

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA – Béjaïa**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Microbiologie**  
**Option : Microbiologie Fondamentale**



**Réf:.....**

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme  
**MASTER**

## *Thème*

**Caractérisation des bacilles à Gram négatif résistants aux carbapénèmes dans les effluents hospitaliers**

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> BELHABIB Sarah**

**M<sup>elle</sup> BELKEBLA Yasmine**

Soutenue le : **28 septembre 2021**

Devant le jury composé de :

|                                |     |              |
|--------------------------------|-----|--------------|
| M <sup>elle</sup> SALMI Adouda | MCB | Présidente   |
| M <sup>me</sup> BELHADI Karima | MCA | Promotrice   |
| M <sup>elle</sup> MAIRI Assia  | MCB | Examinatrice |

**Année universitaire : 2020/2021**

# Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier notre bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail*

*En seconde lieu, nous tenons à remercier notre promotrice M<sup>me</sup> BELHADI Karima pour ses précieux conseils et son aide durant la période du travail*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leur propositions*

*Nos profonds remerciements vont à l'ensemble du personnel du laboratoire de microbiologie en particulier M<sup>me</sup> RAHMANI D., M<sup>lle</sup> MAIRI A., Mr BELHADI D. et Mr DJOUDI F. qui nous ont aidés à la réalisation de ce travail*

*Nos sincères remerciements vont aussi à Dr LAHDIR S. chef de service de la médecine légale de zeralda et tout les chefs de services des EPH d'Amizour et Zeralda*

*Nous remercions également Mr YESSAD A. responsable du laboratoire d'hygiène d'Amizour pour sa collaboration pour la réalisation de ce travail*

*Enfin toutes nos gratitudes à tous ceux et celles qui ont contribué de près où de loin à la réalisation de ce document*



*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler.*

*Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mes chers frères : Samir, Nadji, Massy et Dady.*

*A mes chères belles sœurs : Soumia, Rym et yasmina.*

*A mes chers neveux et nièces : Youcef, Sidra, Yasmine, Adem, Ayden et Miral.*

*A la mémoire de mes grands parents maternels et paternels qu'Allah vous accueille dans son vaste paradis.*

*A toute mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines.*

*A tous mes amis en particulier ma chère amie Narimene et chère binôme et amie Yasmine et sa famille.*

*Et à toute la promotion master II Microbiologie Fondamentale.*

**SARAH**



*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes parents pour leur soutien, leur aide, leur sacrifice, leur amour et leur encouragement tout au long de mes études.*

*A mes frères : Ilyes, Djeloul, Redouane, Idris et Yahia*

*A mes sœurs : Sonia, Rebiha, Ghania et Amina*

*A mes beaux frères et belles sœurs, en particulier Laldja*

*A mes chers neveux et nièces : Asma, Chaima, Imene, Maroua, Hocine, Amar, Idris, Anièce et Aylan*

*A toute ma famille maternelle et paternelle*

*A mes adorables copines : Lynda, Dounia, Narimene, Kenza et Yasmine*

*A ma chère binôme et copine Sarah et toute sa famille*

*A toute la promotion « Microbiologie fondamentale 2020/2021 »*

*A toutes personnes que j'aime et qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.*

**YASMINE**

# Sommaire

**Liste des abréviations**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Problématique..... 01**

## **Partie I : Matériel et méthodes**

|   |    |
|---|----|
| I. Lieu d'étude .....   | 07 |
| II. Méthodes de prélèvement.....  | 10 |
| II.1. Prélèvement des eaux de rejets .....  | 10 |
| II.2. Ecouvillonnage de la canalisation et des surfaces .....                         | 11 |
| III. Dosage du chlore dans les eaux de rejets .....                                   | 12 |
| IV. Criblage de souches de bacilles à Gram négatif résistantes aux carbapénèmes ..... | 13 |
| IV.1.Sélection de souches résistantes à l'értapénème sur milieu Carba MTL-Broth.....  | 13 |
| IV.2.Isolement et purification des souches .....                                      | 13 |
| V. Identification des souches .....   | 13 |
| VI. Etude de la sensibilité des souches aux antibiotiques .....                       | 15 |
| VII. Caractérisation phénotypique de la production de BLSE par test de synergie.....  | 16 |

## **Partie II : Résultats**

|  |    |
|--|----|
| I. Répartition des prélèvements .....  | 17 |
| II. Dosage du chlore des eaux de rejets .....                                      | 17 |
| III. Criblage de bacilles à Gram négatif résistants aux carbapénèmes.....          | 17 |
| III.1. Croissance sur milieu Carba MTL-Broth et résistance à l'értapénème .....    | 17 |
| III.2. Etude de la sensibilité des souches aux carbapénèmes .....                  | 18 |
| IV. Répartition des souches résistantes par services et type de prélèvements ..... | 19 |

|   |           |
|---|-----------|
| V. Etude de la sensibilité des souches aux autres familles d'antibiotiques .....      | 21        |
| V.1. Etude de la sensibilité des souches d'entérobactéries .....                      | 21        |
| V.2. Etude de la sensibilité des souches non fermentaires .....                       | 21        |
| VI. Recherche de la production de $\beta$ -lactamases à spectre étendu « BLSE » ..... | 22        |
| <br>  |           |
| <b>Discussion</b> .....   | <b>24</b> |
| <b>Conclusion</b> .....   | <b>29</b> |
| <b>Références bibliographiques</b>  |           |
| <b>Annexes</b>  |           |

# Liste des abréviations

## Liste des abréviations

**AMC:** Amoxicilline + acide clavulanique.

**Ampc:** Chromosomal located cephalosporinase.

**ATB:** Antibiotique.

**ATM:** Aztréonam.

**BGN:** Bacille à Gram Négatif.

**BLSE:**  $\beta$ -lactamase à spectre étendu.

**CAZ:** Ceftazidime.

**CT:** Colistine.

**CIM:** Carbapénèm Inactivation Method.

**CTX:** Céfotaxime.

**DD-test:** Double Disk test.

**EMB:** Eosine-Bleu de Méthylène.

**EPH:** Etablissement Public Hospitalier.

**EUCAST:** European Committee of Antimicrobial Susceptibility Testing.

**ERT:** Ertapénème.

**IPM:** Imipénème.

**KPC:** *Klebsiella pneumoniae* Carbapénèmase.

**MDR:** La multi-résistance bactérienne aux antibiotiques.

**MERO:** Méropénème.

**MTL:** Mairi-Touati-Lavigne.

**NDM:** New Delhi metallo- $\beta$ -lactamase.

**STEP:** Station d'épuration des eaux usées.

**TSI:** Three Sugar Iron.

**URE:** Urée.

**VIM:** Verona Integron-Coded Metallo - $\beta$ -lactamase.

**VRBL:** Violet Rouge Bile Lactose.

# Liste des tableaux

## Liste des tableaux

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau N°I:</b> Répartition des prélèvements par structure hospitalière, type de prélèvement et services concernés..... | <b>08</b> |
| <b>Tableau N°II:</b> Mini galerie biochimique classique .....   | <b>14</b> |
| <b>Tableau N°III:</b> Familles d'antibiotiques testés.....  | <b>15</b> |
| <b>Tableau N°IV:</b> Diamètres des zones d'inhibitions des souches résistantes à l'imipénème....                            | <b>18</b> |
| <b>Tableau N°V:</b> Répartition des souches résistantes par service et type de prélèvement.....                             | <b>20</b> |
| <b>Tableau N°VI:</b> Résistance des souches non fermentaires aux autres familles d'antibiotiques.....                       | <b>22</b> |
| <b>Tableau N°VII:</b> Profil des souches résistantes à la céfoxitine.....   | <b>22</b> |

# Liste des tableaux annexes

## Liste des tableaux annexes

|   |  |
|---|--|
| <b>Tableau N°I:</b> Dosage du chlore dans les eaux de rejets de l'hôpital d'Amizour.  |  |
| <b>Tableau N°II:</b> Répartition des prélèvements par services, type de prélèvements ainsi que la croissance sur bouillon nutritif et sur Carba MTL-Broth.  |  |
| <b>Tableau N°III:</b> Identification des souches d'entérobactéries résistantes à l'imipénème.   |  |
| <b>Tableau N°IV:</b> Identification des souches non fermentaires.   |  |
| <b>Tableau N° V:</b> Diamètres des zones d'inhibition (mm) et profils de résistance des souches résistantes à l'imipénème et vis-à-vis de différentes familles d'antibiotiques et leurs aspects sur milieu EMB. |  |
| <b>Tableau N° VI:</b> Diamètres des zones d'inhibition (mm) et profils de résistance des souches d'entérobactéries d'Amizour aux antibiotiques.   |  |
| <b>Tableau N° VII:</b> Diamètres des zones d'inhibition (mm) et profils de résistance des souches non fermentaires d'Amizour aux antibiotiques.   |  |



# Liste des figures

## Liste des figures

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figure 01:</b> Chronologie montrant les premières utilisations des molécules de carbapénèmes et l'identification ultérieure des gènes de résistance retrouvés dans le monde ..... | <b>05</b> |
| <b>Figure 02:</b> Localisation de l'hôpital d'Amizour.....   | <b>07</b> |
| <b>Figure 03:</b> Prélèvement de l'eau contenue dans les siphons des lavabos.....  | <b>11</b> |
| <b>Figure 04:</b> Prélèvement de la canalisation des lavabos .....   | <b>11</b> |
| <b>Figure 05:</b> Prélèvement de surfaces par écouvillonnage.....  | <b>12</b> |
| <b>Figure 06:</b> Aspect des colonies sur chromagar, <i>Escherichia coli</i> sur EMB et <i>Pseudomonas aeruginosa</i> sur cétrimide .....  | <b>19</b> |
| <b>Figure 07:</b> Taux de résistances des souches d'entérobactéries aux autres familles<br>d'antibiotiques.....  | <b>21</b> |
| <b>Figure 08:</b> Test de synergie négatif avec une céphalosporinase naturelle chez <i>Citrobacter sp.</i><br>et une céphalosporinase acquise chez <i>Klebsiella oxytoca</i> .....   | <b>23</b> |

# PROBLÉMATIQUE

Toute activité humaine qu'elle soit industrielle, agricole ou sociale est génératrice de déchets, ce qui met la gestion des déchets au cœur des enjeux du développement durable. Les principaux axes sont la préservation de l'eau, des sols, la protection des écosystèmes sensibles et la santé humaine. Les hôpitaux offrent une opportunité unique aux bactéries d'interagir, de proliférer et d'infecter les populations vulnérables (**Kizny Gordon et al., 2017**). La complexité croissante des réseaux d'eau dans les structures hospitalières crée des niches d'agents pathogènes qui sont à l'origine d'infections sévères et d'épidémies (**Romano-Bertrand, 2017**). L'évolution de ces bactéries multirésistantes difficiles à contrôler et libérées dans les eaux usées, est alarmante (**Adegoke et al., 2020**).

Les effluents hospitaliers sont les eaux usées d'un établissement de santé. Ils correspondent à différentes catégories : les rejets domestiques regroupant les eaux provenant des cuisines et les rejets résultant de l'hygiène des patients non contagieux et du personnel, les rejets assimilables à des effluents industriels générés par certains équipements spécifiques (blanchisseries, chaufferies, ateliers, ...) et les effluents spécifiques aux établissements de santé, générés par les activités de soins, d'analyse et de recherche (**Emmanuel, 2004**). Ces effluents sont générés par toutes les activités de l'hôpital, y compris les activités médicales (opérations chirurgicales, urgences et premiers secours, laboratoires, diagnostic, radiologie, etc.) et non médicales (toilettes, cuisines et activités de blanchisserie, etc.) (**Carraro et al., 2016**).

Il existe une grande variabilité des caractéristiques des effluents hospitaliers en relation avec la taille des hôpitaux, la densité des lits, le nombre de patients hospitalisés et ambulatoires, le nombre et le type de services, le pays et la saison. Ces effluents recèlent potentiellement de fortes concentrations et une grande diversité d'espèces microbiennes, virales ou parasitaires provenant de la flore digestive des patients ou de leur environnement (**Carraro et al., 2016**).

Toute source d'eau dans les établissements de santé peuvent être susceptibles d'être colonisée par des agents pathogènes d'origine hydrique (**Parkes et Hota, 2018**), mais également par des bacilles à Gram négatif multirésistants, qui sont associés souvent à des épidémies. Cependant, ces dernières années, les eaux usées hospitalières ont été reconnues comme un réservoir impliqué dans des infections nosocomiales sévères (**Park et al., 2020**) et une source de dissémination des bactéries multirésistantes (BMR) aux antibiotiques dans l'environnement (**Obasi et al., 2019**).

Depuis plus de 20 ans, les lavabos et les drains sont considérés comme des réservoirs favorisant la persistance à long terme de bacilles à Gram négatif multirésistants, en particulier les entérobactéries et *Pseudomonas aeruginosa* (Aranega-Bou et al., 2019). L'utilisation des lavabos pour des activités autres que le lavage des mains est associée à des taux plus élevés de contamination par des entérobactéries productrices de  $\beta$ -lactamases (Grabowski et al., 2018) et elle est considérée comme une source de transmission non négligeable (Ledwoch et al., 2020).

Kotay et ses collègues ont présentés en 2017 des preuves que les bactéries peuvent coloniser l'eau stagnante dans les siphons des lavabos, dans des conditions favorables, se développer jusqu'aux drains de ces derniers et, pousser par l'impact de l'eau du robinet, se disperser sur les surfaces touchables environnantes. En 2019, ils ont démontrés également que la transmission à partir d'un drain de lavabo contaminé était principalement médiée par des gouttelettes plutôt que par des aérosols (Kotay et al., 2020).

La contamination des différentes composantes des lavabos utilisées pour le lavage et la désinfection des mains du personnels ainsi que le robinet et les surfaces à proximité a été mise en évidence ce qui remettent en cause la qualité de l'eau, de la propreté des mains ainsi que celle de l'environnement que le personnel hospitalier utilise au quotidien (Ta et al., 2020). La mauvaise utilisation des lavabos (rejets de liquides biologiques) ainsi que le dépôt du matériel de soins dédié aux patients à proximité de ce dernier ont été associés aux développements des infections (Grabowski et al., 2018).

Ces épidémies nosocomiales surviennent le plus souvent dans les unités de soins intensifs néonatales et adultes et les unités des grands brûlés, ainsi que dans les services d'hématologie-oncologie et de transplantation. En conséquence, les individus les plus fréquemment touchés sont les populations de patients vulnérables, y compris les nouveau-nés, les personnes gravement malades et les immunodéprimés (Parkes et Hota, 2018). De nombreux agents infectieux nosocomiaux courants, tels que *Klebsiella pneumoniae*, *P.aeruginosa* et *Acinetobacter baumannii*, se présentent maintenant comme des super bactéries qui sont à l'origine de ces infections qui sont difficiles à traiter (Aggarwal et al., 2020).

Le 27 février 2017, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a publié une liste «d'agents pathogènes prioritaires» résistants aux antibiotiques, énumérant les 12 familles de bactéries les plus menaçantes pour la santé humaine. Trois familles d'antibiotiques sont

clairement identifiées: les fluoroquinolones, les  $\beta$ -lactamines (carbapénèmes et les céphalosporines de troisième génération), et les aminosides (OMS, 2017).

L'exposition aux nutriments et les liquides biologiques favorisent la formation des biofilms et augmentent ainsi de manière plausible le risque de prolifération et de persistance des BMR sur les siphons et les drains et de ce fait dans les eaux usées. Une faible fréquence d'utilisation de l'eau et des colonnes d'eaux stagnantes plus longues ont également été associées à un nombre plus élevé d'UFC dans l'eau (Grabowski *et al.*, 2018).

L'antibiorésistance développée par les biofilms bactériens pose de sérieux problèmes en matière de santé publique, puisqu'elle rend difficile le traitement des infections due à des biofilms. En effet, l'antibiorésistance d'une bactérie vivante sous forme de biofilm est 10 à 1000 fois plus élevée que celle de la bactérie de la même espèce vivant sous forme planctonique. Trois hypothèses principales sont avancées afin d'expliquer les mécanismes de résistance des biofilms aux antibiotiques : 1) la première repose sur une notion de barrière physique qui expliquerait la pénétration lente et incomplète de certains antibiotiques, 2) la seconde s'appuie sur les modifications phénotypiques observées dans certains biofilms dont les micro-organismes constituants pourraient présenter des formes plus résistantes et la dernière hypothèse est liée à l'environnement spécifique du biofilm dont les zones les plus profondes, riches en résidus acides, pauvres en oxygène et en nutriments, pourraient gêner l'action de l'antibiotique (Kara Terki, 2014).

L'un des principaux problèmes environnementaux causés par les effluents hospitaliers est dû à leur rejet dans les réseaux d'égouts urbains sans traitement préalable des fortes charges de produits pharmaceutiques et de bactéries résistantes aux antibiotiques qu'ils contiennent (Ory *et al.*, 2019 ; Voigt *et al.*, 2020). Les effluents hospitaliers contiennent des résidus d'antibiotiques suffisants pour tuer les bactéries sensibles et en même temps augmentent le nombre de bactéries résistantes, en raison de la pression de sélection exercée par l'action de ces derniers (Grabowski *et al.*, 2018). Certains antibiotiques notamment l'imipénème à des concentrations sub-CMI (Concentration Minimale Inhibitrice) peuvent induire la formation de biofilms notamment dans les effluents hospitaliers (Von Wintersdorff *et al.*, 2016). Cela explique les niveaux élevés de résistance aux antibiotiques dans les eaux usées hospitalières comparé aux eaux usées urbaines (Prasad *et al.*, 2018).

Une fois administrées aux patients, une grande partie des molécules d'antibiotiques sous formes natives et de leurs métabolites sont excrétées dans les eaux usées, ainsi que les bactéries résistantes potentiellement sélectionnées dans leur tube digestif. Les antibiotiques

tels que les fluoroquinolones, les sulfamides et les macrolides sont fréquemment détectés dans les eaux usées, notamment les effluents hospitaliers et les eaux de surface. Au contraire et malgré leur utilisation intensive pour traiter les infections, les  $\beta$ -lactames sont rarement détectés dans les effluents des hôpitaux, probablement en raison de leur faible stabilité chimique (Ory *et al.*, 2019).

Les carbapénèmes sont considérés comme le traitement de dernier recours le plus fiable pour les infections bactériennes causées par des bactéries productrices de  $\beta$ -lactamases à spectre étendu (BLSE) (Zhang *et al.*, 2020). L'imipénème, est devenu disponible sur le marché en 1985, et peu de temps après, le méropénème, le biapénème, l'ertapénème et le doripénème ont été développés (figure 1). Ces molécules offrent un spectre d'activité plus large que la plupart des autres  $\beta$ -lactamines (Robert *et al.*, 2021).

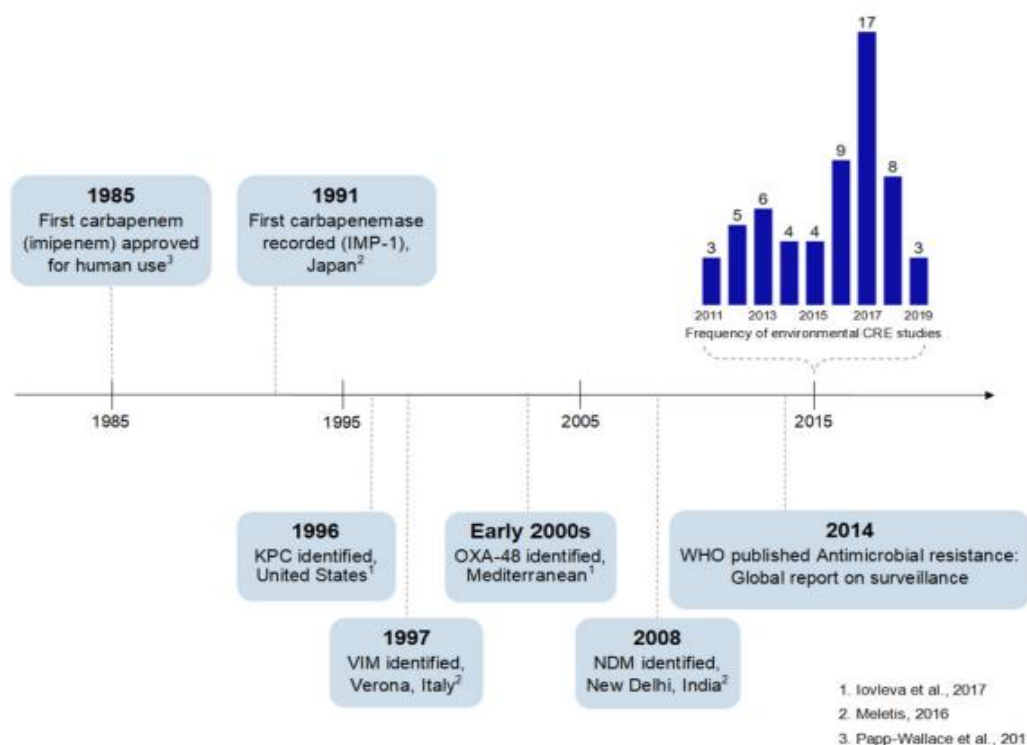
La stabilité des carbapénèmes est connue dans l'organisme humain, toutefois, elle est très rarement décrite dans le compartiment aquatique. Plus globalement, les  $\beta$ -lactamines sont considérées comme des molécules très instables dont l'hydrolyse est le principal responsable de l'inactivation (Deshpande et Chatterjee, 2004). Les produits d'hydrolyse sont alors transformés par biodégradation (clivage du groupement phénol) puis biominéralisation (Pérez-Parada *et al.*, 2011). Une autre voie de dégradation possible est la dégradation enzymatique en lien avec la production de  $\beta$ -lactamases capables de scinder le cycle  $\beta$ -lactame (Alexander, 1981). Cependant, leur présence a été très récemment mise en évidence dans des effluents hospitaliers en Roumanie avec des concentrations d'imipénème de 14.42  $\mu\text{g/L}$  (Szekeres *et al.*, 2017).

Chez les bacilles à Gram négatif, la résistance aux carbapénèmes est attribuée à trois mécanismes principaux : i) la résistance par modification qualitative et/ou quantitative des porines pour réduire la pénétration des carbapénèmes, ii) les pompes à efflux, qui pompent la molécule à l'extérieur de la cellule et iii) la résistance à médiation enzymatique par production de carbapénèmases (Elshamy *et al.*, 2020). Le mécanisme le plus préoccupant de résistance aux carbapénèmes est induit par la surexpression d'AmpC des  $\beta$ -lactamases ou par la production d'enzymes hydrolysant les carbapénèmes. Ces enzymes présentent une capacité hydrolytique polyvalente et confèrent une résistance à la plupart des antibiotiques  $\beta$ -lactame (Cherak *et al.*, 2021).

Selon la classification d'Ambler, trois classes de carbapénèmases peuvent être distinguées à savoir les carbapénèmases de classe A, B et D. Selon la classification de Bush-Jacoby, les carbapénèmases de la classe A comprennent les  $\beta$ -lactamases, qui sont inhibées

par l'acide clavulanique ou l'acide boronique. La classe B comprend les métallob- $\beta$ -lactamases capables d'hydrolyser tous les  $\beta$ -lactamines à l'exception de l'aztréonam et inhibées par l'EDTA et l'acide dipicolinique. La classe D comprend les oxacillines inhibées par l'avibactam, capables d'hydrolyser les carbapénèmes mais pas (ou faiblement) les céphalosporines, et non inhibées par les inhibiteurs classiques (**Rivera-Izquierdo et al., 2021**).

Depuis leur découverte (figure 1), les carbapénèmases de type NDM, KPC et OXA sont devenus les principaux mécanismes de résistance aux carbapénèmes (**Chia et al., 2020**) et les enzymes de type OXA-48-like sont devenues l'une des carbapénèmases les plus répandues dans le monde (**Suary-Garcia et al., 2019**). La résistance aux carbapénèmes causée par la production de carbapénèmase est associée le plus souvent à d'autres résistances *vis-à-vis* d'autres classes d'antibiotiques cliniquement importantes, notamment les quinolones et les aminosides (**Zhang et al., 2020**).



**Figure 01:** Chronologie montrant les premières utilisations des molécules de carbapénèmes et l'identification ultérieure des gènes de résistance retrouvés dans le monde, y compris IMP, KPC, VIM, OXA et NDM. L'OMS a publié un rapport mondial sur la résistance aux antibiotiques en 2014. La fréquence des études par année de publication est également

indiquée. Ce sont des publications qui ont recherché l'identification environnementale de ces gènes de carbapénèmase et la première étude identifiée remonte à 2011 (**Mills et Lee, 2019**).

En effet, les hôpitaux génèrent une grande quantité d'effluents liquides contenant de nombreux micropolluants rejetés dans les réseaux urbains sans traitement préalable, ainsi que des eaux usées domestiques conventionnelles qui sont déversées dans le milieu naturel sans idée claire de leurs effets sur celui-ci (**Emmanuel, 2004**) principalement dans les Pays en voie de développement. Les pollutions microbiologique, toxicologique et génotoxique, ajoutées à l'importance des volumes d'effluents produits, amènent à se poser plusieurs questions sur leurs risques potentiels pour l'homme et son environnement.

En Algérie, les effluents hospitaliers sont collectés dans le réseau communal puis épurés dans des stations avant d'être rejetés dans le milieu naturel. Les stations d'épuration sont conçues pour assainir les eaux usées et limiter ainsi l'apport en excès de matières organiques et de polluants minéraux dans le milieu naturel. De nombreux micropolluants sont toutefois peu assainis et se retrouvent dans les eaux de surfaces sans que leurs effets sur ces dernières ne soit véritablement connus en particulier celui lié aux bactéries multirésistantes (**Bouziid et al., 2012 ; Djadi et al., 2013**).

L'objectif de notre étude est d'évaluer la résistance aux carbapénèmes chez les bacilles à Gram négatif isolés des eaux de rejets des activités de soins, des effluents à l'extérieur de l'hôpital ainsi que de certaines surfaces à fréquences élevées de contacts au niveau de l'établissement hospitalier d'Amizour. Pour cela nous avons adopté la méthodologie suivante :

- ✓ Prélèvements des eaux de rejets des siphons des lavabos dans les différents services de l'hôpital ainsi que les effluents contenus dans les regards d'évacuation à l'extérieur de l'hôpital
- ✓ Prélèvements par écouvillonnages de l'intérieur des canalisations et des surfaces (Robinets, éviers, poignée de porte, interrupteur et cuvette anglaise).
- ✓ Criblage des bacilles à Gram négatif résistants aux carbapénèmes.
- ✓ Etude de la sensibilité aux autres familles d'antibiotiques.
- ✓ Recherche de la production de  $\beta$ -lactamase à spectre étendu « BLSE ».



# MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I. Lieu d'étude

Notre étude a été réalisée durant la période allant de Mai à Juillet 2021 au niveau du laboratoire de Microbiologie de l'Université A/Mira de Bejaia. Durant cette étude, différents types d'effluents hospitaliers ont été récupérés de l'Établissement Public Hospitalier d'Amizour, baptisé « Hôpital Benmerad El Mekki». Il est implanté à 24 km au sud du chef-lieu de la wilaya de Bejaia (figure 02). Sa capacité d'accueil est de 200 lits techniques, la population couverte s'élève à environ 160.000 habitants issus des huit communes de l'ex secteur sanitaire d'Amizour ainsi que la population relevant des communes, des wilayas limitrophes (Sétif et Bouira).



**Figure 02 :** Localisation de l'hôpital d'Amizour.

Des prélèvements d'eaux de rejets récupérés dans les siphons des lavabos ont été effectués dans les chambres des patients, du personnel et dans les sanitaires ainsi qu'un échantillon d'eau dans les cuvettes des toilettes. D'autres ont été effectués sur les eaux de rejets des activités médicales (salles de soins, consultations et des urgences), de rejets d'activité non médicale (buanderie, cuisine, préparation de nettoyage) et enfin des eaux de rejets finales dans les regards à l'extérieur de l'hôpital.

D'autres prélèvements ont été réalisés par écouvillonnage de la canalisation des siphons des lavabos afin de récupérer les résidus colmatés. Dans le but de mettre un lien entre la contamination de l'environnement de soin et la contamination des eaux de rejets, un prélèvement de surfaces à proximité des lavabos a été réalisé (interrupteur, poignée de porte, robinet et surface de lavabo). Le tableau N°I représente la répartition des prélèvements par services et type de prélèvements.

**Tableau N°I** : Répartition des prélèvements par structure hospitalière, type de prélèvement et services concernés.

| Service                  | Salle                  | Type de prélèvements                     | Nbre de prélèvements |
|--------------------------|------------------------|--|----------------------|
| <b>Urgence pédiatrie</b> | Salle de soin          | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage interrupteur              | 1                    |
|                          | Chambre patients       | Ecouvillonnage canalisation              | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 2                    |
| <b>Urgence</b>           | Salle de soin          | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|                          |                        | Eau siphon                               | 1                    |
|                          | Chambre patients       | Ecouvillonnage canalisation              | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
| <b>Pédiatrie</b>         | Sanitaires communs     | Ecouvillonnage surface toilette anglaise | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage canalisation              | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 2                    |
|                          |                        | Eau siphon                               | 1                    |
|                          |                        | Eau de toilette                          | 1                    |
|                          | Cuisine                | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|                          |                        | Eau siphon                               | 1                    |
|                          |                        | Préparation pour nettoyage               | 1                    |
|                          | Salle de soin          | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
| Eau siphon               |                        | 1  |                      |
| <b>Néonatalogie</b>      | Chambre patients       | Ecouvillonnage canalisation              | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage robinet                   | 2                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage lavabo                    | 2                    |
|                          |                        | Eau siphon                               | 2                    |
|                          | Salle de photothérapie | Eau siphon                               | 1                    |
|                          |                        | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |

**Tableau N°I** : Répartition des prélèvements par structure hospitalière, type de prélèvement et services concernés (suite).

| Service                                  | Salle               | Type de prélèvements                     | Nbre de prélèvements |
|--|---------------------|--|----------------------|
| <b>Maternité</b>                         | Accouchement        | Ecouvillonnage canalisation              | 2                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 2                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 2                    |
|  |                     | Eau siphon                               | 2                    |
|  | Cuisine             | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  |                     | Eau siphon                               | 1                    |
|  | Douche personnel    | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|  | Sanitaire personnel | Eau siphon                               | 1                    |
|  | Sanitaires communs  | Ecouvillonnage canalisation              | 2                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 2                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 2                    |
|  |                     | Ecouvillonnage surface toilette anglaise | 1                    |
| Eau siphon                               |                     | 2  |                      |
| <b>Cuisine "Sous-sol"</b>                | Cuisine             | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  | Salle de lavage     | Eau siphon                               | 1                    |
| <b>Médecine interne</b>                  | Salle de soin       | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  |                     | Eau siphon                               | 1                    |
|  | Cuisine             | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  |                     | Eau siphon                               | 1                    |
|  | Toilette personnel  | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  |                     | Eau siphon                               | 1                    |
|  | Sanitaires communs  | Eau siphon                               | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage canalisation              | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage lavabo                    | 1                    |
|  |                     | Ecouvillonnage robinet                   | 1                    |
| Ecouvillonnage surface toilette anglaise |                     | 1  |                      |
| Ecouvillonnage interrupteur              |                     | 1  |                      |
| Ecouvillonnage poignée de porte          | 2                   |  |                      |

**Tableau N°I** : Répartition des prélèvements par structure hospitalière, type de prélèvement et services concernés (suite).

| Service                   | Salle              | Type de prélèvements                             | Nbre de prélèvements |
|---------------------------|--------------------|--|----------------------|
| <b>Chirurgie générale</b> | Salle de soin      | Ecouvillonnage canalisation                      | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage lavabo                            | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage robinet                           | 1                    |
|                           |                    | Eau siphon                                       | 1                    |
|                           | Sanitaires communs | Ecouvillonnage canalisation                      | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage lavabo                            | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage robinet                           | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage surface toilette anglaise         | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage interrupteur                      | 1                    |
|                           |                    | Ecouvillonnage poignée porte                     | 1                    |
|                           | Eau siphon         | 1  |                      |
| <b>Buanderie</b>          | Lavage du linge    | Eau de machine                                   | 1                    |
| <b>Sortie final</b>       | Regard externe     | Eau de rejet final mélangée des services de soin | 3                    |

## II. Méthodes de prélèvement

### II.1. Prélèvement des eaux de rejets

L'eau contenue dans les siphons des lavabos présents dans les différents services a été collectées dans des flacons stériles en verre de 200ml (figure 03). De même, l'eau de lavage du linge dans la buanderie, l'eau issue de la cuisine, l'eau des cuvettes des toilettes ainsi que l'eau contenue dans les regards d'évacuation final à l'extérieur de l'hôpital a été également collectées.

Une préparation pour nettoyage retrouvé chez l'agent d'entretien a été analysée pour vérifier la qualité du bionettoyage. Les prélèvements sont étiquetés (date, service et type de prélèvement) puis acheminer au laboratoire de Microbiologie.



**Figure 03 :** Prélèvement de l'eau contenue dans les siphons des lavabos.

### II.2. Ecouvillonnage de la canalisation et des surfaces à proximité des lavabos

Un écouvillon stérile de 15 cm a été inséré aussi loin que possible dans la canalisation des siphons des lavabos pour arracher les microorganismes adhérents à cette dernière comme le montre la figure ci-dessous.



**Figure 04 :** Prélèvement de la canalisation des lavabos.

Des prélèvements de surfaces à proximité des lavabos et à fréquence élevées de contact avec les mains (figure 05) ont été également effectués par méthode d'écouvillonnage. Le prélèvement consiste à frotter une surface avec un écouvillon préalablement humidifié avec du bouillon nutritif dans deux directions perpendiculaires l'une par rapport à l'autre.



**Figure 05 :** Prélèvement de surface par écouvillonnage.

### III. Dosage du chlore dans les eaux de rejets

La chlorométrie est une technique qui permet de détecter et doser le chlore libre, exprimé en mg/l, présent dans l'eau. L'estimation du degré de chloration de l'eau nous renseigne sur les pratiques de désinfection et la concentration en eau de javel utilisée quotidiennement et donc sur la qualité du bionettoyage. Cette technique est réalisée en suivant ces étapes :

- 1-Rincer soigneusement le flacon carré avec l'eau à analyser et le remplir jusqu'au trait de 25ml ;
- 2-Ajouter le contenu d'une gélule de réactif diéthyl-p-phénylénediamine « DPD » pour chlore libre ;
- 3-Remplir l'un des tubes colorimétriques à fond plat jusqu'au trait de 5ml avec l'échantillon préparé ;
- 4-Introduire ce tube dans l'ouverture supérieure droite du comparateur ;
- 5-Remplir l'autre tube à fond plat jusqu'au trait de 5 ml avec l'eau à analyser et le placer dans l'autre ouverture du comparateur. Tourner le disque jusqu'à égalité des teintes.
- 6-Lire la concentration du chlore libre en mg/l sur l'échelle inférieure.

### IV. Criblage de souches de bacilles à Gram négatifs résistants aux carbapénèmes

#### IV.1. Sélection de souches résistantes à l'értapénèmes sur milieu Carba MTL-Broth

A) L'eau issue des différents prélèvements a été filtrée avec un appareil de filtration en utilisant une membrane millipore en nitrate de cellulose de marque « Sartorius Stedium Biotech GmbH 37070 Goettinger Germany ». Cette technique nous permet de concentrer les microorganismes présents dans l'eau sur la surface de la membrane, qui est par la suite suspendue dans un volume de 4 ml de bouillon nutritif dans des flacons stériles.

B) Les écouvillons qui ont servis aux prélèvements de surfaces et des canalisations ainsi que les membranes de filtration ont fait l'objet d'un enrichissement dans un bouillon nutritif pendant 24h à 37°C.

A partir des bouillons d'enrichissement positifs, 50µl ont été prélevés et ajoutés à 1 ml du bouillon Carba MTL (Mairi-Touati-Lavigne). Ce bouillon contient **0.5 µg/ml d'értapénème, 250 µg/ml de cloxacilline et 64µg/ml de vancomycine** et permet la sélection de bacilles à Gram négatif producteurs de carbapénémases. Il permet également d'inhiber les souches productrices de céphalosporinases et des bactéries à Gram positive (Mairi et al., 2019). Les cultures sont incubées à 37°C pendant 18h.

#### IV.2. Isolement et purification des souches

A partir des bouillons CarbaMTL positifs, on ensemence une gélose MacConkey ou VRBL « Violet Rouge Bile Lactose ». Après incubation pendant 24h à 37°C, les boîtes ont été examinées selon les caractères culturels « couleur, forme et aspect » et chaque type de colonie a été repiqué successivement sur gélose VRBL jusqu'à obtention d'une culture pure.

### V. Identification des souches

L'identification des bacilles à Gram négatif a été effectuée comme suit :

- 1- Observation macroscopique des colonies « couleur, aspect, forme, taille. » ;
- 2- Pour les souches d'entérobactéries :



- ✓ Aspect des colonies sur gélose chromogénique coliforme et sur EMB (observation de l'éclat métallique).
- ✓ Réalisation d'une mini galerie biochimique « TSI, citrate de Simmons, eau peptonée exempte d'indole, nitrate réductase et urée-indole » (**tableau II**).

3- Pour les souches non fermentaires avec un TSI négatif :

- ✓ Croissance à 44°C pour les souches d'*A.baumannii*
- ✓ Croissance et visualisation de la pigmentation sur milieu cétrimide pour les souches de *P.aeruginosa*.

**Tableau N°II** : Mini galerie biochimique classique (Le Minor et Richard, 1993).

| Tests  | Technique   | Lecture   |
|--|---|---|
| Fermentation des sucres sur milieu <b>TSI</b>  | L'ensemencement est réalisé à partir d'une suspension bactérienne par piqure centrale, et la surface inclinée par des stries serrées.<br><br>Incubation à 37°C pendant 24h. | - Virage au jaune du culot : fermentation du glucose (+)<br>- Virage au jaune de la pente : fermentation du lactose (+)<br>-Apparition de bulle d'air : production de gaz<br>-Noircissement du milieu : production d'H <sub>2</sub> S |
| Utilisation du citrate comme seul source de carbone sur milieu <b>citrate de Simmons</b> | L'ensemencement est réalisé par stries serrées sur la surface du milieu.<br><br>Incubation à 37°C de 24h à 7 jours  | -Un virage au bleu indique l'utilisation du citrate   |
| Production d'indole sur milieu <b>eau peptonée exempte d'indole</b>                      | L'ensemencement avec une suspension bactérienne.<br><br>Incubation à 37°C pendant 24h.  | -Addition du réactif de Kovacs : apparition d'un anneau rouge indique la production d'indole.   |
| Recherche d'une uréase sur milieu <b>urée-indole</b> .                                   | Ensemencement du milieu par une suspension bactérienne.<br><br>Incubation 24 h à 37°C.  | -Virage du milieu au rouge/rose indique la présence d'une uréase  |
| Recherche du nitrate Réductase sur milieu <b>bouillon nitraté</b>                        | Ensemencement du bouillon à partir de la suspension.<br><br>Incubation à 37°C/24h.  | -Après l'ajout de NRI et NRII : coloration rouge nitrate réductase (+).<br>-Nitrate réductase (-) ajout poudre de zinc :coloration rouge (-), absence de coloration (+).  |

## **VI. Etude de la sensibilité des souches aux antibiotiques**

La sensibilité des souches aux antibiotiques a été évaluée par la méthode d'antibiogramme standard par diffusion sur gélose Mueller Hinton selon les recommandations de l'European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST, 2021) et le comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie (CA-SFM, 2013).

Les suspensions bactériennes ont été réalisées, à partir d'une culture de 24h, en dissociant 3 à 4 colonies dans 5ml d'eau physiologique stérile pour un inoculum d'environ  $10^8$  UFC/ml (EUCAST, 2021).

Les boîtes Mueller Hinton ont été ensemencées avec les souches à tester par écouvillonnage et des disques d'antibiotiques appartenant à différentes familles ( $\beta$ -lactamines, aminosides et polymexines) ont été déposés à l'aide d'une pince stérile. Les boîtes sont incubées pendant 24h à 37°C.

**Tableau N°III : Familles d'antibiotiques testés.**

| <b>Famille</b>         | <b>Antibiotique</b>               |             | <b>Symbole</b> | <b>Charge</b> |
|------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|---------------|
| <b>Pénicillines</b>    | Amoxicilline + acide clavulanique |             | AMC            | 30            |
|                        | Ticarcilline+acide clavulanique   |             | TCC            | 75-10         |
| <b>Carbapénèmes</b>    | Imipénème                         |             | IMP            | 10            |
|                        | Ertapénème                        |             | ERT            | 10            |
| <b>Céphalosporines</b> | C2G                               | Céfoxitine  | FOX            | 30            |
|                        | C3G                               | Céfotaxime  | CTX            | 30            |
|                        |                                   | Céftazidime | CAZ            | 30            |
| <b>Monobactame</b>     | Aztréonam                         |             | ATM            | 30            |
| <b>Aminosides</b>      | Gentamicine                       |             | CN             | 10            |
|                        | Tobramycine                       |             | TOB            | 10            |
| <b>Polymixine</b>      | Colistine                         |             | CT             | 50            |

On mesure à l'aide d'un pied à coulisse les différents diamètres des zones d'inhibitions obtenues autour des disques d'antibiotiques. L'interprétation des résultats en sensible (S), intermédiaire (I) ou résistante (R) est effectuée selon les critères définis par EUCAST (2021) et CA-SFM (2013).

## VII. Caractérisation phénotypique de la production de BLSE par test de synergie

Le test de synergie consiste à placer des disques de céfotaxime, céftazidime, céfépime et aztréonam à une distance de 20 mm centre à centre d'un disque amoxicilline-acide clavulanique. La présence probable d'une  $\beta$ -lactamases à spectre étendu (BLSE) se traduit par l'apparition d'une image de synergie (bouchon de champagne) entre les disques de Céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération et le disque d'Augmentin (**Jarlier, 1988**).

# RÉSULTATS

## I. Répartition des prélèvements

Au terme de cette étude, 119 prélèvements ont été effectués au niveau de l'hôpital Ben Merad El-Mekki à Amizour. Ces prélèvements ont été effectués au niveau des différents services hébergeant des patients, les urgences, la cuisine, la buanderie et enfin dans les regards qui évacuent les eaux de rejets final. Le schéma suivant montre la répartition du nombre de prélèvements par services et types de prélèvements.



**Schéma :** Représentation du nombre de prélèvements effectués par services et par types.

## II. Dosage du chlore dans les eaux des rejets

Après filtration des eaux de rejets récupérées des différents services sur filtre millipore, la chlorométrie a montré que ces échantillons ne contiennent pas de chlore ou bien le chlore est tellement dilué que l'appareil utilisé ne peut pas le détecter (Référence de l'appareil : Chlorine-DPD method HACH COMPANY AMES. IOWA-USA CAT. NO. 21988). Les résultats sont résumés en **annexe 1**.

## III. Criblage de bacilles à Gram négatifs résistants aux carbapénèmes

### III. 1. Croissance sur milieu MTL et résistance à l'értapénème

A partir des 84 bouillons MTL positifs, un total de 158 souches de bacilles à Gram négatif a été obtenu. Ces souches expriment une résistance *vis-à-vis* de l'értapénème à raison

de 0.5µg/ml. La répartition des prélèvements positifs sur milieu MTL par services et types de prélèvements est représentée dans l'Annexe 2.

L'identification préliminaire (TSI, cétrimide, aspect des colonies) de ces souches a permis de mettre en évidence 2 groupes bactériens : 65/158 appartiennent aux bacilles à Gram négatif non fermentaires (61/65 sont des *P. aeruginosa* et 4 sont des *A. baumannii*) et 93/158 sont des entérobactéries.

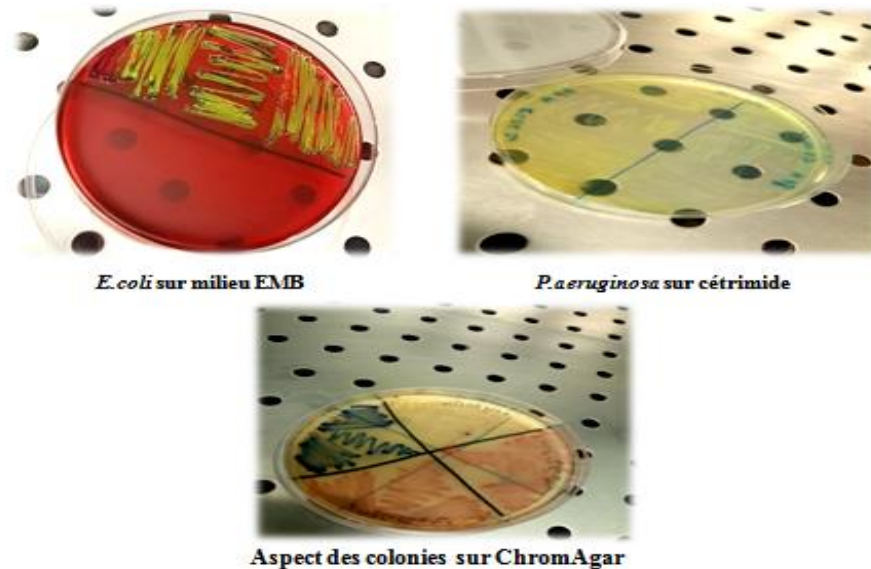
### III.2. Etude de la sensibilité des souches aux carbapénèmes

La sensibilité des souches *vis-à-vis* de l'imipénème a été testée par la méthode de l'antibiogramme standard. Après mesure des diamètres et interprétation des résultats, 35 (22.15%) souches ont montrés une résistance *vis-à-vis* de l'imipénème. Le tableau N°V montre les diamètres des zones d'inhibitions chez les espèces résistantes.

**Tableau N°IV : Diamètres des zones d'inhibitions des souches résistantes à l'imipénème.**

| Code   | Espèces                 | IMP |   | Code       | Espèces                 | IMP |   |
|--------|-------------------------|-----|---|------------|-------------------------|-----|---|
|        |                         | D   | R |            |                         | D   | R |
| 5 "3"  | <i>K. pneumoniae</i>    | 12  | R | Siph1 "1"  | <i>K. oxytoca</i>       | 15  | R |
| 13 "1" | <i>E. coli</i>          | 21  | R | Siph4 "5"  | <i>K. oxytoca</i>       | 19  | R |
| 14     | <i>Enterobacter</i> sp. | 18  | R | Siph5 "1"  | <i>K. oxytoca</i>       | 10  | R |
| 17 "2" | <i>Citrobacter</i> sp.  | 14  | R | Siph5 "3"  | <i>K. pneumoniae</i>    | 24  | I |
| 20 "3" | <i>E. coli</i>          | 13  | R | Siph6 "1"  | <i>E. coli</i>          | 19  | R |
| 30 "2" | <i>Citrobacter</i> sp.  | 11  | R | Siph11 "1" | <i>Citrobacter</i> sp.  | 20  | R |
| 31 "2" | <i>E. coli</i>          | 13  | R | Siph11 "2" | <i>E. coli</i>          | 6   | R |
| 31 "5" | <i>K. pneumoniae</i>    | 15  | R | Siph17 "1" | <i>K. oxytoca</i>       | 11  | R |
| 32 "6" | <i>Citrobacter</i> sp.  | 23  | R | Siph20 "2" | <i>Citrobacter</i> sp.  | 14  | R |
| 49 "3" | <i>K. oxytoca</i>       | 10  | R | Siph22 "1" | <i>Enterobacter</i> sp. | 9   | R |
| 56 "1" | <i>Enterobacter</i> sp. | 24  | I | Siph23 "1" | <i>K. pneumoniae</i>    | 9   | R |
| 56 "2" | <i>Enterobacter</i> sp. | 24  | I | Siph25 "2" | <i>K. oxytoca</i>       | 12  | R |
| 67 "2" | <i>K. pneumoniae</i>    | 16  | R | Siph26 "2" | <i>Enterobacter</i> sp. | 22  | R |
| 72     | <i>E. coli</i>          | 14  | R | Siph26 "3" | <i>K. pneumoniae</i>    | 24  | I |
| 79 "2" | <i>K. pneumoniae</i>    | 24  | I | Siph29 "4" | <i>Enterobacter</i> sp. | 22  | R |
| 79 "3" | <i>E. coli</i>          | 12  | R | Siph32 "3" | <i>K. pneumoniae</i>    | 10  | R |
| 66     | <i>P. aeruginosa</i>    | 9   | R | Siph33 "4" | <i>E. coli</i>          | 23  | R |
|        |                         |     |   | Siph33 "3" | <i>A. baumannii</i>     | 21  | R |

L'identification de ces dernières (**Annexe 3**) a mis en évidence 8 souches d'*Escherichia coli*, 8 *K. pneumoniae*, 6 *K. oxytoca*, 5 *Citrobacter* sp., 6 *Enterobacter* sp. Et enfin 1 souche de *P. aeruginosa* et 1 souche d'*A. baumannii*. La figure 6 montre l'aspect des colonies sur milieu chomagar, *E. coli* sur EMB et *P. aeruginosa* sur cétrimide.



**Figure 06 :** L'aspect des colonies sur chromagar, *E. coli* sur EMB et *P. aeruginosa* sur cétrimide.

#### IV. Répartition des souches résistantes par services et types de prélèvements

D'après le tableau N°V, des souches résistantes ont été isolées pratiquement de tous les services et principalement de la pédiatrie, maternité et de médecine interne. On remarque la présence de souches résistantes dans les salles de soins et les cuisines de préparation réservées aux gardes malade.

Ces souches ont été isolées principalement de l'eau récupérée des siphons des lavabos, mais aucune à partir de l'eau récupérée de regard à l'extérieur de l'hôpital. Des souches ont été également isolées des surfaces de lavabos et de la canalisation et d'autres de l'eau de lavage du linge, l'eau de vaisselle et de l'eau de nettoyage du sol.

En pédiatrie et en chirurgie générale, les mêmes espèces ont été retrouvées sur les lavabos et dans les canalisations des siphons en salle de soin et en Médecine interne dans l'eau de cuvette des toilettes et sur la surface du lavabo.

**Tableau N°V** : Répartition des souches résistantes par service et type de prélèvement.

| Code       | Services              | Salle                | Type de prélèvement         | Espèces                          |                         |
|------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 5 "3"      | Urgence pédiatrie     | Salle1               | Ecouvillonnage canalisation | <i>K. pneumoniae</i>             |                         |
| 13 "1"     | Urgence               | Salle de soin        | Ecouvillonnage canalisation | <i>E. coli</i>                   |                         |
| 14         |                       |                      | Ecouvillonnage lavabo       | <i>Enterobacter sp.</i>          |                         |
| 17 "2"     |                       | Salle2               | Ecouvillonnage canalisation | <i>Citrobactersp.</i>            |                         |
| Siph17 "1" |                       | Salle 1              | Eau siphon                  | <i>K. oxytoca</i>                |                         |
| 20 "3"     |                       | Pédiatrie            | Sanitaires communes         | Ecouvillonnage toilette anglaise | <i>E. coli</i>          |
| 30 "2"     | Salle de soin         |                      | Ecouvillonnage canalisation | <i>Citrobactersp.</i>            |                         |
| 31 "2"     |                       |                      | Ecouvillonnage robinet      | <i>E. coli</i>                   |                         |
| 31 "5"     |                       |                      |                             | <i>K. pneumoniae</i>             |                         |
| 32 "6"     |                       |                      | Ecouvillonnage lavabo       | <i>Citrobacter sp.</i>           |                         |
| Siph29 "4" |                       |                      | Eau siphon                  | <i>Enterobacter sp.</i>          |                         |
| Siph32 "3" |                       |                      | Cuisine                     | Solution de nettoyage            | <i>K. pneumoniae</i>    |
| Siph33 "3" | Eau siphon            |                      |                             | <i>E. coli</i>                   |                         |
| Siph33 "4" |                       |                      |                             | <i>A. baumannii</i>              |                         |
| 49 "3"     | Maternité             |                      | Douche personnel            | Ecouvillonnage canalisation      | <i>K. oxytoca</i>       |
| 56 "1"     |                       |                      | Sanitaires communs          | Ecouvillonnage robinet "2"       | <i>Enterobacter sp.</i> |
| 56 "2"     |                       |                      |                             |                                  | <i>Enterobacter sp.</i> |
| Siph22 "1" |                       |                      |                             | Eau siphon "1"                   | <i>Enterobacter sp.</i> |
| Siph20 "2" |                       | Sanitaire personnel  | Eau siphon                  | <i>Citrobactersp.</i>            |                         |
| Siph23 "1" |                       | Salle d'accouchement | Eau siphon "1"              | <i>K. pneumoniae</i>             |                         |
| Siph25 "2" |                       | Cuisine              | Eau siphon                  | <i>K. oxytoca</i>                |                         |
| 66         |                       | Médecine interne     | Cuisine                     | Ecouvillonnage robinet           | <i>P. aeruginosa</i>    |
| 67 "2"     | Ecouvillonnage lavabo |                      |                             | <i>K. pneumoniae</i>             |                         |
| 72         | Sanitaires communs    |                      | Ecouvillonnage lavabo       | <i>E. coli</i>                   |                         |
| Siph6 "1"  |                       |                      | Eau de toilette             | <i>E. coli</i>                   |                         |
| Siph11 "1" | Chirurgie générale    |                      | Sanitaires communs          | Eau siphon                       | <i>Citrobacter sp.</i>  |
| Siph11 "2" |                       |                      |                             | <i>E. coli</i>                   |                         |
| 79 "2"     |                       | Salle de soin        | Ecouvillonnage lavabo       | <i>K. pneumoniae</i>             |                         |
| 79 "3"     |                       |                      |                             | <i>E. coli</i>                   |                         |
| Siph5 "1"  |                       |                      | Eau siphon                  | <i>K. oxytoca</i>                |                         |
| Siph5 "3"  |                       |                      | <i>K. pneumoniae</i>        |                                  |                         |
| Siph1 "1"  |                       | Cuisine sous-sol     | Salle de lavage             | Eau siphon "Eau de vaisselle"    | <i>K. oxytoca</i>       |
| Siph4 "5"  | Buanderie             | Salle de lavage      | Eau lavage linge            | <i>K. oxytoca</i>                |                         |
| Siph26 "2" | Néonatalogie          | Salle1               | Eau siphon                  | <i>Enterobacter sp.</i>          |                         |
| Siph26 "3" |                       |                      |                             | <i>K. pneumoniae</i>             |                         |

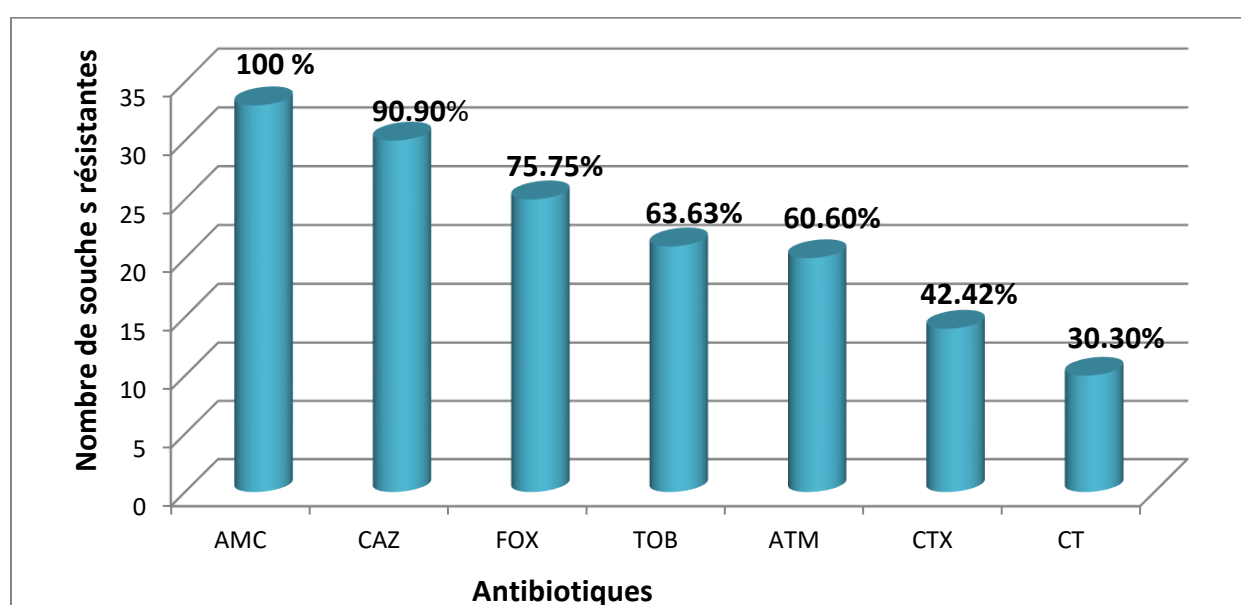


## V. Etude de la sensibilité des souches aux autres familles d'antibiotiques

### V.1. Etude de la sensibilité des souches d'entérobactéries

La résistance associée à d'autres molécules d'antibiotiques appartenant aux  $\beta$ -lactamines, aminoside et polymyxine a été étudiée (**annexe 4**).

D'après la figure 07, la plupart des souches montrent une résistance élevée *vis-à-vis* des  $\beta$ -lactamines en particulier l'AMC, le céftazédime et la céfoxitine avec des taux de 100%, 90.90% et 75.75% respectivement. Également, ces souches montrent une co-résistance *vis-à-vis* de la tobramycine et de la colistine.



CTX : Céfotaxime, ATM : Aztréonam, AMC : Amoxicilline + acide clavulanique, FOX : Céfoxitine, TOB : Tobramycine, CT : Colistine.

**Figure 07:** Taux de résistances des souches d'entérobactéries aux autres antibiotiques.

### V.2. Etude de la sensibilité des souches non fermentaires

D'après le tableau ci-dessous, la souche *P. aeruginosa* est résistante à toutes les  $\beta$ -lactamines et à la colistine et sensible aux aminosides. Toutefois, la souche d'*A.baumannii* montre une sensibilité *vis-à-vis* de toutes ces molécules à l'exception de la colistine et du céfoxitine.

Tableau N°VI : Résistance des souches non fermentaires aux autres familles d'antibiotiques.

| Code        | Espèces              | TCC |   | FOX |   | CT |   | CN |   | TOB |   | CAZ |   | IMP |   | Service          | Site de prélèvement   |
|-------------|----------------------|-----|---|-----|---|----|---|----|---|-----|---|-----|---|-----|---|------------------|-----------------------|
|             |                      | D   | R | I   | R | D  | R | D  | R | D   | R | D   | R | D   | R |                  |                       |
| 66          | <i>P. aeruginosa</i> | 22  | I | 6   | R | 12 | R | 20 | S | 22  | S | 22  | I | 9   | R | Médecine interne | Robinet de cuisine    |
| Siph 33 "3" | <i>A. baumannii</i>  | 23  | S | 7   | R | 13 | R | 20 | S | 18  | S | 18  | S | 21  | I | Pédiatrie        | Eau siphon de cuisine |

## VI. Recherche de la production de $\beta$ -lactamase à spectre étendu « BLSE »

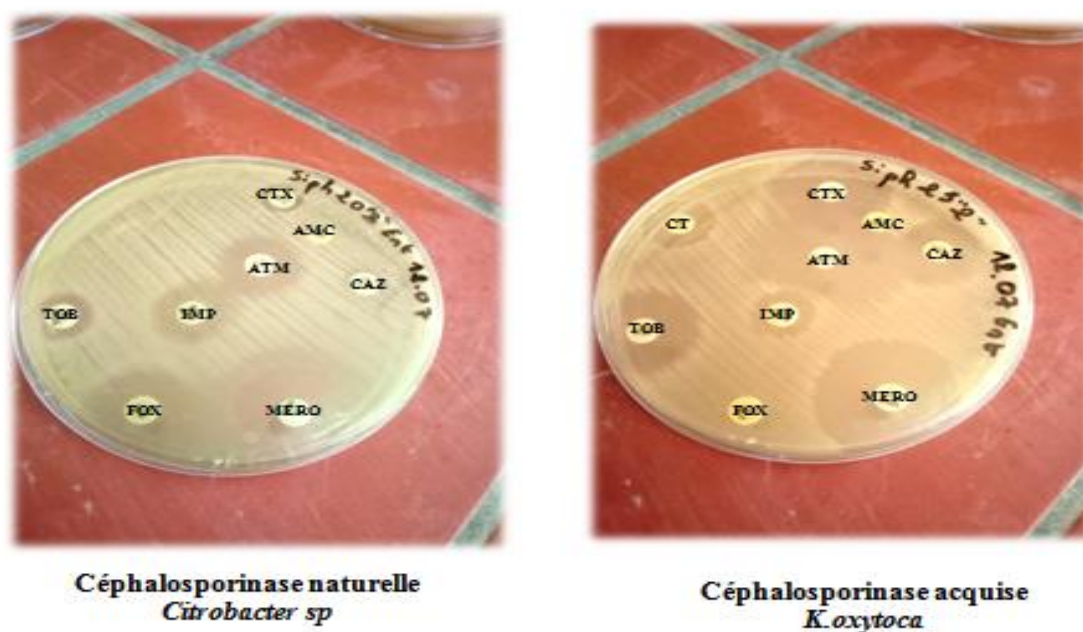
Le DD-test n'a montré aucune image de synergie chez les souches résistantes à imipénème. Cependant, on remarque une résistance importante *vis-à-vis* de la FOX (tableau N°VII) ce qui indique probablement la présence d'une céphalosporinase ce qui rend difficile de visualiser la synergie.

Tableau N°VII : Profil des souches résistantes à la céfoxitine.

| Code       | Espèces                 | Antibiotiques |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |   |
|------------|-------------------------|---------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|
|            |                         | IMP           |   | CAZ |   | ATM |   | AMC |   | CTX |   | FOX |   |
|            |                         | D             | R | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R |
| 13 "1"     | <i>E. coli</i>          | 21            | R | 6   | R | 12  | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R |
| 14         | <i>Enterobacter sp.</i> | 18            | R | 6   | R | 9   | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R |
| 20 "3"     | <i>E. coli</i>          | 13            | R | 9   | R | 27  | S | 6   | R | 20  | S | 6   | R |
| 30 "2"     | <i>Citrobacter sp.</i>  | 11            | R | 11  | R | 19  | R | 6   | R | 10  | R | 6   | R |
| 31 "2"     | <i>E. coli</i>          | 13            | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R |
| 32 "6"     | <i>Citrobacter sp.</i>  | 23            | R | 6   | R | 24  | I | 6   | R | 15  | R | 11  | R |
| 49 "3"     | <i>K. oxytoca</i>       | 10            | R | 21  | I | 26  | S | 6   | R | 24  | S | 6   | R |
| 56 "1"     | <i>Enterobacter sp.</i> | 24            | I | 16  | R | 22  | I | 6   | R | 21  | S | 6   | R |
| 56 "2"     | <i>Enterobacter sp.</i> | 24            | I | 17  | R | 20  | R | 6   | R | 26  | S | 6   | R |
| S          | <i>E. coli</i>          | 14            | R | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R |
| 79 "2"     | <i>K. pneumoniae</i>    | 24            | I | 6   | R | 9   | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R |
| Siph5 "1"  | <i>K. oxytoca</i>       | 10            | R | 21  | I | 31  | S | 6   | R | 24  | S | 6   | R |
| Siph5 "3"  | <i>K. pneumoniae</i>    | 24            | I | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 20  | S | 9   | R |
| Siph6 "1"  | <i>E. coli</i>          | 19            | R | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 10  | R | 16  | I |
| Siph11 "2" | <i>E. coli</i>          | 6             | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R |
| Siph17 "1" | <i>K. oxytoca</i>       | 11            | R | 21  | I | 30  | S | 9   | R | 25  | S | 6   | R |
| Siph20 "2" | <i>Citrobacter sp.</i>  | 14            | R | 6   | R | 15  | R | 6   | R | 10  | R | 17  | I |
| Siph22 "1" | <i>Enterobacter sp.</i> | 9             | R | 20  | I | 30  | S | 6   | R | 25  | S | 6   | R |
| Siph23 "1" | <i>K. pneumoniae</i>    | 9             | R | 20  | I | 30  | S | 6   | R | 25  | S | 6   | R |
| Siph25 "2" | <i>K. oxytoca</i>       | 12            | R | 20  | I | 30  | S | 6   | R | 27  | S | 6   | R |

|                   |                         |    |   |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
|-------------------|-------------------------|----|---|----|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
| <b>Siph26 "2"</b> | <i>Enterobacter sp.</i> | 22 | R | 15 | R | 22 | I | 6 | R | 25 | S | 6 | R |
| <b>Siph26 "3"</b> | <i>K. pneumoniae</i>    | 24 | I | 18 | R | 25 | I | 6 | R | 25 | S | 6 | R |
| <b>Siph29 "4"</b> | <i>Enterobacter sp.</i> | 22 | R | 14 | R | 20 | R | 6 | R | 22 | S | 6 | R |
| <b>Siph32 "3"</b> | <i>K. pneumoniae</i>    | 10 | R | 19 | I | 31 | S | 6 | R | 28 | S | 6 | R |
| <b>Siph33 "4"</b> | <i>E. coli</i>          | 23 | R | 14 | R | 27 | S | 6 | R | 22 | S | 6 | R |

La résistance à la FOX chez les souches de *K. pneumoniae* et *K. oxytoca* est probablement due à la présence d'une céphalosporinase acquise (AmpC plasmidique) et chez les souches de *Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.* et *E.coli* à la présence d'une céphalosporinase naturelle (chromosomique) (figure 08). La présence de la céphalosporinase peut être ou non associée à une BLSE, cependant d'autres tests (DD-test+ inhibiteur d'AmpC) doivent être effectués pour le confirmer.



**Figure 08** : Test de synergie négatif avec une céphalosporinase naturel chez *Citrobacter sp.* et une céphalosporinase acquise chez *K. oxytoca*.

# DISCUSSION

La consommation des antibiotiques est l'un des principaux moteurs de la résistance aux antibiotiques. L'association entre la consommation des antibiotiques et la résistance est bien établie à l'échelle mondiale (**Bell et al., 2014 ; OMS, 2018 ; Klein et al., 2018 ; Barchitta et al., 2019**). Les carbapénèmes font partie des antibiotiques de dernier recours contre les agents pathogènes multirésistants, ce qui fait de la résistance aux carbapénèmes un grand problème de santé, en particulier celle liée à la production de carbapénèmases (**Chitalia et al., 2016**). Les bactéries à Gram négatif multirésistantes sont un problème émergent que les praticiens de la lutte contre les infections, les épidémiologistes hospitaliers, les cliniciens et les administrateurs des hôpitaux ont du mal à contrôler (**Harris et al., 2006**).

Les données de l'agence européenne de surveillance de la consommation antimicrobienne ont montré entre 2011 et 2015 une consommation stable en antibiotiques au niveau du secteur hospitalier. Une augmentation de la consommation a été constatée pendant cette même période pour deux classes d'antibiotiques à savoir les carbapénèmes et les polymyxines. Les six pays affichant les taux de consommation les plus élevés sont des pays à revenu faible et intermédiaire dont la Turquie, Tunisie, Algérie et la Roumanie suivie par la France et l'Italie (**Klein et al., 2018**).

Dans cette étude, nous visons à donner un aperçu concernant la présence de bactéries résistantes aux carbapénèmes dans les eaux de rejets des activités médicales et non médicales, ainsi que leur présence dans les canalisations des lavabos et sur les surfaces à contacts fréquents à proximité des sources d'eaux, dans le but d'aider à mettre en œuvre des stratégies de prévention et de contrôle.

Les effluents hospitaliers contiennent non seulement des molécules pharmaceutiques mais aussi des microorganismes issus des unités de soins (excréments des patients et nettoyage des surfaces) (**Ory et al., 2016**). Ainsi, un total de 158 souches de bacilles à Gram négatifs résistantes à 0.5µg/ml d'ertapénème ont été isolées de différents prélèvements d'effluents hospitaliers, canalisation des siphons et surfaces (robinet, évier, etc.), collectés au niveau de l'EPH d'Amizour. 35 souches dont 33 entérobactéries, 1 *P.aeruginosa* et 1 *A.baumannii* ont montré une résistance *vis-à-vis* de l'imipinème.

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Cahill et ses collaborateurs qui ont collecté 142 isolats d'entérobactéries résistants à l'ertapénème et/ou méropénème à partir des effluents hospitaliers (**Cahill et al., 2019**) et ceux rapportés par Zagui et ces collègues qui ont isolés des souches de *K.pneumoniae* et de *P.aeruginosa* présentant des profils de résistance aux céphalosporines à large spectre et aux carbapénèmes (**Zagui et al., 2020**). Parmi les

bactéries productrices de carbapénèmases isolées des milieux aquatiques, *K. pneumoniae*, *E. coli* et *E. cloacae* sont les espèces les plus caractérisées (**Ribeiro-Gonçalves et al., 2016**). Également, ces résultats sont en accord avec ceux rapportés en Afrique (Algérie, Maroc, Côte d'Ivoire et Benin) et en Europe (Espagne et France) qui ont mis en évidence une flore bactérienne dans les effluents hospitaliers dominée par les *Enterobacteriaceae* (*E.coli* et *Klebsiella sp.*) et des *Pseudomonaceae* (*Pseudomonas aeruginosa*) (**Marisol et al., 2000; Jeannette et al., 2007; Atef et al., 2008 ; Ekhaïse, 2008; Guessennnd et al., 2013 ; Anssour et al., 2016 et Yousfi et al., 2019**)

La majorité des substances thérapeutiques sont partiellement métabolisées par les patients et rejetées dans le système d'évacuation des eaux usées de l'hôpital et plus tard dans le système d'égout public. En effet, les antibiotiques et leurs métabolites sont rejetés dans la STEP, persistent dans les effluents traités et contaminent les eaux de surface. Approximativement 70% du méropénème et de l'imipénème en présence de cilastatine sont excrétés au niveau rénal. A peu près 80% de la dose d'ertapénème est retrouvée dans les urines avec majoritairement l'ertapénème (38%) et ses métabolites (37%) (**Ory et al., 2016**). Ces effluents peuvent être rejetés dans l'environnement, principalement dans les rivières ou les réservoirs d'eau. C'est le cas de l'hôpital d'Amizour qui déverse tous les rejets d'eaux dans la rivière qui traverse la commune.

Toutefois, l'imipénème est probablement rapidement dégradée en métabolites non actifs dans les effluents, en raison de la température élevée mais aussi en raison du pH alcalin, connu pour favoriser la dégradation des  $\beta$ -lactamines. L'instabilité de l'imipénème et donc son absence de détection dans un environnement complexe pourrait expliquer pourquoi aucun risque n'a jamais été associé à cette molécule (**Ory et al., 2019**). Cependant, le risque est lié aux bactéries productrices de carbapénèmases issues des patients, du personnel et de l'environnement de soins.

En Algérie, il a été démontré que l'environnement hospitalier est un réservoir de bacilles à Gram négatif résistants producteurs de carbapénèmases de types NDM et OXA-48. La plupart des isolats ont été prélevés sur les poignées de portes, les draps de lit, les barrières de lit, Interrupteur, équipement médical, robinet, lavabo et chasse d'eau des toilettes (**Bouguenoun et al., 2016, Zenati et al., 2016 ; Yagoubat et al., 2017**). Ces bactéries sont rejetées dans l'environnement par les eaux usées issues des activités de soins, de nettoyage des surfaces et de la toilette des patients et du personnel et pénètrent dans les stations d'épuration municipales et les cours d'eau (**Mills et Lee, 2019**). Des études ont montré une augmentation

des isolats producteurs de carbapénèmases en aval des hôpitaux (**Islam et al., 2017 ; Zurfluh et al., 2017**).

Le lavabo joue un rôle dans la dissémination des souches multirésistantes qui proviennent probablement au cours d'activités d'hygiène personnelle ou par l'élimination de fluide corporels dans l'évier ou bien par les aérosols (**Leitner et al., 2015**). Des souches d'entérobactéries résistantes aux carbapénèmes ont été isolées de prélèvements de surfaces des lavabos, des canalisations ainsi que des robinets d'eau dans les salles de soins et dans les salles à activité non médicale (cuisine et sanitaire) ce qui laisse penser à une utilisation non appropriée de ces lavabos.

L'augmentation du nombre de rapports sur la contamination des lavabos par bacilles à Gram négatif multirésistants et les récentes enquêtes scientifiques établissant leur lien avec les épidémies et la transmission aux patients, soulignent le rôle de ces réservoirs environnementaux dans la gestion des infections associées aux soins (**Parkes et Hota, 2018 ; Kotay et al., 2020**). Il est décrit que les drains d'évier sous les lavabos dans les hôpitaux contiennent  $10^6$ - $10^{10}$  unités formant colonies de bactéries dont environ  $10^3$ - $10^5$  UFC/ml sont des bacilles Gram négatif (BGN), en particulier des bactéries d'origine hydrique (**De Geyter et al., 2017**). Ces drains de lavabos pourraient fournir une niche idéale pour l'échange de gènes de résistance aux antibiotiques (**Grabowski et al., 2018**).

La résistance aux antibiotiques est limitée aux milieux cliniques. Cependant, plusieurs études ont démontré la dissémination de microorganismes résistants dans l'environnement, notamment dans l'eau. En effet, l'eau est l'un des habitats microbiens les plus importants de notre planète et il a été prouvé que les gènes de résistance aux antibiotiques sont communs aux différents écosystèmes aquatiques, ce qui peut jouer un rôle crucial dans la propagation de la résistance aux antibiotiques entre l'environnement naturel, homme et les animaux (**Cherak et al., 2021**).

En Algérie, les carbapénèmases de type OXA-48 sont les plus dominantes et sont isolées principalement des eaux de rivières, d'effluents hospitaliers et de l'eau de fontaine (**Goic-Barisic et al., 2016 ; Tafoukt et al., 2017 ; Tafoukt et al., 2018 ; Yousfi et al., 2019**). L'OXA-23 a été également isolée chez une souche *d'A.baumannii* dans les effluents hospitaliers par (**Yousfi et al., 2019**). Des isolats porteurs de KPC ont été identifiés dans des eaux environnementales au Brésil, au Canada, en Espagne et dans le Danube. Le NDM a été isolé des eaux de surface au Brésil, au Canada et dans le Danube. Les oxacillinases ont été

identifiée à partir d'échantillons de rivières, ruisseaux ou lacs en Algérie, au Brésil, en Chine, aux Pays-Bas, en France et au Portugal (Mills et Lee, 2019).

Concernant *K. pneumoniae*, tous les clones internationaux majeurs à haut risque épidémique, à savoir ST11, ST15 (Gomi et al., 2018), ST147 (Sugawara et al., 2019) et ST258 (Zurfluh et al., 2017), ont été détectés dans les effluents hospitalier. Ces séquences types portent des déterminants de résistance aux carbapénèmes de classe A (GES et KPC-2 et KPC-3) de classe B (NDM) et de classe D (OXA-48) (Cherak et al., 2021).

Les pollutions microbiologique, toxicologique et génotoxique, ajoutées à l'importance des volumes d'effluents produits, amènent à se poser plusieurs questions sur leurs risques potentiels pour l'homme et son environnement. Cette faible proportion de bactéries dans certains effluents hospitaliers serait due à la présence de désinfectants et/ou antibiotiques à forte concentration.

La colistine est l'une des molécules de dernière ligne contre les agents pathogènes Gram négatifs multirésistants, en particulier par production de carbapénémases, faisant de la résistance à ce composé une crise mondiale majeure de santé publique. Jusqu'à maintenant, la résistance à la colistine chez les bactéries Gram négatives n'était connue que par des mutations chromosomiques. Cependant, un mécanisme de résistance à la colistine à médiation plasmidique (*mcr*) a été décrit fin 2015 en Chine chez une souche de *E. coli* (Cherak et al., 2021).

Les lipopolysaccharides (LPS) situés au niveau de la membrane externe des bactéries à Gram négatif constituent la cible principale de la colistine (Newton-Foot et al., 2017). L'activité de cette dernière est observée chez la majorité des espèces d'entérobactéries (*E. coli*, *Klebsiella spp*, *Citrobacter spp*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*) (Jayol, 2018), et la plupart des BGN aérobies (*P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *S. maltophilia*) (Mass, 2018).

Des efforts importants sont nécessaires pour assurer une détection rapide et précise et la mise en œuvre de stratégies efficaces de contrôle des infection (Nordmann et al., 2012). L'étude métagénomique et l'utilisation de techniques d'évaluation des risques dans l'analyse de différents échantillons environnementaux seront essentielles pour la prévention des infections causées par les entérobactéries résistantes aux carbapénèmes. Cela nécessite un traitement approprié des effluents finaux de la station d'épuration (STEP) avant leur rejet dans les



bassins versants récepteurs et le développement de nouveaux antibiotiques qui aideront à lutter contre les souches résistantes aux antimicrobiens (**Ebomah & Okoh, 2020**).

# CONCLUSION

D'après notre étude, les effluents hospitaliers, canalisation et surfaces (robinets, éviers, cuvette toilette) d'Amizour sont largement contaminées par des bacilles à Gram négatif multirésistants.

Les effluents hospitaliers peuvent être un réservoir idéal des bactéries multirésistantes qui sont éventuellement une source d'infections nosocomiales et aussi une voie de transmission dans l'environnement.

La résistance bactérienne est un problème fréquent et important en milieu hospitalier qui provoque un problème de santé publique qui nécessite des efforts multidisciplinaires de prévention et de contrôle. Pour cela il faut définir des stratégies efficaces tels que le retrait des lavabos des salles de soins intensifs et changement de la gestion de l'eau et des eaux usées dans les unités de soins permet de contrôler et minimiser la contamination et les infections par des bacilles à Gram négatifs tels que *P. aeruginosa* et *A. baumannii*. Ainsi la surveillance de l'analyse microbiologique des eaux usées hospitalières permettrait de contrôler la résistance aux antibiotiques et les infections nosocomiales qui sont un problème croissant.

Les résultats de notre étude restent préliminaires et méritent d'être complétés par :

- ✚ La réalisation d'autre analyse phénotypique des souches productrices de carbapénémase : carba-NP test modifié, test de Hodge, test à l'EDTA (détection des métallos-β-lactamases), test de synergie à la cloxacilline.
- ✚ L'identification et la caractérisation de l'environnement génétique (séquence d'insertion, les intégrons, les transposons...).
- ✚ Les techniques de biologie moléculaire qui confirmeront les phénotypes de résistance probables.
- ✚ Etude des supports génétiques responsables d'une éventuelle dissémination de la résistance aux antibiotiques chez BGN.

RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

### A

Adegoke, A. A., Fatunla, O. K., & Okoh, A. I. (2020). Critical threat associated with carbapenem-resistant gram-negative bacteria : Prioritizing water matrices in addressing total antibiotic resistance. *Annals of Microbiology*, **70**(1), 1-13.

Aggarwal, A., Bhalla, M., & Fatima, K. H. (2020). Detection of New Delhi metallo-beta-lactamase enzyme gene blaNDM-1 associated with the Int-1 gene in Gram-negative bacteria collected from the effluent treatment plant of a tuberculosis care hospital in Delhi, India. *Access microbiology*, **2**(6).

Alexander, M. (1981). Biodegradation of chemicals of environmental concern. *Science*, **211**(4478), 132–138.

Ameziane, N. (2009) . La problématique des déchets hospitaliers au niveau de la ville de Meknès (Maroc) entre gestion et impact sur l'environnement et la santé humaine. *Faculté des sciences*. Meknès.

Aranega-Bou, P., George, R. P., Verlander, N. Q., Paton, S., Bennett, A., Moore, G., Aiken, Z., Akinremi, O., Ali, A., & Cawthorne, J. (2019). Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* dispersal from sinks is linked to drain position and drainage rates in a laboratory model system. *Journal of hospital infection*, **102**(1), 63-69.

Atef, M., Diab, Idriss, M., Al-Turk., Mohames, K., Ibrahim., Khalil, D et Al-Zhrany. (2008). Tracing of Gram negative antibiotic-resistant bacteria in hospitals final affluent at Al-Mounawwarah. *Journal of Taibah University for Science*, **1**(1), 23-34.

### B

Bakour, S., Loucif, L., Brunel, JM., Touati, A., Rolain, JM. (2015). Rapid identification of carbapenemase producing *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* using a Modified Carba NP test. *Journal of Medical Microbiology*, **7**, 89-93.

Baranovsky, S., Licznar-Fajardo, P., Jumas-Bilak, E., Romano-Bertrand, S. (2017). Premises plumbing and wet technological niches as sources of healthcare-associated infections in hospital. *Ecronicon microbiology*, **7**, 192-197.

Bouguenoun, W., Bakour, S., Bentorki, A. A., Al Bayssari, C., Merad, T., & Rolain, J.-M. (2016). Molecular epidemiology of environmental and clinical carbapenemase-producing Gram-negative bacilli from hospitals in Guelma, Algeria: Multiple genetic lineages and first report of OXA-48 in *Enterobacter cloacae*. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, **7**, 135–140.

Bouzid-Lagha, S. et Djelita, B. (2012). Etude du phénomène d'eutrophisation dans le Barrage de Hammam Bouhrara (Wilaya de Tlemcen, Algérie). *Hydrological Sciences Journal*, **57** (1), 186–201.

### C

Cahill, N., O'Connor, L., Mahon, B., Varley, Á., McGrath, E., Ryan, P., Cormican, M., Brehony, C., Jolley, K. A., & Maiden, M. C. (2019). Hospital effluent: A reservoir for carbapenemase-producing Enterobacterales?. *Science of the Total Environment*, **672**, 618-624.

Carraro, E., Bonetta, Si., Bertino, C., Lorenzi, E., Bonetta, Sa., Gilli, G. (2016) .Hospital effluents management: Chemical, physical, microbiological risks and legislation in different countries. *Journal of Environmental Management*, **168**, 185–199.

Cherak, Z., Loucif, L., Moussi, A., Rolain, J. M. (2021). Carbapenemase-producing Gram-negative bacteria in aquatic environments : A review / Elsevier Enhanced Reader. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, **25**, 287-305.

Cherak, Z., Loucif, L., Moussi, A., Rolain, J. M. (2021). Epidemiology of mobile colistin resistance ( *mcr* ) genes in aquatic environments. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, **27**, 51-65.

Chia, P. Y., Sengupta, S., Kukreja, A., Ponnampalavanar, S. S., Ng, O. T., & Marimuthu, K. (2020). The role of hospital environment in transmissions of multidrug-resistant Gram-negative organisms. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, **9**(1), 29.

Chitalia, V. K., Sharma, J., Lele, O., Vaidya, S. P., & Chowdhary, A. (2016). Comparative analysis of antimicrobial susceptibility profile of drug resistant and susceptible strains of Gram negative bacteria. *World journal of pharmaceutical research*, **5**(5), 1543-1553.

### D

De Geyter, D., Blommaert, L., Verbraeken, N., Sevenois, M., Huyghens, L., Martini, H., Covens, L., Piérard, D., Wybo, I. (2017). The sink as a potential source of transmission of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in the intensive care unit. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, **6**,24.

Deshpande, A.D., Baheti, K.G., Chatterjee, N.R. (2004). Degradation of  $\beta$ -lactam antibiotics. *Current Science*, **87**(12), 1684–1695.

### E

Leitner, E., Zarfel, G., Luxner, J., Herzog, K., Pekard-Amenitsch, S., Hoenigl, M., Valentin, T., Feierl, G., Grisold, A.J., Hogenauer, C., Krause, R., Zollner-Schwetz, I. (2015). Contaminated handwashing sinks as the source of a clonal outbreak of KPC-2-producing *Klebsiella oxytoca* on a hematology ward. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **59**(1),714-716.

Ebomah, K. E., et Anthony, I. O. (2020). An African perspective on the prevalence, fate and effects of carbapenem resistance genes in hospital effluents and wastewater treatment plant (WWTP) final effluents: A critical review. *Heliyon*, **6** (5).

Ekhaise, F.O et Omavwoya, B. P. (2008). Influence of wastewater discharged from university of Benin reaching Hospital (UBTH), Benin City on its receiving environment. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. **4** (4), 484-488.

Emmanuel, E. (2004) *Evaluation des risques sanitaires et ecotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers*. Thèse de doctorat Université de Lyon. *Spécialité Sciences et Techniques du Déchets*, 295.

Elshamy, A. A., Aboshanab, K.M. (2020). A review on bacterial resistance to carbapenems: epidemiology, detection and treatment options. *Future Science: Open Access*, **6**(3).

### G

Guessenn, N., Ouattara, M., Ouattara, N., Nevry, R., Gbanon, V., Tiekoura, K., Dosso, M., Ger, B. (2013). Étude des bactéries multirésistantes des effluents hospitaliers d'un centre hospitalier et universitaire (CHU) de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **69**(0), 5456.

Goic-Barisic, I., Hrenovic, J., Kovacic, A., Music, M. S. (2016). Emergence of oxacillinases in environmental carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* associated with clinical isolates. *Microbial Drug Resistance*, **22**(7), 559–63.

Gomi, R., Matsuda, T., Yamamoto, M., Chou, P. H., Tanaka, M., Ichiyama, S., Yoneda, M., Matsumura, Y. (2018). Characteristics of carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae* in wastewater revealed by genomic analysis. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **62**(5).

Grabowski, M., Lobo, J. M., Gunnell, B., Enfield, K., Carpenter, R., Barnes, L., & Mathers, A. J. (2018). Characterizations of handwashing sink activities in a single hospital medical intensive care unit. *Journal of Hospital Infection*, **100**(3), 115-122.

### I

Islam, M.A., Islam, M., Hasan, R., Hossain, M.I., Nabi, A., Rahman, M., Goessens, W. F., Endtz, H. F., Boehm, A. B., Faruque, S. M.(2017). Environmental spread of New Delhi metallo- $\beta$ -lactamase-1-producing multidrug-resistant bacteria in Dhaka, Bangladesh. *Applied and Environmental Microbiology*, **83**(15), 11.

### J

Jarlier, V., Nicolas, M.-H., Fournier, G., & Philippon, A. (1988). Extended Broad-Spectrum -Lactamases Conferring Transferable Resistance to Newer  $\beta$ -Lactam Agents in *Enterobacteriaceae*: Hospital Prevalence and Susceptibility Patterns. *Clinical Infectious Diseases*, **10**(4), 867–878.

Jayol, A. (2018). *Résistance à la colistine chez les bacilles Gram négatif*. Thèse de doctorat en Microbiologie –immunologie Bordeaux. *Theses*.

Jeannette, M. -A., Kelvin, S., Lang., Timothy, M., Lapara., Gerald, Gonzalez, G., Randall, S. S., (2007). Evaluating the Effect of Chlortetracycline on the proliferation of Antibiotic-resistant bacteria in a stimulated river water ecosystem. *Applied and Environmental Microbiology*, **73** (7), 5421-5425.

### K

KARA TERKI I. (2014). Caractérisation et évaluation de la formation de biofilm de souches de staphylocoques isolées de sondes urinaires chez des patients hospitalisés au CHU de Tlemcen, *Thèse du doctorat, Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen (Algérie)*, 132.



Kizny Gordon, A. E., Mathers, A. J., Cheong, E. Y., Gottlieb, T., Kotay, S., Walker, A. S., Peto, T. E., Crook, D. W., & Stoesser, N. (2017). The hospital water environment as a reservoir for carbapenem-resistant organisms causing hospital-acquired infections-A systematic review of the literature. *Clinical infectious diseases*, **64**(10), 1435-1444.

Klein, E. Y., Van Boeckel, T. P., Martinez, E. M., Pant, S., Gandra, S., Levin, S. A., Goosens, H., Laxminarayan, R. (2018). Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **115**(15), 3463–3470.

Kotay, S. M., Parikh, H. I., Barry, K., Gweon, H. S., Guilford, W., Carroll, J., & Mathers, A. J. (2020). Nutrients influence the dynamics of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase producing *enterobacterales* in transplanted hospital sinks. *Water research*, **176**, 115707.

### L

Ledwoch, K., Robertson, A., Laurant, J., Norville, P., & Maillard, J. Y. (2020). It's a trap ! The development of a versatile drain biofilm model and its susceptibility to disinfection. *Journal of Hospital Infection*, **106**(4), 757-764.

### M

Mairi, A., Touati, A., Pantel, A., Dunyach-Remy, C., Sotto, A., Champs, C. D., & Lavigne, J.-P. (2019). Performance of a new in-house medium Carba MTL-broth for the rapid detection of carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae*. *The Journal of Infection in Developing Countries*, **13**(07), 591-602.

Marisol, G. U., Capdepuy, M., Arpin, C., Raymond, N., Caumette, P., Quentin, C. (2000). Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of river in *enterobacteriaceae* and *Aeromonas spp.* *Applied and Environmental Microbiology*, **66**(1), 125-132.

Mass, C. (2018). *Etude de la résistance à la colistine chez Escherichia coli, à partir d'une collection de souches cliniques isolées au CHU de Bordeaux. Université Toulouse III-Paul Sabatier.*

Mills, M. C., Lee, J. (2019). The threat of carbapenem-resistant bacteria in the environment: Evidence of widespread contamination of reservoirs at a global scale. *Environmental Pollution*, **255** (1), 113143.

### N

Newton-Foot, M., Snyman, Y., Maloba, M. R. B., Whitelaw, A. C. (2017). Plasmid-mediated mcr-1 colistin resistance in *Escherichia coli* and *Klebsiella spp.* clinical isolates from the Western Cape region of South Africa. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, **6**(1), 78.

Nordmann, P., Gniadkowski, M., Giske, C. G., Poirel, L., Woodford, N., Miriagou, V., European Network on Carbapenemases. (2012). Identification and screening of carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae*. *Clinical Microbiology and Infection*, **18**(5), 432-438.

### O

Obasi, A. I., Ugoji, E. O., Nwachukwu, S. U. (2019). Incidence and molecular characterization of multidrug resistance in Gram-negative bacteria of clinical importance from pharmaceutical wastewaters in South-western Nigeria. *Environmental DNA*, **1**(3), 268-280.

OMS (2016). OMS | Résistance aux antibiotiques, WHO. World Health Organization. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/antibiotic-resistance/fr/> (Accessed: 8 August 2017).

Ory, J. (2017). Effluents hospitaliers : Sources de pollution en antibiotiques et de résistances bactériennes potentiellement transmissibles via un biofilm?. *Thèse de doctorat en Microbiologie [PhD Thesis]. Université Clermont Auvergne*, 68.

Ory, J., Bricheux, G., Robin, F., Togola, A., Forestier, C., Traore, O. (2019). Biofilms in hospital effluents as a potential crossroads for carbapenemase-encoding strains. *Science of Total Environment*, **657**, 7-15.

### P

Park, S. C., Parikh, H., Vegesana, K., Stoesser, N., Barry, K. E., Kotay, S. M., Dudley, S., Peto, T. E., Crook, D. W., & Walker, A. S., Mathers, A. J. (2020). Risk factors associated with carbapenemase-producing *Enterobacterales* (CPE) positivity in the hospital wastewater environment. *Applied and environmental microbiology*, **86**(24).

Parkes, L. O., Hota, S. S. (2018). Sink-related outbreaks and mitigation strategies in healthcare facilities. *Current infectious disease reports*, **20**(10), 1-14.

Pérez-Parada, A., Aguera, A., Gomez-Ramos, M. D. M., Garcia-Rayes, J. F., Heinzen, H., Fernandez-Alba, A. R. (2011). Behavior of amoxicillin in wastewater and river water: identification of its main transformation products by liquid chromatography/electrospray. quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, **25**(6), 731–742.

### R

Ribeiro-Gonçalves, B., Francisco, A. P., Vaz, C., Ramirez, M., Carriço, J. A. (2016). Phyloviz Online: web-based tool for visualization, phylogenetic inference, analysis and sharing of mini- mum spanning trees. *Nucleic Acids Research*, **44**(1), 246-251.

Rivera-Izquierdo, M., Láinez-Ramos-Bossini, A. J., Rivera-Izquierdo, C., López-Gómez, J., Fernández-Martínez, N. F., Redruello-Guerrero, P., Martín-delosReyes, L. M., Martínez-Ruiz, V., Moreno-Roldán, E., Jiménez-Mejías, E. (2021). OXA-48 Carbapenemase-Producing *Enterobacterales* in Spanish Hospitals : An Updated Comprehensive Review on a Rising Antimicrobial Resistance. *Antibiotics*, **10**(1), 89.

Robert W. F., Guharoy, R. (2021). *Clinical use of anti-infective agents*. 25Chapitre,300.

### S

Suay-García, B., Pérez-Gracia, M.T. (2019). Present and Future of Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* (CRE) Infections. *Antibiotics*, **8**(3), 122.

Sugawara, Y., Akeda, Y., Hagiya, H., Sakamoto, N., Takeuchi, T., Shanmugahani, R. K., Motooka, D., Nishi, I., Zin, K. N., Aye, M. M., Myint, T., Tomono, K., Hamada, S. (2019). Spreading patterns of NDM-producing *Enterobacteriaceae* in clinical and environmental settings in Yangon, Myanmar. *Antimicrobial and Agents Chemotherapy*, **63**(3).

Szekeres, E., Baricz, A., Chiriac, C. M., Farkas, A., Opris, O., Soran, M. L., Andrei, A. S., Rudi, K., Balcazar, J. L., Dragos, N., Coman, C. (2017) . Abundance of antibiotics, antibiotic resistance genes and bacterial community composition in wastewater effluents from different Romanian hospitals. *Environmental Pollution*, **225**, 304–315.

### T

Ta, C., Wong, G., Cole, W., Medvedev, G. (2020). Scrub sink contamination and transmission to operating room personnel. *New Microbes and New Infections*, **37**, 100754.

Tafoukt, R., Leangapichart, T., Hadjadj, L., Bakour, S., Diene, S. M., Rolain, J. M., Touati, A. (2018). Characterisation of *bla*OXA-538, a new variant of *bla*OXA-48, in *Shewanella xiamenensis* isolated from river water in Algeria. *Journal Global Antimicrobial Resistance*, **13**, 70–73.

### V

Von Wintersdorff, C. J. H., Penders, J., Niekerk, J. M. V., Mills, N. D., Majumder, S., Alphen, L. B. V., Savelkoul, P. H. M., Wolffs, P. F. G. (2016). Dissemination of Antimicrobial Resistance in Microbial Ecosystems through Horizontal Gene Transfer. *Frontiers in microbiology*, **7**, 173.

### Y

Yousfi, K., Touati, A., Lefebvre, B., Philippe, G., Brahim, S., Gharout-Sait, A., Harel, J., Bekal, S. (2019). Characterization of multidrug-resistant Gram-negative bacilli isolated from hospitals effluents: first report of a *bla*OXA-48 -like in *Klebsiella oxytoca*, Algeria. *Brazilian Journal of Microbiology*, **50**, 175–183.

### Z

Zagui, G. S., de Andrade, L. N., Moreira, N. C., Silva, T. V., Machado, G. P., da Costa Darini, A. L., & Segura-Muñoz, S. I. (2020). Gram-negative bacteria carrying  $\beta$ -lactamase encoding genes in hospital and urban wastewater in Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, **192** (376), 1-11.

Zenati, K., Touati, A., Bakour, S., Sahli, F., Rolain, J.M. (2016). Characterization of NDM-1- and OXA-23-producing *Acinetobacter baumannii* isolates from inanimate surfaces in a hospital environment in Algeria. *Journal of Hospital Infection*, **92** (1), 19-26.

Zhang, L., Ma, X., Luo, L., Hu, N., Duan, J., Tang, Z., Zhong, R., Li, Y. (2020). The Prevalence and Characterization of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase- and Carbapenemase-Producing Bacteria from Hospital Sewage, Treated Effluents and Receiving Rivers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**(4), 1183.

## Références bibliographiques

---

Zurfluh, K., Bagutti, C., Brodmann, P., Alt, M., Schulze, J., Fanning, S., Stephan, R., Nuesch-Inderbinen, M. (2017). Wastewater is a reservoir for clinically relevant carbapenemase-and 16S rRNA methylase-producing *Enterobacteriaceae*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, **50**(3), 436-440.

# ANNEXES

Tableau N°I : Dosage du chlore dans les eaux de rejets de l'hôpital d'Amizour.

| <i>Code</i>   | <i>Type de prélèvement</i>   | <i>Service</i>        | <i>Chlore mg/L</i> |
|---------------|--|-----------------------|--------------------|
| <b>Siph1</b>  | Eau siphon "Eau de vaisselle "   | Cuisine               | 0                  |
| <b>Siph2</b>  | Eau de rejet final "urgence, laboratoire, pharmacie, radiologie"       | Regard                | 0                  |
| <b>Siph3</b>  | Eau siphon cuisine   | Médecine interne      | 0                  |
| <b>Siph4</b>  | Eau de lavage du linge   | Blanchisserie         | 0                  |
| <b>Siph5</b>  | Eau siphon de salle de soin  | Chirurgie<br>générale | 0                  |
| <b>Siph6</b>  | Eau de cuvette des toilettes   | Médecine interne      | 0                  |
| <b>Siph7</b>  | Eau de rejet final "médecine interne, maternité, chirurgie, oncologie" | Regard                | 0                  |
| <b>Siph8</b>  | Eau siphon sanitaire patient   | Médecine interne      | 0                  |
| <b>Siph9</b>  | Eau siphon de sanitaire personnel                                      | Médecine interne      | 0                  |
| <b>Siph10</b> | Eau siphon sanitaire patient   | Chirurgie<br>générale | 0                  |
| <b>Siph11</b> | Eau siphon de salle de soin  | Médecine interne      | 0                  |
| <b>Siph12</b> | Rejet final  | Regard final          | 0                  |
| <b>Siph13</b> | Eau siphon salle "1"   | Urgence pédiatrie     | 0                  |
| <b>Siph14</b> | Eau siphon salle "2"   | Urgence pédiatrie     | 0                  |
| <b>Siph15</b> | Eau siphon salle "3"   | Urgence pédiatrie     | 0                  |
| <b>Siph16</b> | Eau siphon de salle de soin  | Urgence               | 0                  |
| <b>Siph17</b> | Eau siphon salle "1"   | Urgence               | 0                  |
| <b>Siph18</b> | Eau siphon salle "2"   | Urgence               | 0                  |
| <b>Siph19</b> | Eau siphon salle "3"   | Urgence               | 0                  |
| <b>Siph20</b> | Eau siphon sanitaire personnel   | Maternité             | 0                  |
| <b>Siph21</b> | Eau siphon sanitaire patient "1"                                       | Maternité             | 0                  |
| <b>Siph22</b> | Eau siphon sanitaire patient "2"                                       | Maternité             | 0                  |
| <b>Siph23</b> | Eau siphon salle d'accouchement "1"                                    | Maternité             | 0                  |
| <b>Siph24</b> | Eau siphon salle d'accouchement "2"                                    | Maternité             | 0                  |
| <b>Siph25</b> | Eau siphon de la cuisine   | Maternité             | 0                  |
| <b>Siph26</b> | Eau siphon salle "1"   | Néonatalogie          | 0                  |
| <b>Siph27</b> | Eau siphon salle "2"   | Néonatalogie          | 0                  |
| <b>Siph28</b> | Eau siphon salle de photothérapie                                      | Néonatalogie          | 0                  |
| <b>Siph29</b> | Eau siphon salle de soin   | Pédiatrie             | 0                  |
| <b>Siph30</b> | Eau siphon sanitaire patient   | Pédiatrie             | 0                  |
| <b>Siph31</b> | Eau récupérer de cuvette toilette patient                              | Pédiatrie             | 0                  |
| <b>Siph32</b> | Détergent "eau+eau javel"  | Pédiatrie             | 0                  |
| <b>Siph33</b> | Eau siphon de cuisine  | Pédiatrie             | 0                  |

**Tableau N°II : Répartition des prélèvements par services, type de prélèvements ainsi que la croissance sur bouillon nutritif et sur carba MTL-Broth.**

| Date et heure     | Code   | Services          | Salles              | Types de prélèvements            | BN      | MTL     |
|-------------------|--------|-------------------|---------------------|----------------------------------|---------|---------|
| 09-06-2021 à 9h   | 1      | Urgence pédiatrie | Salle de soin       | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                   | 2      | Urgence pédiatrie | Salle de soin       | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Négatif |
|                   | 3      | Urgence pédiatrie | Salle de soin       | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Positif |
|                   | 4      | Urgence pédiatrie | Salle de soin       | Ecouvillonnage interrupteur      | Positif | Négatif |
|                   | 5      | Urgence pédiatrie | Salle1              | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                   | 6      | Urgence pédiatrie | Salle1              | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Positif |
|                   | 7      | Urgence pédiatrie | Salle1              | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Négatif |
|                   | 8      | Urgence pédiatrie | Salle1              | Ecouvillonnage interrupteur      | Positif | Négatif |
|                   | 9      | Urgence pédiatrie | Salle2              | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Négatif |
|                   | 10     | Urgence pédiatrie | Salle2              | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Positif |
|                   | 11     | Urgence pédiatrie | Salle2              | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Positif |
|                   | 12     | Urgence pédiatrie | Salle2              | Ecouvillonnage interrupteur      | Positif | Positif |
|                   | Siph13 | Urgence pédiatrie | Salle 1             | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                   | Siph14 | Urgence pédiatrie | Salle 2             | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                   | Siph15 | Urgence pédiatrie | Salle 3             | Eau siphon                       | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 9h30 | 13     | Urgence           | Salle de soin       | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                   | 14     | Urgence           | Salle de soin       | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Positif |
|                   | 15     | Urgence           | Salle de soin       | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Positif |
|                   | 16     | Urgence           | salle1              | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 10h  | 17     | Urgence           | Salle2              | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Négatif |
|                   | 18     | Urgence           | Salle2              | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Négatif |
|                   | 19     | Urgence           | Salle2              | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Négatif |
|                   | Siph16 | Urgence           | Salle de soin       | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                   | Siph17 | Urgence           | Salle 1             | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                   | Siph18 | Urgence           | Salle 2             | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                   | Siph19 | Urgence           | Salle 3             | Eau siphon                       | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 11H  | 20     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage toilette anglaise | Positif | Positif |
|                   | 21     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage canalisation "1"  | Positif | Positif |
|                   | 22     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage robinet "1"       | Positif | Négatif |
|                   | 23     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage lavabo "1"        | Positif | Négatif |
|                   | 24     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage canalisation "2"  | Positif | Positif |
|                   | 25     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage robinet "2"       | Positif | Négatif |
|                   | 26     | Pédiatrie         | Sanitaires communes | Ecouvillonnage lavabo "2"        | Positif | Négatif |
|                   | 27     | Pédiatrie         | Cuisine             | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                   | 28     | Pédiatrie         | Cuisine             | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Négatif |
|                   | 29     | Pédiatrie         | Cuisine             | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Négatif |
|                   | 30     | Pédiatrie         | Salle de soin       | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                   | 31     | Pédiatrie         | Salle de soin       | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Positif |
|                   | 32     | Pédiatrie         | Salle de soin       | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Positif |



**Tableau N°II : Répartition des prélèvements par services, type de prélèvements ainsi que la croissance sur bouillon nutritif et sur carba MTL-Broth.**

| Date et heure      | Code   | Services     | Salles               | Types de prélèvements            | BN      | MTL     |
|--------------------|--------|--------------|----------------------|----------------------------------|---------|---------|
| 09-06-2021 à 11H   | Siph29 | Pédiatrie    | Salle de soin        | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                    | Siph30 | Pédiatrie    | Sanitaires commun    | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                    | Siph31 | Pédiatrie    | Sanitaires commun    | Eau de toilette                  | Positif | Positif |
|                    | Siph32 | Pédiatrie    | Cuisine              | Préparation de nettoyage         | Positif | Positif |
|                    | Siph33 | Pédiatrie    | Cuisine              | Eau siphon                       | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 11h30 | 33     | Néonatalogie | Photothérapie        | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Négatif |
|                    | 34     | Néonatalogie | Salle1               | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                    | 35     | Néonatalogie | Salle1               | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Négatif |
|                    | 36     | Néonatalogie | Salle1               | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Positif |
|                    | 37     | Néonatalogie | Salle2               | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                    | 38     | Néonatalogie | Salle2               | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Négatif |
|                    | 39     | Néonatalogie | Salle2               | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Positif |
|                    | Siph26 | Néonatalogie | Salle1               | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                    | Siph27 | Néonatalogie | Salle2               | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                    | Siph28 | Néonatalogie | Salle photothérapie  | Eau siphon                       | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 12h   | 40     | Maternité    | Salle accouchement   | Ecouvillonnage canalisation1     | Positif | Positif |
|                    | 41     | Maternité    | Salle accouchement   | Ecouvillonnagerobinet "1"        | Positif | Négatif |
|                    | 42     | Maternité    | Salle accouchement   | Ecouvillonnage lavabo "1"        | Positif | Positif |
|                    | 43     | Maternité    | Salle accouchement   | Ecouvillonnage canalisation "2"  | Positif | Positif |
|                    | 44     | Maternité    | Salle accouchement   | Ecouvillonnage robinet "2"       | Positif | Négatif |
|                    | 45     | Maternité    | Salle accouchement   | Ecouvillonnage lavabo "2"        | Positif | Négatif |
|                    | 46     | Maternité    | Cuisine              | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Négatif |
|                    | 47     | Maternité    | Cuisine              | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Positif |
|                    | 48     | Maternité    | Cuisine              | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Négatif |
|                    | 49     | Maternité    | Douche personnel     | Ecouvillonnage canalisation      | Positif | Positif |
|                    | 50     | Maternité    | Douche personnel     | Ecouvillonnage lavabo            | Positif | Négatif |
|                    | 51     | Maternité    | Douche personnel     | Ecouvillonnage robinet           | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 12h30 | 52     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage canalisation 1    | Positif | Positif |
|                    | 53     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage robinet "1"       | Positif | Négatif |
|                    | 54     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage lavabo "1"        | Positif | Positif |
|                    | 55     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage canalisation 2    | Positif | Négatif |
|                    | 56     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage robinet "2"       | Positif | Positif |
|                    | 57     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage lavabo "2"        | Positif | Positif |
|                    | 58     | Maternité    | Sanitaires commun    | Ecouvillonnage toilette anglaise | Positif | Positif |
|                    | Siph20 | Maternité    | Sanitaire personnel  | Eau siphon                       | Positif | Positif |
|                    | Siph21 | Maternité    | Sanitaires commun 1  | Eau siphon "1"                   | Positif | Positif |
|                    | Siph22 | Maternité    | Sanitaires commun1   | Eau siphon "2"                   | Positif | Positif |
|                    | Siph23 | Maternité    | Salle accouchement 1 | Eau siphon "1"                   | Positif | Positif |
|                    | Siph24 | Maternité    | Salle accouchement 2 | Eau siphon "2"                   | Positif | Positif |
|                    | Siph25 | Maternité    | Cuisine              | Eau siphon de la cuisine         | Positif | Positif |

**Tableau N°II : Répartition des prélèvements par services, type de prélèvements ainsi que la croissance sur bouillon nutritif et sur carba MTL-Broth.**

| Date et heure      | Code   | Services           | Salles              | Types de prélèvements                                      | BN      | MTL     |
|--------------------|--------|--------------------|---------------------|--|---------|---------|
| 09-06-2021 à 15h   | 59     | Cuisine "Sous-sol" | Cuisine             | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Négatif |
|                    | 60     | Cuisine Sous-sol"  | Cuisine             | Ecouvillonnage robinet                                     | Positif | Négatif |
|                    | 61     | Cuisine "Sous-sol" | Cuisine             | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Positif |
|                    | Siph 1 | Cuisine "Sous-sol" | Salle de lavage     | Eau siphon "Eau de vaisselle"                              | Positif | Positif |
|                    | 62     | Médecine interne   | Salle de soin       | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Positif |
|                    | 63     | Médecine interne   | Salle de soin       | Ecouvillonnage robinet                                     | Positif | Négatif |
|                    | 64     | Médecine interne   | Salle de soin       | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Négatif |
|                    | 65     | Médecine interne   | Cuisine             | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Positif |
|                    | 66     | Médecine interne   | Cuisine             | Ecouvillonnage robinet                                     | Positif | Positif |
|                    | 67     | Médecine interne   | Cuisine             | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Positif |
|                    | 68     | Médecine interne   | Sanitaire personnel | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Négatif |
|                    | 69     | Médecine interne   | Sanitaire personnel | Ecouvillonnage robinet                                     | Positif | Positif |
|                    | 70     | Médecine interne   | Sanitaire personnel | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Négatif |
|                    | Siph3  | Médecine interne   | Cuisine             | Eau siphon   | Positif | Positif |
|                    | Siph8  | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Eau siphon   | Positif | Positif |
|                    | Siph9  | Médecine interne   | Sanitaire personnel | Eau siphon   | Positif | Positif |
|                    | Siph11 | Médecine interne   | Salle de soin       | Eau siphon   | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 15h30 | 71     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Négatif |
|                    | 72     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Positif |
|                    | 73     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnagerobinet                                      | Positif | Positif |
|                    | 74     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage toilette anglaise                           | Positif | Positif |
|                    | 75     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage l'interrupteur                              | Positif | Négatif |
|                    | 76     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage poignée de porte1                           | Positif | Positif |
|                    | 77     | Médecine interne   | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage poignée de porte2                           | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 16h   | 78     | Chirurgie générale | Salle de soin       | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Positif |
|                    | 79     | Chirurgie générale | Salle de soin       | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Positif |
|                    | 80     | Chirurgie générale | Salle de soin       | Ecouvillonnage robinet                                     | Positif | Positif |
|                    | 81     | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage canalisation                                | Positif | Positif |
|                    | 82     | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage lavabo                                      | Positif | Positif |
|                    | 83     | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage robinet                                     | Positif | Négatif |
|                    | 84     | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage toilette anglaise                           | Positif | Positif |
|                    | 85     | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage interrupteur                                | Positif | Négatif |
|                    | 86     | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Ecouvillonnage poignet                                     | Positif | Positif |
| 09-06-2021 à 16h   | Siph 5 | Chirurgie générale | Salle de soin       | Eau siphon   | Positif | Positif |
|                    | Siph11 | Chirurgie générale | Sanitaire commun    | Eau siphon   | Positif | Positif |
|                    | Siph4  | Buanderie          | Lavage              | Eau de lavage du linge                                     | Positif | Positif |
|                    | Siph7  | Sortie final       | Regard final        | Eau de "médecine interne, maternité, chirurgie, oncologie" | Positif | Positif |
|                    | Siph2  | Sortie final       | Regard              | Eau "urgence, laboratoire, pharmacie, radiologie"          | Positif | Positif |
|                    | Siph12 | Sortie final       | Bassin final        | Eau mélangée de toutes les activités                       | Positif | Positif |

Tableau N°III : Identification des souches d'entérobactéries résistantes à l'imipénème.

| Code       | EMB/ VRBL          | Espèces                 | GLU | LAC | GAZ | H2S | CIT | UREE | INDOL | NITRA | CHROM |
|------------|--------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|
| 5 "3"      | Tapi muqueux       | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | Rose  |
| 13 "1"     | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | KES   |
| 14         | Rose               | <i>Enterobacter sp.</i> | +   | +   | +   | -   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| 17 "2"     | Rose               | <i>Citrobactersp.</i>   | +   | +   | +   | +   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| 20 "3"     | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |
| 30 "2"     | Rose               | <i>Citrobactersp.</i>   | +   | +   | +   | +   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| 31 "2"     | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |
| 31 "5"     | Tapi muqueux       | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| 32 "6"     | Rose centre noir   | <i>Citrobactersp.</i>   | +   | +   | +   | +   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| 49 "3"     | Rose foncé         | <i>K. oxytoca</i>       | +   | +   | +   | -   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| 56 "1"     | Rose centre noir   | <i>Enterobacter sp.</i> | +   | +   | +   | -   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| 56 "2"     | Rose centre noir   | <i>Enterobacter sp.</i> | +   | +   | +   | -   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| 67 "2"     | Rose clair muqueux | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| 72         | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |
| 79 "2"     | Rose muqueux       | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| 79 "3"     | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |
| Siph1 "1"  | Rose à centre noir | <i>K. oxytoca</i>       | +   | +   | +   | -   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| Siph4 "5"  | Rose clair "pale"  | <i>K. oxytoca</i>       | +   | +   | +   | -   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| Siph5 "1"  | Rose               | <i>K. oxytoca</i>       | +   | +   | +   | -   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| Siph5 "3"  | Rose à centre noir | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| Siph6 "1"  | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |
| Siph11 "1" | Rose muqueux       | <i>Citrobactersp.</i>   | +   | +   | +   | +   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| Siph11 "2" | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |
| Siph17 "1" | Rose foncé         | <i>K. oxytoca</i>       | +   | +   | +   | -   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| Siph20 "2" | Tapi muqueux       | <i>Citrobactersp.</i>   | +   | +   | +   | +   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| Siph22 "1" | Rose à centre noir | <i>Enterobacter sp.</i> | +   | +   | +   | -   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| Siph23 "1" | Rose foncé         | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| Siph25 "2" | Rose foncé         | <i>K. oxytoca</i>       | +   | +   | +   | -   | +   | +    | -     | +     | KES   |
| Siph26 "2" | Rose centre noir   | <i>Enterobacter sp.</i> | +   | +   | +   | -   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| Siph26 "3" | Tapi muqueux       | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| Siph29 "4" | Rosepetite colonie | <i>Enterobacter sp.</i> | +   | +   | +   | -   | +   | -    | -     | +     | KES   |
| Siph32 "3" | Rose clair muqueux | <i>K. pneumoniae</i>    | +   | +   | +   | -   | +   | +    | +     | +     | KES   |
| Siph33 "4" | Eclat métallique   | <i>E. coli</i>          | +   | +   | +   | -   | -   | -    | +     | +     | Rose  |

Tableau N° IV : Identification des souches non fermentaires.

| Code       | EMB/ VRBL                               | Espèces              | GLU | LAC | GAZ | H2S | CIT | CHROM     | CITRIMIDE        | 44°C |
|------------|---|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------------------|------|
| Siph33 "3" | Petite colonie bombé                    | <i>A. baumannii</i>  | -   | -   | -   | -   | +   | Blanche   | -                | +    |
| 66         | Plate transpatante à contour irrégulier | <i>P. aeruginosa</i> | -   | -   | -   | -   | +   | Vert pale | Vert fluoresçant | ND   |

**Tableau N° V** : Diamètres des zones d'inhibition (mm) et profils de résistance des souches résistantes à l'imipénème et vis-à-vis de différentes familles d'antibiotiques et leurs aspects sur milieu EMB.

| Code       | CTX |   | CAZ |   | ATM |   | AMC |   | IMP |   | FOX |   | MERO |   | CT |   | TOB |   | EMB                |
|------------|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|------|---|----|---|-----|---|--------------------|
|            | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D    | R | D  | R | D   | R |                    |
| 5 "3"      | 29  | S | 24  | S | 33  | S | 6   | R | 12  | R | 20  | S | 25   | S | /  | / | 21  | S | Tapi muqueux       |
| 13 "1"     | 6   | R | 6   | R | 12  | R | 6   | R | 21  | R | 6   | R | /    | / | 19 | S | 10  | R | Eclat métallique   |
| 14         | 6   | R | 6   | R | 9   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | /    | / | 16 | S | 10  | R | Rose               |
| 17 "2"     | 31  | S | 26  | S | 34  | S | 6   | R | 14  | R | 19  | S | 26   | S | /  | / | 21  | S | Rose               |
| 20 "3"     | 20  | S | 9   | R | 27  | S | 6   | R | 13  | R | 6   | R | 25   | S | 15 | S | 17  | I | Eclat métallique   |
| 30 "2"     | 10  | R | 11  | R | 19  | R | 6   | R | 11  | R | 6   | R | 26   | S | /  | / | 6   | R | Rose               |
| 31 "2"     | 6   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 13  | R | 6   | R | 23   | R | 15 | S | 6   | R | Eclat métallique   |
| 31 "5"     | 6   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 15  | R | 21  | S | 26   | S | 15 | S | 20  | S | Tapi muqueux       |
| 32 "6"     | 15  | R | 6   | R | 24  | I | 6   | R | 23  | R | 11  | R | /    | / | 11 | R | 16  | I | Rose à centre noir |
| 49 "3"     | 24  | S | 21  | I | 26  | S | 6   | R | 10  | R | 6   | R | 25   | S | /  |   | 20  | S | Rose foncé         |
| 56 "1"     | 21  | S | 16  | R | 22  | I | 6   | R | 24  | I | 6   | R | /    | / | 12 | R | 16  | I | Rose à centre noir |
| 56 "2"     | 26  | S | 17  | R | 20  | R | 6   | R | 24  | I | 6   | R | /    | / | 11 | R | 16  | I | Rose à centre noir |
| 67 "2"     | 28  | S | 19  | I | 30  | S | 6   | R | 16  | R | 25  | S | 26   | S | 17 | S | 18  | S | Rose clair muqueux |
| 72         | 6   | R | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 14  | R | 6   | R | 24   | R | 16 | S | 9   | R | Eclat métallique   |
| 79 "2"     | 6   | R | 6   | R | 9   | R | 6   | R | 24  | I | 6   | R | /    | / | 20 | S | 9   | R | Rose muqueux       |
| 79 "3"     | 6   | R | 6   | R | 6   | R | 6   | R | 12  | R | 20  | S | 22   | R | 16 | S | 9   | R | Eclat métallique   |
| Siph1 "1"  | 29  | S | 17  | R | 32  | S | 6   | R | 15  | R | 23  | S | 29   | S | 16 | S | 21  | S | Rose à centre noir |
| Siph4 "5"  | 8   | R | 6   | R | 14  | R | 6   | R | 19  | R | 21  | S | /    | / | 12 | R | 13  | R | Rose clair "pale"  |
| Siph5 "1"  | 24  | S | 21  | I | 31  | S | 6   | R | 10  | R | 6   | R | 25   | S | /  | / | 20  | S | Rose               |
| Siph5 "3"  | 20  | S | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 24  | I | 9   | R | /    | / | 11 | R | 12  | R | Rose à centre noir |
| Siph6 "1"  | 10  | R | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 19  | R | 16  | I | /    | / | 16 | S | 15  | R | Eclat métallique   |
| Siph11 "1" | 8   | R | 6   | R | 13  | R | 6   | R | 20  | R | 20  | S | /    | / | 16 | S | 10  | R | Rose muqueux       |

## Annexes

|                       |           |          |           |          |           |          |          |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |                                      |
|-----------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|--------------------------------------|
| <b>Siph11<br/>"2"</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>15</b> | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>10</b> | <b>R</b> | <b>Eclat<br/>métallique</b>          |
| <b>Siph17<br/>"1"</b> | <b>25</b> | <b>S</b> | <b>21</b> | <b>I</b> | <b>30</b> | <b>S</b> | <b>9</b> | <b>R</b> | <b>11</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>30</b> | <b>S</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>21</b> | <b>S</b> | <b>Rose foncé</b>                    |
| <b>Siph20<br/>"2"</b> | <b>10</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>15</b> | <b>R</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>14</b> | <b>R</b> | <b>17</b> | <b>I</b> | <b>21</b> | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>12</b> | <b>R</b> | <b>tapi<br/>muqueux</b>              |
| <b>Siph22<br/>"1"</b> | <b>25</b> | <b>S</b> | <b>20</b> | <b>I</b> | <b>30</b> | <b>S</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>9</b>  | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>23</b> | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>19</b> | <b>S</b> | <b>Rose à<br/>centre noir</b>        |
| <b>Siph23<br/>"1"</b> | <b>25</b> | <b>S</b> | <b>20</b> | <b>I</b> | <b>30</b> | <b>S</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>9</b>  | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>26</b> | <b>S</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>19</b> | <b>S</b> | <b>Rose foncé</b>                    |
| <b>Siph25<br/>"2"</b> | <b>27</b> | <b>S</b> | <b>20</b> | <b>I</b> | <b>30</b> | <b>S</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>12</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>26</b> | <b>S</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>20</b> | <b>S</b> | <b>Rose foncé</b>                    |
| <b>Siph26<br/>"2"</b> | <b>25</b> | <b>S</b> | <b>15</b> | <b>R</b> | <b>22</b> | <b>I</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>22</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>12</b> | <b>R</b> | <b>16</b> | <b>I</b> | <b>Rose à<br/>centre noir</b>        |
| <b>Siph26<br/>"3"</b> | <b>25</b> | <b>S</b> | <b>18</b> | <b>R</b> | <b>25</b> | <b>I</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>24</b> | <b>I</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>12</b> | <b>R</b> | <b>16</b> | <b>I</b> | <b>Rose à<br/>centre noir</b>        |
| <b>Siph29<br/>"4"</b> | <b>22</b> | <b>S</b> | <b>14</b> | <b>R</b> | <b>20</b> | <b>R</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>22</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>13</b> | <b>R</b> | <b>15</b> | <b>R</b> | <b>Rose<br/>(petite<br/>colonie)</b> |
| <b>Siph32<br/>"3"</b> | <b>28</b> | <b>S</b> | <b>19</b> | <b>I</b> | <b>31</b> | <b>S</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>10</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>24</b> | <b>R</b> | <b>14</b> | <b>R</b> | <b>18</b> | <b>S</b> | <b>Rose clair<br/>muqueux</b>        |
| <b>Siph33<br/>"4"</b> | <b>22</b> | <b>S</b> | <b>14</b> | <b>R</b> | <b>27</b> | <b>S</b> | <b>6</b> | <b>R</b> | <b>23</b> | <b>R</b> | <b>6</b>  | <b>R</b> | <b>/</b>  | <b>/</b> | <b>14</b> | <b>R</b> | <b>15</b> | <b>R</b> | <b>Eclat<br/>métallique</b>          |

**Tableau N° VI : Diamètres des zones d'inhibition (mm) et profils de résistance des souches d'entérobactéries d'Amizour aux antibiotiques.**

| Code   | CTX |   | CAZ |   | ATM |   | AMC |   | IMP |   | FOX |   | MERO |   | CT |   | TOB |   |
|--------|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|------|---|----|---|-----|---|
|        | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D   | R | D    | R | D  | R | D   | R |
| 5 "1"  | 12  | R | 6   | R | 17  | R | 6   | R | 27  | S | 10  | R | 30   | S | 19 | S | 20  | S |
| 5 "2"  | 6   | R | 6   | R | 22  | I | 6   | R | 26  | S | 6   | R | /    | / | 17 | S | 11  | R |
| 5 "3"  | 29  | S | 24  | S | 33  | S | 6   | R | 12  | R | 20  | S | 25   | S | /  | / | 21  | S |
| 7 "1"  | 17  | I | 6   | R | 22  | I | 6   | R | 26  | S | 6   | R | /    | / | 12 | R | 12  | R |
| 13 "1" | 6   | R | 6   | R | 12  | R | 6   | R | 21  | R | 6   | R | /    | / | 19 | S | 10  | R |
| 13 "2" | 21  | S | 10  | R | 22  | I | 6   | R | 26  | S | 20  | S | /    | / | 15 | S | 17  | I |
| 14     | 6   | R | 6   | R | 9   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | /    | / | 16 | S | 10  | R |
| 15 "1" | 6   | R | 6   | R | 12  | R | 6   | R | 30  | S | 15  | I | /    | / | 17 | S | 12  | R |
| 17 "2" | 31  | S | 26  | S | 34  | S | 6   | R | 14  | R | 19  | S | 26   | S | /  | / | 21  | S |
| 20 "3" | 20  | S | 9   | R | 27  | S | 6   | R | 13  | R | 6   | R | 25   | S | 15 | S | 17  | I |
| 20 "5" | 6   | R | 6   | R | 19  | R | 6   | R | 27  | S | 20  | S | /    | / | 19 | S | 18  | S |
| 21 "1" | 6   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 26  | S | 6   | R | /    | / | 20 | S | 18  | S |
| 21 "2" | 20  | S | 6   | R | 24  | I | 6   | R | 27  | S | 16  | I | /    | / | 15 | S | 20  | S |
| 24 "1" | 26  | S | 19  | I | 29  | S | 6   | R | 25  | S | 6   | R | /    | / | 13 | R | 17  | I |
| 24 "3" | 26  | S | 28  | S | 20  | R | 6   | R | 28  | S | 6   | R | /    | / | 14 | R | 19  | S |
| 30 "1" | 15  | R | 6   | R | 21  | I | 6   | R | 28  | S | 11  | R | /    | / | 18 | S | 6   | R |
| 30 "2" | 10  | R | 11  | R | 19  | R | 6   | R | 11  | R | 6   | R | 26   | S | /  | / | 6   | R |
| 31 "1" | 8   | R | 6   | R | 14  | R | 6   | R | 25  | S | 19  | I | /    | / | 16 | S | 16  | I |
| 31 "2" | 6   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 13  | R | 6   | R | 23   | R | 15 | S | 6   | R |
| 31 "4" | 29  | S | 20  | I | 30  | S | 6   | R | 29  | S | 25  | S | 30   | S | 6  | R | 21  | S |
| 31 "5" | 6   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 15  | R | 21  | S | 26   | S | 15 | S | 20  | S |
| 32 "1" | 19  | I | 6   | R | 25  | I | 6   | R | 26  | S | 9   | R | /    | / | 12 | R | 17  | I |
| 32 "3" | 6   | R | 6   | R | 15  | R | 6   | R | 25  | S | 6   | R | /    | / | 16 | S | 15  | R |
| 32 "6" | 15  | R | 6   | R | 24  | I | 6   | R | 23  | R | 11  | R | /    | / | 11 | R | 16  | I |
| 40     | 28  | S | 14  | R | 27  | S | 8   | R | 28  | S | 20  | S | /    | / | 20 | S | 21  | S |
| 43 "3" | 21  | S | 15  | R | 25  | I | 6   | R | 26  | S | 6   | R | /    | / | 12 | R | 16  | I |
| 49 "3" | 24  | S | 21  | I | 26  | S | 6   | R | 10  | R | 6   | R | 25   | S | /  |   | 20  | S |
| 52 "1" | 8   | R | 6   | R | 15  | R | 6   | R | 25  | S | 23  | S | /    | / | 11 | R | 16  | I |
| 52 "3" | 8   | R | 6   | R | 18  | R | 6   | R | 26  | S | 21  | S | /    | / | 11 | R | 16  | I |
| 54 "2" | 30  | S | 15  | R | 30  | S | 6   | R | 29  | S | 15  | I | /    | / | 16 | S | 18  | S |
| 56 "1" | 21  | S | 16  | R | 22  | I | 6   | R | 24  | I | 6   | R | /    | / | 12 | R | 16  | I |
| 56 "2" | 26  | S | 17  | R | 20  | R | 6   | R | 24  | I | 6   | R | /    | / | 11 | R | 16  | I |
| 57 "1" | 22  | S | 17  | R | 16  | R | 6   | R | 25  | S | 6   | R | /    | / | 16 | S | 19  | S |
| 57 "2" | 26  | S | 15  | R | 14  | R | 6   | R | 29  | S | 6   | R | /    | / | 20 | S | 21  | S |
| 58 "2" | 9   | R | 6   | R | 13  | R | 6   | R | 26  | S | 22  | S | /    | / | 15 | S | 17  | I |
| 67 "2" | 28  | S | 19  | I | 30  | S | 6   | R | 16  | R | 25  | S | 26   | S | 17 | S | 18  | S |
| 72     | 6   | R | 6   | R | 16  | R | 6   | R | 14  | R | 6   | R | 24   | R | 16 | S | 9   | R |
| 76 "2" | 27  | S | 12  | R | 20  | R | 6   | R | 25  | S | 19  | I | /    | / | 14 | R | 13  | R |
| 76 "3" | 30  | S | 19  | I | 30  | S | 6   | R | 30  | S | 22  | S | /    | / | 16 | S | 17  | I |

|                   |    |   |    |   |    |   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
|-------------------|----|---|----|---|----|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
| <b>79 "1"</b>     | 6  | R | 6  | R | 10 | R | 6 | R | 28 | S | 6  | R | /  | / | 17 | S | 11 | R |
| <b>79 "2"</b>     | 6  | R | 6  | R | 9  | R | 6 | R | 24 | I | 6  | R | /  | / | 20 | S | 9  | R |
| <b>79 "3"</b>     | 6  | R | 6  | R | 6  | R | 6 | R | 12 | R | 20 | S | 22 | R | 16 | S | 9  | R |
| <b>79 "4"</b>     | 6  | R | 6  | R | 16 | R | 6 | R | 30 | S | 19 | S | 27 | S | 15 | S | 6  | R |
| <b>80</b>         | 28 | S | 12 | R | 29 | S | 6 | R | 25 | S | 21 | S | /  | / | 15 | S | 15 | R |
| <b>82 "1"</b>     | 29 | S | 14 | R | 29 | S | 6 | R | 29 | S | 20 | S | /  | / | 17 | S | 17 | I |
| <b>82 "2"</b>     | 6  | R | 22 | S | 30 | S | 6 | R | 27 | S | 6  | R | /  | / | 14 | R | 17 | I |
| <b>82 "3"</b>     | 22 | S | 6  | R | 30 | S | 6 | R | 27 | S | 10 | R | /  | / | 15 | S | 19 | S |
| <b>84 "1"</b>     | 29 | S | 14 | R | 28 | S | 6 | R | 27 | S | 20 | S | /  | / | 14 | R | 17 | I |
| <b>86</b>         | 22 | S | 12 | R | 26 | S | 6 | R | 28 | S | 19 | I | /  | / | 16 | S | 18 | S |
| <b>86 "2"</b>     | 26 | S | 12 | R | 25 | S | 6 | R | 26 | S | 17 | I | /  | / | 15 | S | 16 | I |
| <b>Siph1 "1"</b>  | 29 | S | 17 | R | 32 | S | 6 | R | 15 | R | 23 | S | 29 | S | 16 | S | 21 | S |
| <b>Siph2</b>      | 29 | S | 11 | R | 31 | S | 6 | R | 26 | S | 21 | S | /  | / | 16 | S | 18 | S |
| <b>Siph4 "5"</b>  | 8  | R | 6  | R | 14 | R | 6 | R | 19 | R | 21 | S | /  | / | 12 | R | 13 | R |
| <b>Siph5 "1"</b>  | 24 | S | 21 | I | 31 | S | 6 | R | 10 | R | 6  | R | 25 | S | /  |   | 20 | S |
| <b>Siph5 "3"</b>  | 20 | S | 6  | R | 16 | R | 6 | R | 24 | I | 9  | R | /  | / | 11 | R | 12 | R |
| <b>Siph5 "4"</b>  | 17 | I | 6  | R | 25 | I | 6 | R | 25 | S | 6  | R | /  | / | 16 | S | 11 | R |
| <b>Siph6 "1"</b>  | 10 | R | 6  | R | 16 | R | 6 | R | 19 | R | 16 | I | /  | / | 16 | S | 15 | R |
| <b>Siph6 "4"</b>  | 27 | S | 12 | R | 30 | S | 6 | R | 25 | S | 6  | R | /  | / | 16 | S | 20 | S |
| <b>Siph8 "1"</b>  | 6  | S | 6  | R | 14 | R | 8 | R | 27 | S | 9  | R | /  | / | 17 | S | 9  | R |
| <b>Siph9 "5"</b>  | 6  | R | 6  | R | 14 | R | 6 | R | 26 | S | 6  | R | /  | / | 16 | S | 9  | R |
| <b>Siph11 "1"</b> | 8  | R | 6  | R | 13 | R | 6 | R | 20 | R | 20 | S | /  | / | 16 | S | 10 | R |
| <b>Siph11 "2"</b> | 6  | R | 6  | R | 6  | R | 6 | R | 6  | R | 6  | R | 15 | R | /  | / | 10 | R |
| <b>Siph13 "1"</b> | 10 | R | 6  | R | 18 | R | 6 | R | 28 | S | 6  | R | 27 | S | 17 | S | 20 | S |
| <b>Siph13 "2"</b> | 29 | S | 6  | R | 16 | R | 6 | R | 25 | S | 6  | R | 26 | S | 12 | R | 17 | I |
| <b>Siph14 "1"</b> | 29 | S | 11 | R | 18 | R | 6 | R | 28 | S | 6  | R | /  | / | 15 | S | 18 | S |
| <b>Siph15 "2"</b> | 28 | S | 6  | R | 26 | S | 6 | R | 28 | S | 6  | R | 29 | S | 18 | S | 20 | S |
| <b>Siph16 "1"</b> | 26 | S | 10 | R | 29 | S | 6 | R | 27 | S | 22 | S | 26 | S | 17 | S | 18 | S |
| <b>Siph16 "2"</b> | 23 | S | 6  | R | 20 | R | 6 | R | 28 | S | 6  | R | /  | / | 15 | S | 12 | R |
| <b>Siph17 "1"</b> | 25 | S | 21 | I | 30 | S | 9 | R | 11 | R | 6  | R | 30 | S | /  | / | 21 | S |



|                       |    |   |    |   |    |   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
|-----------------------|----|---|----|---|----|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
| <b>Siph20<br/>"1"</b> | 27 | S | 6  | R | 27 | S | 6 | R | 26 | S | 6  | R | 27 | S | 16 | S | 15 | R |
| <b>Siph20<br/>"2"</b> | 10 | R | 6  | R | 15 | R | 6 | R | 14 | R | 17 | I | 21 | R | /  | / | 12 | R |
| <b>Siph22<br/>"1"</b> | 25 | S | 20 | I | 30 | S | 6 | R | 9  | R | 6  | R | 23 | R | /  | / | 19 | S |
| <b>Siph22<br/>"2"</b> | 21 | S | 6  | R | 23 | I | 6 | R | 25 | S | 6  | R | 23 | R | 15 | S | 16 | I |
| <b>Siph23<br/>"1"</b> | 25 | S | 20 | I | 30 | S | 6 | R | 9  | R | 6  | R | 26 | S | /  | / | 19 | S |
| <b>Siph23<br/>"2"</b> | 15 | R | 6  | R | 24 | I | 6 | R | 32 | S | 24 | S | 31 | S | 18 | S | 15 | R |
| <b>Siph23<br/>"3"</b> | 22 | S | 20 | S | 30 | S | 6 | R | 26 | S | 6  | R | 31 | S | 20 | S | 21 | S |
| <b>Siph24<br/>"1"</b> | 17 | I | 6  | R | 18 | R | 6 | R | 26 | S | 6  | R | 26 | S | 16 | S | 17 | I |
| <b>Siph25<br/>"2"</b> | 27 | S | 20 | I | 30 | S | 6 | R | 12 | R | 6  | R | 26 | S | /  | / | 20 | S |
| <b>Siph26<br/>"2"</b> | 25 | S | 15 | R | 22 | I | 6 | R | 22 | R | 6  | R | /  | / | 12 | R | 16 | I |
| <b>Siph26<br/>"3"</b> | 25 | S | 18 | R | 25 | I | 6 | R | 24 | I | 6  | R | /  | / | 12 | R | 16 | I |
| <b>Siph27<br/>"1"</b> | 6  | R | 6  | R | 20 | R | 6 | R | 30 | S | 25 | S | /  | / | 15 | S | 18 | S |
| <b>Siph27<br/>"3"</b> | 10 | R | 6  | R | 20 | R | 6 | R | 29 | S | 20 | S | /  | / | 15 | S | 16 | I |
| <b>Siph28<br/>"1"</b> | 6  | R | 15 | R | 30 | S | 6 | R | 28 | S | 22 | S | /  | / | 13 | R | 19 | S |
| <b>Siph29<br/>"2"</b> | 15 | R | 6  | R | 19 | R | 6 | R | 26 | S | 6  | R | /  | / | 14 | R | 19 | S |
| <b>Siph29<br/>"3"</b> | 21 | S | 17 | R | 21 | I | 6 | R | 25 | S | 6  | R | /  | / | 16 | S | 17 | I |
| <b>Siph29<br/>"4"</b> | 22 | S | 14 | R | 20 | R | 6 | R | 22 | R | 6  | R | /  | / | 13 | R | 15 | R |
| <b>Siph30<br/>"2"</b> | 19 | I | 6  | R | 17 | R | 6 | R | 26 | S | 8  | R | /  | / | 15 | S | 16 | I |
| <b>Siph32<br/>"1"</b> | 21 | S | 11 | R | 24 | I | 6 | R | 26 | S | 11 | R | /  | / | 16 | S | 15 | R |
| <b>Siph32<br/>"2"</b> | 21 | S | 12 | R | 22 | I | 6 | R | 25 | S | 6  | R | /  | / | 14 | R | 15 | R |
| <b>Siph32<br/>"3"</b> | 28 | S | 19 | I | 31 | S | 6 | R | 10 | R | 6  | R | 24 | R | 14 | R | 18 | S |
| <b>Siph33<br/>"1"</b> | 25 | S | 9  | R | 28 | S | 6 | R | 25 | S | 6  | R | /  | / | 15 | S | 15 | R |
| <b>Siph33<br/>"4"</b> | 22 | S | 14 | R | 27 | S | 6 | R | 23 | R | 6  | R | /  | / | 14 | R | 15 | R |
| <b>Siph33<br/>"5"</b> | 25 | S | 13 | R | 25 | I | 6 | R | 25 | S | 6  | R | /  | / | 17 | S | 17 | I |

**Tableau N° VII : Diamètres des zones d'inhibition (mm) et profils de résistance des souches non fermentaires d'Amizour aux antibiotiques.**

| Code              | TCC |   | FOX |   | CT |   | CN |   | TOB |   | CAZ |   | IMP |   |
|-------------------|-----|---|-----|---|----|---|----|---|-----|---|-----|---|-----|---|
|                   | D   | R | D   | R | D  | R | D  | R | D   | R | D   | R | D   | R |
| <b>6</b>          | 17  | R | 6   | R | /  | / | 23 | S | 26  | S | 19  | I | 6   | S |
| <b>16 "1"</b>     | 21  | I | 6   | R | 19 |   | 21 | S | 20  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>27</b>         | 19  | I | 6   | R | /  | / | 19 | S | 23  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>31 "2"</b>     | 8   | R | 7   | R | 15 | S | 21 | S | 20  | S | 7   | R | 28  | S |
| <b>31 "3"</b>     | 18  | I | 6   | R | /  | / | 17 | S | 19  | S | 18  | I | 6   | S |
| <b>32 "2"</b>     | 20  | S | 6   | R | /  | / | 23 | S | 17  | S | 17  | I | 6   | S |
| <b>37</b>         | 15  | I | 6   | R | 17 |   | 24 | S | 25  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>43Acineto</b>  | 23  | S | 24  | S | 16 | S | 21 | S | 18  | S | 7   | R | 31  | S |
| <b>54 "1"</b>     | 18  | I | 6   | R | 18 |   | 21 | S | 22  | S | 6   | R | 28  | S |
| <b>54 "3"</b>     | 20  | I | 6   | R | 16 |   | 21 | S | 22  | S | 6   | R | 30  | S |
| <b>61</b>         | 19  | I | 6   | R | /  | / | 19 | S | 22  | S | 19  | I | 6   | S |
| <b>66</b>         | 22  | I | 6   | R | /  | / | 20 | S | 22  | S | 22  | I | 9   | R |
| <b>68</b>         | 17  | R | 6   | R | /  | / | 20 | S | 24  | S | 20  | I | 6   | S |
| <b>76 "1"</b>     | 6   | R | 6   | R | /  | / | 6  | R | 6   | R | 6   | R | 6   | S |
| <b>77</b>         | 6   | R | 6   | R | /  | / | 6  | R | 6   | R | 6   | R | 6   | S |
| <b>78</b>         | 6   | R | 6   | R | /  | / | 6  | R | 6   | R | 6   | R | 6   | S |
| <b>81</b>         | 22  | I | 6   | R | 17 |   | 20 | S | 24  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>Siph1</b>      | 19  | I | 6   | R | 16 |   | 18 | S | 20  | S | 6   | R | 25  | S |
| <b>Siph1 "4"</b>  | 17  | R | 6   | R | /  | / | 20 | S | 22  | S | 19  | I | 6   | S |
| <b>Siph2 "2"</b>  | 10  | R | 6   | R | /  | / | 21 | S | 24  | S | 10  | R | 6   | S |
| <b>Siph4 "3"</b>  | 15  | R | 6   | R | /  | / | 20 | S | 22  | S | 18  | I | 6   | S |
| <b>Siph6</b>      | 19  | I | 6   | R | 17 |   | 22 | S | 24  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>Siph7 "3"</b>  | 18  | I | 6   | R | /  | / | 21 | S | 25  | S | 25  | I | 6   | S |
| <b>Siph7 "4"</b>  | 6   | R | 6   | R | 18 |   | 22 | S | 25  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>Siph8 "3"</b>  | 23  | I | 6   | R | /  | / | 25 | S | 23  | S | 22  | I | 6   | S |
| <b>Siph9 "3"</b>  | 15  | R | 6   | R | 17 |   | 13 | R | 22  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>Siph10 "1"</b> | 10  | R | 6   | R | 15 |   | 19 | S | 23  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>Siph12 "3"</b> | 6   | R | 6   | R | 18 |   | 23 | S | 20  | S | 6   | R | 6   | S |
| <b>Siph13 "3"</b> | 21  | I | 6   | R | 18 |   | 21 | S | 23  | S | 6   | R | 29  | S |
| <b>Siph13 "4"</b> | 19  | I | 6   | R | 17 |   | 20 | S | 23  | S | 8   | R | 28  | S |
| <b>Siph14 "2"</b> | 25  | I | 6   | R | 17 |   | 22 | S | 22  | S | 13  | R | 29  | S |
| <b>Siph17 "3"</b> | 25  | I | 6   | R | /  | / | 24 | S | 16  | R | 20  | I | 6   | S |
| <b>Siph19 "1"</b> | 21  | I | 6   | R | /  | / | 23 | S | 26  | S | 18  | I | 6   | S |
| <b>Siph21</b>     | 22  | I | 6   | R | 18 |   | 24 | S | 24  | S | 16  | R | 30  | S |

|                       |    |   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
|-----------------------|----|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
| "2"                   |    |   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
| <b>Siph24<br/>"2"</b> | 15 | R | 6 | R | 18 |   | 22 | S | 25 | S | 6  | R | 30 | S |
| <b>Siph25<br/>"1"</b> | 21 | I | 6 | R | 17 |   | 21 | S | 24 | S | 6  | R | 30 | S |
| <b>Siph26<br/>"1"</b> | 19 | I | 6 | R | /  | / | 21 | S | 19 | S | 17 | I | 6  | S |
| <b>Siph27<br/>"2"</b> | 19 | I | 6 | R | 19 |   | 23 | S | 22 | S | 10 | R | 31 | S |
| <b>Siph29<br/>"5"</b> | 22 | I | 6 | R | 17 |   | 20 | S | 23 | S | 6  | R | 6  | S |
| <b>Siph30<br/>"1"</b> | 16 | R | 6 | R | 18 |   | 22 | S | 20 | S | 6  | R | 6  | S |
| <b>Siph31<br/>"2"</b> | 24 | I | 6 | R | 17 |   | 21 | S | 22 | S | 6  | R | 30 | S |
| <b>Siph33<br/>"3"</b> | 23 | S | 7 | R | 13 | R | 20 | S | 18 | S | 18 | S | 21 | I |

## Résumé :

**Objectif:** Caractérisation des bacilles à Gram négatif résistants aux carbapénèmes dans les effluents de l'hôpital Ben Merad El-Mekki (Amizour) situé au Nord de Algérie.

**Méthodes:** 119 prélèvements ont été effectués. Ces prélèvements ont ciblé les eaux de rejets des différentes activités de soins, cuisine, buanderies et le rejet final de la canalisation externe. D'autres ont ciblé les canalisations des lavabos et les surfaces à proximité afin de rechercher l'origine de la contamination. Le criblage de souches de bacilles à Gram négatif résistantes aux carbapénèmes a été fait sur bouillon Carba MTL qui contient 0.5 µg/ml d'értapénème. La sensibilité des souches sélectionnées *vis-à-vis* de l'imipénème a été testée par la méthode de l'antibiogramme sur gélose MH, et les souches résistantes ont été identifiées. La recherche de la production de BLSE ainsi que la résistance associée à d'autres familles d'antibiotiques ont été également effectuées.

**Résultats:** 35 souches de bacille à Gram négatif ont montré une résistance *vis-à-vis* de l'imipénème dont 33 souches d'entérobactéries « 8 *E. coli*, 8 *K. pneumoniae*, 6 *K. oxytoca*, 5 *Citrobacter* sp., 6 *Enterobacter* sp. » une souche de *P.aeruginosa* et une souche d'*A.baumannii*. Ces souches ont été isolées principalement de l'eau récupérée des siphons des lavabos, mais aussi des surfaces d'éviers et de la canalisation et d'autres de l'eau de lavage du linge, l'eau de vaisselle et de l'eau de nettoyage du sol. Les souches d'entérobactéries présentent une résistance élevée *vis-à-vis* des β-lactamines testées avec une co-résistance à la tobramycine et à la colistine par contre les souches non fermentaires présentent une résistance à la colistine. Le test de synergie été négatif. Toutefois, une résistance élevée à la FOX a été détectée ce qui indique la production probable d'une céphalosporinase qui peut à son tour masquer la présence d'une BLSE.

**Conclusion:** les effluents hospitaliers peuvent être un réservoir de bacilles à Gram négatif producteurs de carbapénémases et multirésistants et aussi une voie de transmission de ces dernières vers les environnements naturels.

**Mots clés :** Lavabo, Siphon, effluents hospitaliers, Carbapénémase, MDR, dissémination, environnement naturel

## Abstract:

**Objective:** Characterization of Gram-negative bacilli resistant to carbapenems in the effluents of the Ben Merad El Mekki hospital (Amizour) located in the North of Algeria.

**Methodology:** 119 samples were taken. These samples targeted the waste water from the various healthcare, kitchen and laundry activities and the final discharge from the external pipe. Others have targeted sink lines and nearby surfaces to find the source of the contamination. The screening of strains of Gram-negative bacilli resistant to carbapenems was carried out on Carba MTL broth which contains 0.5 µg / ml of ertapenem. The sensitivity of the selected strains to imipenem was tested by the antibiogram method on HD agar, and resistant strains were identified. Research into ESBL production as well as resistance associated with other families of antibiotics were also carried out.

**Results:** 35 strains of Gram-negative bacillus showed resistance to imipenem, including 33 strains of *enterobacteria* (8 *E. coli*, 8 *K. pneumoniae*, 6 *K. oxytoca*, 5 *Citrobacter* sp., 6 *Enterobacter* sp.) A strain of *P. aeruginosa* and a strain of *A. baumannii*. These strains were isolated mainly from the water recovered from the siphons of the sinks, but also from the surfaces of sinks and the pipes and others from the washing water of the clothes, the dishwasher and the water. cleaning the floor. *Enterobacteriaceae* strains show a high resistance to the β-lactams tested with co-resistance to tobramycin and colistin, while non-fermentative strains show resistance to colistin. The synergy test was negative. However, high resistance to FOX has been detected indicating the likely production of a cephalosporinase which in turn may mask the presence of an ESBL.

**Keywords:** Sink, Hospital effluents, Gram-negative bacilli, OXA-48, NDM, Siphon, Carbapenemase, KPC, Intensive care unit.