicale: techniques usuelles*. Elsevier Masson. 3^{ème} édition.
- 22 Jean-Claude R. (2012). *Bactériologie*.
- 23 Corthier, G. (2007). Flore intestinale et santé: quels enjeux?. *Nutrition clinique et métabolisme*, 21(2), 76-80.
- 24 Bernard, P. (2002, mise à jours 2005). Les infections génitales. *Corpus Médical – Faculté de Médecine de Grenoble*, 1-32.
- 25 Michault, A., & Simac, C. (1999). Évolution de la résistance aux antibiotiques de 1993 à 1997 dans un hôpital de l'Île de la Réunion. *Médecine et maladies infectieuses*, 29(7), 451-461.
- 26 Gabriel, E. M., Coffey, A., & O'Mahony, J. M. (2013). Investigation into the prevalence, persistence and antibiotic resistance profiles of staphylococci isolated from euro currency. *Journal of applied microbiology*, 115(2), 565-571.
- 27 Kuria, J. K. N., Wahome, R. G., Jobalamin, M., & Kariuki, S. M. (2009). Profile of bacteria and fungi on money coins. *East African medical journal*, 86(4).
- 28 Uko, M. P., Uko, I. C., Umana, S. I., & Bassey, M. P. (2017). Microbial load, prevalence and antibiotics susceptibility of bacteria isolated from Naira notes. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 1-8.
- 29 Sucilathangam, G., Reventh, A. M., Velvizhi, G., & Revathy, C. (2016). Assessment of microbial contamination of paper currency notes in circulation. *nt. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 5(2), 735-741.
- 30 Prasai, T., Yami, K. D., & Joshi, D. R. (2008). Microbial load on paper/polymer currency and coins. *Nepal journal of science and technology*, 9, 105-109.

- 31 Delarras, C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Tec & Toc, Lavoisier. 139, 140 p.
- 32 Oljira, Bekele & Kenasa, Girmaye. (2018). Abundance and Antibiotic Resistance of Cultivable Bacteria and Fungi on Ethiopian Cash-Money in Nekemte Town. Applied Microbiology: Open Access. 04.
- 33 Feglo, P., & Nkansah, M. (2010). Bacterial load on Ghanaian currency notes. *African Journal of Microbiology Research*, 4(22), 2375-2380.
- 34 Butt, A., & Malik, S. (2015). Microbial and parasitic contamination on circulating Pakistani Currency. *Advancements in Life Sciences*, 2(4), 150-157.
- 35 Subashini.G, Bhuvanewari.S, Chitra devi. K and Vijayalakshmi.R (2016); isolation, identification and control of bacterial and fungal microorganisms from contaminated currency notes. *Int. J. of Adv. Res.* 4 (Mar). 467-472.
- 36 Kalita, Michał & Palusińska-Szyszk, Marta & Turska, Anna & Wdowiak, Sylwia & Urbanik-Sypniewska, Teresa. (2013). Isolation of Cultivable Microorganisms from Polish Notes and Coins. *Polish journal of microbiology / Polskie Towarzystwo Mikrobiologów = The Polish Society of Microbiologists*. 62. 281-6.
- 37 Honua, M. H. M. (2017). The hygienic and microbial status of Sudanese banknotes, Khartoum state, Sudan. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 4(4), 923.
- 38 Moosavy, M. H., Shavisi, N., Warriner, K., & Mostafavi, E. (2013). Bacterial contamination of Iranian paper currency. *Iranian journal of public health*, 42(9), 1067.
- 39 Lamichhane, J., Adhikary, S., Gautam, P., Maharjan, R., & Dhakal, B. (2009). Risk of handling paper currency in circulation chances of potential bacterial transmittance. *Nepal Journal of Science and Technology*, 10, 161-166.
- 40 Bekele, O., Girmaye Rundasa, K. (2018). Abundance and Antibiotic Resistance of Cultivable Bacteria and Fungi on Ethiopian Cash-Money in Nekemte Town. Applied Microbiologie Open Access 2018, 4:3.
- 41 Saadabi, A. M., Ali, L. F., Omer, A. B., Ahmed, G. A., & Al Asa, R. K. (2011). Isolation and Identification of Pathogenic Bacteria and Fungi from Some Sudanese Banknote Currency. *J. Applied Sciences Research*, 7(2), 129-133.
- 42 El-Din El-Dars, F. M., & Hassan, W. M. (2005). A preliminary bacterial study of Egyptian paper money. *International journal of environmental health research*, 15(3), 235-240.

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

Commensalisme

Le commensalisme est une relation dont une population tire profit, alors que l'autre n'en subit aucun préjudice et n'en retire aucun bénéfice.

Opportunisme

L'opportunisme est une attitude qui consiste à agir selon les circonstances du moment afin de les utiliser au mieux de ses intérêts et d'en tirer le meilleur parti, en faisant peu de cas des principes moraux.

Certains microorganismes peuvent devenir pathogènes de manière opportuniste, c'est-à-dire profité d'une occasion (immunodépression) favorisant leur prolifération.

Parasitisme

Le parasitisme est une relation symbiotique dont un organisme tire profit au détriment d'un autre

Pathogène

Un agent pathogène est un facteur capable d'engendrer une lésion ou de causer une maladie chez les animaux ou chez les plantes. Il existe des agents pathogènes exogènes et endogènes.

Souches virulentes

Qui se propage rapidement dans l'organisme, en parlant d'un germe pathogène.

Microbiote

Le microbiote est l'ensemble des micro-organismes (bactéries, levures, champignons, virus) dans un environnement spécifique appelé microbiome [« aire biotique » (aire de vie) du microbiote].

Biofilm

Le biofilm est un film de micro-organismes d'une ou plusieurs espèces, adhérant à une surface submergée ou soumise à un environnement aqueux.

Habitat

Partie de l'environnement définie par un ensemble de facteurs physiques, et dans laquelle vit un individu, une population, une espèce ou un groupe d'espèces.

Filigrane

Dessin imprimé dans l'épaisseur d'un papier et qui se voit par transparence.

Pagne

Morceau d'étoffe ou de feuilles, attaché à la ceinture en couvrant les hanches et les cuisses.

AISI 430

L'acier AISI 430 est de type ferritique et se prête à la trempe par induction : il présente de bonnes propriétés mécaniques et est utilisé dans l'industrie chimique, mécanique, électromécanique et dans la fabrication des pièces de monnaie.

Catalase

La catalase est une enzyme qui permet la dismutation du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) en eau et dioxygène.

Cette enzyme est utilisée en bactériologie systématique pour l'identification des bactéries. Il s'agit de mettre en contact une colonie de la bactérie à étudier en présence d'eau oxygénée. Une effervescence (dû à un dégagement de dioxygène) signe la présence d'une catalase.

Oxydase

L'oxydase est une enzyme catalysant une réaction d'oxydo-réduction impliquant une molécule de dioxygène (O_2) comme accepteur d'électron. Dans ces réactions, l'oxygène est réduit en eau (H_2O) ou en peroxyde d'hydrogène (H_2O_2).

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 ».

Coagulase

La coagulase libre est présente chez *Staphylococcus aureus*, mais aussi peut être produite par *Staphylococcus intermedius* ou *Staphylococcus hyicus*. Ce test consiste à mettre en évidence la coagulase libérée dans le milieu extérieur.

Le principe de ce test est simple. On met en contact du plasma oxalaté, incapable de coaguler seul, avec un peu de bouillon Cœur-Cerveille où a été cultivé le germe étudié. Si le fibrinogène, soluble dans le plasma, se transforme en fibrine solide, un caillot se formera au fond du tube.

Immunodéprimés

Insuffisance des moyens de défense naturels de l'organisme, spécifiques ou non spécifiques, par déficit:

- Ou insuffisance de production des immunoglobulines, qui sont les anticorps protecteurs (hypo ou agammaglobulinémie pour les immunoglobulines G, A, D, M ou E...).
- En lymphocytes T ou en lymphocytes B (cellules donnant les plasmocytes qui eux-mêmes produisent les anticorps).
- En cellules intervenant dans l'élimination des particules antigéniques étrangères (macrophages, polynucléaires neutrophiles...).
- En protéines de la défense immunitaire comme celles du système du complément...

Les déficits immunitaires, quelle que soit leur origine, se traduisent par une susceptibilité particulière à développer des infections qui peuvent être sévères